

# Minimiziranje glikemijskog indeksa u dnevnoj ponudi za osobe oboljele od šećerne bolesti

---

**Ručić, Paula**

**Undergraduate thesis / Završni rad**

**2021**

*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:159:874392>

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

*Download date / Datum preuzimanja:* **2024-07-14**



*Repository / Repozitorij:*

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



**Sveučilište u Zagrebu  
Prehrambeno-biotehnološki fakultet**

**Preddiplomski studij Nutricionizam**

Paula Ruščić

7782/N

**MINIMIZIRANJE GLIKEMIJSKOG INDEKSA U  
DNEVNOJ PONUDI ZA OSOBE OBOLJELE OD  
ŠEĆERNE BOLESTI  
ZAVRŠNI RAD**

**Predmet: Modeliranje i optimiranje u nutricionizmu**

**Mentor:** Prof. dr. sc. Jasenka Gajdoš Kljusurić

**Zagreb, 2021.**

**Sveučilište u Zagrebu**  
**Prehrambeno-biotehnološki fakultet**  
**Preddiplomski sveučilišni studij Nutricionizam**  
**Zavod za procesno inženjerstvo**  
**Laboratorij za MRA**  
**Znanstveno područje: Biotehničke znanosti**  
**Znanstveno polje: Nutricionizam**

**Minimiziranje glikemijskog indeksa u dnevnoj ponudi za osobe oboljele od  
šećerne bolesti**

**Paula Ruščić, 0058214982**

**Sažetak:** Dijeta za oboljele od šećerne bolesti, primarno je usmjerena na minimizaciju unosa ugljikohidrata. U ovom radu provedeno je planiranje jelovnika pomoću računalnog programa LINDO s ciljem pronalaska optimalne dnevne ponude za oboljele od šećerne bolesti, ali s primarnim ciljem minimizacije glikemijskog indeksa. Navedena funkcija cilja pridružena je ograničenjima koja su se odnosila na dnevne preporuke za energiju, nutrijente te glikemijsko opterećenje. Kao funkcija cilja postavljeno je postizanje minimalne vrijednosti glikemijskog indeksa s obzirom na znanstveno potvrđene učinke prehrane s niskim glikemijskim indeksom u kontroli dijabetesa, ali i kod drugih zdravstvenih stanja. Trodnevni jelovnik, koji u svakom danu sadrži 3 glavna obroka te 2 međuobroka, izrađen je pomoću američkih tablica kemijskog sastava hrane. Energetsko-nutritivnoj ponudi su pridružene vrijednosti glikemijskog indeksa i glikemijskog opterećenja sadržane u Internacionalnim tablicama. Vrijednost glikemijskog indeksa optimalne ponude dobivene primjenom LINDO programa iznosila je 278,73 dok je u pojedinim danima isplaniranog jelovnika suma glikemijskog unosa u danu bila u rasponu od 454,6 - 502,05. Računalno planiranje jelovnika koristan je alat koji je danas široko u upotrebi no neupitna je važnost nutricionista u procjeni optimalnih ponuda.

**Ključne riječi:** šećerna bolest, glikemijski indeks, LINDO, optimiranje

**Rad sadrži:** 29 stranica, 8 slika, 5 tablica, 43 literaturna navoda, 2 priloga

**Jezik izvornika:** hrvatski

**Rad je u tiskanom i elektroničkom obliku pohranjen u knjižnici Prehrambeno-biotehnološkog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu, Kačićeva 23, 10 000 Zagreb**

**Mentor:** Prof. dr. sc. Jasenka Gajdoš Kljusurić

**Datum obrane:** 8. srpnja. 2021

## BASIC DOCUMENTATION CARD

Bachelor thesis

**University of Zagreb**  
**Faculty of Food Technology and Biotechnology**  
**University undergraduate study Nutrition**  
**Department of Process engineering**  
**Laboratory for measurement, regulation and control**  
**Scientific area: Biotechnical Sciences**  
**Scientific field: Nutrition**

### **Glycemic index minimization in the daily offer for people with diabetes**

**Paula Ruščić, 0058214982**

**Abstract:** The diet for diabetics is primarily aimed at minimizing carbohydrate intake. In this paper was performed menu planning using the computer program LINDO aimed on finding the optimal daily offers for diabetics, with the primary goal of minimizing the glycemic index. In the program is the goal function associated to limitations related to daily recommendations for energy, nutrients, and the glycemic load. The goal function (achievement of a minimum glycemic index value) was set with regard to the scientifically confirmed effects of diets with a low glycemic index in the control of diabetes, but also for other health conditions. The three-day menu, where each included 3 main meals and 2 snacks, were calculated using USDA tables of chemical composition of food. The values of glycemic index and glycemic load were overtaken from the International Tables and associated with the energy and nutritional offers, previously mentioned. The glycemic index value in the optimal offer, obtained by applying the LINDO program, was 278.73, while in the three-day menu plans, the sum of glycemic intake was in the range of 454.6 - 502.05. Computerized menu planning is a useful tool, widely used today, but the nutritionist must be involved in the assessment and applicability of the daily menu that is proposed as the optimal offer.

**Keywords:** diabetes, glycemic index, LINDO, optimisation

**Thesis contains:** 29 pages, 8 figures, 5 tables, 43 references, 2 supplements

**Original in:** Croatian

**Thesis is in printed and electronic form deposited in the library of the Faculty of Food Technology and Biotechnology, University of Zagreb, Kačićeva 23, 10 000 Zagreb**

**Mentor:** PhD Jasenka Gajdoš Kljusurić, full professor

**Defence date:** July 8th, 2021

## Sadržaj

<b>Uvod</b>	<b>1</b>
<b>Teorijski dio</b>	<b>3</b>
Važnost pravilne prehrane	3
Pravilna prehrana za specifične skupine	4
Dijabetes i pravilna prehrana	6
<i>Glikemijski indeks i njegova uloga u prehrani oboljelih od dijabetesa</i>	7
<b>Eksperimentalni dio</b>	<b>10</b>
Ispitanici	10
Metode	10
<i>Osmišljavanje jelovnika</i>	10
<i>Izračun energetske-nutritivne ponude s pripadnim vrijednostima glikemijskog indeksa i glikemijskog opterećenja</i>	11
<i>Obrada podataka</i>	12
<i>Primjena LINDO programa</i>	12
<b>Rezultati i rasprava</b>	<b>14</b>
<b>Zaključak</b>	<b>25</b>
<b>Popis literature</b>	<b>26</b>
<b>Prilozi</b>	

## Uvod

Šećerna bolest je globalna epidemija današnjice, a postoji više razloga za značajan porast oboljelih u svijetu, ali i u Republici Hrvatskoj. Najznačajniji razlozi sve češće pojave ove bolesti su promjena načina života koju karakterizira veći unos visokokalorične hrane i smanjena tjelesna aktivnost. Prema podacima CroDiab registra osoba sa dijabetesom, u Hrvatskoj je 2020. bilo 310 212, a broj oboljelih se povećava iz godine u godinu. U 2019. godini dijabetes je bio 3. vodeći uzrok smrti sa udjelom 7,8 % (HZJZ, 2021). Pretilost i dijabetes dvije su pandemije modernog doba koje se mogu povezati jednim imenom – *diabesity*. Više od 80% odraslih dijabetičara je pretilo. Prevalencija šećerne bolesti ubrzano raste, a osobito u pretilih osoba i to onih s visceralnim tipom pretilosti (Orlić- Crnčević, 2009).

Pravilna prehrana prilagođena regulaciji šećerne bolesti bi prema preporukama Američkog dijabetološkog društva trebala sadržavati 45-60 % energije iz ugljikohidrata (većinom složenih s niskim glikemijskim indeksom), do 25 % energije iz unosa masti, 12-20 % energije iz unosa proteina i topljivih prehrambenih vlakana više od 25 g/dan (koje nalazimo u voću i povrću) (ZDD, 2021). Brojna istraživanja ukazuju na pozitivne učinke prehrane s niskim glikemijskim indeksom na kontrolu glikemije, kao i na lipidni profil, razinu inzulina, upalne i trombolitičke čimbenike kao i na regulaciju tjelesne težine (Rahelić i sur, 2011).

Pomoću američke tablice kemijskog sastava hrane, USDA izrađen je trodnevni jelovnik koji se sastojao od tri glavna obroka te dva međuobroka u svakom danu. Kod osoba oboljelih od dijabetesa naglasak je na ugljikohidratima niskog glikemijskog indeksa. S obzirom na to, energetska-nutritivna ponuda osmišljenog jelovnika pridružena je vrijednost glikemijskog indeksa i glikemijskog opterećenja pomoću Internacionalne baze glikemijskog indeksa i glikemijskog opterećenja. Te dvije baze podataka povezane su i pripremljene za optimiranje u excelu. Optimiranje je provedeno pomoću LINDO programa. Za funkciju cilja postavljeno je postizanje minimalne vrijednosti glikemijskog indeksa i pridružena su ograničenja koja se odnose na zadovoljavanje preporuka za energiju, makronutrijente, mikronutrijente i glikemijsko opterećenje.

Kako je opisano u eksperimentalnom dijelu ovoga rada, u prvom i drugom pokušaju pronalaska optimalne ponude s obzirom na funkciju cilja i pridružena ograničenja nije bilo ponuđeno optimalno rješenje što bi bio nedostatak računalnog planiranja prehrane. To nam pokazuje da se takvom problemu ne smije pristupiti isključivo matematički. Stoga je važna uloga nutricionista koji će procijeniti moguće uzroke takvog rješenja i sagledati i nutritivnu vrijednost optimalne ponude.

## Teorijski dio

### Važnost pravilne prehrane

Važnost pravilne prehrane i utjecaj prehrane na zdravlje istaknuo je još u Antičkoj Grčkoj liječnik Hipokrat u svojoj poznatoj izreci „*Neka tvoja hrana bude tvoj lijek, a tvoj lijek neka bude tvoja hrana*“ (Živković, 2000). Hrana nije isto što i lijek, ali može korisno, ljekovito djelovati i često spriječiti mnoge, čak i neke teške bolesti i liječiti ih. Moderna znanost o prehrani danas zna da manjak pojedinih makronutrijenata ili mikronutrijenata može uzrokovati bolest. Također i neumjereno uzimanje nutrijenata, osobito makronutrijenata može biti uzrok mnogih bolesti povezanih najčešće s debljinom (Živković R., 2002). Pravilna prehrana zadovoljava potrebu organizma za dnevnim energetske unosom i dovoljnom količinom prehrambenih i zaštitnih tvari koje su neophodne za održavanje fizioloških funkcija organizma i zdravlja. Hranom se osiguravaju nutrijenti nužni za izgradnju tkiva (proteini, željezo i kalcij), energija za metabolizam i tjelesnu aktivnost (masti i ugljikohidrati) te nutrijenti potrebni za fiziološke funkcije organizma (vitamini i minerali). Pravilnim izborom hrane pridonosimo održavanju zdravlja te mentalnoj i tjelesnoj sposobnosti pa je zato važan kvalitetan i raznovrstan odabir namirnica (HZJZ, 2021). Kvaliteta prehrane može se definirati kao usklađenost prehrane s postojećim prehrambenim smjernicama (Alkerwi, 2014). Temeljna pretpostavka prehrambenih smjernica je da prehrambene potrebe trebaju biti zadovoljene prvenstveno iz hrane i pića - posebno iz hrane i pića visoke nutritivne gustoće. Ključni elementi pravilne prehrane uključuju: povrće svih vrsta- tamnozeleno, crveno i narančasto; grah, grašak i leću; škrobno i ostalo povrće, voće, žitarice, od kojih je najmanje polovina cjelovitih žitarica, mliječne proizvode, uključujući nemasno ili niskomasno mlijeko, jogurt i sir, hranu koja je izvor proteina, uključujući nemasno meso, perad i jaja; plodovi mora; grah, grašak i leća; i orašasti plodovi, sjemenke i proizvodi od soje, ulja, uključujući biljna ulja i ulja u hrani, poput morskih plodova i oraha (Dietary Guidelines for Americans, 2020). Pravilna prehrana pomaže u zaštiti od malnutricije, kao i od nezaraznih kroničnih bolesti kao što su dijabetes, kardiovaskularne bolesti te različite vrste tumora. Zdrava prehrambena praksa započinje rano u životu - dojenje njeguje zdrav rast i poboljšava kognitivni razvoj, a može imati i dugoročne zdravstvene dobrobiti, poput smanjenja rizika od prekomjerne tjelesne težine ili pretilosti i razvoja nezaraznih kroničnih bolesti. Međutim, povećana proizvodnja prerađene hrane, brza urbanizacija i promjena načina života doveli su do promjene u prehrambenim obrascima i ponašanju. Danas se sve više konzumira hrana veće energetske gustoće, bogata zasićenim mastima, šećerima i soli, a mnogi ljudi ne jedu dovoljno voća, povrća i drugih dijetalnih vlakana poput cjelovitih žitarica. Neadekvatna prehrana i nedovoljna tjelesna aktivnost među glavnim



