

Primjena neizrazite logike u dijetoterapiji šećerne bolesti

Barišić, Ana

Master's thesis / Diplomski rad

2022

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Zagreb, Faculty of Food Technology and Biotechnology / Sveučilište u Zagrebu, Prehrambeno-biotehnološki fakultet**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:159:713130>

Rights / Prava: [Attribution-NoDerivatives 4.0 International/Imenovanje-Bez prerada 4.0 međunarodna](#)

Download date / Datum preuzimanja: **2025-03-03**



Repository / Repozitorij:

[Repository of the Faculty of Food Technology and Biotechnology](#)



SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
PREHRAMBENO-BIOTEHNOLOŠKI FAKULTET

DIPLOMSKI RAD

Zagreb, rujan 2022.

Ana Barišić

**PRIMJENA NEIZRAZITE LOGIKE
U DIJETOTERAPIJI ŠEĆERNE
BOLESTI**

Rad je izrađen u Laboratoriju za mjerenje, regulaciju i automatizaciju na Zavodu za procesno inženjerstvo Prehrambeno-biotehnološkog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu pod mentorstvom prof. dr. sc. Jasenke Gajdoš Kljusurić.

Zahvala

Od srca se zahvaljujem svojoj mentorici prof. dr. sc. Jasenke Gajdoš Kljusurić na svesrdnoj pomoći, strpljenju, predanosti i uloženom vremenu. Hvala Van na svakom stručnom savjetu tijekom izrade ovog rada.

Posebno hvala svim mojim prijateljima koji su bili uz mene, uvijek spremni pomoći i koji su omogućili da studiranje bude nezaboravno iskustvo. Zauvijek ste obogatili moj život!

Veliko hvala i mom Hrvoju na svakodnevnoj podršci, potpori i strpljenju te nesebičnoj ljubavi svih ovih godina.

Najveće hvala mojoj obitelji na bezuvjetnoj ljubavi i podršci koju su mi pružali cijeli život. Mami i tati, ne postoje riječi dovoljno velike kojima bih izrazila zahvalnost za sve što ste mi pružili u životu. Bez vas ništa ne bi bilo moguće!

TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA

Diplomski rad

Sveučilište u Zagrebu
Prehrambeno-biotehnološki fakultet
Zavod za procesno inženjerstvo
Laboratorij za mjerenja, regulaciju i automatizaciju

Znanstveno područje: Biotehničke znanosti
Znanstveno polje: Nutricionizam

Diplomski sveučilišni studij: Nutricionizam

PRIMJENA NEIZRAZITE LOGIKE U DIJETOTERAPIJI ŠEĆERNE BOLESTI

Ana Barišić, univ. bacc. nutr.
0177050038

Sažetak: Porast broja oboljelih od šećerne bolesti potiče stručnjake na traženje načina prevencije i/ili smanjenja posljedica ove bolesti. Neizrazita logika jedan je od alata koji se koristi definiranjem funkcija pripadnosti i izvedbenim pravilima. U ovom radu neizrazita logika je korištena za optimiranje i planiranje dnevnih jelovnika prema smjernicama dijabetičke dijeta kako bi se odredila nutritivna prihvatljivost dnevnih kombinacija. Neizrazitost je dekodirana u izrazitu vrijednost pomoću Prerow značajke (PV vrijednosti), kojom se provodi defuzifikacija te procjenjuje energetska/nutritivna prihvatljivost ponude. Rezultati analize dostupnih jelovnika pokazali su kako ni jedna dnevna kombinacija nije postigla poželjnu PV vrijednost od minimalno 0,7. Rezultat optimiranja je skup kombinacija čiji je PV >0,7 (4 tj. 0,0015 % kombinacija), a bez vitamina D, koji je kritični nutrijent, je 1181 tj. 0,5% kombinacija. Rezultati rada pokazuju korisnost primjene neizrazite logike u analizi i/ili planiranju nutritivnog unosa. Međutim, nutricionist u konačnici procjenjuje primjenjivost i usklađenost jelovnika sa potrebama svakog pojedinog korisnika.

Ključne riječi: *neizrazita logika, šećerna bolest, optimiranje, prehrana, PV vrijednost*

Rad sadrži: 41 stranica, 12 slika, 6 tablica, 34 literaturnih navoda, 1 prilog

Jezik izvornika: hrvatski

Rad je u tiskanom i elektroničkom (pdf format) obliku pohranjen u: Knjižnica Prehrambeno-biotehnološkog fakulteta, Kačićeva 23, Zagreb

Mentor: prof. dr. sc. Jasenka Gajdoš Kljusurić

Stručno povjerenstvo za ocjenu i obranu:

1. prof.dr.sc. Ines Panjkota Krbavčić (predsjednik)
2. prof. dr. sc. Jasenka Gajdoš Kljusurić (mentor)
3. izv. prof. dr. sc. Marjan Praljak (član)
4. doc. dr. sc. Ana Jurinjak Tušek (zamjenski član)

Datum obrane: 27. rujna 2022.

BASIC DOCUMENTATION CARD

Graduate Thesis

University of Zagreb
Faculty of Food Technology and Biotechnology
Department of Process Engineering
Laboratory for Measurement, Regulation and Automatisation

Scientific area: Biotechnical Sciences
Scientific field: Nutrition

Graduate university study programme: Nutrition

APPLICATION OF FUZZY LOGIC IN DIETOTHERAPY OF DIABETES

Ana Barišić, univ. bacc. nutr.
0177050038

Abstract: The growing number of people suffering from diabetes encourages experts to look for ways to prevent and/or reduce the consequences of this disease. Fuzzy logic is one of the tools used in defining membership functions and execution rules. Fuzzy logic uses a collection of fuzzy variables defined by membership functions and interface rules. In this paper fuzzy logic was used to optimize and plan daily menus according to the guidelines of the diabetic diet to determine which daily meals are nutritionally acceptable. Fuzziness was decoded using Prerow value (PV), which assesses energy/nutritional acceptability of the offer. Results of the analysis of the available menus showed that no daily combination achieved preferred PV value of at least 0,7. The result of the implemented optimization is a set of daily menus, of which 4 (0,0015%) are nutritionally acceptable and without vitamin D, which is a critical nutrient, is 1181 (0,5%) combinations of daily menus. The main conclusion is that the application of fuzzy logic is useful for analysis and/or planning nutrition intake. However, ultimately the nutritionist will assess applicability and compliance of menu with the needs of each individual user.

Keywords: *fuzzy logic, diabetes, optimization, diet, Prerow value*

Thesis contains: 41 pages, 12 figures, 6 tables, 34 references, 1 supplement

Original in: Croatian

Graduate Thesis in printed and electronic (pdf format) form is deposited in: The Library of the Faculty of Food Technology and Biotechnology, Kačićeva 23, Zagreb.

Mentor: Jasenka Gajdoš Kljusurić, PhD, Full professor

Reviewers:

1. Ines Panjkota Krbavčić, PhD, Full professor (president)
2. Jasenka Gajdoš Kljusurić, PhD, Full professor (mentor)
3. Marjan Praljak, PhD, Associate professor (member)
4. Ana Jurinjak Tušek, PhD, Assistant professor (substitute)

Thesis defended: September 27th, 2022

Sadržaj

1. UVOD	1
2. TEORIJSKI DIO	3
2.1. ŠEĆERNA BOLEST	3
2.1.1. <i>Klasifikacija šećerne bolesti</i>	3
2.1.2. <i>Dijagnoza</i>	4
2.1.3. <i>Tip 1 šećerne bolesti</i>	4
2.1.4. <i>Tip 2 šećerne bolesti</i>	4
2.1.5. <i>Liječenje</i>	5
2.1.5.1. <i>Edukacija</i>	6
2.1.5.2. <i>Samokontrola</i>	7
2.1.5.3. <i>Tjelesna aktivnost</i>	7
2.1.5.4. <i>Prehrana</i>	8
2.2. NEIZRAZITA LOGIKA.....	13
2.2.1. <i>Fuzifikacija</i>	14
2.2.2. <i>Defuzifikacija</i>	15
3. EKSPERIMENTALNI DIO	17
3.1. MATERIJALI.....	17
3.2. METODE RADA.....	18
3.2.1. <i>Baza podataka</i>	18
3.2.2. <i>Rad u programu WR Mathematica</i>	18
3.2.3. <i>Evaluacija i optimizacija jelovnika</i>	19
4. REZULTATI I RASPRAVA	21
4.1. PRIKAZ I OBRADA JELOVNIKA	21
4.2. FUNKCIJE PRIPADNOSTI ZA DIJABETIČKU DIJETU	26
4.3. REZULTATI ANALIZE DOSTUPNIH JELOVNIKA	29
4.4. REZULTATI OPTIMIZACIJE JELOVNIKA.....	31
4.4.1. <i>Rezultati optimizacije jelovnika sa vitaminom D</i>	32
4.4.2. <i>Rezultati optimizacije jelovnika bez vitamina D</i>	35
5. ZAKLJUČCI	39
6. LITERATURA	40

1. UVOD

Šećerna bolest (lat. *diabetes mellitus*) ubraja se u jedan od najznačajnijih javnozdravstvenih problema suvremenog društva. Najveći utjecaj na porast prevalencije šećerne bolesti ima promjena načina života koju obilježava smanjena tjelesna aktivnost i visok unos energetski bogate, a nutritivno siromašne hrane. Promicanje usvajanja zdravih prehrambenih navika te unos namirnica u prikladnim veličinama serviranja mogu odgoditi ili prevenirati komplikacije šećerne bolesti. Smjernice naglašavaju individualni pristup u planiranju prehrane koji se prilagođava oboljelom te se pritom vodi računa o bolesnikovoj sklonosti prema hrani, načinu života, socioekonomskom statusu, tjelesnoj aktivnosti i drugim pridruženim bolestima (1).

Kod opisa prehrane, obzirom na dnevni unos energije i nutrijenata, često se koriste jezične varijable (2). Tako se npr. prilikom analize plana prehrane često koriste izrazi kao što su: „unos zasićenih masti treba *znatno smanjiti*“ ili „potrebno je *povećati* konzumaciju voća i povrća“.

Računanje, u uobičajenom smislu, je usmjereno na manipulaciju brojeva i simbola. Suprotno tome, računanje s jezičnim varijablama je metoda u kojoj su predmet računanja riječi i prijedlozi, npr. povećanje cijena, smanjenje unosa, daleko od preporuka i sl. Osnovna razlika između percepcije i mjerenja je ta da su mjerenja izrazita, a percepcije neizrazite (3). Umjesto Booleove logike, koja je izrazita, neizrazita (tzv. fuzzy) logika koristi zbirku neizrazitih varijabli koje su definirane funkcijama pripadnosti i izvedbenim pravilima (4).

Teorija neizrazite logike može se koristiti za ocjenu hranjive strukture obroka. Modeliranje i planiranje prehrane uključuje niz specifičnih karakteristika, koje ovise o nutritivnoj ponudi s obzirom na dob, spol i tjelesnu aktivnost pojedinca ili skupine. Preporučeni unosi energije i hranjivih tvari interpretiraju se kao brojevi (izrazite vrijednosti). Međutim, preporučeni unos za većinu hranjivih tvari dani su kao prosječne vrijednosti nutrijenata (AR), najniži unos (LTI) i referentni unos nutrijenata (PRI) (5). Navedene vrijednosti (AR, LTI i PRI) ne predstavljaju pravu realnost jer se unos nutrijenata kontinuirano mijenja iz kritično niskog unosa preko adekvatnog unosa koji doseže ili čak prelazi toksičan unos nutrijenata.

U ovom radu dnevne potrebe, izražene kao izrazite vrijednosti, su modelirane i prikazane kao neizraziti skupovi.

Dnevni preporučeni unos (DRI) za energiju i ostale promatrane nutrijente je „omekšan“ uvođenjem funkcija pripadnosti neizrazitih skupova definiranih za svaki pojedini nutrijent.

Glavni cilj analize i planiranja prehrane bio je uskladiti dnevne energetske i nutritivne unose sa preporukama za dijabetičku dijetu, korištenjem jela koja su „preporučena“ za osobe oboljele od šećerne bolesti. Algoritam koji se koristio za analizu i optimiranje napisan je u računalnom programu *WR Mathematica v.13*.

2. TEORIJSKI DIO

2.1. ŠEĆERNA BOLEST

Šećerna bolest (lat. *diabetes mellitus*) je metabolički poremećaj višestruke etiologije, karakteriziran stanjem kronične hiperglikemije te poremećajima u metabolizmu ugljikohidrata, masti i proteina koji nastaju zbog poremećaja u izlučivanju inzulina i/ili djelovanju inzulina.

Procjenjuje se da oko 537 milijuna odraslih osoba dobi između 20 i 79 godina boluju od šećerne bolesti. Ukoliko se trendovi nastave, do 2030. godine se predviđa oko 643 milijuna, a do 2045. godine čak 783 milijuna osoba, odnosno jedna od osam odraslih osoba bolovati će od šećerne bolesti (6).

Prema podacima Registra osoba sa šećernom bolešću (CroDiab) u Republici Hrvatskoj je u 2021. godini registrirano 327.785 osoba s dijagnozom šećerne bolesti. Ranija istraživanja pokazuju da čak 40% oboljelih u Hrvatskoj nema postavljenu dijagnozu tako da se procjenjuje da je ukupan broj oboljelih oko 500.000 (7).

2.1.1. Klasifikacija šećerne bolesti

Ovisno o etiologiji, patofiziologiji, terapijskom pristupu i prognozi klasificira se u četiri osnovna oblika (1):

1. Šećerna bolest tipa 1 – nastaje zbog autoimunog razaranja β -stanica gušterače koje uglavnom dovodi do apsolutnog nedostatka inzulina
2. Šećerna bolest tipa 2 – uzrokovana progresivnim smanjenjem lučenja inzulina i inzulinskom rezistencijom
3. Specifični tipovi šećerne bolesti nastali zbog drugih razloga – genetički poremećaji u funkciji β -stanica gušterače ili djelovanju inzulina, bolesti egzokrinog dijela gušterače (npr. cistična fibroza, pankreatitis), uzrokovani lijekovima ili kemikalijama (npr. nakon transplantacije organa ili liječenja kortikosteroidima)
4. Gestacijski oblik šećerne bolesti – dijagnosticirana prvi put tijekom drugog ili trećeg tromjesečja trudnoće

2.1.2. Dijagnoza

Prema smjernicama Međunarodne dijabetičke federacije (engl. *International Diabetes Federation*, IDF) (8) i Američkog udruženja za šećernu bolest (engl. *American Diabetes Association*, ADA) (9) kriteriji za dijagnosticiranje šećerne bolesti tipa 2 su vrijednosti koncentracije HbA1c $\geq 6,5\%$ ili glukoze u plazmi (GUP) natašte $\geq 7,0$ mmol/L ili GUP postprandijalno tijekom oralnog testa opterećenja glukozom (OGTT) $\geq 11,1$ mmol/L ili GUP nasumce uzet $\geq 11,1$ mmol/L kod bolesnika s klasičnim simptomima hiperglikemije ili hiperglikemijske krize.

2.1.3. Tip 1 šećerne bolesti

Šećerna bolest tipa 1, prethodno nazivan o inzulinu ovisan oblik šećerne bolesti ili juvenilni oblik, rezultat je genetskih, okolišnih i autoimunih čimbenika koji dovode do uništenja β -stanica gušterače (1). Može se pojaviti u bilo kojoj životnoj dobi, iako je najčešća kod djece i mlađih odraslih osoba. Simptomi kod šećerne bolesti tipa 1 su učestala žeđ, učestalo mokrenje, nagli gubitak kilograma, nedostatak energije i umor, zamućen vid, dijabetička ketoacidoza i konstantna glad (6).

Tip 1 bolesti pojavljuje se u $< 10\%$ svih slučajeva šećerne bolesti. U patogenezu autoimunog razaranja β -stanica gušterače uključen je niz složenih i nerazjašnjenih interakcije između gena, autoantigena i okolišnih čimbenika. Ulogu u nastanku šećerne bolesti tipa 1 ima i prehrana kod dojenčadi. Naime, povećani rizik tipa 1 šećerne bolesti povezuje se s davanjem mliječnih proizvoda dojenčadi (osobito kravljeg mlijeka i mliječne bjelancevine β -kazeina), s visokim razinama nitrata u vodi za piće i s niskim unosom vitamina D. Prerano (< 4 . mjeseca) i prekasno (> 7 . mjeseca) davanje glutena i žitarica dojenčadi povećava stvaranje autoprotutijela na stanice otočića gušterače, međutim patogeneza i mehanizmi ovih pojava nisu jasni (10).

2.1.4. Tip 2 šećerne bolesti

Šećerna bolest tipa 2, prethodno nazivan oblik neovisan o inzulinu ili adultni oblik, karakterizirana je relativnim nedostatkom inzulina i perifernom inzulinskom rezistencijom. Najčešći je oblik šećerne bolesti te čini 90-95% svih slučajeva šećerne bolesti u svijetu. Razni su uzroci nastanka šećerne bolesti tipa 2, iako etiologija još uvijek nije poznata zna se da u ovom tipu ne dolazi do

autoimunog razaranja β -stanica gušterače (1). Šećernoj bolesti tipa 2 prethodi preddijabetes koji karakteriziraju tri oblika poremećaja homeostaze glukoze: oštećenje tolerancije glukoze natašte, oštećenje tolerancije glukoze postprandijalno i kombinacija oštećenja glukoze postprandijalno i natašte (11).

