



BUSINESS ANALYTICS SKILLS FOR THE FUTURE-PROOF SUPPLY CHAINS

POSLOVNA INTELIGENCIJA

Autori:

Dario Šebalj

Dejan Mirčetić

Michał Adamczak



Dario Šebalj, Dejan Mirčetić, Michał Adamczak

POSLOVNA INTELIGENCIJA

Poznanj, 2025



Izdavač:

Wyższa Szkoła Logistyki
Estkowskiego 6
61-755 Poznań, Polska
www.wsl.com.pl

Uredništvo:

Stanisław Krzyżaniak (prezident), Ireneusz Fechner, Marek Fertsch, Aleksander Niemczyk,
Bogusław Śliwczyński, Ryszard Świekatowski, Kamila Janiszewska

ISBN 978-83-62285-69-3

Autorska prava: Wyższa Szkoła Logistyki

Poznań 2025., Wydanie I

Recenzenti:

- prof. Ljubica Milanović Glavan, Sveučilište u Zagrebu, Ekonomski fakultet Zagreb, Zagreb, Hrvatska
- prof. Igor Pihir, Sveučilište u Zagrebu, Fakultet organizacije i informatike, Varaždin, Hrvatska

Tehnički urednik: Dario Šebalj, Sveučilište Josip Juraj Strossmayera u Osijeku, Hrvatska.

Dizajn naslovne strane: Michał Adamczak, Poznań School of Logistics, Poznań, Polska

Udžbenik je napisan u sklopu projekta Business Analytics Skills for Future-proof Supply Chains (BAS4SC) [2022-1-PL01-KA220-HED-000088856], finansiranog putem programa ERASMUS+.

Sufinansirano od strane Evropske unije. Stavovi i mišljenja izraženi u ovoj publikaciji pripadaju isključivo autorima i ne odražavaju nužno stavove Evropske unije ili Nacionalne Agencije. Ni Evropska unija ni telo koje dodjeljuje sredstva ne mogu se smatrati odgovornima za njih.



Predgovor

U eri koju karakteriše brza digitalna transformacija i donošenje odluka zasnovano na podacima, sposobnost da se kretanje kroz ogromne količine podataka, njihovo tumačenje i primena više ne smatraju opcionim, već neophodnim. Ovaj udžbenik se ističe kao pravovremen i dragocen resurs za studente, nastavnike i profesionalce koji žele da razviju ili prodube svoje kompetencije u oblasti poslovne analitike, posebno u kontekstu upravljanja lancem snabdevanja i logistikom.

Nastala kao deo Erasmus+ projekta BAS4SC (Business Analytics Skills for Future-proof Supply Chains), koji je sufinansiran od strane Evropske unije, ovaj udžbenik odgovara na prepoznati jaz između akademskih kurikuluma i potreba industrije širom Evrope. Ona odražava rigorozan istraživački proces koji je uključivao analizu međunarodnih studijskih programa i direktnu saradnju sa više od stotinu predstavnika akademskog i poslovnog sektora. Rezultat je sveobuhvatan izbor najvažnijih analitičkih veština koje će biti ključne za buduće profesionalce u lancu snabdevanja.

Udžbenik počinje osnovama razumevanja i interpretacije podataka, a zatim se nadovezuje kroz ključne teme poput poslovne analize podataka, rudarenja podataka, mašinskog učenja, upravljanja poslovnim procesima i informacionih sistema. Posebna pažnja posvećena je savremenim oblastima kao što su e-logistika, geoinformacioni sistemi (GIS) i etici upravljanja podacima, temama koje sve više oblikuju konkurentsko okruženje savremenih lanaca snabdevanja.

Nadamo se da će ovaj udžbenik služiti i kao obrazovni alat i kao profesionalni vodič. Bilo da ste student koji se priprema da uđe u ovu oblast ili praktičar koji želi da se prilagodi i napreduje u dinamičnom okruženju, veštine predstavljene u ovom udžbeniku omogućiće vam da donosite pametnije, brže i odgovornije odluke.

Dario Šebalj

Dejan Mirčetić

Michał Adamczak



Sadržaj

Predgovor	3
UVOD	1
1. RAZUMEVANJE I TUMAČENJE PODATAKA	4
1.1. Podatak, informacija, znanje, mudrost	4
1.2. Izvori i vrste podataka	6
1.3. Modeliranje i oblikovanje podataka	10
1.4. Odlučivanje na osnovu podataka	13
1.5. Kvalitet podataka	14
LITERATURA.....	16
2. ANALITIKA POSLOVNIH PODATAKA	19
2.1. BDA u logistici i upravljanju lancima snabdevanja	20
2.2. Alati u analitici poslovnih podataka	22
2.2.1. Deskriptivna analitika	23
2.2.2. Prediktivna analitika	23
2.2.3. Preskriptivna analitika	24
2.3. BDA ekosistem.....	24
LITERATURA.....	29
3. RUDARENJE PODATAKA I OTKRIVANJE ZNANJA.....	31
3.1. Što je rudarenje podataka?	32
3.2. Otkrivanje znanja u logistici i upravljanju lancem snabdevanja	34
3.3. Delphi pristup stvaranju znanja	35
3.4. Kvantitativni pristup rudarenju podataka za otkrivanje znanja	38
LITERATURA.....	41
4. MAŠINSKO UČENJE.....	43



4.1.	Šta je mašinsko učenje?	43
4.2.	Temelji i teorijske pretpostavke mašinskog učenja	44
4.3.	Poslovna inteligencija i ML u lancu snabdjevanja.....	45
	LITERATURA.....	53
5.	UPRAVLJANJE POSLOVNIM PROCESIMA I RUDARENJE PROCESA.....	54
5.1.	Poslovni proces.....	54
5.2.	Upravljanje poslovnim procesima.....	55
5.3.	Modeliranje poslovnih procesa.....	58
5.3.1.	Događaji	58
5.3.2.	Zadaci (aktivnosti)	60
5.3.3.	Odluke	60
5.3.4.	Objekti povezivanja.....	62
5.3.5.	Učesnici	62
5.3.6.	Artefakti.....	63
5.4.	Rudarenje procesa	64
	LITERATURA.....	67
6.	INFORMACIONI SISTEMI U LOGISTICI	69
6.1.	Sistemi za upravljanje resursima preduzeća (ERP)	69
6.1.1.	Troškovi ERP sistema	72
6.1.2.	Trendovi ERP sistema.....	74
6.2.	Sistemi za upravljanje skladištem	76
6.3.	Sistemi za upravljanje transportom.....	78
	LITERATURA.....	80
7.	E-LOGISTIKA.....	82
7.1.	Uvod.....	82
7.2.	E-poslovanje.....	83
7.3.	Definicija e-logistike	84



7.4.	Razvoj e-logistike	87
7.5.	Savremene tehnologije koje podržavaju e-logistiku	88
7.6.	E-logistika u praksi	89
7.7.	Sažetak	91
	LITERATURA.....	92
8.	GIS U LOGISTICI	95
8.1.	Geografski informacioni sistemi (GIS)	95
8.2.	GIS u logistici	99
8.3.	Budući trendovi vezani uz GIS	101
	LITERATURA.....	103
9.	METODE VIZUALIZACIJE PODATAKA	105
9.1.	Razumevanje situacionog konteksta.....	105
9.2.	Metode privlačenja pažnje	107
9.3.	Izbor ispravne metode vizualizacije.....	111
9.3.1.	Jednostavan tekst	112
9.3.2.	Tabela	112
9.3.3.	Stubičasti grafikon	113
9.3.4.	Linijski grafikon.....	114
9.3.5.	Dijagram raspršenosti (disperzije)	115
9.3.6.	Kartogram.....	115
9.3.7.	Toplotna karta	116
9.3.8.	Bullet grafikon	116
9.4.	Smernice za dobar vizualni dizajn	117
	LITERATURA.....	121
10.	ETIKA PODATAKA I INFORMACIONA SIGURNOST	123
10.1.	Važnost etike podataka.....	123
10.2.	Temelji informacione sigurnosti	127



10.2.1.	Curenja podataka.....	129
10.2.2.	Pretnje informacionoj sigurnosti	131
10.2.3.	Smernice za informacionu sigurnost.....	134
LITERATURA.....		136
POPIS TABELA.....		139
POPIS SLIKA.....		139



UVOD

Ovaj udžbenik, pod naslovom Poslovna inteligencija, drugi je u nizu udžbenika koj su razvijeni u sklopu projekta Business Analytics Skills for Future-proof Supply Chains (BAS4SC). Sprovedeno je nekoliko preliminarnih istraživanja kako bi se odredio sadržaj ovog udžbenika. Prvo je sprovedeno opsežno istraživanje kako bi se analizirali predmeti poslovne analitike u nastavnim planovima i programima različitih studijskih programa u Evropskoj uniji, Sjedinjenim Državama i Ujedinjenom Kraljevstvu koji se bave logistikom i upravljanjem lancima snabdevanja. Metodologija istraživanja uključuje prikaze javno dostupnih nastavnih planova i programa te opise različitih studijskih programa (osnovne ili master studije). Fokus istraživanja bio je na studijskim programima iz područja poslovne ekonomije i primenjenih nauka. Ova analiza otkrila je jaz između logističkog znanja i veština poslovne inteligencije potrebnih na tom području i onih koji se trenutno nude studentima. Kroz sveobuhvatne intervjue i upitnike sa univerzitetskim nastavim osobljem, studentima i stručnjacima iz industrije identifikovano je više od 100 bitnih veština poslovne analitike. Primenom ABC metode klasifikacije i rangiranja, 33 veštine odabrane su za uključivanje u ovu knjigu, s jakim fokusom na područja kao što su upravljanje podacima, analiza poslovnih procesa, mašinsko učenje, vizualizacija podataka i poslovni informacioni sistemi. Ove odabrane veštine i identifikovane potrebe uticali su na formiranje deset poglavlja sa sadržajem, od kojih se svako bavi najvažnijim veštinama potrebnim u tom području.

Ova knjiga počinje postavljanjem osnova u Razumevanju i tumačenju podataka, bazno poglavlje koje istražuje bitne koncepte podataka kao što su vrste podataka, kvalitet i izvori podataka. Objašnjava kako je delotvorno donošenje odluka ukorenjeno u snažnom razumevanju podataka, omogućujući profesionalcima da izvuku značajne uvide i izbegnu pristranosti koje mogu pomutiti poslovnu procenu. Teme kao što je piramida podataka-informacija-znanje-mudrost (DIKW), kao i metode za prepoznavanje trendova i korelacija u poslovnim podacima, nude čitaocima solidnu osnovu za navigaciju složenim podacima.

Drugo poglavlje, Analitika poslovnih podataka, velike podatke stavlja u kontekst unutar poslovnih okruženja, objašnjavajući kako organizacije mogu iskoristiti analitiku podataka velikih razmera za poboljšanje donošenja odluka. Obuhvatajući "pet V" velikih podataka—volumen, brzinu, raznolikost, istinitost i vrednost—ovo poglavlje čitaocima pomaže da



razumeju kako analitika velikih podataka podržava operativne i strateške ciljeve. Uključuje studije slučaja za ilustraciju praktičnih primjena, pokazujući kako uvidi iz velikih podataka mogu dovesti do konkurentске prednosti na dinamičnim tržištima.

U poglavlju Rudarenje podataka i otkrivanje znanja čitaoci se upoznaju s osnovnim tehnikama za izdvajanje vrednih uzoraka iz velikih skupova podataka. Ovo poglavlje pokriva koncepte rudarenja podataka, kao što su klasterizacija, klasifikacija, rudarenje pravila pridruživanja i otkrivanje anomalija, koji pomažu kompanijama da otkriju korisne informacije. Naglašava kritične korake u procesu otkrivanja znanja, od čišćenja podataka do tumačenja uzoraka, osiguravajući da su uvidi koji proizlaze iz rudarenja podataka relevantni i primenjivi u donošenju odluka u stvarnom svetu.

Poglavljje o mašinskom učenju istražuje ulogu mašinskog učenja u prediktivnoj analitici i poslovnoj inteligenciji. Objašnjava osnove mašinskog učenja, uključujući nadzirano i nenadzirano učenje, i kako te tehnike omogućuju računarima da prepoznaju obrasce, daju predviđanja i prilagode se na temelju novih podataka. Pokrivajući aplikacije mašinskog učenja kao što su sistemi preporuka, predviđanje potražnje i otkrivanje anomalija, poglavlje pokazuje kako algoritmi mašinskog učenja osnažuju organizacije da automatizuju donošenje odluka, poboljšaju korisničko iskustvo i optimiziraju operacije.

Nakon toga, poglavlje Upravljanje poslovnim procesima (BPM) i rudarenje procesa ispituje strukture i strategije iza delotvornih poslovnih procesa. Ovaj odeljak opisuje kako organizacije mogu analizirati i poboljšati svoje procese, koristeći BPM i rudarenje procesa kako bi uskladile operacije sa strateškim ciljevima. Poglavlje uključuje alate i okvire za procenu poslovnih procesa, objašnjavajući kako rudarenje procesa može otkriti uska grla i nedelotvornosti koje ometaju izvršenje.

Prelaskom na specijalizovane sisteme, Informacioni sistemi u logistici nude pregled kritičnih IT sistema, kao što su ERP (eng. Enterprise Resource Planning), WMS (eng. Warehouse Management Systems) i TMS (eng. Transportation Management Systems). Ovo poglavlje govori o tome kako ovi sistemi integrišu različite logističke funkcije, usmeravaju protok podataka i poboljšavaju delotvornost u upravljanju resursima u lancima snabdevanja. Naglašava važnost ovih sistema u pružanju podataka u stvarnom vremenu i omogućavanju respozivnog logističkog upravljanja vođenog podacima.

Poglavljje o e-logistici istražuje transformativni uticaj digitalnih tehnologija na logističke procese, naglašavajući besprekornu integraciju materijalnih i digitalnih tokova. Započinje



definisanjem e-logistike i njenim pozicioniranjem unutar šireg koncepta e-poslovanja, naglašavajući kako digitalni procesi podržavaju funkcije poput nabavke materijala, skladištenja i transporta, posebno u kontekstu e-trgovine. U poglavlju se opisuje razvoj e-logistike od ranih sistema za planiranje materijala do modernih ERP, WMS i TMS rešenja, koja omogućuju razmenu podataka u stvarnom vremenu u lancima snabdevanja. Sa brzim rastom digitalnog poslovanja, e-logistika je postala neophodna za organizacije koje imaju za cilj poboljšati konkurentsko pozicioniranje i pojednostaviti svoje logističke operacije.

Geografski informacioni sistemi (GIS) u logistici pružaju uvid u prostornu analizu i njihovu ulogu u optimizaciji logističkih mreža. Poglavlje objašnjava kako GIS aplikacije omogućuju kompanijama vizualizaciju, analizu i upravljanje geografskim podacima, podržavajući zadatke poput optimizacije rute, izbora lokacije i procene rizika. Korišćenjem GIS-a, kompanije mogu donositi informisanije odluke koje uzimaju u obzir geografske i faktore životne sredine, čime konačno poboljšavaju učinkovitost i korisničku uslugu.

Poglavlje o metodama vizualizacije podataka naglašava važnost pretvaranja složenih podataka u vizualne formate koji olakšavaju razumevanje i donošenje odluka. Ovo poglavlje vodi čitaoce kroz delotvorne tehnike vizualizacije, od jednostavnih dijagrama i grafikona do naprednih interaktivnih nadzornih ploča. Razmatra alate i najbolje prakse koji podatke čine dostupnim zainteresovanim stranama, omogućujući kompanijama da jasno komuniciraju uvide i pokreću informisanije aktivnosti.

Dodajući etičku perspektivu, Etika podataka i informaciona bezbednost bavi se etičkim razmatranjima upotrebe podataka u poslovnom kontekstu. Ovo poglavlje govori o zakonima o privatnosti, praksama zaštite podataka i etičkim implikacijama rukovanja ličnim podacima, posebno u analizi lanca snabdevanja. Obuhvatajući teme kao što su protokoli za bezbednost podataka i etički okviri, poglavlje osposobljava čitaoce za održavanje standarda integriteta i poverenja u okruženjima vođenim podacima.



1. RAZUMEVANJE I TUMAČENJE PODATAKA

Autor: Dario Šebalj

U ovom poglavlju se objašnjavaju osnovni koncepti razumevanja i tumačenja podataka. Podaci su osnov učinkovitog donošenja odluka i imaju ključnu ulogu u ostvarivanju organizacionog uspeha. Sticanjem veština u analizi i tumačenju podataka, pojedinci (analitičari podataka, menadžeri, poslovni stručnjaci i sl.) mogu steći veštine potrebne za izvlačenje vrednih delova iz ogromnog okeana dostupnih informacija. Podaci omogućuju analizu s činjeničnom bazom. Organizacijama omogućuju donošenje odluka koje su objektivne i zasnovane na činjenicama te da su više od samih pretpostavki i intuicije. Preduzeća mogu koristiti podatke za uočavanje korelacija, trendova i obrazaca koje bi inače mogli propustiti.

Pronalaženje neučinkovitih procesa i područja za poboljšanje još je jedna od prednosti analize podataka. Analizom operativnih podataka, organizacije mogu pronaći uska grla, poboljšati radne tokove te opštu učinkovitost poslovnih procesa. Dodatno, analiza podataka olakšava procenu uspešnosti projekata ili sprovedenih strategija što ubrzava donošenje odluka i poboljšava planiranje.

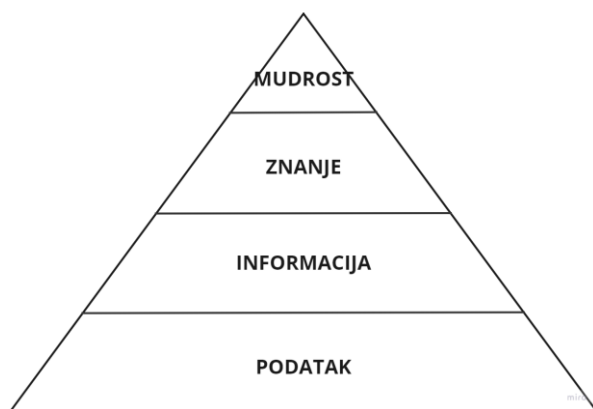
Pre postupka analize podataka, ključno je opisati različite vrste i izvore podataka, objasniti načine njihovog modeliranja te naglasiti važnost kvaliteta podataka. Ovo poglavlje će postaviti temelje poslovne inteligencije, pružajući korisnicima alate za iskorišćavanje potencijala koji leži u podacima te donošenje poslovnih odluka.

1.1. Podatak, informacija, znanje, mudrost

Pri definisanju pojma „podatak“, kao polazište često se koristi poznata piramida podatak-informacija-znanje-mudrost (skraćenica DIKW, prema početnim slovima engleskih reči) ili DIKW hijerarhija. Rowley (2007) navodi da ova hijerarhija služi u svrhu identifikacije i opisa procesa uključenih u transformaciju entiteta s nižeg nivoa u hijerarhiji (npr. podaci), u entitet na višem nivou u hijerarhiji (npr. informacije), kao i kontekstualizacija podataka, informacija, znanja i mudrosti u međusobnom odnosu. Svaki nivo piramide nadograđuje se na nivo ispod



njega, a da bi donošenje odluka na osnovu podataka bilo učinkovito, potrebna su sva četiri nivoa (Cotton, 2023). Slika 1.1 prikazuje DIKW piramidu.



Slika 1.1 DIKW piramida

Izvor: Rowley (2007).

Podatak predstavlja sirovinu bez ikakvog značenja. To je sadržaj koji je direktno vidljiv ili proverljiv, neorganizovana činjenica koja nema nikakav kontekst i koju je teško razumeti (Brackett, 2015; Dalkir, 2023). Podaci mogu biti u obliku brojeva, teksta, slika itd. Bez tumačenja, podaci ostaju besmisleni. Primer podataka: skup podataka koji sadrži očitane temperature prikupljene s meteoroloških stanica.

Skup podataka u kontekstu koji je relevantan za jednu ili više osoba u određenom trenutku ili određeno vreme naziva se **informacijom**. To su obrađeni, organizivani, strukturirani i kontekstualizovani podaci. Informacija daje odgovore na pitanja „ko“, „šta“, „gde“ i „kada“ (Brackett, 2015; Cotton, 2023). Primer informacije: analizom temperaturnih podataka vidljivo je kako je prosečna temperatura u proteklom mesecu viša nego u istom razdoblju prošle godine.

Cotton (2023) tvrdi da je **znanje** rezultat analize i tumačenja informacija, a koje otkriva obrasce, trendove i veze. Nudi uvid „kako“ i „zašto“ se određeni događaji događaju. To podrazumeva bolje razumevanje baznih ideja. Chaffey i Wood (2005, citirano u Rowley, 2007) definišu znanje kao „kombinaciju podataka i informacija, kojima je dodato stručno mišljenje, veštine i iskustvo, da bi rezultovalo vrednom imovinom koja se može koristiti za pomoć u donošenju odluka“. Primer znanja: pomoću znanja stečenog analizom istorijskih podataka o temperaturi, meteorolog može predvideti vremenske uslove za predstojeću sedmicu.

Sposobnost razumevanja osnovnih činjenica i donošenje informisanih odluka i učinkovitih aktivnosti poznata je kao **mudrost** (Cotton, 2023). Primer mudrosti: koristeći vremenske



prognoze i razumevajući lokalne klimatske uvlove, poljoprivrednik može doneti odluku o sejanju određene vrste useva.

Razumevanje međusobne povezanosti podataka, informacija, znanja i mudrosti čini baznu osnovu za iskorišćavanje potencijala poslovne inteligencije. Ovo će razumevanje poslužiti kao osnova za transformaciju podataka u korisne zaključke koji mogu pomoći pri vođenju preduzeća prema uspehu.

1.2. Izvori i vrste podataka

U modernom dobu, podaci se često nazivaju „novom naftom” – vrednim resursom koji potiče inovacije i donošenje odluka. U središtu svakog poduhvata koji se temelji nad podacima, nalazi se niz tipova podataka, svaki sa svojim jedinstvenim karakteristikama i značajem. Svaki dan se proizvede ogromna količina podataka. Trenutne projekcije govore da u svetu postoji 97 zetabajta podataka i da se svaki dan stvori više od 2,5 kvintiliona podataka. 90% podataka u svetu generisano je u poslednje dve godine (Marr, n.d.).

Prema Kenettu i Shmueliju (2016), „podaci mogu proizaći iz različitih instrumenata prikupljanja: anketa, laboratorijskih testova, terenskih eksperimenata, računarskih eksperimenata, simulacija, web pretraživanja, mobilnih snimaka itd. Podaci mogu biti primarni, prikupljeni u svrhu proučavanja, ili sekundarni, prikupljeni iz nekog drugog razloga. Podaci mogu biti jednovarijantni ili multivarijantni, diskretni, kontinualni ili mešoviti. Podaci mogu sadržati semantičke nestrukturirane informacije u obliku teksta, slika, zvuka i videa. Mogu imati i različite strukture, uključujući vremenske serije, panel podatke, umrežene podatke, geografske podatke i sl. Podaci mogu uključivati informacije iz jednog izvora ili iz više njih. Mogu biti bilo koje veličine i bilo koje dimenzije”.

Podaci se generišu brzo i kontinuirano. Društvene mreže, pametni uređaji, tehnologije snimanja u medicinskoj dijagnozi samo su neki od primera. Novi podaci se stoga moraju negde i spremati. Uređaji i senzori automatski stvaraju podatke koje je potrebno odmah analizirati i pohraniti. Održavanje ove ogromne količine podataka dovoljno je teško, ali njihova analiza s ciljem pronalaska trendova i vrednih informacija daleko je teža, posebno kada podaci nisu u obliku tradicionalnih struktura podataka (EMC Education Services, 2015).

Prema Blazquezu i Domenechu (2018), tehnologije povezane s internetom, pametnim telefonima i senzorima sve su više uključene u većinu poslovnih i privatnih dnevnih operacija. Na primer, mnoga preduzeća koriste društvene mreže za unapređenje svojih brendova, nude



svoje proizvode online, koriste pametne telefone za praćenje ruta prodajnih predstavnika ili koriste specijalizovane senzore za praćenje rada uređaja. S druge strane, ljudi koriste računare, pametne telefone i tablete kako bi na internetu pretraživali proizvode, komunicirali s prijateljima, delili mišljenja i snalazili se u prostoru. Osim toga, senzori postavljeni po gradovima, na autoputevima i na javnim mestima beleže dnevna kretanja i aktivnosti građana. Zbog toga se, uporabom ovih tehnologija, proizvodi ogromna količina novih digitalizovanih i svežih podataka o aktivnostima ljudi i preduzeća. Ako se ispravno analiziraju, ovi podaci mogu pomoći u prepoznavanju trendova i praćenju ekonomskog, industrijskog i društvenog ponašanja.

Sherman (2015) naglašava da može biti problem ako poduzeće ima više podataka nego što to može podneti. Kroz svoje svakodnevne interakcije s klijentima, partnerima i dobavljačima, poduzeće prikuplja ogromne količine podataka, kako interno, tako i eksterno. Preduzeća sprovode i istraživanja tržišta i prate informacije o svojim konkurentima. Web strance im omogućuju praćenje tačnog broja posetitelja i mesta odakle dolaze. Danas je vrlo aktuelan internet stvari (IoT) koji prikuplja podatke sa senzora ugrađenih u predmete iz stvarnog sveta poput ogrlice za pse, pacemakera i termostata. To je doslovno bujica podataka. Prema EMC Education Services (2015), među izvorima velikih podataka s najbržom stopom rasta su društveni mediji i genetsko sekvencioniranje, koji spadaju u netradicionalne izvore podataka u svrhu analize.

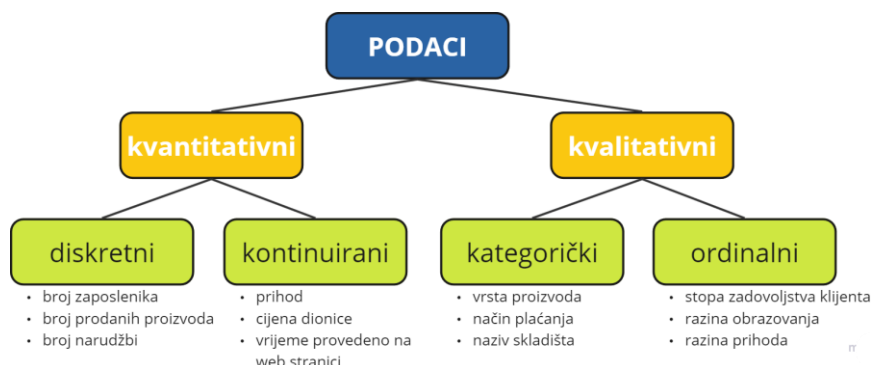
Howson (2014) smatra da uspeh inicijative usmerene prema poslovnoj inteligenciji (BI) zavisi od dostupnosti visokokvalitetnih i relevantnih podataka koji obuhvataju širok raspon izvora podataka potrebnih za proces poslovnog odlučivanja.

Podaci dolaze u različitim oblicima. Podaci se najčešće dele na (slika 1.2):

1. **Kvantitativni (numerički) podaci** – podaci izraženi brojevima. Mogu se podeliti na diskretne i kontinualne podatke. Diskretni podaci mogu imati samo određenu vrijednost (npr. broj zaposlenih), dok kontinualni podaci mogu imati beskonačan broj mogućih vrednosti (npr. cena proizvoda).
2. **Kvalitativni podaci** – ova vrsta podataka može se podeliti na kategoričke i ordinalne podatke. Kategorički podaci predstavljaju tekstualne podatke koji se mogu grupisati u različite kategorije (npr. mesto rođenja, region, kategorija proizvoda), dok se ordinalni podaci mogu rangirati ili poredati (npr. zadovoljstvo zaposlenih – vrlo nezadovoljan,



nezadovoljan, neutralan, zadovoljan, vrlo zadovoljan; nivo obrazovanja – osnovna škola, srednja škola, osnovne studije, master studije, doktorat).



Slika 1.2 Osnovni tipovi podataka

Izvor: Autor.

Druga klasifikacija podataka je na strukturirane, polustrukturirane i nestrukturirane.

Strukturirani podaci mogu se pohranjivati, obrađivati i njima manipulirati u tradicionalnom relacionom sistemu upravljanja bazama podataka. Ovi podaci dolaze iz raznih izvora, uključujući web obrasce, POS transakcije, senzore i sl. Mogu ih generisati ljudi ili uređaji. Ova vrsta podataka ima unapred određeni format, vrstu i organizaciju (EMC Education Services, 2015; Person i Porway, 2015).

Polustrukturirani podaci organizovani su pomoću oznaka (tagova) koji podacima daju hijerarhiju i poredak, čak i ako se ne uklapaju u sistem strukturirane baze podataka. Baze podataka i sistemi datoteka često sadrže polustrukturirane podatke. Logovi, HTML tekst, XML datoteke i JSON datoteke podataka primeri su polustrukturiranih podataka (McKinsey Global Institute, 2011; Person i Porway, 2015).

Budući da **nestrukturirane podatke** obično generiše ljudska aktivnost i ne uklapaju se u format strukturirane baze podataka, smatraju se potpuno nestrukturiranim. Primeri ove vrste podataka su tekstualni dokumenti, PDF datoteke, zapisi na blogovima, e-mailovi, slike i video (EMC Education Services, 2015; Person i Porway, 2015). Prema Shermanu (2015), s nestrukturiranim i polustrukturiranim podacima mora se postupati drugačije od tradicionalnih strukturiranih podataka.

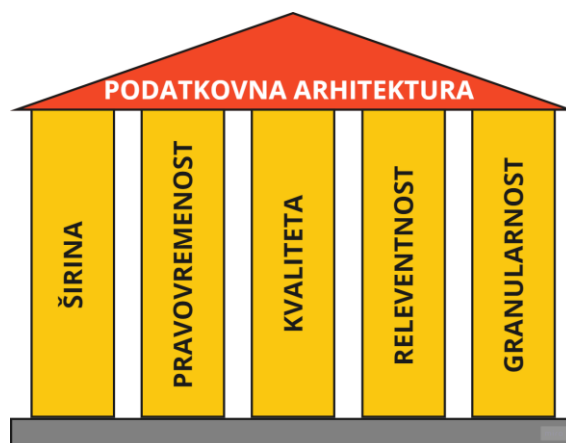
Ta ogromna količina strukturiranih, a posebno nestrukturiranih podataka koji se generišu, prikupljaju i obrađuju velikom brzinom i složenošću, naziva se Big data (veliki podaci). McKinsey Global Institute (2011) definiše Big data kao "podatke čija veličina, distribucija,



raznolikost i/ili pravovremenost zahtevaju upotrebu novih tehničkih arhitektura i analitike kako bi se došlo do rezultata koji stvaraju nove izvore poslovne vrednosti". Prema Kitchenu i McArdleu (2016), Doug Laney je 2001. godine detaljno opisao da Big Data karakterišu tri karakteristike (tri V):

- **Volumen (eng. Volume)** - ogromne količine podataka,
- **Brzina (eng. Velocity)** - stvoreni u realnom vremenu,
- **Raznolikost (eng. Variety)** - strukturirani, polustrukturirani i nestrukturirani.

Prema Howsonu (2014), temelj za uspešnu poslovnu inteligenciju je arhitektura podataka (slika 1.3) koja se sastoji od šest važnih aspekata vezanih uz širinu, pravovremenost, kvalitet, relevantnost i granularnost podataka. Kvalitet podataka središnji je stub jer se ogroman trud ulaže u osiguranje i poboljšanje kvaliteta podataka.



Slika 1.3 Arhitektura podataka kao temelj uspješne poslovne inteligencije

Izvor: Autor, prema Howson (2014).

Kao što je već spomenuto, podaci se mogu prikupljati iz različitih izvora, što je povezano sa širinom podataka kao jednim od stubova arhitekture podataka. To se odnosi na višestruke izvore podataka što je danas, u eri Big data, uobičajen način prikupljanja podataka. S druge strane, kombinovanje podataka iz više različitih izvora doprinosi problemima vezanim uz kvalitet podataka (Howson, 2014).

U sledećem potpoglavlju fokus će biti na iskorišćavanju potencijala koje podaci pružaju. Istražiće se sistemi za upravljanje relacionim bazama podataka (RDBMS) za čuvanje i preuzimanje podataka te vizualni prikaz struktura baza podataka kroz dijagrame entiteta i odnosa (ER). Povezivanje razumevanja izvora i tipova podataka s njihovim modeliranjem i oblikovanjem, značajan je korak prema praktičnoj primeni poslovne inteligencije.

1.3. Modeliranje i oblikovanje podataka

Model podataka je formalni prikaz podataka koje poslovni sistem koristi i generiše (Dennis et al., 2018). Kao što je već spomenuto, strukturirani podaci obično se čuvaju u sistemu za upravljanje relacionim bazama podataka (eng. relational database management system - RDBMS). Prema Tilleyju (2020), „sistem za upravljanje bazom podataka je zbirka alata, karakteristika i interfejsa koja korisnicima omogućuje dodavanje, ažuriranje, upravljanje, pristup i analizu podataka“. Neki od popularnih RDBMS sistema su Oracle (Oracle), DB2 (IBM) i SQL Server (Microsoft).

U RDBMS-u, podaci su organizovani u tabele koje sadrže zbirku zapisa koji čuvaju informacije o određenom entitetu. Tabele su predstavljene kao dvodimenzionalne strukture sa kolonama i redovima. Svaka kolona predstavlja polje ili atribut entiteta, a svaki red predstavlja zapis koji je instanca entiteta (Tilley, 2020). Slika 1.4 prikazuje primer tabele Proizvod.

PROIZVOD				Entitet / naziv tablice
ID	Naziv	KategorijaID	Cijena	Polja / atributi
1032	Laptop	1	800.00	
1086	Majica	2	20.00	Zapis
1099	Mobitel	1	600.00	
2033	Kruh	3	2.00	
2058	Tenisice	4	80.00	
2069	Slušalice	1	40.00	

Vrijednosti atributa

Slika 1.4 Primer tabele u RDBMS

Izvor: Autor.

Ova tabela predstavlja jednostavni katalog sa 6 proizvoda, od čega svaki ima jedinstvenu šifru (ID), naziv, kategoriju i cenu.

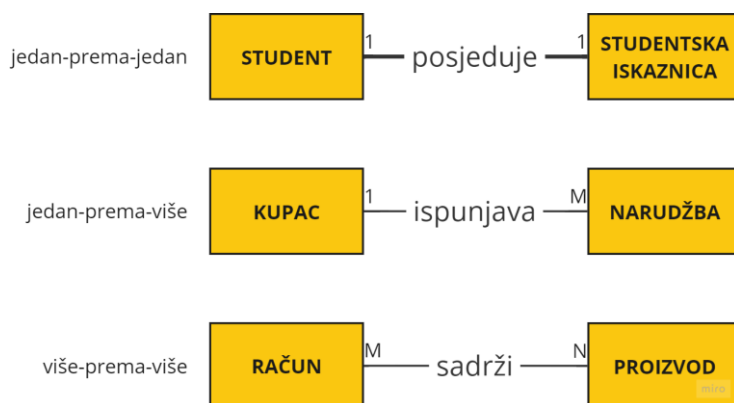
Atribut je posebna vrsta podatka o entitetu. Na primer, ID kupca, ime, prezime, adresa, poštanski broj, grad, država, e-mail atributi su entiteta Kupac. Red u tablici ili skup povezanih polja koja opisuju jednu instancu entiteta (kao što je Kupac) naziva se **zapis**.

Svaka tabela u bazi podataka mora imati atribut koji služi kao **primarni ključ**. To je polje (ili skup polja) koje svakom proizvodu u tablici daje jedinstvenu vrednost. To znači da u tablici ne mogu postojati dva proizvoda s istim ID-om.



Tabele u bazi podataka često su povezane s drugim tabelama, tj. između njih postoji veza. Veze (relacije) definišu kako su podaci u jednoj tablici povezani s podacima u drugoj tablici.

Prema Tilleyju (2020), između entiteta mogu postojati tri vrste odnosa: jedan-prema-jedan, jedan-prema-više i više-prema-više. Primeri ovih odnosa prikazani su na slici 1.5.



Slika 1.5 Primeri odnosa među entitetima

Izvor: Autor.

Logička struktura baze podataka i odnosi među tabelama mogu se vizualno predstaviti pomoću **dijagrama entiteta i veza** (eng. Entity Relationship Diagram - ERD).

Postoje različite notacije za stvaranje ERD-ova, a najčešće su Chenova i Martinova (vranina noga). U ovoj će knjizi biti predstavljena Martinova notacija.

Prema Martinovoj (eng. Crow's Foot) notaciji, entitet je predstavljen pravougaonikom. To može biti osoba, mesto, događaj ili stvar o kojoj se podaci prikupljaju. Atributi su navedeni kao imenice unutar entiteta. Odnosi između entiteta prikazani su linijama koje povezuju entitete. Odnosi imaju kardinalnost veze koja pokazuje koliko je instanci jednog entiteta povezano s instancom drugog entiteta (Dennis et al., 2018). U Crow's Foot notaciji, kardinalnosti su prikazane različitim simbolima. Na primer, jedna crta označava jedan, dvostruka crta označava jedan i samo jedan, krug označava nulu, a vranina noga označava više. Tabela 1.1 prikazuje različite simbole kardinalnosti i njihovo značenje.



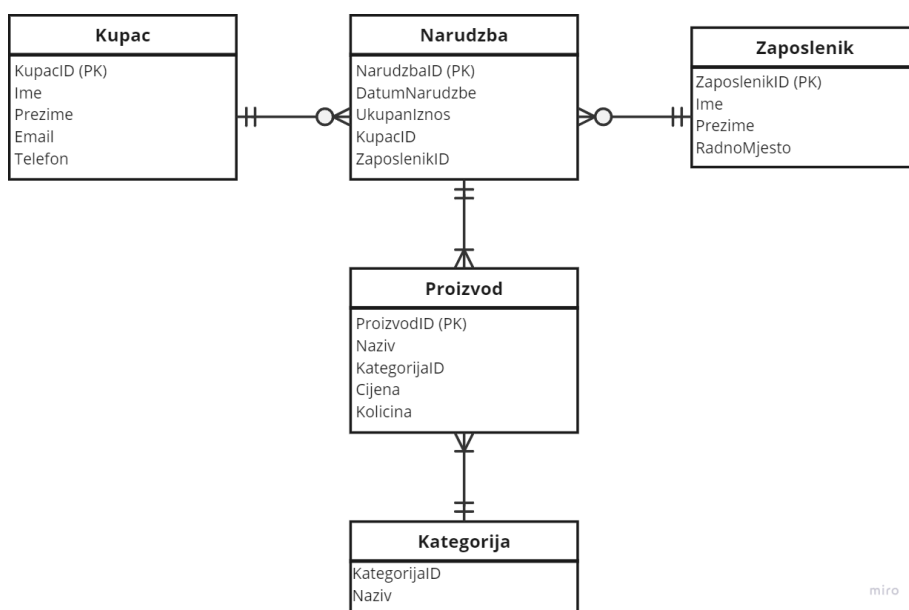
Tabela 1.1 Primeri kardinalnosti

Simbol	Značenje
	Jedan i samo jedan
	Jedan ili više
	Nula ili više
	Nula ili jedan

Izvor: Tilley (2020).

Prema Dennis et al. (2018), tri su koraka pri izradi ERD-a:

1. Identifikacija atributa,
2. Dodavanje atributa i dodela primarnog ključa,
3. Identifikacija veza.



Slika 1.6 Primer ERD-a za sistem prodaje

Izvor: Autor.

Slika 1.6 prikazuje deo ERD-a za sistem prodaje. Svaki entitet u ovom ERD-u prikazan je kao pravougaonik s popisom svojih atributa. Linije koje povezuju entitete koriste se za prikaz njihovih odnosa:



- Kupac može napraviti više narudžbina. Neku narudžbinu može napraviti samo jedan kupac.
- Određena narudžbina može sadržati više proizvoda. Svaki proizvod vezan je uz tačno određenu narudžbinu.
- Narudžbina je povezana s kupcem i zaposlenim koji ju je obradio.
- Proizvod je povezan s kategorijom jer svaki proizvod pripada određenoj kategoriji.

Fundamentalno razumevanje modeliranja i dizajna podataka, kao što su ER dijagrami i RDBMS, bitno je za učinkovito korišćenje podataka. Ono je osnova za pragmatičnu implementaciju podataka kroz donošenje odluka baziranih na podacima, pri čemu strukturirani modeli podataka daju vredne uvide koji vode informisanim poslovnim strategijama i procesu donošenja odluka.

1.4. Odlučivanje na osnovu podataka

Odlučivanje bazirano na podacima (eng. Data-driven decision-making - DDDM) strateški je pristup koji se oslanja na analizu i tumačenje podataka s ciljem sprovođenja određenih radnji. Iskorišćavanjem rezultata proizašlih iz velikih skupova podataka, kompanije se mogu snalaziti u neizvesnim situacijama, čime se smanjuju rizici i povećavaju prilike. Nelson (2022) definiše donošenje odluka baziranih na podacima kao proces donošenja strateških poslovnih odluka koje su u skladu s ciljevima i inicijativama organizacije korišćenjem činjenica, metrika i podataka. Donošenje odluka baziranih na podacima, prema Provostu i Fawcettu (2013), proces je donošenja odluka koje se više oslanjaju na analizu podataka nego na intuiciju. Na primer, marketinški stručnjak može birati oglase koristeći svoje opsežno poznavanje industrije i istančan osećaj za ono što će se svideti potrošačima. Međutim, svoju odluku bi mogao zasnovati i na analizi podataka koji pokazuju kako korisnici reaguju na razne oglase.

U ovom pristupu odluke se ne donose na osnovu intuicije, već na osnovu čvrstih činjenica. Ono uključuje prikupljanje, analiziranje i tumačenje podataka kako bi se identifikovali obrasci, trendovi i korelacije. Bilo da se radi o optimizaciji operativne učinkovitosti, poboljšanju korisničkih iskustava ili usavršavanju proizvodnih strategija, odluke zasnovane na podacima omogućuju kompanijama da se prilagode i napreduju na dinamičnim tržištima.

Integrisanjem podataka u proces donošenja odluka, organizacije postaju prilagodljivije i otpornije na promene, čime podstiču inovacije i održivi rast. Velik broj istraživačkih radova pokazao je da je donošenje odluka zasnovano na podacima povezano s povećanom



produktivnošću (npr. Brynjolfsson i McElheran, 2019; Sala et al., 2022; Colombari et al., 2023). To je razlog zašto većina organizacija, posebno velikih, ulaže u prikupljanje i analizu svojih podataka. Više od 2/3 od 300 rukovodioca koje je ispitao Bain & Company (2017) kaže da njihova kompanija ulaže velika sredstva u analitiku podataka, dok više od polovine predviđa transformacioni povrat svojih ulaganja.

Pet je koraka za donošenje odluka zasnovanih na podacima (Asana, 2022):

1. Razumevanje vizije kompanije,
2. Pronalaženje izvora podataka,
3. Čišćenje i organizacija podataka,
4. Analiza podataka,
5. Izvođenje zaključaka.

McKinsey Global Institute (2014) izveštava da organizacije koje koriste podatke u svrhu odlučivanja imaju 23 puta veću verovatnoću da će steći kupce, 6 puta veću verovatnoću da će zadržati kupce i 19 puta veću verovatnoću da će biti profitabilne.

Globalno prepoznatljive kompanije koje svoje odluke donose na osnovu podataka su Google, Amazon i Netflix.

Kako bi organizacija ostvarila potpuni potencijal poslovne inteligencije, ključno je uzeti u obzir kvalitet podataka, što je opisano u sledećem delu. Kvalitet podataka osigurava preciznost i pouzdanost zaključaka i uvida do kojih se došlo na osnovu podataka.

1.5. Kvalitet podataka

Stepen tačnosti, doslednosti, pouzdanosti i prikladnosti za određenu svrhu naziva se kvalitetom podataka. Kvalitet podataka je važan u kontekstu poslovne inteligencije i analize podataka budući da zaključci i procene donesene na osnovu podataka uglavnom zavise od njihove tačnosti i pouzdanosti. Loš kvalitet podataka može dovesti do netačnih zaključaka, pogrešnih strategija i naposljetku štetnih poslovnih ishoda. Prema Gartneru (2021), svake godine loš kvalitet podataka košta organizacije u proseku 12,9 miliona dolara.

Kvalitet podataka može se okarakterizirati pomoću šest najčešće korišćenih dimenzija (Foote, 2022):

- **Tačnost:** koliko su tačne vrednosti atributa u podacima?
- **Potpunost:** jesu li podaci potpuni, bez nedostajućih informacija?



- **Doslednost:** koliko su dosledne vrednosti u i između baza podataka?
- **Pravovremenost:** koliko su podaci pravovremeni?
- **Valjanost:** kako su podaci u skladu s unapred definisanim poslovnim pravilima?
- **Jedinstvenost:** je li svaki zapis jedinstveno identifikovan, bez redundancija?

Prema Shermanu (2015), podaci se mogu smatrati visokokvalitetnim ako imaju sledeće karakteristike (5C podataka):

- **Čisti** (eng. Clean) – odnosi se na stavke koje nedostaju, nevažeće unose i druge slične probleme;
- **Dosledni** (eng. Consistent) - jednoobraznost i koherentnost podataka u različitim izvorima i unutar samog skupa podataka;
- **Usklađeni** (eng. Conformed) – odnosi se na podatke koji se pridržavaju unapred definisanih standarda podataka i pravila;
- **Aktuelni** (eng. Current) - neophodno je koristiti najnovije podatke za donošenje odluka i analizu;
- **Sveobuhvatni** (eng. Comprehensive) - uključuje sve bitne podatkovne elemente potrebne za nameravani proces donošenja odluka bez izostavljanja kritičnih informacija.

Prema Kenettu i Shmueliju (2016.), skoro svi podaci moraju se očistiti pre nego što se mogu koristiti za dalju analizu. Međutim, cilj određuje stepen čistoće i strategiju čišćenja podataka. Isti podaci mogu sadržati visokokvalitetne informacije za jednu svrhu i nekvalitetne informacije za drugu.