su uzročnim čimbenicima kardiovaskularnih bolesti, cerebrovaskularnim moždanim udarima, nekoliko oblika raka, dijabetes tipa 2, hipertenzije, pretilosti, osteoporoze, zubnog karijes i drugih stanja. Svojim utjecajem na razinu lipida u krvi, krvni tlak, trombozu, tjelesnu težinu, toleranciju na glukozu, rezistenciju na inzulin i druge metaboličke promjene pravilna prehrana i tjelesna aktivnost smanjuju rizik od brojnih kroničnih bolesti (WHO, 2002). Izrazito smanjenje rizika od kroničnih bolesti ostvaruje se ukoliko se poštuju sljedeća četiri principa; nepušenje, indeks tjelesne mase  $< 30 \text{ kg/m}^2$ , oko 3,5 h tjelesne aktivnosti i pravilna prehrana (visoki unos voća i povrća, proizvodi od punog zrna žita i nizak unos mesa) (Ford i sur., 2009).

### **Pravilna prehrana za specifične skupine**

Pravilna prehrana isplanirana u suradnji s nutricionistom ima važnu ulogu u regulaciji bolesti kod osoba oboljelih od dijabetesa kao i u liječenju brojnih drugih bolesti i prevenciji mogućih komplikacija (Coulston i Rock, 2001).

Za sobe oboljele od dijabetesa praćenje unosa ugljikohidrata različitim metodama je važna strategija za održavanje glikemije te planiranja unosa lijekova. Ugljikohidrati iz hrane utječu na razinu glukoze u krvi. Primarni cilj prehrane u liječenju osoba s dijabetesom je postizanje što bolje regulacije razine glukoze u krvi (postprandijalno i natašte). Na glikemijski odgovor najveći utjecaj ima ukupna količina konzumiranih ugljikohidrata. Ipak idealna količina ugljikohidrata u prehrani dijabetičara nije u potpunosti jasna. Najnovija istraživanja pokazuju da prehrana s nižim unosom ugljikohidrata može rezultirati poboljšanom glikemijom te reducirati upotrebu antihyperglikemijskih lijekova kod osoba s dijabetesom tipa 2. Osobe oboljele od dijabetesa je važno educirati o pravilnom izboru ugljikohidrata koji bi trebao uključivati cjelovite žitarice, mahunarke i leguminoze (Gray i Threlkeld, 2019). Također istraživanja pokazuju da hrana nižeg glikemijskog indeksa povoljno utječe na kontrolu glikemije kod osoba oboljelih od dijabetesa (Thomas i Elliotte, 2010).

Celijakija je nasljedna bolest koju karakterizira prosvjetljivost na gluten, bjelančevinu koja se nalazi u zrnu pšenice, ječma, zobi i raži (Živković, 2002). Trenutno jedini znanstveni dokazan oblik liječenja celijakije je prvenstveno bezglutenska prehrana (Rubio - Tapia i sur., 2013). Bezglutenska prehrana znači izbjegavanje najmanje količine glutena u prehrani odnosno izbjegavanje hrane koja sadržava pšenicu, ječam, raž i zob te njihove derivate (Panjkota-Krbavčić, 2008). Klinička istraživanja ukazuju na dobrobiti bezglutenske prehrane i za druga specifična oboljenja koja zahtijevaju modificiranu prehranu kao što su za dermatitis

herpetiformis, sindrom iritabilnog crijeva, glutensku ataksiju i dijabetes tipa 1 (Gaesser i Angadi, 2015).

Laktoza intolerancija je poremećaj probave mliječnog šećera laktoze zbog nedostatka enzima laktaze. Za osobe oboljele od laktoza intolerancije pravilna prehrana obuhvaća izbjegavanje mlijeka i mliječnih proizvoda koji sadrže laktozu. Na tržištu su danas dostupni različiti proizvodi obogaćeni laktazom koji su namijenjeni osobama oboljelim od laktoza intolerancije (Swargety i sur., 2003).

Ketogena dijeta je način prehrane koji podrazumijeva visok unos masti te nizak unos ugljikohidrata i proteina. Cijeli niz istraživanja ukazao je da dijeta siromašna ugljikohidratima može biti značajna pomoć u terapiji epilepsije, posebice u dječjoj dobi. Istraživanja su pokazala da se ketogena dijeta može koristiti za smanjenje ili prevenciju epileptičkih napadaja i da može biti vrlo učinkovita. Može se koristiti uz terapiju lijekovima ili kao alternativna metoda liječenja (D`Andrea Meira i sur., 2019).

DASH dijeta prehrambeni je pristup namijenjen prevenciji, ali i liječenju hipertenzije. Dijeta je testirana u nekoliko kliničkih ispitivanja, a pokazalo se da snižava kolesterol, zasićene masti i krvni tlak. DASH dijeta promiče konzumaciju povrća i voća, nemasnog mesa i mliječnih proizvoda, smanjenje natrija u prehrani na oko 1500 mg/dan. Naglašava potrošnju minimalno obrađene i svježije hrane (Challa i sur., 2021).

Za bubrežne bolesnike modificirana prehrana označava kontrolirani unos tekućine, proteina, smanjeni unos soli odnosno natrija, kontrolirani unos kalija te uspostavljanje ravnoteže fosfora i kalcija. Prehrana koja u skladu s navedenim smjernicama utječe na održavanje bubrežne funkcije, sprječavanje komplikacija te razvoja malnutricije. Prehrana za bubrežne bolesnike individualizirana je na temelju stadija bubrežne bolesti, komorbiditeta, laboratorijskih vrijednosti i preferencija (Hershey K., 2018).

Pravilna prehrana važna je i u prevenciji kroničnih bolesti koje su danas jedan od najvećih javnozdravstvenih problema podjednako u razvijenim i nerazvijenim zemljama. U ove bolesti ubrajaju se kardiovaskularne bolesti, dijabetes, pretilost, karcinomi, osteoporoza, moždani udar, Alzheimerova bolest, kronične respiratorne bolesti i druge (HZJZ, 2021). Prekomjerna tjelesna težina, abdominalno nakupljanje masnog tkiva, povišeni krvni tlak, dislipidemija, dijabetes i niska kardio-respiratorna funkcija su biološki čimbenici koji uglavnom doprinose povećanom riziku od kardiovaskularnih bolesti. Povećana konzumacija zasićenih masti, soli i rafiniranih ugljikohidrata, niska konzumacija voća i povrća te nedovoljna tjelesna aktivnost dovode do povećanog rizika oboljevanja od kardiovaskularnih bolesti.

Unos voća i povrća, cjelovitih žitarica, orašastih plodova, folata, biljnih sterola i stanola, ribe i ribljeg ulja (EPA i DHA), hrane bogate linolenskom kiselinom i kalijem, kao i tjelesna aktivnost i nizak do umjerena unos alkohola doprinose smanjenju rizika od razvoja kardiovaskularnih bolesti, ali predstavljaju i prehrambene smjernice koje bi trebali slijediti i sami oboljeli. Procjenjuje se da tjelesna težina i tjelesna neaktivnost zajedno čine otprilike petinu do jedne trećine nekoliko najčešćih karcinoma, posebno karcinoma dojke (postmenopauza), debelog crijeva, endometrija, bubrega i jednjaka (adenokarcinom). Glavne preporuke za smanjenje rizika od razvoja raka su: održavanje tjelesne težinu, izbjegavanje povećanja tjelesne mase, redovita tjelesna aktivnost, izbjegavanje konzuiranja alkoholnih pića, umjerena konzumacija soli, smanjiti izloženost aflatoksinima u hrani, uključivanje najmanje 400 g dnevno voća i povrća, umjerena konzumacija konzerviranog mesa.

## **Dijabetes i pravilna prehrana**

Šećerna bolest ili *Diabetes Mellitus* skupina je metaboličkih poremećaja koje karakterizira hiperglikemija kao posljedica poremećaja u sekreciji inzulina, kao i u djelovanju inzulina ili oboje. Kronična hiperglikemija dijabetesa povezana je s dugotrajnim oštećenjima, disfunkcijom i zatajenjem različitih organa, posebno očiju, bubrega, živaca, srca i krvnih žila. Klasifikacija šećerne bolesti uključuje četiri klinička razreda: dijabetes tip 1-radi se najčešće o autoimunom uništavanju  $\beta$  stanice Langerhansovih otočića, što za posljedicu ima apsolutni nedostatak inzulina; dijabetes tipa 2- uzrokovan inzulinskom rezistencijom i progresivnim defektom izlučivanja inzulina ; gestacijski dijabetes- prvi put se pojavljuje i dijagnosticira u trudnoći i drugi specifični tipovi (ADA, 2010).

Osnovni principi liječenja dijabetesa tipa 1 i 2 uključuju pravilnu prehranu, edukaciju, samokontrolu i tjelovježbu. Za farmakološkim liječenjem se poseže kada navedeni osnovni principi liječenja ne daju željene rezultate (Kokić i sur., 2009). Temeljne sastavnice dijabetičke prehrane su planiranje energetske unosa, ritma obroka (tri do pet obroka pravilno vremenski raspoređenih tijekom dana), sastava makrohranjenata uz adekvatan unos prehrambenih vlakana (ZDD, 2011). Ukupni dnevni energetske unos se određuje ovisno o tjelesnoj masi i stupnju tjelesne aktivnosti. Starije preporuke, koje se i danas mogu primijeniti kao početni korak u određivanju dnevnog energetske unosa, glase 30 kcal/ kg TM za pothranjene dijabetičare, normalno uhranjenim oko 25 kcal/kg TM i 18 kcal/kg TM za pretilo dijabetičare (Živković, 2002). Pravilna prehrana prilagođena regulaciji šećerne bolesti bi prema

preporukama Američkog dijabetološkog društva trebala sadržavati 45-60 % energije iz ugljikohidrata (većinom složenih s niskim glikemijskim indeksom). do 25 % energije iz unosa masti, 12-20 % energije iz unosa proteina i topljivih prehrambenih vlakana više od 25 g/dan (koje nalazimo u voću i povrću). Preporučena količina soli je 6 g/dan. (ZDD, 2021). Ugljikohidrati bi trebali biti iz cjelovitih žitarica, leguminoza, voća i povrća, a iz svakodnevne prehrane treba izostaviti koncentrirane ugljikohidrate (primjerice med, pekmez, slatkiše) (Severinski i sur., 2016). Preporučljiv je unos složenih ugljikohidrata te onih nižeg glikemijskog indeksa. Dnevni unos dviju porcija integralnih žitarica je povezan sa znatnim smanjenjem rizika od šećerne bolesti. (Kokić i sur, 2011). Poželjni izvori masti su iz maslinovog i repičinog ulja kao i orašastih plodova (mononezasićene masne kiseline) zatim iz kukuruznog, suncokretovog i sojinog ulja, kao i plave ribe (polinezasićene masne kiseline). Najbolji izvor proteina je iz ribe, bijelog mesa peradi, kunića, zatim leguminoza, nemasnog crvenog mesa, mlijeka i mliječnih proizvoda sa smanjenim udjelom masnoće. Poduka bolesnika o pravilnoj prehrani treba biti individualno prilagođena, pri čemu treba obratiti pozornost na dob bolesnika, način života, socioekonomski status, tjelesnu aktivnost i eventualne ostale bolesti (Severinski i sur., 2016). Prehrambene smjernice trebale bi naglasiti raznolikost minimalno prerađene hrane visoke nutritivne vrijednosti u odgovarajućim veličinama porcija kao dio zdravog načina prehrane i pružiti pojedincu s dijabetesom praktične alate za svakodnevno planiranje prehrane i promjene prehrambenog ponašanja koje mogu biti dugotrajno održive (Evert i sur., 2013).