Simptomi kod šećerne bolesti tipa 2 slični su onima kod tipa 1, ali u pravilu simptomi su manje izraženi i oboljeli može biti bez ikakvih simptoma jako dugo. Teško je odrediti točno vrijeme nastanka šećerne bolesti tipa 2 zbog čega postoji dug period prije dijagnoze te se smatra da čak trećina do polovina ljudi sa šećernom bolesti tipa 2 u svijetu nije dijagnosticirana (6).

Hiperglikemija se javlja kada lučenje inzulina više ne može kompenzirati inzulinsku rezistenciju. Iako je ta rezistencija tipična za tip 2 i za osobe sa povećanim rizikom, postoje dokazi o disfunkciji β -stanica i o smanjenom lučenju inzulina, gubitak normalne, pulsirajuće sekrecije inzulina, povećano lučenje proinzulina koje ukazuje na poremećaje u obradi inzulina te nakupljanje amiloidnog polipeptida (bjelančevina koja se normalno izlučuje zajedno s inzulinom) u otočićima gušterače. Sama hiperglikemija može smanjiti lučenje inzulina jer visoke razine glukoze desenzibiliziraju β -stanice ili ih dovode u disfunkciju. Ove promjene se uz inzulinsku rezistenciju godinama postupno razvijaju (10).

Iako točni uzroci bolesti nisu poznati, postoje snažne poveznice sa prekomjernom tjelesnom masom i pretilošću, tjelesnom neaktivnosti, povećanom životnom dobi, rasom i povijesti šećerne bolesti u obitelji (6).

2.1.5. Liječenje

Cilj liječenja šećerne bolesti je održavanje normoglikemije i otklanjanje simptoma vezanih uz hiperglikemiju, odnosno redukcija kroničnih mikrovaskularnih i makrovaskularnih komplikacija šećerne bolesti te omogućavanje što normalnijeg načina života. Cilj kontrole glikemije različito definiraju različita stručna društva, a u Hrvatskoj se koriste preporuke IDF-a. Prema IDF-u željena vrijednost HbA1c je $\leq 6,5\%$, ciljana glikemija natašte iznosi $\leq 6,0$ mmol/L, dok je za postprandijalnu glikemiju ciljana vrijednost $\leq 7,5$ mmol/L (12).

Zbrinjavanje osoba sa šećernom bolesti multidisciplinarni je timski rad. Najvažnije je aktivno uključivanje bolesnika u liječenje i samokontrolu jer bez bolesnikova entuzijazma i sudjelovanja nema ni uspjeha u liječenju. Tim se treba sastojati od internista dijabetologa ili endokrinologa, medicinske sestre (kvalificiranog edukatora) i nutricionista (11). Osnovni principi liječenja šećerne bolesti su samokontrola, edukacija, redovita tjelesna aktivnost i pravilna prehrana, dok se za farmakološkim liječenjem poseže kada osnovni principi ne daju željene rezultate (13).

Uz to, u tipu 1 nužna je nadoknada inzulina. Standard je bazal-bolus liječenje, odvojeno se daje inzulin za bazalne potrebe, odvojeno bolusi za potrebu uz obrok. Pokušava se imitirati prirodno lučenje inzulina: ono je bazalno nisko, uz niske oscilacije koncentracije inzulina u krvi, a uz obrok naglo na kratko poraste. Za bazalne potrebe daje se inzulin produljenog djelovanja, u pravilu dvije doze te doza inzulina kratkog djelovanja prije svakog obroka (12).

Dok je terapija šećerne bolesti tipa 1 usmjerena na održavanje dobre glikemije, kod bolesnika sa šećernom bolesti tipa 2 potrebno je posvetiti pažnju i liječenju pridruženih stanja (debljina, hipertenzija, dislipidemija, kardiovaskularna bolest), kao i otkrivanju i liječenju komplikacija šećerne bolesti. Liječenje šećerne bolesti tipa 2 treba započeti dijetetičkom prehranom i tjelovježbom. Nakon ovog postupka provodi se ponovna procjena glukoregulacije, ako se ne postigne ciljna razina glikemije nakon 3-4 tjedna, uvodi se farmakoterapija. U početku se obično daju peroralni lijekovi, a potom i inzulin. Ne smije se zaboraviti da je šećerna bolest tipa 2 progresivni poremećaj koji s vremenom zahtijeva primjenu više hipoglikemičnih lijekova, često i inzulina (11).

2.1.5.1. Edukacija

Osoba oboljela od šećerne bolesti mora biti informirana o bolesti, treba usvojiti ispravan stav prema bolesti, naučiti različite vještine i pokazati želju za brigom o vlastitom zdravlju. Terapijska edukacija je podučavanje bolesnika o vještinama samokontrole bolesti ili prilagodbe liječenja kronične bolesti, ali i poduka o postupcima i vještinama u suočavanju s problemima. Potrebno je provesti edukaciju o načinu liječenja, odnosno o uzimanju inzulina ako je to potrebno, zatim o važnosti tjelesne aktivnosti i pravilne prehrane, te tehnikama samokontrole bolesti kako bi se postigla dobra regulacija šećerne bolesti s ciljem izbjegavanja razvoja kroničnih komplikacija

bolesti. Edukacija se može odvijati individualno ili u manjim skupinama. U početku liječenja individualna edukacija je od izuzetne važnosti kako bi osoba dobila osnovne informacije o bolesti. U svrhu edukacije mogu se koristiti didaktička pomagala, pisani i slikovni materijali, audiovizualni materijali ili računalne simulacije koji mogu bolesniku olakšati razumijevanje primjene terapije, samokontrole ili sastavljanje jelovnika (13).

2.1.5.2. Samokontrola

Samokontrola predstavlja provođenje mjera i postupaka kojima će se dobiti uvid u stanje bolesti, a utječe na povoljniji tijek bolesti. Osobe sa šećernom bolesti, odnosno njihova obitelj aktivnim sudjelovanjem u liječenju i odgovornim odnosom prema samokontroli doprinose uspjehu u kontroli šećerne bolesti.

Postoji sedam mjera i tehnika koje osobe sa šećernom bolesti mogu provoditi u sklopu samokontrole, a koje doprinose boljem ishodu. To su zdrava prehrana, redovita tjelesna aktivnost, praćenje glikemije, redovito uzimanje lijekova, sposobnost rješavanja problema, dobra vještina suočavanja s problemom i smanjenje rizičnog ponašanja. Ovih sedam tehnika povezani su sa boljom kontrolom glikemije, smanjenom pojavom komplikacija i poboljšanjem kvalitete života općenito (14).

Više je različitih obrazaca za provođenje samokontrole glikemije npr. profil glikemije u 5 ili 7 točaka prije i poslije obroka i prije spavanja tijekom 1-3 dana ili profil glikemije u parovima prije i 2 sata nakon obroka ili profil glikemije usmjeren na procjenu hiperglikemije natašte prije spavanja i ujutro prije doručka (13).

Samokontrola šećerne bolesti zahtjeva od osobe da uvede brojne promjene u svoju prehranu i način života uz podršku i edukaciju od strane zdravstvenih djelatnika kako bi se održala viša razina samopouzdanja koja vodi uspješnoj promjeni ponašanja (14).

2.1.5.3. Tjelesna aktivnost

Tjelesna aktivnost je važan dio liječenja šećerne bolesti, kao i sprječavanja kardiovaskularnih komplikacija. Pozitivno utječe na mentalno i metaboličko zdravlje, a kod osoba sa šećernom

bolesti tjelesna aktivnost omogućuje povećanje kardiorespiracijske sposobnosti, povećanje snage, smanjenje inzulinske rezistencije, poboljšanje kontrole glikemije, unapređenje lipidnog profila te održavanje tjelesne mase (13).

Preporuča se redovita tjelesna aktivnost u obliku aerobnih vježbi i vježbi snage. Izmjene tjelesne aktivnosti trebale bi trajati barem 10 minuta, s ciljem od 30 minuta na dan ili više, većinu dana u tjednu. Preporuka je provoditi svakodnevnu tjelesnu aktivnost ili barem ne dozvoliti da prođe više od dva dana između vježbi za smanjenje inzulinske rezistencije, bez obzira na tip šećerne bolesti. S vremenom aktivnosti trebaju napredovati u intenzitetu, učestalosti i/ili trajanju do najmanje 150 minuta tjelesne aktivnosti srednjeg intenziteta tjedno. Preporuka za vježbe snage je 2-3 treninga tjedno za odrasle osobe sa barem jednim danom između treninga (15).

Kod osoba koje su na inzulinskoj terapiji tjelesna aktivnost može dovesti do hipoglikemije ukoliko doza inzulina ili konzumacija ugljikohidrata nisu prilagođeni tjelesnoj aktivnosti te intenzitetu te aktivnosti. Osobe koje su na takvoj terapiji mogu imati potrebu za unosom dodatnih količina ugljikohidrata prije tjelesne aktivnosti ako im je koncentracija glukoze u krvi manja od 5.0 mmol/L. Kod nekih osoba hipoglikemija se može pojaviti i nekoliko sati nakon aktivnosti. Hipoglikemija se rijetko događa osobama koje nisu na inzulinskoj terapiji te za njih nije potrebno provoditi nikakve preventivne radnje (15).

2.1.5.4. Prehrana

Pravilna prehrana ima važnu ulogu u prevenciji i regulaciji šećerne bolesti pa je edukacija o prehrani sastavni dio liječenja. Ne postoji jedinstveni obrazac prehrane za sve osobe sa šećernom bolesti pa tako planiranje prehrane treba biti individualizirano. Temeljne sastavnice prehrane osoba sa šećernom bolesti su planiranje unosa energije, ritam obroka (tri do pet pravilno raspoređenih obroka kroz dan) , sastav makronutrijenata i unos prehrambenih vlakana, a ukupni dnevni unos energije se određuje ovisno o tjelesnoj masi i tjelesnoj aktivnosti. Potrebno je konzumirati raznoliku hranu u umjerenim količinama kako bi se osigurao unos potrebnih tvari, a spriječio preveliki unos nepoželjnih tvari (13).

Pravilna prehrana može znatno pridonijeti boljoj regulaciji šećerne bolesti i smanjiti HbA1c za 1,0-2,0%. Stoga je od velike važnosti edukacija osoba sa šećernom bolesti o količini i načinu pripreme namirnica te rasporedu unosa ugljikohidrata, proteina i masti tijekom dana.

Ciljevi nutritivne terapije za odrasle sa šećernom bolesti su:

1. Promicanje i potpora zdravih prehrambenih navika s naglaskom na raznovrsnost hrane visoke nutritivne gustoće u odgovarajućoj količini u svrhu poboljšanja zdravlja općenito i postizanjem i održavanjem ciljane tjelesne mase, postizanja odgovarajuće glikemija, krvnog tlaka i lipidnog profila kako bi se odgodile ili spriječile kronične komplikacije šećerne bolesti
2. Zadovoljiti individualne nutritivne potrebe na temelju osobnih i kulturoloških preferencija, dostupnosti poželjnih namirnica, spremnosti i mogućnosti pacijenta za promjenom kao i preprekama tih promjena
3. Očuvati uživanje u hrani ograničavanjem samo onih namirnica za koje postoje znanstveni dokazi
4. Pružiti osobi sa šećernom bolesti praktične savjete vezane uz planiranje obroka umjesto fokusiranja na pojedine makronutrijente ili namirnice (15)

Temeljne sastavnice prehrambenog plana su energijski unos, sastav makronutrijenata, unos vlakana te mikronutrijenata.

Ukupni dnevni energijski unos određuje se prema stupnju uhranjenosti i tjelesnoj aktivnosti. Tjelesna masa (u kg), koja odgovara indeksu tjelesne mase (ITM) 22 kg/m^2 za žene, 23 kg/m^2 za muškarce (što odgovara idealnoj tjelesnoj masi) množi se s 105 kJ (25 kcal) i dodaje se 12,6-42 kJ (3-10 kcal) po kg srednje poželjne tjelesne mase, ovisno o intenzitetu tjelesne aktivnosti. U trudnoći se ženama prosječne visine ne preporučuje manje od 7560 kJ (1800 kcal), jer u trudnoći nije poželjno gubiti tjelesnu masu. Kod osoba sa prekomjernom tjelesnom masom, gubitak tjelesne mase već od 5 do 10% ima pozitivan učinak na zdravlje (13).

Broj i raspored obroka određeni su terapijom za šećernu bolest. Bolesnici koji su samo na dijabetičkoj dijeti, kao i bolesnici na bazal-oralnoj terapiji mogu imati pet obroka na dan, tri glavna obroka uz dva međuobroka. Bolesnici koji primaju predmiješane inzulinske analoge ili bazal-bolusnu inzulinsku terapiju u pravilu trebaju tri obroka na dan, bez međuobroka (13).

Omjer makronutrijenata u odnosu na ukupan energijski unos u skladu je sa preporukama Američkog dijabetičkog društva (ADA). Prehrana za osobe sa šećernom bolesti ne razlikuje se od prehrane zdravih osoba pa je preporučeni unos ugljikohidrata 45-60% energijskog unosa, dok je preporučljiv unos masti do 35%, a proteina 12-20% ili 0,8 do 1,0g/kg tjelesne mase te više od 25 g/dan topljivih prehrambenih vlakana (13).

Za oboljele od šećerne bolesti preporučeni je unos složenih ugljikohidrata niskog glikemijskog indeksa (GI). GI je mjera relativnog porasta glukoze u krvi nakon unosa ugljikohidrata. Dobije se usporedbom površine ispod krivulje mjerene postprandijalne glukoze nakon unosa namirnice koja sadrži 50g probavljivih ugljikohidrata s 50g referentne namirnice: glukoza ili bijeli kruh. GI ne ovisi o stupnju glukotolerancije niti o količini konzumirane hrane te ga treba razlikovati od glikemijskog opterećenja (engl. glycemic load, GL) koji je umnožak GI i količine hrane., kao i od glikemijskog odgovora (engl. glycemic response, GR) koji ovisi i o količini hrane i o toleranciji glukoze. Hrana se prema GI dijeli u tri skupine: visokog (≥ 70), srednjeg (56-69) i niskog (≤ 55) GI. Studije su pokazale da dijeta bazirana na namirnicama sa niskim GI postiže brojne učinke povoljne za zdravlje, pomaže u trajno boljoj kontroli postprandijalne glikemije i smanjuje razinu upalnih faktora (16).

Ugljikohidrati

Glavni cilj u liječenju šećerne bolesti je postizanje normalne razine glukoze u krvi. Najveći utjecaj na glikemiju ima ukupna količina ugljikohidrata koja se konzumira. Unatoč tome namirnice bogate ugljikohidratima sastavni su dio prehrane osoba sa šećernom bolesti jer predstavljaju važan izvor energije, prehrambenih vlakana, vitamina i mineralnih tvari.

Količina ugljikohidrata i dostupnog inzulina su najvažniji faktor glikemijskog odgovora nakon obroka, što je potrebno uzeti u obzir prilikom planiranja prehrane. Preporuka je dati prednost unosu ugljikohidrata iz voća, povrća, cjelovitih žitarica, leguminoza i mliječnih proizvoda u odnosu na druge izvore (16).

Unos prehrambenih vlakana može smanjiti rizik od kardiovaskularnih oboljenja te karcinoma debelog crijeva. Preporučeni dnevni unos vlakana iznosi 25 do 35 g/dan, odnosno 14 g/1000 kcal. Prehrana bogata vlaknima (cca 50 g vlakana/dan) smanjuje glikemiju kod osoba sa šećernom bolesti tipa 1 i glikemiju, hiperinzulinemiju i lipemiju kod osoba sa tipom 2 šećerne bolesti.

Povećanje unosa vlakana može uzrokovati gastrointestinalne probleme, poput plinova i nadutosti, stoga je preporuka da se unos vlakana povećava postepeno (16).

Saharozu, odnosno namirnice koje sadrže saharozu u pravilu treba izbjegavati, iako konzumni šećer može biti dio složenog obroka i činiti do 5-10% ukupnog energijskog unosa. Nenutritivni zaslađivači pružaju osjećaj slatkoće bez povećanja glikemije te su sigurni za konzumaciju ako se konzumiraju u okviru prihvatljivog dnevnog unosa (13,16).

Proteini

Preporučeni unos proteina za osobe sa šećernom bolesti i urednom bubrežnom funkcijom jednak je kao i za zdrave pojedince i iznosi 15-20% ukupnog energijskog unosa. Kod osoba s oštećenjima bubrega unos proteina trebao bi biti 0,8 g/kg tjelesne mase.

