



6. Uvod u operacijska istraživanja



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

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

Koristeći tehnike iz drugih matematičkih znanosti, kao što su modeliranje, statistika i optimizacija, operacijska istraživanja dolaze do optimalnih ili gotovo optimalnih rješenja za probleme donošenja odluka. Zbog svog naglaska na praktičnim primjenama, operacijsko istraživanje preklapa se s mnogim drugim disciplinama, posebice industrijskim inženjerstvom i logistikom, što ga čini sastavnim dijelom njihovih sustava 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 sustava. Karakterizira ih varijabilnost, međuovisnost među komponentama te strukturna i bihevioralna složenost. Da bi se upravljalo ovim karakteristikama, osmišljen je širok niz metoda za njihovo prikladno rješavanje kao cjeline. Koriste se u strateškom planiranju za:

- omogućavanje složene analize što ako;
- upravljanje složenošću: međuovisnost + varijabilnost + dinamika;
- uključivanje manje troškova i smetnji u procesu nego eksperimentiranje sa stvarnim sustavom;
- fokus na detalje;



- poboljšanje razumijevanja sustava;
- poboljšanje komunikacije između menadžmenta i stručnjaka.

Strateško logističko planiranje (slika 6.1) obuhvaća sve aktivnosti koje je potrebno izvesti na strateškoj, taktičkoj i operativnoj razini kako bi se osiguralo upravljanje potpunom kvalitetom (engl. *Total Quality Management* - TQM) (Ciampa, 1992) i proizvodnja točno na vrijeme (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 tvrtkama da procijene i usavrše upravljanje opskrbnim lancem za pouzdanost, dosljednost i učinkovitost. Prepoznaje 6 glavnih poslovnih procesa — planiranje, *sourcing*, proizvodnja, isporuka, povrat i omogućavanje.

SCOR proces planiranja obuhvaća sve aktivnosti povezane s razvojem planova za upravljanje i poboljšanje opskrbnog lanca. Kontinuirani napor da se postignu stabilni i predvidljivi rezultati procesa smanjenjem varijacija procesa (6-sigma) od vitalne su važnosti za poslovni uspjeh.



DMAIC i DMADV

Proizvodni procesi (*sourcing*, proizvodnja, isporuka, omogućavanje, kao i rukovanje povratima) imaju karakteristike koje se mogu definirati, mjeriti, analizirati, poboljšati i kontrolirati. Stoga ove faze čine metodologiju upravljanja proizvodnim procesom, skraćeno DMAIC.

Neki praktičari kombinirali 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-sigmu, s fokusom na smanjenje varijacija i otpada, kao komplementarne discipline koje promiču poslovnu i operativnu izvrsnost.

Metodologija DMADV (definiraj, mjeri, analiziraj, dizajniraj i provjeri), također poznata kao DFSS (engl. *Design for Six Sigma*, tj. hrv. Dizajn za šest sigma), u skladu je s KBE (engl. *Knowledge Based Engineering*, hrv. Inženjering temeljen na znanju). Faze DFSS metodologije (Chowdhury, 2002) su:

1. Definirajte ciljeve dizajna koji su u skladu sa zahtjevima kupaca i strategijom poduzeća.
2. Mjerite i identificirajte karakteristike koje su ključne za kvalitetu (engl. *Critical to Quality* - CTQ), mjerite mogućnosti proizvoda, kapacitet proizvodnog procesa i mjerite rizike.
3. Analizirajte kako biste razvili i dizajnirali alternative.
4. Dizajnirajte poboljšanu alternativu, najprikladniju za analizu u prethodnom koraku.
5. Provjerite dizajn, postavite probne radove, implementirajte proizvodni proces i predajte ga vlasniku (vlasnicima) procesa.

