



6. Uvod u operaciona istraživanja



Operaciona istraživanja (engl. *operational research*; *US Air Force Specialty Code: Operations Analysis*), često skraćeno - OR, je disciplina koja se bavi razvojem i primenom analitičkih metoda za poboljšanje donošenja odluka. Povremeno se kao sinonim koristi pojam nauka o upravljanju.

OR metode se koriste za analizu kapaciteta resursa, uskih grla, vremena dostave i ciklusa, obrazaca potražnje, zaliha, distribucije resursa, održavanja, slanja operatera, mešanja proizvoda, izlaza proizvoda, pouzdanosti, korišćenja resursa, pravila i politika, rasporeda i produktivnosti otpreme, propusnosti procesa itd. (Ueda, 2010).

Koristeći tehnike iz drugih matematičkih nauka, kao što su modeliranje, statistika i optimizacija, operaciona istraživanja dolaze do optimalnih ili gotovo optimalnih rešenja za probleme donošenja odluka. Zbog svog naglaska na praktičnim primenama, operaciona istraživanja preklapaju se s mnogim drugim disciplinama, posebno industrijskim inženjerstvom i logistikom, što ga čini sastavnim delom njihovih sistema upravljanja znanjem (engl. *Knowledge Management Systems* - KMS).

6.1 Strateško logističko planiranje

Prema Robinsonu (2004) OR se uglavnom bavi interakcijom između planiranih tehničkih i ljudskih sistema. Karakteriše ih varijabilnost, međuzavisnost komponenti te strukturna i bihevioralna složenost. Da bi se upravljalo ovim karakteristikama, osmišljen je širok niz metoda za njihovo prikladno rešavanje kao celine. Koriste se u strateškom planiranju za:

- omogućavanje složene šta – ako analize;
- upravljanje složenošću: međuzavisnost + varijabilnost + dinamika;
- uključivanje manje troškova i smetnji u procesu nego eksperimentisanje sa stvarnim sistemom;
- fokus na detalje;



- poboljšanje razumevanja sistema;
- poboljšanje komunikacije između menadžmenta i stručnjaka.

Strateško logističko planiranje (slika 6.1) obuhvata sve aktivnosti koje je potrebno izvesti na strateškom, taktičkom i operativnom nivou kako bi se osiguralo upravljanje potpunim kvalitetom (engl. *Total Quality Management* - TQM) (Ciampa, 1992) i proizvodnja tačno na vreme (engl. *Just in Time* - JIT) (Britannica, 2023).



Slika 4.21 Strateško logističko planiranje.

6.2 Šest sigma



U strateškom logističkom planiranju referentni model SCOR (AIMS, 2021) pomaže kompanijama da procene i usavrše upravljanje lancem snabdevanja za pouzdanost, doslednost i učinkovitost. Prepoznaje 6 glavnih poslovnih procesa — planiranje, *sourcing*, proizvodnja, isporuka, povrat i omogućavanje.

SCOR proces planiranja obuhvata sve aktivnosti povezane s razvojem planova za upravljanje i poboljšanje lanca snabdevanja. Neprekidni napori da se postignu stabilni i predvidljivi rezultati procesa smanjenjem varijacija procesa (6-sigma) od vitalne su važnosti za poslovni uspeh.



DMAIC i DMADV

Proizvodni procesi (*sourcing*, proizvodnja, isporuka, omogućavanje, kao i upravljanje povratima) imaju karakteristike koje se mogu definisati, meriti, analizirati, poboljšati i kontrolisati. Stoga ove faze čine metodologiju upravljanja proizvodnim procesom, skraćeno DMAIC.

Neki praktičari kombinovali su ideje 6-sigma s *lean* proizvodnjom kako bi stvorili metodologiju nazvanu *Lean Six Sigma* (Wheat i dr., 2003). Metodologija *Lean Six Sigma* smatra *lean* proizvodnju (JIT proizvodnja), koja se bavi učinkovitošću procesa, i 6-sigmom, s fokusom na smanjenje varijacija i otpada, kao komplementarne discipline koje promovišu poslovnu i operativnu izvrsnost.

Metodologija DMADV (definiši, meri, analiziraj, dizajniraj i proveri), takođe poznata kao DFSS (engl. *Design for Six Sigma*, tj. Dizajn za šest sigma), u skladu je s KBE (engl. *Knowledge Based Engineering*, tj. Inženjering zasnovan na znanju). Faze DFSS metodologije (Chowdhury, 2002) su:

1. Definišite ciljeve dizajna koji su u skladu sa zahtevima kupaca i strategijom preduzeća.
2. Merite i identifikujte karakteristike koje su ključne za kvalitet (engl. *Critical to Quality* - CTQ), merite mogućnosti proizvoda, kapacitet proizvodnog procesa i merite rizike.
3. Analizirajte kako biste razvili i dizajnirali alternative.
4. Dizajnirajte poboljšanu alternativu, najprikladniju za analizu u prethodnom koraku.
5. Proverite dizajn, postavite probne radove, implementirajte proizvodni proces i predajte ga vlasniku (vlasnicima) procesa.