Opći ciljevi nutritivnih preporuka su postići i održati urednu razinu šećera u krvi, urednu razinu masnoća u krvi te urednu razinu krvnog tlaka. Pravilna prehrana može dodatno poboljšati regulaciju glukoze te čak smanjiti vrijednosti HbA1c (glikiranih hemoglobina) za 1-2 % (ZDD, 2021). Mijenjanje životnih navika može utjecati na smanjenje rizika od šećerne bolesti. Prehrana karakterizirana visokim unosom voća i povrća, cjelovitih žitarica, ribe i peradi te smanjenom konzumacijom crvenog mesa, prerađene hrane, zaslađenih napitaka i škrobne hrane mogu usporiti napredovanje dijabetesa tipa 2. Istraživanja pokazuju da promjene u načinu života koje rezultiraju gubitkom tjelesne mase mogu smanjiti učestalost dijabetesa tipa 2 za odrasle s prekomjernom težinom / pretilošću i oštećenom tolerancijom glukoze za 58 % tijekom 3 godine (Knowler i sur, 2002).

### ***Glikemijski indeks i njegova uloga u prehrani oboljelih od dijabetesa***

D.J. Jenkins je 1981. godine predložio glikemijski indeks kao pokazatelj postprandijalne promjene razine glukoze u krvi. Glikemijski indeks određuje se usporedbom promjene razine glukoze u krvi (površina ispod krivulje tijekom 2 h) nakon konzumiranja hrane koja se testira

s promjenom razine glukoze u krvi nakon konzumiranja referentne hrane (bijeli kruh ili glukoza), pri čemu testirana i referentna hrana sadrži 50 g ugljikohidrata (Foster- Powell i sur., 2002). Glikemijski indeks (GI) se koristi za rangiranje hrane temeljeno na postprandijalnoj razini glukoze u krvi u usporedbi sa standardnim namirnicama (Brand Miller i Foster- Powell, 2018). Glikemijski indeks hrane utječe na brzinu promjene koncentracije glukoze u krvi, odnosno metabolizam glukoze (Karas i sur., 2015). Iskazuje se ljestvicom koja započinje s 0 do 100 ,a smatramo ga niskim, ukoliko iznosi između 1-55, umjerenim, između 56-69, te visokim, kada je viši od 70 (GIF,2021)-Po gramu ugljikohidrata, hrana s visokim glikemijskim indeksom (GI) dovodi do većeg porasta glukoze u krvi nakon obroka i većeg ukupog odgovor na glukozu u krvi tijekom prva 2 sata nakon konzumacije nego hrana s niskim GI. Proizvodi od rafiniranog brašna i krumpir imaju visoki glikemijski indeks jer su im ugljikohidrati brzo i lako probavljivi: voće (osim onog s visokim udjelom škroba), povrće i proizvodi od cjelovitog zrna imaju niski GI jer sadrže sporo probavljive ugljikohidrate ili otporni škrob, imaju veći udio prehrambenih vlakana ili su bogati fruktozom. Hrana bogata mastima može imati niski GI zbog sporije probave i apsorpcije ugljikohidrata (Šatalić i sur., 2016). Nekoliko čimbenika utječe na to kako pojedina ugljikohidratna hrana povisuje razinu glukoze u krvi, a uključuju fizikalna i kemijska svojstva ugljikohidrata, stupanj rafinacije ugljikohidrata, način kuhanja i prisutnost druge hrane/supstanci koje smanjuju snagu djelovanja probavnih enzima u tijelu ili brzinu probave ugljikohidrata. (GIF, 2020). Unatoč kontroverznim počecima, GI je sada široko priznat kao pouzdana, fiziološki utemeljena klasifikacija hrane prema njihovom glikemijskom učinku nakon obroka (Foster- Powell i sur., 2002). Koncept glikemijskog indeksa 1997. godine nadograđen je glikemijskim opterećenjem što predstavlja umožak glikemijskog indeksa i grama ugljikohidrata u jednom serviranju (Foster-Powell i sur., 2002).

Brojna istraživanja ukazuju na blagodati prehrane s niskim GI na kontrolu glikemije, kao i na lipidni profil, razinu inzulina, upalne i trombolitičke čimbenike, funkciju endotela i regulaciju tjelesne težine. Kao rezultat toga, prehrana s niskim GI može spriječiti ili odgoditi kardiovaskularne komplikacije dijabetesa. Liječnici i nutricionisti koji liječe dijabetičare trebali bi biti svjesni potencijalnih blagodati hrane s niskim GI u prevenciji i liječenju dijabetesa i njegovih komplikacija (Rahelić i sur., 2011). Osim za planiranje obroka dijabetičara, glikemijski indeks koristan je prilikom izbora planiranja prehrane sportaša i rekreativaca. Hrana niskog glikemijskog indeksa poželjna je prije, hrana srednjeg glikemijskog indeksa tijekom, a hrana visokog glikemijskog indeksa nakon tjelesne aktivnosti (Šatalić i sur., 2016)

Kod zdravih osoba, miješani obrok dovodi do normalnog povišenja razine glukoze u krvi što onda utječe na izlučivanje inzulina iz gušterače s ciljem normaliziranja razine glukoze u krvi.

Amplituda porasta glukoze u krvi određuje količinu izlučenog inzulina i izravno je povezana s brojem metaboličkih poremećaja kao što su pretilost, dijabetes, metabolički sindrom i drugo.

Različiti metabolički poremećaji vode do ometanja izlučivanja inzulina. Zbog toga je važno prepoznati kako tijelo reagira na određenu hranu preko njenog nutritivnog sastava (prvenstveno sastav ugljikohidrata) i glikemijskog indeksa (Karas i sur., 2015). Konzumacija visokokvalitetnih ugljikohidrata niskog GI-a pomaže u kontroli dijabetesa i smanjuje rizik od razvoja dijabetesa tipa 2, brojnih komplikacija dijabetesa i drugih kroničnih bolesti. Istraživanja su pokazala da pravilna prehrana s unosom ugljikohidrata niskog glikemijskog indeksa pomaže osobama oboljelima od dijabetesa djelovanjem na razinu glukoze u krvi, razinu kolesterola i smanjuje inzulinsku rezistenciju. Unos ugljikohidrata niskog glikemijskog indeksa pomaže dijabetičarima u redukciji glikiranih hemoglobina za 0,5 % (GIF, 2020). Dijetetske udruge u brojnim zemljama su preporučile da se razmotri glikemijski indeks ugljikohidrata u liječenju dijabetesa (Brand Miller i Foster-Powell, 2018). Nedostaci rangiranja hrane na temelju glikemijskog indeksa bili bi jednoznačno određivanje hrane kao „dobre“ ili „loše“ samo na temelju GI te hrane. Ukupna količina ugljikohidrata kao i količina masti, sadržaj vlakana i soli u hrani su također značajni u razmatranju kvalitete hrane (Brand Miller i Foster-Powell, 2018). Također, glikemijski indeks pod utjecajem je individualnih varijabilnosti pojedinaca (Karas i sur., 2015).

## **Eksperimentalni dio**

### **Ispitanici**

Trodnevni jelovnik isplaniran je za studenticu u dobi od 21 godinu. Njezina tjelesna masa (TM) iznosi 65 kilograma, a tjelesna visina (TV) 170 cm.

Na temelju vrijednosti indeksa tjelesne mase koji iznosi 22,49 kg/m<sup>2</sup> zaključujemo da je studentica adekvatne tjelesne mase. Studentica boluje od dijabetesa tipa 1. Ispitanica je umjereno tjelesno aktivna osoba.

Korištene su preporuke Europske unije o prosječnoj dnevnoj energetskej potrebi za odraslu osobu koja iznosi prosječno 2000 kcal/dan. Dostupan je kalkulator dnevne energetske potrebe (Govital, 2021) u koju su unesene vrijednosti ispitanice (dob: 21; TM: 65 kg; TV: 170 cm te lagana aktivnost (izabrano u padajućem izborniku: „Light (1 to 3 days per week)“). Pokretanjem kalkulacije, za našu ispitanicu je minimalno potreban dnevni unos 1486,3 kcal/dan, a preporučeni dnevni unos je 2043,66 kcal/dan (prilog 1).

### **Metode**

#### ***Osmišljavanje jelovnika***

Za navedenu osobu izrađene su dnevne ponude jelovnika za tri dana. Osmišljeni dnevni jelovnik (tablica 1) u svakom danu sadrži tri glavna obroka (zajuttrak, ručak, večera) te dva međuobroka (doručak, užina). Prvi dan sadržavao je namirnice koje ispitanica uobičajeno konzumira, dok su u sljedeća dva dana, jelovnici sastavljeni na način primjene što većeg broja namirnica (za određenu vrstu obroka), s niskim glikemijskim indeksom. U original tablici glikemijskih indeksa određene hrane (prilog 2) označene je i vrijednost (jedinica) izbora ugljikohidrata za dijabetičare (engl. Diabetic Carb Choices, DCC). Odlika tog vrijednosnog faktora je da se umjesto brojanja ugljikohidrata u dosljednoj ili kontroliranoj ugljikohidratnoj dijeti za dijabetes (engl. Consistent or Controlled Carbohydrate (CCHO) Diet for Diabetes), hrani dodjeljuje vrijednost (brojčana) koje se nazivaju "izbor" hrane. Približno 15 g ugljikohidrata odgovara vrijednosti jednog "izboru" ugljikohidrata (tj.  $\approx 15 \text{ g} = 1 \text{ DCC}$ ).

Tablica 1. Prikaz osmišljenih dnevnih ponuda.