Kratkoročna istraživanja ukazuju na to da prehrana s udjelom proteina većim od 20% ukupnog dnevnog unosa energije smanjuje koncentraciju glukoze, smanjuje apetit i povećava sitost. Međutim, dugoročni učinci prehrane s visokim udjelom proteina kod osoba sa šećernom bolesti nisu dovoljno istraženi pa se takva prehrana ne preporučuje (16).

Masti

Kako bi se smanjio rizik razvoja kardiovaskularnih bolesti kod osoba sa šećernom bolesti preporučeno je smanjiti unos zasićenih i trans masnih kiselina, kao i kolesterola. Unos zasićenih masnih kiselina treba bi biti <7% , a trans masti <1% ukupnog energijskog unosa, dok bi unos kolesterola trebao biti <200 mg/dan. Višestruko nezasićene masne kiseline trebale bi biti zastupljene sa <10% ukupnog energijskog unosa te bi prema načelima mediteranske prehrane jednostruko nezasićene masne kiseline trebale činiti glavninu unosa nezasićenih masnih kiselina. Dakle, naglasak se stavlja na unos jednostruko nezasićenih (maslinovo ulje i avokado) i višestruko nezasićenih (riba, orašasti plodovi) masnih kiselina (13).

Konzumacija biljnih sterola i stanola smanjuju apsorpciju kolesterola u crijevima. Istraživanja pokazuju kako konzumacija biljnih sterola i stanola (2 g/dan) snižava ukupni i LDL kolesterol u plazmi, kod zdrave populacije i osoba sa šećernom bolesti (16).

Alkohol

Dopuštene su minimalne količine alkohola (1 alkoholno piće na dan ili manje za žene, odnosno dva alkoholna pića za muškarce). Konzumacija umjerenih količina alkohola ima pozitivan učinak na prevenciju kardiovaskularnih događaja kod osoba sa šećernom bolesti. Bolesnici koji uzimaju inzulin ili oralne hipoglikemike trebali bi izbjegavati unos alkohola jer metaboliti alkohola blokiraju glukoneogenezu, čime se povećava rizik od hipoglikemije. Alkohol treba konzumirati uz hranu i treba izbjegavati konzumaciju alkohola uvečer zbog veće mogućnosti noćnih hipoglikemija (13).

Sol

Obzirom da je arterijska hipertenzija najčešći komorbiditet šećerne bolesti važno je prilikom savjetovanja bolesnika o prehrani uključiti naputak o ograničenom unosu soli. Za bolesnike sa šećernom bolesti i arterijskom hipertenzijom ukupni preporučljiv unos soli je 6 g/dan, dok je kod osoba s razvijenom dijabetičkom nefropatijom potrebno dodatno ograničiti unos soli (13).

Preporuke za unos natrija kod osoba sa šećernom bolesti su kao i za opću populaciju i iznose <2300 mg/dan (16).

Vitamini i mineralne tvari

Ne postoje jasni dokazi o koristi redovite nadoknade vitamina i mineralnih tvari u bolesnika sa šećernom bolesti, ukoliko ne postoji nedostatak. Stoga se nadoknada vitamina i mineralnih tvari ne preporučuje, preporuka je ujednačena prehrana koja osigurava odgovarajući unos vitamina i mineralnih tvari.

Određene skupine, poput starijih osoba, trudnica ili dojilja, vegana ili vegetarijanaca te osoba na dijetama sa izrazito niskim unosom kalorija ili ugljikohidrata mogu imati koristi od multivitaminskih dodataka (16).

2.2. NEIZRAZITA LOGIKA

Neizrazita (tzv. „fuzzy“) logika je matematički pristup modeliranju sustava koji se ne mogu precizno opisati. Neizrazita logika bavi se približnim, a ne točnim vrijednostima. Za razliku od Booleove logike, gdje binarni skupovi mogu imati dvoznačnu vrijednost: istina ili laž (0 ili 1), neizrazita logika može poprimati sve vrijednosti između 0 i 1. Neizrazita logika je proširena te vrši obradu koncepta djelomične istine gdje određena vrijednost može varirati između potpuno lažne do potpuno istinite (17).

U neizrazitoj logici brojčanim vrijednostima ili podacima se pridružuju funkcije pripadnosti tj. jezične varijable. Jezične varijable često se koriste u prehrani tj. u analizi nutritivnog unosa, gdje količina određenog nutrijenta može biti dostatna, optimalna ili prekomjerna (18).

Wirsam, Hahn i suradnici (1997) prvi su primijenili neizrazitu logiku u definiranju nutritivnog unosa pomoću funkcija pripadnosti. Za svaki nutrijent utvrđen je neizraziti skup, $\mu(x_i)$. Teži se postizanju maksimalne vrijednosti (vrijednost 1) za funkciju pripadnosti μ , za svaki promatrani nutrijent, što bi značilo da je unos nutrijenta optimalan (19,3). U Hrvatskoj je prihvaćen preporučeni unos hranjivih tvari (DRI) koji je dan kao raspon opisan jasnim vrijednostima ili kao interval sigurnog i adekvatnog unosa (5). Ti brojevi, kao izrazita vrijednost, opisuju raspon dopuštenog unosa, x_a :

$$x_{a,min} \leq x_a \leq x_{a,max} \quad (1)$$

Gdje je x masa nutrijenta a , $x_{a,min}$ predstavlja minimalan, a $x_{a,max}$ maksimalan unos za jednu osobu u određenom vremenskom intervalu.

Odgovarajući neizraziti skup, odnosno dopušten unos, može se definirati karakterističnim funkcijama pripadnosti, $\mu(x_a)$:

$$\mu(x_a) = \begin{cases} 1, & \text{za } x_a \in [x_{a,min}, x_{a,max}] \\ 0, & \text{za } x_a \notin [x_{a,min}, x_{a,max}] \end{cases} \quad (2)$$

gdje $\mu(x_a)$ prikazuje stupanj pripadnosti x_a skupu „preporučeni unos“ za nutrijent a (20).

Neizraziti skupovi koriste se za prikaz unosa hrane i vrijednosti hranjivih tvari, kao i za modeliranje granica dnevnih preporučenih vrijednosti povezanih sa svakim pojedinim nutrijentom.

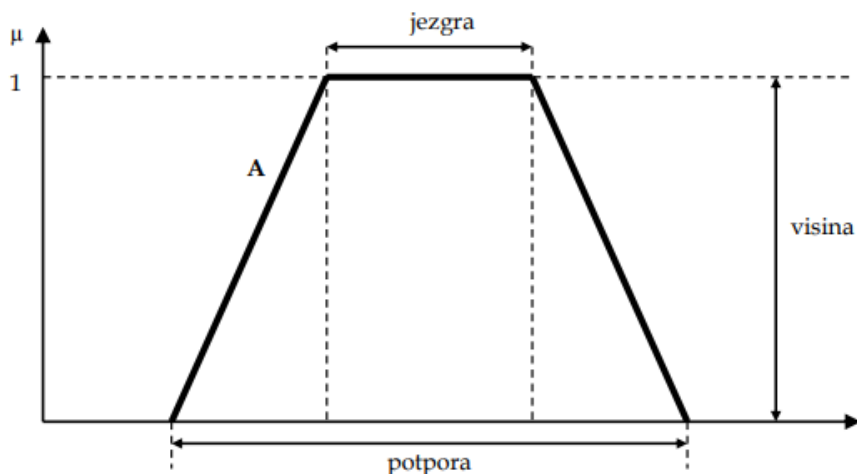
Potreban unos nutrijenata u praksi predstavlja neizrazitu veličinu koja se može opisati jezičnim varijablama. Izrazima su pridruženi neizraziti skupovi i njihovi stupnjevi pripadnosti. Pri tome se može odrediti kojem jezičnom izrazu pripada (npr. „nedostatno“, „preporučeno“, „preveliko“), a istovremeno je moguće i ocijeniti unos nutrijenata (20).

2.2.1. Fuzifikacija

Proces pretvorbe izrazitih vrijednosti u stupnjeve pripadnosti jezičnim varijablama neizrazitih skupova predstavlja fuzifikaciju. Funkcije pripadnosti koriste se kako bi se stupnjevale jezične varijable. Fuzifikacija je proces modeliranja funkcija pripadnosti neizrazitih skupova u kojem se kao ulazni podaci koriste informacije o nutritivnom i energetskom unosu.

Neizrazite funkcije pripadnosti modelirane su kako bi se opisao raspon unosa hranjivih tvari od nedovoljnog do prekomjernog. Neizrazitim skupovima predstavljeni su energetski i nutritivni unosi, uključujući i preporučene vrijednosti unosa (DRI) koje predstavljaju izrazite vrijednosti. Primjena neizrazitih skupova s različitim jezičnim varijablama je pogodna za analizu prehrane te njenu ocjenu i verbalnu interpretaciju (18).

U modeliranju neizrazitih skupova nutrijenata važno je slijediti osnovna pravila i svojstva neizrazitih skupova. Svaka funkcija pripadnosti definirana je svojom jezgrom, visinom i bazom (potporom) (slika 1).



Slika 1. Svojstva neizrazitog skupa A (18)

Jezgra neizrazitog skupa A , $jezgra(A)$, predstavlja podskup univerzalnog skupa X sa svojstvom $\mu_a(x) = 1$, tj.

$$jezgra(A) = \{x \in X \mid \mu_A(x) = 1\} \quad (3)$$

Potpora neizrazitog skupa A , $potp(A)$, je podskup univerzalnog skupa X s vrijednostima različitima od 0, ($\mu_A(x) > 0$), tj.

$$potp(A) = \{x \in X \mid \mu_A(x) > 0\} \quad (4)$$

Maksimalna vrijednost funkcije pripadnosti, $visina(A)$, opisana je visinom neizrazitog skupa A , tj.

$$visina(A) = \max_{x \in X} \mu_A(x) \quad (5)$$

Kako bi neizraziti skup bio promatran kao normalan, visina mora biti jednaka jedinici, $visina(A)=1$. Visina je realan broj u intervalu $[0,1]$, a jezgra i potpora su podskupovi univerzalnog skupa X (18).

2.2.2. Defuzifikacija

Proces dobivanja kvantitativnih rezultata u neizrazitoj logici, obzirom na neizrazite skupove i odgovarajuće funkcije pripadnosti naziva se defuzifikacija. To znači da za sve moguće vrijednosti μ treba dobiti rezultat stupnja pripadnosti koji opisuje korisnost tj. u kojoj mjeri se vrijednost μ može koristiti. Defuzifikacija je proces transformacije neizrazite informacije u jednu vrijednost μ' koja će se koristiti u procesu donošenja odluke. Ovakva transformacija neizrazitog skupa u izraziti broj ili vrijednost (defuzifikacija) je nužna jer takav oblik je krajnjem korisniku informacije znatno jasniji (18).

Cilj korištenja neizrazitih skupova u prehrani je optimiziranje prehrane tako da se postignu zahtjevi za sve promatrane nutrijente. Na primjer, ako je unos premalo prehrambenih vlakana i previše energije u prehrani, dodavanjem integralnog kruha povećava se sadržaj prehrambenih vlakana, ali i sadržaj energije te je konačan rezultat i dalje neprihvatljiva ponuda.

Kako bi se riješio takav problem i koristio logički operand „i“ (kako bi se postigao poželjan sadržaj i vlakana i energije u obroku), nužni su kompromisi. Tako je Wirsam predložio primjenu metode modificirane harmonijske vrijednosti tzv. Prerow značajka (engl. Prerow value) ili PV vrijednost (19).

Jednadžba te modificirane harmonijske sredine glasi:

$$PV = \min[\mu(x_i)] \cdot \frac{1}{\frac{1}{n-1} \sum_{i \neq \min}^n \frac{1}{\mu(x_i)}} \quad (6)$$

$\mu(x_i)$ su vrijednosti pripadnosti za i nutrijent koji se promatra i čija se usklađenost sa preporukama ocjenjuje u zasebnoj krivulji pripadnosti neizrazitom skupu. Prema PV vrijednosti može se procijeniti je li određeno jelo ili jelovnik bolji ili lošiji od drugih te koji su nutrijenti kritični (18). Wirsam je definirao PV značajku te vrijednostima između 0 i 1 dodijelio jezične varijable kako bi povezo PV vrijednost neke nutritivne ponude sa utjecajem na zdravlje. U skladu s utjecajem na zdravlje, željene vrijednosti PV su veće od 0,7 što predstavlja prihvatljivu ponudu jela ili jelovnika s uravnoteženom količinom energije i nutrijenata (tablica 1). One ponude koje imaju vrijednost $PV > 0,9$ smatraju se optimalnim ponudama sa sadržajem energije i nutrijenata koji je vrlo blizu preporučenim dnevnim vrijednostima. Ovako definirana Prerow značajka predstavlja mjeru usklađenosti analiziranog ili planiranog jela (jelovnika) sa preporukama tj. koliko je promatrano jelo (jelovnik) usklađeno s dnevnim preporukama, a time i „zdravo“.

Njena vrijednost može biti između 0 i 1, a prihvatljivom ponudom smatra se ona čija je vrijednost $PV > 0,7$. Ponude jela ili jelovnika čija je vrijednost $PV < 0,7$ su nutritivno neprihvatljive zbog nedovoljnog unosa pojedinog nutrijenta te mogu dovesti do pojave štetnih utjecaja na zdravlje ljudi, osobito ako se tako neuravnotežena ponuda konzumira tijekom dužeg vremenskog perioda (18).

3. EKSPERIMENTALNI DIO

3.1. MATERIJALI

Za optimiranje jelovnika koji su prihvatljivi prema smjericama dijabetičke dijeta korišteno je 8 (osam) dnevnih jelovnika koji su se sastojali od doručka, užine, ručka, međuobroka, večera i noćnog obroka. Jelovnici su preuzeti sa službenih web stranica KBC-a Zagreb (prilog 1).

Ponuda je namijenjena odraslim osobama koje boluju od šećerne bolesti, nisu na terapiji inzulinom te imaju dnevne energetske potrebe od 1500-1700 kcal.

Pokazatelj kvalitete prehrane je PV vrijednost koja svojim vrijednostima ocjenjuje unos nutrijenata (tablica 1).

Tablica 1. Veza PV vrijednosti i jezičnih varijabli koje opisuju zdravstveni učinak (19)

<i>PV</i>	<i>Jezične varijable</i>
0 – 0,1	opasno po život
0,1 – 0,2	povratni fizički efekti
0,2 – 0,3	anatomske promjene
0,3 – 0,4	specifične promjene
0,4 – 0,5	nespecifične promjene
0,5 – 0,6	latentni nedostatak
0,6 – 0,7	prve biokemijske promjene
0,7 – 0,8	uravnotežena ponuda
0,8 – 0,9	vrlo uravnotežena ponuda
0,9 – 1	idealna ponuda nutrijenata

3.2. METODE RADA

Pomoću američke baze podataka o kemijskom sastavu namirnica analizirano je i obrađeno 8 jelovnika koji se sastoje od 6 obroka (doručak, užina, ručak, međuobrok, večera, noćni obrok) koji su namijenjeni osobama oboljelim od šećerne bolesti (21).

Jelovnici su analizirani u Excel verziji USDA baze podataka te su prilagođeni za rad u programu *WR Mathematica*.

3.2.1. Baza podataka

Baza podataka predstavlja organizirani skup podataka što podrazumijeva skup podataka pripremljen na način koji omogućuje njihovo jednostavno korištenje, tj. pregledavanje, pretraživanje, sortiranje, uspoređivanje, i sl., ali i mijenjanje (nadopunjavanje, brisanje). Za bazu podataka je karakteristično da su podaci međusobno povezani te su neovisni o programima kojima se obrađuju (22).

Za navedene dnevne jelovnike (prilog 1) su izračunate energetske i nutritivne vrijednosti prema obrocima i danima. Pri izračunu je korištena USDA baza podataka o kemijskom sastavu namirnica, verzija 24 (21). Iako postoji i dostupna je za upotrebu, hrvatska baza podataka o nutritivnom sastavu namirnica nije korištena jer ne sadrži podatke o nekim nutrijentima koji su za potrebe ovog rada bili izrazito važni, kao što je vitamin D, te sadrži podatke za puno manji broj namirnica od korištene USDA baze podataka.

USDA baza podataka sadrži podatke za 7906 namirnica te prikazuje 146 nutrijenata za pojedinu namirnicu (21).

3.2.2. Rad u programu *WR Mathematica*

WR Mathematica je računalni sustav sa preko 6000 funkcija koje pokrivaju sva područja tehničkog računarstva. Unos podataka je moguć u raznim formatima, a pomoću fleksibilnih funkcija omogućena je kombinacija teksta, tablica, grafičkih prikaza, proračuna i drugih elemenata. Sastoji

se od radnog prostora gdje korisnik unosi svoje podatke, jezgre i dijela koji obavlja računске zadatke (23).

Korišten je *WR Mathematica v.13*. računalni sustav kako bi se provela analiza i optimizacija jelovnika te je za svaku kombinaciju obroka moguće i odrediti kritičn/i/e nutrijent/i/e.