Projekti poboljšanja poslovanja *Six Sigma* (Tennant, 2001), inspirisani ciklusom „Planiraj–Radi–Proučavaj–Deluj” (engl. Plan–Do–Study–Act) W. Edwardsa Deminga (Tague, 2005), zavisno od svoje prirode, slede jednu od gore navedenih metodologija, a svaka ima pet faza:

1. DMAIC se koristi za projekte usmerene na poboljšanje postojećeg poslovnog procesa.



2. DMADV se koristi za projekte usmerene na stvaranje novih proizvoda ili dizajna procesa.

6.3 Poslovna inteligencija



Poslovna inteligencija (engl. *Business Intelligence* - BI) obuhvata sve strategije i tehnologije koje preduzeća koriste za analizu podataka o prošlim i trenutnim poslovnim informacijama (Tableau, 2023.). Podržavaju je sistemi upravljanja znanjem (KMS) koji predstavljaju deo logističkih informacionih sistema (engl. *Logistics Information Systems* - LIS) a koji stručnjacima iz različitih područja i na različitim nivoima menadžmenta omogućavaju savetovanje i podršku.

Poslovna analitika

Poslovna analitika (engl. *Business Analytics* - BA) je proces zasnovan na BI-u koji omogućava nove uvide u poslovni proces i bolje strateško odlučivanje za budućnost. Potiče iz procesa rudarenja podataka (engl. *Data Mining* - DM) koji je usmeren na pronalaženja anomalija, uzoraka i korelacija u većim skupovima podataka, kako bi se predvideli rezultati.

BA proces sadrži sledeće:

1. Agregacija podataka: pre analize, podaci se prvo moraju prikupiti, organizovati i filtrirati.
2. Rudarenje podataka: razvrstava velike skupove podataka koristeći baze podataka, statistiku i mašinsko učenje za prepoznavanje trendova i uspostavljanje odnosa.
3. Identifikacija pridruživanja i redosleda: identifikacija predvidljivih akcija koje se izvode zajedno s drugim akcijama ili slede jedna drugu.
4. Rudarenje tekstualnih podataka: istražuje i organizuje velike, nestrukturirane tekstualne skupove podataka u svrhu kvalitativne i kvantitativne analize.
5. Predviđanje: analizira istorijske podatke iz određenog perioda kako bi se napravile informisane procene koje su prediktivne u određivanju budućih događaja ili ponašanja.



6. Prediktivna analitika: prediktivna poslovna analitika koristi različite statističke tehnike za formiranje prediktivnih modela, koji izvlače informacije iz skupova podataka, identifikuju obrasce i daju prediktivnu ocenu za niz organizacionih ishoda.
7. Optimizacija: nakon što se identifikuju trendovi i naprave predviđanja, kompanije mogu koristiti simulacione tehnike za testiranje najboljih scenarija.
8. Vizualizacija podataka: pruža vizualne prikaze kao što su dijagrami i grafikoni za jednostavnu i brzu analizu podataka.

Planiranje prodaje i poslovanja

Planiranje prodaje i procesa (engl. *Sales and operations planning* - SOP) je fleksibilan alat za predviđanje i planiranje proizvodnih aktivnosti. SOP koraci:

1. plan prodaje,
2. plan proizvodnje i
3. planiranje kapaciteta.

SOP radi na podacima iz različitih izvora informacija u celoj kompaniji: prodaja, marketing, proizvodnja, računovodstvo, ljudski resursi i nabavka. Obično ih osiguravaju odgovarajuće službe pomoću sistema za planiranje resursa poduzeća (engl. *enterprise resource planning* - ERP).