Gartner (2023) je nedavno identifikovao skup od 12 aktivnosti usmerenih na poboljšanje kvaliteta podataka. Ove aktivnosti su klasifikovane u četiri različite kategorije, koje treba uzeti u obzir pri proceni integriteta podataka:

- Fokusirajte se na prave stvari u postavljanju jakih temelja,
- Primerite odgovornost za kvalitet podataka,
- Uspostavite kvalitet podataka koja odgovara svrsi,
- Integrišite kvalitet podataka u korporativnu kulturu.

Prema Howsonu (2014), za dosledne, sveobuhvatne i tačne podatke smatra se da imaju visoki stepen kvaliteta. Teško je dobiti kvalitetne podatke zbog velikog uticaja organizacionih i vlasničkih problema.



Sposobnost razumevanja i analize podataka ključna je za donošenje informisanih odluka u području poslovne inteligencije. Bitno je razumeti da je put od neobrađenih podataka do dobijanja praktičnih rezultata iz njih, a koji obuhvata različite izvore podataka, vrste, modeliranje i dizajn, sastavni deo procesa izvlačenja vrednosti iz informacija.

LITERATURA

1. Asana (2022). Data-driven decision making: A step-by-step guide [dostupno na: <https://asana.com/resources/data-driven-decision-making>, pristupljeno November 5, 2023]
2. Bain & Company (2017). Closing the Results Gap in Advanced Analytics: Lessons from the Front Lines [dostupno na: <https://www.bain.com/insights/closing-the-results-gap-in-advanced-analytics-lessons-from-the-front-lines/>, pristupljeno November 5, 2023]
3. Blazquez, D. & Domenech, J. (2018). Big Data sources and methods for social and economic analyses. Technological Forecasting & Social Change, 130, pp. 99-113.
4. Brackett, M. (2015). The Data-Information-Knowledge Cycle. Dataversity [dostupno na: <https://www.dataversity.net/the-data-information-knowledge-cycle/>, pristupljeno November 5, 2023]
5. Brynjolfsson, E. & McElheran, K. (2019). Data in Action: Data-Driven Decision Making and Predictive Analytics in U.S. Manufacturing. Rotman School of Management Working Paper No. 3422397 [dostupno na: https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=3422397, pristupljeno November 5, 2023]
6. Chaffey, D. & Wood, S. (2005). Business Information Management: Improving Performance using Information Systems. FT Prentice Hall.
7. Colombari, R., Geuna, A., Helper, S., Martins, R., Paolucci, E., Ricci, R. & Seamans, R. (2023). International Journal of Production Economics, 255.
8. Cotton, R. (2023). The Data-Information-Knowledge-Wisdom Pyramid. Datacamp [dostupno na: <https://www.datacamp.com/cheat-sheet/the-data-information-knowledge-wisdom-pyramid>, pristupljeno November 5, 2023]
9. Dalkir, K. (2023). Knowledge Management in Theory and Practice, 4th Edition. MIT Press.



10. Dennis, A., Wixom, B. H. & Roth, R. M. (2018). Systems Analysis and Design, 7th Edition. Wiley.
11. EMC Education Services (2015). Data Science and Big Data Analytics: Discovering, Analyzing, Visualizing and Presenting Data. Wiley.
12. Foote, K. D. (2022). Data quality dimensions. Dataversity [dostupno na: <https://www.dataversity.net/data-quality-dimensions/>, pristupljeno November 5, 2023]
13. Gartner (2021). How to Improve Your Data Quality [dostupno na: <https://www.gartner.com/smarterwithgartner/how-to-improve-your-data-quality>, pristupljeno November 5, 2023]
14. Gartner (2023). Gartner Identifies 12 Actions to Improve Data Quality [dostupno na: <https://www.gartner.com/en/newsroom/press-releases/2023-05-22-gartner-identifies-12-actions-to-improve-data-quality>, pristupljeno November 5, 2023]
15. Howson, C. (2014). Successful Business Intelligence: Unlock the Value of BI & Big Data, 2nd Edition. McGraw-Hill Education.
16. Kenett, R. S. & Shmueli, G. (2016). Information Quality: The Potential of Data and Analytics to Generate Knowledge. Wiley.
17. Kitchen, R. & McArdle, G. (2016). What makes Big Data, Big Data? Exploring the ontological characteristics of 26 datasets. Big Data & Society, 3(1).
18. Marr, B. (n.d.). How Much Data Do We Create Every Day? The Mind-Blowing Stats Everyone Should Read. Bernard Marr & Co. [dostupno na: <https://bernardmarr.com/how-much-data-do-we-create-every-day-the-mind-blowing-stats-everyone-should-read/>, pristupljeno November 5, 2023]
19. McKinsey Global Institute (2011). Big data: The next frontier for innovation, competition, and productivity. [dostupno na: https://www.mckinsey.com/~media/mckinsey/business%20functions/mckinsey%20digital/our%20insights/big%20data%20the%20next%20frontier%20for%20innovation/mgi_big_data_full_report.pdf, pristupljeno November 5, 2023]
20. McKinsey Global Institute (2014). Five facts: How customer analytics boosts corporate performance [dostupno na: <https://www.mckinsey.com/capabilities/growth-marketing-and-sales/our-insights/five-facts-how-customer-analytics-boosts-corporate-performance>, pristupljeno November 5, 2023]



21. Nelson, M. (2022). Beyond The Buzzword: What Does Data-Driven Decision-Making Really Mean?. Forbes [dostupno na: <https://www.forbes.com/sites/tableau/2022/09/23/beyond-the-buzzword-what-does-data-driven-decision-making-really-mean/?sh=2d35c4eb25d6>, pristupljeno November 5, 2023]
22. Provost, F. & Fawcett, T. (2013). Data science and its relationship to big data and data-driven decision making. Big data, 1(1), pp. 51-59.
23. Rowley, J. (2007). The wisdom hierarchy: representations of the DIKW hierarchy. Journal of Information Science, 33(2), pp. 163–180.
24. Sala, R., Pirola, F., Pezzotta, G. & Cavalieri, S. (2022). Data-Driven Decision Making in Maintenance Service Delivery Process: A Case Study. Applied Sciences, 12(15).
25. Sherman, R. (2015). Business Intelligence Guidebook: From Data Integration to Analytics. Elsevier Inc.
26. Tilley, S. (2020). Systems Analysis and Design, 12th Edition. Cengage.



2. ANALITIKA POSLOVNIH PODATAKA

Autor: Dejan Mirčetić

U eri digitalizacije, zbog ogromne količine podataka koji se svakodnevno generišu, tradicionalna znanja i pristupi ne mogu se koristiti za upravljanje poslovnim procesima u različitim područjima, pa tako ni za upravljanje logistikom i lancima snabdevanja (Nikolić et al., 2019). Web 2.0, zajedno s industrijom 4.0, računarstvom u oblaku, Internetom stvari (IoT), RFID-om i drugim digitalnim tehnologijama doveli su do generisanja, čuvanja i prenosa velikih količina podataka. Kako se obim i složenost podataka povećava, tako raste i složenost i vreme potrebno za analizu tih podataka i izvlačenje zaključaka iz njih.

Koncept Big data prvi su predstavili Cox i Ellsworth u oktobru 1997., u radu objavljenom na ACM Digital Library (Tiwari et al., 2018). Proučavanje velikih podataka i njihova konceptualizacija kontinuirano se razvijaju. U početku je Big data karakterisao koncept 3V, koji je obuhvatao **volumen**, **brzinu** i **raznolikost**, kao što je objašnjeno u prethodnom poglavlju. Kasnije se ovaj koncept proširio na koncept 5V, uključivši dva dodatna atributa: **istinitost** (eng. Veracity) i **vrednost** (eng. Value) (Nguyen et al., 2018; Tiwari et al., 2018). Volumen se odnosi na količinu generisanih podataka budući da količina digitalnih podataka eksponencijalno raste (Arunachalam et al., 2018.). Raznolikost se odnosi na činjenicu da se podaci mogu generisati iz heterogenih unutrašnjih i spoljnih izvora, u strukturiranim, polustrukturiranim i nestrukturiranim formatima. Brzina se odnosi na brzinu generisanja i isporuke podataka, koji se mogu obrađivati u serijama, u realnom vremenu ili gotovo u realnom vremenu. Istinitost naglašava važnost kvaliteta podataka jer mnogi izvori podataka sami po sebi sadrže određeni stepen nesigurnosti i nepouzdanosti. Vrednost se odnosi na pronalaženje nove vrednosti sadržane u podacima koja se može koristiti za bolje poslovno planiranje (Nguyen et al., 2018).

Analitika velikih podataka (Big Data Analytics - BDA) uključuje dve dimenzije: **velike podatke - Big data (BD)** opisan konceptom 5V i **poslovnu analitiku (BA)** koja omogućuje dobijanje informacija iz podataka primenom statistike, matematike, ekonometrije, simulacija, optimizacija ili drugih tehnika koje pomažu da poslovne organizacije donose bolje odluke (Wang et al., 2016). Analitika velikih podataka uključuje korišćenje naprednih analitičkih tehnika za izvlačenje vrednog znanja iz ogromnih količina podataka različitih tipova kako bi se izvukli zaključci otkrivanjem skrivenih obrazaca i korelacija, trendova i drugih poslovno vrednih



informacija i znanja, s ciljem povećanja poslovne koristi, operativne učinkovitosti i istraživanja novih tržišta i prilika (Nguyen et al., 2018; Tiwari et al., 2018). BDA je privukao značajnu pažnju u različitim područjima, kako akademskim tako i poslovnim, posebno u logistici i upravljanju lancima snabdevanja.

2.1. BDA u logistici i upravljanju lancima snabdevanja

Lanci snabdevanja (eng. Supply chains - SC) predstavljaju mrežu kompanija uključenih u transformaciju sirovina u gotove proizvode i distribuciju gotovih proizvoda krajnjim kupcima. U lancima snabdevanja postoje fizički, finansijski i informacioni tokovi među različitim kompanijama. Svakim danom lanci snabdevanja postaju sve složeniji, prošireniji i globalniji. Stoga, za uspješnu implementaciju i upravljanje postojećim procesima u lancima snabdevanja i njihovo kontinuirano usklađivanje s tržišnim uslovima, savremeni lanac snabdevanja treba vešte stručnjake. Kako bi odgovorili na ove izazovne zadatke, stručnjaci iz područja upravljanja lancima snabdevanja trebaju formalno obrazovanje koje će im pružiti znanja i veštine iz različitih područja, prvenstveno iz logistike, informacionih tehnologija i ekonomije.

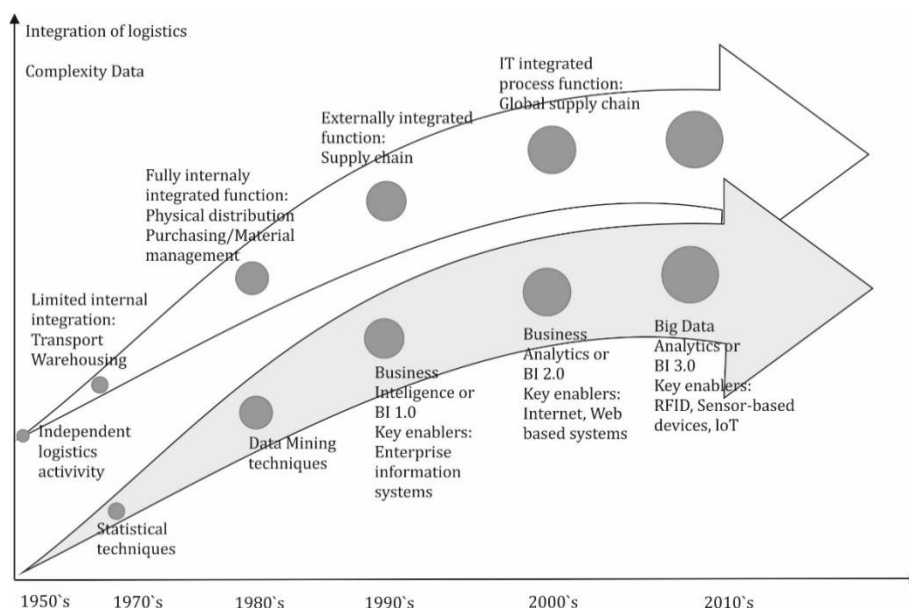
Lanac snabdevanja je skup fizičkih elemenata, njihovih aktivnosti i procesa kroz koje se odvija njihova interakcija. Fizički elementi, koji čine lančanu strukturu, predstavljaju fiksni deo lanca snabdevanja. Na strateškom nivou donose se odluke o oblikovanju strukture lanca snabdevanja, a na taktičkom i operativnom nivou odluke o modalitetima i pravilima realizacije pojedinih logističkih procesa. Oblikovanje fiksnog lanca snabdevanja i upravljanje radom zajedno osiguravaju upravljanje lancem snabdevanja koje definiše produktivnost lanca. U skladu sa tim, upravljački okvir lanca snabdevanja sastoji se od tri osnovna elementa: (1) struktura lanca snabdevanja; (2) poslovni procesi; (3) i upravljačke komponente. Svaki od ovih elemenata direktno je povezan s ciljevima lanca snabdevanja, odnosno sa stepenom ispunjenosti zahteva krajnjih korisnika, uz uvažavanje kritičnih dimenzija poslovanja od kojih zavisi nastup na tržištu (ključni pokazatelji performansi – KPI). U modernom svetu ne takmiče se više preduzeća, već njihovi lanci snabdevanja. Učinkovito upravljanje lancem snabdevanja je stoga postalo potencijalno vredan način osiguravanja konkurentске prednosti i poboljšanja organizacionog učinka.

Preduzeća su pod velikim pritiskom da poboljšaju planiranje i performanse lanca snabdevanja zbog sve veća neizvesnosti i konkurencije. Poboljšanje performansi lanca snabdevanja postalo je kontinuirani proces koji zahteva analitički sistem merenja performansi. Sa obzirom na brojnost i raznolikost logističkih procesa i procesa u lancima snabdevanja, resurse koji se



koriste za njihovu realizaciju, parametre koji ih karakterišu, koristi se veliki broj podataka za određivanje performansi lanca snabdevanja. To su podaci o: geografskim, vremenskim i količinskim odrednicama robe, transportna sredstva, transportno - manipulativna sredstva, skladišni kapaciteti, zaposleni itd. Podaci generisani kroz interno poslovanje, kao i transakcije s dobavljačima i kupcima, mogu se koristiti za otkrivanje malih promena koje mogu imati veliki uticaj na organizaciju s obzirom na povećanje učinkovitosti, pa čak i ušteda troškova. Drugim rečima, količina podataka u svakom lancu snabdevanja eksplodira iz različitih izvora podataka, poslovnih procesa i IT sistema. Kako se obim i složenost podataka povećava, tako raste i složenost i vreme potrebno za analizu tih podataka i izvlačenje zaključaka iz njih. Određivanje, praćenje i poboljšanje performansi logistike i lanca snabdevanja postaje složeniji i uključuje mnoge procese kao što su identifikacija mera, definisanje ciljeva, planiranje, komunikacija, praćenje, izveštavanje i povratne informacije. Posledično, konvencionalni pristupi ne mogu se koristiti za donošenje odluka i upravljanje lancem snabdevanja.

U području upravljanja lancem snabdevanja, interes za poslovnu analitiku raste. Ona se naziva još i **analitika lanca snabdevanja (SCA)**. SCA se koristi kao sinonim za pojmove kao što su 'Big Data analitika' i 'poslovna analitika' unutar poslovnih i akademskih zajednica (Srinivasan i Swink, 2018.). SCA se odnosi na korišćenje podataka i kvantitativnih alata i tehnika za poboljšanje operativnih performansi, često merenih metrikama kao što su ispunjavanje narudžbina i fleksibilnost. Analitika u lancima snabdevanja nije nužno nova ideja jer se različite kvantitativne tehnike i metode modeliranja već dugo koriste u proizvodnim kompanijama. Nedavni porast interesa za SCA praćen je novim izazovima i prilikama u poslovnom i informatičkom okruženju. Ti izazovi uključuju probleme koji proizlaze iz upravljanja velikim količinama podataka (npr. dostupnost podataka i kvalitet podataka) i suočavanje s neizvesnostima u okruženju. Pravilno primenjen SCA može uticati na nekoliko područja u lancu snabdevanja i može generisati značajne prednosti u logističkim performansama: poboljšano planiranje i raspoređivanje; poboljšani odziv; poboljšano planiranje potražnje; optimizacija narudžbi; optimizirano upravljanje zalihama; poboljšano planiranje popunjavanja zaliha. Poslednjih decenija, pod uticajem tehnološkog razvoja, globalizacije i sve zahtjevnijih kupaca, promenile su se i poslovne paradigme. Slika 2.1 prikazuje tipična razdoblja (s kratkim opisom) u evoluciji logistike, SCM i BDA.

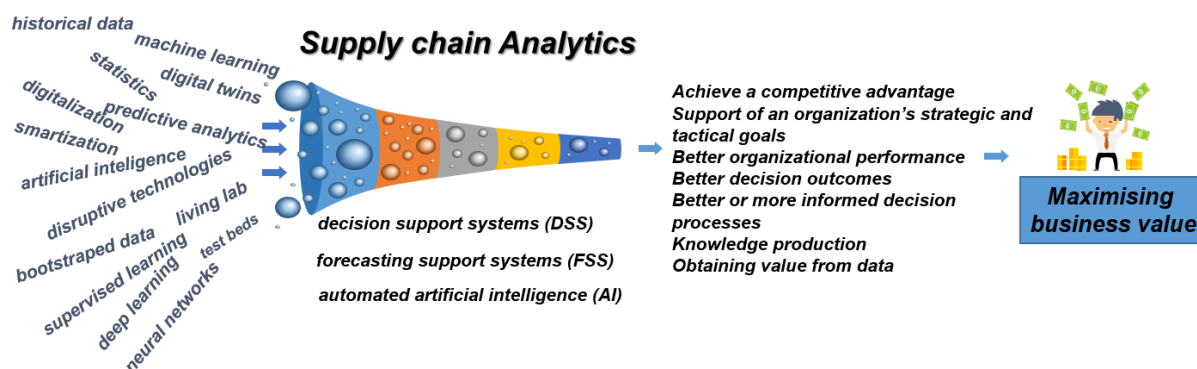


Slika 2.1 Evolucija logistike, SCM-a i BDA

Izvor: Prilagođeno prema Arunachalam et al. (2018).

2.2. Alati u analitici poslovnih podataka

Slika 2.2 prikazuje različite trendove, alate i prednosti koje se koriste u BDA ili SCA. Sve predstavljene analitičke tehnike mogu se kategorizovati u tri vrste: deskriptivne, prediktivne i preskriptivne. **Deskriptivna analitika** posmatra podatke i analizira prošle događaje radi uvida u to kako pristupiti budućnosti. Traži se odgovor iz prošlih neuspeha i uspeha. **Prediktivna analitika** koristi istorijske podatke kako bi odredila verovatni budući ishod nekog događaja ili verovatnost da se situacija dogodi. Ona iskorišćava obrasce pronađene u podacima za prepoznavanje budućih rizika i prilika. **Preskriptivna analitika** automatski sintetizuje velike podatke, poslovna pravila i mašinsko učenje za predviđanje budućnosti. Ona prevazilazi predviđanje budućnosti sugerišući radnje koje je potrebno poduzeti kako bi se postigli željeni ciljevi. Takođe, njome je moguće pokazati implikacije svake moguće odluke i delovati kao alat za podršku odlučivanju za stručnjake iz područja SCM-a. U sledećim potpoglavljima biće predstavljeni i opisani različiti analitički alati koji se koriste za BDA u SCM-u. Dodatno, fokus će biti na strategijama o tome kako unaprediti znanje o BDA za stručnjake 21. veka, putem nekoliko studija slučaja.



Slika 2.2 Trendovi, alati i koristi SCA

Izvor: Autor.

2.2.1. Deskriptivna analitika

Deskriptivna analitika daje sažetak deskriptivne statistike za određeni uzorak podataka, na primer: srednja vrednost, mod, medijana, raspon, histogram i standardna devijacija. Deskriptivna analitika opisuje šta se dogodilo u prošlosti i izvodi informacije iz značajnih količina podataka kako bi odgovorila na pitanje šta se događa. Na osnovu informacija u stvarnom vremenu o lokacijama i količinama robe u lancu snabdevanja, menadžeri donose odluke na operativnom nivou (npr. prilagođavaju raspored otpreme, raspoređuju vozila, izdaju naloge za obnavljanje zaliha proizvoda itd.) (Souza, 2014). Deskriptivna analitika pokušava identifikovati prilike i probleme korišćenjem online sistema analitičke obrade i alata za vizualizaciju podržanih informacijama u stvarnom vremenu i tehnologijom izveštavanja (npr. GPS, RFID, transakcijski bar-kod). Uobičajeni primeri deskriptivne analitike su izveštaji koji pružaju istorijske uvide u proizvodnju, finansije, poslovanje, prodaju, zalihe i kupce kompanije (Tiwari et al., 2018.).

2.2.2. Prediktivna analitika

Prediktivna analitika koristi istorijske podatke kako bi odredila verovatni budući ishod. Prediktivna analitika u lancima snabdevanja izvodi prognoze potražnje iz prošlih podataka i odgovara na pitanja koja se odnose na ono što će se dogoditi ili što će se verovatno dogoditi (Tiwari et al., 2018.). Koristi veštačku inteligenciju, optimizacione algoritme i ekspertske sistema za predviđanje budućih ponašanja na bazi obrazaca otkrivenih u prošlosti i pretpostavke da će se istorija ponoviti. Iskorišćava obrasce pronađene u podacima za prepoznavanje budućih rizika i prilika kao i predviđanje budućnosti. Na ovaj način se popunjavaju informacije koje nedostaju i istražuju obrasci podataka pomoću statistike, simulacije i programiranja.



2.2.3. Preskriptivna analitika

Preskriptivna analitika izvodi preporuke za donošenje odluka na temelju deskriptivnih i prediktivnih analitičkih modela kao i na temelju matematičke optimizacije, simulacija ili višekriterijumskih tehnika odlučivanja. Preskriptivna analitika prevazilazi predviđanje budućih ishoda tako što takođe donosiocu odluka pokazuju i implikacije svake opcije odluke. Preskriptivna analitika odgovara na pitanje šta bi se trebalo događati.

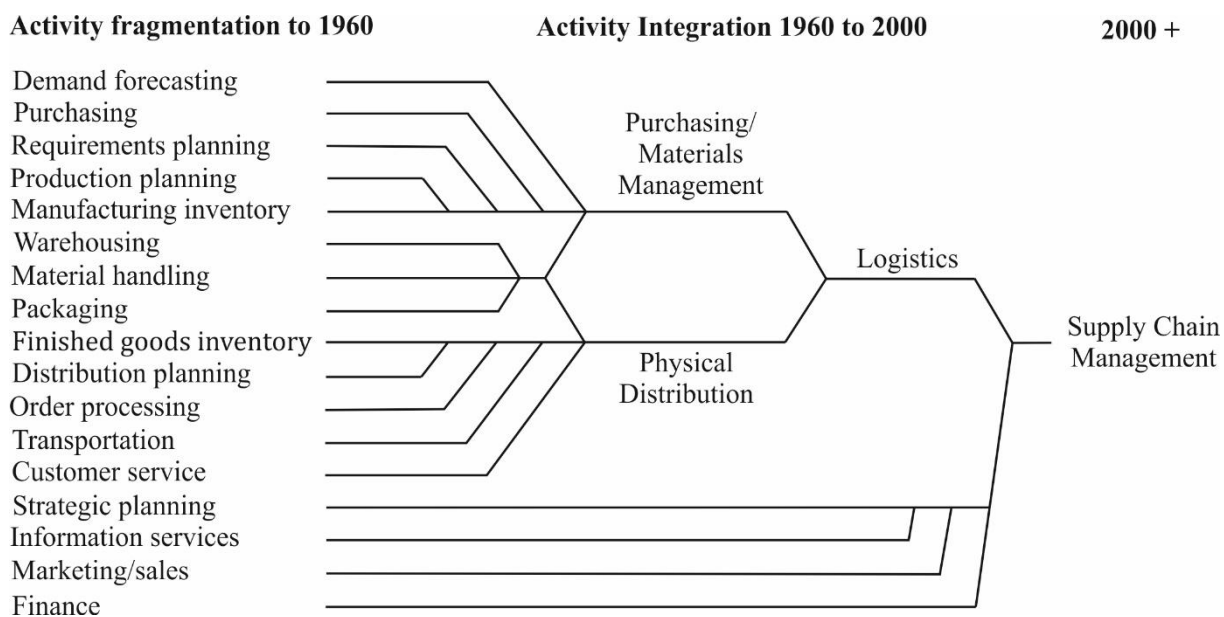
2.3. BDA ekosistem

Glavna svrha BDA ekosistema je isporuka vrednosti za donosiocima odluka. S tim u skladu, BDA ima primarni cilj omogućiti uvid u poslovne procese i odgovoriti kako smanjiti troškove i povećati nivo usluge za krajnje kupce. Kako bi se ispunio cilj, BDA rešenja obično se isporučuju u obliku sistema za podršku odlučivanju (DSS) ili ekspertnog sistema (ES). Stoga će se u ovom i narednim potpoglavljima pojasniti ključni stubovi BDA: **poslovni podaci**, **rudarenje podataka** i **otkrivanje znanja** (analiza podataka, DSS, ES platforme itd.).

Poslovni podaci

Pojam podatka detaljno je objašnjen u prvom poglavlju ove knjige. Podaci su ključni faktor za sprovođenje bilo kakve analize. **Poslovni podaci** nastaju kao rezultat izvođenja procesa u određenom poslovnom okruženju. U slučaju lanca snabdevanja, postoji mnogo procesa i podprocesa uključenih u isporuku usluge krajnjem korisniku (slika 2.3).

Slika 2.3 predstavlja strukturu lanca snabdevanja gde se u slučaju SCA-a svaki od navedenih procesa može posmatrati kao generator poslovnih podataka. Generisani podaci različiti su po važnosti i uticaju na krajnje ciljeve preduzeća. Shodno tome, poslovni podaci mogu se podeliti na **interno vođene** i **eksterno vođene** podatke. Interno vođeni podaci su podaci koji nastaju kao rezultat strukture kompanije, hijerarhije i načina na koji je kompanija odlučila poslovati (na primer, podaci o proizvodnji, podaci o ljudskim resursima, podaci o isporuci, računovodstveni podaci itd.). Ovi podaci su različiti za svaku kompaniju i služe za izveštavanje, analiziranje i zakonsko izveštavanje nadležnih tela (računovodstveni podaci). Ono što je zanimljivo kod ovih podataka je da kompanije direktno kontrolišu i utiču na te podatke i oni imaju vrednost samo za određenu kompaniju.



Slika 2.3 Evolucija logistike i lanca snabdevanja

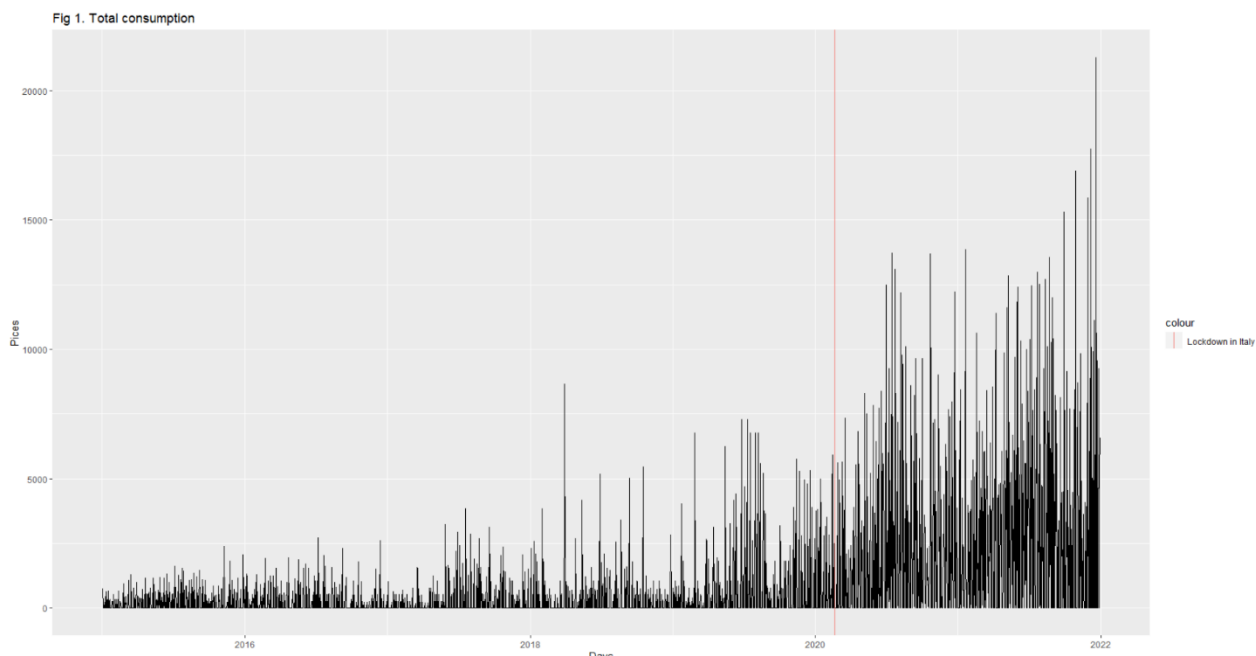
Izvor: Hesse i Rodrigue (2004).

Spoljni podaci odnose se na podatke generisane izvan organizacije, koji mogu biti javni, nestrukturirani ili prikupljeni od strane trećih organizacija (privatni podaci). Za analitičare lanca snabdevanja posebno su značajni spoljni podaci koji se dele između kompanija unutar lanca snabdevanja, uključujući podatke o tržišnoj potražnji. Ova vrsta podataka važna je za kompanije budući da su rezultat reakcije tržišta na proizvode i usluge kompanije. Kompanija nema direktan uticaj na date podatke, iako kompanije pokušavaju putem procesa potražnje i njegovog podprocesa planiranja potražnje indirektno poboljšati tržišni odgovor kupaca. Štaviše, kompanije pokušavaju oblikovati tržišni angažman za svoje proizvode putem aktivnosti planiranja potražnje kao što su pakovanje, promovisanje proizvoda, promovisanje prodaje, korišćenje više distributivnih kanala itd.

Kompanije ulažu puno vremena, novca i truda kako bi bolje razumele i modelirale svoje procese prema podacima o potražnji na tržištu. Ovo je vrlo zahtevan zadatak iz nekoliko razloga. Pre svega, kompanije moraju uspostaviti infrastrukturu, procedure i ugovore s trgovcima za praćenje i beleženje podataka o potražnji. Kompanije obično koriste podatke o prodaji od nizvodnog partnera u lancu snabdevanja kao zamenu za podatke o potražnji. U stvarnosti, to nisu podaci o potražnji, već podaci o nabavci koji mogu značajno iskriviti podatke o potražnji. Ovo je uobičajena praksa budući da kompanije ne žele da dele svoje podatke i veliki deo kompanija ne zna da je to loša praksa. Jedna od loših strana ovog pristupa je što uzrokuje

efekt biča među partnerima u lancu snabdevanja. Drugi pristup je da kompanije koriste podatke prodajnih mesta trgovaca (POS) kao zamenu za podatke o potražnji (Syntetos et al., 2016.). Ovo takođe ima svoje prednosti i nedostatke, budući da ne uzima u obzir situaciju sa zalihama na policama u maloprodaji. Ovaj pristup takođe zahteva jaku IT infrastrukturu i ugovore s trgovcima.

Drugi „problem” s tržišno generisanim podacima je taj što ne slede uobičajene statističke procese. To je problem jer većina matematičkih i statističkih metoda pretpostavlja da podaci slede neki statistički proces. Ovo je vrlo vidljivo u lancu snabdevanja, gde modeli zaliha pretpostavljaju da potražnja tokom vremena isporuke sledi normalnu distribuciju i razvijaju jednačine za izračunavanje sigurnosnih zaliha na osnovu te pretpostavke. Prema Mirčetiću et al. (2017), Mirčetiću et al. (2022) i Mirčetiću et al. (2018.), 90% podataka iz skupa od 97 serija u empirijskoj studiji industrije piva ne sledi normalnu distribuciju. Takođe, modeli zaliha pretpostavljaju da je potražnja deterministička i ravnomerno raspoređena kroz sve periode, što u stvarnosti nije baš tako. Na primer, na slici 2.4 prikazana je potražnja za unapred narezanim salamama u razdoblju od 2015. do 2022. za italijanskog proizvođača. Potražnja pokazuje jasno nedeterminističko, tj. stohastičko ponašanje (sa nasumičnim fluktuacijama i trendom).

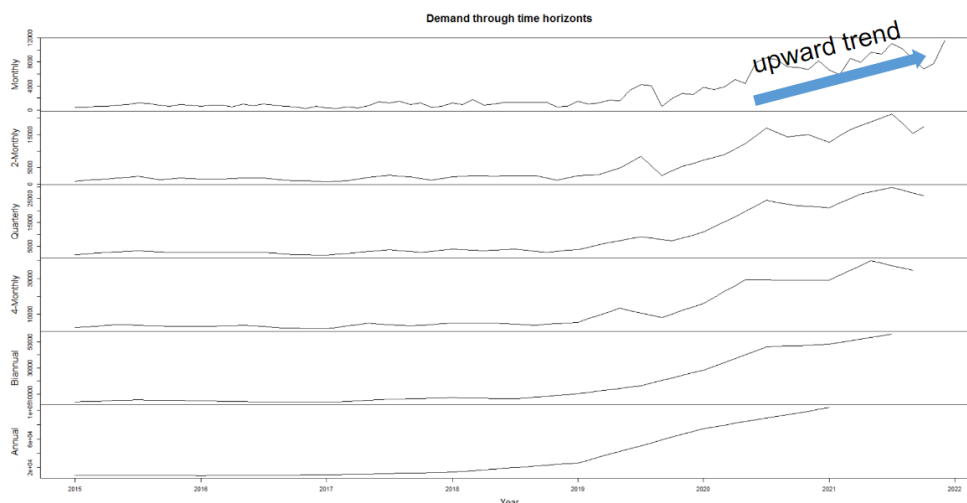


Slika 2.4 Potražnja za unapred narezanim salamama u razdoblju od 2015.-2022.

Izvor: Autor.



Dodatno, dnevna potražnja pokazuje vrlo nestabilno ponašanje, stoga agregacija potražnje kroz različita vremenske periode (nedeljno, mesečno itd.) pokazuje jasan galopirajući trend potražnje (slika 2.5).

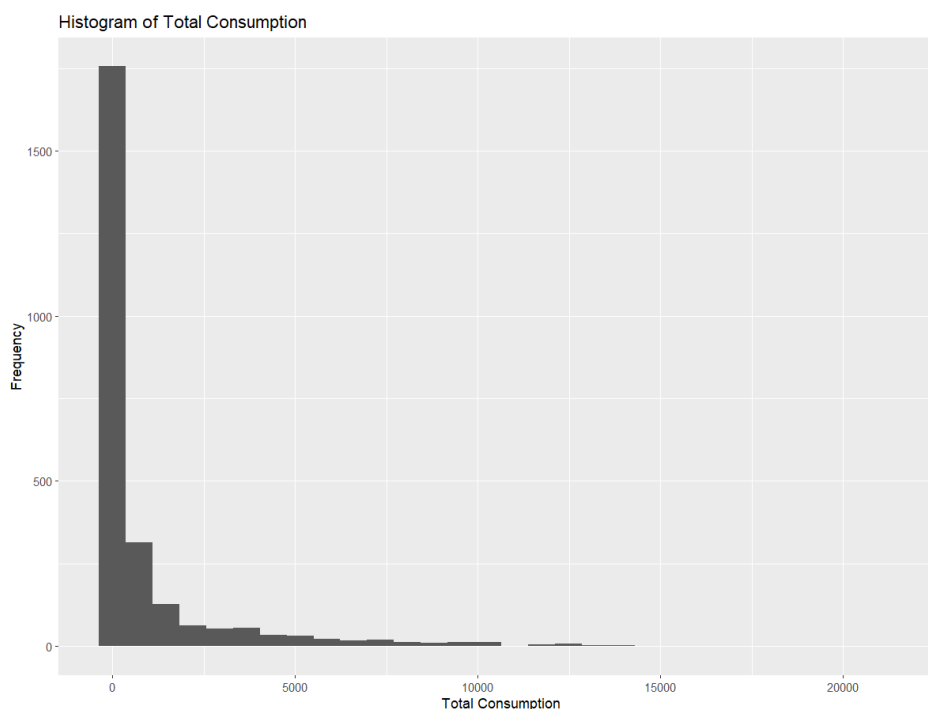


Slika 2.5 Agregacija potražnje kroz različite vremenske periode

Izvor: Autor.

Agregacija potražnje pokazuje jasnu novu stvarnost od početka COVID-19 (uzlazni trend u procesu praćenja potrošnje)! Ovo su nepobitni dokazi da potražnja nije deterministička. Što se tiče pretpostavke o normalnosti, slika 2.6 pokazuje značajno odstupanje od normalne distribucije, imajući na umu da je to ekstremno desno usmerena distribucija.

Slika 2.6 pokazuje da je došlo do značajne promene u potražnji salame od početka pandemije COVID-19. Prvi lockdown u Italiji bio je 21. februara 2020. (vertikalna crvena linija na slici 2.4), nakon čega je potražnja za narezanim salamama eruptirala i dosegla istorijski maksimum. Potražnja je bila u stalnom trendu, dosegnuvši vrhunac 20. decembra 2021., s 21.280 narezanih komada prodatih u jednom danu.



Slika 2.6 Empirijska distribucija potražnje

Izvor: Autor.

Osim problema s gore navedenim teorijskim pretpostavkama o podacima, trenutna situacija u svetskoj privredi i posledično lancima snabdevanja postavlja još jedno pitanje pred poslovne analitičare. Ova se pitanja pojavljuju kao rezultat pandemija, ratnih kriza, nedostatka resursa, rastuće inflacije, prekinutog svetskog lanca snabdevanja, itd. Pitanje koje savremeni poslovni analitičari trebaju riješiti kada se bave podacima nakon početka COVID-19 je: koliko dugi period je sada potrebno uzeti za posmatranje i modeliranje? To se jasno vidi na slici 2.4. Ako se pažljivije pogledaju cifre, primeti će se da pre pandemije COVID-19 i lockdowna, potrošači nikada nisu konzumirali prethodno narezanu salamu u količinama kao iz prvog lockdowna. Primetno je da je došlo do naglog rasta potrošnje određenog proizvoda. Sada se nameće nekoliko pitanja:

- Da li je li to samo pik u potrošnji zbog specifičnih uslova tokom pandemije;
- Hoće li se ovaj trend nastaviti i u budućnosti i treba li kompanija povećati svoju proizvodnju;
- Imaju li podaci pre COVID-19 (od 2015. do 2020.) ikakvu vrednost danas i treba li ih odbaciti pri modeliranju podataka o potražnji za prethodno narezanom salamom?

Na sva ova pitanja teško je odgovoriti bez odgovarajućih postupaka analize podataka koji će biti predstavljeni u sledećim poglavljima.



LITERATURA

1. Arunachalam, D., Kumar, N. & Kawalek, J. P. (2018). Understanding big data analytics capabilities in supply chain management: Unravelling the issues, challenges and implications for practice. *Transportation Research Part E*, 114, pp. 416-436.
2. Hesse, M. & Rodrigue, J.-P. (2004). The transport geography of logistics and freight distribution. *Journal of Transport Geography*, 12(3), pp. 171–184.
3. Mircetic, D., Rostami-Tabar, B., Nikolicic, S. & Maslaric, M. (2022). Forecasting hierarchical time series in supply chains: an empirical investigation. *International Journal of Production Research*, 60(8), pp. 2514-2533.
4. Mirčetić, D. (2018). Unapređenje top-down metodologije za hijerarhijsko prognoziranje logističkih zahteva u lancima snabdevanja (Doctoral dissertation), University of Novi Sad, Serbia.
5. Mirčetić, D., Nikoličić, S., Stojanović, Đ. & Maslarić, M. (2017). Modified top-down approach for hierarchical forecasting in a beverage supply chain. *Transportation Research Procedia*, 22, pp. 193-202.
6. Mirčetić, D., Ralević, N., Nikoličić, S., Maslarić, M. & Stojanović, Đ. (2016). Expert system models for forecasting forklifts engagement in a warehouse loading operation: A case study. *Promet-Traffic&Transportation*, 28(4), pp. 393-401.
7. Nikoličić, S., Maslarić, M., Mirčetić, D. & Artene, A. (2019). Towards more efficient logistic solutions: Supply chain analytics. In *Proceedings of the 4th Logistics International Conference*, Belgrade, Serbia (pp. 23-25).
8. Souza, G. C. (2014). Supply chain analytics. *Business Horizons*, 57, pp. 595-605.
9. Srinivasan, R. & Swink, M. (2018). An investigation of visibility and flexibility as complements to supply chain analytics: an organizational information processing theory perspective. *Prod. Oper. Manag.* 27(10), pp. 1849–1867.
10. Syntetos, A. A., Babai, Z., Boylan, J. E., Kolassa, S. & Nikolopoulos, K. (2016). Supply chain forecasting: Theory, practice, their gap and the future. *European Journal of Operational Research*, 252(1), pp. 1-26.
11. Tiwari, S., Wee, H. M. & Daryanto, Y. (2018). Big data analytics in supply chain management between 2010 and 2016: Insights to industries. *Computers & Industrial Engineering*, 115, pp. 319-330.



12. Wang, G., Gunasekaran, A., Ngai, E. W. T. Papadopoulos Th. (2016). Big data analytics in logistics and supply chain management: Certain investigations for research and applications. *Int. J. Production Economics*, 176, pp. 98-110.
13. Zhu, S., Song, J., Hazen, B. T., Lee, K. & Cegielski, C. (2018). How supply chain analytics enables operational supply chain transparency: An organizational information processing theory perspective. *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, 48(1), pp. 47-68.



3. RUDARENJE PODATAKA I OTKRIVANJE ZNANJA

Autor: Dejan Mirčetić

Kao što je objašnjeno u 2. poglavlju, koncept izdvajanja podataka i generiranja znanja iz njih usko je povezan s **tehnikama rudarenja podataka (eng. Data Mining)**. U suvremenim preduzećima tehnike rudarenja podataka imaju veliki uticaj na ukupne performanse preduzeća, jer se operativne, taktičke i strateške odluke donose na bazi ulaznih informacija dobijenih procesom rudarenja podataka. U 1. poglavlju navedeno je da je u svetu dosad kreirano više od 97 zetabajta podataka, pri čemu pojedine baze podataka često dosežu veličinu u terabajtima. U većini organizacija podaci se udvostručuju svake dve godine. Podaci se čuvaju na različitim platformama i u različitim formatima, uključujući strukturirane, nestrukturirane i polustrukturirane podatke (vidi Poglavlje 1). Procjenjuje se da do 90% poslovnih podataka postoji u nestrukturiranom formatu. Osim toga, značajan deo ovih podataka može sadržati greške zbog neprikladnog čuvanja ili oblikovanja ili ručnih grešaka tokom prikupljanja podataka. Kao rezultat toga, nisu svi podaci koje organizacije poseduju nužno tačni ili pouzdani. Ipak, ova ogromna količina podataka sadrži vredne strateške informacije za kompanije. Međutim, kada se suočite s tako velikom količinom složenih tipova podataka, postavlja se pitanje kako se oni mogu uspešno 'rudariti' da bi se izvukle značajne poruke koje sadrže? Odgovor leži u rudarenju podataka, koje služi za povećanje prihoda i smanjenje troškova brzim i automatskim izvlačenjem korisnog znanja i poslovnih informacija iz ogromnih skupova podataka.

Rudarenje podataka nastalo je iz potrebe za efikasnim izvlačenjem vrednih informacija, zahtijevajući tehnike koje su usmerene na prepoznavanje razumljivih obrazaca koji se mogu protumačiti kao korisno ili zanimljivo znanje. Dakle, **rudarenje podataka je iterativni i interaktivni proces** usmeren na otkrivanje valjanog, novog, korisnog i razumljivog znanja (obrasci, modeli, pravila itd.) u masivnoj bazi podataka (Behera et al., 2019). Glavni cilj rudarenja podataka je **otkriti kritične uvide** koje **podržavaju donošenje odluka** unutar poslovne organizacije.

U sledećim potpoglavljima govoriće se o tome kako se podaci 'rudare' za poslovnu analitiku i otkrivanje znanja.



3.1. Što je rudarenje podataka?

Pre definisanja rudarenja podataka, važno je smestiti ovaj pojam u kontekst s drugim pojmovima s kojima se obično povezuje i često pogrešno poistovjećuje. Nestručnjaci često mešaju pojmove rudarenje podataka i Big data tehnologija. Međutim, to su dva različita pojma.

Big data opisuje izuzetno velike i složene **skupove podataka** koji zahtevaju specijalizovane softverske aplikacije za obradu. S druge strane, **rudarenje podataka ide korak dalje** jer uključuje analizu tako velikih količina podataka kako bi se otkrila skrivena pravila i obrasci koji možda nisu lako vidljivi.

Data Mining je širok pojam koji obuhvata različite analitičke tehnike, uključujući statistiku, veštačku inteligenciju i mašinsko učenje. Ove se metode koriste za filtriranje velikih količina podataka pohranjenih u bazama podataka ili mrežnim skladištima podataka organizacije. Primarni cilj je otkriti obrasce unutar skupa podataka. **Poslovna analitika (BA)** odnosi se na sveobuhvatan proces korišćenja veština, tehnologija, uspostavljenih praksi i algoritama povezanih s rudarenjem podataka. Stoga **rudarenje podataka obično služi kao pozadina BA funkcije**, dok se interfejs BA funkcije sastoji od metrika izveštavanja i informacija predstavljenih u formatu koji omogućuje menadžerima donošenje informisanih poslovnih odluka. Kada koriste rudarenje podataka, BA stručnjaci ponašaju se kao 'detektivi za podatke' (Lee, 2013), analizirajući podatke kako bi bolje opisali i razumeli sadašnju i prošlu situaciju organizacije (deskriptivna analitika), predvideli buduće ishode (prediktivna analitika) i poduzeli učinkovite radnje (preskriptivna analitika).