U program *WR Mathematica* prvo je unesena matrica od 9 stupaca i 48 redaka. U stupcima su podaci za 9 promatranih nutrijenata (energija, ugljikohidrati, masti, proteini, prehrambena vlakna, zasićene masne kiseline, natrij, vitamin D i kalcij), dok su u redcima podaci vezani za obroke (8 x doručak, 8 x užina, 8 x ručak, 8 x međuobrok, 8 x večera i 8 x noćni obrok).

Nakon unosa matrice definirano je svih 9 nutrijenata, pridodane su im vrijednosti koje tvore funkciju pripadnosti (μ) te su modelirane krivulje pripadnosti.

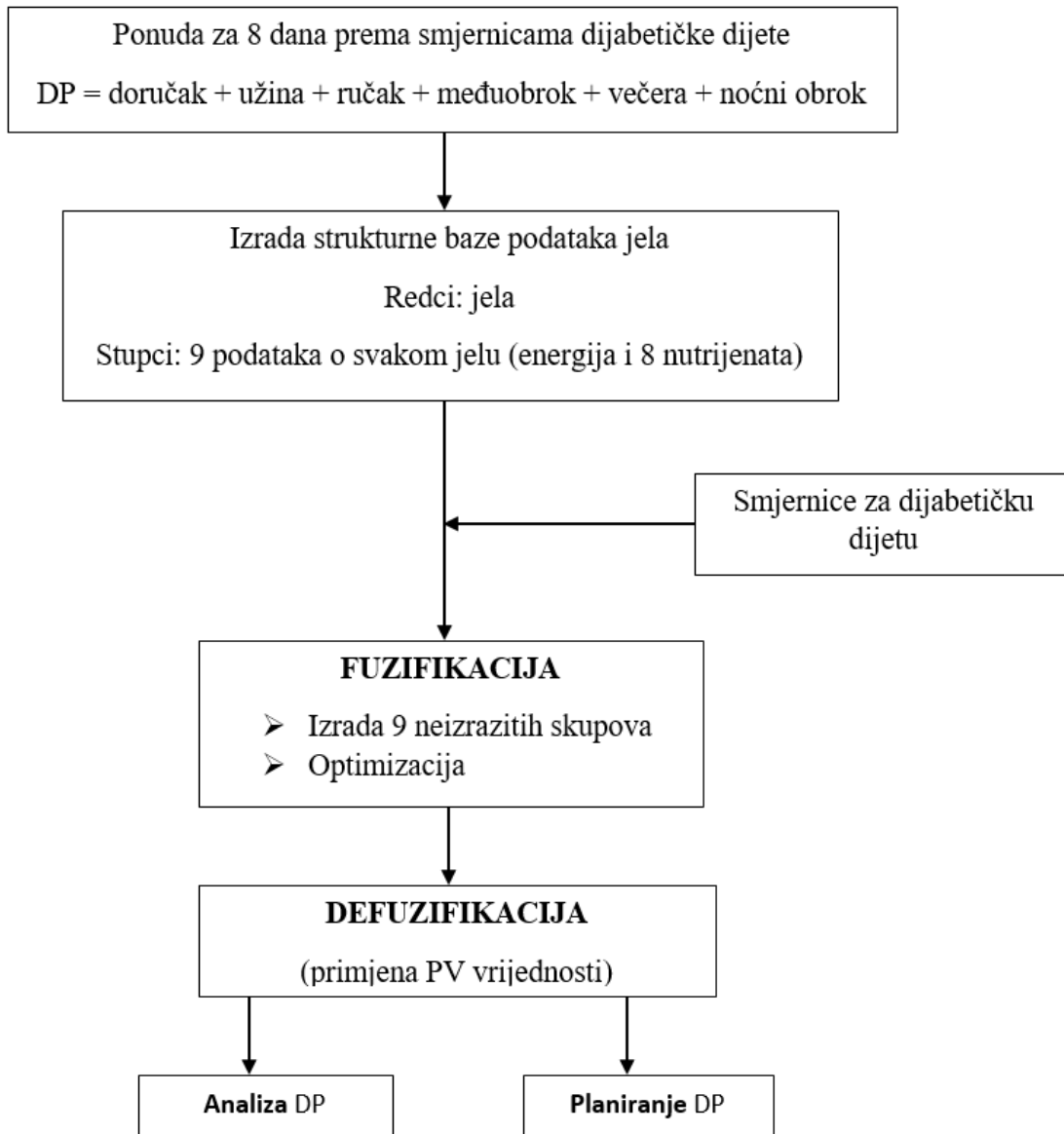
Evaluacija tj. izračun PV vrijednosti je proveden matematičkim funkcijama koje su dostupne u programu *WR Mathematica*, a rezultati su sortirani od najlošijeg (najmanja PV vrijednost) prema najboljem (najveća PV vrijednost).

Osam promatranih jelovnika se sastoji od doručka (d), užine (u), ručka (r), međuobroka (m), večere (v) i noćnog obroka (n). Dakle, baza podataka jela se sastoji od 48 jela tj. ($8xd + 8xu + 8xr + 8xm + 8xv + 8xn$), a mogući broj kombinacija tj. broj dnevnih ponuda je $262\ 144$ ($8d \times 8u \times 8r \times 8m \times 8v \times 8n$).

3.2.3. Evaluacija i optimizacija jelovnika

Jelovnici trebaju zadovoljiti potrebe za energijom i nutrijentima koji su važni u prehranu oboljelih od šećerne bolesti, a to su: ugljikohidrati, masti, proteini, zasićene masne kiseline, prehrambena vlakna, vitamin D, natrij i kalcij.

Nutritivni sastav dnevnog unosa (dnevne ponude, DP) analiziran je i planiran prema slici 2. Osnovne smjernice za uravnotežen unos energije i nutrijenata su dnevni preporučeni unosi (DRI) koji definiraju preporučene dnevne potrebe energije, makronutrijenata i mikronutrijenata (5).



Slika 2. Prikaz primijenjene metodologije korištene za evaluaciju i optimizaciju dnevnih ponuda

4. REZULTATI I RASPRAVA

Glavni cilj ovog rada bio je dobiti optimalne dnevne ponude jelovnika sa 6 obroka koji osiguravaju adekvatnu ponudu jela i u skladu su s dijetoterapijom za šećernu bolest.

Cilj je bio (a) analizirati dnevne ponude i odrediti kritične varijable tj. nutrijente i (b) optimirati skup dnevnih ponuda (jelovnika) koji su nutritivno uravnoteženi.

U programskom sustavu *WR Mathematica v. 13*. razvijen je algoritam koji se koristio za analizu i optimiranje jelovnika koji omogućuje ocjenu prihvatljivosti rezultata koji je neizrazit te je pomoću postupka defuzifikacije preveden u izrazitu vrijednost koja je čovjeku razumljiva te je omogućena i usporedba dobivenih rezultata. Neizrazitost je dešifrirana pomoću PV vrijednosti, na osnovu koje se procjenjuje energetska i nutritivna prihvatljivost ili neprihvatljivost ponude tj. jelovnika. Dnevne ponude kojima je PV vrijednost između 0,7 i 1 smatraju se prihvatljivim dnevnim ponudama, što je u skladu s nutricionistički prihvatljivom ponudom (3).

Pokazatelj kvalitete prehrane je PV vrijednost koja svojim vrijednostima ocjenjuje unos nutrijenata (tablica 1).

4.1. PRIKAZ I OBRADA JELOVNIKA

Baza jelovnika s energetske i nutritivne sadržajem (tablica 3) obrađena je u Excelu upotrebom USDA baze podataka rel. 24 (21). Baza jela temelji se na jelovnicima za 8 dana, koji su preuzeti sa službene stranice Kliničkog bolničkog centra Zagreb (KBC Zagreb). Svaki jelovnik se sastoji od doručka (d), užine (u), ručka (r), međuobroka (m), večere (v) i noćnog obroka (n). Dakle, baza podataka jela se sastoji od 6 jela u svakom danu, što čini 48 jela ($8xd + 8xu + 8xr + 8xm + 8xv + 8xn$), a time je mogući broj dnevnih ponuda je 262 144 ($8d \times 8u \times 8r \times 8m \times 8v \times 8n$).

Dnevne ponude preuzete sa službene stranice jedne od bolnica u Zagrebu (tablica 2) analizirane su kako bi se ocijenila usklađenost sa smjernicama dijabetičke dijeta te uz korištenje optimiranja ponudili novi jelovnici kombiniranjem jela dnevnih ponuda te nove ponude (kombinacije) ocijenile odgovarajućim PV vrijednostima. Cilj je odrediti adekvatnost kombiniranih dnevnih ponuda u analizi dnevne ponude primjenom neizrazite logike te vidjeti koje su ponude nutricionistički prihvatljive ($PV > 0,7$).

Tablica 2. Dnevne ponude preuzetih jelovnika za energetske potrebe 1700-2000 kcal, za osobe sa šećernom bolesti

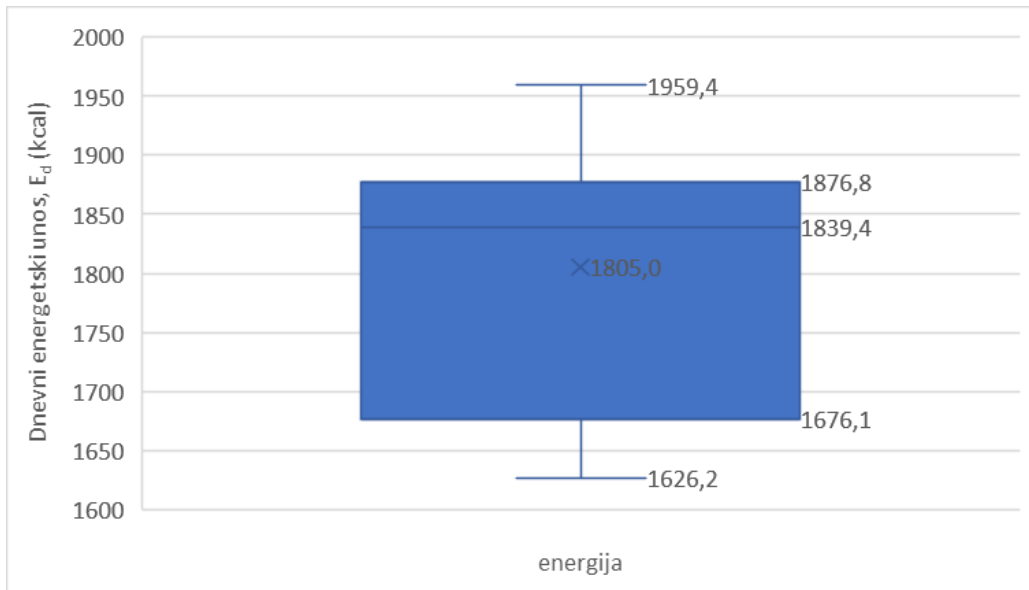
Dan	Doručak	Užina	Ručak	Međuobrok	Večera	Noćni obrok
1	Integralni tost s namazom od avokada, naranča i mlijeko	Pecivo sa sjemenkama s delikates šunkom i mandarine	Varivo od crvene leće, heljde i povrća s miješanim mesom	Jabuka	Zelena tjestenina s kozicama, povrćem i vrhnjem za kuhanje, salata od rukole	Jogurt s probiotikom
2	Čaj od đumbira, zobene pahuljice sa suhim brusnicama, chia sjemenkama, orasima i jabukom, tekući jogurt	Kruška	Sarma i pire krumpir	Svježe cijeđeni sok naranče	Salata od piletine i povrća	Jogurt grčki tip
3	Zeleni čaj, bijela kava i pecivo s maslacem i džemom	Čvrsti jogurt s cimetom i šumskim voćem	Goveđa juha s rezancima, punjene lignje na mediteranski s umakom od špinata, zelena salata i graham kruh	Jabuka	Integralni prepečenac sa zrnatim sirom, pečenom crvenom paprikom i maslinovim uljem te češnjakom	Kefir
4	Acidofilno mlijeko, graham kruh s mliječnim namazom i kiseli krastavci	Mandarine	Juha od rajčice, pureći file sa sezamom i kelj lešo s krumpirom i maslinovim uljem	Pire od jabuke s cimetom	Pečene pole sa špekrom i salata od mahuna s bučinim uljem	Mlijeko
5	Čaj od koprive, zobena kaša na mlijeku s cimetom, jabukama i brusnicama	Naranča	Juha od rajčice, pljeskavica i varivo od graška i batata te salata potočarka	Kompot od kruške sa sjeckanim orasima	Mediteranska pizza	Jogurt light
6	Kava bez šećera, acidofilno mlijeko i sendvič s integralnim kruhom	Pire od jabuka s zobenim pahuljicama i cimetom	Bistra goveđa juha, rižoto s prosom i morskim plodovima i salata od matovilca i radiča	Jagode	Pileći ujušak s povrćem i noklicama	Jogurt s probiotikom
7	Zeleni čaj, jogurt s mješavinom žitarica, chia sjemenkama, cimetom i bobičastim voćem	Marelice	Proletna krem juha, svinjski file s đumbirom i kurkumom i pečeni mladi krumpir s tikvicama lešo	Jabuka	Svježi sir s mladim lukom, vrhnjem i sjemenkama lana, orašasti plodovi i raženi kruh	Kefir
8	Kava bez šećera, integralni tost, namaz od slanutka i sok od naranče	Kivi	Riblja juha, pečene srdele i lešo blitva s mladim krumpirom na maslinovom ulju	Marelice	Omlet sa šparogama i porilukom i graham kruh	Acidofilno mlijeko

Tablica 3. Izračun energetskeg i nutritivnog sadržaja dnevnih ponuda iz tablice 2

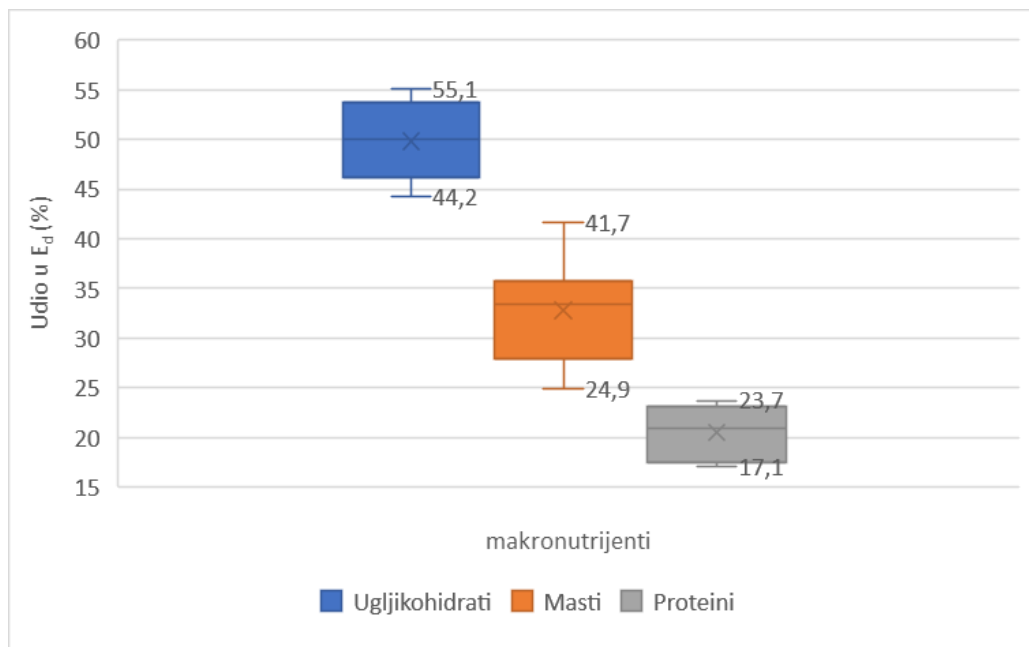
Promatrani nutrijenti	Preporuke	Dnevne ponude							
		Dan 1	Dan 2	Dan 3	Dan 4	Dan 5	Dan 6	Dan 7	Dan 8
Energija, kcal	1700	1830,2	1640,6	1848,5	1877,2	1875,6	1626,2	1959,4	1782,6
Ugljikohidrati, g	210	252,2	215,4	214,5	232,6	254,1	205,5	216,6	205,4
Masti, g	60	50,7	57,2	69,2	75,8	69	48,5	90,8	67,6
Proteini, g	65	106	78,7	106,2	81,3	80,1	96,4	87,9	100,6
Prehrambena vlakna, g	25	44,7	34,6	31,3	42,2	42,8	35,1	39,9	37
Zasićene masne kiseline, g	10	13,5	17	24,1	30,3	21,4	15,5	37,8	18,2
Natrij, mg	1500	2930,6	3137	3426,8	4951,5	4125,8	2472	1903,2	2984,3
Vitamin D, µg	15	3,7	1,7	3,1	4,1	3,5	1	4,9	2,7
Kalcij, mg	800	1396,8	786,8	1375,4	1529,6	1481,9	1309,1	1793,5	1210,5

Na slici 3 Box-Whiskerovim grafom prikazan je dnevni energetskeg unosa. Opisan je srednjom vrijednošću (X unutar kutije), medijanom (ravna linija unutar kutije) te minimumom i maksimumom (krajevi linija). Nije prisutan outlier tj. vrijednost koja značajno odstupa.