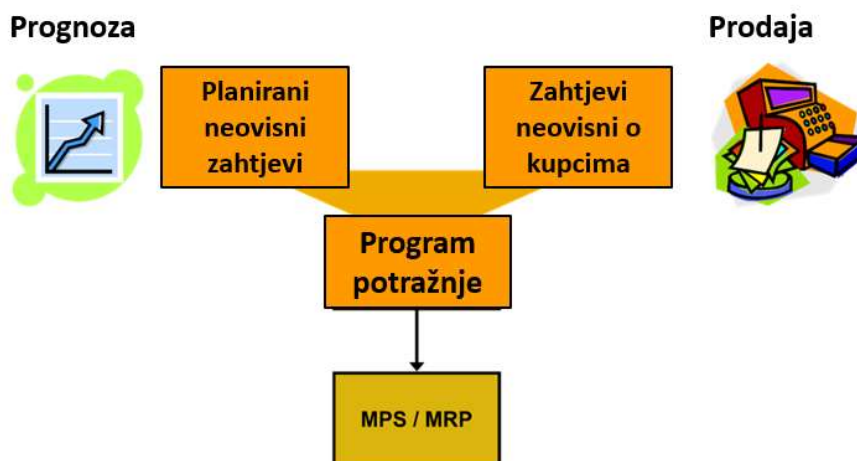
Dok SOP deluje na strateškom nivou, ERP deluje na taktičkom nivou logističkog informacionog sistema kompanije. Njima se pridružuje i *Demand Management* (upravljanje potražnjom) program koji povezuje strateško planiranje prodaje i procesa (SOP) i detaljno planiranje proizvodnje (*Master Production Scheduling* - glavno planiranje proizvodnje) i *Material Requirements Planning* - planiranje potreba za materijalima) na operativnom nivou. Ovde prethodno spomenuto planiranje i simulacija stupaju na scenu kako bi se napravio izvodljiv i optimalni plan proizvodnje.

Program upravljanja potražnjom (slika 6.2) sastoji se od dve vrste prognoza:

1. planirani nezavisni zahtevi (engl. *planned independent requirements* - PIR) od projektovanih količina prodaje na osnovu marketinga i



2. zahtevi nezavisni od kupaca (engl. *customer independent requirements* - CIR) iz podataka na osnovu postojećih i planiranih prodajnih naloga.



Slika 4.22Upravljanje potražnjom.

Primer SOP-a

Poduzeće u svojoj prodajnoj mreži trguje s više vrsta proizvoda. Prodajne transakcije unose se i čuvaju centralno, kako bi se moglo pratiti stanje zaliha, kao i izvršiti analiza prodaje za upravljanje potražnjom. Zapisuju se u CSV (engl. *Comma Separated Values*) formatu, koji je lako obraditi u ERP sistemu kompanije, kao i u službi za analitiku, koja koristi proračunske tabele.

U analizi prodaje, prodajne transakcije se inicijalno filtriraju kako bi se utvrdilo jesu li potpune i ispravno formatirane. Tek tada su spremni za statističku procenu, budući da bi u protivnom nedostajući ili loše oblikovani podaci mogli rezultovati pogrešnim tumačenjem rezultata.



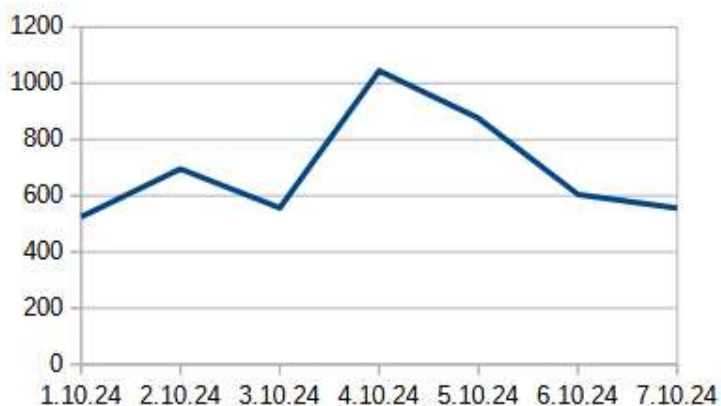
Datum	ID Prodavača	ID Kupca	ID Transakcije	ID Proizvoda	Cijena proizvoda
1.10.24	1	12	1	101	195,00 €
1.10.24	1	12	1	102	45,00 €
1.10.24	1	12	1	103	35,00 €
1.10.24	2	14	2	104	55,00 €
1.10.24	2	14	3	101	195,00 €
2.10.24	3	15	4	105	85,00 €
2.10.24	3	15	4	101	195,00 €
2.10.24	3	15	4	103	35,00 €
2.10.24	3	16	5	104	55,00 €
2.10.24	1	17	6	101	195,00 €
2.10.24	1	17	6	102	45,00 €
2.10.24	1	17	6	105	85,00 €
3.10.24	2	18	7	106	35,00 €
3.10.24	2	18	7	107	65,00 €
3.10.24	2	18	7	108	86,00 €
3.10.24	4	19	8	105	85,00 €
3.10.24	4	19	8	101	195,00 €
3.10.24	4	19	8	103	35,00 €
3.10.24	4	19	9	104	55,00 €
4.10.24	5	20	10	105	110,00 €
4.10.24	5	20	10	106	125,00 €
4.10.24	5	20	10	104	55,00 €
4.10.24	5	20	10	101	195,00 €
4.10.24	1	21	11	102	45,00 €
4.10.24	1	21	11	105	85,00 €
4.10.24	1	21	12	106	35,00 €
4.10.24	3	12	13	103	35,00 €
4.10.24	3	12	13	104	55,00 €
4.10.24	3	12	13	105	110,00 €
4.10.24	3	12	13	101	195,00 €
5.10.24	1	22	14	107	35,00 €
5.10.24	1	22	14	108	25,00 €

Slika 4.23 Podaci o nedeljnoj prodaji.

