

1 Uvod u modeliranje i optimiranje u nutricionizmu

Hrana osigurava energiju potrebnu za održavanje rasta, razvoja, tjelesne aktivnosti i ostalih tjelesnih funkcija (npr. disanje, kontrolu tjelesne temperature, mentalnu i tjelesnu aktivnost, cirkulaciju, probavu). Hranom unosimo tvari koje:

- izgrađuju i održavaju tijelo,
- pridonose održavanju tjelesne i mentalne kondicije,
- te poboljšavaju otpornost prema bolestima.

U ljudskoj prehrani mogu se koristiti sve vrste zdravstveno ispravnih namirnica. Kombinacijom raznovrsnih namirnica u 3 – 5 obroka i međuobroka tijekom dana važno je zadovoljiti:

- energetske potrebe i
- potrebe za hranjivim tvarima određene osobe.

Raspodjela namirnica u određeni broj obroka kao i energetska vrijednost i niz drugih informacija čine kriterije i dimenzije u planiranju obroka koji se mogu opisati riječima ili modelima (npr. konceptualne modele).

Modelima se pokušava na što vjerniji način opisati stvarno stanje, s ciljem izdvajanja ključnih varijabli za navedeni model. S modelima u nutricionizmu susrećemo se od najranijih dana kao npr. u slikovnicama (koje prikazuju različitu hranu – npr. voće) pa se odrastanjem stiže do modela kao što su npr. složene strukturne formule (škrob, vitamini, strukture proteina i sl.).

Najpoznatiji model u nutricionizmu je piramida pravilne prehrane te tanjur pravilne prehrane koji spadaju u tzv. konceptualne modele. Modeli se često povezuju s matematikom te je jedan od najpoznatijih matematičkih modela u nutricionizmu model izračuna indeksa tjelesne mase (ITM) koji predstavlja omjer tjelesne mase (izražene u kilogramima) i kvadrata tjelesne visine (izražene u metrima). Pregled vrsta i podjele modela koji se najčešće koriste u nutricionizmu bit će dan u poglavljima koja slijede.

Model je približan prikaz sustava, služi boljem razumijevanju sustava s ciljem njegovog mijenjanja i/ili upravljanja.

Složen sustav, kao što je prehrana, nije lako opisati jednim modelom te se koristi niz tehnika **modeliranja** (koncepti, matematički modeli i sl.) kojima se analizira i procjenjuje kakvoća prehrane.

Matematičko modeliranje predstavlja opisivanje stvarnog sustava matematičkim veličinama. Ključ modela su informacije koje mogu biti ulazne ili izlazne, a daju nam neku informaciju vezanu za model. Informacije mogu biti u numeričkom obliku ili jezične varijable, ali da bi se s pomoću informacija mogao opisati sustav, varijable i/ili informacije moraju se međusobno dovesti u vezu po nekom logičkom obliku. Modelima se nastoji što vjernije opisati promatrani sustav kako bi se mogao što bolje razumjeti te predvidjeti daljnje djelovanje u cilju što boljeg upravljanja. Tako se primjerice nutricionizmu nastoje opisati ili predvidjeti moguće veze između hrane/prehrane i čimbenika kao što su zdravlje, pretilost i sl., ovisno o promatranom sustavu.

Modeliranje u nutricionizmu nalazi svoju primjenu u:

- međusobnom povezivanju različitih veličina vezanih za hranu ili prehranu
- povezivanju različitih veličina vezanih za hranu ili prehranu s različitim veličinama koje mogu biti pod utjecajem promatranih veličina
- planiranju prehrane postavljanjem ciljeva i ograničenja (linearno i nelinearno optimiranje).

Hrana koja se svakodnevno konzumira sadrži specifične kemijske sastojke koje je moguće uvjetno razdijeliti u nekoliko sljedećih skupina: glavni izvori energije (masti, proteini, ugljikohidrati, alkohol); esencijalne prehrambene tvari (vitamini i minerali); voda; esencijalne amino i masne kiseline; prehrambeni aditivi (označeni E-brojem); prirodni toksini (npr. vitamin A, otrovi gljiva); kemijski kontaminanti (pesticidi, gnojiva i druga zaštitna sredstva iz tzv. primarne poljoprivredne proizvodnje koja ulaze u lanac prehrane na samom početku); toksini uslijed mikrobiološke kontaminacije i kemijski spojevi koji nastaju tijekom pripreme i prerade namirnica. Navedena podjela može se pojednostavniti podjelom na makronutrijente i mikronutrijente. Makronutrijenti su oni nutrijenti koji su glavni izvori energije, a mikronutrijenti su vitamini i minerali, dakle esencijalne prehrambene tvari.

Namirnice namijenjene ljudskoj prehrani osiguravaju izvor energije i nutrijenata. Jelo je kombinacija namirnica u određenim količinama (određene mase namirnica), a rezultat će energetske-nutritivne ponude koja će biti konzumirana. Računanje energetske-nutritivne ponude prehrambenog proizvoda, jela ili jelovnika bazirat će se na zbroju energetske-nutritivnih sadržaja definiranih količina sastavnica prehrambenog proizvoda, jela ili jelovnika. Primjerice, imamo li recept za kolač koji sadrži njegove sastavnice i mase, može se izračunati energija i sadržaj nutrijenata cijelog kolača, 100 g kolača ili kriške.

U ovoj knjizi moguće je otići i korak dalje u analizi i planiranju energetske-nutritivne ponude jer je pojašnjeno gdje i zašto gubimo određene nutrijente te na koji način se to može uključiti u energetske-nutritivni izračun. Taj je segment važan u nutricionizmu jer prehrana predstavlja značajan čimbenik čiji se utjecaj na zdravlje očituje tijekom čitavog života pojedinca.

Makronutrijenti i mikronutrijenti su podaci i informacije o namirnici koji se mogu strukturirati i oblikovati u **bazu podataka** o nutritivnom sastavu namirnica (ili kemijskom sastavu namirnica). Ako je baza podataka o sastavu namirnica u digitalnom obliku, vrlo se lako može procijeniti prehrambeni unos te se također olakšava planiranje prehrane. Oblikovanje baze podataka o sastavu namirnica, te primjenu u procjeni i planiranju prehrane najjednostavnije je pratiti na praktičnim primjerima, što je detaljnije pojašnjeno primjerima u poglavljima koja slijede.

Modeliranjem s pomoću modela također se može pratiti međusobna veza između promatranih veličina te tako jedan od modela vezan za hranu, primjerice model retencije vitamina koristi tablice o kemijskom sastavu namirnica sa i bez termičke obrade. U nutricionizmu je važan i utjecaj unosa nutrijenata na antropometrijske veličine, motoričke sposobnosti i sl., što se opet može opisati jednostavnim i/ili složenim matematičkim modelima.

Analiza ili procjena prehrane podrazumijeva analizu unosa jelom ili obrokom te omogućuje usporedbu s preporukama.

Prehrambene preporuke sadrže:

- preporučeni dnevni unos energije
- preporučeni dnevni unos hranjivih i zaštitnih tvari neophodnih za održavanje mentalnih i tjelesnih funkcija organizma i zdravlje pojedinca.

Planiranje prehrane podrazumijeva sastavljanje plana o vrsti namirnica i obroka za jedan ili više dana prema energetske i prehrambenim potrebama korisnika, primjenjujući prehrambene preporuke. Planiranje prehrane može slijediti nakon procjene prehrane ili biti potpuno neovisno o procjeni (planiranje novih jelovnika ili proizvoda).