	DAN 1	DAN 2	DAN 3
ZAJUTRAK	<b>Z1</b> sok od naranče 240 g omlet 120 g kruh-cjelovito zrno 30 g krastavci 50 g	<b>Z2</b> Jogurt 240 g Zobene pahuljice 60 g Borovnice 60 g Maline 60 g Instant kava 5 g	<b>Z3</b> Kukuruzna tortilja 62 g Omlet 120 g Šunka 20 g Zrnati sir 75 g
DORUČAK	<b>D1</b> Jabuka 217 g Orasi 20 g	<b>D2</b> Kruška 354 g	<b>D3</b> Granola pločica 40 g Instant kava 5 g
RUČAK	<b>R1</b> Juha od rajčice 25 g Pileća prsa 180 g Bijela riža 70 g Cvjetača 400 g Maslinovo ulje 5 g	<b>R2</b> Juha od gljiva 179 g Kupus 200 g Leća (salata) 100 g Odrezak, govedina 150 g	<b>R3</b> Juha od šparoga 89 g Quinoa 80 g Panirani odrezak, govedina 82 g Gljive 100 g Cikla 200 g
MEĐUOBROK	<b>M1</b> Jogurt 240 g Banana 187 g	<b>M2</b> Bademi 32 g Sok od grejpa 240 g	<b>M3</b> Kruh od cjelovitog zrna 30 g Maslac od kikirikija 50g
VEČERA	<b>V1</b> Med 20 g Palačinke 100 g	<b>V2</b> Jaja, kuhana 120 g Humus 60 g Kruh-cjelovito zrno 70 g Krastavci 190 g	<b>V3</b> Griz 50 g Tamna čokolada 40 g Jagode 53 g Borovnice 60 g

***Izračun energetske-nutritivne ponude s pripadnim vrijednostima glikemijskog indeksa i glikemijskog opterećenja***

Energetske-nutritivna ponuda za osmišljeni trodnevni jelovnik je izračunata pomoću američke tablice kemijskog sastava hrane v. 19 (USDA, 2006). Internacionalne tablice glikemijskog indeksa (GI) i glikemijskog opterećenja (GL) u „dat“ formatu (Atkinson i sur., 2008) pridodana je izračunu iz USDA baze podataka o sastavu namirnica korištena je za izračun kombinacija obroka. Novonastala matrica informacija o energetske-nutritivnom sastavu jela i dnevnih jelovnika (kombinacija USDA BP i tablica o GI) korištena je za optimiranje optimalne ponude u programu LINDO.



### **Obrada podataka**

Za pripremu i obradu podataka korišten je program Excel (MS Office, v.13) pri čemu su računane osnovne statističke karakteristike podataka, a za prikaz rezultata korišten je stupčasti graf te kutijasti dijagram (tzv. Box-Whisker graf).

### **Primjena LINDO programa**

Kako tema rada slijedi načela prehrane sa što nižim glikemijskim indeksom, kao funkcija cilja postavljeno je minimiziranje glikemijskog indeksa:

$$\min \sum_{i=1}^n GI_i \cdot x_i \quad (1)$$

Gdje su:

$GI_i$  – vrijednosti glikemijskog indeksa pripadnog obroka  $x_i$

$x_i$  – određeni obrok  $i$  ( $i=1, \dots, 15$ )

Funkcija cilja se naredbom „SUBJECT TO“ pridružuje postavljenim ograničenjima koja su navedena u tablici 2, a kao ograničenja su uzete vrijednosti energije, proteina, masti, ugljikohidrata, prehrambenih vlakana, kalcija, magnezija, željeza, cinka, vitamina B<sub>6</sub> i glikemijskog opterećenja.

Tablica 2. Prikaz odabranih ograničenja energije i nutrijenata, njihovih preporučenih vrijednosti te dopuštenih raspona.

OGRANIČENJA	PREPORUKE	RASPON/ograničenje
ENERGIJA	2000 kcal	1800 – 2200 kcal
PROTEINI	15-20 %	67.5 - 110
MASTI	30-35 %	60 - 85, 56
UGLJIKOHIDRATI	< 65%	< 292, 5
PREHRAMBENA VLAKNA	25 g	+/- 30%
KALCIJ	1000 mg	+/- 30%
MAGNEZIJ	310 mg	+/- 30%
ŽELJEZO	15 mg	+/- 30%
CINK	8 mg	+/- 30%
VITAMIN B <sub>6</sub>	1.3 mg	+/- 30%
GLIKEMIJSKO OPTEREĆENJE *		< 100

\*u literaturi nema navoda o dnevnom ograničenju te je ovo ograničenje prema autorovom izboru

Ograničenja su pridružena u formi koja slijedi

$$\sum_{i=1}^n a_{ij} \cdot x_i \leq \text{ili} \geq b_j \quad (2)$$

Gdje su:

$a_j$  – vrijednosti energije i/ili nutrijenata za obrok  $x_i$ ,  $i=1, \dots, 15$

$b_j$  – vrijednosti ograničenja za energiju i/ili promatrani nutrijent.

Kako bi se osigurao izbor 3 glavna obroka u danu, također su dodana ograničenja koja navedeno osiguravaju (j.-be 3-5) te je dodana naredba *int* koja osigurava cjelobrojno rješenje:

$$Z_1 + Z_2 + Z_3 = 1 \quad (3)$$

$$R_1 + R_2 + R_3 = 1 \quad (4)$$

$$V_1 + V_2 + V_3 = 1 \quad (5)$$

Izbor užina tj. međuobroka bio je dozvoljen kao cjelobrojna, ne-integer vrijednost što je osigurano primjenom naredbe *gin* (detaljan prikaz vidljiv je u slici 7).

Osnova linearnog optimiranja zahtijeva i uvjet nenegativnosti te je opći prikaz naveden u jednadžbi 6:

$$x_i \geq 0 \quad (6)$$

Međutim, navedena ograničenja za svaki  $x_i$  nije potrebno pisati u programu LINDO jer je u njegovom kodu već uključen navedeni zahtjev (jednadžba 6).

Korištena je verzija LINDO programa koja je dostupna za slobodno preuzimanje (LINDO Systems inc., 2003).

## Rezultati i rasprava

Američka tablica kemijskog sastava hrane i jela (USDA, 2006), koja je korištena prilikom izrade jelovnika, sadrži 7234 redaka odnosno namirnica te 35 pratećih stupaca koji sadrže informaciju o masi hrane, alkoholu, udjelu pojedinih makro i mikronutrijenata, udjelu zasićenih, mononezasićenih i polinezasićenih masnih kiselina te prehrambenih vlakana.

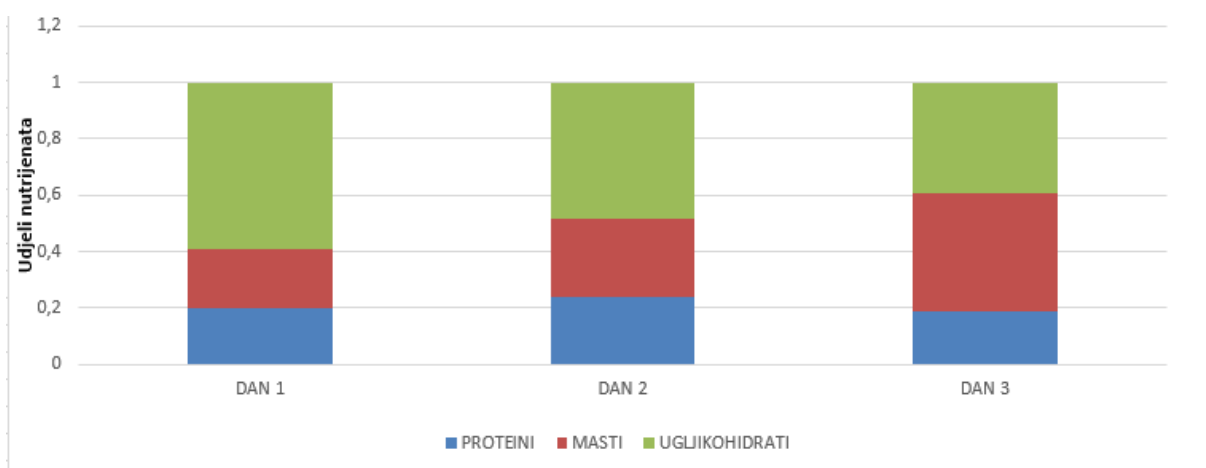
Baza glikemijskog indeksa (GI) i glikemijskog opterećenja (GL) u „dat“ verziji (Atkinson i sur., 2008) sadrži 1680 namirnica i 9 stupaca u kojima su se nalaze nazivi i kratki opisi namirnica, pridružene vrijednosti glikemijskog indeksa i glikemijskog opterećenja, odabir ugljikohidrata u skladu s dijabetesom, veličina serviranja u gramima te u uncama i vrijednost dostupnih ugljikohidrata u serviranju. Te dvije baze su povezane na način da su izračunate energetske i nutritivne ponude te vrijednosti glikemijskog indeksa i glikemijskog opterećenja izrađenog jelovnika (slika 1).

Šifra hrane	Hrana (skraćeni naziv)	% otpada	Masa (g)	Energija (kcal): izračunati pomoću Atwater faktora	Voda (g)	Proteini (g)	Masti (g)	Ugljikohidrati (g)	MUFA (g)	GI	GL
42270	ORANGE JUICE DRINK	0	240	130,656	206,9	0,5	0,0	32,2	0,0	48	12,48
01130	EGG, WHOLE, COOKED, OMELET	0	120	183,972	91,0	12,7	14,4	0,8	6,0	0	0
18035	BREAD, MULTI-GRAIN (INCLUDES WHOLE-GRAIN)	0	30	79,461	11,1	4,0	1,3	13,0	0,2	56	7,28
11206	CUCUMBER, PEELED, RAW	27	50	6,22	48,4	0,3	0,1	1,1	0,0	7,5	0,5
Zajutrak		27	440	400,309	357,371	17,467	15,785	47,094	6,2182	111,5	20,26
09003	APPLES, RAW, WITH SKIN	10	217	125,448	185,7	0,6	0,4	30,0	0,0	68,7167	10,3075
12087	NUTS, CASHEW NUTS, RAW		20	117,658	1,0	3,6	8,8	6,0	4,8	8,8	1,144
Doručak		10	217	243,1057	186,7052	4,2082	9,1389	36,0057	4,77459	77,51667	11,4515
06099	SOUP, TOMATO VEG, DRY, MIX		25	83,0825	0,9	2,9	1,3	15,0	0,5	3,8	0,646
07933	CHICKEN BREAST OVEN-ROASTED FAT-FREE SLICED	0	180	142,83	138,1	30,2	0,7	3,9	0,2	0	0
20055	RICE, WHITE, GLUTINOUS, CKD	0	70	65,905	53,6	1,4	0,1	14,8	0,0	32,2	17,066
11135	CAULIFLOWER, RAW	61	400	120,32	368,3	7,7	1,1	19,9	0,1	40	4
04053	OIL, OLIVE, SALAD OR COOKING	0	5	45	0,0	0,0	5,0	0,0	3,6	0	0
Ručak		61	680	457,1375	560,9315	42,2485	8,2275	53,524	4,46035	76	21,712
01117	YOGURT, PLN, LOFAT, 12 GRAMS PROT PER 8 OZ	0	240	151,464	204,2	12,6	3,7	16,9	1,0	33,6	4,8
09040	BANANAS, RAW	36	187	184,55	140,1	2,0	0,6	42,7	0,1	71,6833	17,9208
Užina		36	427	336,0143	344,2497	14,6383	4,3371	59,6068	1,08224	105,2833	22,72083
19296	HONEY	0	20	66,16	3,4	0,1	0,0	16,5	0,0	48	10,08
18290	PANCAKES, PLN, DRY MIX, COMPLETE, PREP	0	100	190,1	53,0	5,2	2,5	36,7	0,9	83,75	48,575
Večera		0	120	256,26	56,42	5,26	2,5	53,18	0,881	131,75	58,655
Dan 1		134	1884	1692,827	1505,677	83,822	39,9885	249,4105	17,41638		

Slika 1. Prikaz jednog dana dnevnog jelovnika izrađenog pomoću USDA tablice s pridodanim vrijednostima glikemijskog indeksa i glikemijskog opterećenja.

Prvi dan jelovnika sastojao se od jela i namirnica koje ispitanica uglavnom konzumira kao dio svoje svakodnevne prehrane dok su druga dva dana sastavljena s ciljem smanjenja udjela ugljikohidrata te postizanja niže vrijednosti glikemijskog indeksa.