Uglavnom se analitikom omogućavaju različiti senzibilni uvidi u prikupljene "sirove podatke" (slika 6.3). To se može postići pivot tabelama koje omogućavaju grupisanje podataka prema odabranim atributima i sprovođenje statističke analize. U principu, bilo koji atribut (kolona) ulaznih podataka može se smatrati pivotom. Stoga često govorimo o više dimenzionoj "kocki podataka". Budući da ne možemo grafički prikazati više od dve ili tri dimenzije, najjednostavniji, ali obično najkorisniji, prikazi ulaznih podataka formiraju se od dva ili tri pivot atributa. Na osnovu zadatog uzorka podataka, u nastavku su navedeni neki primeri pivot tabela.



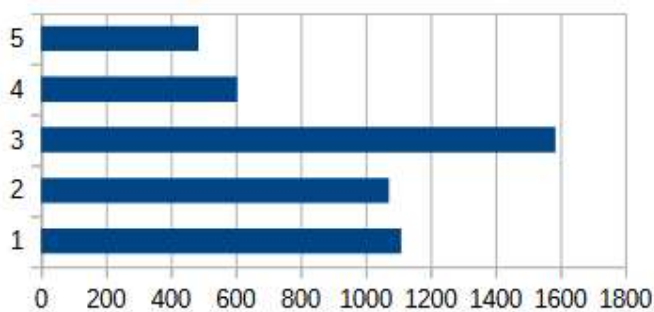
Date	Vsota - Product Price
1.10.24	525,00 €
2.10.24	695,00 €
3.10.24	556,00 €
4.10.24	1.045,00 €
5.10.24	875,00 €
6.10.24	605,00 €
7.10.24	556,00 €
Skupaj Rezul	4.857,00 €



Slika 4.24 Statistika prodaje po radnim danima.

Statistika prodaje po danima u nedelji ili mesecu (slika 6.4) omogućava uvid u sezonska kretanja.

Seller ID	Vsota - Product Price
1	1.110,00 €
2	1.072,00 €
3	1.585,00 €
4	605,00 €
5	485,00 €
Skupaj Rezul	4.857,00 €

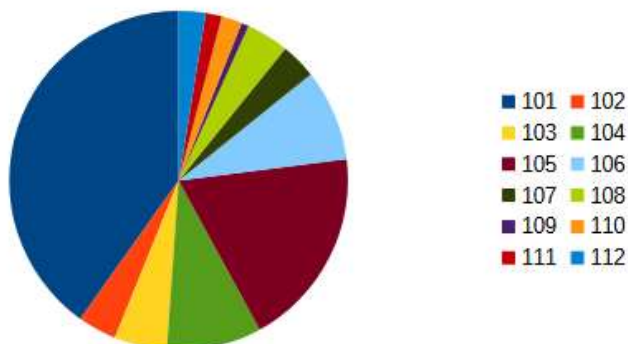


Slika 4.25 Statistika prodaje po prodajnim mestima.

Statistika prodaje po prodajnom mestu (slika 6.5) utvrđuje koji su prodajna mesta najzaposlenija i/ili ostvaruju najviše prihoda.



Product ID	Vsota - Product Price
101	1.950,00 €
102	180,00 €
103	245,00 €
104	440,00 €
105	925,00 €
106	425,00 €
107	165,00 €
108	197,00 €
109	35,00 €
110	95,00 €
111	75,00 €
112	125,00 €
Skupaj Rezult	4.857,00 €



Slika 4.26 Statistika prodaje po proizvodima.

Statistika prodaje po proizvodima (slika 6.6) određuje proizvode koji su najtraženiji ili predstavljaju značajan udeo u portfoliu.