Kod analize i planiranja prehrane vrlo se često koriste jezične varijable koje imaju za cilj okarakterizirati stanje na što jednostavniji način te se tako koriste pojmovi kao što su: *neznatno* povećati ili smanjiti unos nekog nutrijenta unos je *prekomjeran* ili *nedostatan* itd. Jezične varijable kao što je *neznatno*, *prekomjerno*, *nedostatno* percipiraju se različito te će za nekoga *neznatno* biti 1 gram, dok će za drugu osobu to biti možda 5 grama. To se naziva neizrazitost. Neizrazitost je dakle pojam kojim se "isto može kvantificirati različito" te se ta neizrazitost u nutricionizmu nastoji izraziti na način kako je to čovjeku najprihvatljivije, a to je Boolovom (izrazitom) logikom.

Prilikom analize i planiranja prehrane nutricionist stavlja naglasak na nutritivan sadržaj i usklađenosti s preporukama, ali mora uključiti i preferencije korisnika, mora paziti na raznolikost ponude (izbjegavati ponavljanje istih namirnica u jednom danu i sl.) te niz dimenzija i kriterija u planiranju jela ili jelovnika. Od velike pomoći bit će teorije zaključivanja (i) na temelju pravila (engl. *rule based reasoning*, *RBR*) i (ii) na temelju slučaja (engl. *case based reasoning*, *CBR*). Oba su pojma preuzeta iz područja prava i medicine te svoju primjenu nalaze u planiranju jelovnika za određeno vrijeme. Primjerice, nastoji se izbjeći dnevne obroke iste termičke obrade (pečeno meso za ručak i večeru) ili pojavu iste namirnice u više dnevnih obroka (npr. riža za ručak i večeru) i sl.

Niz programa za analizu i planiranje prehrane dostupno je na tržištu, međutim, tek mali broj ima znanstvenu pozadinu u planiranju prehrane. Razlog tome je složenost planiranja. Ako se ona radi stručno, zahtijeva umrežavanje niza podataka i informacija o hrani, korisniku i potrebama (Rosemond i sur., 2019; de Camargo i sur., 2020). Kada se uključuje velik broj varijabli u model analize i/ili planiranja prehrane tada se primjenjuje modeliranje s ciljem **optimiranja** ponude.

U planiranju prehrane (pojedinačnih obroka, jelovnika – za kraće (dan) ili duže (tjedan, mjesec ili duže) vrijeme, vrlo se često se koristimo linearnim optimiranjem ili optimiranjem primjenom neizrazite logike i sl.

Za linearno optimiranje najčešće se koristiti program *LINDO* zbog svoje jednostavnosti. Dok za optimiranje primjenom neizrazite logike postoje različiti programi, ovdje će biti predstavljene samo osnove koje su bile vodilje u razvoju programa u sustavu *W. R. Mathematica*.

Svaki postupak optimiranja ima niz prednosti, ali i nedostataka, te će se na osnovi navedenog pojasniti složenost postupka planiranja jelovnika što ni uz najbolji alat ne može zamijeniti nutricionist, koji će kao sudac "presuditi" o prihvatljivosti onoga što je računalom predloženo kao optimalno rješenje.

Kolika je odgovornost osobe koja razvija modele te se koristi optimizacijom s ciljem edukacije i/ili praćenja procesa? Smije li se svoj subjektivni stav o hrani/prehrani ili proizvodnji hrane ugrađivati u konačno rješenje? Sve navedeno i više od toga pitanje je **etike hrane i prehrane**. Modeli, modeliranje i primjena optimizacije u nutricionizmu ima za cilj opći boljitak korisnika.

Ne smije se zaboraviti kako korisnik ima svoja etička načela pri kupnji hrane i konzumaciji te stav prema onom što mu se nudi. Uzmimo, primjerice, vegetarijanca kojem se u optimalnom jelovniku nalazi meso. Korisnikova sloboda izbora i dobrobit nisu samo pitanja osobnog ukusa i preferencija. Etička načela opisujemo kao ispravne ili neispravne principe, tj. razloge za primjenu u praksi.

Poštujući korisnika/e ili konzumenta/a, etika hrane i prehrane nudi opcije i slobodu izbora te zahtijeva da se jednostavno ne zauzima neka etička pozicija kao što je vegetarijanstvo (ZeGeVege, 2000), bezglutenska prehrana, organska poljoprivreda ili fer trgovina. Očekuje se praćenje novih znanstvenih i stručnih spoznaja, uzimanje u obzir svih različitih vrijednosti uključenih u izbor hrane i prehrane, sagledavajući sve posljedice, odmjeravajući ih i pokušavajući odlučiti što je ispravno. Zato je iznimno važno znati kako doći do pravih informacija i podataka, pokazati njihove prednosti i nedostatke te ih argumentirano iznijeti.

Sve je navedeno tek početak cjeloživotnog učenja u struci koja je jedna od najljepših, ali nutricionist ima i odgovornost pomoći korisniku/konzumentu razumjeti svakodnevne nove spoznaje i informacije.

U modeliranju i optimiranju u nutricionizmu koristimo se nizom podataka i informacija o namirnicama, preporukama, modelima i postupcima optimiranja, te je vrlo korisno razjasniti i raščlaniti osnovne pojmove – podatak i informacija, za koje se često misli da su sinonimi.

2

Podatak i informacija

U realnom svijetu, podatak je pojam koji opisuje i kvantificira stanje nekog procesa te predstavlja činjenicu koja je predočena u formaliziranom obliku tj. predstavlja stanje nečega (broj, riječ, slika ili zvuk). Znači predstavlja simbolički i formaliziran prikaz činjenica, pojmova i instrukcija, pogodan za komuniciranje, interpretaciju i obradu uz pomoć ljudi ili strojeva.

Podatak čini poruku koja se može, a i ne mora iskoristiti. Ako je poruka jednoznačna i točna, ona predstavlja neosporivu činjenicu – tada predstavlja informaciju (lat. *informatio* – koncept, ideja, predložak). Kako se podatak i informacija nerijetko koriste kao sinonimi, važno ih je razlikovati.

Informacija je rezultat obrade, manipulacije i organiziranja podataka. Odnosno, informacija je podatak ili skup podataka stavljenih u kontekst koji ima neko značenje, dok je podatak izvan konteksta. Drugim riječima, podatak je beskoristan sve dok ne prenosi neku informaciju. Informacija je primljena i shvaćena poruka, jer je rezultat procesiranja, manipuliranja i organiziranja podataka na način da poruka ili podatak sada nadograđuju znanje osobe koja informaciju prima. Pojednostavljeno – informacija je čovjekov spoznajni doživljaj poruke, odnosno primljenih podataka. Informacija kao koncept ima mnoštvo značenja, od svakodnevnih pa do tehničkih uporaba. Općenito govoreći, koncept informacije usko je povezan s notacijama ograničenja, komunikacije, upravljanja, podataka, oblika, instrukcije, znanja, značenja, mentalnog podražaja, uzroka, opažaja i predstavljanja. Informacija predstavlja osnovno obilježje informacijskog doba, informacijske znanosti, tehnologije i društva u kojem živimo, a informacije se upotrebljavaju u najraznovrsnijim situacijama, od uporabe u svakodnevnom životu do one u specijaliziranim znanstvenim područjima.

2.1. Podatak i informacija u nutricionizmu

Onog trenutka kada podatak za primatelja ima spoznajnu vrijednost, ona predstavlja informaciju. U nutricionizmu, to je činjenica u formaliziranom obliku, kao što je broj, riječ ili slika koja predstavlja simbolički i formaliziran prikaz činjenica, pojmova i instrukcija iz područja nutricionizma a omogućuje komuniciranje, interpretaciju i obradu.

Primjerice, broj: 25, riječ: nizak te slika: grejpa, predstavljaju podatke.

Međutim, ako su podatci formalizirani kao npr. glikemijski indeks za grejp je nizak i iznosi 25, tada su podatci organizirani i obrađeni te su stavljani u kontekst koji sada ima neko značenje i postaje informacija.