Data Mining ključna je komponenta procesa **otkrivanja znanja u bazama podataka (KDD)**, ali predstavlja samo jedan korak u celokupnom procesu. Aspekt rudarenja podataka unutar KDD procesa fokusiran je na korišćenje algoritama za izdvajanje i identifikovanje uzoraka iz podataka. U širem KDD procesu, ti izrudareni obrasci se procenjuju i potencijalno tumače kako bi se utvrdilo koji se obrasci mogu smatrati novim "znanjem" (Behera et al., 2019). Definisani na ovaj način, rudarenje podataka kao pozadina i otkrivanjem znanja kao nekom vrstom interfejsa BA, predstavljaju, zajedno s poslovnim podacima, njegove ključne stubove kako je navedeno u poglavlju 2.

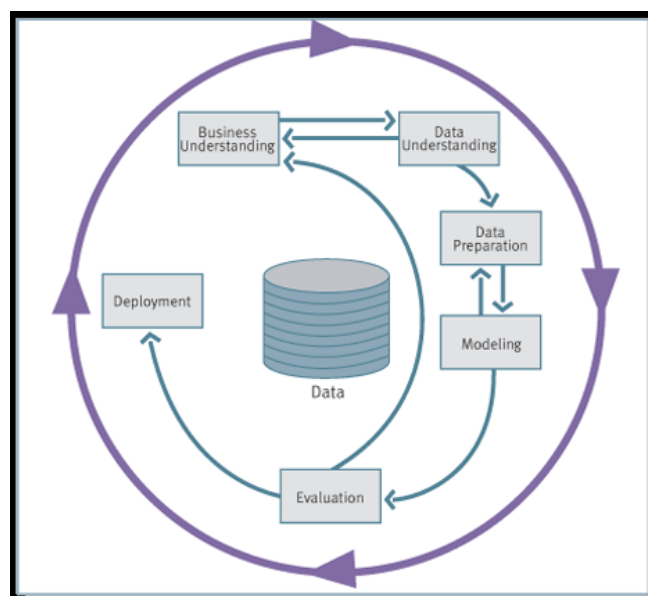
Rudarenje podataka koristi razne algoritme za rudarenje ogromnih skupova podataka, identifikujući obrasce koji mogu dati vredne poslovne uvide. Rudarenje podataka je alat, a ne čarobno rešenje. Ne posmatra pasivno vašu bazu podataka i ne upozorava vas na zanimljive obrasce. I dalje je ključno razumijevanje vašeg poslovanja, vaših



podataka i analitičkih metoda. Rudarenje podataka pomaže poslovnim analitičarima otkriti obrasce i odnose u podacima, ali ne određuje vrednost tih obrazaca za organizacije. Stoga rudarenje podataka ne zamenjuje vešte poslovne analitičare, već im pruža snažan novi alat za poboljšanje njihovog rada.

Rudarenje podataka uključuje računarski proces identifikacije trendova, pravila, skrivenih obrazaca i drugih vrednih informacija analizom velikih skupova podataka. Tehnika rudarenja podataka korene ima u mnogim istraživačkim područjima, uključujući statistiku, mašinsko učenje, sisteme baza podataka, vizualizaciju, neuronske mreže itd. To je proces izvlačenja delotvornog znanja iz različitih izvora podataka raspoređenih u različite formate. Rudarenje podataka je poslednjih godina postalo sve relevantnije zbog napretka u tehnologijama čuvanja podataka (Big data), veštačke inteligencije (AI) i robotske automatizacije procesa (RPA).

Proces **otkrivanja znanja u bazama podataka (KDD)** uključuje korišćenje baze podataka, uključujući potrebnu selekciju, prethodnu obradu, poduzorkovanje i transformacije, za primenu algoritama rudarenja podataka za identifikaciju obrazaca (Behera et al., 2019). Takođe uključuje ocenjivanje rezultata rudarenja podataka. Uobičajeni standard za opisivanje koraka procesa otkrivanja znanja je CRISP-DM (eng. Cross-Industry Standard Process for Data Mining), koji je prikazan na slici 3.1.



Slika 3.1 Međustranijski standardni proces za rudarenje podataka (CRISP-DM)

Izvor: Rahman et al. (2016).

Na slici 3.1, prva faza je poslovno razumevanje, što uključuje razumevanje ciljeva koji se žele postići i sprovođenje detaljnog utvrđivanja činjenica o resursima i pretpostavkama. Druga faza,

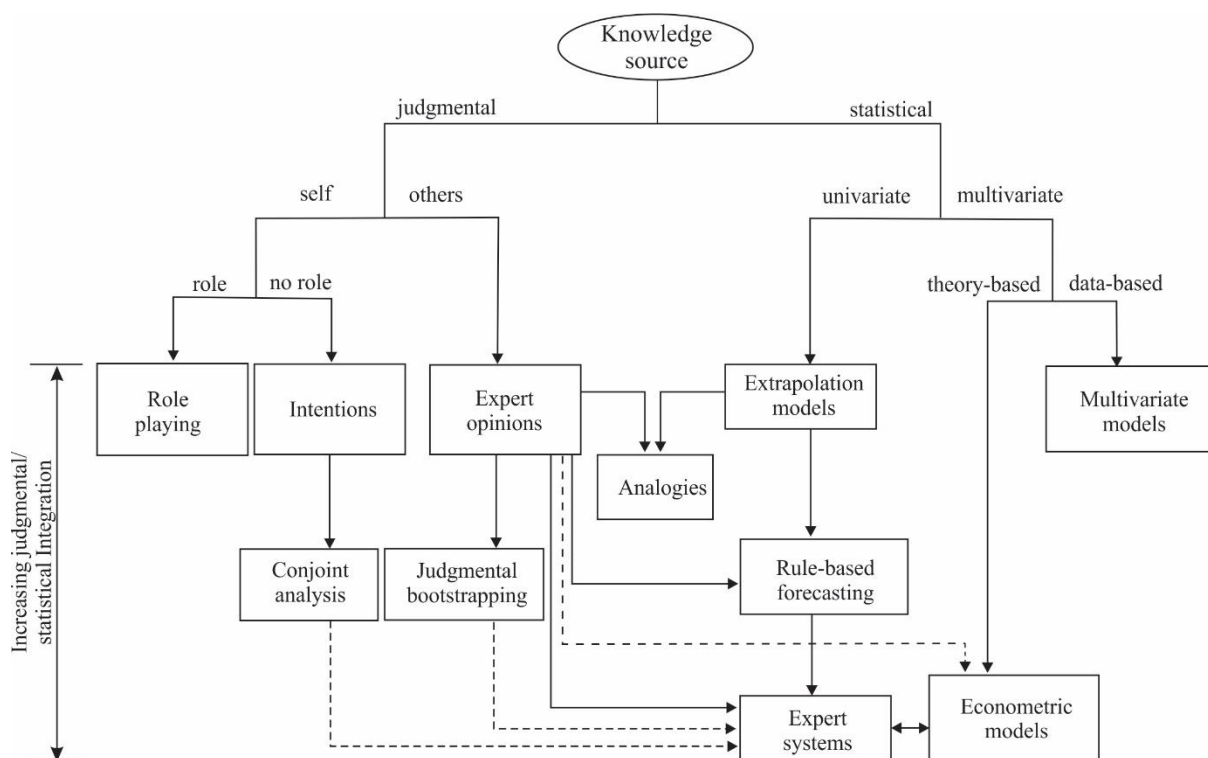


razumevanje podataka, istražuje različite deskriptivne karakteristike podataka. Treća faza, priprema podataka, najzahtjevniji je i najdugotrajniji deo procesa KDD-a, s ciljem izbora relevantnih podataka i njihovog prikladnog oblikovanja za analizu. Ova faza uključuje aktivnosti poput izbora podataka, filtriranja, transformacije i integracije. Četvrta faza, modeliranje, podrazumeva primenu analitičkih metoda i izbor najprikladnijih algoritama. Ova faza takođe uključuje proveru kvaliteta modela kroz testiranje i unakrsnu validaciju. Peta faza, evaluacija, uključuje interpretaciju i procenu otkrivenog znanja (Rahman et al., 2016).

3.2. Otkrivanje znanja u logistici i upravljanju lancem snabdevanja

U kontekstu lanaca snabdevanja i logistike, rudarenje podataka se razlikuje od drugih aplikacija opšte namene. Razlog je vezan uz već spomenutu raznolikost izvora podataka i struktura poslovnih podataka koji predstavljaju značajne izazove za inženjere pri dizajniranju odgovarajućih rešenja za modeliranje. Proces generisanja znanja iz podataka može se sažeti na slici 3.2.

Kao što je vidljivo na slici 3.2, otkrivanje i generisanje znanja iz podataka uvelike zavisi od izvora znanja i može se podeliti na **procenjeno** i **statističko**. Oba smera imaju svoje prednosti, ali je postupak izvlačenja znanja iz izvora bitno drugačiji. Za primenu formalnijeg pristupa rudarenja podataka, tj. statističkog pristupa, ključni temelj je postojanje kvantitativnih podataka. U lancima snabdevanja postoji veliki broj sektora, lokacija i transakcija koje generišu tokove podataka koji se mogu koristiti za rudarenje podataka i izvlačenje korisnih povratnih informacija. S druge strane, u lancu snabdevanja i logistici takođe postoji puno izvora podataka koji nisu kvantitativni, pa stoga nisu podvrgnuti formalnim kvantitativnim postupcima. Ti su podaci tradicionalno podvrgnuti stručnim procenama (Delphi metoda), a odluke se donose na osnovu iskustva, znanja i autoriteta stručnjaka.



Slika 3.2 Principi izvlačenja znanja iz podataka

Izvor: Autor.

U ovoj knjizi naglasak će biti stavljen na **kvantitativnim/matematičkim tehnikama**, iako će se ukratko spomenuti i neke metodologije za izvlačenje stručnog znanja u strukturiranim okvirima, tj. raspravljaće se o ekspertnom sistemu i njegovim primenama i primerima.

3.3. Delphi pristup stvaranju znanja

Vredna saznanja iskusnih stručnjaka u domenu lanca snabdevanja i logistike često ostaju neprepoznati. Ova saznanja treba podeliti s manje iskusnim stručnjacima u tom području. Delphi metoda je jedan od pristupa za prikupljanje i širenje stručnog znanja. Prema Steureru (2011), metoda Delphi, nazvana po proročištu u Delfima u staroj Grčkoj, koja se u početku koristila za savetovanje o raznim javnim i ličnim pitanjima u staroj Grčkoj, 1950-ih je evoluirala u tehniku u kojoj su stručnjaci zamenili proroke za postizanje konsenzusa među grupom stručnjaka u nekom području. „Projekt Delphi“, osnovan od strane Vazdušnih snaga SAD-a, bio je prvi projekat koji koristi ovu metodu za predviđanje tehnološkog razvoja. Od tada se Delphi metoda razvijala i poboljšavala, pronalazeći primene u raznim naučnim disciplinama. Delphi metoda razvijena je za postizanje pouzdanog stručnog konsenzusa, često služeći kao zamena za empirijske dokaze kada takvi dokazi nedostaju. To jest, Delphi tehnika je iterativni



proces u kojem stručnjaci anonimno daju procene o određenom pitanju, s ciljem prikupljanja konsenzusa i neslaganja zajedno sa svojim opravdanjima. To je visoko strukturirani grupni komunikacioni proces u kojem stručnjaci procenjuju nesigurna i nepotpuna znanja (Naisola-Ruiter, 2022). Prema Paivarinti et al. (2011), Delphi metoda se, među ostalim, intenzivno koristi u istraživanju informacionih sistema. Koristi se za izbor projekata IS-a, određivanje prioriteta za rizike projekta razvoja softvera, definisanje projektnih zahteva IS-a, preciziranje ključnih problema u upravljanju IS-om, stvaranje okvira za aktivnosti manipulacije znanjem, razumevanje uloga i opsega sistema upravljanja znanjem u organizacijama.

Delphi metoda je postala standardna praksa za kvantifikovanje ishoda grupnih procesa izvlačenja informacija. Koristi se u raznim disciplinama za predviđanje trendova, određivanje prioriteta istraživačkih područja, procenu mogućih učinaka izbora različitih politika, utvrđivanje pokazatelja uspešnosti i razvoj kliničkih smernica, među ostalim primenama. **Delphi tehnika se takođe koristi u području lanca snabdevanja i logistike.** Na primer, toplo se preporučuje kao instrument za identifikaciju i procenu rizika snabdevanja, za razne vrste evaluacije u logističkim procesima, za utvrđivanje najboljih logističkih praksi, za strateško odlučivanje i razvoj politike, za mapiranje budućih SCM praksi i za logističko predviđanje. Četiri ključne karakteristike ili osnovna načela Delphi metode su:

- Iterativni i višefazni proces (kao i prikupljanje podataka);
- Povratne informacije učesnika (kontrolisane na nekom nivou) s mogućnošću da učesnici revidiraju svoje odgovore;
- Statističko određivanje grupnog odgovora; i
- Određeni stepen anonimnosti.

Tipičan Delphi proces uključuje predstavljanje niza pitanja u više rundi. Panelisti, odabrani zbog svoje stručnosti i znanja, odgovaraju anonimno. Nakon svakog kruga sledi povratna informacija o agregiranim odgovorima, omogućujući učesnicima da vide kako se njihovi odgovori uspoređuju s odgovorima svih panelista. Panelisti tada mogu prilagoditi svoje odgovore i dati obrazloženja za sve promene u sledećim krugovima. Ovaj iterativni proces se nastavlja dok se ne postigne konsenzus ili dok se ne završi unapred određeni broj krugova.



Koraci u sprovođenju Delphi metode

Delphi metoda je strukturirani pristup koji podrazumeva prikupljanje stručnih uvida i mišljenja kako bi se postigao konsenzus o određenoj temi. Proces obično uključuje četiri glavna koraka (Slika 3.3).



Slika 3.3 Koraci u sprovođenju Delphi metode

Izvor: Steureru (2011).

Korak 1 - Definisanje ciljeva: Početni korak uključuje definisanje ciljeva i opsega Delphi studije. To uključuje identifikovanje specifičnih pitanja ili tema koje zahtevaju mišljenje stručnjaka i navođenje ključnih pitanja o kojima će se raspravljati. Ovaj temeljni korak osigurava fokus i relevantnost studije kroz celo vreme.

Korak 2 – Izbor stručnjaka: Izbor ispravne grupe stručnjaka ključan je za uspjeh i učinkovitost Delphi tehnike. Ti bi stručnjaci trebali imati odgovarajuće znanje, veštine i iskustvo u vezi s temom koja se proučava. Grupa bi trebala biti raznolika kako bi ponudila širok spektar gledišta. Broj učesnika može varirati zavisno od veličine i složenosti studije, ali generalno se savetuje uključivanje najmanje 10-15 stručnjaka.

Korak 3 – Razrada i pokretanje upitnika: Ovaj korak uključuje izradu upitnika za prikupljanje informacija od stručnjaka. Inicijalni upitnik je obično otvorenog tipa kako bi se stručnjacima omogućilo slobodno deljenje mišljenja bez uticaja. U 1. krugu stručnjaci dobijaju upitnik otvorenog tipa i samostalno daju mišljenja, predviđanja ili predloge u vezi s ciljevima studije. U 2. krugu moderator sažima i odgovore iz 1. kruga čini anonimnim kako bi izradio konkretniji upitnik za sledeći krug. Ako je potrebno, mogu se sprovesti dodatni krugovi za pročišćavanje mišljenja na bazi postignutih nivoa konsenzusa, nastavljajući dok se ne postigne unapred definisani konsenzus ili moderator ne odluči prekinuti proces.

Korak 3 – Razrada i pokretanje upitnika: Ovaj korak uključuje izradu upitnika za prikupljanje informacija od stručnjaka. Obično je početni upitnik otvorenog tipa kako bi se stručnjacima omogućilo slobodno deljenje mišljenja bez uticaja. U 1. krugu stručnjaci dobijaju



upitnik otvorenog tipa i samostalno daju mišljenja, predviđanja ili predloge u vezi s ciljevima studije. U 2. krugu voditelj sažima i anonimizuje odgovore iz 1. kruga kako bi izradio usredsređeniji upitnik za sledeći krug. Ako je potrebno, mogu se sprovesti dodatni krugovi za prečišćavanje mišljenja na osnovu postignutih nivoa konsenzusa, nastavljajući dok se ne postigne unapred definisani konsenzus ili moderator ne odluči prekinuti proces.

Korak 4 – Korišćenje rezultata: Nakon dovršetka Delphi procesa i postizanja konsenzusa, rezultati se analiziraju i koriste za donošenje odluka, predviđanje, razvoj politika ili druge svrhe navedene u ciljevima studije. Anonimnost Delphi studija pomaže osigurati da su konačni rezultati nepristrani i odražavaju kombinovanu stručnost uključenih stručnjaka.

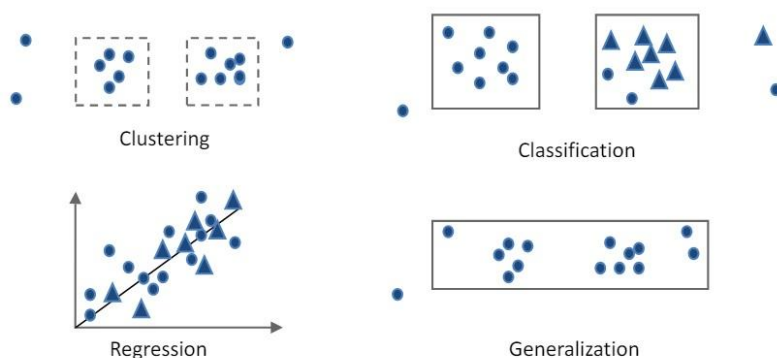
3.4. Kvantitativni pristup rudarenju podataka za otkrivanje znanja

Kao što je prikazano na slici 3.2, **kvantitativno rudarenje podataka uveliko se oslanja na formalne matematičke alate, tačnije one statističke**. Može se tvrditi da se svaka statistička operacija nad podacima može smatrati kvantitativnom analizom. Glavna svrha ovih operacija je izvući stvarne obrasce iz podataka i dobiti korisne informacije u posmatranom procesu (u slučaju analize u preduzeću ili lancu snabdevanja). Ovo nije jednostavan zadatak budući da postoji značajna neusklađenost između pretpostavki statističke/matematičke teorije i distribucija i obrazaca koji su prisutni u stvarnim poslovnim podacima. Većina poslovnih analiza u praksi bazirana je na toj neusklađenosti. Kod primene kvantitativnih metoda od vitalne je važnosti da podaci ispunjavaju teorijske matematičke pretpostavke ograničene posmatranim modelom, kako bi se rezultati modela tretirali kao valjani i potencijalno na bazi njih donosile odluke.

Kao što je objašnjeno u prethodnom poglavlju, metode rudarenja podataka čine baznu komponentu KDD procesa i stalno se koriste u njemu. Rudarenje podataka je multidisciplinarna tehnika, sa svojim analitičkim metodama baziranim na matematici. Statistika posebno igra vitalnu ulogu u analizi podataka tokom faze pripreme podataka, čineći temelj za nekoliko metoda rudarenja podataka. Rudarenje podataka uključuje korišćenje učinkovitih algoritama za otkrivanje očekivanih ili pretpostavljenih obrazaca. Kao što je prikazano na slici 3.4, **zadaci rudarenja podataka** mogu se klasifikovati u pet kategorija: grupisanje, klasifikacija, regresija, asocijacijska pravila i generalizacija. **Klasteriranje** ima za cilj grupisati objekte baze podataka tako da su objekti unutar klastera slični, dok su oni u drugim klasterima različiti.



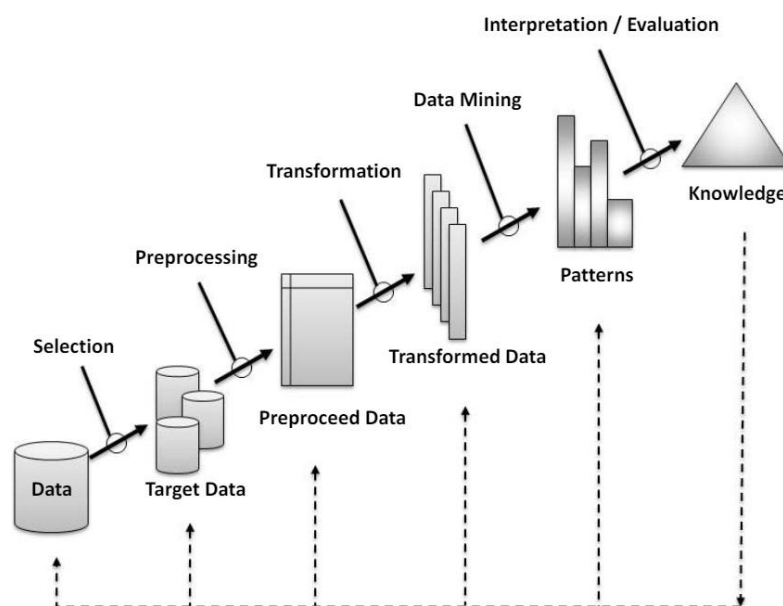
Klasifikacija uključuje učenje funkcije koja dodeljuje vrednosti atributa unapred definiranim klasama. **Regresija**, statistička metoda, procenjuje odnose među varijablama i obično se koristi za predviđanje, a značajno se preklapa sa mašinskim učenjem. **Asocijacijska pravila** koriste se za opisivanje jakih odnosa unutar transakcijskih procesa, kao što je "ako A i B tada C". **Generalizacija** nastoji izraziti veliku količinu podataka što kompaktnije (Su, 2016). Glavne tehnike koje se koriste u rudarenju podataka su: pravila klasifikacije ili stabla odlučivanja, regresija, klasteriranje, genetski algoritmi, modeliranje bazirano na agentima itd.



Slika 3.4 Zadaci rudarenja podataka

Izvor: Su (2016).

Znanje se može izvući iz obrađenih kvantitativnih podataka. **KDD proces sastoji se od devet koraka** kao što je prikazano na slici 3.5. Važno je napomenuti da se rudarenje podataka sprovodi nad transformiranim podacima, pri čemu su nerelevantne informacije već isključene iz izvornog skupa podataka. Obrasci otkriveni kroz ovaj proces zatim se tumače i procenjuju unutar specifičnog konteksta kako bi se steklo znanje koje može pomoći u donošenju odluka.



Slika 3.5 Koraci koji čine KDD proces

Izvor: Fayyad et al. (1996).

Kao što je prethodno navedeno, zajednički standard za opisivanje koraka KDD procesa je CRISP-DM, koji predstavlja vodeći industrijski model. S obzirom na trenutne publikacije i studije koje je istražio Su (2016), tipične tehnike rudarenja podataka i primene u lancima snabdevanja uključuju:

- **Stabla odlučivanja:** Rešavanje problema dobavljača koji se mogu svesti npr. za svaku odluku, skup mogućih ishoda, zajedno s procenom verovatnosti da će se svaki ishod dogoditi;
- **Regresija:** Predviđanje i procena potražnje kupaca za novim proizvodom;
- **Asocijacijska pravila:** Identifikacija ključnog uzroka kvara proizvoda, optimiziranje proizvodnog kapaciteta i omogućavanje održavanja baziranog na stanju;
- **Genetski algoritam:** Evaluacija poboljšane hipoteze rada VMI-a u neizvesnom okruženju potražnje;
- **Algoritmi klasterisanja:** Sa k-Mean algoritmom za kategorizaciju vraćene robe kako bi se poboljšao kvalitet proizvodnih procesa ili raspoređivanje kupaca u različite segmente na osnovu njihove demografije i kupovnog ponašanja;
- **Sistem rudarenja podataka s više agenata:** podrška odlukama o planiranju proizvodnje na osnovu analize istorije potražnje za proizvodima.

Znanje izvučeno rudarenjem podataka obično se pohranjuje i prezentuje korišćenjem **ekspertskih sistema (ES)**. ES je sofisticirani sistem znanja dizajniran da oponaša ljudsku



stručnost u različitim područjima primene. Olson i Courtney (1992) definišu ES kao „računarski program unutar određenog domena, koji uključuje određenu količinu veštačke inteligencije za oponašanje ljudskog razmišljanja kako bi se došlo do istih zaključaka kao što bi to učinio ljudski stručnjak”. ES komponenta je idealna za pomoć donosiocu odluka u području gdje je potrebna stručnost (Turban, 1995). U osnovi, ES prenosi stručnost od stručnjaka (ili drugog izvora) na računar. Može podržati donosiocje odluka ili ih u potpunosti zameniti, a najprimenljivija je i komercijalno najuspešnija tehnologija veštačke inteligencije (Turban i dr., 2007.). Jedno od opravdanja za izgradnju ES-a je pružanje stručnog znanja velikom broju korisnika (Kock, 2005). Prema Turbanu et al. (2007), ES-ovi se smatraju delom sistema za podršku odlučivanju (eng. Decision Support Systems - DSS), koji bi se mogao okarakterisati kao informacioni sistem baziran na računaru koji kombinuje modele i podatke u pokušaju rešavanja polustrukturiranih i nestrukturiranih problema uz opsežno učestvovanje korisnika (Turban et al., 2007; Mirčetić et al., 2016). Sledeće poglavlje odnosi se na mašinsko učenje (ML), odnosno na sposobnost računara da uče i predstavljaju znanje iz ulaznih podataka. ML se može promatrati kao most između rezultata dobijenih rudarenjem podataka i alata poslovne inteligencije koji se koriste za predstavljanje metrike izveštavanja u formatu koji omogućuje menadžerima donošenje informisanih poslovnih odluka.

LITERATURA

1. Behera, P. C., Dash, C. & Mohapatra, S. (2019). Data Mining and Knowledge Discovery (KDD). International Journal of Research and Analytical Reviews, 6(1), pp. 101-106.
2. Fayyad, U. M., Patetsky-Shapiro, G. & Smith, P. (1996). From Data Mining to Knowledge Discovery in Databases. American Association for Artificial Intelligence, 17, pp. 37-34.
3. Kock, E. D. (2005) Decentralising the Codification of Rules in a Decision Support Expert Knowledge Base (MSc thesis). University of Pretoria; 2005. Available from: <http://repository.up.ac.za/handle/2263/22959>
4. Lee, P. M. (2013). Use of Data Mining in Business Analytics to Support Business Competitiveness. Review of Business Information Systems, 17(2), pp. 53-58.



5. Mirčetić, D., Ralević, N., Nikoličić, S., Maslarić, M. & Stojanović, Đ. (2016). Expert system models for forecasting forklifts engagement in a warehouse loading operation: A case study. *Promet-Traffic&Transportation*, 28(4), pp. 393-401.
6. Naisola-Ruiter, V. (2022). The Delphi technique: a tutorial. *Research in Hospitality Management*, 12(1), pp. 91-97.
7. Olson, D. L., Courtney, J. F. & Courtney, J. F. (1992). *Decision support models and expert systems*. New York: Macmillan, USA.
8. Paivarinta, T., Pekkola, S. & Moe, C. E. (2011). Grounding Theory from Delphi Studies. In: *Proceedings of the 32nd International Conference on Information Systems (ICIS 2011): Research Methods and Philosophy*, 4-7 December 2011, Shanghai, China.
9. Rahman, F. A., Shamsuddin, S. M., Hassan, S. & Haris, N. A. (2016). A Review of KDD-Data Mining Framework and Its Application in Logistics and Transportation. *International Journal of Supply Chain Management*, 2(1), pp. 1-9.
10. Steurer, J. (2011). The Delphi method: an efficient procedure to generate knowledge. *Skeletal Radiol*, 40, pp. 959-961.
11. Su, W. (2016). *Knowledge Discovery in Supply Chain Transaction Data by Applying Data Farming (Master thesis)*. Technical University of Dortmund, Dortmund, DE.
12. Turban, E. (1995). *Decision support and expert systems Management support systems*. Prentice-Hall, Inc. New York, USA.
13. Turban, E., Rainer, R. K. & Potter, R. E. (2007). *Introduction to Information Systems: Supporting and Transforming Business*. John Wiley & Sons, Inc. USA.



4. MAŠINSKO UČENJE

Autor: Dejan Mirčetić

Mnogo je pitanja o tome šta je mašinsko učenje (eng. *Machine Learning* - ML). Da li je to zaista proces u kojem mašine same uče od spoljnog okruženja ili je to formalizovani proces koji putem matematičkih algoritama omogućava računarima da „shvate” pravila iz spoljnog sveta? Koje alate koristi ML? Kako izgleda tipični tok podataka u ML? Je li ono primjenjivo na tradicionalne industrije, a ne samo na IT i industrije povezane s internetom? Gde je mesto ML-a u kontekstu poslovanja? Kako ga sistematski koristiti za rešavanje poslovnih problema? Postoji li arhitektura kako to primeniti na lance snabdevanja?

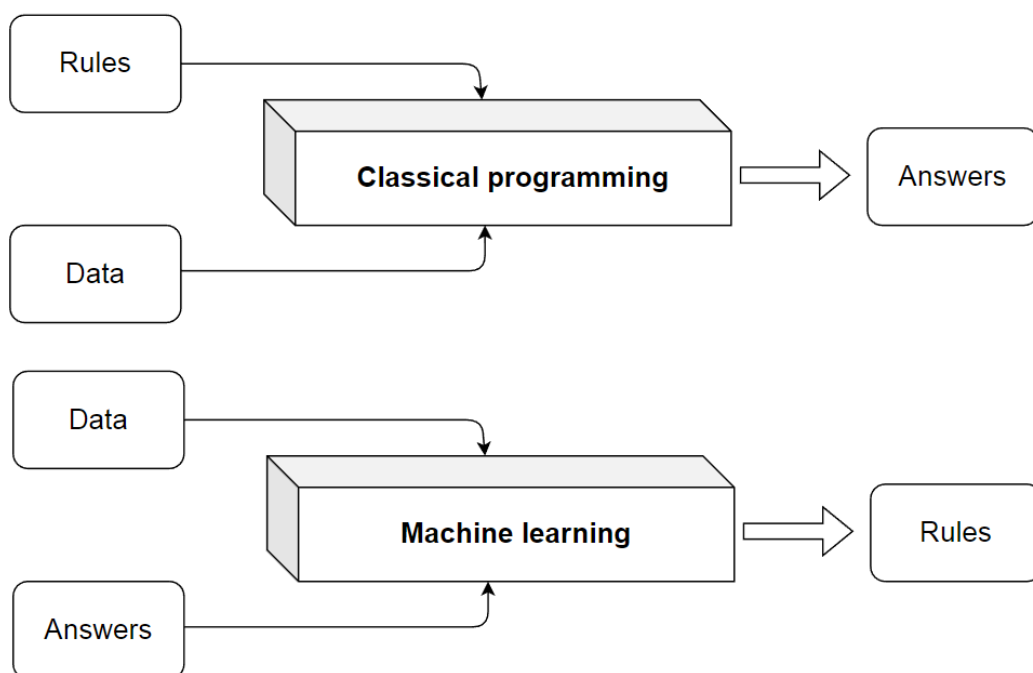
Na ova i slična pitanja pokušaće se dati odgovore u sledećem poglavlju, a na kraju će se prikazati stvarne studije slučaja primene ML algoritama u lancu snabdevanja hranom.

4.1. Šta je mašinsko učenje?

Mašinsko učenje je disciplina usmerena na dva međusobno povezana pitanja: kako se može konstruisati računarski sistem koji se automatski poboljšava kroz iskustvo? i koji su osnovni statistički računarsko-informaciono-teorijski zakoni koji upravljaju svim sistemima učenja, uključujući računare, ljude i organizacije? Proučavanje mašinskog učenja važno je za rešavanje ovih osnovnih naučnih i inženjerskih pitanja, ali i za vrlo praktičan računarski softver koji se koristi u mnogim aplikacijama (Jordan i Mitchell, 2015).

ML proizlazi iz ovog pitanja: može li računar ići dalje od onoga "što znamo kako mu narediti da nešto izvrši" i samostalno naučiti kako izvršiti određeni zadatak? Može li nas računar iznenaditi? Umesto da programeri ručno izrađuju pravila za obradu podataka, može li računar automatski naučiti ta pravila posmatrajući podatke? Ovo pitanje otvara vrata novoj paradigmi programiranja (Chollet, 2021).

ML omogućuje temeljnu promjenu u paradigmi programiranja (slika 4.1). U klasičnom programiranju čovek programer unosi pravila (program) i podatke koji se analiziraju i obrađuju u skladu s tim pravilima. Kao rezultat, na kraju se dobijaju odgovori. S druge strane, kod ML-a čovek programer unosi podatke s odgovorima koji se očekuju od podataka, i ishodom pravila.



Slika 4.1 Klasično programiranje vs. treniranje sistema pomoću ML-a

Izvor: Chollet (2021).

Klasično programiranje bi se moglo shvatiti kao imperativno programiranje budući da programer unapred definiše sva pravila i izvršavanja koja se izvode u skladu s tim, dok se ML može shvatiti kao deklarativno programiranje gde se izražavaju ciljevi višeg nivoa ili opisuju važna ograničenja, i oslanja se na matematičke algoritme za odluku kako i/ili kada to pretočiti u delo.

Danas je ML baza bezbrojnih važnih aplikacija, uključujući pretraživanje weba, zaštitu od neželjene pošte, prepoznavanje govora, preporuke proizvoda i još mnogo toga (Ng, 2017). Mnogi programeri sistema veštačke inteligencije sada prepoznaju da se, za mnoge aplikacije, daleko lakše može uvežbati sistem pokazujući mu primere željenog ulazno-izlaznog ponašanja, nego ga ručno programirati predviđanjem željenog odgovora za sve moguće ulaze. Učinak ML-a takođe se široko osetio u računarskoj nauci i u nizu industrija koje se bave problemima koji zahtijevaju veliki broj podataka, kao što su potrošačke usluge, dijagnoza grešaka u složenim sistemima i kontrola logističkih lanaca (Jordan i Mitchell, 2015).

4.2. Temelji i teorijske pretpostavke mašinskog učenja

Pozadina ML-a leži u matematici, tačnije statistici. Stoga ML koristi teorijsku pozadinu i algoritme razvijene u **statističkom učenju**, a takođe postoji rasprava je li ML stvarno



područje za sebe ili je samo deo statistike. U praksi, ML algoritmima obično nedostaje određeni nivo matematičke rigidnosti i ponekad lako prelaze neka matematička ograničenja prisutna u statistici. Na primer, ML algoritmi ne obraćaju puno pažnje na intervale pouzdanosti kada optimiziraju koeficijente u parametarskim algoritmima, iako je to jedna od najvažnijih tema u statistici. Generalno, **postoji veliko preklapanje ML-a i statistike**, a neki od najpoznatijih kreatora ML algoritama i profesora koji se njima bave tvrde da je to samo deo statistike (Hastie et al., 2009). Bez obzira da li je zasebno područje ili deo statistike, ML se sastoji od nekoliko koraka u sticanju znanja iz podataka. O ovim koracima, ne postoji opšti konsenzus ali generalno, oni se mogu predstaviti kao transformacija različitih izvora podataka u uvide poslovne inteligencije.

U poslovnom kontekstu, ML modeli su beskorisni ako nemaju odgovarajuću podršku u pogledu predobrade podataka, rudarenja podataka i primene uvida u stvarne procese. Stoga izrada ML algoritama bez mogućnosti ažuriranja modela i korišćenja njegovog izlaza za stvarni proces donošenja odluka ne donosi nikakvu vrednost modernim kompanijama. U skladu s tim, u savremenoj poslovnoj analitici, kvantitativni ML proces obično je deo toka rada poslovne inteligencije. Tačnije, deo je važnih potprocesa poslovne inteligencije (nauka o podacima i analitika podataka kao deo poslovne inteligencije). Pojediniosti o ulozi ML-a u tim procesima i samim stvarnim procesima generišu vrednosti za poslovanje putem ML-a biće navedene u sledećem potpoglavlju.

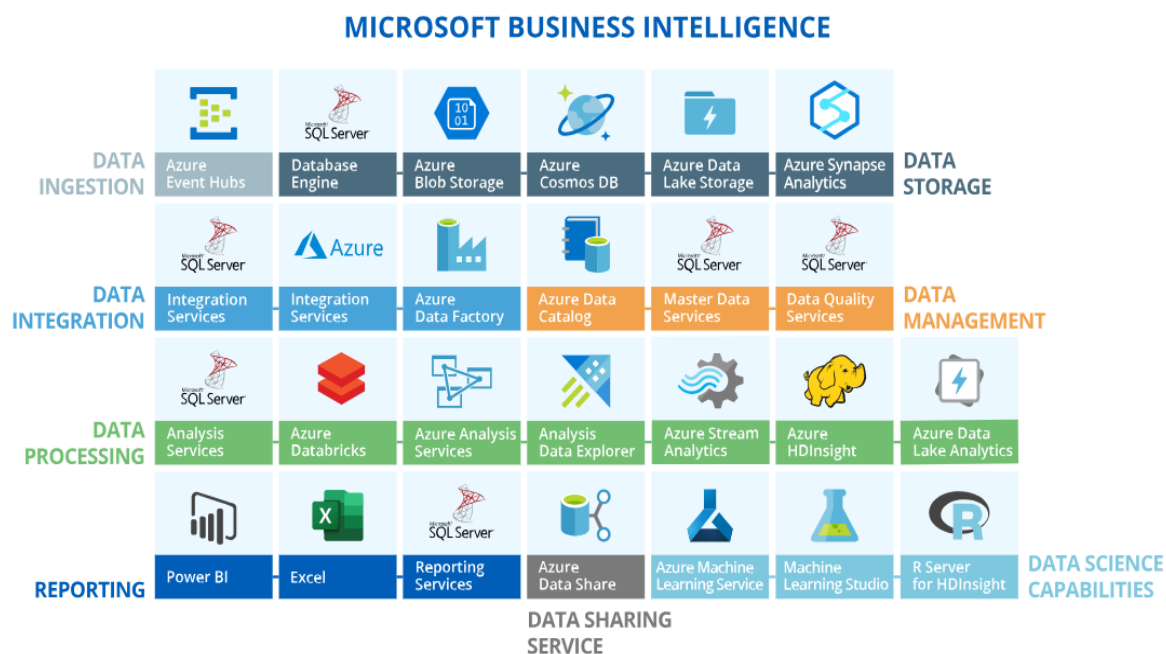
4.3. Poslovna inteligencija i ML u lancu snabdevanja

Poslovna inteligencija, u kontekstu lanaca snabdevanja, je proces donošenja zaključaka o promatranim procesima u lancu snabdevanja, na bazi modeliranja podataka iz tih procesa. Uglavnom se zasniva na statistici, ali u obzir dolaze i druga matematička područja: operaciona istraživanja, linearna algebra, fazi logika (u slučaju kada su podaci oskudni ili nedostaju), numerička optimizacija, metaheuristika itd. Dodatno, nove disruptivne tehnologije takođe postaju važan aspekt za analizu podataka i donošenje zaključaka: **mašinsko učenje, veštačka inteligencija, digitalni blizanci, smartizacija, živa laboratorija** itd.

Ne postoje stroge procedure o tome kako treba organizovati postupak poslovne inteligencije i rad ML-a, ali postoje neke korisne smernice u praksi i literaturi koje su se pokazale uspešnim prilikom sprovođenja analize. Procedura za sprovođenje poslovne inteligencije takođe se razlikuje prema poreklu softvera koji se koristi za analizu. Na primer, Microsoft nudi nekoliko alata putem svog kanala Microsoft Business Intelligence paketa koji obavljaju različite zadatke:



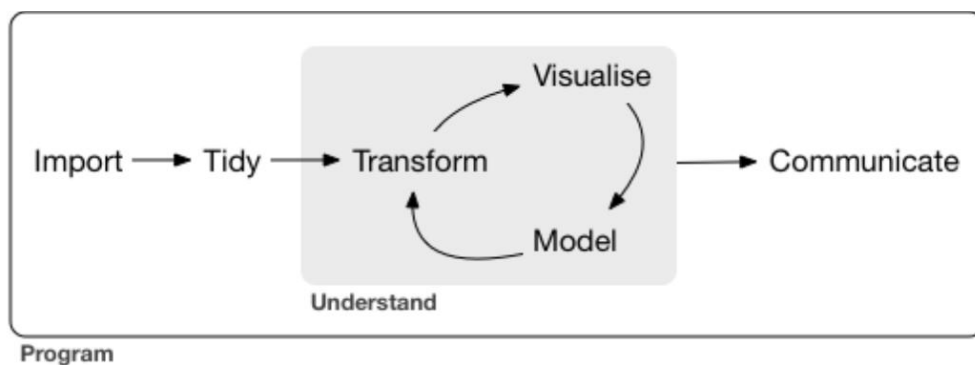
unos podataka, skladištenje podataka, integraciju podataka, upravljanje podacima, obradu podataka, izveštavanje, deljenje podataka i nauka o podacima (slika 4.2).



Slika 4.2 Arhitektura Microsoft business intelligence

Izvor: ScienceSoft (n.d.).

U određenoj arhitekturi ML procedure se primjenjuju samo na nivou nauke o podacima putem nekoliko alata: Azure ML usluge, ML studio i R Server za HDInsight. Opšti postupak analize podataka u kontekstu ML-a koji se izvodi u R Serveru prikazan je na slici 4.3.



Slika 4.3 Koraci za analizu podataka pomoću ML-a u R Serveru

Izvor: Wickham et al. (2023).

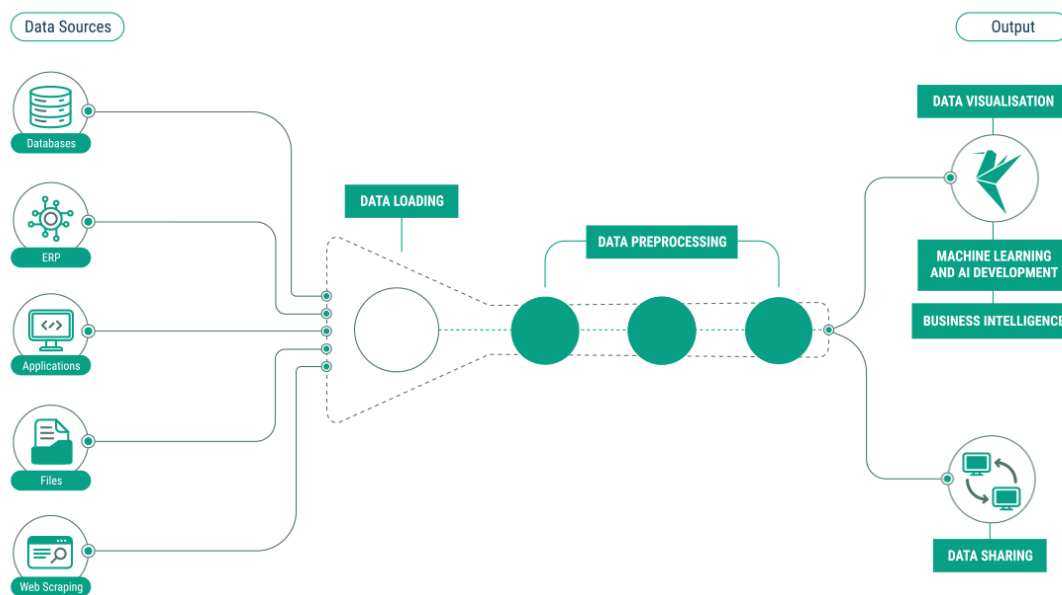
Kada se radi o ML-u, obično postoji **zabluda da se većina vremena i truda troši na stvaranje ML algoritama**. Stvarnost je potpuno suprotna, većina vremena obično se troši



na natezanje s podacima i zadatke predobrade, a ne na proces modeliranja. Ponekad su svi procesi pre samog procesa modeliranja puno izazovniji i zahtevniji. Zbog toga nema dileme o tome kako ove korake treba izvesti. Slika 2.9 prikazuje primer dobrog pristupa transformisanju podataka u poslovne uvide i opšte znanje. Postupak započinje korakom uvoza, koji je jedan od najvažnijih koraka u izgradnji ML modela, budući da bez uvoza podataka u softver nije moguće sprovesti bilo kakvu analizu. To obično znači da se uzimaju podaci pohranjeni u datoteci, bazi podataka ili programskom interfejsu web aplikacije (API) i učitavaju se u R softver (Wickham et al., 2023). Drugi korak se odnosi na sređivanje podataka, što je postupak jedinstven za R i odnosi se na transformaciju podataka u određeni oblik za dalju analizu (svaka kolona je varijabla, a svaki red je jedna opservacija posmatranja). Sledeći korak vezan je uz transformaciju podataka koja obično uključuje sužavanje skupa opažanja na poduzorak od interesa. Dodatno, može takođe uključivati stvaranje novih varijabli kao kombinacije nekoliko postojećih ili generisanja zajedničke statistike. Vizualizacija i modeliranje imaju različite, ali komplementarne uloge u području analize podataka. Vizualizacija je aktivnost koja je duboko usmerena na čoveka i nudi napredne prikaze zasnovane na formalizovanim pristupima. Dobro kreirana vizualizacija može otkriti neočekivane uzorke, pokrenuti nova pitanja i čak sugerisati da izvorna pitanja možda trebaju doradu ili drugačije podatke. Nasuprot tome, modeli pružaju matematički ili računarski okvir za odgovore na precizno formulisana pitanja. Nude skalabilnost i učinkovitost, što ih čini prikladnima za rukovanje velikim skupovima podataka. Međutim, modeli (u koje je takođe uključen i ML) dolaze s inherentnim pretpostavkama i ne mogu dovesti u pitanje ili osporiti te pretpostavke. Posledično, modeli možda neće imati mogućnost da razotkriju nepredviđene uvide. Sinergija između vizualizacije i modeliranja očita je u njihovoj zajedničkoj ulozi u analizi podataka. Vizualizacija pomaže u početnom istraživanju, podstičući formulaciju preciznih pitanja, dok modeli sistemski daju odgovore unutar definisanih parametara. Prepoznavanje snaga i ograničenja svakog pristupa je ključno, što vodi do sveobuhvatnijeg i informisanijeg procesa analize podataka. Poslednji korak predstavlja komunikaciju koja je ključna za uspeh analize podataka jer ako se informacija ne dostavi donosiocu odluka na pravi i dosledan način, onda bi cela analitika mogla biti uzaludna. Ključni element u analitici podataka su ML modeli, bez kojih se ne bi mogli donositi zaključci o poslovnim procesima. Kako bi se uhvatili u koštac sa specifičnim problemima lanca snabdevanja, arhitektura za aplikacije poslovne inteligencije opšte namene (predstavljene na slici 4.2) mora biti bolje podešena, kao i ML modeli. U skladu s tim, kako bi transformisala način na koji lanci snabdevanja funkcionišu povećanjem operativne učinkovitosti, poboljšanjem



donošenja odluka i usmeravanjem prema postizanju korporativnih ciljeva, kompanija Equilibrium AI razvila je AI & ML platformu prikazanu na slici 4.4.