Date	Seller ID	Customer ID	Transaction ID	Product ID	Vsota - Product Price
1.10.24	1	12	1	101	195,00 €
				102	45,00 €
				103	35,00 €
	2	14	2	104	55,00 €
				3	101
2.10.24	1	17	6	101	195,00 €
				102	45,00 €
				105	85,00 €
	3	15	4	101	195,00 €
				103	35,00 €
				105	85,00 €
				16	104
3.10.24	2	18	7	106	35,00 €
				107	65,00 €
				108	86,00 €
	4	19	8	101	195,00 €
				103	35,00 €
		9	104	55,00 €	



6.4 Sistemi za podršku odlučivanju



Sistemi za podršku odlučivanju (engl. *Decision Support System* - DSS) su interaktivni sistemi koji pomažu donosiocima odluka da koriste podatke i modele za rešavanje nestrukturiranih ili delomično struktuiranih problema. Ekspertski sistem (ES) je aplikacioni program ili okruženje, koje uspešno podržava rešavanje problema u specijalizovanom problemskom području, zahtevajući stručno znanje i veštine.

Uz statističke i simulacione metode koje se koriste u BA, DSS često uključuju modeli koji omogućavaju donošenje odluka, na osnovu skupa različitih kriterijuma. Ovi modeli mogu biti jednostavni (npr. tabele odlučivanja, stabla itd.) koji vode do jednog ispravnog rešenja. S druge strane, kada se radi o višestrukim (moguće suprotstavljenim) kriterijumima i višestrukim rešenjima, nužan je razrađeniji model. Prikladan model koji se često koristi u profesionalnom i privatnom životu je višekriterijumski model odlučivanja.

Višekriterijumsko odlučivanje

Višekriterijumsko odlučivanje (engl. *multi criteria decision making* - MCDM) ili analiza višekriterijumskog odlučivanja (engl. *multiple-criteria decision analysis* - MCDA) je poddisciplina OR-a koja eksplicitno procenjuje više (eventualno) suprotstavljenih kriterijuma u donošenju odluka nad skupom mogućih rešenja ili varijanti.

MCDM model odlučivanja sadrži sledeće:

- Kriterijum – parametri ulaznih varijanti, kritični za naš dizajn.
- Ponderi – relativna važnost odabranih kriterijuma.
- Funkcija korisnosti – funkcija koja kombinuje ponderisane parametre varijanti u upotrebljivu vrednost.
- Podaci – podaci koji predstavljaju varijante; unos podataka u naš MCDM model.

Vrste podataka u MCDM mogu biti:

- Kvantitativni – predstavljaju vrednosti koje se kao takve mogu uporediti.



- Kvalitativni – predstavljanje relativnih uporednih vrednosti (npr. visoka, prijatna, niska temperatura, itd.) koje je potrebno kvantifikovati kako bi se dobile jedinstvene vrednosti.
- Binarni – predstavljanje binarnih kriterijuma; svojstvo ispunjeno (1) ili ne (0).

Postupak višekriterijumskog odlučivanja:

1. Predstavljanje varijanti (V) njihovim karakterističnim parametrima (P): $\{V_i(P_{i,1}; P_{i,2}; \dots P_{i,n}); i=1\dots m\}$.
2. Normalizacija parametara izračunavanjem relativne lokalne ocene $p_{i,j}$ za svaki $P_{i,j}$ ($j=1\dots n$), u odnosu na maksimalnu vrednost j -tog parametra $P_{i,j}$ iz svih i uzoraka:
 - a) $p_{i,j} = P_{i,j} / \max \{P_{i,j}\}$ ako je veća vrednost $P_{i,j}$ korisnija.
 - b) $p_{i,j} = 1 - P_{i,j} / \max \{P_{i,j}\}$ ako je manja vrednost $P_{i,j}$ korisnija.
3. Ocene se ponderišu prema preferencijama: $x_{i,j} = p_{i,j} * U_j$ za svaki $j=1\dots n$, po ponderima U_j koje treba sabrati do 1, tj. 100%.
4. Ponderisane ocene svih varijanti se sabiraju: $X_i = \sum x_{i,j}$ za svaki $i=1\dots m$ kako bi se dobile kompozitne ocene prema našoj funkciji korisnosti.
5. Izabrana je najbolja varijanta $Y = \max \{X_i\}$.

Primer MCDM-a

Prilikom izbora nove opreme u preduzeću često moramo sprovesti višekriterijumsko odlučivanje. Razmotrimo primer izbora najisplativije (ispod 300 EUR) mobilne platforme s operativnim sistemom Android za našu kompaniju. U tabeli 6.1 navedeni su modeli koji su izabrani na osnovu upita među zaposlenima kako bi suzili naš asortiman. Za svaki od njih navedeni su parametri koji su odabrani kao najrelevantniji. U nastavku se podaci odabranih parametara normalizuju kako bi se dobile uporedive vrednosti, ponderišu se kako bi se naglasile značajnije vrednosti i sabiraju se kako bi se dobile ocene za odabrane uzorke.



Tabela 4.1 MCDM za isplativu Android mobilnu platformu.