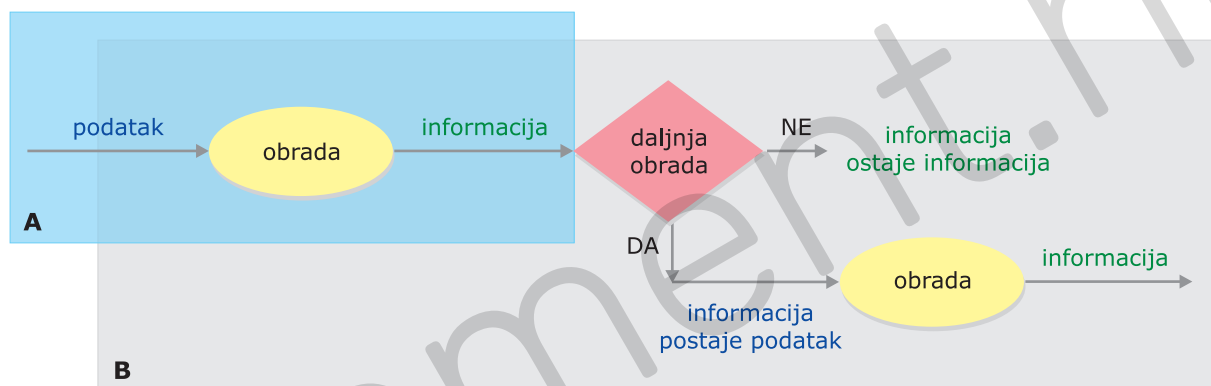
Sljedeći primjer su neke antropometrijske značajke, npr. tjelesna visina (*TV*) od 169 cm, te tjelesna masa (*TM*) od 59 kg predstavljaju podatke.

Onog trenutka kada se podatci formaliziraju, odnosno povezuju se u kontekst, ti podatci postaju informacije koje se dalje mogu obrađivati. Primjerice, ako je osoba muškog spola visoka 169 cm, postoji informacija o srednje visokom muškarcu, ali ako je podatak o navedenoj tjelesnoj visini podatak o visini ženske osobe, dobivena je informacija o višoj ženskoj osobi. Na isti način možemo povezati podatak o tjelesnoj masi (59 kg) koji će ovisno o dobi dati informaciju o tome je li osoba gojazna ili nije. Tako će navedeni podatak za dijete dobi 10 godina biti informacija koja će pozivati na uzbuću, a ako je to podatak za ženu srednje dobi dobivena je informacija o prosječnoj tjelesnoj masi.

Važno je naglasiti kako je percepcija "je li nešto podatak ili informacija" ovisna o primatelju poruke. Za osobu koja u podatku prepoznaje sadržaj koji korisno može upotrijebiti, podatak će postati informacija, dok za nekog drugog neće.

Na prije spomenutom primjeru o tjelesnoj masi od 59 kg djeteta od 10 godina, nutricionist će vidjeti **informaciju** o djetetu s prekomjernom tjelesnom masom, dok će za NEKU drugu struku to biti potpuno neupotrebljiv **podatak**.

Također je moguće da informacija ponovno postane podatak i to onda kada će se neka informacija koristiti u daljnjoj obradi, a slikom 2.1 taj je slučaj prikazan kao relativnost odnosa podataka i informacije (B).



Slika 2.1. Prikaz transformacije podatka u informaciju (A) i relativnost odnosa podatka i informacije (B)

Primjer. Od navedenog, što je za nutricioniste **podatak**, a što **informacija**?

317 kcal, ručak, student

Podatci: 317 kcal – brojčani iznos energije
 ručak – jelo kojim se osigurava minimalno 35 % dnevnog unosa energije
 student – muškarac stariji od 18 godina.

Slijedi obrada podataka i za nutricionista bi obrada mogla rezultirati sljedećom informacijom:

Informacija: energija studentskog ručka od 317 kcal je nedostatna, s obzirom na to da se radi o odrasloj muškoj osobi te je minimalni dnevni unos energije (E_0) vjerojatno veći od 1800 kcal, a 35 % od navedenog unosa energije je minimalno 630 kcal.

Napomena: za osobu druge struke, npr. brodograditelja, navedeni podatci neće biti oblikovani u informaciju koja ima svrhovito značenje te će time ostati SAMO podatci.

2.1.1. Podatak i/ili informacija – primjer distribucije

Kada se primjenjuju statističke metode u promatranju svojstva skupa stvari, osoba i drugog, govori se o statističkom skupu koji treba odrediti pojmovno, prostorno i vremenski. Konačan cilj je objektivno zaključivanje tj. objektivna informacija koja je rezultat procesiranja prikupljenih podataka.

Kod podataka koji su normalno distribuirani, moguće je dodatnim podacima doći do točnije informacije.

2.2. Momenti statističkih skupova

Momenti su od velike važnosti za ispitivanje statističkih nizova.

Centralni moment r -tog reda prikazuje se na sljedeći način:

$$M_r = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^r \quad (2.1)$$

Ovi se momenti nazivaju centralni jer se koncentriraju oko aritmetičke sredine \bar{x} .

Povezanost reda r i momenata je sljedeća:

- kada je $r = 0$, tad je $M_0 = 1$
- kada je $r = 1$, tad je $M_1 = 0$ (aritmetička sredina)
- kada je $r = 2$, tad je $M_2 = \sigma^2$ (varijanca)
- kada je $r = 3$, tad je $M_3 \Rightarrow$ koristi se pri računanju koeficijenta asimetrije
- kada je $r = 4$, tad je $M_4 \Rightarrow$ koristi se pri računanju koeficijenta spljoštenosti.

Kada je $r = 0$ ili 1 , radi se o posebnim karakteristikama jer su za sve nizove jednaki 1 (M_0) ili 0 (M_1). To je prvi moment koji može karakterizirati statistički niz. Drugi se moment naziva varijansom i pokazuje kolika je suma kvadrata odstupanja od srednje vrijednosti za svaki pojedini x_i , pomnožena s pripadnim frekvencijama. Ako je ta vrijednost mala, onda to znači kako su vrijednosti x_i gusto razdijeljene uz \bar{x} . Ako je iznos drugog momenta velik, znači da su točke x_i dosta široko razdijeljene oko \bar{x} . Iz navedenog može se zaključiti kako M_2 prikazuje mjeru raspršenja (dispersije) točaka x_i oko \bar{x} .

S obzirom na to da je varijanca prosjek kvadrata odstupanja od srednje vrijednosti, prava mjera raspršenja veličina standardna je devijacija koja se izračuna kao drugi korijen varijance:

$$\sigma = \sqrt{M_2} = \sqrt{\sigma^2} \quad (2.2)$$

Momente koje koristimo za ocjenu oblika razdiobe jesu momenti koji opisuju asimetriju (M_3) i spljoštenost (M_4).