Slika 4 prikazuje Box-Whiskerov graf kojim je prikazan udio makronutrijenata u osmodnevnim jelovnicima za oboljele od šećerne bolesti. Svaki makronutrijent je opisan srednjom vrijednošću (X unutar kutije), medijanom (ravna linija u kutiji) te minimumom i maksimumom (krajevi linija). Iz grafa se može vidjeti kako nije prisutan outlier tj. vrijednost koja značajno odstupa.

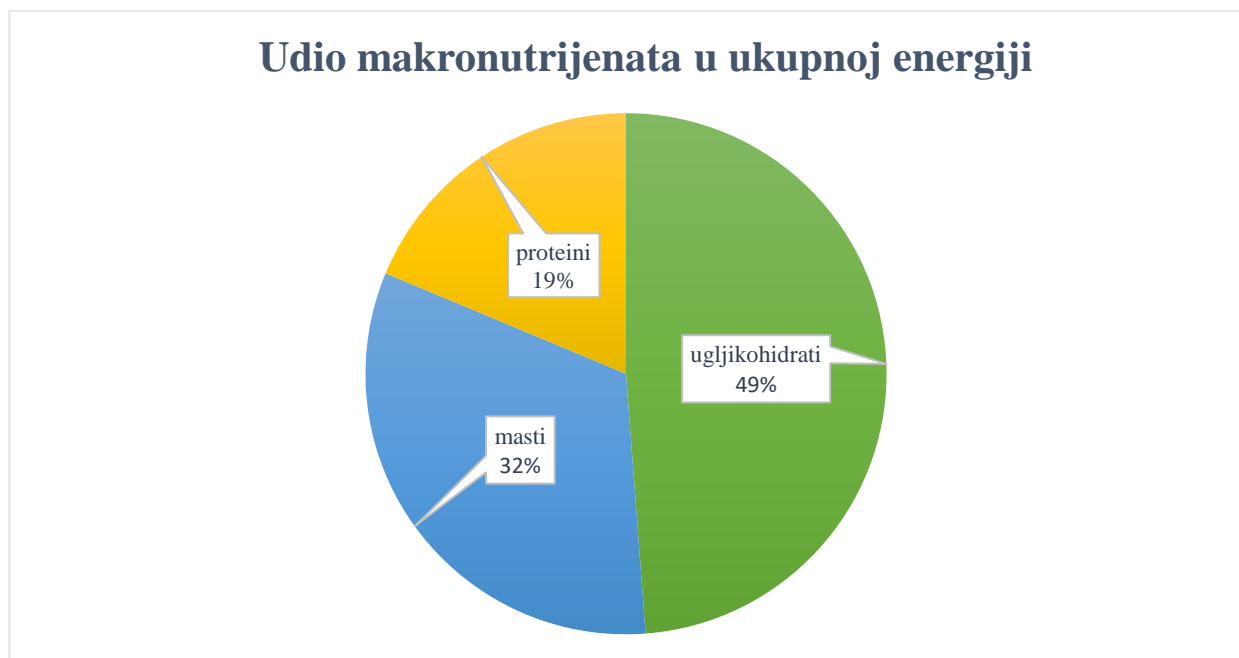


Slika 3. Box-Whiskerov graf za osmodnevnu energetska ponudu jelovnika za oboljele od dijabetesa



Slika 4. Box-Whiskerov graf za osmodnevnu ponudu udjela makronutrijenata u jelovnicima za oboljele od dijabetesa

Izračunat je i prosječan udio makronutrijenata u ukupnoj energiji te je prikazan grafički na slici 5. Vidljivo je kako udio ugljikohidrata i proteina u ukupnoj energiji odgovara preporukama za prehranu osoba oboljelih od šećerne bolesti (ugljikohidrati 45-60%, masti <30%, proteini 12-20% energetskeg unosa), dok je prosječan udio masti nešto veći od preporučenog.



Slika 5. Prosječan udio makronutrijenata u ukupnoj energiji za osmodnevne jelovnike

Iz slika 3 i 4 vidljivo je kako sadržaj energije i makronutrijenata značajno oscilira kod promatranih osam jelovnika. Dnevni energetskeg unosa oscilira i do 300 kcal, unos ugljikohidrata i proteina uglavnom odgovara preporučenim rasponima, ali unos masti značajno odstupa od preporuka. Čak je i prosječan unos masti (32% energetskeg unosa) viši od preporuka za prehranu osoba oboljelih od šećerne bolesti koje bi trebale biti <30%.

Tako velike dnevne oscilacije u unosu energije i makronutrijenata te odstupanja od preporuka mogu pogoršati kontrolu šećerne bolesti te narušiti zdravlje osoba oboljelih od šećerne bolesti. Kako bi se izbjegao dugoročno neprimjeren unos energije i makronutrijenata te nepoželjni utjecaj na zdravlje, u ovom radu primijenjena su načela neizrazite logike te optimiranje dnevnih ponuda kako bi unos energije i makronutrijenata odgovarao preporukama.

4.2. FUNKCIJE PRIPADNOSTI ZA DIJABETIČKU DIJETU

U cilju vizualizacije koncepta primjene neizrazite logike, unos hranjivih tvari se procjenjuje s vrijednostima između 0 (ne pripadaju skupu) i 1 (potpuno pripadaju skupu). Vrijednost pripadnosti skupu definirana je kao prihvatljivost ili neprihvatljivost prema preporukama tj. prema smjernicama dijabetičke dijete.

Modeliranje neizrazitog skupa slijedi upute prema Wirsamu i suradnicima (1997) gdje je 5 točaka ključno u konstrukciji neizrazitog skupa za određeni nutrijent (3). Vrijednost y je vrijednost neizrazite vrijednosti μ .

Pet točaka koje se koriste za modeliranje funkcije pripadnosti su:

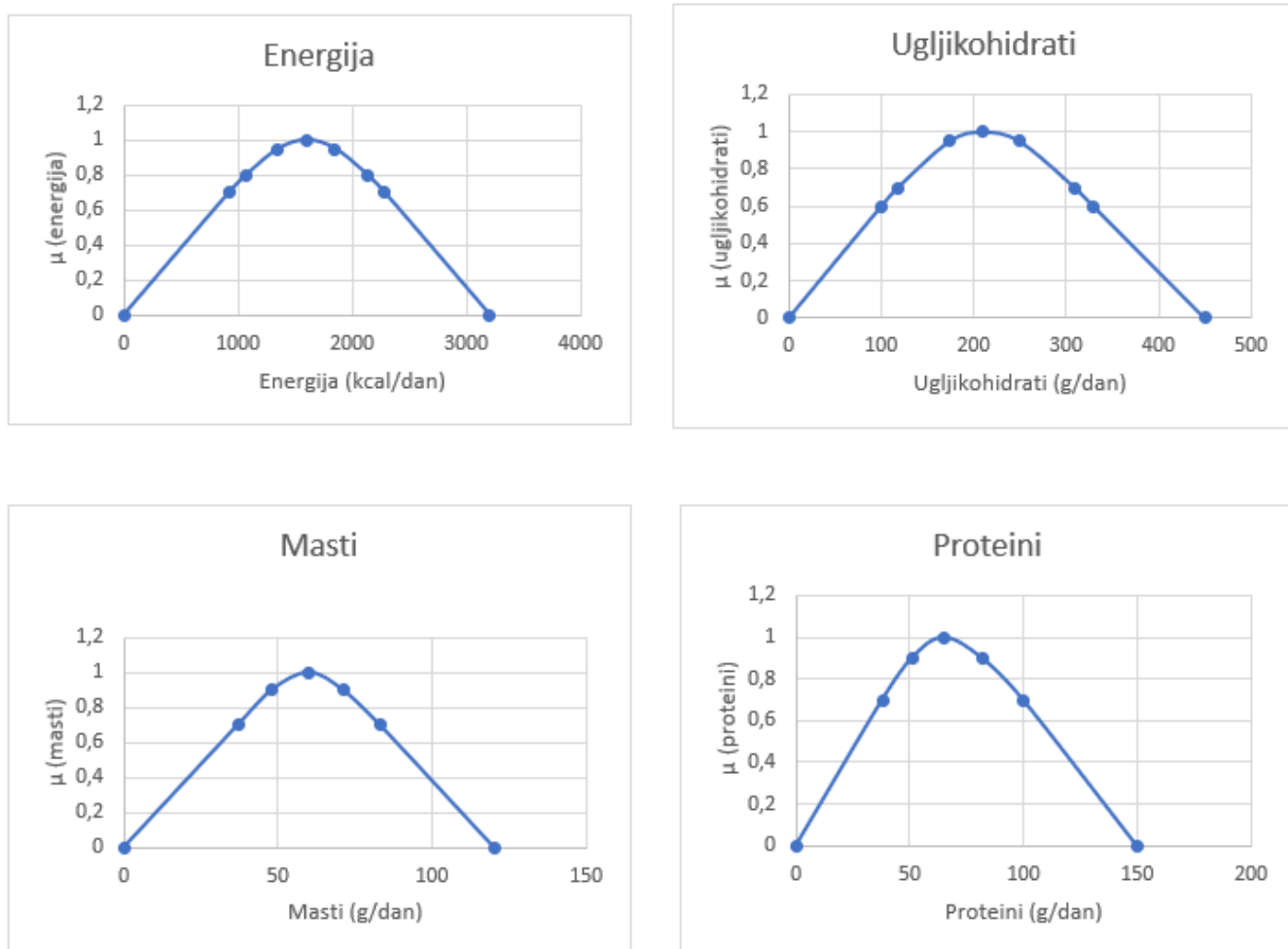
- Neizrazita vrijednost za unos nutrijenta jednaka 0 ($y = 0$)
- Siguran minimalan unos nutrijenta ($y = 0.9$)
- Optimalan unos nutrijenta tj. preporučeni dnevni unos ($y = 1$)
- Siguran maksimalan unos nutrijenta ($y = 0.9$)
- Područje potencijalno toksičnog unosa nutrijenta ($y = 0$)

Ovakav način modeliranja funkcija pripadnosti za dnevni unos nutrijenata prikazan je u nekoliko radova što ukazuje na njegovu uspješnost (18, 3).

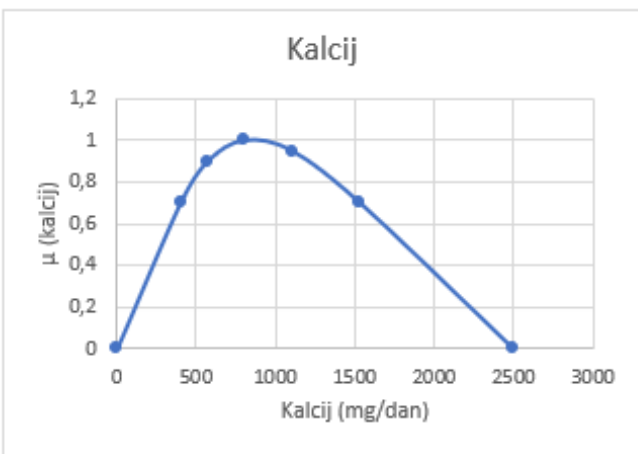
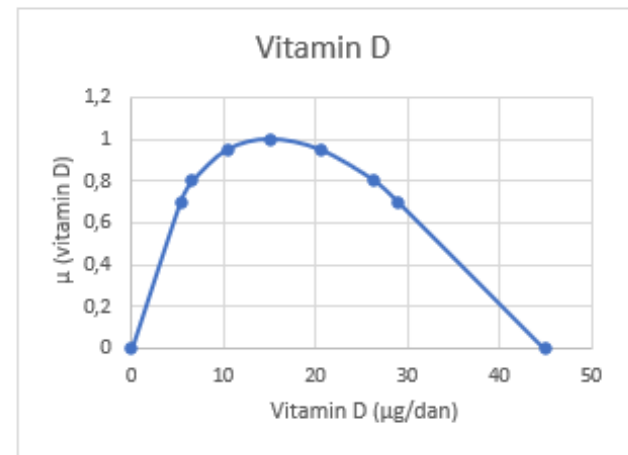
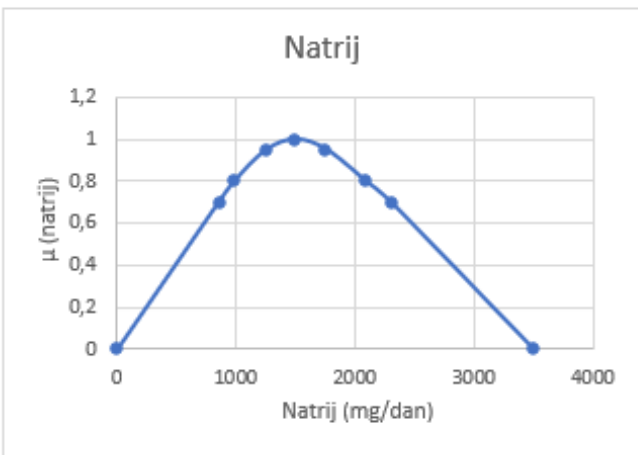
Slijedi primjena neizrazite logike u planiranju prehrane za osobe koje boluju od šećerne bolesti uz pomoć modeliranih funkcija pripadnosti za energiju, makronutrijente te pojedine mikronutrijente prema smjernicama dijabetičke dijete. Modelirane su funkcije pripadnosti prema smjernicama za dijabetičku dijetu za odraslu populaciju čije su energetske potrebe 1600 kcal/dan te imaju 6 obroka dnevno.

Kako bi se dobio prihvatljiv raspon makronutrijenata i mikronutrijenata prema postojećim preporukama, koje predstavljaju izrazite vrijednosti, modelirane su funkcije pripadnosti neizrazitog skupa za svaku od 9 promatranih veličina.

Modelirano je 9 neizrazitih skupova za količinu energije i nutrijenata koji su istaknuti kao važni kod osoba sa šećernom bolesti te su usklađeni sa dnevnim energetske unosom od 1600 kcal (6694 kJ).



Slika 6. Funkcije pripadnosti (μ) za energiju, ugljikohidrate, masti i proteine prema smjernicama dijabetičke dijeta



Slika 7. Funkcije pripadnosti (μ) za prehrambena vlakna, zasićene masne kiseline, natrij, vitamin D i kalcij

4.3. REZULTATI ANALIZE DOSTUPNIH JELOVNIKA

Tijekom analize cilj je bio odrediti adekvatnost međusobnog kombiniranja pojedinih jela iz jelovnika te odrediti broj kombinacija dnevnih ponuda koje su nutritivno prihvatljive ($PV > 0,7$) tj. prihvatljiv raspon za energiju i ostale promatrane nutrijente. Rezultati analize jelovnika dostupnih na web-u, tj. PV vrijednosti za sve dnevne ponude, su prikazani u tablici 4.

Rezultati defuzifikacije korištenjem PV vrijednosti pokazuju kako ni jedna predložena kombinacija jela ne postiže poželjnu graničnu vrijednost od 0,7, što je granica za prihvaćanje jelovnika.

Najveću PV vrijednost ima dnevna ponuda za dan 7, $PV = 0,491$, te bi joj se prema tablici iz tablice 1 mogla pridružiti jezična varijabla „nespecifične promjene“. Na slici 8 vidljive su funkcije pripadnosti tj. PV vrijednosti za svih devet promatranih nutrijenta za dan 7. Vidljivo je kako postoji čak pet kritičnih nutrijenata ($PV < 0,7$), a to su masti, prehrambena vlakna, zasićene masne kiseline, vitamin D i kalcij.

kombinacija jela
 $d7 + m7 + n7 + r7 + u7 + v7$

masa	promatrano	PV vrijednost
1959.41	energija	0.891387
216.611	ugljikohidrati	0.991736
90.7612	masti	0.695136
87.8978	proteini	0.834469
39.88	vlakna	0.698653
37.8414	sfa	0.635205
1903.2	natrij	0.884909
4.922	vitaminD	0.650075
1793.54	kalcij	0.67822

Slika 8. Analiza kombinacije jela za dan 7 ($d_7, u_7, r_7, m_7, v_7, n_7$)

Kritični nutrijent za sve predložene dnevne ponude bio je vitamin D koji je imao najnižu PV vrijednost, a iz tablice 3 je vidljivo kako ni jedna od dnevnih ponuda ne zadovoljava preporuke za unos vitamina D putem prehrane.