Projekti poboljšanja poslovanja *Six Sigma* (Tennant, 2001), inspirirani ciklusom „Planiraj–Radi–Proučavaj–Djeluj” (engl. Plan–Do–Study–Act) W. Edwardsa Deminga (Tague, 2005), ovisno o svojoj prirodi, slijede jednu od gore navedenih metodologija, a svaka ima pet faza:

1. DMAIC se koristi za projekte usmjerene na poboljšanje postojećeg poslovnog procesa.
2. DMADV se koristi za projekte usmjerene na stvaranje novih proizvoda ili dizajna procesa.



6.3 Poslovna inteligencija



Poslovna inteligencija (engl. *Business Intelligence* - BI) obuhvaća sve strategije i tehnologije koje poduzeća koriste za analizu podataka o prošlim i trenutnim poslovnim informacijama (Tableau, 2023.). Podržavaju ga sustavi upravljanja znanjem (KMS) koji predstavljaju dio logističkih informacijskih sustava (engl. *Logistics Information Systems* - LIS) koji stručnjacima iz različitih područja omogućavaju savjetovanje i podršku različitim razinama menadžmenta.

Poslovna analitika

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

BA proces sadrži sljedeće:

1. Agregacija podataka: prije analize, podaci se prvo moraju prikupiti, organizirati i filtrirati, bilo putem dobrovoljnih podataka ili transakcijskih zapisa.
2. Rudarenje podataka: razvrstava velike skupove podataka koristeći baze podataka, statistiku i strojno učenje za prepoznavanje trendova i uspostavljanje odnosa.
3. Identifikacija pridruživanja i slijeda: identifikacija predvidljivih radnji koje se izvode zajedno s drugim radnjama ili slijede jedna drugu.
4. Rudarenje tekstualnih podataka: istražuje i organizira velike, nestrukturirane tekstualne skupove podataka u svrhu kvalitativne i kvantitativne analize.
5. Predviđanje: analizira povijesne podatke iz određenog razdoblja kako bi se napravile informirane procjene koje su prediktivne u određivanju budućih događaja ili ponašanja.
6. Prediktivna analitika: prediktivna poslovna analitika koristi različite statističke tehnike za stvaranje prediktivnih modela, koji izvlače informacije iz skupova podataka, identificiraju obrasce i daju prediktivnu ocjenu za niz organizacijskih ishoda.



7. Optimizacija: nakon što se identificiraju trendovi i naprave predviđanja, tvrtke mogu koristiti tehnike simulacije 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 operacija (engl. *Sales and operations planning* - SOP) je fleksibilan alat za predviđanje i planiranje proizvodnih aktivnosti. SOP koraci:

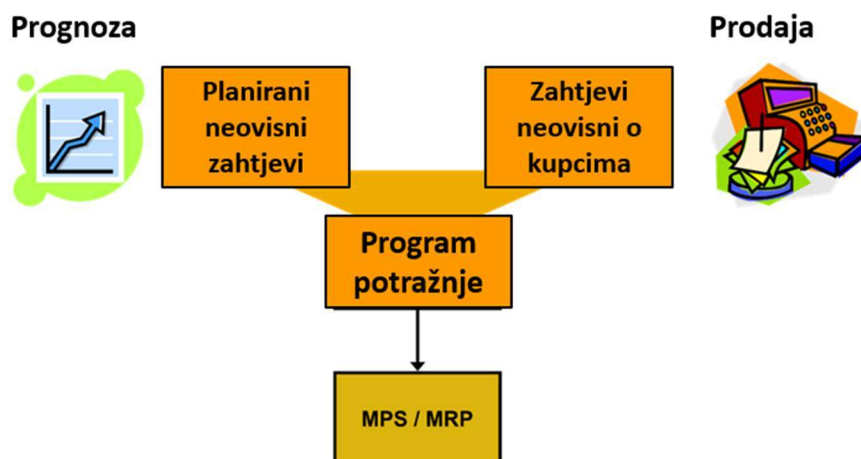
1. plan prodaje,
2. plan proizvodnje i
3. planiranje kapaciteta.