$$\alpha_3 = \frac{M_3}{\sigma^3} \quad (2.3)$$

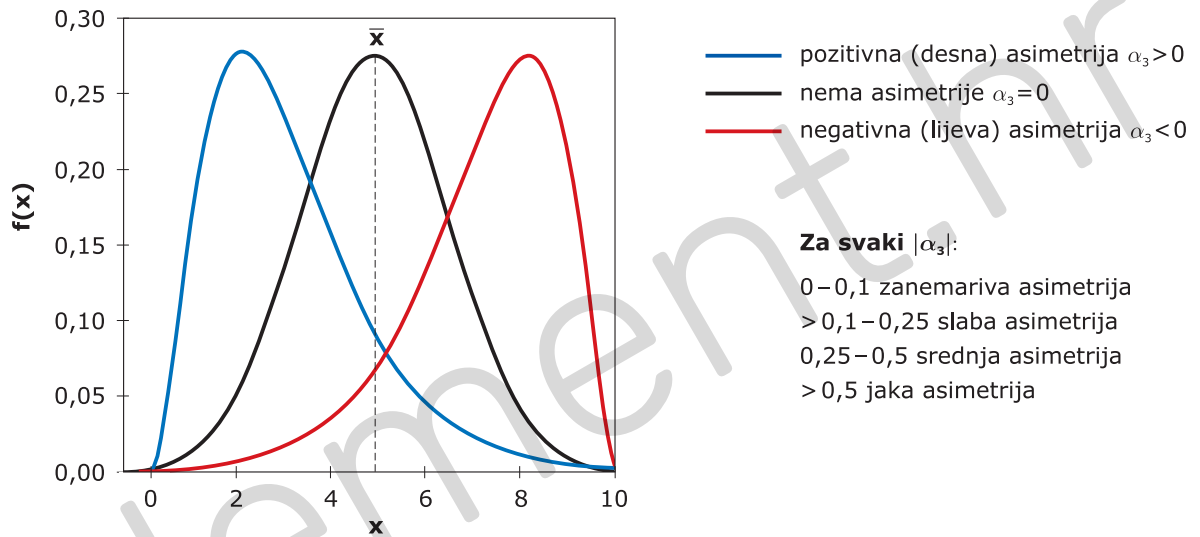
$$\alpha_4 = \frac{M_4}{\sigma^4} \quad (2.4)$$

Koeficijent asimetrije (engl. *skewness*) predstavlja mjeru nagiba distribucije nalijevo ili nadesno dok je koeficijent spljoštenosti (engl. *kurtosis*) mjera spljoštenosti (zaobljenosti) distribucije promatranog skupa podataka.

2.2.1. Koeficijenti asimetrije i spljoštenosti

Koeficijent asimetrije

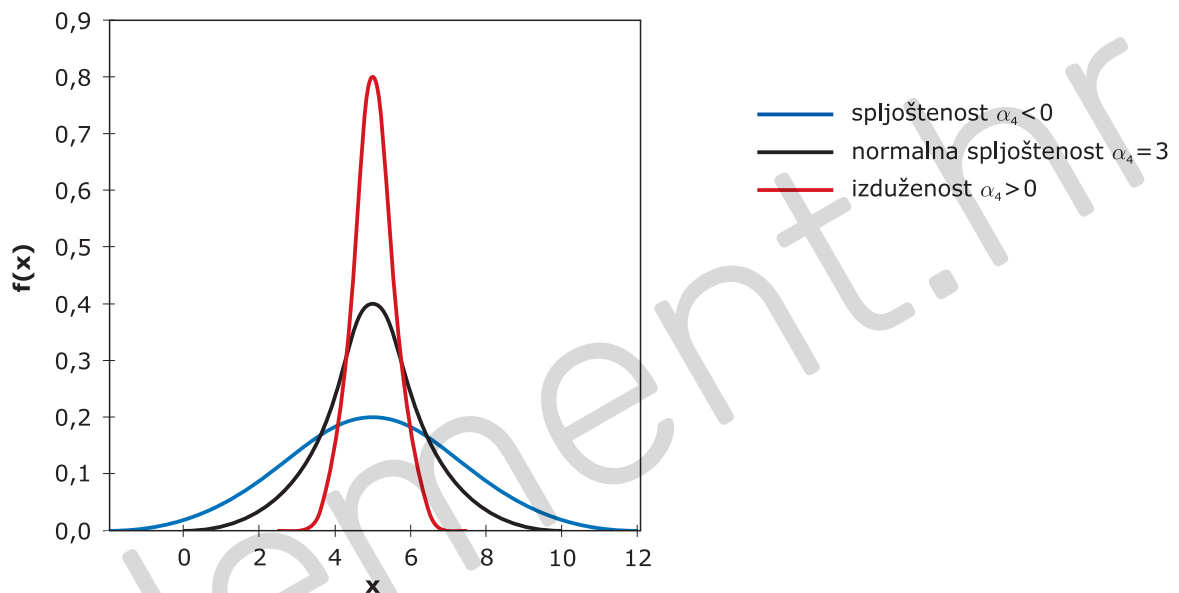
Koeficijent asimetrije jednak je nuli ako je krivulja frekvencije simetrična ($\alpha_3 = 0$). Što je asimetrija veća, to je i apsolutna vrijednost koeficijenta asimetrije veća (Vranić, 1958). Asimetrija može biti pozitivna i negativna, tj. $-\infty \leq \alpha_3 \leq +\infty$



Slika 2.2. Asimetrija distribucije

Koeficijent spljoštenosti

Mjera spljoštenosti krivulje (α_4) za normalnu distribuciju podataka je 3. Ako je koeficijent spljoštenosti manji od 3 ($\alpha_4 < 3$), onda je krivulja spljoštena, tj. zaobljena (široka), a ako mu je vrijednost veća od 3 ($\alpha_4 > 3$), onda je krivulja izdužena, tj. uska.



Slika 2.3. Spljoštenost distribucije podataka

Primjer. Za skupinu djevojčica utvrđene su vrijednosti: $\bar{x} = 143$ cm; $M_2 = 22$ cm²; $M_3 = 10,4$; $M_4 = 1171$. Što se može zaključiti o navedenoj skupini i **distribuciji njihove visine**?

$M_2 = \sigma^2$ te se može izračunati standardna devijacija, $\sigma \Rightarrow \sqrt{22} = 4,7$ cm

$M_3 = 10,4$ te je $\alpha_3 = 10,4/4,7^3 = 0,1 \Rightarrow$ zanemariva pozitivna asimetrija (u desno)

$M_4 = 1171$ te je $\alpha_4 = 1171/4,7^4 = 2,4 \Rightarrow$ spljoštenost krivulje.

Opći zaključak

Iz niza podataka, kao što su \bar{x} , M_2 , M_3 i M_4 može se zaključiti kako za navedenu skupinu djevojčica nema velikog rasipanja podataka ($\sigma = 4,7$). Krivulja ima zanemarivu pozitivnu asimetriju ($\alpha_3 = 0,1$), što upućuje na nešto veći broj djevojčica kojima je tjelesna visina veća od srednje vrijednosti. Prema vrijednosti koeficijenta spljoštenosti ($\alpha_4 = 2,4$), distribucijska krivulja za tjelesnu visinu promatrane skupine djevojčica je spljoštena (široka), ali navedena vrijednost upućuje na spljoštenost koja nije prevelika jer je 2,4 neznatno manji od 3.

Zadaci

1. Što je podatak?
2. Što je informacija?
3. Jesu li podatak i informacija sinonimi?
4. Navedite primjer podataka u nutricionizmu.
5. Navedite primjer informacija u nutricionizmu.
6. Može li podatak postati informacija?
7. Može li informacija postati podatak? (Razmislite o primjeru momenata statističkih skupova.)
8. Koji se momenti koriste u opisu distribucije podataka?
9. Opisuje li se rasipanje podataka momentom ili nekom drugom vrijednošću?
10. Koja je razlika između desne i lijeve asimetrije?

3 Modeliranje

Model je približan prikaz sustava ili procesa koji služi za razumijevanje sustava te njegovo upravljanje. Modeli su korisni u planiranju eksperimenta i/ili predviđanju te pridonose boljem razumijevanju nekog sustava. Eksperimenti *in vivo* mogu biti opasni, skupi te dugotrajni, a u modelima je ponavljanje eksperimenta brzo i bezopasno (Čerić, 1993; Seila, Čerić i Tadikamalla, 2003).