Prilikom osmišljavanja prvog dana jelovnika nije se pazilo na udjele pojedinih makronutrijenata u obroku. Tijekom iduća dva dana cilj je bio smanjiti udjel ugljikohidrata u danu. Iz grafičkog prikaza je vidljivo da je udio ugljikohidrata u drugom i trećem danu niži u odnosu na prvi dan jelovnika (slika 2). Treći dan jelovnika karakterizira povećani udio masti, a tome pridonosi konzumacija kikriki maslaca u užini. Budući da je riječ o namirnici koja je izvor zdravih masti taj povećani udio može se opravdati, ali ukazuje na nužnost nutricioniste u procijeni istog (Mozaffarian i sur., 2010).



Slika 2. Grafički prikaz udjela pojedinih makronutrijenata u sva tri dana jelovnika.

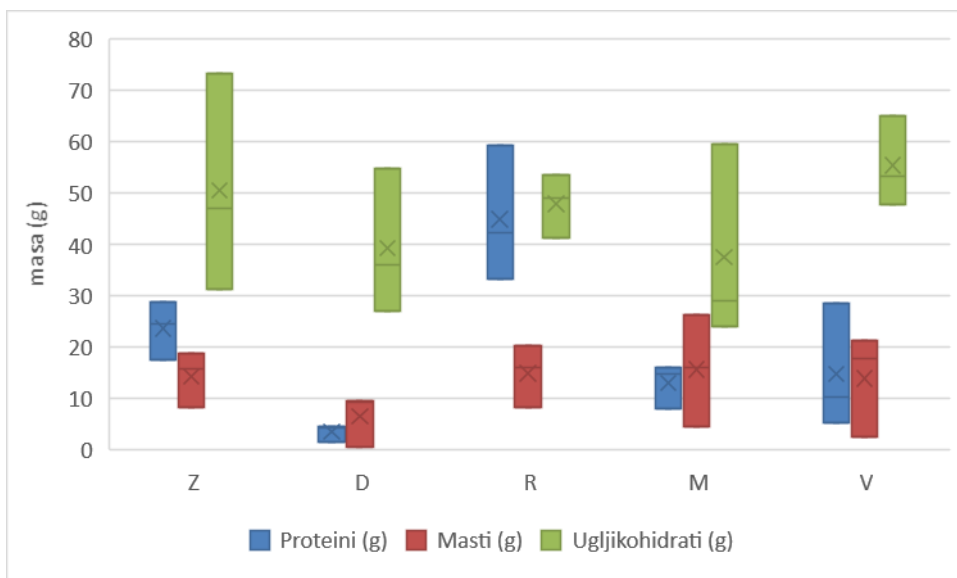
Cilj je bio prikazati raspon energije, makronutrijenata te povezanost raspona ugljikohidrata i glikemijskog indeksa u pojedinim dnevnim obrocima za što je korištena opcija Box and Whisker Plot u excelu. Niže navedeni grafovi (slike 3-5) su opisani sa četiri vrijednosti: maksimum, minimum, srednja vrijednost i medijan. Medijan je broj za koji vrijedi da je 50 % podataka manje ili jednako njemu, a 50 % podataka je veće ili jednako njemu (ASQ, 2021).

Kutijasti dijagram raspona energije (slika 3) pokazuje da glavni obroci – zajuttrak, ručak i večera, imaju veću energetska vrijednost u odnosu na međuobroke. Kod večere je vidljiv veći raspon energije u odnosu na druge obroke što se pokazalo opravdanim kada smo pogledali energetske vrijednosti večera u sva tri dana. Enegetska vrijednost večere prvog dana iznosi 256,26 kcal, drugog dana 495,731 kcal, a trećeg dana iznosi 460,89 kcal što su široki rasponi energije, te se navedeno odrazilo i na izduženost kutijastog prikaza. Prikazani znak „iksa“ unutar kutije pokazuje srednju vrijednost energije pojedinih obroka, dok vodoravna crta prikazuje medijan. Ukoliko su „x“ i „crta“ u istoj točki znači da nema velikog raspršenja. U svim

obrocima te dvije vrijednosti se podudaraju osim u večeri, a kako je već prije navedeno, razlog tome su velika odstupanja u samo 3 ponude. Graf također prikazuje da međuobrok između ručaka i večere ima veću energetska vrijednost u odnosu na doručak.



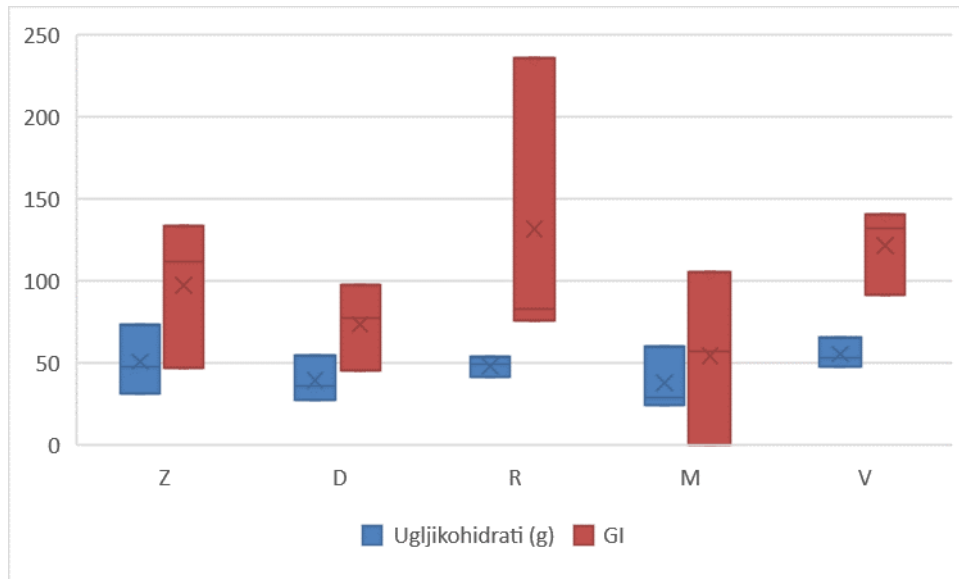
Slika 3. Prikaz raspona energije u pojedinim obrocima.



Slika 4. Prikaz raspona makrohranjenata u pojedinim obrocima.

U svim dnevnim obrocima prevladavaju ugljikohidrati (slika 4) osim u ručku gdje je nešto veći udio proteina. Široki raspon ugljikohidrata vidljiv je u zajutruku, doručku i međuobroku što znači da te obroke karakterizira velika razlika između minimalne i maksimalne mase ugljikohidrata u tim obrocima. Masa proteina u doručku je značajno niža u odnosu na ostale obroke. Široki rasponi mase proteina vidljivi su u ručku i večeri. Mase proteina u ručku iznose 42,25 g, 59,20

g i 33,32 g, a u večeri 5,26 g, 28,49 g te 10,23 g zbog čega su vidljivi široki rasponi. Širi rasponi mase masti u obrocima vidljivi su u međuobroku i večeri dok u zajutрку, doručku i ručku su rasponi nešto uži. Doručak karakterizira niži unos masti u odnosu na ostale obroke u danu.



Slika 5. Prikaz raspona ugljikohidrata i glikemiojskog indeksa u pojedinim dnevnim obrocima.

Iz prikazanog grafičkog prikaza raspona ugljikohidrata i glikemiojskog indeksa (slika 5) je vidljivo da niži niži unos ugljikohidrata ne mora nužno značiti i niži glikemiojski indeks što pokazuje da nije dovoljno samo smanjiti unos ugljikohidrata (Magdić i sur., 2013). Iz grafičkog prikaza to se najbolje vidi na primjeru ručka u kojem je masa ugljikohidrata najniža u odnosu na druge obroke i raspon unosa je najuži, a pridodana vrijednost glikemiojskog indeksa je znatno veća.

U excelu su podaci pripremljeni za daljnju obradu u programu LINDO. Za funkciju cilja postavljeno je minimiziranje glikemiojskog indeksa (prema jednadžbi 1). Kao dodatna ograničenja pridruženi su preporučeni rasponi unosa energije, proteina, masti te ugljikohidrata (prema jednadžbi 2). Budući da je jelovnik planirana za dvadeset jednogodišnju studenticu odabrani su i pojedini mikonutrijenti čije preporučeni unos često nije zadovoljen u toj dobi.

Program je postavljen korištenjem 15 varijabli te je korišteno isto toliko ograničenja. Obzirom na broj pojedinih obroka (3xD, 3xZ, 3xM, 3xR, 3xV), broj mogućih kombinacija bio bi 243.

Za energiju, proteine, masti i ugljikohidrate su kao ograničenja korištene maksimalne i minimalne preporučene vrijednosti raspona (tablica 2), a kod odabranih mikronutrijenta i prehrambenih vlakana postavljeno je zadovoljavanje polovine preporučeni vrijednosti, a

vrijednost glikemijskog opterećenja ograničena je na manje od 50. Pri tako postavljenim ograničenjima nije bilo moguće pronaći rješenje koje sadrži tri glavna obroka i eventualno jednu ili više užina. Ukoliko nije moguće pronaći rješenje potrebno je smanjiti broj ograničenja ili povećati broj varijabli (Gajdoš- Kljusurić, 2020). Kako bismo došli do optimalnog rješenja smanjili smo broj ograničenja na način da je odabrano zadovoljavanje minimalnih preporučenih vrijednosti raspona za proteine i ugljikohidrate te maksimalnih vrijednosti za masti; ograničenja za mikronutrijente, prehrambena vlakna su ostala ista, a ograničenje glikemijskog opterećenja je povećano i ograničeno na manje od 100 (za jedan dan). Tada također nije bilo moguće dobiti cjelobrojno rješenje.

Zbog toga smo krenuli s postavljanje pojedinačnih ograničenja te smo na taj način dobili različite kombinacije dnevnih obroka koje zadovoljavaju postavljena ograničenja.

Tablica 3. Prikaz mijenjanja optimalne ponude s obzirom na postavljena ograničenja.

OGRANIČENJA	DOBIVENA OPTIMALNA KOMBINACIJA
ENERGIJA >1800 kcal, <2200 kcal	Z3+D3+R1+M2+V3
PROTEINI >67 g	Z3+D3+R1+M2+V3
MASTI < 86 g	Z3+D3+R1+M2+V3
UGLJIKOHIDRATI <290 g	Z3+D3+R1+M2+V3
PREHRAMBENA VLAKNA >20 g	Z3+D3+R1+M2+V3
KALCIJ >500 mg	Z3+D3+R2+M2+V3
ŽELJEZO >10 mg	Z3+D3+R2+M2+V3
MAGNEZIJ >155 mg	Z3+D3+R2+M2+V3
CINK >4 mg	Z3+D3+R2+M2+V3
VITAMIN B <sub>6</sub> >0.7 mg	Z3+D3+R2+M2+V3
GLIKEMIJSKO OPTEREĆENJE <100	Z3+D3+R2+M2+V3

Kao što je prikazano u tablici 3, program LINDO kao optimalno rješenje na početku nudi sljedeću dnevnu ponudu: zajutak 3, doručak 3, ručak 1, međuobrok 2 i večera 3 i ta dnevna kombinacija se ne mijenja do postavljanja dnevnog unosa kalcija kao ograničenja.

Postavljanjem kalcija kao nutritivnog ograničenja došlo je do promjene u optimalnoj dnevnoj ponudi koja se dalje nije mijenjala iako su dodana ograničenja za ostale izabrane minerale, vitamin B<sub>6</sub> i glikemijsko opterećenje. Promijenjena optimalna ponuda sada uključuje: zajutak 3, doručak 3, ručak 2, međuobrok 2, večera 3.