PARAMETERS									
	Price (€)	Grade*	Performance			Properties			Camera
Model		(1-10)	proc.speed (GHz)	RAM (GB)	int.mem. (GB)	weight (g)	size (mm3)	bat.cap. (mAh)	(MP)
Honor Magic Lite 5	263 €	2	2,2	6	128	175	94344	5100	64
Honor X7a	210 €	2,5	2,3	4	128	196	106442	6000	50
Samsung A34	297 €	1,8	2,6	8	256	199	103300	5000	48
Redmi Note 12 Pro	240 €	1,9	2,6	6	128	187	99104	5000	50
Redmi Note 12 S	224 €	1,7	2,05	8	256	176	95715	5000	108

*Vir: www.testberichte.de

PARAMETER WEIGHS									
	Price (€)	Grade	Performance			Properties			Camera
			proc.speed (GHz)	RAM (GB)	int.mem. (GB)	weight (g)	size (mm3)	bat.cap. (mAh)	(MP)
			10 %	5 %	5 %	10 %	10 %	10 %	
Utež	20 %	10 %	20 %			30 %			20 %

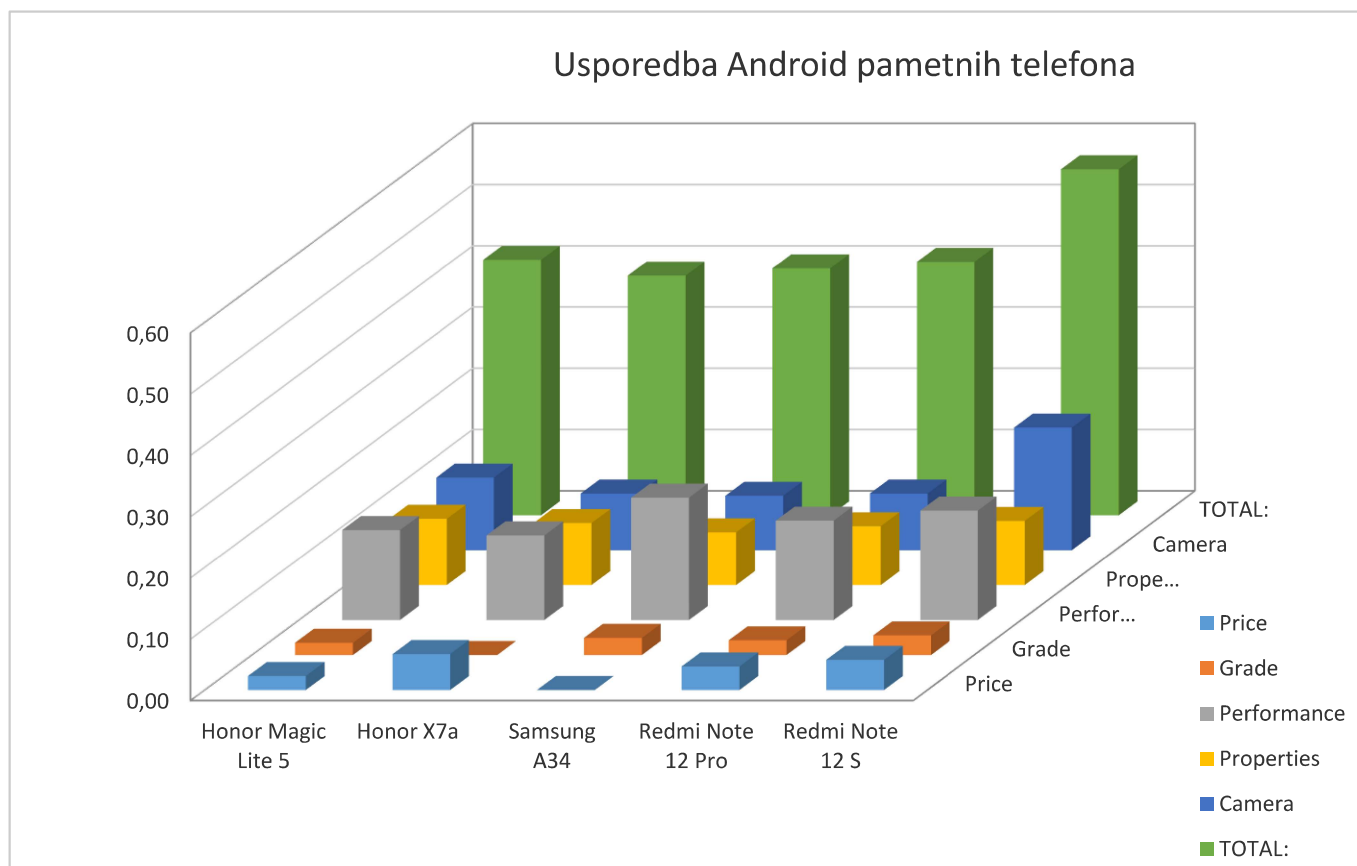
NORMALIZED PARAMETERS									
	Price (€)	Grade*	Performance			Properties			Camera
Model		(1-10)	proc.speed (GHz)	RAM (GB)	int.mem. (GB)	weight (g)	size (mm3)	bat.cap. (mAh)	(MP)
Honor Magic Lite 5	0,11	0,20	0,85	0,75	0,50	0,12	0,11	0,85	0,59
Honor X7a	0,29	0,00	0,88	0,50	0,50	0,02	0,00	1,00	0,46
Samsung A34	0,00	0,28	1,00	1,00	1,00	0,00	0,03	0,83	0,44
Redmi Note 12 Pro	0,19	0,24	1,00	0,75	0,50	0,06	0,07	0,83	0,46
Redmi Note 12 S	0,25	0,32	0,79	1,00	1,00	0,12	0,10	0,83	1,00