Modeli imaju svoju vrijednost jer predstavljaju aproksimaciju stvarnosti tako što se u njima uzimaju u obzir najvažniji dijelovi sustava koji se želi opisati modelom. Iz stvarnog svijeta uzimaju se oni dijelovi koji su najbitniji za prikaz stvarnog sustava. A upravo je to i odlika modela – jednostavnost, a ujedno i ispravnost i korisnost za svrhu za koju su napravljeni.

Izbor najvažnijih dijelova nekog sustava povezuje se i s Occamovom britvom koja predstavlja pojednostavljenje koje nije samo prihvatljivo, već i poželjno. Occamova britva (ili *Occamova oštrica*) je načelo koje se povezuje s engleskim franjevačkim svećenikom Williamom od Ockhama (filozof iz 14. st.). U svom najjednostavnijem obliku, "Occamova britva" govori kako količina pretpostavki treba biti što je moguće manja. Pojednostavljeno, to bi značilo: "Ako imate dvije teorije koje predviđaju isto, odaberite jednostavniju jer zahtijeva manje pretpostavki." Tako je i kod izbora čimbenika kojima se opisuje neki sustav – što ih je manje i što je jednostavnije – to će prikaz biti jasniji.

Na osnovi navedenog evo primjera:

Uzrok za pretilost može biti:

- prekomjeran unos energije (s velikim udjelom šećera i/ili tekućih kalorija) tijekom dužeg vremena bez tjelesne aktivnosti, loš san
- netko je osobi duže vrijeme nudio prevelike porcije, u više od 5 obroka na dan i pazio da tjelesna aktivnost te iste osobe bude minorna.
- osoba se probudila i iznenadila kad je izmjerila tjelesnu masu koja je bila za 1/3 veća od prethodnog dana.

Prema "Occamovoj britvi" prekomjeran unos energije (prva pretpostavka) predstavlja bolje objašnjenje jer zahtijeva manje pretpostavki.

Kao što je vidljivo u primjeru uzroka pretilosti, model se fiktivno znatno pojednostavnio jer znanost pokazuje kako na pretilost utječe niz čimbenika (npr. hormonalni poremećaj, bolest, previsok unos natrija i sl.).

Svrha svakog modela je omogućiti sljedeće:

1. opis kompleksnih fenomena
2. njihovo bolje razumijevanje
3. komunikaciju onih koji rješavaju problem i
4. rješavanje problema.

U istraživanju prirode modeli služe za razumijevanje strukture i funkcioniranja prirode te kao oruđe za postavljanje i dokazivanje hipoteza (formuliranje ideja).

Primjer za svrhovitost modela je prijedlog strukture molekule DNK koja je predložena 1953. godine u časopisu Nature objavom pisma dvojice znanstvenika s Cambridgea. U pismu Francis Crick (britanski fizičar) i James Watson (američki zoolog) predlažu strukturu molekule DNK. Njihov prijedlog modela temelji se na osnovi analize kristalografskih snimki molekule DNK, te drugih, tuđih, eksperimentalnih podataka koji su ih naveli na zaključak da se DNK sastoji od dvaju lanaca međusobno spiralno uvijenih i komplementarnih.

Korist od modela očituje u uštedi vremena, jednostavnoj manipulaciji modela, niskim troškovima izvedbe modela, niskim troškovima simulacija (i utvrđivanja pogrešaka), u mogućnosti modeliranja rizika i nesigurnosti, u mogućnosti modeliranja vrlo kompleksnih sustava s beskonačnim brojem mogućih rješenja. Time se unapređuje i učvršćuje učenje, odnosno obrazovanje.

3.1. Oblici modela i njihova primjena

U inženjerstvu, kao i u nutricionizmu, modeli služe za oblikovanje novih rješenja, ispitivanje svojstava rješenja te izbor najpovoljnijeg rješenja.

Oblik modela ovisi o načinu opisivanja stvarnog sustava ili stanja i alata koji se pri tom koristi. Sukladno tome dijelimo modele na mentalne, fizičke, matematičke, konceptualne i računalne.

3.1.1. Mentalni model

Mentalnim modelom nastoji se predvidjeti posljedice nekog određenog događaja. S obzirom na to da mozak nastoji povezivati činjenice i predvidjeti ishod nekog događaja, ovaj je model posljedica kognitivnog djelovanja ljudi.

Primjer za navedeni model opisan je slikom koja slijedi.

Viša razina mentalnog modela jest mentalna mapa (engl. *mind mapping*) koja predstavlja vizualno tehniku prikaza ideja i misaonih procesa.

Bit mentalne mape je koristiti ključne riječi (dakle osnovne varijable koje opisuju model) te na osnovi njih, s pomoću jasne slike uz posebno isticanje (veličina, oblik i boja slova, strelica, oznaka) vizualizirati razmišljanja. Mentalne ili kognitivne mape (ili umne mape) izravno utječu na spoznaju. Spadaju u kategoriju vještina kojima se organizira i elaborira udžbenički tekst. Spominju se danas u mnogim knjigama kao put do uspješnijeg učenja.

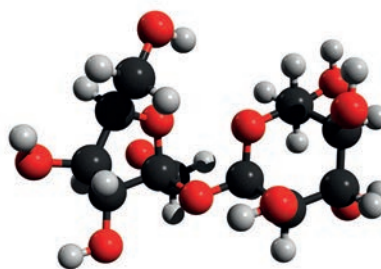


Slika 3.1. Primjer mentalnog modela

3.1.2. Materijalni modeli

Materijalni (ili fizički) modeli koriste se u prikazima strukture atoma, molekule, DNK, gena i slično, a vrlo su korisni u prirodnim znanostima (kemija, biokemija, biologija, matematika, fizika, astronomija itd.).

Primjer materijalnog modela je npr. struktura saharoze.



Slika 3.2. Model strukture saharoze

3.1.3. Matematički modeli

Matematičko modeliranje predstavlja oblikovanje sustava uz pomoć matematičkih pretpostavki, izraza i jednadžbi.

Prilikom matematičkog modeliranja vrlo se često koriste razni algoritmi za metode učenja eksperimentom i metode modeliranja sustava. U ovoj se vrsti modela odnosi među promatranim veličinama (varijablama) opisuju jednadžbama (Schakel i sur., 2008).

Primjer matematičkog modela je jednadžba 3.1, za računanje glikemijskog opterećenja (engl. *glycemic load*):

$$GL = GI \cdot m_{ugh} / 100 \quad (3.1)$$

Glikemijsko opterećenje jest mjera utjecaja ukupne količine hrane na šećer u krvi. Opisanom jednadžbom pojašnjava se kako je glikemijsko opterećenje bilo koje hrane ili pića rezultat umnoška glikemijskog indeksa sa stotim dijelom mase ugljikohidrata. Glikemijski indeks rezul-

tat je istraživanja (1981) dr. Davida Jenkinsa, profesora nutricionizma sa sveučilišta u Torontu, a predstavlja vrijednost koja opisuje brzinu pretvorbe ugljikohidrata u šećer. *GI* međutim nigdje ne uzima u obzir koliko ugljikohidrata ima u navedenoj namirnici i tu svoje mjesto nalazi *GI* koji prema jednadžbi 3.1, uzima u obzir i masu ugljikohidrata.

Postoje i tablice koje sadrže podatke o glikemijskom opterećenju (Mendosa, 2017), a računaju se prema navedenom matematičkom modelu.

Glikemijski indeks i glikemijsko opterećenje vrlo su važni u prehrani dijabetičara, a glavna informacija jest da je nizak glikemijski indeks onaj manji od 55, a glikemijsko opterećenje ono koje je manje od 10.

3.1.4. Konceptualni modeli

Konceptualni (idejni) modeli koriste dijagrame strukture kojima se nastoji dati logični prikaz nekog sustava korištenjem simbola i vizualizacijom problema.