Opravidanost i važnost uključivanja glikemijskog opterećenja (engl. *glycemic load*, GL) može se objasniti na vrijednostima za lubenicu. Prema dostupnim podacima (Atkinson i sur., 2008), lubenica u 100 g sadrži prosječno 6 g ugljikohidrata, čime mu je DCC izrazito nizak ( $DCC_{lubenica}=0,4$ ), međutim glikemiski indeks mu je izrazito visok ( $GI_{lubenica}=72$ ) a glikemijsko opterećenje ispod 4,5 ( $GL_{lubenica}=4,3$ ). Prema tablici iz priloga 2, DCC, GL su označeni zelenim, dakle prihvatljivim, dok je GI u crvenom. Stoga nije jedini pravilan način ograničiti model isključivo na nizak GI. Funkcija cilja jest primaran cilj (Gajdoš Kljusurić, 2020), ali se ona pridružuje ograničenjima te će svakako i GL biti značajan faktor pri izračunu optimalnog rješenja.

Potom je korištena naredba „GENERAL integer“ – *gin*, koja pridružena međuobrocima omogućuje izbor niti jednog, jednog ili većeg broja međuobroka ukoliko oni svojom nutritivnom vrijednosti zadovoljavaju postavljena ograničenja (slika 6).

```

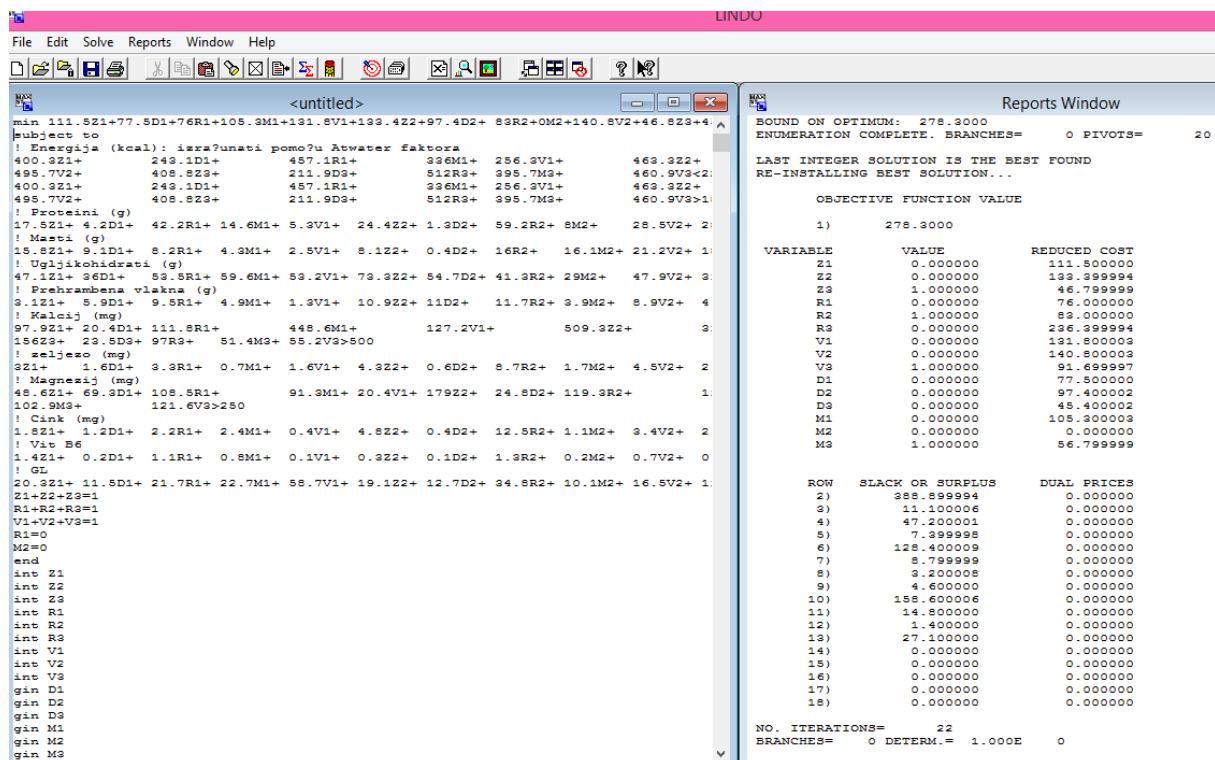
min 111.8Z1+77.5D1+76R1+109.3M1+131.9V1+139.4Z2+97.4D2+ 89R2+9M2+140.6V2+46.8Z3+45.4D3+ 236.4R3+56.8M3+ 91.7V3
subject to
! Energija (kcal): iskra?unati pomo?u Atwater faktora
400.3Z1+ 249.1D1+ 457.1R1+ 396M1+ 256.3V1+ 469.3Z2+ 228.1D2+ 545.7R2+ 292.5M2+
498.7V2+ 408.8Z3+ 211.9D3+ 512R3+ 395.7M3+ 460.9V3<2200
400.3Z1+ 249.1D1+ 457.1R1+ 396M1+ 256.3V1+ 469.3Z2+ 228.1D2+ 545.7R2+ 292.5M2+
498.7V2+ 408.8Z3+ 211.9D3+ 512R3+ 395.7M3+ 460.9V3>1800
! Proteini (g)
17.8Z1+ 4.2D1+ 42.2R1+ 14.6M1+ 5.9V1+ 24.4Z2+ 1.9D2+ 59.2R2+ 8M2+ 28.5V2+ 28.8Z3+ 4.5D3+ 33.3R3+ 16M3+ 10.2V3>67
! Masti (g)
15.8Z1+ 9.1D1+ 8.2R1+ 4.3M1+ 2.5V1+ 8.1Z2+ 0.4D2+ 16R2+ 16.1M2+ 21.2V2+ 18.7Z3+ 9.5D3+ 20.3R3+ 26.2M3+ 17.7V3<86
! Ugljikohidrati (g)
47.1Z1+ 36D1+ 59.5R1+ 59.6M1+ 59.2V1+ 79.3Z2+ 54.7D2+ 41.9R2+ 29M2+ 47.9V2+ 31.3Z3+ 27D3+ 49R3+ 23.9M3+ 65.1V3<290
! Prehrambena vlakna (g)
9.1Z1+ 5.9D1+ 9.5R1+ 4.9M1+ 1.3V1+ 10.9Z2+ 11D2+ 11.7R2+ 9.9M2+ 8.9V2+ 4.2Z3+ 1.2D3+ 8.8R3+ 5.5M3+ 7.4V3>20
! Kalcij (mg)
97.9Z1+ 20.4D1+ 111.8R1+ 448.6M1+ 127.2V1+ 809.3Z2+ 31.9D2+ 240.6R2+ 106.1M2+ 188.1V2+
156Z3+ 23.3D3+ 97R3+ 51.4M3+ 55.2V3>500
! selj=ao (mg)
3Z1+ 1.6D1+ 3.3R1+ 0.7M1+ 1.6V1+ 4.3Z2+ 0.6D2+ 8.7R2+ 1.7M2+ 4.5V2+ 2.9Z3+ 1.2D3+ 5.9R3+ 1.7M3+ 6.3V3>15
! Magnezij (mg)
48.6Z1+ 69.3D1+ 108.5R1+ 91.3M1+ 20.4V1+ 179Z2+ 24.8D2+ 119.3R2+ 114.6M2+ 106.8V2+ 64.8Z3+ 38.4D3+ 130.9R3+
102.9M3+ 121.6V3>250
! Cink (mg)
1.8Z1+ 1.2D1+ 2.2R1+ 2.4M1+ 0.4V1+ 4.8Z2+ 0.4D2+ 12.5R2+ 1.1M2+ 3.4V2+ 2.5Z3+ 0.5D3+ 7.9R3+ 1.9M3+ 1.9V3>4
! Vit B6
1.4Z1+ 0.2D1+ 1.1R1+ 0.8M1+ 0.1V1+ 0.3Z2+ 0.1D2+ 1.3R2+ 0.2M2+ 0.7V2+ 0.4Z3+ 0D3+ 0.7R3+ 0.3M3+ 0.1V3>0.7
! OI
20.3Z1+ 11.5D1+ 21.7R1+ 22.7M1+ 88.7V1+ 19.1Z2+ 12.7D2+ 34.8R2+ 10.1M2+ 16.5V2+ 11.3Z3+ 3D3+ 23.9R3+ 12.6M3+ 14.2V3<100
Z1+Z2+Z3=1
R1+R2+R3=1
V1+V2+V3=1
R1=0
M2=0
end
int Z1
int Z2
int Z3
int R1
int R2
int R3
int V1
int V2
int V3
gin D1
gin D2
gin D3
gin M1
gin M2
gin M3

```

Slika 6. Prikaz modela postavljene funkcije cilja te ograničenja u LINDO programu.



Ponudeno optimalno rješenje uvođenjem funkcije *gin* glasi: zajutak 3, ručak 1, večera 3 te je međuobroku 2 pridružena vrijednost 2, što podrazumijeva konzumacija istog međuobroka dva puta u danu. Zatim smo u LINDO programu optimiranje proveli još jednom na način da smo isključili mogućnost izbora ručka 1 i međuobroka 2 (slika 7) kao sastavnica optimalnog rješenja te smo tim varijablama pridružili vrijednost 0 ( $R1=0$  i  $M2=0$ ). Međuobrok 2 bio je 60 g badema i sok od grejpa. Voće je izvor prehrambenih vlakana, a jedno od postavljenih ograničenja bilo je zadovoljavanje potreba za prehrambenim vlaknima. Bademi su bogati izvor nezasićene masne kiseline- oleinske kiseline te vitamina E, mangana, kalija i magnezija. Zbog svog nutritivnog sastava ima dokazano povoljno djelovanje na bolesti srca i krvnih žila. Zamjenom zasićenih masti u prehrani nezasićenim mastima porijeklom iz badema dolazi do smanjenja razine štetnog, LDL kolesterola, ali utječe i na održavanje razine HDL kolesterola (Kalita i sur., 2018).



Slika 7. Prikaz postavljenih ograničenja u LINDO programu.

Na temelju prethodnom postavljenih ograničenja za energiju, makro i mikronutrijente, prehrambena vlakna, glikemijsko opterećenje, uključivanje funkcije *gin* te isključivanja mogućnosti odabira ručka 1 te međuobroka 2 dobili smo slijedeću optimalnu ponudu koja je prikazana tablično (tablica 4).

Tablica 4. Prikaz optimalne ponude dobivene u programu LINDO

Varijabla	Ponuda
Zajutrak 3	Kukuruzna tortilja 62 g Omlet 120 g Šunka 20 g Zrnati sir 75 g
Ručak 2	Juha od gljiva 179 g Kupus 200 g Leća (salata) 100 g Odrezak, govedina 150 g
Međuobrok 3	Kruh od cjelovitog zrna 50 g Maslac od kikirikija 30 g
Večera 3	Griz 50 g Tamna čokolada 40 g Jagode 53 g Borovnice 60 g

Vrijednost glikemijskog indeksa za dobivenu optimalnu dnevnu ponudu iznosi 278,73 što predstavlja minimalnu vrijednost glikemijskog indeksa u odnosu na vrijednosti koje su dobivene u svakom od pojedinih dana trodnevnog jelovnika (dan 1, GI = 502, 05, dan 2 GI= 454, 58, dan 3 GI= 477, 01).

Kod planiranja prehrane za pojedine specifične skupine kod koji se zahtjeva postizanje visokih vrijednosti glikemijskog indeksa, kao funkcija cilja se može postaviti postizanje maksimalne vrijednosti glikemijskog indeksa (slika 8). Uz navedenu funkciju cilja i navedena ograničenja energije, makro i mikronutrijenata, prehrambenih vlakana i glikemijskog opterećenja optimalno rješenje glasi: zajutrak 1, ručak 3, večera 2, doručak 2, doručak 3 i međuobrok 2.

The screenshot shows a linear programming solver window with two panes. The left pane contains the problem formulation, and the right pane shows the solver's output.