FINAL PARAMETER ASSESSMENT									
	Price (€)	Grade*	Performance			Properties			Camera
Model		(1-10)	proc.speed (GHz)	RAM (GB)	int.mem. (GB)	weight (g)	size (mm3)	bat.cap. (mAh)	(MP)
Honor Magic Lite 5	0,02	0,02	0,08	0,04	0,03	0,01	0,01	0,09	0,12
Honor X7a	0,06	0,00	0,09	0,03	0,03	0,00	0,00	0,10	0,09
Samsung A34	0,00	0,03	0,10	0,05	0,05	0,00	0,00	0,08	0,09
Redmi Note 12 Pro	0,04	0,02	0,10	0,04	0,03	0,01	0,01	0,08	0,09
Redmi Note 12 S	0,05	0,03	0,08	0,05	0,05	0,01	0,01	0,08	0,20

Krajnji rezultat naše analize je sažeta tabela (tabela 6.2) i eventualno grafikon (slika 6.8) koji ukratko prikazuju proces donošenja odluka i prezentuju najbolji izbor kao i prednosti i slabosti pojedinih varijanti. Često najbolje ocenjeni primerak nije onaj koji se najbolje pokazao u svim kategorijama, već onaj koji u proseku najbolje odgovara našim kriterijumima izbora, kao i odmeravanju parametara. To je ujedno i glavna snaga metode MCDM, budući da bi nas izbor prema bilo kojem pojedinačnom parametru mogao dovesti u zabludu.

Tabela 4.2 MCDM sažetak za naš primer izbora mobilne platforme.

FINAL PARAMETER ASSESSMENT						
Model	Price	Grade	Performance	Properties	Camera	TOTAL:
Honor Magic Lite 5	0,02	0,02	0,15	0,11	0,12	0,42
Honor X7a	0,06	0,00	0,14	0,10	0,09	0,39
Samsung A34	0,00	0,03	0,20	0,09	0,09	0,40
Redmi Note 12 Pro	0,04	0,02	0,16	0,10	0,09	0,41
Redmi Note 12 S	0,05	0,03	0,18	0,10	0,20	0,56



Slika 4.28 Izbor najbolje mobilne platforme.

Najbolji izbor: 0,56 (Redmi Note 12 S).

6.5 Inženjerstvo zasnovano na znanju



Inženjerstvo zasnovano na znanju (engl. *Knowledge Based Engineering* - KBE) je inženjerska metodologija za sistemsku integraciju inženjerskog znanja u sistem dizajna (Andersson i dr., 2011).

Životni ciklus upravljanja iskustvom

Potreba za prikupljanjem, upravljanjem i korišćenjem znanja o dizajnu i automatiziranjem procesa koji su jedinstveni za proizvođačevo iskustvo razvoja proizvoda dovela je do razvoja tehnologije inženjerstva temeljenog na znanju (KBE) (Prasad, 2005). KBE je namijenjen obogaćivanju institucionalnog znanja upravljanjem iskustvom. Faze upravljanja iskustvom, prema (Anderssonu i dr, 2011) su:



1. Identifikovati: uočiti neusaglašenost sa željenim stanjem koja se pojavljuje u procesu proizvodnje zbog loše definisanog proizvoda ili procesa.
2. Uхватite: iskustvo sa svojim svojstvima je uhvaćeno.
3. Analizirati: napravljena je analiza osnovnog uzroka snimljenog iskustva kako bi se identifikovala odgovarajuća strategija lijeka i njezina ponovna uporaba kako bi se spriječile ponovne anomalije.
4. Sačuvati: uvidi iz analize arhiviraju se s iskustvom.
5. Tražiti i pronaći: iskustvo se traži i pronalazi.
6. Upotrebiti: koristi se element iskustva.
7. Ponovno korišćenje: zaključuje se ciklus upravljanja znanjem i započinje novi.