U nutricionizmu se s pomoću konceptualnog modela nastoji dati logični prikaz problematike struke (npr. pretilost), sljedivost procesa i slično. Ideja je vizualizirati određenu problematiku radi njenog pojednostavljenja.

Primjer konceptualnog modela strukturiranog u cilju logičnijeg pojašnjenja uzročno-posljedičnih veza je model uzročno-posljedičnih djelovanja kod pretilosti (**prilog 1**).

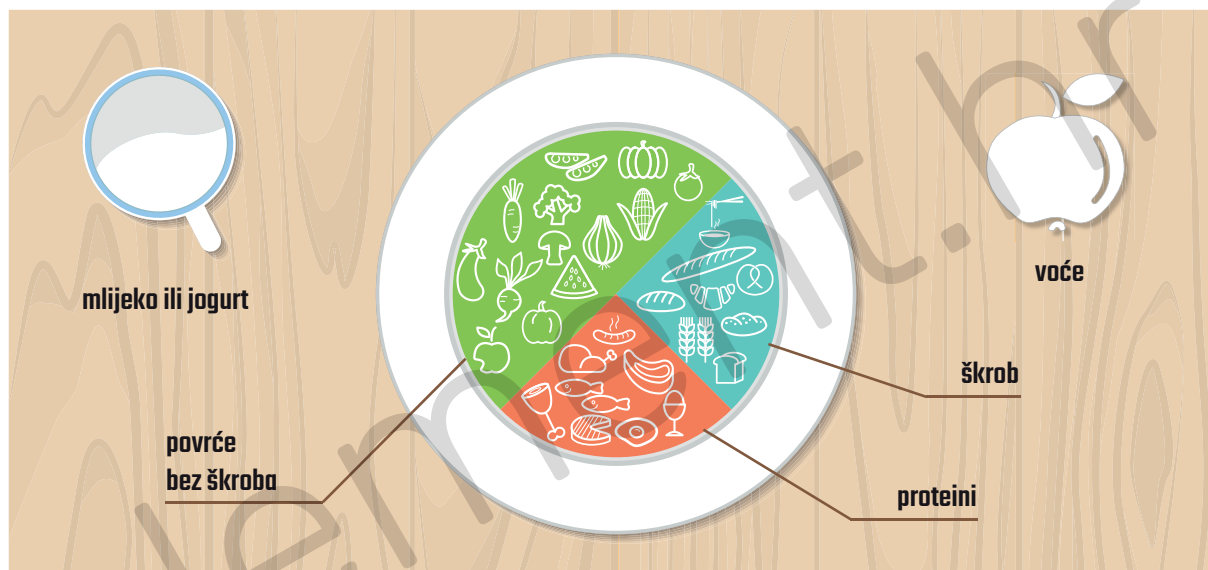
Odličan primjer konceptualnog modela kojim se vizualizira određena problematika je primjer ili model tanjura (engl. *my plate*, slika 3.3) koji služi kao pomoć u vizualizaciji veličine porcije i količine pojedinih grupa namirnica za dijabetičare. Model (metoda) tanjura (engl. *Idaho plate method*) osmislili su dijabetičari iz Idahoa prema švedskoj metodi planiranja obroka. Oni su predložili njeno usklađenje s nutritivnim preporukama američkog udruženja dijabetičara, američkog udruženja dijetologa te preporukama predloženih u USDA vodiču prehrane u obliku piramide (Brown i sur., 2001).

Metoda tanjura omogućava korisniku vizualnu predodžbu koje glavne skupine namirnica trebaju dominirati na tanjuru i u kojem omjeru, ovisno o vrsti obroka. Tako će ručak i večera imati istu raspodjelu skupina namirnica na tanjuru, dok su omjeri za doručak drukčiji. Ovakav vizualni model predstavlja koncept koji treba slijediti u planiranju jela jer olakšava bolesniku prve korake prilagodbe na novi režim prehrane, a ujedno mu olakšava i primjenu svojom jednostavnošću.

Omjeri skupina namirnica prema obrocima:

Doručak: $\frac{1}{4}$ tanjura – proteini ili meso, $\frac{1}{2}$ tanjura škrob, $\frac{1}{4}$ tanjura ostaje prazna, nadopuna doručka mlijekom, jogurtom ili voćem.

Ručak i večera: $\frac{1}{4}$ tanjura – proteini ili meso, $\frac{1}{2}$ tanjura – povrće niske kalorične vrijednosti (bez škroba), $\frac{1}{4}$ tanjura – škrob, dopune obroku: s jedne strane šalica mlijeka ili jogurta ili pola šalice pudinga/sladoleda, a s druge strane: voće.



Slika 3.3. Konceptualni model (metodu) tanjura za ručak ili večeru osmislili su dijabetičari iz Idahoa za planiranje prehrane dijabetičara (Brown i sur., 2001)

Detaljniji prikaz konceptualnog modela prema tzv. Idaho metodii tanjura za doručak te ručak i večeru nalazi se u **prilogu 2**.

3.1.5. Računalni modeli

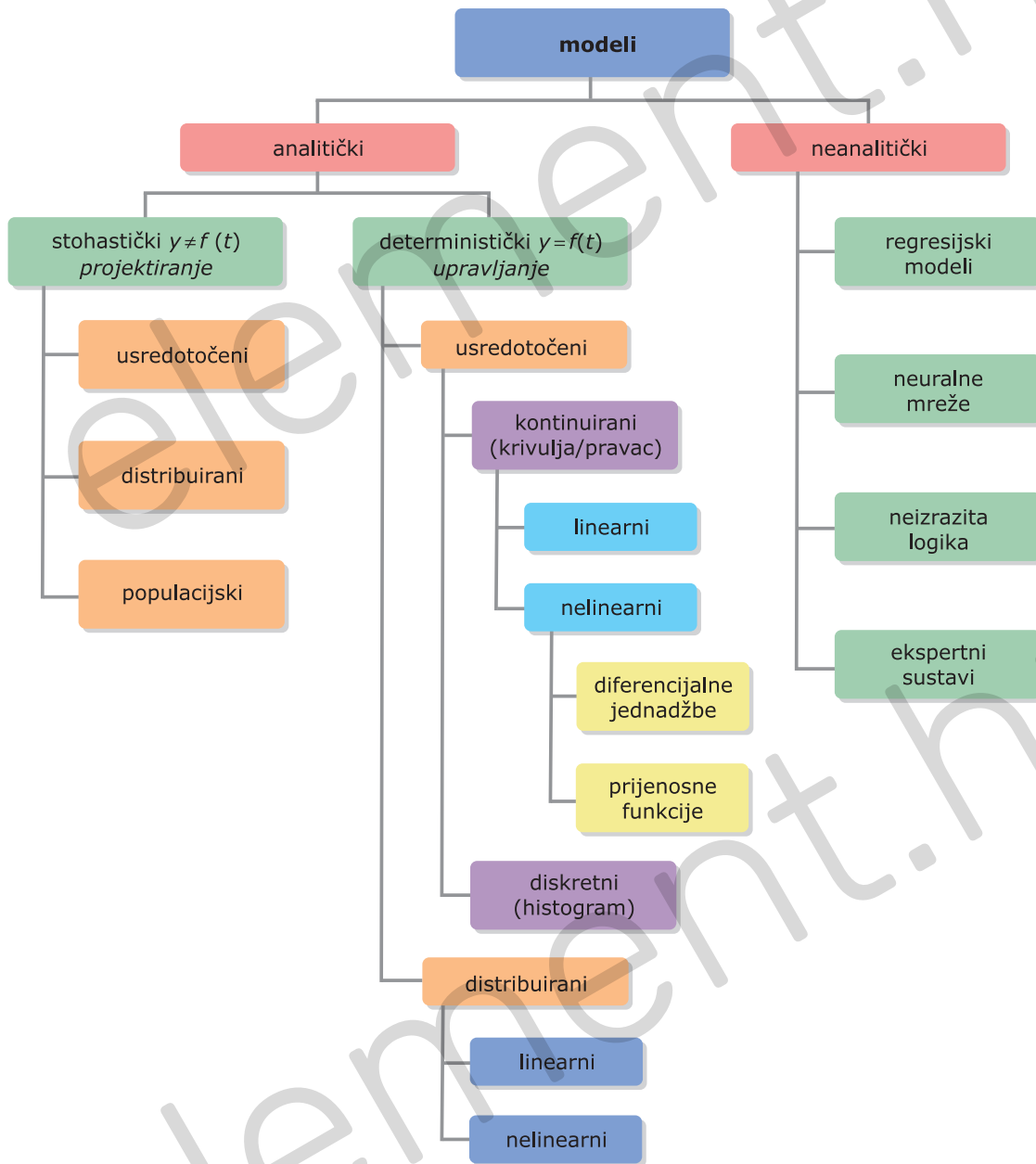
Modeli koji koriste programske jezike i alate te na taj način omogućavaju dobivanje kvantitativnih rezultata o ponašanju sustava nazivaju se računalni modeli.