**Problem Formulation (Left Pane):**

```

max 111.5Z1+77.5D1+76R1+105.9M1+191.8V1+193.4Z2+97.4D2+ 83R2+0M2+140.8V2+46.8Z3+46.8V3+46.8V4
subject to
! Energija (kcal): iskra?unati pomo?u Atwater faktora
400.3Z1+ 249.1D1+ 457.1R1+ 386M1+ 256.3V1+ 469.3Z2+
495.7V2+ 408.8Z3+ 211.9D3+ 512R3+ 395.7M3+ 460.9V3+46.8V4
400.3Z1+ 249.1D1+ 457.1R1+ 386M1+ 256.3V1+ 469.3Z2+
495.7V2+ 408.8Z3+ 211.9D3+ 512R3+ 395.7M3+ 460.9V3+46.8V4
! Proteini (g)
17.5Z1+ 4.2D1+ 42.2R1+ 14.6M1+ 5.3V1+ 24.4Z2+ 1.3D2+ 59.2R2+ 8M2+ 28.5V2+ 2
! Masti (g)
15.8Z1+ 9.1D1+ 8.2R1+ 4.9M1+ 2.5V1+ 8.1Z2+ 0.4D2+ 16R2+ 16.1M2+ 21.2V2+ 1
! Ugljikohidrata (g)
47.1Z1+ 36D1+ 59.5R1+ 59.6M1+ 59.2V1+ 79.3Z2+ 54.7D2+ 41.9R2+ 29M2+ 47.9V2+ 9
! Prehrambena vlakna (g)
9.1Z1+ 5.9D1+ 9.5R1+ 4.9M1+ 1.3V1+ 10.9Z2+ 11D2+ 11.7R2+ 3.9M2+ 8.9V2+ 4
! Kalcij (mg)
97.9Z1+ 20.4D1+ 111.8R1+ 448.6M1+ 127.2V1+ 509.3Z2+ 8
156Z3+ 29.5D3+ 97R3+ 51.4M3+ 55.2V3>500
! seljeno (mg)
3Z1+ 1.6D1+ 3.3R1+ 0.7M1+ 1.6V1+ 4.3Z2+ 0.6D2+ 8.7R2+ 1.7M2+ 4.5V2+ 2
! Magnezij (mg)
48.6Z1+ 69.3D1+ 108.5R1+ 91.3M1+ 20.4V1+ 179Z2+ 24.8D2+ 119.3R2+ 1
102.9M3+ 121.6V3>250
! Cink (mg)
1.8Z1+ 1.2D1+ 2.2R1+ 2.4M1+ 0.4V1+ 4.8Z2+ 0.4D2+ 12.5R2+ 1.1M2+ 3.4V2+ 2
! Vit B6
1.4Z1+ 0.2D1+ 1.1R1+ 0.8M1+ 0.1V1+ 0.3Z2+ 0.1D2+ 1.3R2+ 0.2M2+ 0.7V2+ 0
! G2
20.9Z1+ 11.5D1+ 21.7R1+ 22.7M1+ 58.7V1+ 19.1Z2+ 12.7D2+ 34.8R2+ 10.1M2+ 16.5V2+ 1
Z1+Z2+Z3=1
R1+R2+R3=1
V1+V2+V3=1
R1=0
M2=0
end
int Z1
int Z2
int Z3
int R1
int R2
int R3
int V1
int V2
int V3
gin D1
gin D2
gin D3
gin M1
gin M2
gin M3

```

**Solver Output (Right Pane):**

```

Reports Window
DELETE Z2 AT LEVEL 1
ENUMERATION COMPLETE. BRANCHES= 19 PIVOTS= 170
LAST INTEGER SOLUTION IS THE BEST FOUND
RE-INSTALLING BEST SOLUTION...

OBJECTIVE FUNCTION VALUE
1) 736.8000

VARIABLE VALUE REDUCED COST
Z1 1.000000 -111.500000
Z2 0.000000 -133.399994
Z3 0.000000 -46.799999
R1 0.000000 -76.000000
R2 0.000000 -83.000000
R3 1.000000 -236.399994
V1 0.000000 -131.800003
V2 1.000000 -140.800003
V3 0.000000 -91.699997
D1 0.000000 -77.500000
D2 1.000000 -97.400002
D3 1.000000 -48.400002
M1 1.000000 -108.900008
M2 0.000000 0.000000
M3 0.000000 -56.799999

ROW SLACK OR SURPLUS DUAL PRICES
2) 16.000000 0.000000
3) 384.000000 0.000000
4) 32.700001 0.000000
5) 14.500000 0.000000
6) 4.700001 0.000000
7) 17.900000 0.000000
8) 387.000000 0.000000
9) 0.900000 0.000000
10) 180.800002 0.000000
11) 12.400001 0.000000
12) 3.000000 0.000000
13) 0.900001 0.000000
14) 0.000000 0.000000
15) 0.000000 0.000000
16) 0.000000 0.000000
17) 0.000000 0.000000
18) 0.000000 0.000000

NO. ITERATIONS= 172
BRANCHES= 19 DETERM.= 1.000E 0

```

Slika 8. Postavljanje postizanja maksimalne vrijednosti glikemijskog indeksa kao funkcije cilja

U ovom radu kao funkcija cilja uzeto je postizanje minimalne vrijednosti glikemijskog indeksa, a pokazano je i da funkcija cilja može biti i postizanje maksimalne vrijednosti što može biti korisno prilikom planiranja prehrane za specifične skupine koje zahtijevaju veću vrijednost glikemijskog indeksa. Jelovnik koji bi omogućio maksimalan GI (F cilja max =736) prikazan je sa svojom ponudom u tablici 5.

Tablica 5. Prikaz optimalne ponude ukoliko se kao funkcija cilja postavi postizanje maksimalne vrijednost glikemijskog indeksa.

Varijabla	Ponuda
Glavni obroci	
Zajutrak 1	sok od naranče 240 g omlet 120 g kruh od cjelovitog zrna 30 g krastavci 50 g
Ručak 3	Juha od šparoga 89 g Quinoa 80 g Panirani odrezak, govedina 82 g Gljive 100 g Cikla 200 g
Večera 2	Jaja, kuhana 120 g Humus 60 g Kruh od cjelovitog zrna 70 g Krastavci 190 g
Međuobroci	
Doručak 2	Kruška 354 g
Doručak 3	Granola pločica 40 g Instant kava 5 g
Međubrok 1	Jogurt 240 g Banana 187 g

U radu gdje je tražena optimalna ponuda za bodybuildere u funkciju cilja je stavljena konačna cijena dnevnog jelovnika (Magdić i sur., 2013). Dodatnih 15 ograničenja, koja su pridružena funkciji cilja, odnosila su se na energiju, makronutrijente te mikronutrijene, koji su često manjkavi kod žena u životnoj dobi naše ispitanice. Dok u radu u kojem je također korišten LINDO program za pronalaženje optimalne ponude za trudnice kao ograničenja su uzeti oni mikronutrijenti čiji je unos nužan za pravilan razvoj ploda, a ukupan broj ograničenja je bio 19 (Đunđek i sur., 2011).

Kod planiranja prehrane za trudnice kod kojih se pojavio gestacijski dijabetes, dnevni jelovnik je uključivao i noćni međuobrok koji je za cilj imao prevenirati noćnu hipoglikemiju i ketozu. Prema tome, kod traženja optimalne ponude u ovom slučaju broj mogućih rješenja iznosio je 117. Ograničenja za energiju kod trudnica su iznosila +/- 10 % u odnosu na preporučene vrijednosti Američkog dijabetološkog društva što je ukazalo na potrebu individualiziranog pristupa ( Orešković i sur., 2014). Energetske potrebe ispitanice u ovom radu su izračunate na temelju njezinih antropometrijskih parametara.

## Zaključak

- Dnevni energetska unos prvog dana iznosi je 1692 kcal dok je u drugom i trećem danu on bio viši iznosio je 2025 kcal i 1989 kcal što je bili bliže preporučenom rasponu vrijednosti za energiju u odnosu na prvi dan.
- Udjeli ugljikohidrata su također smanjeni u drugom i trećem danu jelovnika što je također bio cilj prilikom izrade dnevnih ponuda.
- Sama predpriprema podataka je složena zbog potrebnog korištenja većeg broja baza podataka o sastavu namirnica. Baze se međusobno razlikuju prema vrsti i broju namirnica koje sadrže.
- Jelovnici koji su složeni s ciljem postizanja minimalne vrijednosti glikemijskog indeksa osmišljeni su od strane nutricionista koji poznaje glikemijske vrijednosti namirnica.
- Nužnost nutricioniste u ovom načinu planiranja jelovnika je bitna jer mu njegove kompetencije i vještine omogućuju pravilno pridruživanja podataka s minimalnom vjerojatnošću pogreške koje mogu imati ozbiljne zdravstvene posljedice
- Program LINDO pokazao je da je moguće postići još nižu vrijednost glikemijskog indeksa od ostvarene u planiranim dnevnim jelovnicima, od strane nutricioniste, što ukazuje na potencijal i prednosti korištenje takvih alata u radu. Međutim nužno je da onaj koji koristi takve alate ima i osnovne IT vještine i da je educiran u struci što pokazuje ulogu nutricioniste u računalnom planiranju jelovnika za specifične skupine.

## Popis literature

- ADA - American Diabetes Association (2010) Diagnosis and Classification Of Diabetes Mellitus. *Diabetes Care*. **33**:62-69.
- Alkerwi A. (2014) Diet quality concept. *Nutrition* **30**: 613-618
- Atkinson, F.S., Foster-Powell, K., Brand-Miller, J.C. (2008) International Tables of Glycemic Index and Glycemic Load Values: 2008, *Diabetes Care* **31**:2281-2283.
- ASQ, American Society for Quality (2021) What is a box and whisker plot < <https://asq.org/quality-resources/box-whisker-plot> >. Pristupljeno 21. lipnja 2021.
- Challa H.J., Ameer M.A., Uppaluri K.R. (2012) DASH Diet To Stop Hypertension, StatPearls [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2021.
- Coulston A.M., Rock C.L., Mosen E.R. (2001) Nutrition in the prevention and treatment of disease Academic Press, str 18.
- D`Andrea Meira I., Romao T.T., Januzzelli Pires do Prado H., Kruger L.T., Paiva Pires M.E., De Conceicao P.O. (2019) Ketogenic Diet and Epilepsy: What We Know So Far. *Frontiers in Neuroscience* **13**: 5.
- Dietary Guidelines for Americans (2020) <[https://www.dietaryguidelines.gov/sites/default/files/202012/Dietary\\_Guidelines\\_for\\_Americans\\_2020-2025.pdf](https://www.dietaryguidelines.gov/sites/default/files/202012/Dietary_Guidelines_for_Americans_2020-2025.pdf)> str. 4 Pristupljeno 19. svibnja 2021.
- Đunđek S., Kljusurić Gajdoš J., Magdić D., Čačić-Lukinac J., Kurtanjek Ž. (2011) Optimisation of the Daily Nutrient Composition of Daily Intakes During Gestation. *Croatian Journal of Food Technology, Biotechnology and Nutrition* **6 (1- 2)**:45- 51
- Foster-Powell K., Miller J.B. (1995) International tables of glycemic index, *The American Journal of Clinical Nutrition*, **62**(4), 871S–890S.
- Foster- Powell K., Holth S.H., Brand- Miller J.C. (2002) International table of glycemic indeks and glycemic load values, *The American Journal of Clinical Nutrition* **76**: 5- 56

GIF, Glycemic index foundation (2017) Welcome to Low GI Living <<https://www.gisymbol.com/>>. Pristupljeno 2. veljače, 2021.

Evert A.B., Boucher J.L., Cypress M., Dunbar S.A., Franz M.J., Mayer-Davis E.J., Neumiller J.J., Nwankwo R., Verdi C.L., Urbanski P., Yancy W.S. Jr. (2013) Nutrition Therapy Recommendations for the Management of Adults with Diabetes. *Diabetes Care* **36**: 3821-3841.