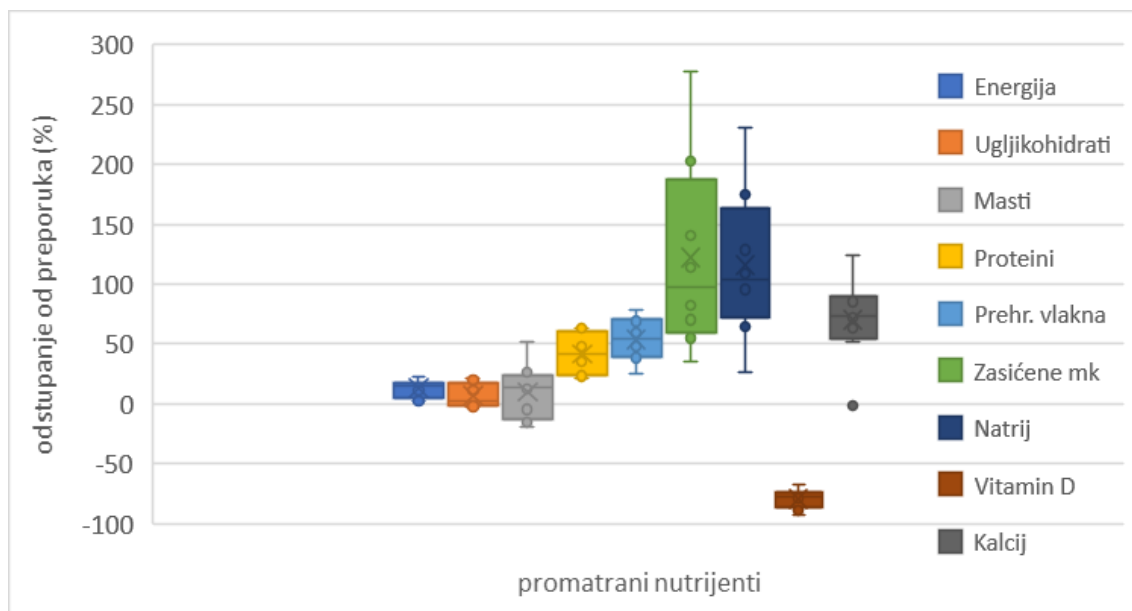
Obzirom na izrazito niske količine vitamina D u ponuđenim dnevnim ponudama napravljena je analiza dnevnih ponuda koja ne uključuje vitamin D kako bi se mogla dobiti ocjena dnevnih ponuda s obzirom na ostale promatrane nutrijente. Iz tablice 4 je vidljivo kako dolazi do povećanja PV vrijednosti, ali one i dalje ne postizu poželjnu graničnu vrijednost od 0,7 te ni jedna predložena dnevna ponuda nije nutritivno prihvatljiva.

Tablica 4. Ocjena kombinacija dnevnih ponuda dostupnih na web-u

Dnevna kombinacija jela		PV vrijednost	PV vrijednost bez vitamina D
Dan 1	$d_1, u_1, r_1, m_1, v_1, n_1$	0,388	0,530
Dan 2	$d_2, u_2, r_2, m_2, v_2, n_2$	0,189	0,562
Dan 3	$d_3, u_3, r_3, m_3, v_3, n_3$	0,328	0,497
Dan 4	$d_4, u_4, r_4, m_4, v_4, n_4$	0,345	0,365
Dan 5	$d_5, u_5, r_5, m_5, v_5, n_5$	0,355	0,435
Dan 6	$d_6, u_6, r_6, m_6, v_6, n_6$	0,113	0,582
Dan 7	$d_7, u_7, r_7, m_7, v_7, n_7$	0,491	0,505
Dan 8	$d_8, u_8, r_8, m_8, v_8, n_8$	0,283	0,529

Najveću PV vrijednost ima dnevna ponuda za dan 6, PV = 0,582 kojoj bi se prema tablici 1 mogla pridružiti jezična varijabla „latentni nedostatak“.

Obzirom na velika odstupanja preuzetih dnevnih jelovnika od preporuka, osobito za vitamin D, zasićene masne kiseline te natrij (slika 9) nužno je primijeniti neki postupak kombiniranja obroka kako bi oni bili prihvatljivi. U ovom radu su primijenjena načela neizrazite logike i optimiranje kako bi unos nutrijenata odgovarao preporukama te se time izbjegli potencijalni štetni učinci na zdravlje.



Slika 9. Prosječna odstupanja preuzetih dnevnih jelovnika od preporuka

4.4. REZULTATI OPTIMIZACIJE JELOVNIKA

Za planiranje novih dnevnih ponuda od jela koja su u jelovnicima dostupnim na web-u za osobe oboljele od šećerne bolesti sa energetske potrebama 1700-2000 kcal također su korištene posebno modelirane funkcije pripadnosti prikazane na slikama 6 i 7.

Ulazne varijable (jela iz predloženih jelovnika) su prema načelima modeliranja i optimiranja kombinirana u nove dnevne jelovnike te je energetske i nutritivni sadržaj ocjenjen pomoću funkcija pripadnosti, $\mu(x_i)$ te su nakon defuzifikacije procijenjeni uz pomoć izrazite PV vrijednosti.

Kao što je već spomenuto, broj mogućih kombinacija je 262 144, a koje od njih su prihvatljive nakon defuzifikacije ($PV > 0,7$), obzirom na sadržaj energije i nutrijenata, prikazano je u tablici 5.

Obzirom da se optimizacijom nastoji zadovoljiti unos energije i većeg broja nutrijenata (njih 8), takvo optimiranje predstavlja optimiranje u Pareto-ovom smislu. Dnevne ponude su optimirane korištenjem programskog sustava *WR Mathematica v.13*. Rezultat optimiranja je skup dnevnih ponuda koje su razvrstane od onih koje su manje prihvatljive do onih koje su prihvatljive.

Konačan rezultat je skup od 4 (0,0015%) prihvatljive dnevne kombinacije jela ($PV > 0,7$), dok 99,9% kombinacija jela treba izbjegavati kako bi unos promatranih nutrijenata i energije bio adekvatan (tablica 5). Zbog premalog broja prihvatljivih dnevnih kombinacija jela, optimizacija je ponovljena bez kritičnog nutrijenta te su rezultati vidljivi u tablici 6.

Upotreba neizrazite logike u planiranju prehrane rezultira s dnevnim ponudama jela koje su uravnotežene s obzirom na energetske i nutritivni sadržaj. Ovakav način planiranja jelovnika pruža pomoć u odabiru namirnica i jela te njihovoj kombinaciji s drugim namirnicama i jelima (24).

Osim toga, sustavi koji koriste neizrazitu logiku su vrlo prikladan alat za korištenje kod nutritivne analize prehrane, mogu se koristiti za promicanje većeg unosa hranjivih tvari kroz analize i nuđenje prijedloga jela. Korisnicima nije komplicirano te je njeno korištenje intuitivno u usporedbi sa sličnim izrazitim sustavima (25).

Mohammed i Hagraš u svom radu predlažu razvijanje i korištenje sustava koji počivaju na neizrazitoj logici kako bi se prehrana prilagodila potrebama osoba koje boluju od šećerne bolesti. Smatraju kako bi upotreba takvih sustava dovela do boljeg zdravlja i kontrole bolesti (26).

Osim upotrebe i kreiranja krivulja pripadnosti za pojedine nutrijente, kao što je rađeno u ovom radu, neizrazitu je logiku moguće koristiti i kreiranjem krivulja pripadnosti za skupine namirnica, kao što su voće, povrće, žitarice, meso, mlijeko i ulje. Ovakav sustav izrazito je praktičan korisnicima te postoje naznake da pozitivno utječe na prehrane obrasce (27). Međutim, nije dovoljno precizan za korištenje kada je potrebno točno odrediti količine nekih nutrijenata, kao što je to kod osoba oboljelih od šećerne bolesti za koje je planirana prehrana u ovom radu.

4.4.1. Rezultati optimizacije jelovnika sa vitaminom D

Iz tablice 5 se može vidjeti kako su samo 4 dnevne kombinacije jela prihvatljive tj. imaju $PV > 0,7$. Razlike unutar te 4 kombinacije su minimalne, česta su ponavljanja istih jela za te 4 dnevne kombinacije što ne zadovoljava osnovne principe pravilne prehrane prema kojima bi prehrana trebala biti raznolika.

Tablica 5. Kombinacije dnevnih ponuda razvrstane prema PV vrijednosti (od najlošijih do najboljih)

Dnevna kombinacija		Prerow vrijednost (PV)
1	$d_8, u_8, r_8, m_5, v_3, n_1$	0,0290
2	$d_8, u_8, r_3, m_5, v_3, n_1$	0,0291
3	$d_8, u_6, r_8, m_5, v_3, n_1$	0,0291
.	.	.
.	.	.
.	.	.
262140	$d_5, u_5, r_6, m_2, v_6, n_4$	0,699
262141	$d_5, u_2, r_6, m_2, v_6, n_4$	0,701
262142	$d_5, u_5, r_6, m_2, v_6, n_4$	0,705
262143	$d_5, u_7, r_7, m_2, v_1, n_4$	0,705
262144	$d_5, u_7, r_6, m_2, v_6, n_4$	0,708

Analizom ponude 262 144 ($d_5, u_7, r_6, m_2, v_6, n_4$) kao kritični nutrijent je identificiran vitamin D, jer ima najmanju PV vrijednost (slika 10).

Unatoč tome što je računalni program ovu ponudu ($d_5, u_7, r_6, m_2, v_6, n_4$) ocijenio prihvatljivom (PV > 0,7) iz slike 11 je vidljivo kako ta kombinacija ima određena odstupanja od preporuka, najviše za vitamin D. Zato je potrebno da nutricionist pregleda ponude te procijeni prihvatljivost jelovnika. Nutricionist je taj koji će procijeniti je li unos masti manji od preporučenog prihvatljiv te će u dogovoru s liječnikom procijeniti potrebu za suplementacijom vitamina D.

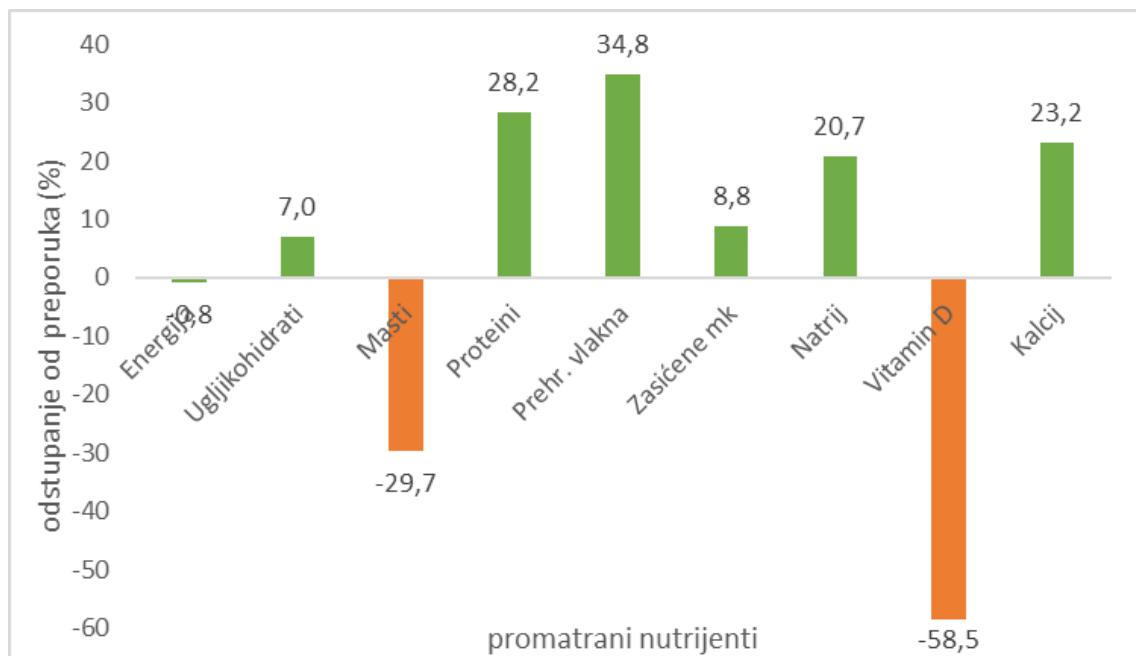
Treba uzeti u obzir kako se baza promatranih jela sastoji od relativno malog broja različitih jela (njih 48) te je jedan od prvih mogućih koraka nutricionista proširenje baze jela novim jelima kako bi se uvele namirnice sa većim sadržajem vitamina D i tako unos prilagodio preporukama.

kombinacija jela

$d_5 + m_2 + n_4 + r_6 + u_7 + v_6$

masa	promatrano	PV vrijednost
1587.26	energija	0.997452
224.718	ugljikohidrati	0.981602
42.2107	masti	0.79474
83.3608	proteini	0.88488
33.721	vlakna	0.852079
10.8803	sfa	0.982394
1811.8	natrij	0.926455
6.22	vitaminD	0.770769
985.34	kalcij	0.96911

Slika 10. Analiza najbolje ocijenjene kombinacije ($d_5, u_7, r_6, m_2, v_6, n_4$) jela



Slika 11. Usklađenost kombinacije $d_5 + m_2 + n_4 + r_6 + u_7 + v_6$ sa preporukama

U literaturi se navodi kako je status vitamina D kod osoba oboljelih od šećerne bolesti često nedostatan, kao i da je unos putem prehrane nedovoljan kako bi se postigao adekvatan status vitamina D u organizmu (28,29, 30).

Razine vitamina D značajno su niže kod osoba oboljelih od šećerne bolesti nego kod osoba koje nemaju šećernu bolest. Epidemiološki podaci ukazuju kako adekvatan unos vitamina D može prevenirati ili odgoditi pojavu šećerne bolesti. Postoje dokazi koji indiciraju da adekvatan unos vitamina D pomaže u smanjenju pojave komplikacija povezanih sa šećernom bolesti, kao što su kardiovaskularne bolesti, zatajenja bubrega i periferne neuropatije (28).

Obzirom da prehrana uglavnom ne pruža dovoljne količine vitamina D, koje su potrebne kako bi se postigli svi pozitivni učinci vitamina D u organizmu i kako bi se spriječio nedostatak, potrebna je suplementacija vitamina D kod većine osoba oboljelih od šećerne bolesti. Potrebno je pratiti razine vitamina D u serumu te ukoliko postoji nedostatak uvesti suplementaciju koja može usporiti progresiju bolesti, poboljšati dugoročne zdravstvene ishode kao i kvalitetu života (28,29,30).

Količina vitamina D za najbolje ocijenjenu kombinaciju jela u ovom radu iznosi svega 6,182 µg, što je 41,2% DRI (31), a kontinuiran unos tako malih količina vitamina D može dovesti do nedostatka pa je potrebna suplementacija vitamina D, osobito za starije osobe čija je sposobnost sinteze vitamina D u koži smanjena te za osobe koje se ne izlažu redovito sunčevoj svjetlosti.

4.4.2. Rezultati optimizacije jelovnika bez vitamina D

Kao rezultat optimizacije jelovnika dobivene su svega 4 kombinacije jela koje su prihvatljive, što je premalo da bi se mogla planirati prehrana za osobe oboljele od šećerne bolesti. Kao kritični nutrijent za optimizaciju jelovnika identificiran je vitamin D. Nedostatak vitamina D moguće je nadoknaditi suplementacijom, stoga je postupak optimizacije jelovnika ponovljen bez vitamina D.

Dakle, novom optimizacijom se nastoji zadovoljiti unos energije i 7 nutrijenata (ugljikohidrati, masti, proteini, prehrambena vlakna, zasićene masne kiseline, natrij i kalcij). Broj mogućih kombinacija ostaje 262144, a nakon defuzifikacije one koje imaju $PV > 0,7$ bit će prihvatljive obzirom na unos energije i promatranih nutrijenata.

Konačan rezultat optimiranja je skup od 1181 prihvatljive dnevne kombinacije, što je dovoljan broj kombinacija da bi se mogla planirati prehrana za obolje od šećerne bolesti za dulji vremenski period (nekoliko mjeseci do godine dana). Najbolje ocijenjena kombinacija jela ($d_2, u_7, r_6, m_2, v_2, n_2$) ima PV = 0,828 kojoj bi prema tablici 1 odgovarala jezična varijabla „vrlo dobro uravnotežena ponuda“ (tablica 6).

Tablica 6. Kombinacije dnevnih ponuda razvrstanih prema PV vrijednosti (od najlošijih do najboljih) za jelovnike bez vitamina D

Dnevna kombinacija		Prerow vrijednost (PV)
1	$d_4, u_1, r_2, m_5, v_7, n_1$	0,185
2	$d_4, u_1, r_2, m_6, v_7, n_1$	0,186
3	$d_4, u_1, r_2, m_8, v_7, n_1$	0,186
.	.	.
.	.	.
.	.	.
262142	$d_2, u_5, r_6, m_2, v_2, n_6$	0,824
262143	$d_2, u_7, r_6, m_2, v_2, n_6$	0,825
262144	$d_2, u_7, r_6, m_2, v_2, n_2$	0,828

Rezultati pokazuju kako se pomoću razvijenog programa dolazi do optimalnih rješenja (dnevnih ponuda) obzirom na zadane kriterije PV vrijednosti, koja predstavlja harmonijsku sredinu koja definira kriterije u procesu defuzifikacije.