Često takvi simulacijski modeli služe za bolje upoznavanje procesa kao i simulacije regulacije istog, npr. simulacijom procesa sterilizacije, pakiranja, reguliranja razine i sl., moguće je bolje upoznati sam proces, a isto tako i vidjeti je li broj promatranih varijabli koje opisuju proces dovoljan za što vjerniju simulaciju stvarnog sustava.

Najnovija primjena ovog oblika modela, a vezano za nutricionizam jest razvoj virtualnog modela ljudskog metabolizma koji je predložio tim profesora Palssona sa sveučilišta u Kaliforniji (Duarte i sur., 2007). Navedeni računalni model sadrži pregled istraživanja metaboličkih puteva zadnjih 50 godina te je izdvojeno 3300 metaboličkih reakcija koje se odvijaju u ljudskom tijelu, a čine bazu računalnog modela. Takav računalni model prošao je testiranje simulacijama sinteze testosterona i estrogena, kao i metabolizam razgradnje masti. Testni rezultati simulacija pokazali su vrlo dobro slaganje s podacima koji su do sada prikupljeni kliničkim ispitivanjima pa se očekuje kako će ovaj računalni model znanstvenicima omogućiti eksperimentiranje s metaboličkim procesima djelovanjem različitih lijekova te razvoj novih tretmana za, primjerice, povišenu razinu kolesterola, ali i za mnoge druge poremećaje koji su vezani za način prehrane.

Opći simbolički zapis matematičkog modela tehnološkog procesa jest: $y = f(P, x, y)$, gdje je izlazna veličina (y) opisana kao funkcija parametara procesa (P), ulazne varijable (x) i izlazne varijable (y).

Osim što se razlikuju prema vrsti, modeli se mogu klasificirati na sljedeći način:



Slika 3.4. Klasifikacija modela (Magdić, 2009)

Analitički modeli izvedeni su iz fundamentalnih znanosti: fizike, biologije i kemije.

U prehrambenom inženjerstvu postoji niz primjera modela (proces smrzavanja hrane, tehnički (dinamički) sustav...). Sukladno slici 3.4, primjena modela može se vidjeti i u modeliranju kemijskih i enzimskih reakcijskih sustava (bilance mase: kemijske reakcije, enzimске reakcije, regulacija razine), praćenju bilanca mase i modelima stacionarnih stanja. Kako doći do matematičkog modela tehnološkim sustavima?

- 1. Teorijski ili analitički**, gdje su parametri povezani izravno s fizikalnim i kemijskim veličinama i svojstvima za cijeli režim rada, te taj postupak nazivamo – modeliranje.
- 2. Eksperimentalno**, a parametri se dobivaju kao brojke koje se odnose na određeni način rada sustava, uz primjenu mjernih ulaznih i izlaznih signala.

Primjeri matematičkih modela nelinearnih sustava i njihovih stacionarnih stanja su turbidostat, pH u protočnom reaktoru, uparivač i uparna stanica.

Matematičke metode za određivanje stacionarnih stanja modela nelinearnih sustava su Jacobijeva linearna iteracija, Newton-Raphsonova metoda, Wegsteinova metoda, metoda sekante. Modeli mogu biti podijeljeni i prema svojoj svrhovitosti, pa tako mogu biti proizvodni ili znanstveni.

Značajke proizvodnih i znanstvenih modela prikazane su u tablici (Chalupa i sur., 2004) koja slijedi.

Tablica 3.1. Karakteristike proizvodnih i znanstvenih modela.

Osobina	Proizvodni model	Znanstveni model
namjena	predvidjeti odziv	razumjeti proces
oblik	jednadžbe odzivne površine	diferencijalne jednadžbe
parametri	polinomni koeficijenti izvedeni iz podešavanja podataka	karakteristike biokemijskih reakcija
agregacijski koraci	nema: model izveden iz prikupljenih eksperimenata	različiti procesi (npr. kemijski), svedeni na funkcije organa
proces rješenja	jednostavno, jasno rješenje s pomoću jednadžbi	kompleksan sustav različitih jednadžbi koji zahtjeva posebne računalne programe
izlaz	izračunati indikatori opravdanosti ulaza i mjerila proizvodnih troškova	pouzdan oblik rješenja prenosiv u pojmove znanstveno značajnih indikatora
karakter	empirijski i statički	dinamički i mehanički

3.2. Metode modeliranja i rješavanja problema

Modeliranje predstavlja oblikovanje sustava u skladu s vrstom modela.

Osnova svakog modeliranja je izbor i prikupljanje ulaznih podataka kojima se želi opisati neki sustav, slijedi izbor procesa ili načina upravljanja, te definiranje očekivanih izlaznih veličina. Izlazne veličine nekih sustava posljedica su djelovanja nekog procesa i okoline na ulazne veličine. Nikako se ne smije zanemariti utjecaj okoline koji možda sadrži neku varijablu s većim utjecajem nego je pretpostavljeno, a nije "izabrana" kao ulazna veličina. Utjecaj okoline na opis sustava očituje se u pogrešci modela (što je detaljnije pojašnjeno u primjeru matematičkih modela koji povezuju antropometrijske značajke i nutritivni unos).



Slika 3.5. Pojednostavljeni prikaz modeliranja

Primjer. Prikupljeni su rezultati za fizikalno-kemijske karakteristike vina za dvije uzastopne godine te je cilj **razviti model kojim bi se moglo predvidjeti očekivanje vrijednosti fizikalno-kemijskih karakteristika** za odabrano vino.

Tijekom obrade podataka utvrđene su znatne razlike za neke veličine, npr. prosječne vrijednosti za ekstrakt bez šećera i ukupna kiselost za prvu godinu (20,1 g/L; 5,2 g/L) značajno se razlikuju od podataka prikupljenih u drugoj godini (25,0 g/L; 6,9 g/L).

Napomena: Grožđe za vino je iz istih vinograda te se vino proizvodilo istim tehnološkim postupkom.

Primjer utjecaja okoline.