Slika 4.4 Protok ML podataka i znanja za kompaniju Equilibrium AI

Izvor: Equilibrium AI (n.d.).

Slika predstavlja dobar primer svakodnevne prakse kako se ekstrakcija znanja i uvida generiše u aplikacijama vezanim za lanac snabdevanja. Generalno, proces se sastoji od backend i frontend operacija kako bi se stvorila vrednost (poslovni uvidi) za korisnike. Pozadinski proces počinje izdvajanjem podataka iz različitih izvora podataka koji se obično nalaze u lancima snabdevanja:

- Baze podataka;
- Sistemi za planiranje resursa preduzeća (SAP, Navigator, Microsoft Dynamics, itd.);
- Aplikacije (web API);
- Flat datoteke (csv, xlsx, JSON, itd.);
- Web, internet i drugi mrežni izvori.

Svaki od izvora podataka ima drugačiju strukturu, protokole i u skladu sa tim, postupke kako se podaci ekstrahuju i učitavaju za čišćenje i pretprocesiranje pre primene ML algoritama. Shodno tome, ovaj se proces odvija preko tzv. *data loadera* koji imaju unapred programiran kod za rudarenje različitih izvora podataka i prenos redova podataka u novu bazu podataka, koja je strukturirana i uređena za primenu ML modela. Pre primene ML modela, postoji jedan



dodatni korak koji se zove pretprocesiranje podataka. U ovom koraku u liniji podataka prikupljenih od kompanije proveravaju se pogrešni ulazi, nelogičke vrednosti, ispravna struktura ulaza, outliers, dvostruki unosi, NA, NaN, itd. Postupak se nastavlja spajanjem spoljnih podataka s podacima kompanije. Ti su podaci obično povezani sa spoljnim faktorima koji mogu potencijalno uticati na posmatrani poslovni proces lanca snabdevanja, na primer, vremenski podaci, indeks potrošačkih cena, prosečni dohodak u određenom regionu, specifične demografske karakteristike u određenom području, cene plina, izbijanja pandemije, komentari na društvenim mrežama o proizvodima kompanije itd. Ovo je vrlo važno jer holistički prikuplja sve moguće faktore (unutrašnje i spoljne) koji mogu uticati na određeni poslovni proces, čime se povećava šansa da će ML modeli pronaći pravi signal u podacima i moći doneti ispravan zaključak i pravila o glavnim uzrocima i razlozima zašto se poslovni proces ponaša kao što je opaženo.

Nakon spajanja unutrašnjih i spoljnih podataka, pretprocesiranje se sastoji od otkrivanja signala, uklanjanja grešaka iz podataka, inženjeringa karakteristika i slučajne podele skupa podataka za treniranje i testiranje (ponekad na validacione podatke ako se razvija model neuronske mreže). Podaci koji izlaze iz koraka pretprocesiranja čiste se i strukturiraju za primenu ML modela.

Izlazni deo sastoji se od vizualizacije podataka, razvoja ML & AI i deljenja podataka. Ponekad se ti podaci dele bez primene ML modela na druge platforme koje sprovode različite vrste analiza (samo izveštavanje zainteresovanih ili vladinih agencija). Proces vizualizacije izvodi se preko frontend dela platforme koji je usmeren na korisnika i omogućava korisnicima da postavljaju zahteve o tome koje podatke, kako i u kojim postavkama žele videti posmatrane podatke (na primer slika 4.5).



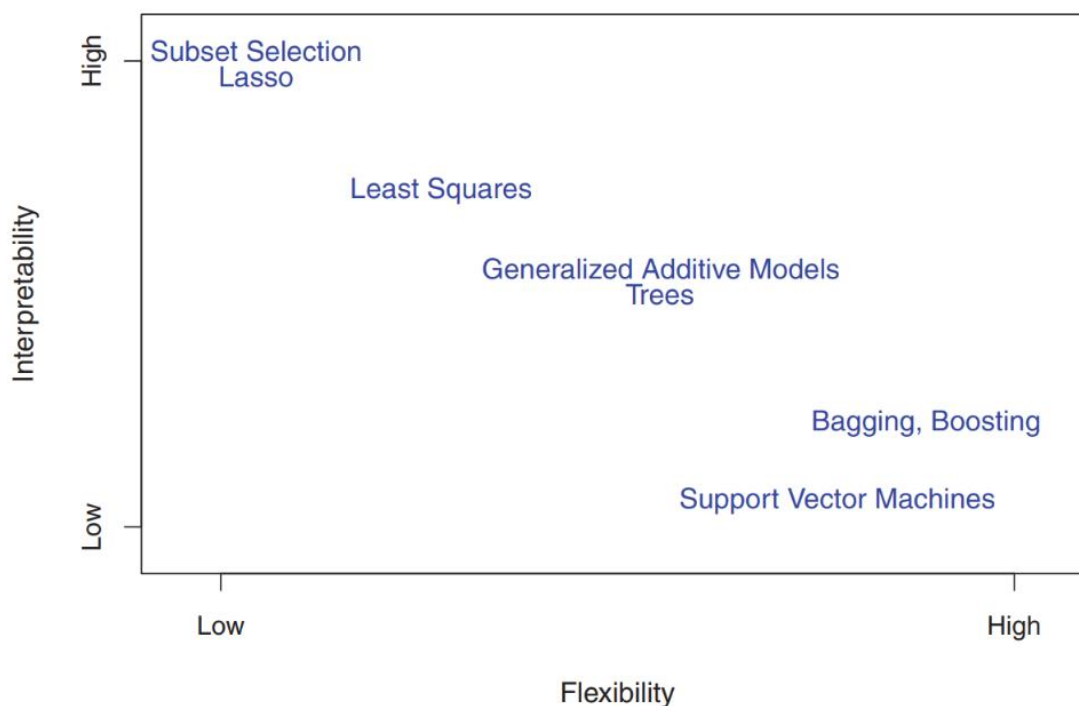
Equilibrium AI



Slika 4.5 Tipični deo vizualizacije ML platforme u lancima snabdevanja

Izvor: autor Dejan Mirčetić

S druge strane, ML deo obrade podataka skriven je od očiju korisnika i nije ga lako razumeti. Zbog toga se ML modeli ponekad smatraju modelima **crne kutije** u kojima ne postoji jasno razumevanje kako je uređaj tačno povezao posmatrani ulaz s posmatranim izlazom. To je jedna od prepreka koja onemogućuje širu upotrebu ML modela u praksi, posebno onih koji su složeni za tumačenje (Rostami-Tabar i Mircetic, 2023). Shodno tome, ML modeli mogu se podeliti na one s visokom interpretabilnošću - niskom fleksibilnošću i s niskom interpretabilnošću - većom fleksibilnošću (slika 4.6). Generalno, kako se fleksibilnost ML metode povećava, tačnost ML modela se obično povećava, a interpretabilnost smanjuje (Mirčetić et al., 2016).



Slika 4.6 Prikaz kompromisa između fleksibilnosti i interpretabilnosti, korišćenjem različitih ML metoda

Izvor: Hastie et al. (2009).

ML i poslovni podaci iz opskrbnog lanca

Ako korisnici bolje razumeju vizualizaciju i grafiku kao što je slika 4.5, zašto je uopšte potreban ML i može li se preskočiti modeliranje podataka pomoću ML-a i samo napraviti informativna grafika? Na žalost ne. Možda je glavni razlog zašto su nam potrebni ML modeli taj što nije moguće u svim situacijama imati lako čitljive i detektabilne uzorke u podacima koji se vide putem grafike (kao na slici 4.5). Češća je situacija da grafika obično ne može otkriti misteriju onoga što se događa u posmatranim poslovnim podacima i potrebni su nam jači alati u obliku ML algoritama za dublje kopanje u podatke i traženje **pravila za generisanje podataka** (slika 4.7) .



Slika 4.7 Statističke karakteristike proizvoda u lancu snabdevanja hranom (sažeto za sve proizvode)

Izvor: autor Dejan Mirčetić

Vrlo je teško doneti lake zaključke iz slike 4.7 i izvesti poslovna pravila o procesu generisanja podataka. Kako bi pronašli uzorke u podacima sa slike, razvijen je ML model koji bi se mogao koristiti za sažimanje karakteristika i otkrivanje važnih signala u podacima. U skladu s tim, razvijeni ML model za lanac snabdevanja hranom predstavljen je u jednačini 1. Osnovni pokretač i okosnica ovog ML modela je autoregresivni integrisani model pokretnog proseka, sa sledećim opštim oblikom:

$$y_t' = c + (\phi_1 y_{t-1}' + \dots + \phi_p y_{t-p}') + (\theta_1 e_{t-1} + \dots + \theta_q e_{t-q}) + e_t; \quad (1)$$

$$y_t - y_{t-1} = c + \phi_1 (y_{t-1} - y_{t-2}) + \dots + \phi_p (y_{t-p} - y_{t-p-1}) + (\theta_1 B e_t + \dots + \underbrace{\theta_q e_{t-q}}_{\theta_q B^q e_t});$$

$$y_t - B y_t = c + \phi_1 (y_{t-1} - B y_{t-1}) + \dots + \phi_p (y_{t-p} - B y_{t-p}) + (e_t (1 + \theta_1 B + \dots + \theta_q B^q));$$

$$(1 - B) y_t = c + \phi_1 (1 - B) (y_{t-1}) + \dots + \phi_p (1 - B) y_{t-p} + e_t (1 + \theta_1 B + \dots + \theta_q B^q);$$

$$(1 - B) y_t = c + \phi_1 (1 - B) B y_t + \dots + \phi_p (1 - B) B^p y_t + e_t (1 + \theta_1 B + \dots + \theta_q B^q);$$

$$\underbrace{(1 - B)^d y_t}_{\text{differencing } d_deg\ ree} \cdot \underbrace{(1 - \phi_1 B - \dots - \phi_p B^p)}_{AR(p)} = c + \underbrace{e_t (1 + \theta_1 B + \dots + \theta_q B^q)}_{MA(q)}.$$

ML model jasno pokazuje svoju nisku interpretabilnost i karakteristike crne kutije. Prosečnom poslovnom korisniku teško je razumeti veze između ulaznih i izlaznih podataka. Štaviše,



prosečnom poslovnom korisniku kada se suoči s predstavljenim modelom nameće se pitanje! Šta je jednačina (1)? Mogli bismo tvrditi da jednačina (1) predstavlja pravila sa slike 4.1, generisana tokom ML podataka i znanja, koji otkriva misteriju o procesima generisanja podataka u datom SC poslovnom okruženju.

Na prvi pogled, čini se da razvijeni ML model u jednačini (1) ne poboljšava naše razumevanje podataka. Još uvek smo zbunjeni kao sa slikom 4.7, ali ML model ima ključnu prednost u odnosu na sliku. U suštini, ML model je **matematička formula** koja možda nije lako razumljiva ljudskom korisniku, ali je potpuno razumljiva računaru, koji **se može programirati da koristi zadatu formulu** i donosi **poslovne odluke** na temelju otkrivenih pravila.

LITERATURA

1. Chollet, F. (2021). Deep learning with Python. Simon and Schuster.
2. Equilibrium AI (n.d.). Equilibrium AI Data Pipeline [available: <https://eqains.com/>, pristupljeno: January 23, 2024]
3. Hastie, T., Tibshirani, R., Friedman, J. H., & Friedman, J. H. (2009). The elements of statistical learning: Data mining, inference, and prediction (Vol. 2). Springer.
4. Jordan, M. I. & Mitchell, T. M. (2015). Machine learning: Trends, perspectives, and prospects. Science, 349(6245), pp. 255-260.
5. Mirčetić, D., Ralević, N., Nikoličić, S., Maslarić, M. & Stojanović, Đ. (2016). Expert system models for forecasting forklifts engagement in a warehouse loading operation: A case study. Promet-Traffic & Transportation, 28(4), pp. 393-401.
6. Ng, A. (2017). Machine learning yearning. [available: <http://www.mlyearning.org/>, pristupljeno: January 23, 2024]
7. Rostami-Tabar, B. & Mircetic, D. (2023). Exploring the association between time series features and forecasting by temporal aggregation using machine learning. Neurocomputing, 548, 126376.
8. ScienceSoft (n.d.). Microsoft Business Intelligence to Drive Robust Analytics and Insightful Reporting [available: <https://www.scnsoft.com/services/business-intelligence/microsoft>, pristupljeno: January 23, 2024]
9. Wickham, H., Çetinkaya-Rundel, M. & Golemund, G. (2023). R for data science. O'Reilly Media, Inc.



5. UPRAVLJANJE POSLOVNIM PROCESIMA I RUDARENJE PROCESA

Autor: Dario Šebalj

Da biste ostali konkurentni u današnjem poslovnom okruženju, ključni su učinkovito upravljanje i kontinuirano poboljšanje procesa. Ovo poglavlje istražuje upravljanje poslovnim procesima (BPM) i rudarenje procesa, dva važna dela poslovne inteligencije koji pomažu kompanijama analizirati, optimizirati i poboljšati svoje operativne procese.

BPM pruža organizovanu i strukturiranu metodu za identifikaciju, projektovanje, izvršavanje, praćenje i poboljšanje poslovnih procesa dok ih istovremeno usklađuje sa strateškim ciljevima organizacije. Rudarenje procesa je, s druge strane, alat za identifikaciju i poboljšanje stvarnih procesa ekstrakcijom znanja iz dnevnika događaja koji se nalaze u modernim poslovnim informacionim sistemima. Kombinacija upravljanja poslovnim procesima i rudarenja procesa omogućuje objektivnu, podacima vođenu metodu za razumijevanje i poboljšanje poslovnih procesa.

Korišćenjem ovih metodologija, organizacije mogu pronaći skrivene neučinkovitosti i probleme, prilagoditi se promjenjivim zahtevima tržišta i poboljšati svoje performance te povećati zadovoljstvo kupaca. U ovom poglavlju biće obrađeni osnovni koncepti, metodologije, alati i stvarne primene BPM-a i rudarenja procesa.

5.1. Poslovni proces

Svaka organizacija, bez obzira na veličinu ili sektor, složen je sistem međusobno povezanih procesa. Ovi procesi su strukturirane aktivnosti koje se preduzimaju kako bi se postigao određeni organizacioni cilj. Na primer, u proizvodnoj kompaniji ključni procesi mogu uključivati dizajn proizvoda, nabavku sirovina, proizvodnju, kontrolu kvalitete i distribuciju. U poslu orijentiranom na usluge kao što je banka, procesi uključuju otvaranje računa, obradu kredita, korisničku službu i provere usklađenosti. Organizacije svakodnevno koriste procese, a ti procesi mogu biti različiti kao i same organizacije. U bolnici procesom se smatra sve od prijema



pacijenta do lečenja i otpusta. U obrazovnoj instituciji oni obuhvataju upis studenata, izvođenje nastave i sprovođenje ispita. Svaki proces je sled koraka koji uključuje različite službe i osoblje, a često je podržan tehnologijom.

Prema Dumasu et al. (2018), svaki se poslovni proces sastoji od nekoliko događaja i aktivnosti. **Događaji** predstavljaju stvari koje nemaju trajanje i događaju se u određenom trenutku (npr. 'Narudžbina zaprimljena'). S druge strane, **aktivnosti** su zadaci ili operacije koje su međusobno povezane i čijim se izvršavanjem ispunjava cilj poslovnog procesa (npr. 'Plaćanje računa'). Tipičan proces, osim događaja i aktivnosti, uključuje i **odluke**, koje označavaju fazu u kojoj proces odlučuje u kom smeru će ići. Na primer, u procesu prodaje jedna tačka odluke može biti kada prodavac proverava je li proizvod na zalihi. Ako je proizvod na zalihi, proces prelazi na sledeću aktivnost. Ukoliko proizvoda nema na skladištu, proces se odvija na drugi način (npr. obaveštavanjem kupca da se narudžbina ne može izvršiti). Važni delovi procesa su učesnici i objekti. **Učesnici** uključuju ljude, organizacije ili softverske sisteme koji izvode procesne aktivnosti, dok su **objekti** oprema, materijali, papirnati dokumenti (fizički objekti), elektronski dokumenti i zapisi (informacioni objekti).

Dumas et al. (2018) navode da izvršenje procesa rezultira jednim ili više **ishoda**. Ishod bi, u teoriji, trebao koristiti svim stranama uključenim u proces (*pozitivan ishod*). Ponekad je ta vrijednost samo djelomično postignuta ili nije nikad postignuta (*negativan ishod*).

Von Scheel et al. (2015) definišu **poslovni proces** kao „skup zadataka i aktivnosti (poslovnih operacija i akcija) koji se sastoje od zaposlenih, materijala, mašina, sistema i metoda koji su strukturirani na takav način da dizajniraju, stvaraju i isporučuju proizvod ili uslugu potrošaču”.

Razumijevanje procesa samo je početak. Istinski problem, ali i prilika, jest sistemski i planski upravljati tim procesima. To dovodi do sledećeg poglavlja: Upravljanje poslovnim procesima (BPM). U ovom potpoglavlju biće dat pregled pristupa i okvira koji organizacijama omogućuju, ne samo upravljanje, već i izvršavanje svojih procesa. BPM je više od pukog snimanja i analize procesa; to je sveobuhvatna metoda razvoja, implementacije, praćenja i stalnog poboljšanja poslovnih procesa.

5.2. Upravljanje poslovnim procesima

U naučnoj i stručnoj literaturi susrećemo različite definicije upravljanja poslovnim procesima. Gartner (n.d.) definiše BPM kao „disciplinu koja koristi različite metode za otkrivanje, modeliranje, analizu, merenje, poboljšanje i optimizaciju poslovnih procesa”. Prema Camundi



(n.d.), BPM je „sistemski pristup za snimanje, projektovanje, izvođenje, dokumentaciju, merenje, praćenje i kontrolu automatizovanih i neautomatizovanih procesa kako bi se ispunili ciljevi i poslovne strategije kompanije“. Swenson i Rosing (2015) predložili su širu i možda najprecizniju definiciju: „Upravljanje poslovnim procesima (BPM) je disciplina koja uključuje bilo koju kombinaciju modeliranja, automatizacije, izvršenja, kontrole, merenja i optimizacije tokova poslovnih aktivnosti u primenjivoj kombinaciji za podršku ciljeva preduzeća, prevazilazeći organizacione i sistemske granice te uključujući zaposlene, klijente i partnere unutar i van granica preduzeća“.

Prema Freundu i Rückeru (2012), novi BPM projekti često uključuju jedan od ovih scenarija:

1. Poboljšanje procesa korišćenjem informacionih tehnologija (IT);
2. Dokumentacija tekućih procesa;
3. Uvođenje potpuno novih procesa.

Dumas et al. (2018) vide BPM kao kontinuirani ciklus koji se sastoji od sledećih faza:

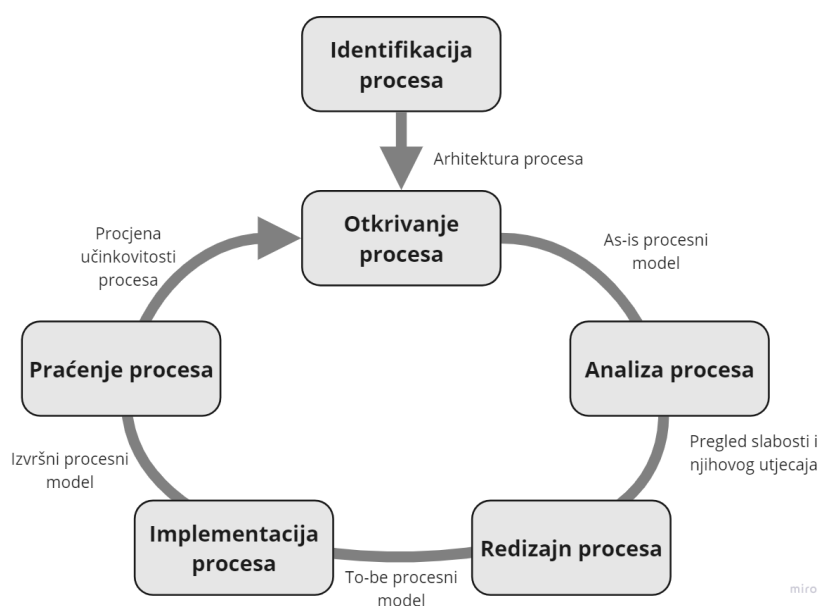
- **Identifikacija procesa** - U ovom koraku dat je poslovni problem. Identifikuju se, definišu i povezuju procesi koji su važni za problem koji se rešava. Rezultat identifikacije procesa je nova ili poboljšana arhitektura procesa. Ova arhitektura prikazuje sve procese u organizaciji i kako su međusobno povezani. Koristi se za izbor procesa koji će se analizirati kroz celi životni ciklus.
- **Otkrivanje procesa (As-is modeliranje)** - Ovde se dokumentuje trenutno stanje svih važnih procesa, obično u obliku jednog ili više "As-is" procesnih modela.
- **Analiza procesa** - Tokom ovog koraka, problemi s trenutnim As-is procesom se identifikuju, dokumentuju i, ako je moguće, mere pomoću pokazatelja performansi. Rezultat ovog koraka je strukturirani popis problema koji su poređani prema mogućem uticaju i procenjenom trudu potrebnom za njihovo rešavanje.
- **Redizajn procesa (To-be modeliranje)** – Cilj ove faze je pronaći modifikacije procesa koje će omogućiti kompaniji da ispuni svoje ciljane performanse, a istovremeno se bavi problemima pronađenim u prethodnoj fazi. Ova faza obično rezultira modelom budućeg procesa.
- **Implementacija procesa** - Tokom ove faze planiraju se i sprovede prilagođavanja potrebna za transformaciju As-is procesa u To-be proces. Automatizacija i upravljanje organizacionim promenama dva su aspekta implementacije procesa. Pojam "upravljanje organizacionim promenama" opisuje skup radnji potrebnih za promenu



načina rada svih učesnika uključenih u proces. Izrada i implementacija IT sistema (ili poboljšanih verzija postojećih IT sistema) za podršku budućim procesima naziva se automatizacija procesa.

- **Praćenje procesa** – nakon implementacije redizajniranog procesa prikupljaju se i analiziraju relevantni podaci kako bi se procenila učinkovitost procesa. Korektivna radnja se pokreće nakon što se identifikuju uska grla, ponavljajuće greške ili odstupanja od planiranog ponašanja.

Ovaj ciklus se mora stalno ponavljati jer bi se mogli pojaviti novi problemi u istom ili nekim drugim procesima. Životni ciklus BPM-a prikazan je na slici 5.1.



Slika 5.1 BPM životni ciklus

Izvor: Dumas et al. (2018).

Freund i Rücker (2012) navode nekoliko uloga koje su uključene u BPM projekte:

- **Vlasnik procesa** – osoba koja ima stratešku odgovornost za procese. Ima proračunska ovlašćenja, a često je i član prvog ili drugog sloja menadžmenta. Na primer, vlasnik procesa može biti izvršni direktor kompanije.
- **Voditelj procesa** – osoba koja ima operativnu odgovornost za procese. Često je to menadžer nižeg ili srednjeg nivoa. Na primer, menadžer prodaje može biti voditelj procesa.
- **Učesnik procesa** – osoba koja radi unutar procesa i stvara vrednost (npr. prodavac).
- **Analitičar procesa** – osoba koja razume BPM generalno, a posebno BPMN, te je središte svakog BPM projekta.



BPM pomaže kompanijama da usklade svoje procese s opštim ciljevima, postanu učinkovitije i prilagode se promjenjivim okruženjima. U sledećem delu biće prikazane metode i alati koji se koriste za izradu preciznih modela poslovnih procesa.

Više od samog crtanja dijagrama, modeliranje poslovnih procesa ima za cilj obuhvatiti ključne procese na način koji ih čini lakšim za razumevanje, komunikaciju i analizu. Zainteresovani ga mogu koristiti za vizualizaciju složenih procesa, uvid u neučinkovitosti i uska grla kao i konceptualizaciju poboljšanja i inovacija.

U sledećem delu biće predstavljena najpopularnija metoda modeliranja BPMN (Business Process Model and Notation). Biće reči o tome kako se ovaj alat može koristiti za učinkovito dokumentovanje poslovnih procesa.

5.3. Modeliranje poslovnih procesa

Kako bi se osigurala standardizovana, grafička notacija za dokumentovanje, projektovanje i analizu poslovnih procesa, uveden je **Business Process Model and Notation (BPMN)**. Prema Lucidchartu (n.d.), Inicijativa za upravljanje poslovnim procesima (BPMI) stvorila je *Business Process Modeling Notation* koja je kasnije doživela brojne promene. BPMI je preuzet od strane organizacije *Object Management Group* (OMG) nakon spajanja 2005 godine. OMG je potom izdao BPMN 2.0 i promenio naziv metode u *Business Process Model and Notation*. Uz širi raspon simbola i oznaka za dijagrame poslovnih procesa, uspostavio je opsežniji standard za modeliranje poslovnih procesa.

Ove četiri kategorije elemenata predstavljaju BPMN (Lucidchart, n.d.; Freund i Rücker, 2012):

- **Objekti toka:** događaji, zadaci (aktivnosti) i odluke;
- **Povezivanje objekata:** sekvencijski tok, tok poruka i asocijacija;
- **Učesnici:** bazen i staze;
- **Artefakti:** objekti podataka, skladišta podataka i napomene.

5.3.1. Događaji

Aagesen i Krogstie (2015) definišu događaje kao nešto što se događa u procesu. Postoje tri vrste događaja u BPMN-u: početni, intermedijarni i završni događaji. Početni događaj je okidač za početak procesa. Intermedijarni događaji se događaju tokom poslovnog procesa i često



označavaju neka postignuća ili čekanja u procesu. Završni događaji označavaju kraj poslovnog procesa. Svi događaji predstavljeni su krugovima.



Slika 5.2 Oznake za početni, intermedijarni i završni događaj

Izvor: Autor.

Prema Dumasu et al. (2018), događaj treba imenovati kao [objekt] + [glagolski pridev trpni]. Evo nekoliko primera kako imenovati događaje: „Račun poslat“, „Narudžbina potvrđena“, „Proizvodi zaprimljeni“.

Tabela 5.1. prikazuje različite vrste početnih, intermedijarnih i završnih događaja (OMG, 2006).

Tabela 5.1 Vrste događaja

Tip	Opis	Simbol
Početni događaj		
Nijedan	Vrsta događaja nije prikazana.	
Poruka	Od učesnika stiže poruka koja pokreće proces.	
Vremenski	Proces se pokreće u tačno određeno vreme (npr. svaki ponedjeljak u 9 ujutro).	
Uslovni	Događaj se pokreće kada se ispuni neki uslov (npr. kada je nivo zaliha manji od 500 komada).	
Intermedijarni događaj		
Nijedan	Vrsta događaja nije prikazana.	
Poruka	Poruka stiže od učesnika i pokreće događaj. Proces se nastavlja u slučaju da je čekao poruku.	
Vremenski	Može delovati kao mehanizam odlaganja. Na primer, ako proces čeka isporuku proizvoda.	



Tip	Opis	Simbol
Završni događaj		
Nijedan	Vrsta događaja nije prikazana.	
Poruka	Poruka se šalje učesniku na kraju procesa.	
Greška	Na kraju procesa trebala bi se generisati greška.	
Prekid	Sve aktivnosti u procesu treba odmah prekinuti.	

Izvor: OMG (2006).

5.3.2. Zadaci (aktivnosti)

Zadaci su nešto što se sprovodi tokom procesa, aktivnosti koje obavlja osoba ili sistem. Predstavljani su pravougaonikima sa zaobljenim uglovima.

U BPMN-u postoji poseban podskup redovnih zadataka koji se naziva potproces. Predstavljen je pravougaonikom sa znakom '+' na dnu. Služi za predstavljanje procesa unutar procesa. Na taj način se smanjuje složenost glavnog procesa, odnosno procesa u fokusu.



Slika 5.3 Zadatak i potproces

Izvor: Autor.

Zadatak bi trebao biti imenovan kao [glagol u imperativu] + [objekt] (Dumas et al., 2018). Na primer: „Pošalji račun” ili „Potvrdi narudžbinu”.

5.3.3. Odluke

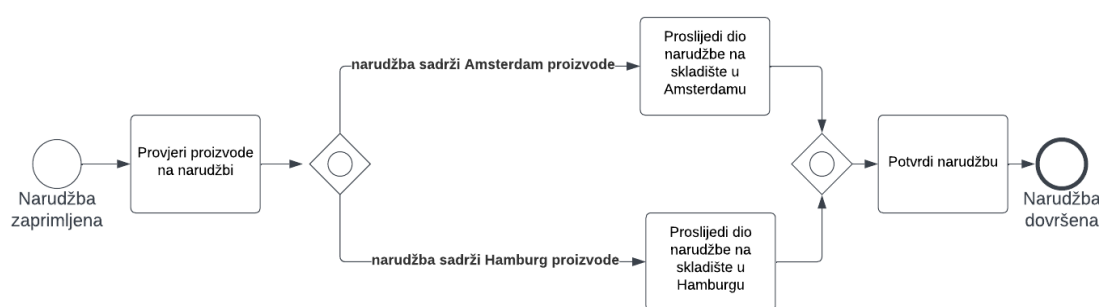
Odluke su mesta gde se procesi razdvajaju ili spajaju. Predstavljene su u obliku dijamanta. Postoje tri najčešće vrste odluka: XOR (isključiva) odluka, OR (uključujuća) odluka i AND (paralelna) odluka.



Slika 5.4 Odluke OR, XOR i AND

Izvor: Autor.

Prema von Rosingu et al. (2015), **OR odluka**, prilikom razdvajanja, dopušta aktiviranje jedne ili više grana, u zavisnosti od uslova. Pre spajanja, sve aktivne dolazne grane moraju biti dovršene kako bi se nastavio tok. Primer XOR odluke prikazan je na slici 5.6.



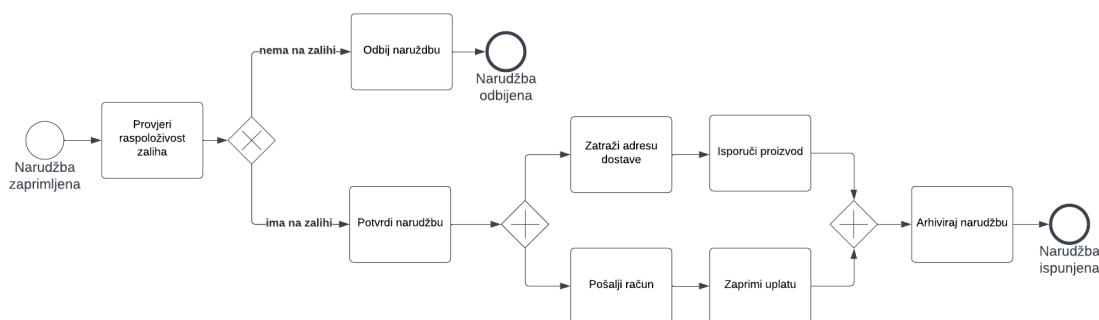
Slika 5.5 Primer korišćenja OR odluke

Izvor: Dumas et al. (2018).

U ovom primeru, kompanija ima skladišta u Amsterdamu i Hamburgu, gde drži različite proizvode. Po prijemu narudžbine, ona se deli na ta skladišta: deo narudžbine se šalje u Amsterdam ako se tamo drže određeni proizvodi, a deo u Hamburg ako se pak tamo drže određeni proizvodi. Proces završava kada se narudžbina potvrdi (Dumas et al., 2018). Vidimo da proces može ići u oba smera (ako se naručeni proizvodi drže u oba skladišta) ili samo u jednom smeru (ako se naručeni proizvodi drže samo u jednom skladištu).

XOR odluka, prilikom razdvajanja, usmerava tok samo u jednu od izlaznih grana, na osnovu uslova. Prilikom spajanja, čeka se dovršetak jedne dolazne grane pre nastavka toka (von Rosing et al., 2015).

AND odluka se koristi za izvršavanje dva ili više zadataka koji ne zavise jedan od drugog i mogu se izvršavati istovremeno (Dumas et al., 2018). Prilikom spajanja čeka da se završe sve ulazne grane pre nastavka toka (von Rosing et al., 2015.). Primer korišćenja XOR i AND odluke prikazan je na slici 5.6.



Slika 5.6. Primer korišćenja XOR i AND odluka

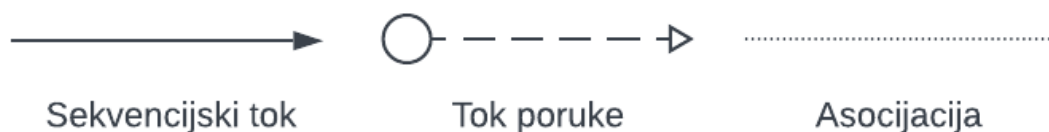
Izvor: Dumas et al. (2018).

U ovom primeru, po prijemu narudžbine, prodavac proverava dostupnost zaliha. Postoji jedan i samo jedan mogući put – proizvodi jesu na skladištu ili nisu. S druge strane, nije važno hoće li se prvo izvršiti aktivnost „Pošalji račun” ili „Zatraži adresu za dostave”. Ali tek nakon što su oba skupa aktivnosti (”Zatraži adresu za dostave” – ”Isporuči proizvod” i ”Pošalji račun” – ”Zaprimi uplatu”) izvršena, narudžbina se može arhivirati.

5.3.4. Objekti povezivanja

U BPMN-u postoje tri vrste povezujućih objekata: sekvencijalni tok, tok poruke i asocijacija.

Prema von Rosingu et al. (2015), **sekvencijalni tok** prikazuje redosled kojim će zadaci biti dovršeni u procesu. Predstavljen je punom linijom s punim vrhom strelice. Tok **poruke** predstavljen je isprekidanom linijom. Na jednoj strani linije nalazi se krug, a na drugoj beli vrh strelice. Koristi se za predstavljanje protoka poruka između procesnih bazena. **Asocijacija** se koristi za povezivanje teksta s objektima toka. Predstavljena je isprekidanom linijom.



Slika 5.6 Sekvencijalni tok, tok poruka i asocijacija

Izvor: von Rosing et al. (2015).

5.3.5. Učesnici

BPMN nudi dva elementa za modeliranje učesnika procesa: bazene i staze. Prema Dumasu et al. (2018), **bazeni** se koriste za prikaz cele organizacije, a **staza** za modeliranje službe ili poslovne jedinice. Na primer, bazen može biti ”Preduzeće X”, a staze ”Služba prodaje”,



“Skladište” i “Računovodstvo”. Korišćenjem bazena i staza lako se može videti koji učesnik obavlja koju aktivnost.

Poduzeće X	Prodaja
	Skladište
	Računov.

Slika 5.7 Bazen i staze

Izvor: Autor.

5.3.6. Artefakti

Postoje različite vrste artefakata: objekti podataka, skladišta podataka i anotacije. **Objekti podataka** predstavljaju podatke koji su potrebni za obavljanje određenih zadataka (podaci kao ulaz) ili su rezultat izvršenja zadatka (podaci kao izlaz). Na primer, dokument "Narudžbina" kreira se nakon izvršenja zadatka "Kreiraj narudžbu". S druge strane, zadatak "Pošalji račun" zahteva račun kao ulaz kako bi izvršio ovaj zadatak. Dumas et al. (2018) navode da objekti podataka mogu biti fizički objekti koji sadrže informacije (npr. papirni račun) ili elektronski objekti (npr. e-pošta ili račun u PDF-u).



Slika 5.8 Objekti podataka

Izvor: Autor.

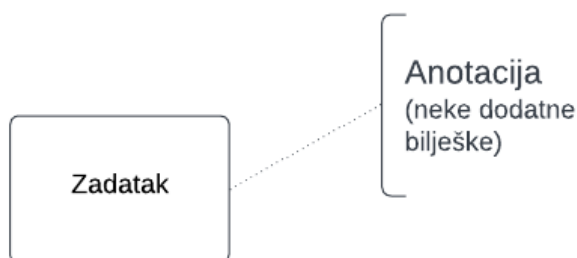
Prema Dumasu et al. (2018), **skladište podataka** je mesto koje sadrži objekte podataka, npr. baza podataka za elektronske objekte ili ormarić u koji se odlažu fizički objekti. Skladišta podataka procesne aktivnosti koriste za čuvanje objekata podataka. Na primer, zadatak “Proveri raspoloživost sirovina” pregleda katalog dobavljača.



Slika 5.9 Skladište podataka

Izvor: Dumas et al. (2018).

Anotacije su mehanizam pomoću kojeg se pružaju dodatne tekstualne informacije čitaocu BPMN dijagrama (von Rosing et al., 2015.).



Slika 5.10 Anotacija

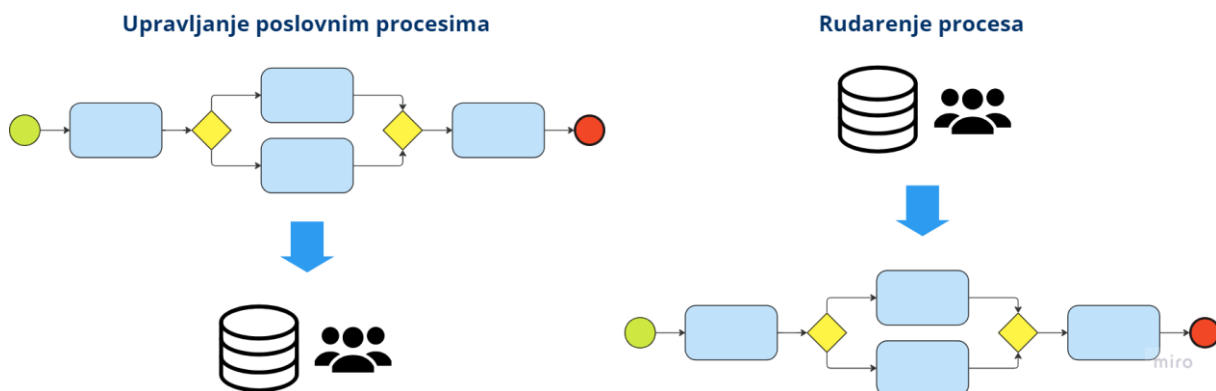
Izvor: Autor.

BPM je prepoznat kao važan okvir za organizacije koje žele optimizirati svoje poslovanje i uskladiti svoje procese sa strateškim ciljevima. Ova osnovna znanja neophodna su za sledeću temu – rudarenje procesa.

5.4. Rudarenje procesa

Rudarenje procesa (eng. *Process Mining*) nalazi se na ukrštanju rudarenja podataka i modeliranja procesa. Predstavlja inovativan pristup razumevanju i unapređenju poslovnih procesa. Za razliku od teorijskog i metodološkog fokusa BPM-a, rudarenje procesa istražuje stvarne podatke koje generišu poslovni procesi. Koristi podatke iz različitih informacionih sistema kako bi pružio objektivni prikaz izvršenja procesa u stvarnom vremenu.

Slika 5.11 pokazuje razliku između BPM-a i rudarenja procesa. U tradicionalnom upravljanju poslovnim procesima najprije se razvija model procesa. Zatim ljudi i IT sistemi obavljaju zadatke u skladu s tim modelom. U rudarenju procesa, istorijski podaci iz IT sistema koriste se za izradu modela procesa. Stoga, ovaj model prikazuje stvarne procese.



Slika 5.11 Upravljanje poslovnim procesima vs. Rudarenje procesa

Izvor: Autor.

IEEE (2012) definiše **rudarenje procesa** kao "tehnikе, alate i metode za otkrivanje, praćenje i poboljšanje stvarnih procesa (tj. ne pretpostavljenih procesa) izdvajanjem znanja iz dnevnika događaja koji su obično dostupni u današnjim (informacionim) sistemima". Dnevnik događaja je digitalni zapis događaja koji su se dogodili unutar informacionog sistema.

Kako bi se izvršila analiza rudarenja procesa, dnevnik događaja mora sadržati ID slučaja, naziv aktivnosti i vremensku oznaku. **Slučaj** (instanca procesa) je entitet kojim se bavi proces koji se analizira (npr. narudžbine kupaca, potraživanja od osiguranja itd.), **aktivnost** je dobro definisan korak u procesu (IEEE, 2012), a **vremenska oznaka** je datum i vreme kada se aktivnost obavlja.

Tabela 5.2 prikazuje primer dnevnika događaja. U ovom primeru postoje dva slučaja (1001 i 1002), a svaki se sastoji od niza događaja za obradu upita korisnika.

Tabela 5.2 Primer dnevnika događaja

ID slučaja	Naziv aktivnosti	Vremenska oznaka	Resurs
1001	Poziv zaprimljen	2023-15-12 09:00	Agent A
1001	Problem identifikovan	2023-15-12 09:15	Agent A
1002	Poziv zaprimljen	2023-15-12 10:17	Agent C
1001	Problem prosleđen	2023-15-12 10:20	Agent A
1002	Informacije pružene	2023-15-12 10:26	Agent C
1002	Poziv zaključen	2023-15-12 10:28	Agent C
1001	Poziv tehničke podrške	2023-15-12 11:43	Agent B
1001	Problem rešen	2023-15-12 11:59	Agent B

Izvor: Autor.



Nakon izdvajanja podataka (dnevnika događaja) iz informacionog sistema (npr. u obliku CSV ili XLS datoteke), podaci se uvoze u poseban softver za rudarenje procesa. Danas postoji širok raspon softvera za rudarenje procesa. Najpopularniji su ProM, Fluxicon Disco, ARIS Process Mining, Celonis itd. Na osnovu uvezenih podataka, softver za rudarenje procesa otkriva model procesa. Ovaj se model zatim može analizirati kako bi se utvrdilo postoje li neka uska grla, problemi ili prilike za poboljšanje.

Prema van der Aalstu (2018), rudarenje procesa primjenjivo je na sve vrste operativnih procesa (organizacija i sistema). Analiza postupaka bolničkog lečenja, poboljšanje postupaka korisničke službe u multinacionalnoj kompaniji, razumevanje navika pregledanjem stranice korisnika za rezervacije, procena neispravnosti sistema za rukovanje prtljagom i usavršavanje korisničkih interfejsa rendgenskih uređaja samo su neke od mogućnosti primena.

Reil et al. (2021) analizirali su uspešnu implementaciju procesnog rudarenja u praktičnim područjima upravljanja lancem snabdevanja. Naveli su da se 2020. godine švedsko-švajcarska tehnološka grupacija za energiju i automatizaciju ABB suočila s izazovima poput povezivanja preko 40 ERP sistema i upravljanja terabajtima procesnih podataka. Implementacija procesnog rudarenja u njihovim proizvodnim procesima omogućila je ABB-u da stekne uvid u performanse njihove globalne poslovne mreže i okrene se prema potpuno digitalizovanom lancu snabdevanja. Prednosti su uključivale smanjene troškove zaliha, poboljšane procese prodaje, poboljšanu produktivnost, pravovremene isporuke, optimizirano korišćenje opreme i povećani kapacitet. Dolazne logističke procedure lanca snabdevanja automobilske industrije, koje su osetljive na uska grla koja mogu uzrokovati velike gubitke prihoda, imale su velike koristi od ove strategije. Rudarenje procesa pokazalo se korisnim u učinkovitom rešavanju ovih problema.

BPM-ov strukturirani način upravljanja i poboljšanja procesa omogućuje kompanijama da se prilagode promenjivim potrebama kupaca i operativnim problemima. Rudarenje procesa, s druge strane, nudi detalne uvide u stvarno izvršenje procesa, ističući područja poboljšanja. Integracija BPM-a i rudarenja procesa nije samo strateška prednost, već je vrlo važno da preduzeća znaju kako ih koristiti kako bi ostali konkurentni u budućnosti.



LITERATURA

1. Aagesen, G. & Krogstie, J. (2015). BPMN 2.0. for Modeling Business Processes. In vom Brocke, J., Rosemann, M. (Eds.). Handbook on Business Process Management 1, 2nd edition. Heidelberg: Springer, pp. 219-250.
2. Camunda (n.d.). What is Business Process Management? [dostupno na: <https://camunda.com/glossary/business-process-management-bpm/>, pristupljeno December 28, 2023]
3. Dumas, M., La Rosa, M., Mendling, J. & Reijers, H. A. (2018). Fundamentals of Business Process Management, 2nd Edition. Springer.
4. Freund, J. & Rücker, B. (2012). Real-Life BPMN: Using BPMN 2.0 to Analyze, Improve, and Automate Processes in Your Company. Camunda.
5. Gartner (n.d.). Business Process Management (BPM) [dostupno na: <https://www.gartner.com/en/information-technology/glossary/business-process-management-bpm>, pristupljeno December 28, 2023]
6. IEEE (2012). Process Mining Manifesto. IEEE Task Force on Process Mining [dostupno na: <https://www.tf-pm.org/upload/1580737631545.pdf>, pristupljeno December 28, 2023]
7. Lucidchart (n.d.). What is Business Process Modeling Notation [dostupno na: <https://www.lucidchart.com/pages/bpmn>, pristupljeno December 28, 2023]
8. OMG (2006). Business Process Modeling Notation Specification. Object Management Group.
9. Reil, T., Groher, E. & Siegfried, P. (2021). Process Mining in Supply Chain Management. Supply Chain Management Journal, 12(2), pp. 1-13.
10. Swenson, K. D. & von Rosing, M. (2015). Phase 4: What Is Business Process Management?. In von Rosing, M., Scheer, A.-W., von Scheel, H. (Eds.). The complete business process handbook. Waltham: Morgan Kaufmann, pp. 79-88.
11. van der Aalst, W. (2018). Foreword: Process Mining Book. Fluxicon [dostupno na: <https://fluxicon.com/book/read/foreword/>, pristupljeno December 28, 2023]
12. von Rosing, M., Scheer, A.-W. & von Scheel, H. (2015). The BPM Way of Modeling. In von Rosing, M., Scheer, A.-W. and von Scheel, H. (Eds.). The complete business process handbook. Waltham: Morgan Kaufmann, pp. 431-457.