KBE je uopšteno dopunjeno drugim disciplinama, čije bliže razmatranje prelazi opseg ovog poglavlja:

- Računarima potpomognuto upravljanje projektima (PS).
- Računarima potpomognuto projektovanje (CAD), proizvodnja (CAM) i robotika (CIM).
- Računarsko simulaciono modeliranje i analiza (SMA).
- Računarima potpomognuto detaljno planiranje proizvodnje (MPS/MRP).

6.6 Zaključak

Kao što je predstavljeno u ovom poglavlju, glavne primene BI-a u korporativnom upravljanju odnose se na poslovnu analitiku (BA) i sisteme za podršku odlučivanju (DSS). Obično se nazivaju operacionim istraživanjima (OR). Uz osnovne BI tehnike, opisane u ovom poglavlju, u poglavljima 3 i 4 o upravljanju podacima i simulacionom modeliranju i analizi (SMA) data su neka dodatna razmatranja o prikupljanju podataka, manipulisanju i prezentiranju, koja takođe podržavaju donošenje odluka. Ukratko, BI aplikacije nalaze se u sistemima upravljanja znanjem (KMS), koji se sastoje od:

- sistema za podršku odlučivanju (DSS),
- poslovne analitike (BA) kao nadogradnje Data Mininga (DM) i



- inženjeringa zasnovanog na znanju (KBE) kao nadogradnja računarski potpomognutog inženjerstva (CAE).

Na osnovu BA, DSS i SMA rezultata osmišljena su iskustva koja unapređuju institucionalno znanje i konstituišu njihove ekspertske sisteme zasnovane na znanju (KBS). Kao što je pokazano u Gumzej i dr. (2023), KBE ih može upotrebiti za uvođenje načela „naučenih lekcija” u upravljanje poboljšanjima preduzeća putem strateškog planiranja logistike.

LITERATURA 6. POGLAVLJA

- AIMS (2021). SCOR - Supply Chain Operations Model. [available at: <https://aims.education/study-online/supply-chain-operations-reference-model-scor/>, access June 20, 2023]
- Ciampa, D. (1992). Total Quality: A User's Guide for Implementation, Addison-Wesley.
- Britannica, T. Editors of Encyclopaedia (2023). Just-in-time manufacturing, Encyclopedia Britannica. [available at: <https://www.britannica.com/topic/just-in-time-manufacturing>, access June 20, 2023]
- Tennant, G. (2001). SIX SIGMA: SPC and TQM in Manufacturing and Services, Gower Publishing, Ltd.
- Wheat B. & Mills C. & Carnell M. (2003). Leaning into Six Sigma: a parable of the journey to Six Sigma and a lean enterprise, McGraw-Hill.
- Tague, N.R. (2005). Plan-Do-Study-Act cycle, The quality toolbox (2nd ed.), ASQ Quality Press, pp. 390-392.
- Chowdhury, S. (2002). Design for Six Sigma: The revolutionary process for achieving extraordinary profits, Prentice Hall,
- Ueda, M. (2010). How to Market OR/MS Decision Support. International Journal of Applied Logistics (IJAL), 1(2), 23-36.
- Tableau (2023). Comparing Business Intelligence, Business Analytics and Data Analytics. [Available from: <https://www.tableau.com/learn/articles/business-intelligence/bi-business-analytics>, access June 20, 2023]
- Prasad, B. (2005). Knowledge Technology, What Distinguishes KBE From Automation. COE NewsNet – June 2005. [available at:



<https://web.archive.org/web/20120324223130/http://legacy.coe.org/newsnet/Jun05/knowledge.cfm>, access June 20, 2023]

- Robinson, S. (2004). *Simulation: The Practice of Model Development and Use*, Wiley.
- Gumzej, R., Kramberger, T., Dujak, D. (2023). A knowledge base for strategic logistics planning. In: Dujak, Davor (edt.). *Proceedings of the 23rd International Scientific Conference Business Logistics in Modern Management: October 5-6, 2023, Osijek, Croatia*. Osijek: Josip Juraj Strossmayer University of Osijek, Faculty of Economics and Business, pp. 317-330, illustr. *Business logistics in modern management* (Online). ISSN 1849-6148. <https://blmm-conference.com/past-issues/>.
- Andersson, P. & Larsson, T. & Ola, I. (2011). A case study of how knowledge based engineering tools support experience re-use. In *Research into Design – Supporting Sustainable Product Development*, Chakrabarti, A. (Edt.), Research Publishing, Indian Institute of Science, Bangalore, India.