Program osim optimiranja ponude nudi i analizu pojedinih kombinacija, u ovom slučaju za najbolje ocijenjenu kombinaciju jela $d_2, u_7, r_6, m_2, v_2, n_2$ (slika 12).

kombinacija jela

$d_2 + m_2 + n_2 + r_6 + u_7 + v_2$

masa	promatrano	PV vrijednost
1630.74	energija	0.993852
213.653	ugljikohidrati	0.995434
53.9129	masti	0.949274
79.0572	proteini	0.917311
31.112	vlakna	0.920737
13.8092	sfa	0.868174
1842.34	natrij	0.912573
784.87	kalcij	0.993422

Slika 12. Analiza najbolje ocijenjene kombinacija ($d_2, u_7, r_6, m_2, v_2, n_2$) jela bez vitamina D

Za dnevnu ponudu sa slike 12 svi nutrijenti su u prihvatljivim granicama ($PV > 0,7$). Sadržaj energije, ugljikohidrata, masti, proteina, natrija i kalcija odgovara idealnoj ponudi nutrijenata, sadržaj prehrambenih vlakana vrlo dobro uravnotežen, dok je sadržaj zasićenih masnih kiselina uravnotežen.

Računalni programi i alati izrazito su učinkoviti za analizu podataka, u ovom slučaju jelovnika, međutim nutricionist je taj koji uz pomoć analize provedene putem računalnih programa na kraju procjenjuje prihvatljivost određene ponude. Iz tablice 6 je vidljivo kako se tri najbolje ocijenjene kombinacije (3 jelovnika) sastoje od istih glavnih obroka (d_2, r_6 i v_2), odnosno kako je ponuda i dalje nedovoljno raznolika, zbog čega je potrebno da nutricionist donese konačnu odluku o planu prehrane.

Procjena učinkovitosti, ali i prednosti primjene neizrazite logike u ocjeni i planiranju prehrane moguća je jedino usporedbom rješavanja istog problema na drugi način.

Neizrazita logika predstavlja neizraziti pristup pa bi se kao druga mogućnost mogao koristiti linearni pristup, tj. linearno programiranje u planiranju dijetoterapije šećerne bolesti.

Prema rezultatima studije Gajdoš Kljusurić i suradnika (2012), linearno optimiranje ima prednosti, ali i nedostataka, te je kao najveći nedostatak istaknuto samo jedno rješenje kao optimalno, dok optimiranje primjenom neizravne logike kao rješenje nudi skup rješenja te je moguća dodatna analiza istih kako bi se utvrdio nedostatak ili višak kritičnih nutrijenata (18).

U studiji MedDietFast (2022) optimirana je dijeta u liječenju dijabetesa melitusa tipa 2, a ukazuje na učinkovitost mediteranske prehrane te su upravo prema tom obrascu prehrane optimirani jelovnici (32).

Li i suradnici su ispitali terapijski efekt optimirane ketogene dijeta za oboljele od dijabetesa tipa 2 (33) te njihova studija ističe prehranu kao važan čimbenik u prevenciji razvoja dijabetesa te prema njihovim rezultatima, ketogena dijeta ublažava simptome dijabetesa na temelju statistički značajnog smanjenja ključnih fizioloških parametara dijabetesa kao što su koncentracija hemoglobina A1c (HbA1c), trigliceridi (TG), glukoza u krvi natašte (FBG), indeks tjelesne mase (BMI) i volumen masnog tkiva. Ali i ističu važnost korištenja umjetne inteligencije ne samo za planiranje jelovnika već i za segmentiranje masnog tkiva kod oboljelih (33, 34).

5. ZAKLJUČCI

1. Analiza dostupnih jelovnika pokazala je kako većinom nisu energetske i nutritivno usklađeni sa smjernicama za prehranu osoba oboljelih od šećerne bolesti te njihova dugoročna primjena može dovesti do slabije regulacije šećerne bolesti, kao i do pojave nedostatka pojedinih nutrijenata.
2. Analizom i optimizacijom jela preuzetih kao preporučena za oboljele od dijabetesa, utvrđeno je kako unos vitamina D ni u jednoj kombinaciji jela nije zadovoljio preporučeni dnevni unos (DRI) od 15 µg te je zbog njegove važnosti, osobito za imunski sustav, potrebno u dogovoru s liječnikom uvesti suplementaciju vitamina D.
3. Sustavi koji koriste neizrastu logiku izrastito su koristan alat za nutritivnu analizu i optimizaciju jelovnika te planiranje prehrane općenito, ali i u zahtjevnim slučajevima kao što je prehrana za oboljele od šećerne bolesti, jer se iz naizgled energetske-nutritivnih jela, uspješno kombinirala dnevna ponuda od 6 obroka za 4 dana tj. 0,0015% kombinacija, koji su optimirani za svih 9 promatranih nutrijenata. Rezultat optimiranja bez vitamina D, koji je izdvojen kao kritični nutrijent, je 1181 dnevni ponuda tj. 0,5% od mogućih dnevnih kombinacija.
4. Kako bi se došlo do što većeg broja optimalnih rješenja potrebno je povećati bazu jela, uvesti neke nove namirnice koje imaju nešto drugačiji sastav, npr. sardine ili gljive koje su bogat izvor vitamina D. Na taj način će prehrana biti raznovrsna i nutritivno prihvatljiva.
5. Bez obzira na optimalnu ponudu koju program predloži, a temelji se na matematičkim modelima i informatičkom sastavu, nutricionist je taj koji u konačnici procjenjuje prihvatljivost neke ponude s obzirom na odstupanja koja su eventualno prisutna, kao i na individualne potrebe i zahtjeve oboljelih.

6. LITERATURA

1. American Diabetes Association. 2. Classification and diagnosis of diabetes: *Standards of Medical Care in Diabetes - 2022. Diabetes Care.* (2022); **45**, S17-S38. <https://doi.org/10.2337/dc22-S002>
2. Wirsam, B., Hahn, A. (1999) Fuzzy methods in nutrition planning and education and clinical nutrition, in *Soft Computing in human-related sciences*, CRC Press, Florida.
3. Wirsam, B., Hahn, A., Uthus, E.O., Leitzmann, C. (1997) Fuzzy sets and fuzzy decision making in nutrition. *European Journal of Clinical Nutrition*, **51**(5) 286-296. DOI:[10.1038/sj.ejcn.1600378](https://doi.org/10.1038/sj.ejcn.1600378)
4. Čerić, V., Dalbelo-Bašić, B. (2004) Informacijska tehnologija u poslovanju, Element, Zagreb.
5. Dietary Reference Intakes (1999) A Risk Assessment Model for Establishing Upper Intake Levels for Nutrients, Institute of Medicine
6. International Diabetes Federation. IDF Diabetes Atlas, 10 ed. Brussels, Belgium: International Diabetes Federation, 2021. <https://www.diabetesatlas.org>
7. HZJZ (2022) Hrvatski Zavod Za Javno Zdravstvo, <https://www.hzjz.hr/sluzba-epidemiologija-prevencija-nezaraznih-bolesti/odjel-za-koordinaciju-i-provođenje-programa-i-projekata-za-prevenciju-kronicnih-nezaraznih-bolesti/dijabetes/>, Pristupljeno 4. svibnja 2022.
8. International Diabetes Federation (2012) Clinical Guideline Taskforce. Global Guideline for Type 2 Diabetes. IDF. 1-115.
9. ADA (2022) Understanding A1C Diagnosis <https://www.diabetes.org/diabetes/a1c/diagnosis>, Pristupljeno 7. travnja 2022.
10. HLZ (2014) MSD priručnik dijagnostike i terapije, <http://www.msd-prirucnici.placebo.hr/msd-prirucnik/endokrinologija/secerna-bolest-i-otkloni-mijene-ugljikohidrata/diabetes-mellitus>, Pristupljeno 9. svibnja 2022.
11. Kokić, S. (2009) Dijagnostika i liječenje šećerne bolesti tipa 2. *Medix* **80/81**, 90-98.
12. Pavlić-Renar, I. (2009) Dijagnostika i liječenje šećerne bolesti tipa 1. *Medix* **80/81**, 100-106.
13. Kokić, S., Prašek, M., Pavlić Renar, I., Rahelić, D., Pavić, E., Jandrić Balen, M., Radman, M., Duvnjak, L., Jurišić-Eržen, D., Božikov, V., Tomas Matić, T., Zjačić-Rotkvić, V., Crnčević-Orlić, Ž., Krnić, M., Metelko, Ž. (2011) Hrvatske smjernice za liječenje šećerne bolesti tipa 2. *Medix* **17**, 8-34.
14. Shrivastava, S., Shrivastava, P., Ramasamy, J.(2013). Role of self-care in management of diabetes mellitus. *Journal of Diabetes & Metabolic Disorders* **12**, 14. DOI: [10.1186/2251-6581-12-14](https://doi.org/10.1186/2251-6581-12-14)
15. American Diabetes Association Professional Practice Committee; 5. Facilitating Behavior Change and Well-being to Improve Health Outcomes: *Standards of Medical Care in Diabetes—2022. Diabetes Care.* (2022); **45**: S60–S82. <https://doi.org/10.2337/dc22-S005>
16. American Diabetes Association (2008) Nutrition Recommendations and Interventions for Diabetes. *Diabetes Care* **31**: 61-78. DOI: [10.2337/dc08-S061](https://doi.org/10.2337/dc08-S061)
17. Novák, V., Perfilieva, I. i Močkoř, J. (1999) *Mathematical principles of fuzzy logic*, Dordrecht: KluwerAcademic

18. Gajdoš Kljusurić, J., Rumora, I. i Kurtanjek, Ž. (2012) Application of Fuzzy Logic in Diet Therapy - Advantages of Applicatio. U: Elmer P. Dadios (ur.) *Fuzzy Logic - Emerging Technologies and Applications*. Shanghai ; Rijeka, InTech, str. 41-64. DOI: 10.5772/37652
19. Wirsam, B., Hahn, A., Uthus, E.O., Leitzmann, C. (1997) Application of fuzzy methods for setting RDA's. 16th International Congress of Nutrition, Montreal, July/August 1997
20. Gajdoš, J. i Kurtanjek, Ž. (2003) Neizravno modeliranje i optimiranje u planiranju prehrane. *Kemija u industriji*, **52** (5), 195-200.
21. USDA (2011) Composition of Foods Raw, Processed, Prepared USDA National Nutrient Database for Standard Reference, Release 24
22. Gajdoš Kljusurić J. (2020) *Modeliranje i optimiranje u nutricionizmu*. Element, Zagreb
23. Wolfram S (2003) *The Mathematica Book*, 5. izd., Wolfram Media, Champaign
24. Buisson, J-C. (2008) Nutri-Educ, a nutrition software application for balancing meals, using fuzzy arithmetic and heuristic search algorithms, *Artificial Intelligence in Medicine*, **42**, 213-227. DOI: 10.1016/j.artmed.2007.12.001
25. Krbez, J.M., i Shaout, A.K. (2013) Fuzzy Nutrition System. *International Journal of Innovative Research in Computer and Communication Engineering*, **1**, 1360-1371
26. Mohammed, H. i Hagra, H. (2018) Towards Developing Type 2 Fuzzy Logic Diet Recommendation System for Diabetes. *2018 10th Computer Science and Electronic Engineering (CEECE)*, 56-59. DOI: [10.1109/CEECE.2018.8674186](https://doi.org/10.1109/CEECE.2018.8674186)
27. Asghari, G., Ejtahed, H., Sarsharzadeh, M., Nazeri, P., Mirmiran, P. (2013) Designing Fuzzy Algorithms to Develop Healthy Dietary Pattern. *International Journal of Endocrinology and Metabolism*, **11**(3), 154-161. DOI: 10.5812/ijem.9927
28. Penckofer, S., Kouba, J., Wallis, D., Emanuele, M. (2008) Vitamin D and Diabetes. *The Diabetes Educator*, **34**(6) 939-954. <https://doi.org/10.1177/0145721708326764>
29. Vondra, K. i Hampl, R. (2021) Vitamin D and new insights into pathophysiology of type 2 diabetes. *Hormone Molecular Biology and Clinical Investigation*, **42**(2) 203-208. DOI: 10.1515/hmbci-2020-0055
30. Khudayar, M., Nadeem, A., Lodi, M., Rehman, K., Jawaid, S., Mehboob, A., Aleem, A., Mirza, R., Ahmed, M., Abbas, K. (2022) The Association Between Deficiency of Vitamin D and Diabetes Mellitus Type 2 (DMT2). *Cureus*, **14**(2) DOI: 10.7759/cureus.22221
31. Ross, A., Taylor, C., Yaktine, A., Valle, H. (2011) Dietary reference intakes for calcium and Vitamin D. Washington: National Academies Press.
32. Papamichou D, Panagiotakos DB, Holmes E, Koutsakis P, Katsoulotos H, Lood RL, Itsiopoulos C (2022) The rationale and design of a Mediterranean diet accompanied by time restricted feeding to optimise the management of type 2 diabetes: The MedDietFast randomised controlled trial. *Nutrition, Metabolism and Cardiovascular Diseases* **32**, 220-230 <https://doi.org/10.1016/j.numecd.2021.09.031>
33. Li F, Shen Y, Chen Q, Li X, Yang H, Zhang C, Lin J, Du Z, Jiang C, Yang C, Yu D, Qin P (2022) Therapeutic effect of ketogenic diet treatment on type 2 diabetes, *Journal of Future Foods*, **2**, 177-183. <https://doi.org/10.1016/j.jfutfo.2022.03.004>.
34. Kirkpatrick CF, Bolick, JP, Kris-Etherton PM, i sur. (2019) Review of current evidence and clinical recommendations on the effects of low-carbohydrate and very-low-carbohydrate (including ketogenic) diets for the management of body weight and other cardiometabolic risk factors: a scientific statement from the National Lipid Association Nutrition and Lifestyle Task Force. *Journal of Clinical Lipidology* **13**, 689-711, <https://doi.org/10.1016/j.jacl.2019.08.003>

7. PRILOZI

Prilog 1. Jelovnici za 8 dana preuzeti sa službenih web stranica KBC-a Zagreb

Dan 1

Jedinica ili porcija serviranja	Obrok / Jelo	Količina*	Energijska vrijednost	Ugljikohidrati (gram)
Doručak		Ukupno: 360 kcal, 50 g		
1 jed. mlijeka	Mlijeko (1,5 % m.m.)	240 g 1 šalica	92	10
2 jed. kruha	Integralni toast	60 g 2-3 komada	128	25
1 jed. zamjene za masnoću	Namaz od avokada (1/2 avokada, 1 žličica maslinovog ulja, malo soli i papra, malo limunovog soka)	40 g 2 žlice	80	-
1 jed. voća	Naranča	250 g 1 komad	60	15
Užina 1		Ukupno: 175 kcal, 30 g		
1 jed. zamjene za meso	Šunka delikates	40 g 4 kriškice	35	-
1 jed. zamjene za kruh	Pecivo sa sjemenkama, malo	30 g 1 manji komad	80	15
1 jed. voća	Mandarine	250 g 3 kom. srednje vel.	60	15
Ručak		Ukupno: 450 kcal, 45 g		
2 jed. zamjene za kruh	Varivo od crvene leće, heljde i povrća s miješanim mesom (luk, poriluk, celer, peršin, mrkva, kupus, 1/2 krumpira, 1 žlica maslinovog ulja)	1 tanjur		
2 jed. mesa		60 g puretina, 45 g junetina	150	-
2 jed. masnoće		25 g leća, 20 g heljda	185	30
2 jed. povrća		200 g povrće	115	15
Užina 2		Ukupno: 60 kcal, 15 g		
1 jed. voća	Jabuka	170 g 1 komad	60	15
Večera		Ukupno: 425 kcal, 42 g		
2 jed. zamjene za kruh	Zelena tjestenina s kozicama i povrćem (tikvice, luk srebrenac, crvena paprika, peršin, češnjak, začini)	40 g zelena tjestenina	140	30
2 jed. zamjene za meso		90 g kozice, 20 g šunka	155	-
2 jed. povrća		100 g tikvica, 80 g paprika	30	12
2 jed. masnoće	Salata od rukole, ulje (1 žličica)	50 g rukola	60	-
	Vrhnje za kuhanje	30 g vrhnje za kuhanje	40	-
Noćni obrok		Ukupno: 120 kcal, 13 g		
1 jed. zamjene za mlijeko	Jogurt s probiotikom (1,5 % m.m.)	250 g 1 šalica	120	13

*(količine izražene za hranu spremnu za jelo očišćenu ili toplinski obrađenu, osim kruha i zamjena koje se važu sirovo)