13. Von Scheel, H., von Rosing, M., Fonesca, M., Hove, M. & Foldager, U. (2015). Phase 1: Process Concept Evolution. In von Rosing, M., Scheer, A.-W. and von Scheel, H. (Eds.). The complete business process handbook. Waltham: Morgan Kaufmann, pp. 1-9.



6. INFORMACIONI SISTEMI U LOGISTICI

Autor: Dario Šebalj

Integracija tehnologije i sistema upravljanja igra važnu ulogu u poboljšanju učinkovitosti, točnosti i donošenju strateških odluka. Za racionalizaciju poslovnih operacija u logistici postoje tri ključna sistema: sistemi za upravljanje resursima preduzeća (ERP), sistemi upravljanja skladištem (WMS) i sistemi upravljanja transportom (TMS).

ERP sistemi čine okosnicu preduzeća, integrišući različite službe (kao što su računovodstvo, nabavka, prodaja, proizvodnja itd.) i procese u jedinstveni sistem. WMS se, s druge strane, fokusira na optimizaciju skladišnih procesa te osigurava učinkovito upravljanje i optimizaciju zaliha. Na kraju, TMS je usmeren na planiranje, izvršenje i optimizaciju prevoza robe. Ovaj sistem je ključan za smanjenje troškova prevoza i poboljšanje učinka logistike.

Ovo poglavlje ne samo da daje pregled svakog sistema, već takođe istražuje kako integracija može dovesti do kohezivnijeg i inteligentnijeg poslovnog okruženja.

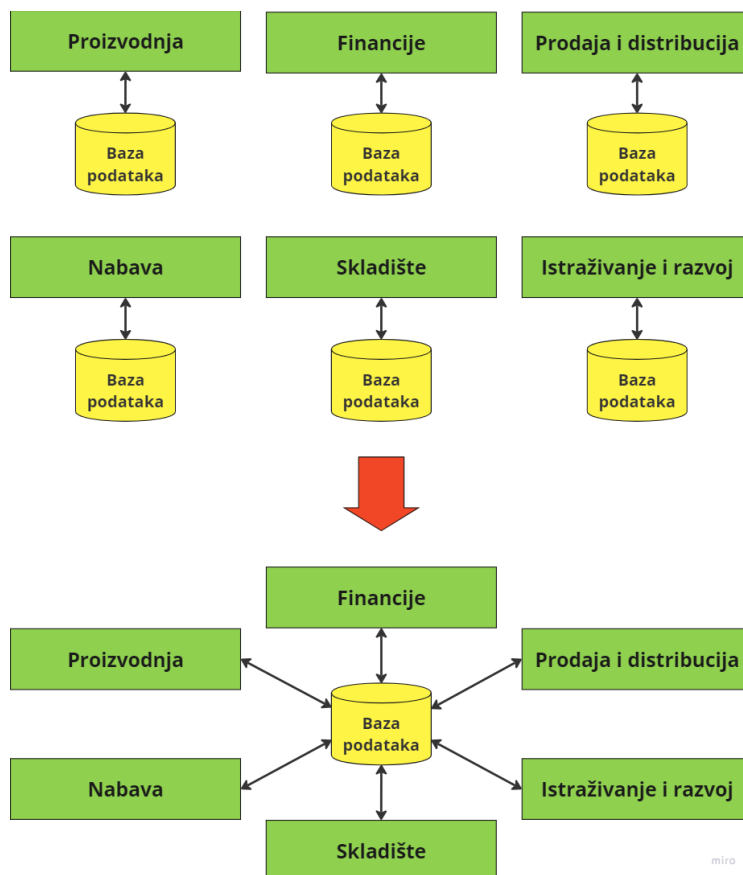
6.1. Sistemi za upravljanje resursima preduzeća (ERP)

U početku su kompanije bile podeljene u različite organizacione jedinice (odeljenja), zavisno od funkcija koje su obavljale. Tako je postojalo odeljenje proizvodnje, nabavke, prodaje, finansija itd. Svako odeljenje je delovao izolovano na način da je imalo svoj sistem prikupljanja i analize podataka. Ti sistemi nisu bili međusobno povezani. Danas se organizacije promatraju kao jedan sistem, a sva odeljenja su njegovi podsistemi (Leon, 2014). Takođe, svi dele istu, centralizovanu bazu podataka.

Postojanje nezavisnih informacionih sistema za svako odeljenje dovelo je do neproduktivnosti, nedoslednosti podataka i redundancije te izazova prilikom donošenja odluka. Pomeranje prema integrisanom sistemu bio je važan pristup upravljanju organizacijama budući da se na organizacije gleda kao na jedan jedinstveni sistem. Krična komponenta ove integracije je centralizovana baza podataka koja služi kao ključni deo organizacije, osiguravajući da svi delovi imaju pristup doslednim podacima u **stvarnom vremenu**. To dovodi do bolje komunikacije, koordinacije i saradnje između odeljenja.



Slika 6.1 prikazuje razliku između tradicionalnog pristupa gde su odeljenja nezavisna i svako odeljenje ima sopstvenu bazu podataka i modernog pristupa gde odeljenja dele jednu centralnu bazu podataka.



Slika 6.1 Razlika između nezavisnih odeljenja i odeljena koja dele zajedničku centralnu bazu podataka

Izvor: Autor, prema Leon (2014).

Prema Bradford (2015), **sistemi za upravljanje resursima preduzeća** (eng. Enterprise Resource Planning System - ERP) su poslovni sistemi koji kombinuju i organizuju podatke iz različitih odeljenja unutar organizacije kako bi stvorili jedinstveni, sveobuhvatni sistem koji služi potrebama celog preduzeća. ERP sistemi na besprekoran način integrišu i koordiniraju procese i funkcije koji su prethodno bili fragmentirani i podržani od strane različitih starijih, samostalnih poslovnih sistema, poboljšavajući sve aspekte kritičnih operacija, uključujući nabavku, računovodstvo, proizvodnju i prodaju.

Drugim rečima, ERP sistem je složeno, modularno softversko rešenje koje integriše sve poslovne funkcije kompanije, pomaže u upravljanju poslovnim procesima i deli jedinstvenu bazu podataka za ceo sistem.



Sistem za upravljanje resursima preduzeća (ERP) smatra se višefunkcionalnim sistemom koji automatizuje i integriše bitne poslovne procese organizacije kako bi se maksimizirala učinkovitost (Mahmood et al., 2019).

Bradford (2015) navodi da kompanije mogu implementirati jedan ili više modula ERP softvera bez potrebe za kupovinom i implementacijom kompletnog paketa jer je većina modula dovoljno fleksibilna.

Prema Bradford (2015), ERP sistemi se često smatraju "pozadinskim" sistemima budući da integrišu "pozadinske" funkcije poput ispunjavanja narudžbina, nabavke, računovodstva i finansija. ERP sistemi danas predstavljaju više od samo pozadinskog sistema; oni uključuju različite module, module za korisnike i module vezane za upravljanje lancem snabdevanja.

ERP sistemi imaju mnoge **prednosti**, kao što su (Bradford, 2015; Paredes Hernandez, 2023):

- Poboljšana transparentnost i uvidi – podacima iz svakog odeljenja mogu pristupiti zaposleni na izvršnom nivou,
- Pristup informacijama u stvarnom vremenu – podaci su dostupni u stvarnom vremenu svim korisnicima u svim odeljenjima,
- Smanjenje operativnih troškova – kroz niže troškove zaliha, troškove proizvodnje ili troškove nabavke,
- Jedinstveni interfejs kroz sve module – moduli u ERP sistemu izgledaju isto i pružaju isti način funkcionisanja,
- Skalabilnost – ERP sistemi bazirani na oblaku omogućuju korišćenje dodatnih računarskih resursa u slučaju rasta kompanije i podataka,
- Poboljšana korisnička usluga - novi sistem kao što je ERP softver može omogućiti personalizaciju i bržu korisničku uslugu jer centralizuje sve korisničke podatke.

Neki od **nedostataka** ERP sistema su (Bradford, 2015; Paredes Hernandez, 2023; Oracle, n.d.a.):

- Složena i dugotrajna implementacija – implementacija ERP sistema može trajati od nekoliko meseci do nekoliko godina, zavisno od veličine preduzeća,
- Cena – ERP sistemi su često vrlo skupi, posebno oni popularni: SAP i Microsoft Dynamics NAV,
- Upravljanje promenama - treba će puno vremena i truda da svaki važan zaposleni bude adekvatno obučen za korišćenje novog sistema.



Glavni razlog zašto kompanije implementiraju ERP sisteme je podrška rastu. Takođe, cilj značajnog broja preduzeća da implementiraju ERP je da poboljšaju svoju produktivnost i procese (Software Path, 2022).



Implementacija ERP sistema vrlo je složena i većina ERP projekata propadne. Prema Saundersu (2022), oko 80% ERP projekata ne uspe. 25% ERP projekata je otkazano ili odloženo, a još 55% nije ispunilo očekivanja zainteresovanih.

Mahmood et al. (2019) sprovedli su istraživanje u kojem su identifikovali najkritičnije probleme/izazove s kojima se susreću organizacije prilikom implementacije ERP-a:

1. **Podrška najvišeg menadžmenta** – podrška, strateško usmerenje i aktivno uključivanje najvišeg menadžmenta ključni su za uspešnu implementaciju i upravljanje ERP sistemima,
2. **Upravljanje promenama** - otpor, posebno kod srednjih menadžera naviknutih na tradicionalne metode, predstavlja značajne izazove usvajanju novih ERP sistema,
3. **Obuka i razvoj** - složenost ERP sistema zahteva opsežnu i stalnu obuku zaposlenih, pri čemu nedovoljna obuka dovodi do potencijalnih kvarova ERP-a i često predstavlja skrivene troškove za organizacije,
4. **Efikasna komunikacija** - jasna i kontinuirana komunikacija i koordinacija između različitih korisnika odeljenja ključna je za uspešnu implementaciju ERP-a i upravljanje organizacionim promenama,
5. **Integracija sistema** - uključuje složen zadatak integracije različitih ERP modula s postojećim poslovnim aplikacijama i nasleđenim sistemima unutar organizacije, proces koji neophodan za optimizaciju poslovnih procesa i poboljšanje učinkovitosti, ali je često skup i složen.

Drugi jednako bitan aspekt implementacije ERP sistema su finansijska ulaganja potrebna za implementaciju i održavanje ERP sistema. U sledećem potpoglavlju istražiće se različite komponente troškova ERP sistema, uključujući i početno ulaganje i tekuće operative troškove.

6.1.1. Troškovi ERP sistema

ERP sistemi su postali sastavni deo modernih poslovnih procesa, nudeći niz prednosti, od veće učinkovitosti do poboljšane integracije podataka. Međutim, implementacija takvih sistema dolazi sa značajnim troškovima koje organizacije moraju pažljivo razmotriti.



ERP sisteme tradicionalno koriste kompanije koje prodaju opipljivu (materijalnu) robu. Ova sveobuhvatna softverska rešenja dizajnirana su da služe velikim multinacionalnim organizacijama. Zbog toga je njihova implementacija izuzetno skupa i složena. ERP moduli poput nabavke, prodaje i logistike temelj su za procese finansijskog izveštavanja, a njihova automatizacija u globalnoj organizaciji mogla bi stvoriti značajne povrate ulaganja (Berry, 2021).

Ukupni trošak implementacije ERP sistema uključuje troškove vezane uz licenciranje softvera, hardverske zahteve, implementaciju, održavanje, savetovanje, formalnu i neformalnu obuku i prilagođavanje. Ti se troškovi obično nazivaju **ukupnim troškom vlasništva** (eng. *Total cost of ownership* - TCO). Oni mogu značajno varirati, zavisno od opsega implementacije, složenosti softvera i odabranog ERP dobavljača. Za organizacije srednje veličine samo ulaganje u paketni ERP softver može doseći nekoliko miliona dolara (Leon, 2014; Tilley, 2020).

Osim troškova softvera, implementacija ERP sistema često zahteva značajna ulaganja u IT infrastrukturu. To uključuje servere, sisteme za skladištenje podataka, mrežne komponente i eventualnu nadogradnju postojećih komponenti koje su pri kraju svog životnog ciklusa (Bradford, 2015). Iako računarstvo u oblaku može smanjiti neke od ovih troškova hardvera jer ERP softver radi na serverima dobavljača, početno ulaganje u infrastrukturu ostaje značajna komponenta ukupnih troškova.

Skriveni troškovi vezani uz implementaciju ERP-a, kao što su konsultantske naknade, takođe igraju značajnu ulogu u ukupnim izdacima. Ovi troškovi uključuju naknade za spoljne konsultante koji su upoznati s ERP sistemom, ali možda nemaju dubinsko znanje o specifičnim poslovnim procesima organizacije (Leon, 2014).



Gotovo 80% ukupnih troškova javljaju se nakon kupovine hardvera i softvera (Tilley, 2020).

Na cenu ERP softvera utiču različiti faktori. Na primer (Hale, 2019; Wood, 2023):

- **Način implementacije** – ERP sistemi mogu se implementirati u oblaku, na lokaciji korisnika ili kao kombinacija ove dve metode.
- **Broj korisnika** – ERP sistemi s manjim brojem korisnika obično koštaju manje.
- **Potrebne aplikacije** – broj modula može varirati od osnovnih modula do nekih specifičnih modula.



- **Nivo prilagođavanja** – svaka dodatna nadogradnja inicijalnog softvera povećava cenu ERP sistema.
- **Korisnička obuka i podrška** – obično, ali ne uvek, naknade za implementaciju uključuju godinu dana korisničke podrške. Podrška u stvarnom vremenu može biti dodatni trošak.
- **Nadogradnje hardvera** – kompanije će možda morati kupiti dodatni hardver (npr. servere, memoriju, mrežnu infrastrukturu) kako bi podržale svoj novi ERP.

Prosečni proračun po korisniku za ERP projekt, prema izveštaju Software Path (2022), iznosi 9.000 USD. Međutim, ovaj trošak varira u zavisnosti od veličine preduzeća i broja korisnika. Prema Haleu (2019), troškovi održavanja mogu iznositi od 10% do 20% početne naknade za licencu.

6.1.2. Trendovi ERP sistema

Poslednjih decenija organizacije su potrošile milione dolara na implementaciju ERP sistema (Ruivo et al., 2020). Prihodi od ERP softvera iz godine u godinu rastu 8% do tržišne vrednosti od 44 milijarde USD 2023. godine (Haranas, 2023), a predviđa se da će dostići 62 milijarde USD do 2028. godine (Statista, 2023).

U današnje vreme postoji veliki broj dobavljača ERP softvera. Prema Davidsonu (2023) najbolji dobavljači ERP softvera su Microsoft, SAP, Oracle, Sage, Epicor i Infor.

Kada je reč o kupovini ERP softvera, proizvodnja je industrija s najvećom zastupljenošću (27%). S 20% na drugom mestu je građevinarstvo. Zajedno, distribucija i transport, koji su uključeni u širu definiciju industrije lanca snabdevanja, čine 16% (Wood, 2023).

Prema Statisti (2023), **zahtev za prilagođavanjem** je jedna od primarnih preferencija korisnika na tržištu ERP softvera. Neophodan je softver koji se može prilagoditi kako bi zadovoljio jedinstvene zahteve i specifikacije preduzeća. Kao rezultat toga, povećana je potreba za fleksibilnim i skalabilnim ERP rešenjima baziranim na oblaku. Kupci takođe žele softver koji je jednostavan za korišćenje i može se integrisati s drugim sistemima.

Budućnost i trendovi ERP sistema oblikovani su razvojem poslovnih potreba tehnološkim napretkom. Od 2023. nekoliko je ključnih trendova istaknuto u području ERP-a (Luther, 2023.):

- **ERP u oblaku** - ERP rešenja bazirana na oblaku postaju sve popularnija zbog svoje jednostavnije implementacije, nižih troškova, elastičnosti i sposobnosti prilagođavanja poslovnom rastu. Pandemija je ubrzala prelaz s *on-premise* softvera na ERP u oblaku



jer ti sistemi zaposlenima omogućuju lak rad na daljinu. Prema Woodu (2023), 2022. godine 42% kompanija koristilo je ERP baziran na oblaku (u poređenju s 2013., kada je taj procenat iznosio samo 4%). Obično se ERP u oblaku nudi kao softver kao usluga (SaaS), što znači da korisnici moraju plaćati mesečnu, tromesečnu ili godišnju naknadu za stalni pristup.

- **Dvoslojni ERP** - dvoslojni ERP pristup sve više dobija na važnosti. Ova strategija koristi primarni ERP sistem na korporativnom nivou, dok podružnice rade na drugačijem, često baziranom na oblaku, ERP rešenju. Veće kompanije koriste svoj glavni ERP sistem za finansije i druge ključne procese, dok manje poslovne jedinice traže rešenja prilagođena njihovim specifičnim zahtevima.
- **Digitalna transformacija** - ERP sistemi igraju ključnu ulogu u digitalnoj transformaciji poslovanja. Integracijom digitalne tehnologije u sve poslovne funkcije, ERP sistemi povećavaju prihode, konkurentnost i poboljšavaju korisničku uslugu i komunikaciju.
- **Integracija s drugim tehnologijama** - moderni ERP sistemi sve su više integrisani s drugim tehnologijama, kao što su IoT i društveni mediji, kako bi poboljšali osnovne procese i pružili veću vidljivost i bolje korisničko iskustvo.
- **Personalizacija** - ERP sistemi se razvijaju kako bi klijentima ponudili više personalizovana iskustva, podržana pomoćnim korisničkim interfejsom baziranom na veštačkoj inteligenciji poput *chatbota*. Ovaj trend olakšavaju ERP platforme u oblaku dizajnirane za lakšu konfiguraciju i rešenja specifična za industriju.
- **Dobijanje informacija i poboljšanja procesa pomoću veštačke inteligencije** - AI i mašinsko učenje ugrađeni su u ERP sisteme, pružajući vredne poslovne uvide analizom operativnih i korisničkih podataka. Ova integracija pomaže u optimizaciji niza poslovnih procesa i poboljšanju personalizacije.
- **Prediktivna analitika** - upotreba prediktivne analitike u ERP sistemima je u porastu, fokusirajući se na analizu podataka za predviđanje budućih trendova i ishoda, što pomaže u boljem donošenju odluka i strateškom planiranju.
- **Mobilni ERP** - Mobilni ERP postaje sve češći, nudi pristup kritičnim poslovnim podacima u pokretu i olakšava rad na daljinu. Mobilne ERP aplikacije sa interfejsom jednostavnim za korišćenje pomaže zaposlenima da efikasno izvrše zadatke, bez obzira na njihovu lokaciju.



Ovi trendovi ukazuju na značajno pomeranje ERP sistema prema prilagodljivijim, personalizovanim i integrisanim rešenjima koja su usklađena s modernim poslovnim praksama i tehnološkim napretkom.

ERP sistemi upravljaju osnovnim funkcijama lanca snabdevanja kao što su kontrola zaliha i ispunjavanje narudžbina, ali obično su to osnovne funkcije. Uglavnom služe kao podrška finansijskim procesima. Modul za upravljanje zalihama ERP-a nije se pokazao kao dobar u upravljanju radnom snagom u skladištu, ali zato je prilično dobar u praćenju vrednovanja zaliha za bilans stanja preduzeća. Kao rezultat toga, na tržištu su se pojavile logističke aplikacije koje su primeri dobre prakse i koje bi mogle nadopuniti ERP i zatvoriti praznine. Kao dve glavne kategorije logističkih aplikacija pojavili su se sistemi upravljanja skladištem (WMS) i sistemi upravljanja transportom (TMS) (Berry, 2021).

6.2. Sistemi za upravljanje skladištem

Od trenutka kada materijali ili roba uđu u distributivni ili centar za isporuku pa sve do njihovog odlaska, **sistem upravljanja skladištem** (eng. Warehouse management system - WMS) omogućuje kompanijama praćenje i upravljanje skladišnim procesima. Primarni cilj WMS-a je omogućiti učinkovito i ekonomično kretanje materijala i robe kroz skladišta. Izbor, zaprimanje, skladištenje i praćenje zaliha samo su neki od mnogih zadataka koje WMS obavlja kako bi olakšao ta kretanja. WMS softverski sistemi pružaju pregled ukupnog inventara kompanije u stvarnom vremenu, kako u tranzitu tako i u skladištima te su ključni deo upravljanja lancem snabdevanja (O'Donnell, 2020).

Prema SAP-u (n.d.a), sistem upravljanja skladištem optimizira različite aktivnosti skladišta. Pojednostavljuje proces zaprimanja i odlaganja koristeći RFID tehnologiju i integriše se s drugim softverom za učinkovito rukovanje artiklima. U upravljanju zalihama, WMS pruža vidljivost u stvarnom vremenu i podržava naprednu analitiku za bolju kontrolu zaliha. Za aktivnosti izbora, pakovanja i realizacije porudžbina, omogućuje efikasno skladištenje, pronalaženje i pakovanje, koristeći tehnologije kao što su RF skeniranje i robotiku za optimizaciju obrade narudžbina. Procesi otpreme poboljšani su integracijom s logističkim softverom, čime se osiguravaju pravovremene i tačne isporuke. WMS takođe pomaže u upravljanju radom, nudeći uvid u troškove rada i produktivnost te podržava efikasno upravljanje zadacima. Dodatno, olakšava upravljanje dvorištem i dokovima, poboljšava učinkovitost utovara i podržava *cross-docking* za kvarljivu robu. Konačno, WMS pruža vredne skladišne metrike i analitiku, omogućavajući bolje donošenje odluka i optimizaciju procesa.



SAP (n.d.a) navodi 5 prednosti WMS-a:

1. **Poboljšana operativna učinkovitost** - WMS sistemi poboljšavaju učinkovitost automatizacijom i pojednostavljenjem skladišnih procesa od ulaza robe pa sve do izlaza.
2. **Smanjeni otpad i troškovi** - WMS pomaže u smanjenju otpada, posebno za zalihe koje su ograničene rokom trajanja ili koje su kvarljive, i optimizira iskorišćenost skladišnog prostora.
3. **Vidljivost zaliha u stvarnom vremenu** - nudi uvid u kretanje zaliha u stvarnom vremenu, pomaže u tačnim predviđanjima potražnje i poboljšanoj sledjivosti.
4. **Poboljšano upravljanje radom** - WMS pomaže u predviđanju potreba za radnom snagom i optimiziranju dodele zadataka na osnovu različitih faktora, čime se poboljšava moral zaposlenih.
5. **Bolji odnosi s kupcima i dobavljačima** - WMS vodi do boljeg ispunjavanja narudžbina i bržih isporuka, povećavajući zadovoljstvo kupaca i poboljšavajući odnose s dobavljačima.

Razvoj sistema upravljanja skladištem i dalje je pod uticajem tehnološkog napretka. Na primer (Scullin, 2023):

- **Automatizovani alati za komisioniranje** - tehnologije kao što su glasovno automatizovano komisioniranje, robotsko komisioniranje i sistemi *pick-to-light*, zajedno sa sofisticiranim barkodiranjem,
- **Automatski vođena vozila (AGV)** - poboljšavaju procese skladištenja i preuzimanja, ključni su za zadatke kao što su skladištenje paleta, upravljanje kontejnerima i automatizaciju procesa prijema,
- **Internet stvari (IoT)** - integracijom IoT-a, razni automatizovani i ručni elementi kontrolišu se unutar objedinjene mreže, poboljšavajući kontrolu zaliha, planiranje rada i korisničko iskustvo putem bržih stopa ispunjenja,
- **Proširena (AR) i virtuelna stvarnost (VR)** - AR tehnologija, preko uređaja poput pametnih naočara, pruža pregled uputa ili informacija u realnom vremenu u skladišnom okruženju, pomažući u zadacima kao što su navigacija rutom i lociranje proizvoda bez upotrebe ruku. VR se koristi za obuku i sigurnosne svrhe, kao što je obuka operatera viličara i poboljšanje ruta isporuke.



Berry (2021) navodi da je tržište WMS-a vrlo zrelo i da postoje mnoge poznate softverske kompanije koje nude širok raspon karakteristika za pomoć čak i kod najsloženijih skladišnih zadataka. Mnogo vrhunskih WMS dobavljača sada nudi modele isporuke u oblaku. 40-50% novih korisnika WMS-a sada se odlučuje za isporuku u oblaku umesto lokalnih implementacija. Neki od popularnih WMS dobavljača su (Gartner, n.d.): SAP Extended Warehouse Management (EWM), Oracle Warehouse Management (WMS Cloud), Microsoft Dynamics 365 Supply Chain, Manhattan WMS i Infor WMS.

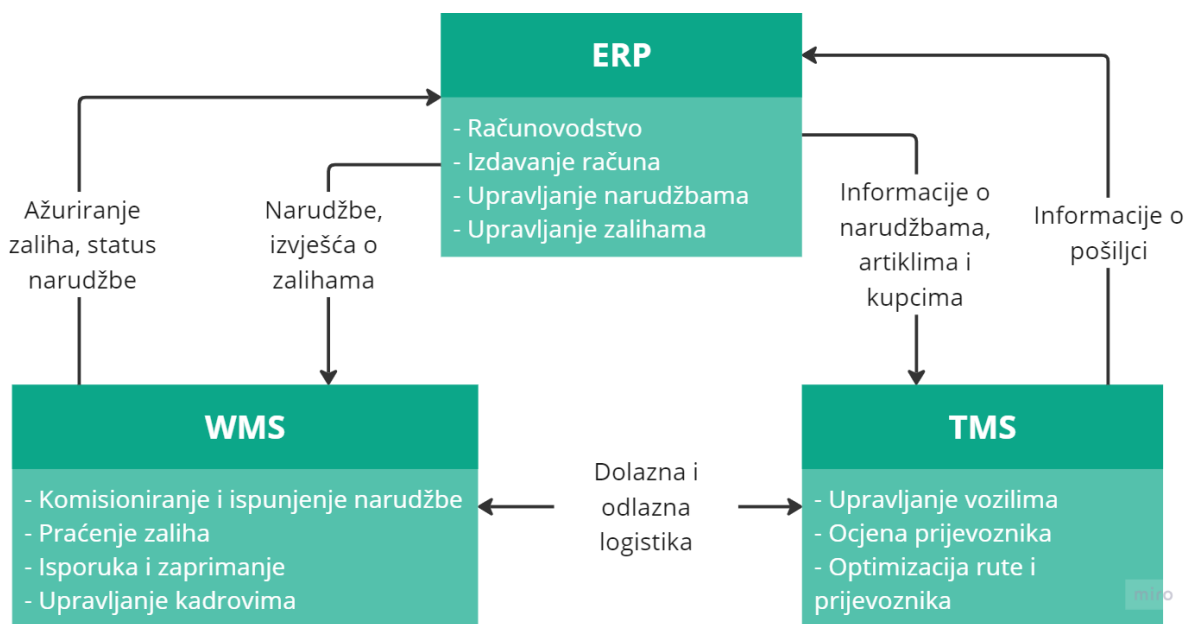
6.3. Sistemi za upravljanje transportom

Sistem za upravljanje transportom (TMS) ključan je softver u logistici koji optimizira kretanje robe različitim načinima prevoza. Kao deo šireg sistema upravljanja lancem snabdevanja, TMS optimizira rute utovara i dostave, prati teret i automatizuje zadatke poput usklađivanja s trgovinom i naplate tereta. Ovaj sistem ne samo da osigurava pravovremenu isporuku, već i smanjuje troškove, čime profitiraju i kompanije i kupci. Nudi sveobuhvatan uvid u operacije prevoza, pomaže u usklađivanju i pojednostavljuje proces dostave kopnom, vazduhom ili morem (SAP, n.d.b; Oracle, n.d.b).

Prema Berryju (2021), postoji nekoliko načina kako TMS može smanjiti troškove prevoza. Odeljenje isporuke može uštedeti puno vremena i truda automatizacijom procesa rezervisanja i praćenja pošiljaka. Mogućnosti usmeravanja osiguravaju da se odabere metoda prevoza koja košta najmanje za svaku pošiljku. Mnogi TMS sistemi mogu optimizirati pošiljke tako da se napuni ceo kamion, što je mnogo jeftinije.

Neke od prednosti TMS-a su (SAP, n.d.b; Inbound Logistics, 2023):

- **Ušteda troškova** – TMS značajno smanjuje i administrativne troškove i troškove otpreme, optimizirajući upravljanje teretom,
- **Vidljivost u stvarnom vremenu** – pruža kritične uvide u transportni proces, poboljšavajući učinkovitost rute i praćenje,
- **Veće zadovoljstvo kupaca** – osigurava isporuku na vreme i poboljšava korisničko iskustvo boljim procesima praćenja i naplate,
- **Poboljšana učinkovitost** – TMS poboljšava ukupnu učinkovitost transportnih procesa,
- **Poboljšano donošenje odluka** – nudi vredne podatke za informisano donošenje odluka, poboljšavajući strateško planiranje u upravljanju prevozom.



Slika 6.2 Veza između ERP-a, WMS-a i TMS-a

Izvor: Essex (2020).

Slika 6.2 prikazuje vezu između ERP, WMS i TMS sistema. Prema Essexu (2020), ERP sistem upravlja računovodstvom, fakturisanjem, narudžbinama i zaliha. WMS pomaže pri ispunjavanju, otpremi i primanju zadataka u skladištu, kao što su komisioniranje i skladištenje robe te u modul upravljanja zaliha obezbeđuje podatke u stvarnom vremenu skeniranjem linijskog koda i RFID-a. ERP sistem daje detalje narudžbina TMS-u za pripremu i izvršenje pošiljke. TMS vraća pojedinosti o pošiljci ERP-u za računovodstvo i upravljanje narudžbinama i potencijalno ažurira module za upravljanje odnosima s kupcima (CRM) za ažuriranje statusa narudžbine za kupce.

U ovom poglavlju opisana je važna uloga ERP, WMS i TMS sistema za logistiku. Ovi sistemi, ključni u modernoj logistici, zajednički povećavaju učinkovitost, osiguravaju precizno upravljanje zaliha i optimiziraju transportne procese. Integracija ERP-a, WMS-a i TMS-a nije samo tehnološki napredak već i strateška nužnost, koja poduzeću omogućuje veću učinkovitost, tačnost i zadovoljstvo kupaca u području logistike i upravljanja lancima snabdevanja.



LITERATURA

1. Berry, J. (2021). Logistics in the Cloud-Powered Workplace. In Sullivan, M. & Kern, J. (Eds.). The Digital Transformation of Logistics. Piscataway: IEEE Press.
2. Bradford, M. (2015). Modern ERP: Select, Implement, and Use Today's Advanced Business Systems, 3rd Edition. Lulu.com
3. Davidson, R. (2023). Top 6 ERP Software Vendors. SoftwareConnect [dostupno na: <https://softwareconnect.com/erp/top-vendors/>, pristupljeno January 15, 2024]
4. Essex, D. (2020). Transportation management system (TMS). TechTarget [dostupno na: <https://www.techtarget.com/searcherp/definition/transportation-management-system-TMS>, pristupljeno January 15, 2024]
5. Gartner (n.d.). Warehouse Management Systems Reviews and Ratings [dostupno na: <https://www.gartner.com/reviews/market/warehouse-management-systems>, pristupljeno January 17, 2024]
6. Hale, Z. (2019). What Factors Determine the Cost of ERP Software?. Software Advice [dostupno na: <https://www.softwareadvice.com/resources/erp-software-pricing/>, pristupljeno January 15, 2024]
7. Haranas, M. (2023). Oracle, Microsoft, SAP, Workday Lead Cloud ERP Market: Gartner. CRN [dostupno na: <https://www.crn.com/news/cloud/oracle-microsoft-sap-workday-lead-cloud-erp-market-gartner>, pristupljeno January 17, 2024]
8. Inbound Logistics (2023). Transportation Management System: Meaning, Importance, and Benefits [dostupno na: <https://www.inboundlogistics.com/articles/transportation-management-system/>, pristupljeno January 17, 2024]
9. Leon, A. (2014). ERP demystified, 3rd edition. McGraw Hill Education.
10. Luther, D. (2023). 8 ERP Trends for 2023 & The Future of ERP. Oracle Netsuite [dostupno na: <https://www.netsuite.com/portal/resource/articles/erp/erp-trends.shtml>, pristupljeno January 15, 2024]
11. Mahmood, F., Khan, A. Z. & Bokhari, R. H. (2019). ERP issues and challenges: a research synthesis. Kybernetes, 49(3), pp. 629–659.
12. O'Donnell, J. (2020). Warehouse management system (WMS). TechTarget [dostupno na: <https://www.techtarget.com/searcherp/definition/warehouse-management-system-WMS>, pristupljeno January 15, 2024]



13. Oracle (n.d.a). What are the benefits of an ERP system? [dostupno na: <https://www.oracle.com/hk/erp/what-is-erp/erp-benefits/>, pristupljeno January 20, 2024]
14. Oracle (n.d.b). What Is a Transportation Management System? [dostupno na: <https://www.oracle.com/scm/logistics/transportation-management/what-is-transportation-management-system/>, pristupljeno January 15, 2024]
15. Paredes Hernandez, J. (2023). The advantages and disadvantages of ERP systems. IBM [dostupno na: <https://ibm.com/blog/enterprise-resource-planning-advantages-disadvantages/>, pristupljeno January 16, 2024]
16. Ruivo, P., Johansson, B., Sarker, S. & Oliveira, T. (2020). The relationship between ERP capabilities, use, and value. Computers in Industry, 117, 103209.
17. SAP (n.d.a). What is a warehouse management system (WMS)? [dostupno na: <https://www.sap.com/products/scm/extended-warehouse-management/what-is-a-wms.html>, pristupljeno January 15, 2024]
18. SAP (n.d.b). What is a transportation management system (TMS)? [dostupno na: <https://www.sap.com/products/scm/transportation-logistics/what-is-a-tms.html>, pristupljeno January 15, 2024]
19. Saunders, P. (2022). Are ERP Projects Really The Stuff Of Nightmares?. Forbes [dostupno na: <https://www.forbes.com/sites/sap/2022/06/28/are-erp-projects-really-the-stuff-of-nightmares/>, pristupljeno January 20, 2024]
20. Scullin, Ch. (2023). 7 Smart Warehouse Technologies to Implement Today. Camcode [dostupno na: <https://www.camcode.com/blog/smart-warehouse-technologies/>, pristupljeno January 10, 2024]
21. Software Path (2022). What 1,384 ERP projects tell us about selecting ERP (2022 ERP report) [dostupno na: <https://softwarepath.com/guides/erp-report>, pristupljeno January 15, 2024]
22. Statista (2023). Enterprise Resource Planning Software – Worldwide [dostupno na: <https://www.statista.com/outlook/tmo/software/enterprise-software/enterprise-resource-planning-software/worldwide>, pristupljeno January 15, 2024]
23. Tilley, S. (2020). Systems Analysis and Design, 12th Edition. Boston: Cengage Learning.
24. Wood, L. (2023). How Much Does ERP Cost?. SoftwareConnect [dostupno na: <https://softwareconnect.com/erp/pricing/>, pristupljeno January 22, 2024]



7. E-LOGISTIKA

Autor: Michał Adamczak

Ovo poglavlje posvećeno je najvažnijim pitanjima vezanim uz e-logistiku. Ono ne samo da definiše ovaj koncept, već ga takođe predstavlja u širem kontekstu mogućnosti koje nudi analiza podataka za optimizaciju logističkih procesa. Poglavlje uključuje teme kao što su:



- kontekst u kojem e-logistika deluje, uključujući koncept e-poslovanja,
- osnovne definicije e-logistike,
- razvoj e-logistike,
- savremene e-logističke tehnologije i alati,
- praktična rešenja e-logistike.

7.1. Uvod

Razvoj digitalnih tehnologija ima dugu istoriju. Stoga se ne može reći da su digitalna rešenja ili dijeljenje informacija u lancima snabdevanja moderno rešenje. Naprotiv, iz perspektive vremena i sa stajališta profesionalno aktivnih ljudi, digitalni aspekt je već zrelo rešenje koje je postalo stalni deo toka logističkih procesa. Drugim rečima, ne može se više zamisliti, a kamoli delovati u logistici bez paralelnog protoka digitalno snimljenih informacija.

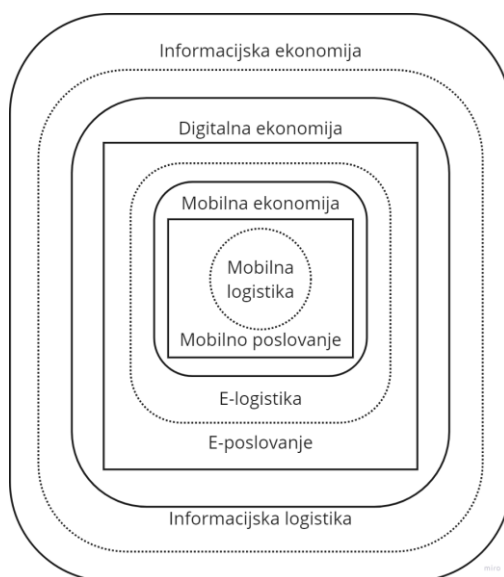
Savremena ekonomija naziva se postindustrijska ili digitalna ekonomija. Ali, to ne znači da je protok materijala potpuno zaustavljen ili napušten. Tok materijala je ključan za ekonomski promet i potrošnju. Tako će biti i dalje sve dok se potrebe ljudi zadovoljavaju materijalnim dobrima. Naravno, neke potrebe ljudi mogu se zadovoljiti digitalnim sadržajem, ali u dogledno vreme digitalnom robom neće biti moguće zadovoljiti sve potrebe ljudi. Čini se da će suživot materijalnih i digitalnih tokova sledećih decenija činiti nerazdvojni tandem. Pojmom digitalna ekonomija želi se naglasiti uloga i opseg materijalnih i informacionih tokova. Kao što će biti prikazano u ovom poglavlju, digitalni protok postaje sve važniji za izgradnju uslova koji poboljšavaju učinkovitost protoka materijala i time poboljšavaju konkurentsku poziciju pojedinih preduzeća i celih lanaca snabdevanja.



E-logistika je stoga rešenje koje se uklapa u glavne tokove moderne privrede. To je ujedno i odgovor na zahteve savremene privrede i rešenje koje pruža nove mogućnosti poslovanja.

7.2. E-poslovanje

E-logistika je rešenje koje deluje unutar šireg koncepta e-poslovanja. E-poslovanje se može slobodno definisati kao poslovni proces koji koristi internet ili drugi elektronski medij kao kanal za obavljanje poslovnih transakcija (Jayashankar et al., 2003). Unutar e-poslovanja mogu se tako razlikovati detaljne aktivnosti kao što su: e-trgovina, e-oglašavanje, e-marketing, elektronsko bankarstvo, elektronske aukcije itd. U ovakvim poslovnim aktivnostima pridev "elektronski" označava da se te aktivnosti obavljaju isključivo u elektronskom (digitalnom) obliku putem interneta, mobilne veze i sl. (Skitsko, 2016). Položaj e-logistike unutar e-poslovanja i drugih koncepata koji koriste prenos podataka putem Interneta prikazan je na slici 7.1.



Slika 7.1 E-logistika u konceptu e-poslovanja

Izvor: Skitsko (2016)

Unutar e-poslovanja postoji nekoliko osnovnih modela komunikacije između učesnika na tržištu (Shemet, 2012):

- B2B (*business-to-business*). U ovom modelu postoji interakcija između kompanija (preduzeća, pravnih osoba) koje žele ostvariti različite pogodnosti.
- B2C (*business-to-customer*). U ovom modelu kompanija komunicira sa svojim krajnjim potrošačem.



- C2C (*customer-to-customer*). U ovom modelu ljudi (fizičke osobe) međusobno komuniciraju uz pomoć različitih komunikacionih sredstava i tehnologija.
- C2B (*customer-to-business*). U ovom modelu mišljenja ili ideje krajnjih potrošača izražene različitim sredstvima, posebno na raznim internetskim forumima, društvenim mrežama, e-poštom itd. značajno utiču na izradu proizvoda (njihove karakteristike, cenu itd.) od strane proizvođača.
- B2G (*business-to-government*). U ovom modelu kompanija je u interakciji s organima državne uprave.
- C2G (*customer-to-government*). U ovom modelu postoji interakcija između osobe i organa državne uprave.
- G2B (*government-to-business*), G2C (*government-to-customer*). U ovim modelima organi državne uprave društvima (preduzećima) i fizičkim osobama pružaju informacione usluge putem Interneta.

Uticaj razvoja tehnologija obrade podataka i interneta na lance snabdevanja može se razlikovati u tri područja (Jayashankar et al., 2003.):

- razvoj sistema koji podržavaju upravljanje preduzećem (ERP) i planiranje protoka materijala (APS);
- razvoj sistema koji podržavaju proces poslovnog odlučivanja koji radi u stvarnom vremenu;
- deljenje informacija između preduzeća.

Sva navedena područja javljaju se i u kontekstu implementacije logističkih procesa koji su postali temelj za stvaranje koncepta e-logistike.

7.3. Definicija e-logistike

Teško je dati jednu definiciju e-logistike. To je zato što je reč o pojmu koji je usko povezan s tehničkim mogućnostima prikupljanja, obrade i prenosa podataka i informacija. Stoga su se definicije ovog pojma menjale tokom vremena i verovatno će se nastaviti menjati.



„E-logistika je dinamičan skup komunikacionih, računarskih i kolaborativnih tehnologija koje transformišu ključne logističke procese tako da budu usmereni na kupca, deljenjem podataka, znanja i informacija s partnerima u lancu snabdevanja.” (Wang et al., 2004)



Još jednu zanimljivu definiciju, iako uskog opsega, donosi tim autora Quirk, Forder i Bentley. „E-logistika koristi internetske tehnologije za podršku nabavci materijala, skladištenju, transportu i omogućava distribuciju kroz optimizaciju rutiranja s praćenjem zaliha“ (Quirk et al., 2003)

Obe prethodne definicije fokusiraju se na aspekt podataka koji prate protok materijala u lancima snabdevanja. Zadatak e-logistike je, dakle, pratiti tok materijala kako bi se bolje kontrolisao i davao informacije o tom toku u stvarnom vremenu svim svojim zainteresovanima, što će zauzvrat omogućiti sinhronizaciju tog toka u lancu snabdevanja (Mangiaracina i sur., 2015).



Prema drugoj definiciji, e-logistika su logistički procesi koji sprovode tok proizvoda kupljenih u elektronskim prodajnim kanalima (Erceg & Damoska Sekuloska, 2019). Ilustracija ovakvog načina razumevanja e-logistike prikazana je na slici 7.2.



Slika 7.2 E-logistika

Source: Moroz et al. (2014)



Oba pristupa definisanju e-logistike upoređena su sa osnovnim obeležjima tradicionalne logistike i e-logistike koja podržava protok materijala u e-trgovini. Rezultati poređenja prikazani su u tabeli 7.1.

Tabela 7.1 Osnovne razlike između tradicionalne i e-logistike

Opseg	Tradicionalna logistika	E-logistika
Vrsta pošiljke	Velike količine	Pojedinačni paketi
Kupac	Strateški	Nepoznat
Usluga kupcima	Reaktivna, stroga	Responzivna, fleksibilna
Distributivni model	„guranje“ na temelju ponude	„povlačenje“ na temelju potražnje
Zalihe/tok narudžbina	Jednosmerno	Dvosmerno
Destinacije	Koncentrisane	Visoko disperzovano
Potražnja	Stabilna	Sezonalna, fragmentirana
Narudžbine	Predvidljive	Varijabilne

Izvor: Song & Hou (2004)

Sumirajući gore navedene definicije, valja istaknuti njihove sličnosti. Logističke aktivnosti koje se sprovode za potrebe protoka materijala vrlo su slične jedna drugoj, bez obzira radi li se o tradicionalnom protoku ili o onima koji se sprovode u okviru e-trgovine. Kada se opisuje e-logistika, treba napomenuti da se u oba pristupa ovaj koncept odnosi na tok podataka koji opisuju tok materijala. Osnovne funkcije e-logistike iste su za oba područja (Skitsko, 2016):

- formiranje informacionog okruženja u kojem međusobno deluju učesnici logističkog lanca snabdevanja robom;
- definisanje karakteristika elektronskih informacionih tokova;
- formiranje zahteva i potreba prema kompanijama koje pružaju informacione i komunikacione usluge i odgovarajuće veze;
- organizacija korišćenja međunarodnih standarda identifikacije proizvoda;
- održavanje ispravnog i pouzdanog rada, razvoj informacionog sistema preduzeća;
- prikupljanje, analiza, čuvanje, transformacija i organizacija prenosa informacija u elektronskom obliku;
- izbor potrebnih podataka za donošenje upravljačkih odluka.

Implementacija ovih funkcija ne bi bila moguća bez digitalnih tehnologija koje omogućavaju prikupljanje i analizu podataka. Opis najvažnijih od njih, koje su imale najveći uticaj na razvoj e-logistike, prikazan je u sledećem potpoglavlju.