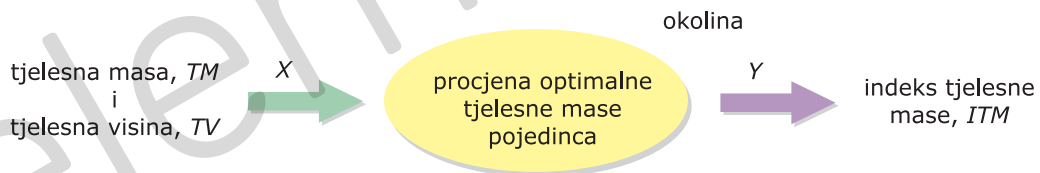
Ulazni podatci za obradu su i u jednom i drugom slučaju isti: fizikalno-kemijske karakteristike istog vina, međutim, odstupanja ukazuju kako je bar jedna varijabla važna u promatranju sustava. Vinarima i tehnolozima ovo je pokazatelj kako je okolina, u ovom slučaju znatna razlika u meteorološkim prilikama uzročnik navedenim razlikama.

Dakle, model koji ne bi uzeo u obzir broj sunčanih i/ili kišnih dana u obzir, bio bi model koji bi dao lošu predikciju očekivanih fizikalno-kemijskih veličina za neku sljedeću godinu.

Varijabla ili veličina

Jedan od glavnih pojmova u razmatranju modela bit će varijabla. Varijabla je homogena veličina koja može poprimiti različite vrijednosti u različitim točkama opažanja. **Varijablu ili obilježje** (podatak) možemo definirati i kao svojstvo po kojem se jedinice nekog skupa razlikuju ili jedna drugoj nalikuju. Obilježje tog svojstva je varijabilnost, tj. sposobnost poprimanja različitih vrijednosti koje se mogu mjeriti.

Modeliranje koje se primjenjuje u nutricionizmu služi za povezivanje informacija o prehrani i/ili antropometrijskih veličina, kao i za promatranje veze između dobrobiti interakcije niza čimbenika iz okoline i hrane ili čovjeka. Ako se modeliranje ograniči samo na planiranje jela i/ili jelovnika, nužno je **definirati dimenzije i udjele pojedinih obroka, različite aspekte prehrane** te uključiti **osnovne elemente teorije odlučivanja**. Opis sustava za navedeni jednostavan matematički model izračuna indeksa tjelesne mase je sljedeći (prema općem obliku, shema 3):



Kako se velik broj pojava može opisati u obliku modela i/ili matematičkih modela, razvila se disciplina operacijskih istraživanja koja nastoji shematski, grafički, simbolički ili matematički što zornije opisati pojavu koja se promatra.

Primjer. Jednadžbe kojom se nastoji opisati stanje uhranjenosti, a koristi se u procjeni optimalnosti tjelesne mase pojedinca jest **indeks tjelesne mase, ITM** (engl. *body mass index, BMI*):

$$ITM = \frac{TM \text{ [kg]}}{(TV \text{ [m]})^2}$$

Izlazna veličina ili izlazna varijabla → ona koja se računa,

- u ovom slučaju → **indeks tjelesne mase, ITM** .

Ulazna veličina ili ulazna varijabla → ona koja je potrebna za izračun izlazne veličine ili varijable

- u ovom slučaju su dvije ulazne veličine potrebne za izračun, a to su **tjelesna masa (TM , u kilogramima)** i **tjelesna visina (TV , u metrima)**.

U svim znanstvenim disciplinama se s pomoću modela nastoji približiti određena tematika. Istraživanja iz područja psihologije koje se bavi učenjem ukazuju kako se gotovo 80 % infor-

macija prima vizualno i prema modelu VARK koji je postavio Fleming (2001), način na koji se primaju informacije može biti:

- Vizualan
- Auditivni
- R /reading/ čitateljski
- Kinestetički (uključuje pokrete, ali i okus, miris, opip).

Npr. preporuke o dnevnom unosu tekućine navode kako bi energetski unos putem pića trebao iznositi 10 % od ukupnih dnevnih potreba. Tako bi osoba čija je dnevna potreba 2200 kcal trebala unijeti maksimalno 10 % (220 kcal) energije pićima (što odgovara 2830 mL/dan). Preporuke navedene u radu Popkin i suradnika (2006) prikazane su slikom, a mogu se prikazati i kao tablica 3.2.

Prijedlog dnevnog unosa napitaka

Prijedlog preporuke dnevnog unosa napitaka rezultat je porasta nezdravog povećanja tjelesne mase američke populacije. Dnevni energetski doprinos napitaka kod američke populacije čini čak 21 %, što upućuje na činjenicu znatne konzumacije kaloričnih napitaka.

U radu objavljenom 2006. godine dane su smjernice prema modelu u obliku vrča, Popkin i sur. (2006).

Preporuka predviđa maksimalno 10 % unosa napitcima od ukupne dnevno potrebne energije. Preporuka dnevnog unosa tekućina podijeljena je u 6 skupina, s maksimalnim dnevnim unosom za svaku skupinu¹:

1. voda (600 – 1500 mL/dan \approx 3 – 8 čaša/dan)
2. čaj i kava (nezaslađeno) (0 – 1200 mL/dan \approx 0 – 4 čaša/dan)
3. obrano (do 1,5 % m.m.) i sojino mlijeko (0 – 450 mL/dan \approx 0 – 2 čaše/dan)
4. dijetalni napitci (0 – 950 mL/dan \approx 0 – 4 čaše/dan)
5. 100 % voćni sokovi, punomasno mlijeko i alkoholna pića (0 – 250 mL/dan \approx 0 – 1 čaša/dan)
6. kalorični zaslađeni sokovi (0 – 250 mL/dan \approx 0 – 1 čaša/dan).

Modelom se može pokazati i međusobni odnos mjernih jedinica koje se koriste za izražavanje vrijednosti tekućine: u mililitrima (mL) i tekućinskoj unci (fl. oz).

Tablica 3.2. Preporučeni su dnevni unosi tekućina za osobu čija je dnevna potreba za energijom 9210 kJ (2200 kcal).

Napitak	Količina
voda	600 – 1500
čaj i kava (nezaslađeno)	0 – 800
obrano i sojino mlijeko	0 – 450
nekalorični zaslađeni napitci	0 – 350*
alkohol, voćni sokovi	0 – 125
kalorični zaslađeni napitci	0 – 250

* prihvatljive količine, iako bi najbolje bilo konzumirati ih što manje (po mogućnosti 0 %)

¹ Preporučene količine napitaka (mL i čaše) dane su za odraslu osobu čiji dnevni energetski unos iznosi 9210 kJ (2200 kcal)

Preporuka unosa tekućine predstavlja model koji odmah asocira na unos tekućine (puni vrč), a različite boje za skupine tekućina omogućuju jasniju predodžbu o odnosima pojedinih skupina (voda – dominantan unos tijekom dana; kalorični napitci, zaslađeni napitci te alkohol i slatki voćni sokovi u najmanjim količinama), a ostale skupine u nekim ograničenim količinama. Iz navedenog modela također se može vidjeti kako niti za jednu skupinu osim vode nema naznačenog minimalnog unosa, dok za vodu ona iznosi minimalno 3 čaše.



Slika 3.6. Preporučeni dnevni unos tekućine (Popkin i sur., 2006)

Primjer. U koji se **model** svrstava preporučeni unos tekućine prikazan slikom 3.6?

Odgovor: Konceptualni model

Razlog: Takav model logički pojašnjava i vizualizira preporučene količine pojedinih skupina napitaka. Jasnom slikom vrča asocira na piće, a različitim bojama naglašava razlike u omjerima pojedinih skupina.

Isto tako, model nigdje ne ističe kako je nužno uključiti sve napitke tijekom dana s obzirom na to da za neke skupine preporuka ide od vrijednosti 0, što upućuje na mogućnost isključenja navedene skupine u dnevnom unosu.

Tekućina se u Europi izražava mililitrima, a u Velikoj Britaniji i SAD-u se izražava tekućinskim uncama (ozima) te se njihov odnos također može prikazati modelom, u ovom slučaju matematičkim modelom, tj. regresijskom jednadžbom.