Ford E.S., Bergmann M.M., Kröger J., Schienkiewitz A., Weikert C., Boeing H. (2009) Healthy living is the best revenge: findings from the European Prospective Investigation Into Cancer and Nutrition- Potsdam study. *Archives of internal medicine* **69**: 1355-1362.

Gaesser GA, Angadi SS (2015) Navigating the gluten- free boom. *Official journal of the American Academy of Physician assistants* **28** :1- 7.

Govital (2021) Calculate your Daily Calorie Needs. < <https://govital.eu/daily-calorie-intake-calculator> />. Pristupljeno 1. lipnja, 2021.

Gray A, Threlkeld RJ. Nutritional Recommendations for Individuals with Diabetes. 2019 Oct 13. In: Feingold KR, Anawalt B, Boyce A, Chrousos G, de Herder WW, Dhatariya K, Dungan K, Grossman A, Hershman JM, Hofland J, Kalra S, Kaltsas G, Koch C, Kopp P, Korbonits M, Kovacs CS, Kuohung W, Laferrère B, McGee EA, McLachlan R, Morley JE, New M, Purnell J, Sahay R, Singer F, Stratakis CA, Trencé DL, Wilson DP, editors. Endotext [Internet]. South Dartmouth (MA): MDText.com, Inc.; 2000-. PMID: 25905243.

Hershey K. (2018) Renal Diet. *Nursing Clinics of North America* **53**:481- 489.

Hrvatska udruga oboljelih od sklerodermije <<http://huos.hr/udruga/vaznost-prehrane>>. Pristupljeno 9. veljače, 2021.

HZJZ (2021) Dijabetes <<https://www.hzjz.hr/sluzba-epidemiologija-prevenција-nezaraznih-bolesti/odjel-za-koordinaciju-i-provodenje-programa-i-projekata-za-prevenciju-kronicnih-nezaraznih-bolest/dijabetes/>> Pristupljeno 01.lipnja 2021.

HZJZ (2020) Živjeti zdravo – tjelesno zdravlje. <<https://www.hzjz.hr/wp-content/uploads/2018/06/Brosura-SREDNJA-SKOLA.pdf>>. Pristupljeno 12. veljače 2021.



- Kalita S., Khandelwal S., Madan J., Pandya H., Sesikeran B., Krishnaswamy K. (2018.) Almonds and Cardiovascular Health: A Review. *Nutrients* **10(4)**: 468
- Karas, D., Banjari, I., Kenjeric D. (2015) Determination of the glycaemic index of preparations for sports performance. *Hrana u zdravlju i bolesti, znanstveno-stručni časopis za nutricionizam i dijetetiku* **4**:1-10.
- Knowler WC, Barrett- Connor E., Fowler S., Hamman RF, Lachin JM, Walker EA, Nathan DM (2002) Reduction in the incidence of type 2 diabetes with lifestyle intervention or metformin. *The New England Journal of Medicine* **346**:393- 403.
- Lindo Systems Inc. (2003) <<https://www.lindo.com/index.php/ls-downloads>>. Pristupljeno 1. lipnja, 2021.
- Magdić D., Kljusurić Gajdoš J., Matijević L, Frketic D. (2013) Analysis of diet optimization models for enabling conditions for hypertrophic muscle enlargement in athletes. *Croatian Journal of Food Science and Technology* **5(1)**: 18- 28
- Mozaffarian D., Cao H., King I.B., Lemaitre R.N., Song X., Siscovick D.S., Hotamisligil G.S. (2010) Trans-palmitoleic acid, metabolic risk factors, and new-onset diabetes in U.S. adults: a cohort study. *Ann Intern Med.* **153**:790-9.
- Orešković P., Tušek K, Kljusurić- Gajdoš J., Kurtanjek Ž. (2014) Menu planning for pregnant women with gestional diabetes – the necessity of a nutritionist. *Journal of Hygienic Engineering and Design* **6** : 81- 86
- Orlić- Crnčević Ž. (2009) Pretilost i šećerna bolest. *Medix* **15**: 124- 128
- Panjkota- Krbavčić I. (2008) Nutrition in Celiac Disease. *Medicus* **17**:87- 92.
- Rahelić D., Jenkins A., Božikov V., Pavić E., Jurić K., Fairgrieve C., Romić D, Kokić S., Vuksan, V. (2011) Glycemic index in diabetes. *Collegium Antropologicum* **35**:1363-1368.
- Rubio-Tapia A., Hill I.D., Kelly C.P., Calderwood A.H., Murray J.A. (2013) ACG clinical guidelines: diagnosis and management of celiac disease. *American Journal of Gastroenterology.* **108**:656-676.

- Severinski S., Butorac Ahel I., Božinović I. (2016) Šećerna bolest tipa 1 u dječjoj dobi. *Medicina fluminensis*, **52**: 467-476.
- Swagerty D.L., Walling A.D., Klein R.M. (2003) Lactose intolerance. *American Academy of Family Physicians* **65**: 1845-1850.
- Šatalić Z., Sorić M., Mišigoj- Duraković M. (2016) Sportska prehrana. Znanje, str. 153, 154.
- Thomas D.E., Elliotte E.J. (2010) The use of low-glycaemic index diets in diabetes control. *British Journal of Nutrition* **104**:797- 802.
- USDA, U.S. Department of Agriculture (2006) Composition of Foods: Raw, Processed, Prepared; USDA National Nutrient Database for Standard Reference, Release 19.
- WHO, *Diet, Physical Activity and Health*. Geneva: World Health Organization, 2002 (documents A55/16 and A55/16 corr. 1).  
<[https://apps.who.int/gb/archive/pdf\\_files/WHA55/ea5516.pdf](https://apps.who.int/gb/archive/pdf_files/WHA55/ea5516.pdf)> Pristupljeno 13.02.2021
- WHO-World health organization <<https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/healthy-diet>>. Pristupljeno 9.2.2021.
- WHO, Joint, and FAO Expert Consultation. "Diet, nutrition and the prevention of chronic diseases." World Health Organ Tech Rep Ser 916.i-viii (2003).
- ZDD, Zagrebačko dijabetičko društvo (2021) Prehrana bolesnika sa šećernom bolešću <<https://zadi.hr/clanci/prehrana/hrana-bolesnika-sa-secernom-bolescu/>>. Pristupljeno 2. veljače, 2021.
- Živković R. (2000) Hranom do zdravlja. Medicinska naklada. Zagreb.
- Živković R. (2002) Dijetetika, Medicinska naklada Zagreb, str. 2, 91.

## Prilozi

### Prilog 1. Izračun dnevne potrebe na energiji za ispitanicu (Govital, 2021)

govital.eu/daily-calorie-intake-calculator/

Gmail YouTube Karte Editor – InstaText Notice of call for ex... OECD iLibrary | Aut... Web of Science [v.5... Data Scientist - EFS...

HOME SHOP NEWS &

### Calculate your Daily Calorie Needs

21	YOUR DAILY CALORIES <b>2043.66</b>
65	
By Kilo (KG)	LOWEST DAILY CALORIES <b>1486.30</b>
170	
By Centimeters (cm)	
<input type="radio"/> Male <input checked="" type="radio"/> Female	
Light (1 to 3 days per week)	
<a href="#">CALCULATE</a>	

**Prilog 2.** Original tablica koja sadrži podatke o glikemijskom indeksu i glikemijskom opterećenju

Row #	Food	Glycemic Index	Glycemic Load	Diabetic Carb Choices	Serving Size grams	servicing oz	Avail. Carb per serving	Reformat GI(Col C) for calculation
45	Smoothie, raspberry (Con Agra Inc., Omaha, NE, USA)	33±9	13,5	2,7	250	8,82	41	33
46	Smoothie drink, soy, banana (So Natural Foods, Tarren Point, NSW, Australia)6	30±3	6,6	1,5	250	8,82	22	30
47	Smoothie drink, soy, chocolate hazelnut (So Natural Foods, Australia)6	34±3	8,5	1,7	250	8,82	25	34
48	Solo™, lemon squash, soft drink (Cadbury Schweppes, Sydney, NSW, Australia)6	58±5	16,8	1,9	250	8,82	29	58
49	Up & Go, cocoa malt flavor (soy milk, rice cereal liquid breakfast)6 (Sanitarium Health Foods, Berri, SA, Australia)	43±5	11,2	1,7	250	8,82	26	43
51	Up & Go, original malt flavor (soy milk, rice cereal liquid breakfast)6 (Sanitarium Health Foods, Australia)	46±5	11,0	1,6	250	8,82	24	46
53	Xpress, chocolate (soy bean, cereal and legume extract drink with fructose)6 (So Natural Foods, Australia)	39±2	13,3	2,3	250	8,82	34	39
<b>55 Juices</b>								
<b>56 Apple juice</b>								
57	Apple juice, pure, unsweetened, reconstituted (Berri Ltd., Berri, SA, Australia)	39±5						39
58	Apple juice, unsweetened	40						40
59	Apple juice, unsweetened (Allens, Toronto, Canada)	41						41
60	mean of three studies	40±1	11,6	1,9	250	8,82	29	40
61	Apple juice, pure, clear, unsweetened (Wild About Fruit, Wandin, Vic, Australia)	44±2	13,2	2,0	250	8,82	30	44
62	Apple juice, pure, cloudy, unsweetened (Wild About Fruit, Australia)	37±3	10,4	1,9	250	8,82	28	37
63	Apple and cherry juice, pure, unsweetened (Wild About Fruit, Australia)	43±3	14,2	2,2	250	8,82	33	43
64	Carrot juice, freshly made (Sydney, Australia)6	43±3	9,9	1,5	250	8,82	23	43
65	Cranberry juice cocktail (Ocean Spray®, Melbourne, Vic, Australia)	52±3	16,1	2,1	250	8,82	31	52
66	Cranberry juice cocktail (Ocean Spray® Inc., Lakeville-Middleboro, MA, USA)	68±3	24,5	2,4	250	8,82	36	68
67	Cranberry juice drink, Ocean Spray® (Gerber Ltd., Bridgewater, Somerset, UK)	56±4	16,2	1,9	250	8,82	29	56
68	Grapefruit juice, unsweetened (Sunpac, Toronto, Canada)	48	10,6	1,5	250	8,82	22	48
<b>69 Orange juice</b>								
70	Orange Juice (Canada)	46±6						46
71	Orange juice, unsweetened, reconstituted (Quelch®, Berri Ltd., Carlton, Vic, Australia)	53±6						53
72	mean of two studies	50±4	13,0	1,7	250	8,82	26	50
73	Pineapple juice, unsweetened (Dole Packaged Foods, Toronto, Canada)	46	15,6	2,3	250	8,82	34	46
74	Tomato juice, canned, no added sugar (Berri Ltd., Berri, SA, Australia)6	38±4	3,4	0,6	250	8,82	9	38
75	Yakult®, fermented milk drink with Lactobacillus casei (Yakult, Dandenong, Vic, Australia)	46±6	6,5	0,8	65	2,29	12	46
<b>76 Sports drinks</b>								
77	Gatorade® (Spring Valley Beverages Pty Ltd., Cheltenham, Vic, Australia)	78±13	11,7	1,0	250	8,82	15	78
78	Isostar® (Novartis Consumer Health, Nyon, Switzerland)	70±15	12,6	1,2	250	8,82	18	70
79	Sports Plus® (Berri Ltd., Berri, SA, Australia)	74±6	12,6	1,1	250	8,82	17	74

All foods

## **Izjava o izvornosti**

Izjavljujem da je ovaj završni rad izvorni rezultat mojeg rada te da se u njegovoj izradi nisam koristila drugim izvorima, osim onih koji su u njemu navedeni.

---

Paula Ruščić