7.4. Razvoj e-logistike

Na osnovu prikazanih definicija jasno se može utvrditi da počeci e-logistike sežu u vreme kada su nastali prvi informacioni sistemi koji podržavaju upravljanje protokom materijala, planiranje materijalnih potreba (MRP) i sisteme za planiranje resursa distribucije (DRP). Ti su se sistemi počeli razvijati 1960-ih. Bila su to prva rešenja za paralelni protok materijala i digitalno snimljenih informacija. Sledećih godina beleži se dinamičan razvoj ovih sistema, što je dovelo do stvaranja sistema za planiranje resursa preduzeća (ERP). Paralelno su se razvijali sistemi posvećeni pojedinim logističkim funkcijama: sistemi za upravljanje transportom (TMS) i sistemi za upravljanje skladištem (WMS) (Wang, 2016). Više detalja o ovim IT sistemima možete pronaći u poglavlju 6 ovog priručnika.

Razvoj ERP sistema, a posebno koncentracija podataka i višedimenzionalnost tih podataka, omogućili su stvaranje sistema za podršku odlučivanju (DSS) (Turbanet al., 2002). Razvoj interneta i mogućnost razmene podataka između sistema pojedinačnih preduzeća pokrenuli su razvoj sistema ERP II koji omogućavaju integraciju podataka između partnera u lancima snabdevanja (Møller, 2005). Razmena podataka između partnera moguća je zahvaljujući rešenju za elektronsku razmenu podataka (EDI) (Huang, et al., 2008).

Još jedna prekretnica u razvoju e-logistike bilo je stvaranje elektronskih tržišta (EM). Stvaranje platformi koje povezuju preduzeća direktno s kupcima (i druge konfiguracije predstavljene u pododjeljku o e-poslovanju) omogućile su stvaranje novih poslovnih modela, a time i zahteva za logistiku (Wang, et al., 2007.).

Paralelno s razvojem EM-a razvijali su se sistemi za prikupljanje i analizu velikih skupova podataka koji su omogućili implementaciju računarskih procesa u oblaku. Razvoj tehnologije prikupljanja velikih podataka i mogućnosti njihove analize te deljenja analitičkih alata i rezultata analize na daljinu putem interneta pružio je potpuno nove mogućnosti, posebno na području DSS-a te, posledično, mogućnosti optimizacije logističkih procesa, posebno u područjima kao što su: predviđanje, upravljanje zalihama, upravljanje transportom i upravljanje ljudskim resursima (Waller & Fawcett, 2013). Kako bismo saželi razvoj digitalnih tehnologija koje se koriste u e-logistici, možemo se poslužiti zapažanjem autora Merali, Papadopoulos i Nadkarni (2012), koji su prikazali četiri koraka promena u ICT-u od 1960-ih godina, koje su imale veliki uticaj na razvoj e-logistike (Merali et al., 2012.):

- povezanost (između ljudi, aplikacija i uređaja);
- kapacitet za distribuirano čuvanje i obradu podataka;



- doseg i raspon prenosa informacija;
- brzina (brzina i volumen) prenosa informacija.

Nedvosmisleno je da su navedeni koraci u razvoju ICT tehnologija uticali na mogućnosti praktične primene digitalnih rešenja u logističkim procesima. Ove promene takođe jasno prikazuju smer u kojem se digitalne tehnologije razvijaju. Tehnologije koje se trenutno koriste u e-logistici detaljnije su opisane u sledećem potpoglavlju.

7.5. Savremene tehnologije koje podržavaju e-logistiku

Razvoj Industrije 4.0 i Logistike 4.0 pruža dodatne mogućnosti za proširenje rešenja i usluga koje se nude unutar e-logistike. Među glavnim tehnologijama koje podržavaju e-logistiku trenutno su:

- *Blockchain*;
- Internet stvari i senzori (IoT);
- Generativna veštačka inteligencija (AI);

Blockchain je distribuirani sistem baze podataka između svih učesnika u istoj mreži. Ovaj sistem beleži i čuva podatke u obliku povezanih blokova koji stvaraju zbirku zapisa. Oni su trajni i stoga se ne mogu izbrisati. Važno je znati da ne postoji mogućnost ažuriranja ili bilo kakvih izmena. Međutim, moguće je dodati ili pročitati snimak (Dutta et al., 2020.).

Blockchain tehnologija omogućava praćenje različitih transakcija duž celog lanca snabdevanja na siguran i sledivi način. Dokumentovane transakcije i podaci nepovratno se pohranjuju u *blockchain* i ne mogu se koristiti ili čitati bez konsenzusa. Svaki put kada se pošiljka prevozi ili rukuje, transakcija se može dokumentovati, stvarajući trajnu istoriju od proizvođača do trgovca ili potrošača (Aritua et al., 2021).

Internet stvari (IoT) omogućava ne-računarskim uređajima da međusobno komuniciraju. Koncept se bazira na širokom rasponu tehnologija, od komunikacionih protokola preko senzora koji prikupljaju podatke, infrastrukture koja omogućava prenos podataka do sistema koji analiziraju prikupljene podatke (Minerva, 2015). IoT rešenja često se kombinuju s RFID (radiofrekventna identifikacija) senzorima, dajući mogućnost ne samo lokalne identifikacije robe ili tereta, već i prenos tih podataka do bilo kojeg korisnika. IoT rešenja mogu se izraditi u dve varijante (Idrissi et al., 2022.):



- Usmeren prema internetu – glavni element sistema su usluge koje se nude u računarstvu u oblaku, a objekti sistema su provajderi podataka;
- Usmeren prema objektu – rešenje u kojem je centralna tačka mreže objekt koji se može kontrolisati pomoću poruka koje se prenose preko Interneta.

IoT rešenja naširoko se koriste u logistici. IoT omogućava praćenje različitih informacija za kontrolu kvaliteta robe kao što su svetlost, vlažnost, temperatura, vibracije, udarci itd. (Dash et al., 2019.). Na primer, u Maersku kontejnerski prevoznik želi plasirati uslugu koja zahteva dodatno osiguranje na celom putovanju. Uslovi transporta (vibracije, temperatura, vlažnost, magnetizam, položaj, itd.) mogu se pratiti u kontejneru s instrumentima. Te se informacije takođe mogu preneti u *Blockchain* kako bi se pokrenulo delomično plaćanje tokom otpreme. AI je simulacija procesa ljudske inteligencije pomoću mašina i računarskih sistema. Generisanje znanja pomoću veštačke inteligencije sprovodi se u tri koraka (Samoili et al., 2020.):

- učenje – sticanje informacija i njihova pravila korišćenja;
- zaključivanje – korišćenje pravila za zaključivanje;
- samoispravljanje.

AI aplikacija omogućava sistemu da daje precizne indikacije svakom operateru za svaku narudžbinu. Sistem to može učiniti kroz učenje bazirano na istoriji. To pomaže u postizanju maksimalne učinkovitosti, posebno u skladištima s intenzivnim komisioniranjem, kao što je e-trgovina (Dash et al., 2019).

Predstavljene tehnologije ne čine zatvoreni katalog rešenja koja se koriste unutar e-logistike. Posebno je važna saradnja ovih tehnologija u akviziciji, prikupljanju i obradi podataka u svrhu stvaranja informacija koje podržavaju učinkovite upravljačke odluke.

7.6. E-logistika u praksi

Bez obzira na to kako se e-logistika definiše, ova rešenja funkcionišu u skoro svakom aspektu logističkih aktivnosti, bez obzira na funkciju ili fazu protoka materijala. Prema ranije predstavljenom pregledu literature pažnju treba usmeriti na vezu između dobavljača i



primaoca. Ovde se razmena podataka i povezivanje entiteta radi poboljšanja učinkovitosti protoka materijala čine posebno važnim. To je trenutno moguće zahvaljujući opšte pristupačnom internetu i automatskom prikupljanju podataka. Praktična e-logistička rešenja nude gotovo svi logistički operateri, a posebno oni koji deluju na globalnom tržištu. Izvrstan primer rešenja korišćenih u e-logistici su ona koja nudi Dachser. Ovaj evropski logistički operater svojim korisnicima omogućava direktnu vezu sa sistemima za upravljanje transportom i skladištenjem, i zahvaljujući tome korisnici imaju nesmetani pristup podacima o sprovođenju logističkih procesa ovog operatera u stvarnom vremenu. Funkcije koje nudi Dachser (n.d.) unutar e-logistike uključuju:

- analiza proizvoda i usluga - ovaj alat omogućava brzo određivanje optimalnog ili željenog vremena isporuke za pošiljke unutar Evrope;
- online naručivanje - automatski uvoz podataka u narudžbine štedi vreme. Funkcija uvoza adresa iz ERP sistema nadopunjuje upravljanje adresama. Ova funkcionalnost vam takođe omogućava slanje dokumenata, spremanje informacija o opasnoj robi, kao i slanje budućih narudžbina i korišćenje sopstvenih linijskih kodova;
- kontrola svih troškova prevoza - omogućava brzo dobijanje informacija o ceni prevoza bez podnošenja opsežnih upita;
- praćenje zaliha - omogućava praćenje procesa koji se odvijaju u skladištima - od provere statusa prijema narudžbine do praćenja količine. Ova funkcionalnost omogućava da odmah odredite nedostatke i nivoe zaliha;
- aktuelne informacije o statusu pošiljke i njenoj lokaciji - *Track & Trace* funkcija vam omogućava da za svaku pošiljku kreirate pojedinačnu poveznicu koja će vas informisati o trenutnom statusu pošiljke. Ta se poveznica zatim može proslediti kupcima ili partnerima;
- online upravljanje fakturama - online pristup svim podacima o pošiljci. Podaci su dostupni u PDF datotekama, Excel tabelama i CSV datotekama. Ove podatke možemo poslati i digitalno putem EDI centra.;
- elektronska evidencija paleta - upravlja opremom za utovar koja zahteva praćenje, tj. euro paletam i regala.

Još jedan globalni logistički operater koji u velikoj meri koristi rešenja e-logistike je DHL. Uz gore navedene vrlo slične funkcije za drugog operatera, DHL takođe u velikoj meri koristi rešenja iz područja mašinskog učenja, proširene stvarnosti i veštačke inteligencije. Proširena



stvarnost koristi se za optimizaciju skladišne infrastrukture i logističkih procesa koji se tamo sprovode. Mašinsko učenje i veštačka inteligencija koriste se za povećanje učinkovitosti poslovanja i povećanje otpornosti organizacije fokusiranjem preduzetih aktivnosti na proaktivne umesto na reaktivne aktivnosti. Proaktivno delovanje moguće je zahvaljujući analizi velikih skupova podataka i traženju odnosa između uzroka i posledica u njima. Stoga je moguće predvideti formiranje budućih pojava na temelju prošlih događaja. Takve radnje takođe utiču na povećanje vrednosti usluga usmerenih DHL-ovim korisnicima i povećavaju njihovu konkurentsku poziciju (DHL, 2017). To pokazuje da logistički operater može ponuditi ne samo klasične logističke usluge u vidu transporta, skladištenja ili rukovanja narudžbinama, već i napredne usluge u području analize podataka i preporuke rešenja proizašlih iz tih analiza. Rešenja e-logistike stoga postaju izvor konkurentske prednosti, a usluge koje iz njih proizilaze prirodni su element saradnje između karika lanca snabdevanja.

7.7. Sažetak

Rešenja koja deluju unutar e-logistike su raznolika kao i definicije ovog pojma. Mogu se razlikovati dva glavna trenda u definisanju ovog pojma. U širem smislu, e-logistika su sve vrste digitalnih rešenja koja prate protok materijala. U užem smislu, e-logistika se definiše kao izvođenje logističkih procesa koji prate e-trgovinu. Naravno, oba pristupa se međusobno ne isključuju. Prikazana istorija razvoja, širenje opsega u kojem e-logistika funkcioniše i očekivani pravci razvoja jasno pokazuju da će, bez obzira na način definisanja ovog koncepta, biti predmet interesa kako praktičara tako i istraživača.

Iako, kao što je navedeno u uvodu ovog poglavlja, protok materijala neće biti zamenjen protokom informacija, protok informacija uveliko određuje učinkovitost protoka materijala. Podrška informacionim procesima implementiranim unutar e-logistike metodama i alatima za analizu podataka čini se posebno važnim u tom smislu. Savremena tehnička rešenja omogućavaju prikupljanje velikih skupova podataka i traženje odnosa između tih podataka kako bi se pripremile informacije korisne za donošenje menadžerskih odluka.

Detaljna rešenja u području analize podataka, pripreme podataka za donošenje menadžerskih odluka obrađena su u ostalim poglavljima ovog priručnika. Predstavljaju ne samo koncepte poslovne analitike već i ERP sisteme koji omogućavaju prikupljanje podataka, BI alate koji omogućavaju analizu i vizualizaciju podataka, kao i savremena pitanja vezana uz korišćenje mašinskog učenja u analizi podataka i sigurnosti podataka.



Nepostojanje jasnog konteksta za definisanje pojma e-logistike uzrokovano je brzim razvojem predmeta i brisanjem granica između pojedinih rešenja koja podržavaju sprovođenje protoka informacija.

LITERATURA

1. Aritua, B., Wagener, C., Wagener, N. & Adamczak, M. (2021). Blockchain solutions for international logistics networks along the new silk road between Europe and Asia, *Logistics*, 5(3), pp. 1-14.
2. Dachser (n.d.). eLogistics: Internetowy portal do zarządzania logistyką [available at: dachser.pl/pl/elogistics-116, access April 07, 2024]
3. Dash, R., McMurtrey, M., Rebman, C. & Kar U.K. (2019). Application of Artificial Intelligence in Automation of Supply Chain Management, *Journal of Strategic Innovation and Sustainability*, West Palm Beach, 14(3), pp. 43-53.
4. DHL 2017. The 21st Century Spice Trade: A Guide to the Cross-Border E-Commerce Opportunity [available at: http://www.dhl.com/content/dam/downloads/g0/press/publication/g0_dhl_express_cross_border_ecommerce_21st_century_spice_trade.pdf, access June 23, 2018].
5. Dutta, P., Choi, T.M., Somani, S. & Butala, R. (2020). Blockchain technology in supply chain operations: applications, challenges and research opportunities. *Transp Res Part E: Logist Transp Rev*, 142(102067).
6. Erceg, A. & Damoska Sekuloska, J. (2019). E-logistics and e-SCM: how to increase competitiveness. *LogForum*, 15(1), pp. 155-169.
7. Huang, Z., Janz, B. & Frolick, M. (2008). A comprehensive examination of Internet-EDI adoption. *Information Systems Management*, 25(3), pp. 273-286.
8. Idrissi, Z. K., Lachgar, M. & Hrimech, H. (2022). Blockchain, IoT and AI revolution within transport and logistics, 2022 14th International Colloquium of Logistics and Supply Chain Management (LOGISTIQUA), EL JADIDA, Morocco, 25-27 May 2022.
9. Swaminathan, J. M. & Tayur, S. R. (2003). Models for Supply Chains in E-Business. *Management Science*, 49(10), pp. 1387-1406.



10. Mangiaracina, R., Marchet, G., Perotti, S. & Tumino, A. (2015). A review of the environmental implications of B2C e-commerce: a logistics perspective. *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, 45(6), pp. 565-591.
11. Merali, Y., Papadopoulos, T. & Nadkarni, T. (2012). Information systems strategy: past, present, future? *The Journal of Strategic Information Systems*, 21(2), pp. 125–153.
12. Minerva, R., Biru A. & Rotondi, D. (2015). Towards a definition of the Internet of Things (IoT), *IEEE*.
13. Moroz, M., Nicu, C., Pawel, I. D. D., Polkowski, Z. (2014). The transformation of logistics into e-logistics with the example of electronic freight exchange, *Zeszyty Naukowe Dolnośląskiej Wyższej Szkoły Przedsiębiorczości i Techniki. Studia z Nauk Technicznych*, 3, pp. 111-128.
14. Møller, C. (2005). ERP II: a conceptual framework for next-generation enterprise systems?, *Journal of Enterprise Information Management*, 18(4), pp. 483–497.
15. Samoil, S., Cobo, M.L., Gomez, E., De Prato, G. Martinez-Plumed, F. & Delipetrev, B. (2020). Defining Artificial Intelligence. Towards an operational definition and taxonomy of artificial intelligence, *Joint Research Centre, Luxembourg: Publications Office of the European Union*, pp. 1-97.
16. Shemet A. D. (2012). Forms of E-commerce and its place in the system of digital economy, *Science and Transport Progress. Bulletin of Dnipropetrovsk National University of Railway Transport, Dnipropetrovsk, Ukraine*, 41, pp. 311-315.
17. Skitsko V. I. (2016). E-logistics and m-logistics in information economy. *LogForum*, 12(1), pp. 7-16.
18. Song, Y. & Hou, H., (2004). On traditional M. F and Modern M. F, *Journal of Beijing Jiaotong University (Social Sciences Edition)*, 3(1), pp. 10-16.
19. Quirk, A., Forder, J. & Bentley, D. (2003). *Electronic Commerce and the Law*, 2nd edition, John Wiley & Sons Ltd., USA.
20. Turban, E., McLean, E. & Wetherbe, J. (2002). *Information Technology for Management: Transforming business in the digital economy*, John Wiley & Sons, New York.
21. Wang, J., Yang, D., Guo, D. & Huo Y., (2004). Taking Advantage of E-Logistics to Strengthen the Competitive Advantage of Enterprises in China [in:] *Proceedings of The Fourth International Conference on Electronic Business*, Beijing, pp. 185-189.
22. Wang, Y., Potter, A. & Naim, M. M. (2007). Electronic marketplaces for tailored logistics, *Industrial Management and Data Systems*, 107 (8), pp. 1170–1187.



23. Wang, Y. (2016). E-logistics: an introduction, in Wang Y.I. & Pettit S., E-Logistics: Managing Your Digital Supply Chains for Competitive Advantage, Kogan Page, pp. 3-31.
24. Waller, M. A. & Fawcett, S. E. (2013). Data science, predictive analytics, and big data: a revolution that will transform supply chain design and management, Journal of Business Logistics, 34(2), pp. 77–84.



8. GIS U LOGISTICI

Autor: Dario Šebalj

Geografski informacijski sistemi (GIS) napravili su revoluciju u logističkoj industriji pružajući moćne alate za prostornu analizu i donošenje odluka. Kako preduzeća sve više posluju u globalizovanom okruženju, mogućnost vizualizacije i analize geografskih podataka ključna je za optimizaciju lanaca snabdevanja, upravljanje transportnim mrežama i povećanje ukupne učinkovitosti. GIS tehnologija omogućava logističkim stručnjacima da mapiraju rute, prate pošiljke i analiziraju prostorne obrasce, što dovodi do donošenja informisanijih odluka i poboljšane raspodele resursa. Ovo poglavlje istražuje integraciju GIS-a u logistiku, ističući njegove primene, prednosti i budući potencijal. Razumijevanjem načina na koji se GIS može iskoristiti u logistici, kompanije mogu steći konkurentsku prednost, smanjiti troškove i povećati zadovoljstvo kupaca.

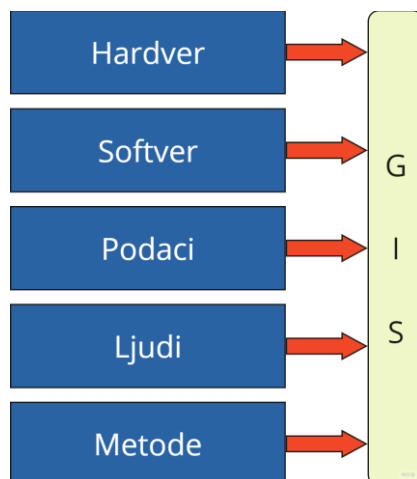
8.1. Geografski informacijski sistemi (GIS)

Geografski informacijski sistem (GIS) je računarski alat koji integriše, čuva, analizira i vizualizuje geografske podatke. Povezuje prostorne podatke s opisnim informacijama kako bi korisnicima pomogao da razumeju i protumače prostorne odnose, obrasce i trendove. GIS se koristi u raznim industrijama za mapiranje, analizu i donošenje odluka, pružajući dragocene uvide u prostorne dimenzije podataka (Jonker, 2023; GisGeography, 2024a; Esri, n.d.a; National Geographic, n.d.).

Prema Esri (n.d.b) i GisGeography (2024b), istorija geografskih informacijskih sistema (GIS) seže u rane 1960-e kada je prvi računarski GIS razvio **Roger Tomlinson**, često nazivan "ocem GIS-a". Ovaj inicijalni sistem stvoren je za popis zemljišta u Kanadi kako bi pomogao u upravljanju korišćenja zemljišta i planiranju resursa. Tokom 1970-ih i 1980-ih, napredak računarske tehnologije, daljinsko očitavanje i prostorna analiza doveli su do razvoja sofisticiranijeg GIS softvera. Godine 1969. osnovan je Esri - Institut za istraživanje sistema životne sredine, koji je postao ključni igrač u GIS industriji, uvodeći ArcGIS platformu, koja je značajno poboljšala mogućnosti i dostupnost GIS tehnologije. Do 1990-ih, GIS tehnologija se razvila i primena se proširila, od urbanog planiranja do upravljanja životnom sredinom. Integracija GIS-a s GPS-om (eng. Global Positioning Systems) i pojava interneta dodatno su



proširili njegovu upotrebu. Danas je GIS sastavni alat u raznim sektorima, uključujući transport, logistiku, poljoprivredu i javnu sigurnost, pružajući kritične uvide i pomažući u procesima donošenja odluka.



Slika 8.1 Komponente GIS-a

Izvor: Autor, prema Kishore i Rautray (n.d.).

Slika 8.1 prikazuje pet osnovnih komponenti geografskog informacionog sistema (GIS), prema Kishoreu i Rautrayu (n.d.):

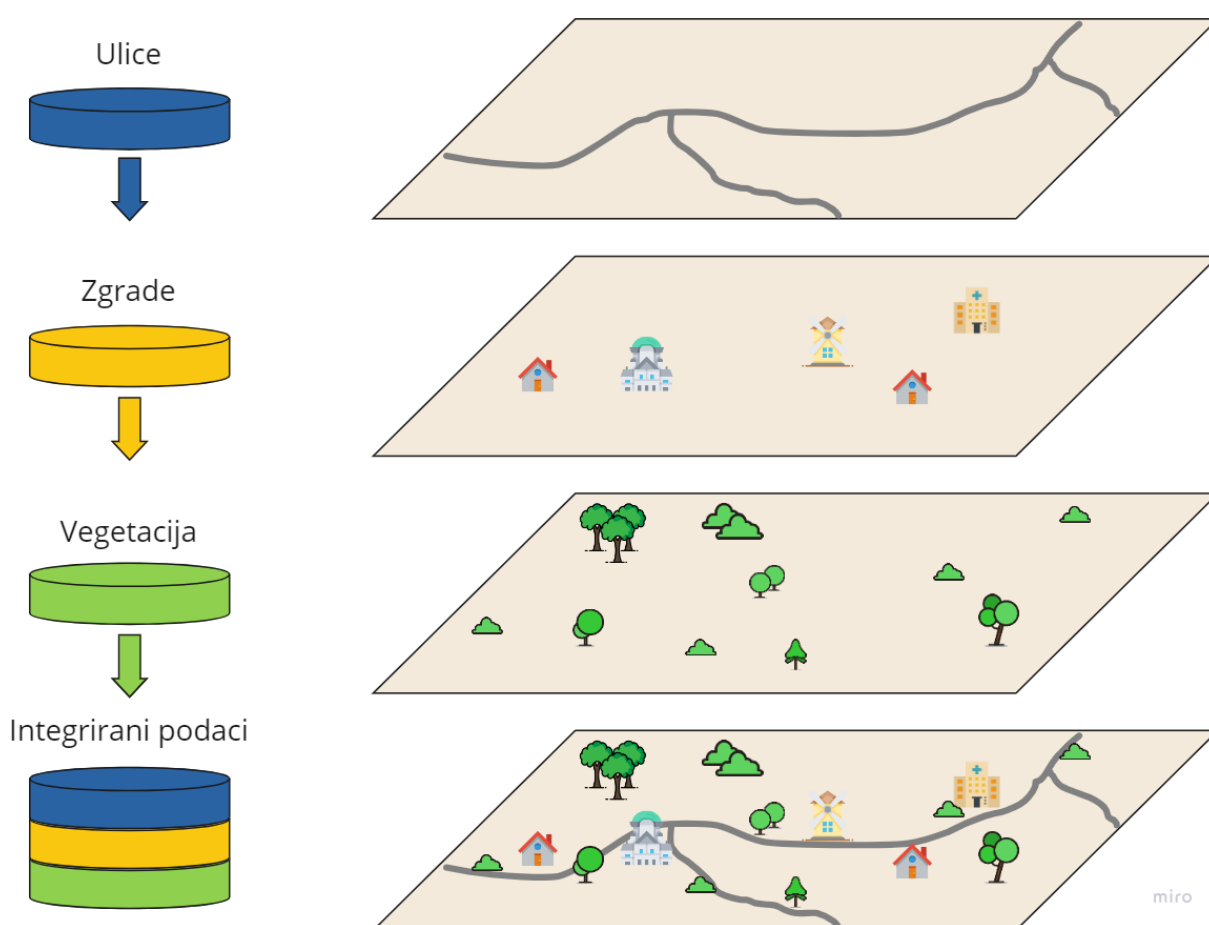
- **Hardver:** fizički uređaji koji se koriste za pokretanje GIS softvera i skladištenje podataka, kao što su računari, serveri, GPS uređaji i drugi periferni uređaji.
- **Softver:** programi koji izvode GIS funkcije, omogućavajući korisnicima analizu i vizualizaciju prostornih podataka.
- **Podaci:** prostorne i neprostorne informacije koje GIS sistemi analiziraju, uključujući karte, satelitske slike i tablične podatke.
- **Metode:** tehnike i postupci koji se koriste za analizu GIS podataka, kao što su algoritmi i statistički modeli.
- **Ljudi:** profesionalci i korisnici koji rade i upravljaju GIS tehnologijom, od analitičara podataka do donosioca odluka.

Geografski informacioni sistemi imaju širok raspon primena u raznim industrijama, što ih čini nezamenjivim alatima za analizu prostornih podataka i donošenje odluka. U poslovnoj inteligenciji, GIS se koristi za analizu tržišta, izbor lokacije i optimizaciju logistike, pomažući kompanijama da donose odluke vođene podacima na bazi geografskih trendova (Longley et al., 2015). Upravljanje životnom sredinom koristi GIS za upravljanje prirodnim resursima, praćenje okruženja i odgovor na katastrofe, omogućavajući učinkovitije napore za očuvanje i



planiranje u hitnim slučajevima (Goodchild et al., 2018). Integracijom i analizom prostornih podataka, GIS poboljšava procese donošenja odluka kroz precizne geografske preglede i vizualizacije, omogućavajući organizacijama da identifikuju obrasce i odnose koji nisu odmah vidljivi u tradicionalnim formatima podataka (Longley et al., 2015).

Jedan od ključnih koncepata GIS tehnologije je koncept slojeva. Prema Esri (n.d.c), sloj je isečak geografske stvarnosti u određenom području. Svaki sloj u GIS-u odgovara određenoj vrsti podataka, kao što su ulice, zemljišta, nadmorska visina, vodene površine ili gustina naseljenosti. Slika 8.2 prikazuje primer različitih vrsta podataka na jednoj karti (ulice, zgrade i vegetacija), od kojih svaki odgovara jednom sloju.



Slika 8.2 GIS slojevi

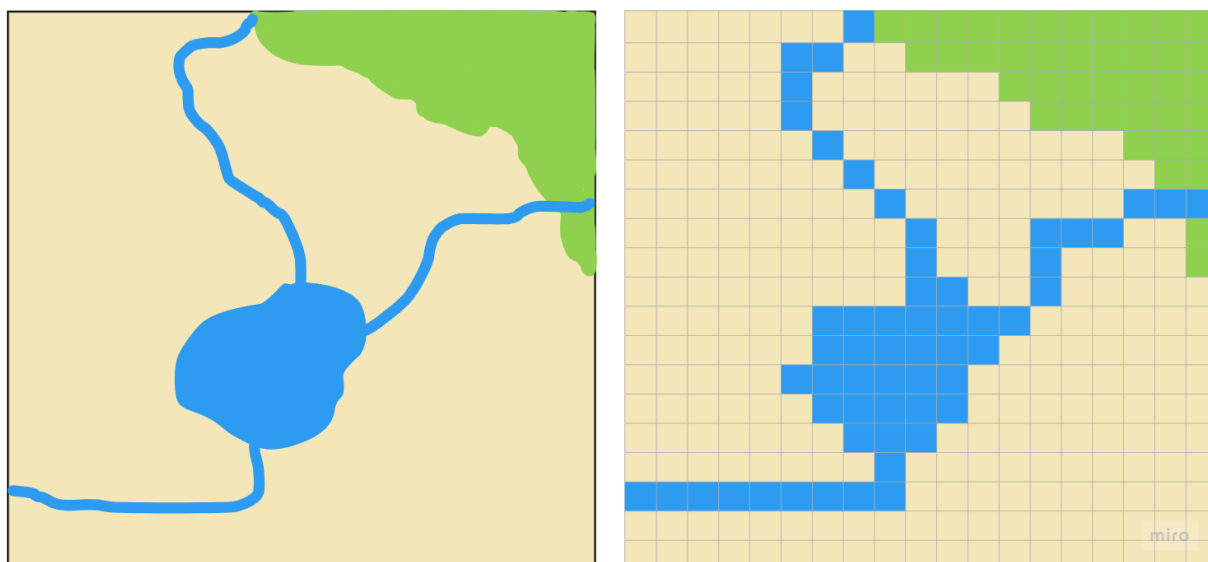
Izvor: Autor, prema National Geographic (n.d.).

Geografski informacijski sistemi oslanjaju se na različite vrste podataka za predstavljanje, analizu i vizualizaciju geografskih informacija. GIS podaci mogu se generalno kategorizovati u dve glavne vrste: rasterski i vektorski podaci.



Prema Dempseyju (2024), prevlađujući oblik GIS podataka su **vektorski podaci**. Tačke, linije i poligoni koji se koriste za predstavljanje geografskih podataka primeri su vektorskih podataka. U vektorskom prikazu sve su linije prikazane kao tačke povezane preciznim pravim linijama (Longley et al., 2015). Tačke predstavljaju diskretne tačkaste podataka ili određene lokacije, poput škola, imena gradova ili zanimljivih mesta. Linijski podaci predstavljaju linearne karakteristike poput puteva i reka, a poligoni se koriste za karakterisanje područja kao što su jezera, administrativne granice i šume (Dempsey, 2024).

Rasterski podaci predstavljaju strukturu podataka koja se temelji na mreži i sastoji se od piksela ili ćelija, od kojih svaki ima pridruženi atribut. Najčešći izvori rasterskih podataka su satelitski snimci, snimci iz vazduha, podaci daljinske detekcije te podaci s osenčanim reljefom i topografijom (Dempsey, 2024; Longley et al., 2015).



Slika 8.3 Vektorski (levo) i rasterski (desno) podaci

Izvor: Autor.

Slika 8.3 prikazuje dvije karte koristeći vektorske (levo) i rasterske (desno) podatke. Vektorski podaci uključuju poligone (jezera i šume) i linije (reke), a rasterski podaci uključuju mrežu gde svaka ćelija predstavlja jednu boju (plavu, žutu ili zelenu).

Važno je razumeti različite vrste GIS podataka kako bi se efikasno koristili u poslovnoj inteligenciji. Vektorski podaci idealni su za precizno mapiranje i analizu diskretnih geografskih karakteristika, dok su rasterski podaci izvrsni za predstavljanje kontinualnih podataka i velikih podataka vezanih za životnu sredinu.



8.2. GIS u logistici

Geografski informacijski sistemi (GIS) iz temelja su transformirali logistički sektor, pružajući alate koji omogućavaju učinkovitije, troškovno efikasnije i strateške procese donošenja odluka. Integracija GIS-a u logistiku omogućava vizualizaciju, analizu i interpretaciju prostornih podataka, što je ključno za optimizaciju ruta, upravljanje lancima snabdevanja i povećanje ukupne operativne učinkovitosti.

Kako bi odgovorila na logističke izazove, GIS tehnologija kombinuje najsavremenije tehnike upravljanja podacima i geografiju. Logistički profesionalci mogu videti uzorke, odnose i trendove koji nisu vidljivi u tradicionalnim formatima podataka koristeći ih za lakše preklapanje različitih skupova podataka na karti. Prema Esri (2017), strateško planiranje i operativna optimizacija imaju velike koristi od ove prostorne perspektive.

Jedna od primarnih primena GIS-a u logistici je optimizacija ruta. Analizom prostornih podataka, logističke kompanije mogu odrediti najučinkovitije rute za dostavu, smanjujući vreme putovanja, potrošnju goriva i ukupne operativne troškove. Na primer, GIS može uzeti u obzir obrasce prometa, uslove na putevima, ograničenja brzine kako bi se optimizirala ruta u stvarnom vremenu (Ramzan, 2023). Ova mogućnost ne samo da poboljšava učinkovitost, već i povećava zadovoljstvo kupaca osiguravanjem pravovremenih isporuka.

Sureshkumar et al. (2017) sprovedli su istraživanje koje ističe brojne prednosti GIS-a i naglašava njegov transformativni potencijal u optimizaciji ruta za upravljanje prometom. GIS omogućava primenu podataka u stvarnom vremenu za dinamičko prilagođavanje prometa i sveobuhvatnu prostornu analizu olakšavanjem integracije različitih vrsta podataka, uključujući GPS i satelitske snimke. Zbog ove integracije, postoje velike uštede vremena i troškova usled kraćih udaljenosti putovanja i manje potrošnje goriva. Procesi donošenja odluka poboljšani su mogućnostima prostorne vizualizacije GIS-a, koje otkrivaju obrasce i trendove koji su skriveni u konvencionalnim formatima podataka. Kad se sve uzme u obzir, istraživanje pokazuje da optimizacija ruta bazirana na GIS-u ne samo da smanjuje uticaj na okruženje i povećava operativnu učinkovitost, već nudi i snažan okvir za rešavanje zamršenih problema gradskog prometa.

Primena geografskih informacijskih sistema u optimizaciji ruta prikupljanja komunalnog krutog otpada (eng. *municipal solid waste* - MSW) pokazala se vrlo učinkovitom u povećanju operativne učinkovitosti i smanjenju troškova. Singh i Behera (2018) pokazali su da je integracija GIS-a i alata za mrežnu analizu u ArcGIS značajno smanjila udaljenosti prevoza za



prosečno 27,78%, ističući značajna poboljšanja u logistici upravljanja otpadom u Kanpuru u Indiji. Slično, Nguyen-Trong et al. (2016) upotrebili su kombinovani pristup GIS-a, optimizacije bazirane na jednačinama i modeliranja baziranog na agentima za dinamičku optimizaciju ruta prikupljanja otpada u gradu Hagiang u Vijetnamu, postigavši smanjenje troškova od 11,3%. Ove studije naglašavaju transformativni potencijal GIS-a u rešavanju složenosti upravljanja gradskim otpadom, posebno kroz integraciju podataka u stvarnom vremenu i naprednih tehnika modeliranja. Korišćenjem GIS-a za prostornu analizu i optimizaciju ruta, opštine mogu postići održivije i učinkovitije prakse upravljanja otpadom, čime se poboljšava celokupno pružanje usluga i smanjuje uticaj na životnu sredinu.

Hemidat et al. (2017) sprovedli su istraživanje koje ima za cilj poboljšati učinkovitost prikupljanja komunalnog krutog otpada (MSW) u nekoliko jordanskih gradova korišćenjem GIS tehnika. Istraživači su razvili optimizirane scenarije prikupljanja otpada pomoću alata ArcGIS Network Analyst, s ciljem smanjenja operativnih troškova, vremena rada vozila i uticaja na životnu sredinu. Optimizirani scenariji pokazali su značajne uštede u poređenju s trenutnim stanjem (S0). Konkretno, Scenario S1 rezultovao je uštedom troškova od 15%, 6%, odnosno 11% za Irbid, Karak i Mafrag. Scenario S2 pokazao je uštedu troškova od 13%, 3% i 6% za iste gradove. Kombinivani scenario (S3) doneo je najveće uštede, sa smanjenjem ukupnih troškova od 23%, 8% i 13%. Ovi rezultati naglašavaju značajan uticaj optimizacije rute bazirane na GIS-u na smanjenje operativnih troškova, vremena rada vozila i uticaja na životnu sredinu minimiziranjem potrošnje goriva i emisija.

Analitika bazirana na GIS-u značajno poboljšava upravljanje lancem snabdevanja krvlju pružajući vidljivost u stvarnom vremenu i olakšavajući bolje donošenje odluka. Integracija GIS-a s rudarenjem podataka i drugim analitičkim tehnikama omogućava učinkovito praćenje, upravljanje i optimizaciju izvora krvi, što dovodi do poboljšane operativne efikasnosti i smanjenog rasipanja (Delen et al., 2011).

Takođe, GIS igra vitalnu ulogu u planiranju i upravljanju urbanom infrastrukturom pružajući robusnu platformu za integraciju i analizu prostornih podataka. Korišćenje GIS-a u ovom kontekstu omogućava informisanije donošenje odluka, što dovodi do optimiziranih ulaganja u infrastrukturu i poboljšanog pružanja usluga. Studija koju su sprovedli Irizarry et al. (2013) ističe učinkovitost GIS-a u upravljanju urbanom infrastrukturom i poboljšanju operativne učinkovitosti.



Korišćenje GIS-a u optimizaciji ruta u različitim domenama, kao što je upravljanje komunalnim čvrstim otpadom, upravljanje lancem snabdevanja krvlju i planiranje urbane infrastrukture, pokazalo je značajne prednosti. GIS poboljšava operativnu učinkovitost integracijom prostornih podataka s naprednim analitičkim alatima, olakšavajući donošenje odluka u stvarnom vremenu i optimizirajući korišćenje resursa. Studije su pokazale značajna smanjenja troškova i poboljšanu uslugu isporuka putem optimizacije ruta baziranih na GIS-u, naglašavajući njegovu ključnu ulogu u upravljanju složenim logističkim procesima. Korišćenjem GIS tehnologije, organizacije mogu postići održive prakse, smanjiti uticaj na životnu sredinu i poboljšati ukupnu operativnu učinkovitost.

8.3. Budući trendovi vezani uz GIS

Geografski informacioni sistemi prolaze kroz značajne transformacije pokrenute tehnološkim napretkom i sve većim zahtevima za analizom prostornih podataka. Ovo će potpoglavlje istražiti buduće trendove u GIS-u, s fokusom na nove tehnologije, računarstvo u oblaku, integraciju velikih podataka i ulogu veštačke inteligencije (AI) i mašinskog učenja (ML).

Budućnost GIS-a oblikuje nekoliko ključnih trendova i inovacija koje menjaju način na koji prikupljamo, analiziramo i koristimo prostorne podatke. Značajan trend je integracija naprednih tehnologija kao što su računarstvo u oblaku, AI, mašinsko učenje (ML) i prikupljanje podataka bazirano na dronovima. Ove tehnologije poboljšavaju učinkovitost i mogućnosti GIS-a, omogućavajući obradu podataka u stvarnom vremenu i sofisticiranije prostorne analize. **Računarstvo u oblaku** revolucionizuje GIS pružajući skalabilne i pristupačne platforme za čuvanje i obradu velikih skupova podataka. Ova promena omogućava organizacijama da iskoriste ogromne količine geoprostornih podataka bez potrebe za značajnom lokalnom infrastrukturom. Primetan je rast GIS-a kao usluge (eng. *GIS as a service*), omogućavajući korisnicima pristup moćnim GIS alatima i mogućnostima analize podataka putem platformi u oblaku. Ovaj trend čini GIS pristupačnijim i isplativijim, posebno za manje organizacije i industrije s ograničenim resursima. **AI i ML** igraju važnu ulogu u automatizaciji i poboljšanju analize prostornih podataka. Te tehnologije mogu identifikovati obrasce, napraviti predviđanja i pružiti uvide iz složenih skupova podataka koje bi bilo teško ručno analizirati. Na primer, algoritmi veštačke inteligencije mogu obraditi satelitske slike kako bi otkrili promene u korišćenju zemljišta, dok ML modeli mogu predvideti obrasce prometa na osnovu istorijskih podataka. Integracija AI i ML s GIS-om omogućava tačnije i pravovremenije donošenje odluka u različitim sektorima, od urbanog planiranja do upravljanja katastrofama. Napredak u



tehnologiji dronova takođe je značajan trend u GIS-u. Dronovi opremljeni kamerama i senzorima visoke rezolucije sve se više koriste za prikupljanje podataka na teško dostupnim mestima. Ovi alati daju podatke visoke tačnosti u stvarnom vremenu koji se mogu integrisati u GIS za detaljno mapiranje i analizu. Ovaj trend posebno je koristan za praćenje životne sredine, inspekciju infrastrukture i upravljanje poljoprivredom. Još jedan novi trend je korišćenje **proširene stvarnosti** (AR) i **virtuelne stvarnosti** (VR) u GIS-u. Ove tehnologije nude nove načine vizualizacije i interakcije s prostornim podacima, pružajući impresivna iskustva koja mogu poboljšati razumevanje i donošenje odluka. Na primer, AR može prikazati geoprostorne podatke kao sloj na prikazu stvarnog sveta, pomažući korisnicima da vizualizuju podzemne komunalne instalacije ili da se kreću kroz složena okruženja. VR može stvoriti detaljne simulacije urbanih prostora, omogućavajući planerima da istraže različite scenarije i njihove potencijalne uticaje. **Analiza podataka u stvarnom vremenu** postaje sve važnija u GIS aplikacijama. Sposobnost obrade i analize podataka dok se prikupljaju omogućava brže reagovanje i dinamičnije donošenje odluka. Ova mogućnost je poboljšana integracijom GIS-a s Internetom stvari (IoT), gde se podaci s povezanih uređaja mogu kontinuirano pratiti i analizirati. GIS u stvarnom vremenu se koristi u aplikacijama kao što su upravljanje prometom, odgovor na hitne slučajeve i nadzor životne sredine, gde su pravovremene informacije ključne. Takođe treba spomenuti širenje GIS aplikacija u nove industrije i sektore. GIS se sada koristi u područjima kao što je zdravstvo, gde pomaže u praćenju izbijanja bolesti i optimizira pružanje zdravstvene zaštite. U maloprodaji GIS analizira demografiju kupaca i optimizira lokacije trgovina. Tehnologija je takođe ključna u inicijativama pametnih gradova, pružajući prostornu inteligenciju potrebnu za učinkovito upravljanje urbanom infrastrukturom i resursima (Kerski, 2022; MGISS, 2023).

Kao što se može videti, integracija GIS-a u logistiku je revolucionisala industriju povećanjem operativne učinkovitosti, smanjenjem troškova i poboljšanjem zadovoljstva kupaca. Kako se GIS tehnologija nastavlja razvijati, njene primene u logistici će se proširiti, nudeći još sofisticiranije alate za rešavanje složenih izazova. Iskorišćavanjem ovih poboljšanja, logističke kompanije mogu održati konkurentsku prednost i prilagoditi se dinamičnim zahtevima globalnog tržišta.



LITERATURA

1. Delen, D. & Erraguntla, M. (2011). Better management of blood supply-chain with GIS-based analytics. *Annals of Operations Research*, 185, 181-193.
2. Dempsey, C. (2024). Types of GIS Data Explored: Vector and Raster. *Geography Realm* [dostupno na: <https://www.geographyrealm.com/geodatabases-explored-vector-and-raster-data/>, pristupljeno June 9, 2024]
3. Esri (2017). *The ArcGIS Book: 10 Big Ideas about Applying The Science of Where*, 2nd Edition. Esri Press.
4. Esri (n.d.a). What is GIS? [dostupno na: <https://www.esri.com/en-us/what-is-gis/overview>, pristupljeno May 27, 2024]
5. Esri (n.d.b). History of GIS? [dostupno na: <https://www.esri.com/en-us/what-is-gis/history-of-gis>, pristupljeno May 27, 2024]
6. Esri (n.d.c). Layer. GIS dictionary [dostupno na: <https://support.esri.com/en-us/gis-dictionary/layer>, pristupljeno June 8, 2024]
7. GisGeography (2024a). The Remarkable History of GIS [dostupno na: <https://gisgeography.com/history-of-gis/>, pristupljeno May 27, 2024]
8. GisGeography (2024b). What is GIS? Geographic Information Systems [dostupno na: <https://gisgeography.com/what-is-gis/>, pristupljeno May 27, 2024]
9. Goodchild, M. F., Steyaert, L. T., Parks, B. O., Johnston, C., Maidment, D., Crane, M. & Glendinning, S. (2018). *GIS and Environmental Modeling: Progress and Research Issues*, 4th Edition. John Wiley & Sons.
10. Hemidat, S., Oelgemöller, D., Nassour, A., Nelles, M. (2017). Evaluation of Key Indicators of Waste Collection Using GIS Techniques as a Planning and Control Tool for Route Optimization. *Waste and Biomass Valorization*, 8, 1533-1554.
11. Hguyen-Trong, K., Nguyen-Thi-Ngoc, A., Nguyen-Ngoc, D. & Dinh-Thi-Hai, V. (2017). Optimization of municipal solid waste transportation by integrating GIS analysis, equation-based, and agent-based model. *Waste Management*, 59, pp. 14-22.
12. Irizarry, J., Karan, E. P. & Jalaei, F. (2013). Integrating BIM and GIS to improve the visual monitoring of construction supply chain management. *Automation in Construction*, 31, pp. 241–254.