Dan 2

Jedinica ili porcija serviranja	Obrok / Jelo	Količina*	Energijska vrijednost	Ugljikohidrati (gram)
Doručak			Ukupno: 380 kcal, 49 g	
	Čaj od đumbira, cimeta i limuna	2 dL 1 šalica	-	-
1 jed. zamjene za mlijeko	Jogurt tekući (2,8 % m.m.)	200 g 1 šalica	125	10
2 jed. kruha	Zobene pahuljice	30 g 3 žlice	125	19
1 jed. zamjene za masnoću	sa suhim brusnicama, chia sjemenkama, orasima i ribanom jabukom	5 g brusnica (1 žličica) 5 g chia (1 žličica) 10 g oraha (6 polovica)	20 20 30	5 - -
1 jed. voća	150 g jabuka, 1 komad		60	15
Užina 1			Ukupno: 60 kcal, 15 g	
1 jed. voća	Kruška	200 g 1 kom. srednje veličine	60	15
Ručak			Ukupno: 540 kcal, 56 g	
2 jed. mesa	Sarma (meso junetina + svinjetina, luk, slanina suha, riža, jaje, začini,	90 g nemasnog mesa	370	-
2 jed. masnoće		5 g slanina, 15 g riža		12
2 jed. povrća	kiseli kupus	250 g kiseli kupus		8
2 jed. zamjene za kruh	Pire krumpir	200 g ¼ tanjura, 4 žlice	170	36
Užina 2			Ukupno: 60 kcal, 15 g	
1 jed. zamjene za voće	Sok prirodni, svježe iscijeđeni	1,5 dL sok od 1 naranče	60	15
Večera			Ukupno: 430 kcal, 50 g	
2 jed. mesa	Salata od piletine i povrća	60 g pileće bijelo meso	70, 40	-
2 jed. zamjene za kruh	(jaje kuhano ½ kom, slaninak kozervirani,	50 g slaninak, 50 g grašak	35, 30	5, 5
1 jed. povrća	grašak kuhani, kukuruz konzervirani, mrkva,	40 g kukuruz, 50 g mrkva	30, 15	6, 5
2 jed. masnoće	krumpir, batat, kiseli krastavci, limun, ulje maslinovo)	100 g krumpir, 50 g batat	70, 50	17, 12
		10 g 2 žličice	90	-
Noćni obrok			Ukupno: 180 kcal, 10 g	
1 jed. zamjene za mlijeko	Jogurt grčki tip	150 g 1 komad	180	10

*(količine izražene za hranu spremnu za jelo očišćenu ili toplinski obrađenu, osim kruha i zamjena koje se važu sirovo)

Dan 3

Jedinica ili porcija serviranja	Obrok / Jelo	Količina*	Energijska vrijednost	Ugljikohidrati (gram)
Doručak			Ukupno: 380 kcal, 50 g	
	Čaj zeleni ili stolisnik	2 dL 1 šalica	-	-
1 jed. zamjene za mlijeko	Bijela kava	200 g (kavovina 3 g)	100	10
1 jed. masnoće	Maslac	10 g 2 male žličice	75	-
2 jed. kruha	Pecivo sa sjemenkama	60 g 1 kom	165	30
1 jed. zamjene za voće	Džem (bez šećera, za dijabetes)	15 g 1 ravna žlica	40	10
Užina 1			Ukupno: 205 kcal, 25 g	
1 jed. zamjene za mlijeko	Čvrsti jogurt, cimet	150 g 1 šalica	125	6
1 jed. voća	Šumsko voće (smrznuto)	220 g 1 ½ šalica	80	19
Ručak			Ukupno: 510 kcal, 40 g	
	Goveđa juha s vrlo malo rezanaca	1 tanjur	60	5
2 jed. zamjene za meso	Punjene lignje na mediteranski s umakom od špinata (riža 7 g, krumpir	200 g lignje patagonica	215	-
1 jed. zamjene za kruh		100 g špinat	20	20
2 jed. povrća	40 g, sjeckana konzerv. rajčica 30 g,	100 g zelena salata	10	-
3 jed. masnoće	špinat, paprika svježa crvena 30 g, češnjak, peršin, ružmarin, sol, papar) Zelena salata, maslinovo ulje	15 g maslinovo ulje	135	-
1 jed. kruha	Graham kruh	35 g 1 kriška	70	15
Užina 2			Ukupno: 60 kcal, 15 g	
1 jed. voća	Jabuka	150 g 1 kom. srednje vel.	60	15
Večera			Ukupno: 420 kcal, 40 g	
2 jed. zamjene za meso	Sir zmati	200 g 1 pakiranje	165	6
2 jed. kruha	Integralni prepečenac	60 g 4 manja komada	135	30
2 jed. masnoće	Maslinovo ulje i češnjak	10 g 2 žličice	90	-
2 jed. povrća	Pečena crvena paprika, kisela	200 g 2 veća komada	30	4
Noćni obrok			Ukupno: 115 kcal, 10 g	
1 jed. zamjene za mlijeko	Kefir (2,8 %m.m.)	180 g 1 šalica	115	10

Dan 4

Jedinica ili porcija serviranja	Obrok / Jelo	Količina*	Energijska vrijednost	Ugljikohidrati (gram)
Doručak			Ukupno: 420 kcal, 45 g	
1 jed. zamjene za mlijeko	Acidofilno mlijeko	200 g 1 šalica	120	10
2 jed. kruha	Graham kruh	70 g 2 tanke kriške	140	30
1 jed. zamjene za masnoće	Mliječni ili sirni namaz	50 g 1 manje pakiranje	140	-
1 jed. povrća	Kiseli krastavci	100 g nekoliko komada	20	5
Užina 1			Ukupno: 60 kcal, 15 g	
1 jed. voća	Mandarine	250 g 2-3 srednje veličine	60	15
Ručak			Ukupno: 520 kcal, 48 g	
	Juha od rajčice	1 tanjur (kuhana rajčica)	80	8
2 jed. mesa	Pureći file sa sezamom	100 g 1 pureća šnicla 10 g sezama, 2 žličice	135 60	-
2 jed. zamjene za kruh	Kelj lešo s krumpirom	150 g kelja (rašika), ½ tanjura	60	7
2 jed. povrća	i maslinovim uljem	200 g krumpira, 4 žlice	140	33
2 jed. masnoće		5 g maslinovo ulje, 1 žličica	45	-
Užina 2			Ukupno: 60 kcal, 15 g	
1 jed. voća	Pire jabuka s cimetom	150 g	60	15
Večera			Ukupno: 475 kcal, 43 g	
2 jed. zamjene za meso	Pečene pole sa špekrom	50 g slanina suha mesnata	240	-
2 jed. zamjene za kruh		200 g krumpira	140	33
2 jed. povrća	Salata od mahuna s bučinim uljem	200 g mahune, 50 g luk	50	10
2 jed. masnoće		5 g 1 žličica	45	-
Noćni obrok			Ukupno: 120 kcal, 10 g	
1 jed. mlijeka	Mlijeko	200 g 1 šalica	120	10

*(količine izražene za hranu spremnu za jelo očišćenu ili toplinski obrađenu, osim kruha i zamjena koje se važu sirovo)

Dan 5

Jedinica ili porcija serviranja	Obrok / Jelo	Količina*	Energijska vrijednost	Ugljikohidrati (gram)
Doručak			Ukupno: 365 kcal, 59 g	
	Čaj od koprive/Kava bez šećera	2 dl 1 šalica		
1 jed. mlijeka	Zobena kpaša na mlijeku s cimetom	240 g 1 šalica	110	12
2 jed. zamjene za kruh	(na vrh žličice),	40 g pahuljica, 4 žlice	155	22
1 jed. voća	jabukama	150 g jabuka ribana	60	15
	i brusnicama	13 g brusnica, 1 ravna žlica	40	10
Užina 1			Ukupno: 60 kcal, 15 g	
1 jed. voća	Naranča	250 g 1 komad srednje veličine	60	15
Ručak			Ukupno: 580 kcal, 52 g	
	Juha od rajčice	1 tanjur	80	8
2 jed. mesa	Pljeskavica, (mljeveno meso, luk crveni i bijeli, papar, malo soli)	40 g junetina, 40 g svinjetina	190	-
2 jed. zamjene za kruh	varivo od graška i batata	140 g grašak	80	12
1 jed. povrća	(grašak, batat, krumpir, paprika,	90 g batat, 50 g krumpir	95, 35	22, 8
1 jed. masnoće	crveni luk, lovor, papar, malo soli)	5 g biljno ulje, 1 žličica	45	-
1 jed. povrća	Salata potočarka	100 g salata	10	2
1 jed. masnoće	(limun, malo soli, 1 žličica ulja)	5 g maslinovo ulje, 1 žličica	45	-
Užina 2			Ukupno: 95 kcal, 15 g	
1 jed. voća	Kompot od kruške	190 g kruška (mesnati dio)	55	15
1 jed. masnoće	sa sjeckanim orasima	15 g orah suhi, cimet, limun	40	-
Večera			Ukupno: 415 kcal, 50 g	
2 jed. zamjene za kruh	Mediteranska pizza	25 g brašno pšenično namjensko,	88	20
	(Tijesto:brašno, kvasac, maslinovo ulje, chia	25 g brašno od heljde,	85	20
2 jed. zamjene za meso	sjemenke, masline zelene, origano sušeni,	20 g sir gouda 25 g mozzarella	135	-
2 jed. masnoće	bosiljak, rajčica sjeckana gusta, malo soli.	10 g maslinovo ulje	90	-
2 jed. povrća	Nadjev: gouda, mozzarella, rezana crvena	30 g paprika, 30 g tikvica,	12	10
	paprika, tikvice i šampinjoni)	30 g šampinjoni	5	-
Noćni obrok			Ukupno: 82 kcal, 9 g	
1 jed. zamjene za mlijeko	Jogurt, light (0,9 % m.m.)	180 g 1 šalica	82	9

Dan 6

Jedinica ili porcija serviranja	Obrok / Jelo	Količina*	Energijska vrijednost	Ugljikohidrati (gram)
Doručak			Ukupno: 380 kcal, 42 g	
	Čaj od kamilice/Kava bez šećera			
1 jed. zamjene za mlijeko	Acidofilno mlijeko	200 g 1 šalica	120	10
2 jed. kruha	Integralni šareni sendvič	60 g graham pecivo 1 kom.	160	32
1 jed. mesa	(pecivo, šunka, sir, zelena salata,	20 g šunka (pureća ili pileća prsa)	20	-
1/2 jed. povrća	crvena paprika, chery rajčica)	20 g sir ementaler (2 kriške)	80	-
Užina 1			Ukupno: 145 kcal, 30 g	
1 jed. voća	Pire od jabuka sa zobenim	200 g jabuka (mesnati dio)	75	18
1 jed. zamjene za kruh	pahuljicama i cimedom	20 g pahljica (2 žlice)	70	12
Ručak			Ukupno: 545 kcal, 50 g	
	Bistra goveđa juha	1 tanjur	40	-
2 jed. zamjene za kruh	Rižoto s prosom i morskim	20 g riža, 20 g proso (4 žlice)	150	30
	plodovima (paella)	30 g grah smeđi konzervirani	40	7
2 jed. mesa	Za pripremu potrebno je još: (luk crveni,	125 g morski plodovi	175	-
1 jed. masnoće	češnjak, mrkva, papar, paprika mljevena,	100 g paprika crvena	25	5
1 jed. povrća	peršin korijen i list, konc. rajčice, vino, 1 žl. ulja)	40 g šampinjoni i ostalo povrće	50	8
1 jed. povrća	Salata od matovilca i	50 g matovilac, 50 g radič	20	-
1 jed. masnoće	radiča	5 g maslinovo ulje	45	-
Užina 2			Ukupno: 60 kcal, 15 g	
1 jed. voća	Jagode	240 g	60	15
Večera			Ukupno: 385 kcal, 43 g	
2 jed. zamjene za meso	Pileći ujušak s povrćem i noklicama	60 g pile (bijelo meso bez kosti)	70	-
2 jed. povrća	Za pripremu ujuška potrebno je još:	100 g cvjetača, 100 g koraba	50	11
2 jed. zamjene za kruh	(peršin korijen i list, celer korijen, luk	100 g krumpir,	70	17
2 jed. masnoće	crveni, češnjak, mrkva, lovor, papar,	20 g brašno, 30 g jaje	105	15
	paprika mljevena crvena)	10 g biljno ulje	90	-
Noćni obrok			Ukupno: 95 kcal, 10 g	
1 jed. zamjene za mlijeko	Jogurt probiotik (1,5% m.m.)	200 g 1 šalica	95	10

Dan 7

Jedinica ili porcija serviranja	Obrok / Jelo	Količina*	Energijska vrijednost	Ugljikohidrati (gram)
Doručak			Ukupno: 375 kcal, 55 g	
	Čaj zeleni/Kava bez šećera	2 dl 1 šalica		
1 jed. zamjene za mlijeko	Jogurt s mješavinom	200 g 1 šalica	125	10
2 jed. zamjene za kruh	žitarica bez dodanog šećera	40 g pahljice, 4 žlice	150	23
1 jed. zamjene za masnoće	s chiom, cimedom	5 g chia sjemenke, 1 žličica	30	2
1 jed. voća	i bobičastim voćem	200 g jagode ili dr. bob. voće	70	20
Užina 1			Ukupno: 60 kcal, 15 g	
1 jed. voća	Marelice ili dr. sezonsko voće	200 g (4-5 manjih kom.)	60	15
Ručak			Ukupno: 525 kcal, 45 g	
1 jed. povrća	Proljećna krem juha	1 tanjur (luk, celer, peršin, mrkva brokula, cvjetača, 1 žličica vrhnja)	80	5
2 jed. mesa	Svinjski file (lungić) sa	80 g 3-4 manja komada	175	-
	đumbirom i kurkumom	50 g luk srebrenac		4
2 jed. zamjene za kruh	Pečeni mladi krumpir	200 g (2 krumpira srednje vel.)	185	30
1 jed. povrća	s tikvicama lešo	150 g tikvica, češnjak		6
2 jed. masnoće		10 g maslinovo ulje	90	-
Užina 2			Ukupno: 60 kcal, 15 g	
1 jed. voća	Jabuka	150 g 1 kom. srednje vel.	60	15
Večera			Ukupno: 450 kcal, 36 g	
2 jed. zamjene za meso	Satrica (svježi sir sa sitno	150 g sir	140	4
1 jed. povrća	nasjeckanim mladim lukom	2-3 kom. mladi luk	10	2
1 jed. masnoće	vrhnjem i sjemenkama lana)	30 g 2 žlice, 5 g lana 1 žličica	80	-
1 jed. masnoće	Orašasti plodovi, prženi	15 g orah, lješnjak, badem	60	-
2 jed. kruha	Raženi kruh	60 g 2 kriške	160	30
Noćni obrok			Ukupno: 120 kcal, 10 g	
1 jed. zamjene za mlijeko	Kefir	200 g 1 šalica	120	10

*(količine izražene za hranu spremnu za jelo očišćenu ili toplinski obrađenu, osim kruha i zamjena koje se važu sirovo)

Dan 8

Jedinica ili porcija serviranja	Obrok / Jelo	Količina*	Energijska vrijednost	Ugljikohidrati (gram)
Doručak			Ukupno: 390 kcal,	58 g
	Čaj od đumbira/Kava bez šećera	2 dl 1 šalica	-	-
2 jed. kruha i zamjene	Prepečeni integralni toast	70 g 2 tanke kriške	130	28
1 jed. zamjene za meso	Namaz od slanutka (konz. slanutak,	40 g slanutak (3 žlice)	115	15
2 jed. masnoće	bučino ulje, maslac, b. luk, peršin, sol)	10 g bučino ulje, maslac	85	-
1 jed. voća	Sok od naranče prirodno iscjeđeni	1,5 dl 1 naranča veća	60	15
Užina 1			Ukupno: 60 kcal,	15 g
1 jed. voća	Kivi	240 g 1 veliki ili 2 manja	60	15
Ručak			Ukupno: 570 kcal,	48 g
	Riblja juha	1 tanjur	100	10
2 jed. zamjene za meso	Pečene srdele s limunom u vrećici za pečenje (može bilo koja druga riba)	150 g (¼ tanjura)	210	3
2 jed. povrća	Blitva lešo ili mišancijska lešo s mladim krumpirom na maslinovom ulju	250 g blitva ili mišancijska	40	5
2 jed. zamjene za kruh		200 g 4 žlice	130	30
2 jed. masnoće		10 g 2 žličice	90	-
Užina 2			Ukupno: 60 kcal,	15 g
1 jed. voća	Marelice ili dr. sezonsko voće	200 g (4-5 manjih komada)	60	15
Večera			Ukupno: 455 kcal,	35 g
2 jed. zamjene za meso	Omlet sa šparogama i porilukom (jaja, šparoge, sitno iskosani poriluk i crvena paprika, ½ žličice sezama, prstohvat bosiljaka i malo soli)	2 kom. jaja	180	-
2 jed. povrća		100 g šparoge	12	5
		50 g poriluk,	11	
		30 g paprika, sezam	17	
2 jed. masnoće	Maslinovo ulje	10 g 2 žličice	90	-
2 jed. kruha	Graham kruh	70 g 2 tanke kriške	145	30
Noćni obrok			Ukupno: 120 kcal,	10 g
1 jed. mlijeka	Acidofilno mlijeko (2,8% m.m.)	200 g 1 šalica	120	10

IZJAVA O IZVORNOSTI

Ja ANA BARIŠIĆ izjavljujem da je ovaj diplomski rad izvorni rezultat mojeg rada te da se u njegovoj izradi nisam koristio/la drugim izvorima, osim onih koji su u njemu navedeni.

Barišić

Vlastoručni potpis