13. Jonker, A. (2023). What is a geographic information system (GIS)? IBM [dostupno na: <https://www.ibm.com/topics/geographic-information-system>, pristupljeno May 27, 2024]
14. Kerski, J. (2022). 5 Trends in GIS and How to Successfully Navigate Them. Esri [dostupno na: <https://community.esri.com/t5/esri-young-professionals-network-blog/5-trends-in-gis-and-how-to-successfully-navigate/ba-p/1169616>, pristupljeno June 9, 2024]
15. Kishore, P. & Rautray, S. (n.d.). The five essential components of GIS. Infosys BPM [dostupno na: <https://www.infosysbpm.com/blogs/geospatial-data-services/gis-five-essential-components.html>, pristupljeno June 8, 2024]
16. Longley, P. A., Goodchild, M. F., Maguire, D. J. & Rhind, D. W. (2015). Geographic Information Science and Systems, 4th edition. John Wiley & Sons.
17. MGISS (2023). The Future of Gis: Trends and Innovations in Geospatial Technology [dostupno na: <https://mgiss.co.uk/the-future-of-gis-trends-and-innovations-in-geospatial-technology/>, pristupljeno June 9, 2024]
18. National Geographic (n.d.). GIS (Geographic Information System) [dostupno na: <https://education.nationalgeographic.org/resource/geographic-information-system-gis/>, pristupljeno May 27, 2024]
19. Ramzan, H. (2023). Optimizing Route Planning with GIS: A Comprehensive Approach for GIS Engineers. Medium [dostupno na: <https://medium.com/@hadiaramzan.2199/optimizing-route-planning-with-gis-a-comprehensive-approach-for-gis-engineers-f12d94dd7a16>, pristupljeno June 8, 2024]
20. Singh, S. & Behera, S. N. (2018). Development of GIS-Based Optimization Method for Selection of Transportation Routes in Municipal Solid Waste Management. Advances in Waste Management, pp. 319–331.
21. Sureshkumar, M., Supraja, S. & Bhavani Sowmya, R. (2017). GIS Based Route Optimization for Effective Traffic Management. International Journal of Engineering Research And Management, 4(3), pp. 62-65.



9. METODE VIZUALIZACIJE PODATAKA

Autor: Dario Šebalj

U današnjem svetu baziranom na podacima, sposobnost učinkovitog prevođenja složenih skupova podataka u jasne, intuitivne vizualizacije nužna je za organizacije koje žele učinkovito koristiti svoje podatke. Vizualizacija podataka prevazilazi čisto estetski prikaz; to je bazna komponenta poslovne inteligencije koja pomaže donosiocima odluka identifikovati trendove, štrčeće vrednosti i obrasce skrivene u neobrađenim podacima. U ovom poglavlju biće predstavljane različite vrste vizualizacija, od jednostavnih grafikona kao što su stubičasti i linijski dijagrami do komplikovanijih grafičkih prikaza kao što su toplotne karte i bullet grafikoni. Svaka vrsta vizualizacije služi različitim svrhama i prikladna je za različite skupove podataka, stoga je za analitičare podataka ključno odabrati odgovarajuću vizualizaciju kako bi se učinkovito prenela željena poruka.

Vizualizacija podataka je proces pretvaranja informacija u vizualni kontekst, kao što je karta ili grafikon, a koristi se kako bi ljudski um lakše razumeo podatke i izvlačio zaključke. Glavni cilj vizualizacije podataka je olakšati identifikaciju obrazaca, trendova i outliera u velikim skupovima podataka. Uobičajene vrste vizualizacije podataka uključuju grafikone, tabele, karte i nadzorne ploče (Brush, 2022; GeeksForGeeks, 2024).

Zbog sve veće popularnosti velikih podataka i projekata analitike podataka, vizualizacija je sada važnija nego ikada. Kompanije sve više koriste mašinsko učenje za prikupljanje ogromnih količina podataka, koji se mogu teško i sporo obraditi, razumeti i objasniti. To se može ubrzati uz pomoć vizualizacije, koja takođe olakšava razumevanje informacije za zainteresovane i vlasnike kompanija (Brush, 2022.).

Pre izbora metode vizualizacije važno je razumeti kontekst vizualizacije.

9.1. Razumevanje situacionog konteksta

Nussbaumer Knaflic (2015) navodi da je razumevanje i kontekstualizacija prvi i najvažniji korak pre bavljenja tehnikama vizualizacije podataka i metodama pripovedanja. Razumevanje publike je ključni aspekt konteksta. Nussbaumer Knaflic ističe važnost poznavanja publike,



nivoa njihove stručnosti i shvatanje šta joj je važno. Ovo razumevanje osigurava da su vizualizacija podataka i pripovedanje prilagođeni potrebama i preferencijama publike, čineći informacije relevantnijima i zanimljivijima.

Prema IBM-u (n.d.), generalno, pozadinske informacije pomažu publici da razume važnost određenog podatka na vizualizaciji. Na primer, ako je stopa otvaranja e-pošte u kompaniji ispod proseka, trebali bismo pokazati kakva je stopa otvaranja u poređenju s industrijom u celini kako bismo ilustrovali da postoji problem s ovim marketinškim kanalom. Publika mora razumeti kakav je trenutni učinak u poređenju s određenim ciljem, merilom ili drugim ključnim pokazateljima performansi (KPI) kako bi bila motivisana za preduzimanje određenih aktivnosti.

Postoje tri važna pitanja na koja je potrebno odgovoriti (Nussbaumer Knaflic, 2015; IBM, n.d.):

- **Ko:** prepoznavanje publike i razumevanje njihove perspektive kako bi se znalo kako bi priču trebalo prilagoditi. Time se osigurava da je vizualizacija usmerena direktno na ciljanu publiku, što je čini efikasnijom i privlačnijom. Na primer, dok kvartalni godišnji izveštaji mogu sadržavati samo sažete informacije (na visokom nivou detalja), finansijskom analitičaru mogu trebati detaljne analize trendova tokom nekoliko godina. Odluka o složenosti, nivou detalja i uvidima koje treba naglasiti zavisi od toga ko će gledati vizualizaciju.
- **Šta:** ključna poruka ili rezime koji treba saopštiti publici. Radi se o jasnoj radnji ili odluci na koju vizualizacija podataka namerava uticati. Kontekst definiše svrhu vizualizacije. Da li je reč o uveravanju, informisanju, istraživanju ili potvrđivanju? Svaka svrha može dovesti do različitih odluka o vrsti vizualizacije i podacima koje treba naglasiti. Na primer, uverljiva vizualizacija koja je napravljena sa svrhom dobijanja podrške za pokretanje nekih novih inicijativa će se usmeriti na drugačije podatke od vizualizacije kojoj je svrha prikaz jednostavnih informacija o nekim prošlim performansama.
- **Kako:** izbor najprikladnijeg i najdelotvornijeg načina saopštavanja priče ili uvida, uzimajući u obzir medij, format i tehnike vizualizacije koje će najbolje odjeknuti kod ciljane publike. Određene vrste skupova podataka takođe zahtevaju posebnu vizualizaciju. Na primer, dijagrami disperzije dobri su za prikaz odnosa između dve varijable, a linijski grafikoni dobar su način za prikaz podataka vremenske serije. Vizualni elementi trebaju pomoći publici da razume glavnu poruku. Neispravan raspored grafikona i podataka može imati suprotan učinak i zbuniti, a ne prosvetliti publiku.



Kada je riječ o vizualizaciji i analizi podataka, potrebno je napraviti razliku između eksploratorne i eksplanatorne vizualizacije. Eksploratorna vizualizacija motiviše korisnika da samostalno dublje prođe u podatke ili temu kako bi došao do sopstvenih otkrića. Eksplanatorna vizualizacija stavlja rezultate u prvi plan, prenoseći autorovu hipotezu ili argument čitaocu (Schwabish, 2021).

Nakon što smo istražili važnost razumevanja situacionog konteksta u kojem se koriste vizualizacije podataka, jasno je da ovo osnovno znanje određuje način na koji se informacije najbolje komuniciraju i percipiraju od strane publike.

Sledeći kritični korak je učinkovito uključiti publiku. Iduće potpoglavlje opisuje strategije za angažovanje i održavanje interesa posmatrača. To uključuje izbor elemenata koji povećavaju vizualnu privlačnost i čitljivost vizualizacije podataka i osiguravaju da ključni zaključci ne prođu nezapaženo. Korišćenjem tehnika privlačenja pažnje i isticanja važnih podataka, vizualizacije mogu biti više od same informacije - mogu biti zadržavajuće i uverljive.

9.2. Metode privlačenja pažnje

Prilikom oblikovanja vizualizacija podataka vrlo je važno zaokupiti i usmeriti pažnju publike. Međuodnos između mehanike vida i načela vizualne percepcije određuje koliko efikasno vizualizacija prenosi željenu poruku. Razumevanje načina na koji ljudsko oko opaža vizualne elemente prvi je korak u stvaranju uverljivih vizualizacija.



Otprilike 70% osetilnih receptora u našem telu posvećeno je vidu (Few, 2012).

Oko gotovo trenutno uočava određene vizualne attribute, tj. ti se atributi brzo i automatski obrađuju u vizualnom sistemu bez svesnog napora. Atributi kao što su boja, veličina, oblik i orijentacija mogu se koristiti za isticanje kritičnih podataka ili područja unutar vizualizacije i mogu odmah privući pažnju posmatrača.

Prema Schwabishu (2021), **Gestalt teorija** opisuje kako ljudi obično grupišu vizualne elemente. Reč *Gestalt* znači *uzorak* (Kairo, 2013). Razvili su ga nemački psiholozi početkom 20. veka. Kada je reč o stvaranju dijagrama i drugih vizualizacija, od velike pomoći može biti šest načela Gestalt teorije.



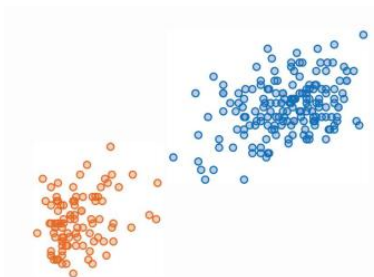
Načelo **blizine** kaže da naša percepcija grupiše objekte zajedno kada su u neposrednoj blizini jedan drugome (npr. slika 9.1).



Slika 9.1 Blizina kao načelo Gestalt teorije

Izvor: Schwabish (2021).

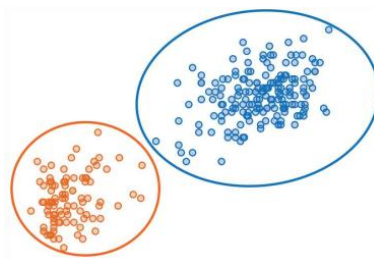
Načelo **sličnosti** kaže da ljudski mozak kategorizuje objekte na osnovu njihovih zajedničkih atributa kao što su boja, oblik ili smer (npr. slika 9.2).



Slika 9.2 Sličnost kao načelo Gestalt teorije

Izvor: Schwabish (2021).

Prema principu **ograđenosti**, omeđeni objekti se percipiraju kao grupa (npr. slika 9.3).



Slika 9.3 Ograđenost kao načelo Gestalt teorije

Izvor: Schwabish (2021).

Prema principu **zatvaranja**, naš mozak teži da ignorira praznine i da popuni informacije koje nedostaju kako bi formirao celovitu strukturu. Kada analiziramo linijski grafikon koji sadrži



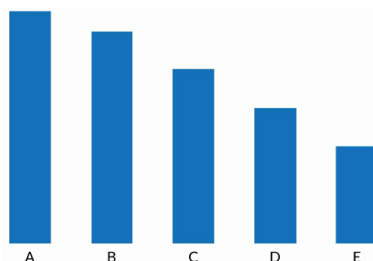
podatke koji nedostaju, skloni smo mentalno popuniti praznine koristeći najjednostavniji pristup (npr. slika 9.4).



Slika 9.4 Zatvaranje kao načelo Gestalt teorije

Izvor: Schwabish (2021).

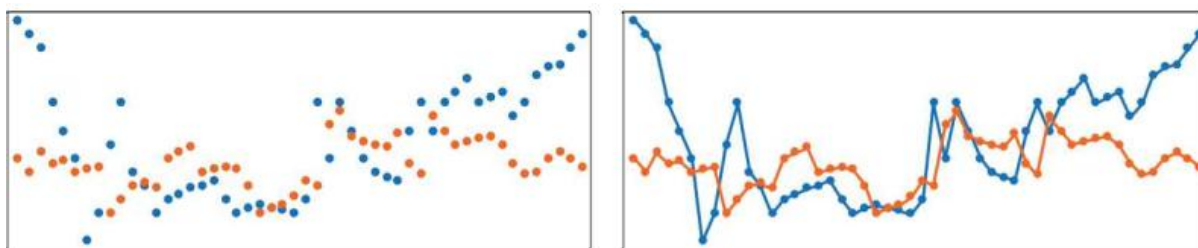
Načelo **kontinuiteta** sugerira da posmatrač percipira elemente poređane u pravu liniju ili glatku krivu kao da su više povezani od elemenata koji ne leže na pravoj ili krivoj liniji (npr. slika 9.5).



Slika 9.5 Kontinuitet kao načelo Gestalt teorije

Izvor: Schwabish (2021).

Na bazi načela **povezanosti**, naša percepcija kategoriziruje objekte koji su međusobno povezani kao da pripadaju istom skupu (npr. slika 9.6).



Slika 9.6 Povezanost kao načelo Gestalt teorije

Izvor: Schwabish (2021).

Postoji vrlo važan koncept vizualizacije podataka, podskup Gestalt teorije koji se zove preatentivna obrada (eng. *preattentive processing*). Schwabish (2021) objašnjava da preatentivne karakteristike privlače našu pažnju na određeno područje grafikona ili slike. U nastavku ovog poglavlja, ove će se karakteristike nazivati „atributi za privlačenje pažnje“.



Ove karakteristike odnose se na vizualne kvalitete koje ljudski vizualni sistem može percipirati u ranim fazama vizualne obrade bez svesne pažnje, a koje se obično mere u milisekundama. Atributi koji se koriste u ovoj knjizi su boja (plava) i debljina (podebljani tekst). Sledeći vrlo popularan primer je pronalaženje određenog broja u matrici brojeva (npr. Wexler et al., 2017). Slika 9.7 prikazuje matricu s brojevima bez (levo) i s (desno) atributa za privlačenje pažnje.

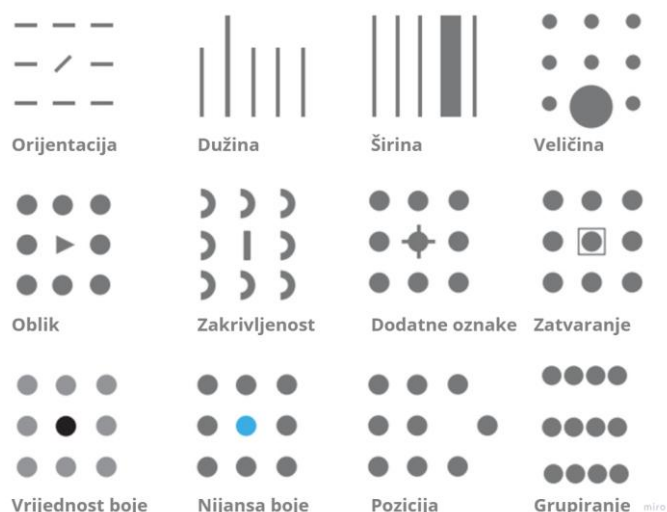
2	2	5	6	7	1	1	6	9	1
9	1	7	5	5	5	6	2	5	9
4	5	2	9	6	9	7	6	4	6
8	1	5	7	8	5	6	6	6	7
7	2	3	6	8	9	1	7	9	1
3	8	6	8	4	5	6	9	4	5
4	9	9	2	3	7	1	9	1	2
3	7	8	1	6	1	5	6	1	6
5	6	6	8	6	6	9	1	2	6
3	2	4	2	6	9	4	2	7	1

2	2	5	6	7	1	1	6	9	1
9	1	7	5	5	5	6	2	5	9
4	5	2	9	6	9	7	6	4	6
8	1	5	7	8	5	6	6	6	7
7	2	3	6	8	9	1	7	9	1
3	8	6	8	4	5	6	9	4	5
4	9	9	2	3	7	1	9	1	2
3	7	8	1	6	1	5	6	1	6
5	6	6	8	6	6	9	1	2	6
3	2	4	2	6	9	4	2	7	1

Slika 9.7 Korišćenje atributa za privlačenje pažnje u vizualizaciji podataka

Izvor: Wexler et al. (2017).

Ako gledamo levu matricu potrebno je dosta vremena da se pogodi koliko ima devetki. Ali samo jedna promena u matrici čini veliku razliku. Promenjena je samo boja – brojevi 9 su crveni, a svi ostali brojevi su svetlo sivi. Boja (u ovom slučaju, nijansa) jedan je od nekoliko atributa za privlačenje pažnje. Slika 9.8 prikazuje primere nekih atributa koji se često koriste u vizualizaciji podataka.



Slika 9.8 Vrste atributa za privlačenje pažnje u vizualizaciji podataka

Izvor: Wexler et al. (2017).



Atributi za privlačenje pažnje omogućavaju posmatračima da gotovo trenutno prepoznaju obrasce, strčeće vrednosti ili neke druge važne podatke. Upotrebom strategija koje usmeravaju oko posmatrača prema najvažnijim informacijama, vizualizacije podataka mogu značajno poboljšati komunikaciju i razumevanje složenih skupova podataka.

U sledećem potpoglavlju biće prikazano kako različite vrste podataka i uvida koje trebaju pružiti utiču na izbor metoda vizualizacije. Od jednostavnih stubičastih grafikona do složenijih toplotnih karti ili bullet grafikona, izbor prave metode vizualizacije ključan je kako bi se osiguralo da podaci ne samo privuku pažnju, već i da efikasno i tačno prenesu željenu poruku.

9.3. Izbor ispravne metode vizualizacije

Prvi korak u izboru odgovarajuće metode je detaljno razumijevanje podataka. Koje su ključne poruke koje želimo preneti? Koju vrstu podataka imamo na raspolaganju? Radimo li s podacima vremenskih serija, geografskim informacijama ili hijerarhijskim strukturama? Vrsta korišćenih podataka može značajno uticati na odabranu metodu vizualizacije. Kartogrami su, na primer, najprikladniji za prikaz geografskih podataka, dok su linijski grafikoni prikladniji za podatke vremenskih serija.

Pozadinski kontekst i očekivanja publike takođe igraju važnu ulogu u izboru metode vizualizacije. Publika koja je više tehnički usmerena može ceniti detaljne i složene vizualizacije kao što su toplotne karte ili mrežni dijagrami. Opštoj publici, s druge strane, jednostavniji grafikoni, kao što su stubičasti ili linijski grafikoni, mogu biti pristupačniji i zanimljiviji.

Interaktivnost je još jedan važan aspekt koji treba uzeti u obzir. Interaktivni vizualni elementi, kao što su dinamički dashboardi, omogućavaju korisnicima istraživanje različitih nivoa podataka filtriranjem, zumiranjem i izborom određenih elemenata. Ova interaktivnost može dovesti do dubljih uvida jer korisnici mogu prilagoditi vizualizaciju svojim specifičnim pitanjima.

Metoda vizualizacije ne mora uvek biti grafikon. To takođe može biti tabela ili čak jednostavan tekst. Kao što Few (2012) navodi, svrha tabela i grafikona je efikasno preneti važne informacije i pružiti čitaocu važne, smislene i korisne uvide.

U sledećih nekoliko potpoglavlja ukratko će biti objašnjene najpopularnije metode vizualizacije.



9.3.1. Jednostavan tekst

Nussbaumer Knafllic (2015) predlaže korišćenje jednostavnog teksta kada postoji samo jedan ili dva broja koja želite podeliti (slika 9.9).



Slika 9.9 Jednostavan tekst u vizualizaciji

Izvor: Autor.

Prema Schwabishu (2021), ovaj jednostavan tekst često se naziva BAN (eng. *Big Ass Numbers*). Obično se koriste za privlačenje pažnje na ključnu metriku ili pokazatelje učinka i daju posmatraču neposredan pristup važnim informacijama. Isticanjem područja koja zahtevaju pažnju ili delovanje, BAN-ovi obično pomažu u donošenju odluka pomažući korisnicima da usmere svoju pažnju na važne aspekte podataka (Tay, 2024). Iako su BAN-ovi jednostavni, mogu se poboljšati suptilnim vizualnim elementima kao što su kodiranje u boji ili korišćenjem ikona za označavanje performansi u odnosu na ciljeve ili promene tokom vremena. Na primer, crvena strelica na dole pored broja koji označava prodaju može odmah ukazivati na pad, dok zelena strelica na gore signalizira rast.

9.3.2. Tabela

Tabele su bitan deo vizualizacije podataka jer pružaju strukturiran i jasan način prezentovanja numeričkih podataka. Tabele su neverovatno korisne kada je u pitanju prezentovanje detaljnih informacija precizno i jasno, iako možda nemaju isti vizualni učinak kao grafikoni ili karte. Prema Schwabishu (2020), u većini slučajeva nisu namenjene brzom vizualnom prikazu podataka. Umesto toga, tabele su korisne kada je potrebno prikazati tačne vrednosti podataka. Iako nisu idealna opcija za prikaz puno podataka ili na malom prostoru, dobro dizajnirana tabela može pomoći čitaocu da pronađe određene brojeve, kao i da uoči trendove i odstupanja. Few (2012) naglašava da su tabele korisne za referisanje i poređenja jedan na jedan zbog svoje jednostavne strukture i činjenice da su kvantitativne vrednosti izražene kao tekst koji možemo odmah razumeti bez potrebe za prevođenjem.

Tabele trebaju biti oblikovane na sledeći način (Schwabish, 2020; Nussbaumer Knafllic, 2015):

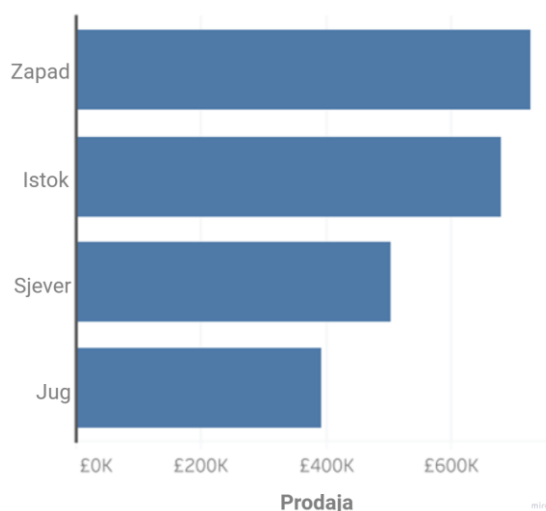
- uklonite sve granice oko tabele,



- što je više moguće posvetlite linije između redova i kolona ili ih u potpunosti uklonite,
- jasno odvojte zaglavlje od tela tabele,
- poravnajte tekst u tabeli i zaglavlju ulevo, a brojeve udesno,
- koristite odgovarajući nivo detalja podataka (npr. koristite brojeve s jednim decimalnim mestom ako je to dovoljno za razumevanje podataka).

9.3.3. Stubičasti grafikon

Stubičasti grafikon je idealan za prikaz numeričkih vrednosti po grupama ili kategorijama (npr. ako želimo prikazati broj zaposlenih po odeljenjima). Može se prikazati vertikalno ili horizontalno. Horizontalni prikaz (kao na slici 9.10) preporuča se ako su nazivi kategorija predugi ili ako ima previše kategorija. Stubičasti dijagram na slici 9.10. prikazuje prodaju (kvantitativni podaci) po regionima (kvalitativni podaci).



Slika 9.10 Stubičasti grafikon u vizualizaciji

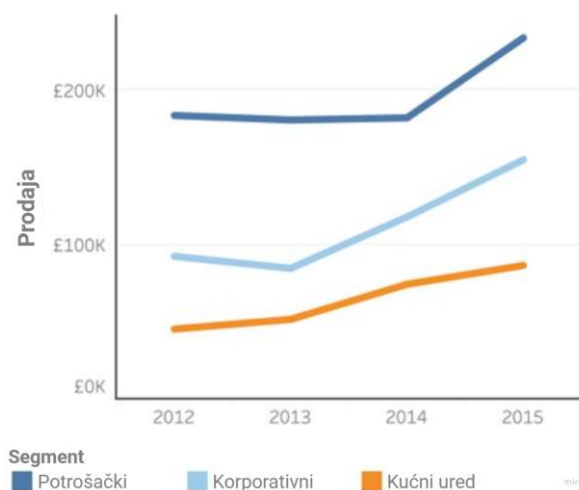
Izvor: Wexler et al. (2017).

Prema Fewu (2013), najefikasniji način predstavljanja mera povezanih s diskretnim stavkama na nominalnoj ili ordinalnoj lestvici je stubičasti grafikon. Lako je uporediti pojedinačne vrednosti jednostavnim poređenjem visine stubaca. Osa Y na stubastom grafikonu mora počinjati od nule. Ako osa počinje na vrednosti različitoj od nule, to može preglasiti razliku između stubaca i iskriviti našu percepciju vrednosti na stubastom grafikonu, koja se bazira na dužini stubaca (Schwabish, 2021).



9.3.4. Linijski grafikon

Linijski grafikon koristi se za prikaz promena kvantitativne vrednosti, koja leži na y-osi, tokom vremena, koje se nalazi na vodoravnoj x-osi. Yi (n.d.a) predlaže da linijski grafikon ne bi trebao da sadrži više od pet linija. Takođe, nije nužno da osa Y počinje s nulom. Prihvatljivo je da osa Y započinje nekom drugom vrednošću ako će se tako fokus staviti na promene između vrednosti koje će biti najkorisnije čitaocu.

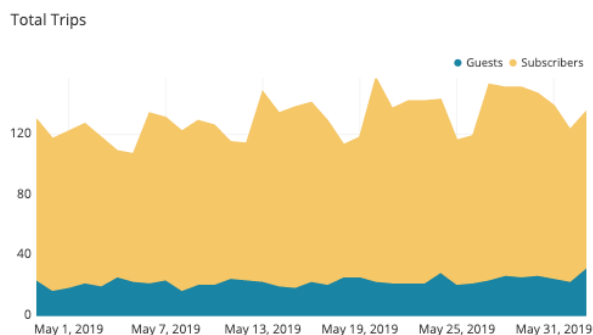


Slika 9.11 Linijski grafikon u vizualizaciji

Izvor: Wexler et al. (2017).

Linijski grafikon na slici 9.11 prikazuje prodaju (kvantitativni podaci) u periodu od 4 godine i raščlanjen je po segmentima.

Površinski grafikon (slika 9.12), koji je varijanta linijskog grafikona, dodaje senku između linije i nulte osnovne linije (Yi, n.d.a).



Slika 9.12 Površinski grafikon u vizualizaciji

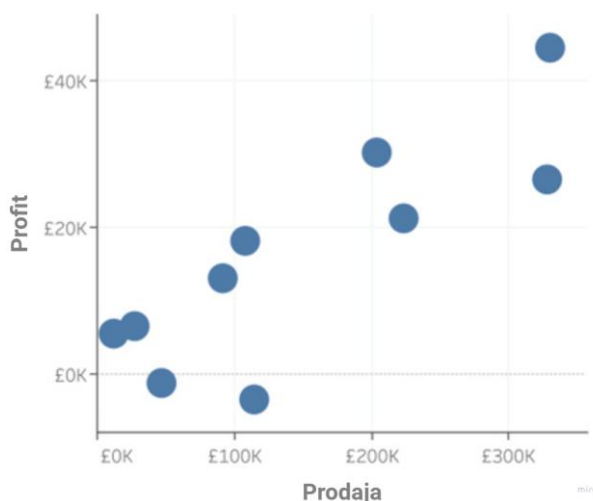
Source: Yi (n.d.)



Površinski grafikon može se posmatrati kao hibrid između linijskog i stubičastog grafikona, budući da se vrednosti mogu tumačiti, ne samo njihovim vertikalnim položajima, već i područjem osenčanim između svake tačke i osnovne linije (Yi, n.d.).

9.3.5. Dijagram raspršenosti (disperzije)

Dijagram raspršenosti koristi se kada želimo videti postoji li odnos između dve kvantitativne varijable. Prema The Data Visualisation Catalogue (n.d.), obrasci koji se vide na dijagramu raspršenosti mogu se koristiti za tumačenje prirode korelacije. To su: pozitivna (vrednosti rastu zajedno), negativna (jedna vrednost opada, a druga raste) ili nulta (nema korelacije).



Slika 9.13 Dijagram raspršenosti u vizualizaciji

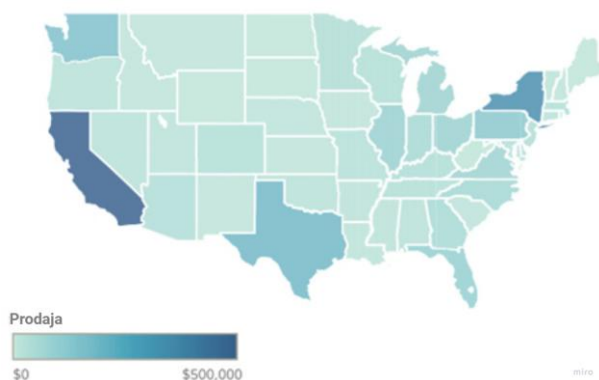
Izvor: Wexler et al. (2017).

Dijagram raspršenosti na slici 9.13 prikazuje odnos između profita i prodaje (obe kvantitativne varijable).

Prema Yiju (n.d.), vrlo je važno spomenuti da u dijagramu raspršenosti, samo zato što vidimo odnos između dve varijable, to ne znači da promene u jednoj varijabli uzrokuju promene u drugoj. To dovodi do široko korišćene fraze u statistici: "korelacija ne implicira uzročnost."

9.3.6. Kartogram

Kartogram koristi razlike u senčenju ili bojama unutar unapred definisanih područja kako bi označila vrednosti ili kategorije u tim područjima (Wexler et al., 2017). Prema Schwabishu (2021), paleta boja na kartogramu je laka za razumevanje, svetlijim bojama odgovaraju manje vrednosti, a tamnijim bojama veće vrednosti.



Slika 9.14 Kartogram u vizualizaciji

Izvor: Wexler et al. (2017).

Kartogram na slici 9.14 prikazuje ukupnu prodaju u različitim državama SAD-a.

9.3.7. Toplotna karta

Toplotna karta je vizualizacija podataka u tabelarnom formatu, gde obojene ćelije predstavljaju relativnu veličinu brojeva (Nussbaumer Knaflic, 2015).

Budući da je boja ključni element ove vrste grafikona, morate biti sigurni da paleta boja koju odaberete odgovara podacima. Najčešća vrsta boje je sekvencijalna boja, gdje su tamnije boje u korelaciji s višim vrednostima, a svetlije s nižim vrednostima ili obrnuto (Yi, n.d.b).

	Region A	Region B	Region C
Kategorija 1			
Kategorija 2			
Kategorija 3			
Kategorija 4			
Kategorija 5			

Slika 9.15 Toplotna karta u vizualizaciji

Izvor: Autor, prema Nussbaumer Knaflic (2015).

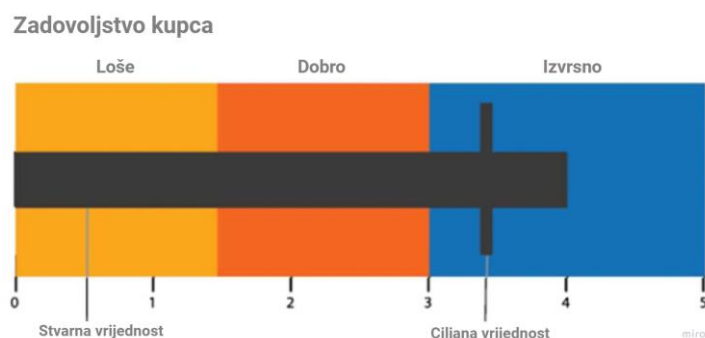
Toplotna karta na slici 9.15 prikazuje različite vrednosti nekih kvantitativnih podataka (npr. prodaja) po kategoriji (u redovima) i regionima (u kolonama).

9.3.8. Bullet grafikon

Stephen Few je 2005. otkrio bullet grafikon (Few, 2013). To je u osnovi stubičasti grafikon s jednom crnom vodoravnom trakom koja predstavlja stvarnu vrednost, dodatnom (upravnom)



oznakom za ciljanu vrednost (koju želimo postići) i osenčanim područjima u pozadini koji predstavljaju lestvicu uspeha (npr. loše, dobro, izvršno).



Slika 9.16 Bullet grafikon u vizualizaciji

Izvor: Schwabish (2021).

Bullet grafikon na slici 9.16 pokazuje da želimo postići ocenu zadovoljstva korisnika od 3,4 (od 5). Naša trenutna ocena zadovoljstva je 4, što je iznad ciljane vrednosti. U pozadini su tri područja zadovoljstva kupaca – loše, dobro i izvršno.

Izbor prave metode vizualizacije vrlo je važan za uspešnu komunikaciju, ali načela dizajna koja vode ove tehnike takođe igraju ključnu ulogu u jasnoći i uspešnosti prezentacije podataka. U sledećem potpoglavlju će se razmotriti važnost izgleda, tipografije, sheme boja i strateškog korišćenja prostora, koji su ključni za izradu vizualizacija, ne samo estetski prijatnih, već i lakih za razumevanje i tumačenje.

9.4. Smernice za dobar vizualni dizajn

Uspešan vizualni dizajn odnosi se na povećanje sposobnosti posmatrača da razue podatke i s njima komunicira. To uključuje ravnotežu između estetskih elemenata i funkcionalnosti, pri čemu izbor boje, fonta i izgleda igra ključnu ulogu u jasnom i uspešnom prenošenju informacija. Jednostavnost bi takođe trebala biti vodeći princip. Ali prema Cairu (2013), grafika ne bi trebala pojednostaviti poruke. Trebala bi ih razjasniti, istaknuti trendove, razotkriti obrasce i otkriti stvarnosti koje pre nisu bile vidljive.

Česta zamka je prekomplikovana vizualizacija s previše elemenata koji zbunjuju umesto da pojašnjavaju. Cilj je podatke učiniti dostupnima i razumljivima ciljanoj publici i osigurati da vizualizacija služi svojoj svrsi, a to je informisanje i podrška donošenju odluka.

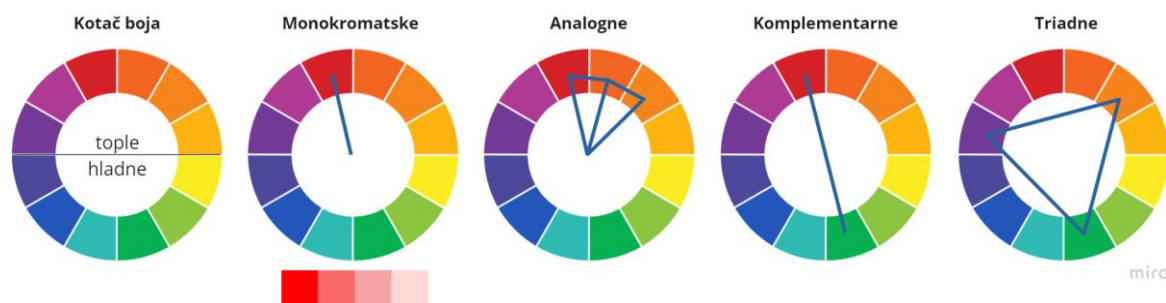


Jasnoća i uspešnost vizualizacije podataka može se poboljšati uklanjanjem nepotrebnih elemenata. Nussbaumer Knafllic (2015) naglašava da se svaki element koji ne dodaje vrednost ili direktno ne koristi razumevanju podataka smatra **neredom**. To uključuje nepotrebne linije u tabelama, preterane boje, nevažne tačke sa podacima i preterani „ukrasi“ na grafikonima. Ti elementi mogu odvratiti pažnju od ključnih poruka koje podaci trebaju preneti. Nussbaumer Knafllic preporučuje tehnike kao što su jednostavne sheme boja, minimiziranje teksta i korišćenje belog prostora. Strateškim korišćenjem belog prostora može se stvoriti vizualna hijerarhija koja ističe ključne vrednosti i čini celokupnu prezentaciju jasnijom i lakšom za razumevanje. Osim toga, racionalno korišćenje belog prostora može pomoći u stvaranju uravnoteženog rasporeda koji je manje pretrpan i organizovaniji.

Boja je vrlo važan deo svake vizualizacije podataka. Služi ne samo za privlačenje pažnje, već i za organizovanje informacija i uspešno prenošenje značenja. Kada se pravilno koristi, boja može uveliko poboljšati jasnoću i učinak vizualizacije. Postoji nekoliko predloga za uspešnu upotrebu boja u vizualizacijama (Few, 2012; Cairo, 2013; Few, 2013; Nussbaumer Knafllic, 2015; Wexler et al, 2017; Schwabish, 2021; Lidwell, 2023; Interaction Design Foundation, n.d.) :

- **Odaberite odgovarajuću kombinaciju boja:** pomoću tzv. točka boja moguće je kreirati vizualizacije koje su vizualno uravnotežene i prijatne oku. Postoji nekoliko uobičajenih kombinacija boja (slika 9.17):
 - **Monohromatske** – jedna boja u različitim nijansama.
 - **Analogne** – tri boje jedna pored druge na točku boja. Ove boje su prijatne za oko i stvaraju skladan dizajn.
 - **Komplementarne** – dve suprotne boje na točku boja. Ove boje su kontrastne boje i treba ih koristiti za naglašavanje nečega (npr. povećanje - zeleno/smanjenje - crveno).
 - **Trijadne** – tri jednako udaljene boje na točku boja. Ove boje su dinamične i privlače pažnju.

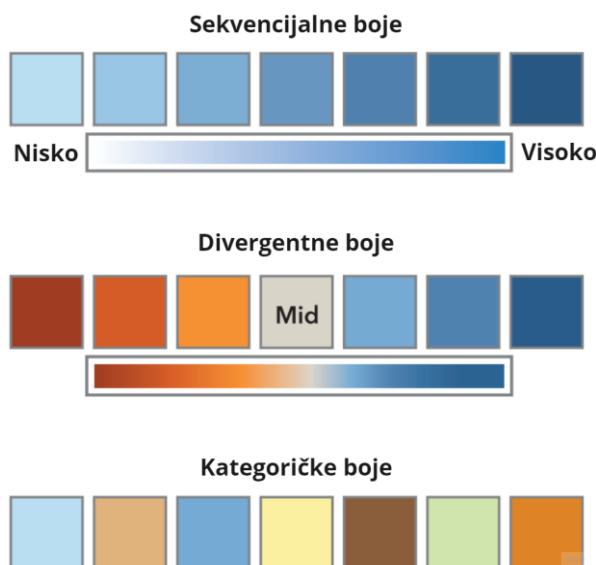
Osim toga, toplije boje treba koristiti za prednje elemente a hladnije boje za pozadinske elemente.



Slika 9.17 Kombinacije boja

Izvor: Autor, prema Lidwell (2023).

- **Odaberite odgovarajuću shemu boja:** izbor sheme boja zavisi od vrste podataka koji se vizualizuju. Sekvencijalna shema boja je korišćenje jedne boje od svetle do tamne i idealna je za prikaz numeričkih podataka koji se kreću od niske do visoke vrednosti (npr. prodaja po državi). Divergentna shema boja korisna je za isticanje vrednosti iznad ili ispod srednje tačke (npr. dobit/gubitak). Kategorična shema boja najbolja je za kategoričke podatke gde boje trebaju razlikovati različite grupe bez impliciranja redosleda ili vrednosti (npr. kategorije proizvoda). Slika 9.18 prikazuje različite sheme boja koje se koriste u vizualizacijama.



Slika 9.18 Scheme boja

Izvor: Wexler et al. (2017).

- **Koristite boje štedljivo:** preterana upotreba boja može izazvati zabunu i učiniti grafikon težim za razumijevanje. Paleta boja trebala bi biti ograničena na ono što ljudsko oko može brzo razlikovati, oko pet različitih boja.



- **Uzmite u obzir slepoću na boje:** oko 8% muškaraca i 0,5% žena je slepo za boje. Izbegavajte kombinacije boja koje daltonisti teško razlikuju, poput crvene i zelene. Umesto ovih boja, bolja kombinacija je narandžasta i plava.
- **Boje trebaju da budu dosledne:** dosledna upotreba boja u različitim vizualizacijama omogućava čitaocu jednostavno razumevanje i poređenje podataka. Nakon što se uspostavi shema boja za određene vrste podataka ili kategorije, treba je održavati u svim povezanim vizualizacijama.
- **Koristite boje za naglašavanje važnih podataka:** boja može biti snažan pokazatelj gdje nešto gledati. Korišćenje svetle ili kontrastne boje može privući pažnju na ključne podatke, dok se neutralnije boje mogu koristiti za manje kritične informacije. Neki autori sugerišu da stvaranje jasne, razumljive vizualizacije treba započeti sivom bojom. Svi elementi podataka u grafikonu (npr. stupci u stubičastom grafikonu ili linije u linijskom grafikonu) trebaju biti sivi. Zatim dodajte oznake i boju samo za elemente koje želite da istaknete.
- **Pojednostavite:** u području vizualizacije podataka, princip KISS, akronim za "Keep It Simple, Stupid", vrlo je relevantan i koristan. Odnosi se na upotrebu jednostavnih grafikona, budući da složeni grafikoni ili preterano detaljni vizualni elementi mogu preopteretiti korisnike i otežati prepoznavanje ključnih poruka ili podataka. To takođe znači da biste trebali izbegavati vizualni nered i smanjiti nepotrebne vizualne komponente kao što su preterano svetle boje, fontovi i linije unutar grafikona i tabela. Prilikom primene KISS principa, fokus bi trebao biti na samim podacima, a ne na dekorativnim ili preterano složenim elementima dizajna.

Ova su načela presudna da vizualizacije podataka postignu svoj primarni cilj komuniciranja složenih informacija na način koji je pristupačan i razumljiv svakoj publici.

Iz ovog je poglavlja jasno da je učinkovita vizualizacija podataka ključna komponenta u procesu donošenja odluka na osnovu podataka. Na bazi razumevanja situacionog konteksta, istaknuta je važnost prilagođavanja vizualizacija specifičnim potrebama ciljne publike. Iz detaljnog pregleda različitih metoda vizualizacije i principa dizajna vidljivo je da je promišljen vizualni prikaz podataka važan za bolje razumijevanje i komunikaciju složenih informacija.



LITERATURA

1. Brush, K. (2022). Data visualization. TechTarget [dostupno na: <https://www.techtarget.com/searchbusinessanalytics/definition/data-visualization>, pristupljeno April 15, 2024]
2. Cairo, A. (2013). The functional art: An introduction to information graphics and visualization. New Riders.
3. Data Visualisation Catalogue (n.d.). Scatterplot [dostupno na: <https://datavizcatalogue.com/methods/scatterplot.html>, pristupljeno April 17, 2024]
4. Few, S. (2012). Show Me the Numbers. Analytics Press.
5. Few, S. (2013). Information dashboard design: Displaying data for at-a-glance monitoring. Analytics Press.
6. GeeksForGeeks (2024). What is Data Visualization and Why is It Important? [dostupno na: <https://www.geeksforgeeks.org/data-visualization-and-its-importance/>, pristupljeno April 15, 2024]
7. IBM (n.d.). What is data visualization? [dostupno na: <https://www.ibm.com/topics/data-visualization>, pristupljeno April 15, 2024]
8. Interaction Design Foundation (n.d.). Color Theory [dostupno na: <https://www.interaction-design.org/literature/topics/color-theory>, pristupljeno April 18, 2024]
9. Lidwell, W., Holden, K. & Butler, J. (2023). Universal Principles of Design, 3rd Edition. Quarto Publishing Group USA.
10. Nussbaumer Knaflic, C. (2015). Storytelling with data: A data visualization guide for business professionals. Wiley.
11. Schwabish (2020). Ten guidelines for better tables. Journal of Benefit-Cost Analysis, 11(2), pp. 151-178.
12. Schwabish (2021). Better data visualization: A guide for scholars, researchers and wonks. Columbia university press.
13. Tay, J. (2024). Effective use of BANs. Medium [dostupno na: <https://medium.com/@e0373084/eye-catching-bans-88d29632e4fa>, pristupljeno April 12, 2024]



14. Wexler, S., Shaffer, J. & Cotgreave, A. (2017). The big book of dashboards: Visualizing your data using real-world business scenarios. Wiley.
15. Yi, M. (n.d.a). A complete guide to line charts. Atlassian [dostupno na: <https://www.atlassian.com/data/charts/line-chart-complete-guide>, pristupljeno April 17, 2024]
16. Yi, M. (n.d.b). A complete guide to heatmaps. Atlassian [dostupno na: <https://www.atlassian.com/data/charts/heatmap-complete-guide>, pristupljeno April 17, 2024]



10. ETIKA PODATAKA I INFORMACIONA SIGURNOST

Autor: Dario Šebalj

U eri digitalne transformacije, etičko postupanje i sigurnost podataka pojavili su se kao glavni problemi za pojedince i organizacije. Budući da se svakodnevno prikupljaju i obrađuju ogromne količine ličnih i osetljivih podataka, vrlo je važno osigurati da se tim podacima upravlja na odgovoran i siguran način.

Ovo poglavlje ispituje načela etike podataka, naglašavajući moralna razmatranja i najbolje prakse za rukovanje podacima te istražuje različite pretnje informacione sigurnosti. Razumevanjem i rešavanjem ovih problema možemo zaštititi privatnost, održati poverenje i podsticati sigurnije digitalno okruženje.

10.1. Važnost etike podataka

Etika podataka odnosi se na moralna načela i prakse koji se uzimaju u obzir prilikom prikupljanja, obrade, deljenja i korišćenja podataka kako bi se osiguralo poštivanje prava pojedinaca, društveno blagostanje i poverenje. Ona obuhvata transparentnost, odgovornost, pravednost i privatnost, osiguravajući da su prakse podataka usklađene s etičkim standardima i pravnim okvirima kako bi se sprečila šteta i promovisale odgovorne inovacije (Cognizant, n.d.; Gov.uk, 2020; Knight, 2021; McKinsey, 2022; Cepelak, 2023).

U današnjem digitalnom okruženju etičko postupanje sa podacima ključno je za održavanje poverenja i osiguranje konkurentске prednosti. McKinsey (2022) je objavio članak o etici podataka u kojem naglašava važnost integrisanja etičkih razmatranja u prakse upravljanja podacima. Ističe tri uobičajene greške: pretpostavku da je etika podataka nevažna, oslanjanje isključivo na pravne timove i timove za usklađenost te davanje prioriteta kratkoročnim finansijskim dobitima u odnosu na etičke prakse. Za rešavanje ovih problema preporučuju nekoliko strategija. Prvo, kompanije bi trebale uspostaviti jasne, specifične smernice za etiku podataka. Ove smernice treba da služe kao temelj za etičko upravljanje podacima i da pomažu u postavljanju standarda u celoj organizaciji. Drugo, formiranje različitih timova za rešavanje problema povezanih s podacima osigurava niz perspektiva i smanjuje rizik od pristrasnog



donošenja odluka. Treće, uključivanje višeg rukovodstva kao zagovornika inicijativa za etiku podataka ključno je za sprovođenje tih praksi u celoj organizaciji.



Slika 10.1 5C etike podataka

Izvor: Autor, prema Atlan (2023).

Slika 10.1 prikazuje 5C etike podataka, koju je opisao Atlan (2023), a koja predstavlja bitna načela za etičko rukovanje podacima:

- **Saglasnost:** pre prikupljanja njihovih podataka obezbedite informisanost i dobrovoljni pristanak pojedinaca, čime se osigurava transparentnost upotrebe podataka.
- **Prikupljanje:** prikupljajte samo podatke koji su potrebni za tačno određene svrhe, izbegavajući prekomerno prikupljanje podataka.
- **Kontrola:** dopustite pojedincima pristup, pregled i ažuriranje svojih podataka, osiguravajući da imaju kontrolu nad njihovim korišćenjem.
- **Poverljivost:** zaštitite podatke od neovlašćenog pristupa i proboja kroz snažne sigurnosne mere.
- **Usklađenost:** pridržavajte se zakonskih i regulatornih zahteva, sprovodeći redovne revizije kako biste osigurali stalnu usklađenost.

Slično Atlanovim načelima, Cote (2021) identifikuje pet baznih načela etike podataka koja su ključna za poštovanje poslovnih stručnjaka:

- **Vlasništvo** naglašava da pojedinci zadržavaju vlasništvo nad svojim ličnim podacima. Protivzakonito je i neetično prikupljati lične podatke bez izričitog pristanka. Kompanije



moraju dobiti saglasnost kroz jasne ugovore ili politike digitalne privatnosti, osiguravajući da su korisnici upoznati s praksama prikupljanja podataka i da se slažu s njima.

- **Transparentnost** uključuje jasnu komunikaciju o tome kako će se podaci prikupljati, čuvati i koristiti. Preduzeća moraju informisati pojedince o metodama i svrsi prikupljanja podataka. Ova transparentnost gradi povjerenje i omogućava korisnicima da donose informisane odluke o svojim podacima. Obmanjujuće prakse ili uskraćivanje informacija o korišćenju podataka su i neetični i nezakoniti.
- **Privatnost** se fokusira na odgovornost preduzeća da zaštite privatnost ličnih podataka. Čak i uz saglasnost, lični podaci ne bi trebali biti javno dostupni bez izričitog dopuštenja pojedinca. Kompanije moraju primeniti snažne sigurnosne mere kako bi se zaštitili lični podaci od neovlašćenog pristupa ili kršenja.
- **Namera** se odnosi na etičke motive koji stoje iza prikupljanja i korišćenja podataka. Podatke treba prikupljati i koristiti u korisne svrhe, a ne štetne za pojedince ili društvo. Praksa etičnosti podataka uključuje korišćenje podataka za poboljšanje korisničkog iskustva i poboljšanje usluga bez iskorišćavanja ili nanošenja štete.
- **Ishod** razmatra šire uticaje korišćenja podataka na pojedince i društvo. Preduzeća moraju proceniti moguće posledice svojih postupaka s podacima i nastojati izbeći negativne ishode. Ovo načelo naglašava potrebu za etičkim predviđanjem i odgovornošću u donošenju odluka na osnovu podataka.

Guzman i Dyer (2020) naglašavaju da etički izazovi vezani uz podatke nisu jednostavni i da im često nedostaju jasna rešenja. Naveli su da postoji razlika između etičkih očekivanja online i offline. Mnogi pojedinci u online prostorima percipiraju izuzetnost, gde se čini da se tradicionalna etička pravila ne primjenjuju. Ovakav način razmišljanja može dovesti do opravdanja online aktivnosti koje bi se izvan mreže smatrale neetičnim. Autori predlažu etički pristup koji premošćuje oba područja, naglašavajući da etička načela trebaju ostati dosledna bez obzira na medij.

Rad o etici podataka koji su objavili Basl et al. (2021), istražuje složeni proces prelaska s apstraktnih etičkih načela na konkretna, izvršiva obećanja u kontekstu velikih podataka i veštačke inteligencije (AI). Zaključili su da je teško, ali vrlo važno napraviti ovaj pomak kako bi se garantovalo da etičko ponašanje nije samo teoretsko već i praktično i značajno.

Prema O'Reillyju (2018), Princetonov centar za politiku informacionih tehnologija i Centar za ljudske vrednosti razvili su četiri anonimne studije slučaja kako bi ohrabрили etički diskurs. Jedna



od studija slučaja istražuje etičke dileme koje postavlja automatizovana aplikacija za zdravstvenu zaštitu koja koristi AI, a dizajnirana je za pomoć pacijentima s dijabetesom u odraslom dobu. Ističe potrebu za uravnoteženjem tehnoloških prednosti s etičkim načelima kao što su autonomija, pravednost i odgovornost. Rešavanje ovih etičkih izazova ključno je za odgovornu integraciju veštačke inteligencije u zdravstvu, osiguravajući da ona služi najboljim interesima svih pacijenata. Postoje neka ključna pitanja kojima se treba pozabaviti:

- **Paternalizam:** cilj aplikacije je podstaknuti zdravije ponašanje među pacijentima podstičući ih na bolje izbore. Iako to može poboljšati zdravstvene ishode, postavlja etička pitanja o autonomiji i paternalizmu. Da li je etično da aplikacija utiče na ponašanje pacijenata ili bi pacijenti trebali imati potpunu autonomiju u donošenju zdravstvenih odluka?
- **Pristanak i transparentnost:** aplikacija prikuplja osetljive zdravstvene podatke kako bi učinkovito funkcionisala. Osiguravanje informisanog pristanka i transparentnosti o prikupljanju, korišćenju i deljenju podataka je ključno. Pacijenti moraju biti potpuno svesni koji se podaci prikupljaju, kako će se koristiti i ko će im pristupati.
- **Privatnost i sigurnost podataka:** rukovanje osetljivim zdravstvenim podacima zahteva stroge mere privatnosti i sigurnosti. Studija slučaja naglašava potrebu za robusnim protokolima za zaštitu podataka kako bi se podaci o pacijentu zaštitili od kršenja i neovlašćenog pristupa.
- **Odgovornost i odgovornost:** određivanje ko je odgovoran za odluke i aktivnosti aplikacije još je jedan ključni aspekt. Ako aplikacija daje netačnu preporuku koja nepovoljno utiče na zdravlje pacijenta, identifikovanje odgovorne strane (programeri, davaoci zdravstvenih usluga ili sama aplikacija) je složeno, ali neophodno za odgovornost.

Savremeno upravljanje podacima bazira se na etici podataka, koja garantuje poštene, transparentne i odgovorne prakse podataka koje poštuju privatnost. Organizacije mogu podsticati odgovorne inovacije, izbeći pravne zamke i povećati poverenje pridržavanjem etičkih standarda. Nije samo najbolja praksa, već i zahtev za održiv i odgovoran rast uključiti jake etičke okvire u prakse upravljanja podacima jer podaci postaju sve bitniji za operacije i donošenje odluka.

Drugi važan aspekt je informaciona sigurnost jer su etika podataka i informaciona sigurnost suštinski povezane. Osiguravanje etičke prakse u vezi s podacima postavlja temelj za snažne mere sigurnosti informacija. Zaštita podataka od neovlašćenog pristupa, proboja i drugih



sigurnosnih pretnji ne samo da čuva privatnost i poverljivost, već takođe podržava etička načela o kojima se govori u ovom poglavlju.

10.2. Temelji informacione sigurnosti

Informaciona sigurnost odnosi se na sveobuhvatan skup praksi i načela usmerenih na zaštitu informacija i informacionih sistema od neovlašćenog pristupa, korišćenja, otkrivanja, ometanja, modifikacije ili uništenja. Osigurava poverljivost, celovitost i dostupnost podataka kroz implementaciju zaštitnih mera, politika i tehnologija. Ove mere uključuju kontrolu pristupa, enkripciju, oporavak od katastrofe i usklađenost sa pravnim i regulatornim standardima za ublažavanje rizika i zaštitu od potencijalnih pretnji (Fruhlinger, 2020; CISCO, n.d., NIST, n.d.).

Informaciona sigurnost je ključna za verodostojnost i integritet organizacije u digitalnoj eri. Njena važnost je naglašena rastućom zavisnošću od digitalnih podataka i porastom kibernetičkih pretnji koje ugrožavaju osetljive podatke. Pre svega, informaciona sigurnost štiti osetljive podatke od neovlašćenog pristupa, provale i krađe. To uključuje lične podatke, finansijske podatke, intelektualno vlasništvo i poverljive poslovne komunikacije. Kako kibernetički napadi postaju sve sofisticiraniji, rizik od povrede podataka raste, što može dovesti do ozbiljnih finansijskih gubitaka i reputacijske štete. Na primer, curenje podataka Equifaxa 2017. razotkrilo je lične podatke 147 miliona ljudi, što je rezultovalo nagodbom do 425 miliona dolara (Federal Trade Commission, 2022). Takvi incidenti naglašavaju strašne posledice neadekvatnih mera sigurnosti informacija.

Nadalje, sigurnost informacija ključna je za zadržavanje poverenja potrošača. U doba kada je privatnost podataka ključna, korisnici postaju sve zabrinutiji o tome kako se postupa s njihovim podacima. Snažna informaciono sigurnosna arhitektura osigurava da su podaci potrošača sigurni, što podstiče lojalnost i poverenje. Prema anketi IBM-a, 75% kupaca ne bi kupilo proizvode od kompanije kojoj ne veruju da će sačuvati njihove podatke (PR Newswire, 2018). Stoga je informaciona sigurnost i tehnološka potreba i strateški imperativ poslovanja.

Informaciona sigurnost takođe je ključna za ublažavanje operativnih smetnji. Kibernetički napadi, kao što je *ransomware*, mogu poremetiti korporativne operacije sprečavajući korisnike da pristupe osnovnim sistemima dok se ne plati otkupnina. *Ransomware* napad na Colonial Pipeline iz 2021. godine, koji je doveo do nestašice goriva u istočnom delu SAD-a, primer je

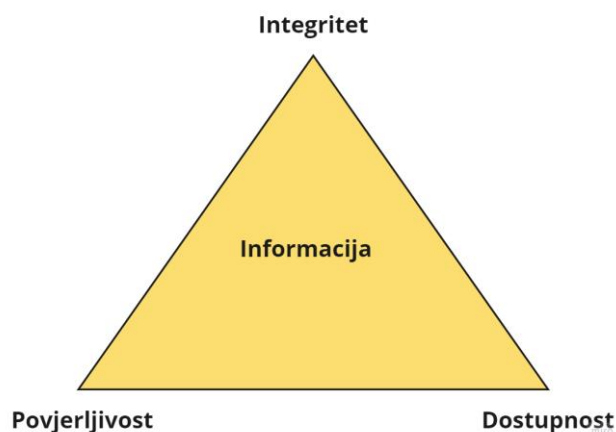


razornog potencijala takvih pretnji (Kerner, 2022). Primenom jakih sigurnosnih mera organizacije mogu zaštititi svoj operativni kontinuitet i otpornost na takve poremećaje.

Prema Kimu i Solomonu (2018), informacije se smatraju sigurnima ako zadovoljavaju tri glavna načela:

- **Poverljivost** (eng. *Confidentiality*): osetljivim informacijama pristupaju samo ovlašćene osobe;
- **Integritet** (eng. *Integrity*): podatke mogu menjati samo oni koji imaju dopuštenje;
- **Dostupnost** (eng. *Availability*): informacije i resursi dostupni su ovlašćenim korisnicima kad god je to potrebno.

Ta se načela često nazivaju CIA trougao, kao što je prikazano na slici 10.2.



Slika 10.2 CIA trougao

Izvor: Autor, prema Kim i Solomon (2018).

U informacionoj sigurnosti, koncepti rizika, pretnje i ranjivost ključni su za razumievanje i upravljanje sigurnošću. **Rizik** je verovatnost da će se nešto loše dogoditi imovini. U informacionoj sigurnosti rizik je verovatnost štetnog događaja koji utiče na poverljivost, integritet ili dostupnost informacija. Na primer, kompanija može proceniti rizik kibernetičkog napada na svoju mrežu uzimajući u obzir i verovatnost takvog napada i potencijalnu štetu koju bi mogao prouzrokovati. **Pretnja** je svaka radnja koja može prouzrokovati štetu informacionim sistemima ili podacima. Pretnje mogu biti namerne, poput kibernetičkog napada hakera, ili nenamerne, poput prirodnih katastrofa ili ljudske greške. **Ranjivost** se odnosi na slabosti ili praznine u obrani sistema koje pretnje mogu iskoristiti za nanošenje štete. To mogu biti nedostaci u softveru, hardveru, organizacionim procesima ili ljudskom ponašanju (Kim i Solomon, 2018).



Za učinkovitu zaštitu informacionih sistema, organizacije moraju razumeti kako rizici, pretnje i ranjivost međusobno deluju. Na primer, ranjivost u softveru (kao što je sigurnosni propust) može iskoristiti pretnja (kao što je haker), što dovodi do povrede podataka, što predstavlja rizik za organizaciju. Prepoznavanjem i ublažavanjem ranjivosti, organizacije mogu smanjiti rizik od pretnji koje uzrokuju značajnu štetu.

10.2.1. Curenja podataka

Curenja podataka postale su značajna pretnja u digitalnom dobu, utičući na organizacije u raznim sektorima. Ova kršenja ugrožavaju osetljive informacije, što dovodi do finansijskih gubitaka, štete po ugled i pravnih posledica. Razumevanje veličine i uticaja curenja podataka ključno je za razvoj učinkovitih sigurnosnih strategija za zaštitu od takvih incidenata. Prema Fortinetu (n.d.), curenje podataka "je događaj koji rezultira izlaganjem poverljivih, privatnih, zaštićenih ili osetljivih informacija osobi koja nije ovlašćena da im pristupi". Ta se kršenja mogu dogoditi na različite načine (Kaspersky, n.d.a):

- **Slučajni insajder:** zaposleni nenamerno pristupa osetljivim informacijama bez odgovarajućeg ovlašćenja. Na primer, korišćenje računara kolege i pregledanje poverljivih datoteka.
- **Zlonamerni insajder:** pojedinac s ovlašćenim pristupom namerno zloupotrebljava podatke u štetne svrhe. To može uključivati krađu ili curenje osetljivih informacija.
- **Izgubljeni ili ukradeni uređaji:** nešifrirani i nezaštićeni uređaji poput prenosnih računara ili spoljnih diskova koji sadrže osetljive podatke izgubljeni su ili ukradeni, čineći informacije ranjivima na neovlašćeno pristupanje.
- **Zlonamerni spoljni kriminalci:** hakeri koriste različite metode za probijanje sistema, uključujući napade krađe identiteta, napade brutalnom silom i *malware*. Ovi kibernetički kriminalci iskorišćavaju ranjivosti u softveru, mrežama i ponašanju korisnika kako bi dobili pristup osetljivim podacima.

Prema Kasperskom (n.d.a), uobičajene metode koje se koriste u povredama podataka uključuju **phishing**, gde se kibernetički kriminalci lažno predstavljaju kao određeni subjekti kako bi prevarili pojedince da otkriju osetljive informacije. Druga metoda su **napadi brutalnom silom** (eng. *brute force attacks*), gde hakeri koriste softver za višestruko pogađanje lozinki, iskorišćavajući slabe ili ponovno korišćene akreditiva kako bi dobili neovlašćeni pristup računima. Osim toga, **zlonamerni softver**, poput špijunskog softvera,



koristi se za infiltraciju u sisteme i neotkrivenu krađu podataka. Ove metode biće objašnjene kasnije u poglavlju.



Ljudske greške uzrok su **95%** svih curenja podataka (Cybernews, 2022).

U 21. veku dogodile su se neka od najvećih curenja podataka, čime se naglašava ranjivost digitalnih sistema i kritična potreba za snažnim sigurnosnim merama. Prema Hillu i Swinhoeu (2022) i ESET-u (n.d.), neka od najznačajnijih curenja podataka:

- **Yahoo (2013.-2014.):** Yahoo je doživeo jedno od najvećih curenja podataka u istoriji, sa svih tri milijarde njegovih korisničkih računa kompromitovanih u 2013. Ovo curenje otkrilo je imena, adrese e-pošte, datume rođenja te sigurnosna pitanja i odgovore. Još jedno curenje u 2014. uticalo je na 500 miliona računa, dodatno naglašavajući sigurnosne propuste kompanije.
- **Marriott International (2018.):** Marriott je objavio curenje podataka koje je uticalo na približno 500 miliona gostiju. Hakeri su pristupili Starwood bazi podataka rezervacija gostiju, otkrivajući lične podatke poput imena, adresa, telefonskih brojeva, e-mail adresa i brojeva pasoša. Ovo curenje bilo je rezultat neovlašćenog pristupa koji datira iz 2014. Kancelarija poverenika za informacije (ICO), regulatorno telo za podatke u Ujedinjenom Kraljevstvu, u konačnici je 2020. kaznila korporaciju s 18,4 miliona funti jer nije zaštitila privatnost ličnih podataka svojih klijenata.
- **Adult Friend Finder (2016.):** curenje Adult Friend Finder razotkrilo je lične podatke 412 miliona računa, uključujući imena, adrese e-pošte i lozinke, od kojih su mnoge bile loše šifrirane. Ovaj incident je izazvao značajnu zabrinutost oko sigurnosnih praksi online platformi koje postupaju s osetljivim ličnim podacima.
- **MySpace (2013.):** curenje podataka MySpacea, koje se dogodilo 2013., rezultiralo je izlaganjem više od 360 miliona korisničkih računa. Podaci su uključivali imena, adrese e-pošte i lozinke. Hakeri su kasnije prodali te informacije na dark webu, što je istaklo ranjivost sigurnosnih sistema platformi društvenih medija tokom tog vremena.
- **LinkedIn (2021.):** 2021. godine, lični podaci 700 miliona korisnika LinkedIna objavljeni su na forumu na dark webu. Haker je koristio tehnike skidanja podataka putem LinkedIn API-ja kako bi dobio adrese e-pošte, telefonske brojeve i druge lične podatke. Iako ne spada u tradicionalno hakovanje, ovaj je incident izazvao ozbiljnu



zabrinutost u vezi s privatnošću podataka i mogućom zloupotrebom podataka za napade društvenog inženjeringa.

- **Equifax (2017.):** ovo curenje razotkrilo je lične podatke gotovo 148 miliona Amerikanaca, 15,2 miliona Britanaca i 19.000 Kanađana. Hakeri su iskoristili ranjivost u sklopu web aplikacije Apache Struts koju Equifax nije uspeo zakrpati. Ukradeni podaci uključivali su brojeve socijalnog osiguranja, datume rođenja i adrese, što je dovelo do procenjenih 1,7 milijardi dolara troškova za Equifax.
- **eBay (2014.):** eBay je otkrio curenje koje je uticalo na 145 miliona korisnika. Napad je potekao od kompromitovanih akreditiva za prijavu zaposlenih, što je dovelo do otkrivanja imena, adresa e-pošte, fizičkih adresa, telefonskih brojeva i šifriranih lozinki. Ovo kršenje ukazalo je na ranjivost u pristupnim kontrolama zaposlenih i važnost snažnih mera provere autentičnosti.
- **Target (2013.):** curenje podataka koje je uticalo na više od 41 miliona računa vezanih za bankarske kartica i kontakt podatke više od 60 miliona klijenata. Cyber kriminalci pristupili su korisničkim podacima, uključujući imena, telefonske brojeve, adrese e-pošte, brojeve kreditnih i debitnih kartica i šifrirane PIN-ove. Target se suočio sa znatnim pravnim troškovima i troškovima nagodbe, uključujući grupnu tužbu od 10 miliona dolara i nagodbu u više država od 18,5 miliona dolara.

Ova curenja podataka pokazuju dalekosežne posledice kibernetičkih napada i kritičnu potrebu za snažnim praksama kibernetičke sigurnosti. Učeći iz ovih slučajeva visokog profila, organizacije mogu bolje zaštititi svoje podatke, poboljšati svoje sigurnosne protokole i minimizirati rizik od budućih provala. Povrede podataka često su rezultat niza pretnji u pozadini. Razumevanje ovih pretnji ključno je za izgradnju uspešnih mera informacione sigurnosti. Kibernetičke prijetnje mogu proizaći iz raznih izvora, uključujući zlonamerne insajdere, kibernetičke kriminalce pa čak i aktere koje sponzorise država. Osim toga, ranjivosti u sistemima i mrežama mogu se iskoristiti kako bi se neovlašćeno pristupilo osetljivim informacijama.

10.2.2. Pretnje informacionoj sigurnosti

Sigurnosna pretnja je zlonamerna radnja koja pokušava oštetiti ili ukrasti podatke, ugroziti sisteme organizacije ili ugroziti kompaniju u celini (TechTarget, 2024). Mnogo je različitih pretnji informacionoj sigurnosti koje ozbiljno ugrožavaju dostupnost, celovitost i poverljivost podataka.



Prema Kimu i Solomonu (2018) i Grubbu (2021), **malware** (maliciozni softver) je dizajniran za infiltraciju, oštećenje ili onesposobljavanje računara i mreža. Uobičajene vrste zlonamernog softvera uključuju viruse, crve, trojance, ransomware i spyware. **Virus** je vrsta zlonamernog softvera koji se pričvršćuje na legitiman program ili datoteku i širi se na druge programe i datoteke kada se zaraženi softver pokrene. Virusi mogu oštetiti ili izbrisati podatke, poremetiti rad sistema i proširiti se na druge sisteme putem priloga e-pošte, mrežnih veza ili prenosnih medija. Za razliku od virusa, **crvi** su samostalni zlonamerni softver koji se može samostalno umnožavati i širiti mrežama bez potrebe za spajanjem na glavni program. Crvi iskorišćavaju ranjivosti u operativnim sistemima ili aplikacijama za širenje, često izazivajući zagušenje mreže i preopterećenje sistema trošenjem propusnosti i resursa. **Trojanac** ili trojanski konj je zlonamerni softver prerušen u legitimni softver. Korisnici ga instaliraju, verujući da je bezopasan ili koristan program. **Ransomware** je vrsta zlonamernog softvera koji šifrira podatke žrtve, čineći ih nedostupnima dok se napadaču ne plati otkupnina. Ransomware napadi mogu biti razorni, dovesti do značajnog gubitka podataka i operativnih poremećaja ako se ne plati otkupnina ili ako nisu dostupne sigurnosne kopije. **Spyware** je zlonamerni softver dizajniran za prikupljanje informacija o osobi ili organizaciji bez njihovog znanja. Može prikupljati različite vrste podataka, kao što su informacije o pritisnutim tipkama, navike pregledavanja i lične informacije, i prenositi te podatke trećoj strani.

Druga vrsta prijetnje je **phishing**. Kosinski (2024) objašnjava da phishing napadi uključuju lažnu e-poštu, SMS-ove, pozive ili web-stranice osmišljene kako bi prevarili pojedince da otkriju lične podatke ili preuzmu zlonamerni softver. Ovi napadi iskorišćavaju ljudske greške i poverenje, što ih čini vrlo učinkovitim. Kako bi se borile protiv krađe identiteta, organizacije moraju koristiti napredne alate za otkrivanje pretnji i osigurati snažnu obuku zaposlenih kako bi uspešno prepoznali te prevare i odgovorili na njih.



Phishing je vodeći uzrok curenja podataka, s udelom od 16% i košta organizacije u prosjeku 4,76 miliona dolara po štetnom događaju (Kosinski, 2024).

Četiri su osnovne vrste phishinga (Forbes, 2024):

- **E-mail phishing:** korišćenje e-pošte za krađu osjetljivih informacija. Napadači mogu ciljati veliku publiku predstavljajući se kao renomirane organizacije.



- **Spear phishing:** slanje individualizovanih e-poruka, SMS-ova ili telefonskih poziva s namerom pristupa računarskim sistemima ili osetljivim informacijama. Kada koriste ovu tehniku, napadači obično koriste podatke iz otvorenih baza podataka, društvenih medija ili ranijih curenja, kako bi pojačali svoju legitimnost.
- **Whaling:** fokusiran je na visoko rangirano ili više osoblje, uključujući referente za finansije i izvršne direktore. Napadači šalju vrlo uverljive, dobro prilagođene poruke kako bi dobili osetljive podatke i informacije od preduzeća.
- **Vishing:** telefoniranje ili ostavljanje govorne pošte pod maskom pouzdanog izvora. Cilj je doći do bankarskih računa, iskoristiti lične podatke i ukrasti novac.

Insajderske pretnje su sigurnosni rizici koji nastaju unutar organizacije. To mogu biti zaposleni, izvođači ili poslovni partneri koji imaju pristup sistemima i podacima organizacije. Ove pretnje mogu biti posebno opasne jer insajderi često imaju legitiman pristup osetljivim informacijama i sistemima, što otežava otkrivanje njihovih zlonamernih aktivnosti (TechTarget, 2024).

Druga vrsta pretnje su napadi **distribuiranog uskraćivanja usluge** (eng. Distributed Denial-of-Service - DDoS). Cilj im je poremetiti normalan promet ciljanog servera, usluge ili mreže preplavljajući ih internetskim prometom. To se postiže korišćenjem više kompromitovanih računarskih sistema kao izvora napada generisanjem prometa. Kada ti uređaji, često distribuirani globalno, istovremeno šalju brojne zahteve meti, troše njegovu dostupnu propusnost i resurse, što dovodi do prekida usluge i sprečava legitimne korisnike da pristupe usluzi (TechTarget, 2024).

Internetske sigurnosne pretnje usko su povezane s delovanjem hakera, koji iskorišćavaju ranjivosti u sistemima u razne zlonamerne svrhe. Prema Grubbu (2021), hakeri se često kategorizuju na osnovu njihovih namera i metoda. Dve osnovne kategorije su *white hat* hakeri i *black hat* hakeri. **White hat hakeri**, takođe poznati kao etički hakeri, koriste svoje veštine u odbrambene svrhe. Rade na zaštiti organizacija od kibernetičkih pretnji identifikovanjem i popravljanjem sigurnosne ranjivosti pre nego što ih zlonamerni hakeri iskoriste. **Black hat hakeri**, nasuprot tome, učestvuju u ilegalnim aktivnostima sa zlom namerom. Iskorišćavaju sigurnosne propuste za ličnu korist, što može uključivati krađu podataka, širenje zlonamernog softvera ili izazivanje poremećaja.



Ključna odbrana od pretnji informacione sigurnosti je korišćenje jakih lozinki. Jake lozinke, koje bi trebale biti složene i jedinstvene za svaki račun, značajno smanjuju rizik od neovlašćenog pristupa.

Tabela 10.1 pokazuje vreme koje je potrebno hakeru da dođe do lozinke, prema istraživanju koje je sproveo Hive Systems (2024).

Tabela 10.1 Vreme potrebno hakeru da dođe do lozinke u 2024. godini

Broj znakova	Samo brojevi	Mala slova	Velika i mala slova	Brojevi, velika i mala slova	Brojevi, velika i mala slova, simboli
4	Odmah	Odmah	3 sec	6 sec	9 sec
5	Odmah	4 sec	2 min	6 min	10 min
6	Odmah	2 min	2 sata	6 sati	12 sati
7	4 sec	50 min	4 days	2 tjedna	1 mjesec
8	37 sec	22 sata	8 mjeseci	3 god	7 god
9	6 min	3 tjedna	33 god	161 god	479 god
10	1 sat	2 god	1.000 god	9.000 god	33.000 god
11	10 sati	44 god	89.000 god	618.000 god	2 mil. god
12	4 dana	1.000 god	4 mil god	38 mil god	164 mil. god
13	1 mjesec	29.000 god	241 mil god	2mlrd god	11mlrd god
14	1 god	766.000 god	12mlrd god	147mlrd god	805mlrd god
15	12 god	19 mil god	652 mlrd god	9tn god	56tn god
16	119 god	517 mil god	33tn god	566tn god	3qd god
17	1.000 god	13 mlrd god	1qd god	35qd god	276qd god
18	11.000 god	350 mlrd god	91qd god	2qn god	19qn god

Izvor: Autor, prema Hive Systems (2014).

Razumevanje različitih vrsta pretnji informacionoj sigurnosti, kao što su phishing napadi, zlonamerni softver i DDoS napadi, naglašava kritičnu potrebu za snažnim merama kibernetičke sigurnosti. Ove pretnje predstavljaju značajne rizike za lične podatke, finansijske informacije i organizacioni integritet. Zbog toga postaje neophodno usvojiti sveobuhvatne sigurnosne strategije. Sledeće potpoglavlje predstavlja predloge za održavanje jake internetske sigurnosti, uključujući praktične savete koje ljudi i institucije mogu koristiti za zaštitu svojih digitalnih izvora.

10.2.3. Smernice za informacionu sigurnost

Velik broj sigurnosnih rizika, poput krađe identiteta i zlonamernog softvera, mogu se u velikoj meri minimizirati njihovim razumevanjem i primenom u praksi. Postoji nekoliko najvažnijih preporuka za osiguranje informacione sigurnosti (Rubenking i Duffy, 2023; NSW Government, n.d.; Kaspersky, n.d.b):



- **Koristite jake lozinke:** koristite složene lozinke kombinujući slova, brojeve i simbole za svaki korisnički račun. Izbegavajte korišćenje informacija koje je lako pogoditi poput rođendana. Koristite menadžer lozinki za sigurno čuvanje i upravljanje lozinkama.
- Ako je moguće, **omogućite multifaktorsku autentikaciju** (MFA): dodajte dodatni sloj sigurnosti zahtevajući dve ili više metoda verifikacije za pristup vašim računima, poput lozinke i jednokratnog koda poslatog na vaš telefon.
- **Održavajte softver ažuriranim:** redovno ažurirajte svoje operativne sisteme, pretraživače i aplikacije kako biste popravili sigurnosne propuste. Omogućite automatsko ažuriranje kad god je to moguće kako biste bili sigurni da ste uvek zaštićeni od najnovijih pretnji.
- **Budite svesni phishing prevara:** nemojte klikati na linkove ili preuzimati priloge iz nepoznatih ili sumnjivih poruka e-pošte. Proverite podatke pošiljaoca i potražite znakove krađe identiteta, kao što su pravopisne greške ili hitni zahtevi za ličnim podacima.
- **Koristite sigurne veze:** osigurajte da je vaša internetska veza sigurna korišćenjem virtuelnih privatnih mreža (VPN) i izbegavajte javni Wi-Fi za osetljive aktivnosti poput internetskog bankarstva. U URL adresu uvek tražite "https://" , što ukazuje na sigurnu vezu.
- **Redovno sigurnosno kopirajte podatke:** redovno sigurnosno kopirajte svoje podatke na spoljne diskove ili usluge memorisanja u oblaku. Ova praksa osigurava da možete vratiti svoje podatke u slučaju kvara hardvera, krađe ili napada ransomwarea.
- **Instalirajte antivirusni softver:** koristite renomirani sigurnosni softver za otkrivanje, sprečavanje i uklanjanje zlonamernog softvera. Redovno ažurirajte antivirusni softver i redovno skenirajte kako biste bili sigurni da je vaš sistem čist.
- **Redovno nadzirite račune:** često proveravajte svoje finansijske račune kako biste na vreme uočili bilo kakve neovlašćene aktivnosti. Postavite upozorenja za neobične transakcije i odmah prijavite bilo kakvo sumnjivo ponašanje svom provajderu usluga.

Razumevanjem etičkih implikacija rukovanja podacima i prepoznavanjem sigurnosnih pretnji koje postoje, pojedinci i organizacije mogu razviti učinkovite strategije za zaštitu osetljivih informacija. Od uspostavljanja etičkih smernica i korišćenja jakih, jedinstvenih lozinki do implementacije naprednih sigurnosnih mera i informisanja o potencijalnim pretnjama, ove prakse zajedno osiguravaju integritet, poverljivost i dostupnost podataka. Davanjem prioriteta



etici podataka i robusnim sigurnosnim protokolima može se stvoriti sigurnije i pouzdanije digitalno okruženje.

LITERATURA

1. Atlan (2023). Data Ethics Unveiled: Principles & Frameworks Explored [dostupno na: <https://atlan.com/data-ethics-101/>, pristupljeno May 17, 2024]
2. Basl, J., Sandler, R. & Tiell, S. (2021). Getting from commitment to content in AI and data ethics: Justice and explainability. Atlantic Council [dostupno na: <https://www.atlanticcouncil.org/in-depth-research-reports/report/specifying-normative-content/>, pristupljeno May 17, 2024]
3. Cepelak, C. (2023). What is Data Ethics? Datacamp [dostupno na: <https://www.datacamp.com/blog/introduction-to-data-ethics>, pristupljeno May 14, 2024]
4. CISCO (n.d.). What Is Information Security? [dostupno na: <https://www.cisco.com/c/en/us/products/security/what-is-information-security-infosec.html>, pristupljeno May 20, 2024]
5. Cognizant (n.d.). Data ethics [dostupno na: <https://www.cognizant.com/us/en/glossary/data-ethics>, pristupljeno May 14, 2024]
6. Cote (2021). 5 Principles of Data Ethics for Business. Harvard Business School Online [dostupno na: <https://online.hbs.edu/blog/post/data-ethics>, pristupljeno May 17, 2024]
7. Cybernews (2022). World Economic Forum finds that 95% of cybersecurity incidents occur due to human error [dostupno na: <https://cybernews.com/editorial/world-economic-forum-finds-that-95-of-cybersecurity-incidents-occur-due-to-human-error/>, pristupljeno May 21, 2024]
8. ESET (n.d.). 5 scary data breaches that shook the world [dostupno na: <https://www.eset.com/in/about/newsroom/corporate-blog/corporate-blog/eset-5-scary-data-breaches-that-shook-the-world/>, pristupljeno May 21, 2024]
9. Federal Trade Commission (2022). Equifax Data Breach Settlement [dostupno na: <https://www.ftc.gov/enforcement/refunds/equifax-data-breach-settlement>, pristupljeno May 20, 2024]



10. Forbes (2024). Cybersecurity Stats: Facts And Figures You Should Know [dostupno na: <https://www.forbes.com/advisor/education/it-and-tech/cybersecurity-statistics/>, pristupljeno May 24, 2024]
11. Fortinet (n.d.). What Is A Data Breach? [dostupno na: <https://www.fortinet.com/resources/cyberglossary/data-breach>, pristupljeno May 21, 2024]
12. Fruhlinger, J. (2020). What is information security? Definition, principles, and jobs. CSO [dostupno na: <https://www.csoonline.com/article/568841/what-is-information-security-definition-principles-and-jobs.html>, pristupljeno May 20, 2024]
13. Gov.uk (2020). Data Ethics Framework: glossary and methodology [dostupno na: <https://www.gov.uk/government/publications/data-ethics-framework/data-ethics-framework-glossary-and-methodology>, pristupljeno May 14, 2024]
14. Grubb, S. (2021). How Cybersecurity Really Works: A Hands-on Guide for Total Beginners. No starch press.
15. Guzman, L. & Dyer, S. (2020). Ten questions we're asking about ethics, data, and open source research. Amnesty International [dostupno na: <https://citizenevidence.org/2020/11/10/ethics-data-open-source/>, pristupljeno May 17, 2024]
16. Hill, M. & Swinhoe, D. (2022). The 15 biggest data breaches of the 21st century. CSO Online [dostupno na: <https://www.csoonline.com/article/534628/the-biggest-data-breaches-of-the-21st-century.html>, pristupljeno May 21, 2024]
17. Hive Systems (2024). Are Your Passwords in the Green? [dostupno na: https://www.hivesystems.com/blog/are-your-passwords-in-the-green?utm_source=tabletext, pristupljeno May 24, 2024]
18. Kaspersky (n.d.a). How Data Breaches Happen & How to Prevent Data Leaks [dostupno na: <https://www.kaspersky.com/resource-center/definitions/data-breach>, pristupljeno May 21, 2024]
19. Kaspersky (n.d.b). Top 15 internet safety rules and what not to do online [dostupno na: <https://www.kaspersky.com/resource-center/preemptive-safety/top-10-preemptive-safety-rules-and-what-not-to-do-online>, pristupljeno May 25, 2024]
20. Kerner, S. M. (2022). Colonial Pipeline hack explained: Everything you need to know. TechTarget [dostupno na: <https://www.techtarget.com/whatis/feature/Colonial-Pipeline-hack-explained-Everything-you-need-to-know>, pristupljeno May 20, 2024]



21. Kim, D. & Solomon, M. G. (2018). Fundamentals of Information Systems Security, 3rd Edition. Jones & Bartlett Learning.
22. Knight, M. (2021). What Is Data Ethics?. Dataversity [dostupno na: <https://www.dataversity.net/what-are-data-ethics/>, pristupljeno May 14, 2024]
23. Kosinski, M. (2024). What is a phishing attack? IBM [dostupno na: <https://www.ibm.com/topics/phishing>, pristupljeno May 24, 2024]
24. McKinsey (2022). Data ethics: What it means and what it takes [dostupno na: <https://www.mckinsey.com/capabilities/mckinsey-digital/our-insights/data-ethics-what-it-means-and-what-it-takes>, pristupljeno May 14, 2024]
25. National Institute of Standards and Technology (NIST) (n.d.). Information security [dostupno na: https://csrc.nist.gov/glossary/term/information_security, pristupljeno May 20, 2024]
26. NSW Government (n.d.). 10 Tips for Cyber Security [dostupno na: <https://www.digital.nsw.gov.au/sites/default/files/2022-09/top-10-cyber-security-tips.pdf>, pristupljeno May 25, 2024]
27. O'Reilly (2018). Case studies in data ethics [dostupno na: <https://www.oreilly.com/content/case-studies-in-data-ethics/>, pristupljeno May 17, 2024]
28. PR Newswire (2018). New Survey Finds Deep Consumer Anxiety over Data Privacy and Security [dostupno na: <https://www.prnewswire.com/news-releases/new-survey-finds-deep-consumer-anxiety-over-data-privacy-and-security-300630067.html>, pristupljeno May 20, 2024]
29. Rubenking, N. J. & Duffy, J. (2023). 12 Simple Things You Can Do to Be More Secure Online. PC mag [dostupno na: <https://www.pcmag.com/how-to/12-simple-things-you-can-do-to-be-more-secure-online>, pristupljeno May 25, 2024]
30. TechTarget (2024). Top 10 types of information security threats for IT teams [dostupno na: <https://www.techtarget.com/searchsecurity/feature/Top-10-types-of-information-security-threats-for-IT-teams>, pristupljeno May 24, 2024]



POPIS TABELA

Tabela 1.1 Primeri kardinalnosti.....	12
Tabela 5.1 Vrste događaja	59
Tabela 5.2 Primer dnevnika događaja.....	65
Tabela 10.1 Vreme potrebno hakeru da dođe do lozinke u 2024. godini	134

POPIS SLIKA

Slika 1.1 DIKW piramida	5
Slika 1.2 Osnovni tipovi podataka	8
Slika 1.3 Arhitektura podataka kao temelj uspješne poslovne inteligencije	9
Slika 1.4 Primer tabele u RDBMS.....	10
Slika 1.5 Primeri odnosa među entitetima	11
Slika 1.6 Primer ERD-a za sistem prodaje	12
Slika 2.1 Evolucija logistike, SCM-a i BDA.....	22
Slika 2.2 Trendovi, alati i koristi SCA	23
Slika 2.3 Evolucija logistike i lanca snabdevanja	25
Slika 2.4 Potražnja za unapred narezanim salamama u razdoblju od 2015.-2022.	26
Slika 2.5 Agregacija potražnje kroz različite vremenske periode	27
Slika 2.6 Empirijska distribucija potražnje	28
Slika 3.1 Međuindustrijski standardni proces za rudarenje podataka (CRISP-DM)	33
Slika 3.2 Principi izvlačenja znanja iz podataka.....	35
Slika 3.3 Koraci u sprovođenju Delphi metode.....	37
Slika 3.4 Zadaci rudarenja podataka.....	39
Slika 3.5 Koraci koji čine KDD proces	40
Slika 4.1 Klasično programiranje vs. treniranje sistema pomoću ML-a	44
Slika 4.2 Arhitektura Microsoft business intelligence	46
Slika 4.3 Koraci za analizu podataka pomoću ML-a u R Serveru	46
Slika 4.4 Protok ML podataka i znanja za kompaniju Equilibrium AI.....	48
Slika 4.5 Tipični deo vizualizacije ML platforme u lancima snabdevanja	50



Slika 4.6 Prikaz kompromisa između fleksibilnosti i interpretabilnosti, korišćenjem različitih ML metoda.....	51
Slika 4.7 Statističke karakteristike proizvoda u lancu snabdevanja hranom (sažeto za sve proizvode)	52
Slika 5.1 BPM životni ciklus.....	57
Slika 5.2 Oznake za početni, intermedijarni i završni događaj	59
Slika 5.3 Zadatak i potproces.....	60
Slika 5.4 Odluke OR, XOR i AND	61
Slika 5.5 Primer korišćenja OR odluke	61
Slika 5.6 Sekvencijalni tok, tok poruka i asocijacija	62
Slika 5.7 Bazen i staze	63
Slika 5.8 Objekti podataka.....	63
Slika 5.9 Skladište podataka	64
Slika 5.10 Anotacija	64
Slika 5.11 Upravljanje poslovnim procesima vs. Rudarenje procesa.....	65
Slika 6.1 Razlika između nezavisnih odeljenja i odeljena koja dele zajedničku centralnu bazu podataka	70
Slika 6.2 Veza između ERP-a, WMS-a i TMS-a	79
Slika 8.1 Komponente GIS-a.....	96
Slika 8.2 GIS slojevi	97
Slika 8.3 Vektorski (levo) i rasterski (desno) podaci	98
Slika 9.1 Blizina kao načelo Gestalt teorije	108
Slika 9.2 Sličnost kao načelo Gestalt teorije	108
Slika 9.3 Ograđenost kao načelo Gestalt teorije.....	108
Slika 9.4 Zatvaranje kao načelo Gestalt teorije	109
Slika 9.5 Kontinuitet kao načelo Gestalt teorije.....	109
Slika 9.6 Povezanost kao načelo Gestalt teorije	109
Slika 9.7 Korišćenje atributa za privlačenje pažnje u vizualizaciji podataka.....	110
Slika 9.8 Vrste atributa za privlačenje pažnje u vizualizaciji podataka	110
Slika 9.9 Jednostavan tekst u vizualizaciji	112
Slika 9.10 Stubičasti grafikon u vizualizaciji	113
Slika 9.11 Linijski grafikon u vizualizaciji	114
Slika 9.12 Površinski grafikon u vizualizaciji.....	114
Slika 9.13 Dijagram raspršenosti u vizualizaciji	115



Slika 9.14 Kartogram u vizualizaciji	116
Slika 9.15 Toplotna karta u vizualizaciji	116
Slika 9.16 Bullet grafikon u vizualizaciji.....	117
Slika 9.17 Kombinacije boja.....	119
Slika 9.18 Scheme boja.....	119
Slika 10.1 5C etike podataka	124
Slika 10.2 CIA trougao	128



Doc. dr Dario Šebalj,

Docent na Ekonomskom fakultetu u Osijeku, na Katedri za kvantitativne metode i informatiku. Predaje predmete iz oblasti upravljanja poslovnim procesima, upravljanja ICT projektima, poslovne analize i e-logistike. Objavio je više od 20 naučnih radova u časopisima i zbornicima međunarodnih konferencija. Bio je izvršni urednik časopisa Ekonomski vjesnik od 2020. do 2023. godine, kao i sekretar udruženja Alumni EFOS od 2017. do 2019. godine. Radio je kao istraživač na dva Erasmus+ projekta, kao i na projektu Hrvatske zaklade za nauku.

ORCID: 0000-0002-8295-7847



Doc. dr Dejan Mirčetić,

Naučni saradnik u Istraživačko-razvojnom institutu za veštačku inteligenciju Srbije i docent na Fakultetu tehničkih nauka Univerziteta u Novom Sadu. Dr Dejan Mirčetić doktorirao je u oblasti prognoziranja potražnje i analitike lanca snabdevanja i autor je više od 70 naučnih radova, pri čemu je njegovo istraživanje prvenstveno usmereno na rešavanje stvarnih poslovnih i industrijskih izazova. Na Institutu za veštačku inteligenciju Srbije dr Mirčetić je zadužen za dizajn i razvoj AI rešenja za poslovne i industrijske potrebe. Trenutno vodi projekat ISIOP, koji je deo platforme AIPlan4EU u okviru programa istraživanja i inovacija Horizon 2020. Pored rada u oblasti upravljanja lancem snabdevanja, dr Mirčetić daje značajan doprinos primeni veštačke inteligencije u zdravstvu i prehrambenoj industriji, fokusirajući se na inovativne pristupe optimizaciji procesa i unapređenju efikasnosti.

ORCID: 0000-0002-1602-7908



Doc. dr Michał Adamczak,

Istraživač i nastavnik na Logističkoj školi u Poznaniu. Šef Katedre za logistiku na ovom univerzitetu. Član Upravnog odbora Poljskog logističkog udruženja. Specijalizovan je za menadžment, upravljanje zalihama, upravljanje lancem snabdevanja i upravljanje proizvodnjom. U svom radu koristi alate za analizu logističkih podataka, statističku analizu, modelovanje i simulaciju procesa, uključujući i tabelarne proračune u programu MS Excel. Autor je otvorenih i zatvorenih programa obuka iz navedenih oblasti. Realizovao je više desetina konsultantskih projekata za komercijalne i proizvodne kompanije. Glavni istraživač u brojnim projektima sprovedenim u okviru programa ERASMUS+. Autor je preko 100 naučnih publikacija u priznatim domaćim i stranim časopisima i učesnik brojnih međunarodnih konferencija.

ORCID: 0000-0003-4183-7264

BUSINESS ANALYTICS SKILLS FOR THE FUTURE- PROOF SUPPLY CHAINS