SOP radi na podacima iz različitih izvora informacija u cijeloj tvrtki: prodaja, marketing, proizvodnja, računovodstvo, ljudski resursi i nabava. Obično ih osiguravaju odgovarajući odjeli putem sustava za planiranje resursa poduzeća (engl. *enterprise resource planning* - ERP).

Dok SOP djeluje na strateškoj razini, ERP djeluje na taktičkoj razini logističkog informacijskog sustava tvrtke. Njima se pridružuje i *Demand Management* (upravljanje potražnjom) program koji povezuje strateško planiranje prodaje i operacija (SOP) i detaljno planiranje proizvodnje (*Master Production Scheduling* (hrv. glavno planiranje proizvodnje) / *Material Requirements Planning* (hrv. planiranje potreba za materijalima)) na operativnoj razini. Ovdje prije spomenuto planiranje i simulacija stupaju na scenu kako bi se napravio izvediv i optimalan plan proizvodnje.

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

1. planirani neovisni zahtjevi (engl. *planned independent requirements* - PIR) od projiciranih količina prodaje na temelju marketinga i
2. zahtjevi neovisni o kupcima (engl. *customer independent requirements* - CIR) iz podataka na temelju postojećih i planiranih prodajnih naloga.



Slika 4.22Upravljanje potražnjom.

Primjer SOP-a

Poduzeće trguje s nekoliko vrsta proizvoda u svojoj prodajnoj mreži. Prodajne transakcije pohranjuju se centralno kako bi se moglo pratiti stanje zaliha, kao i izvršiti analizu prodaje za upravljanje potražnjom. Zapisuju se u CSV (engl. *Comma Separated Values*) formatu, koji je lako obraditi u ERP sustavu tvrtke, kao i u odjelu za analitiku, koji koristi proračunske tablice.

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



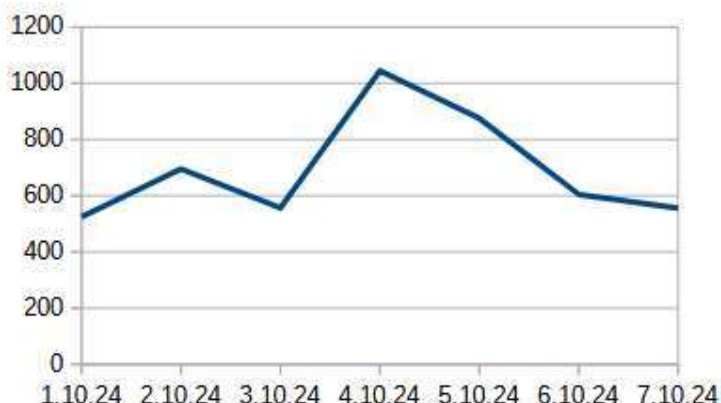
Datum	ID Prodavača	ID Kupca	ID Transakcije	ID Proizvoda	Cijena proizvoda
1.10.24	1	12	1	101	195,00 €
1.10.24	1	12	1	102	45,00 €
1.10.24	1	12	1	103	35,00 €
1.10.24	2	14	2	104	55,00 €
1.10.24	2	14	3	101	195,00 €
2.10.24	3	15	4	105	85,00 €
2.10.24	3	15	4	101	195,00 €
2.10.24	3	15	4	103	35,00 €
2.10.24	3	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 tjednoj prodaji.

Obično se analitikom omogućavaju različiti senzibilni uvidi u prikupljene "sirove podatke" (slika 6.3). To se može postići pivot tablicama koje omogućuju grupiranje podataka prema odabranim atributima i provođenje statističke analize. U principu, bilo koji atribut (stupac) ulaznih podataka može se smatrati pivotom. Stoga često govorimo o "podatkovnoj kocki" više dimenzija. Budući da ne možemo grafički prikazati više od dvije ili tri dimenzije, najjednostavniji, ali obično najkorisniji, prikazi ulaznih podataka formiraju se od dva ili tri pivot atributa. Na temelju zadanog uzorka podataka, u nastavku su navedeni neki primjeri pivot tablica.



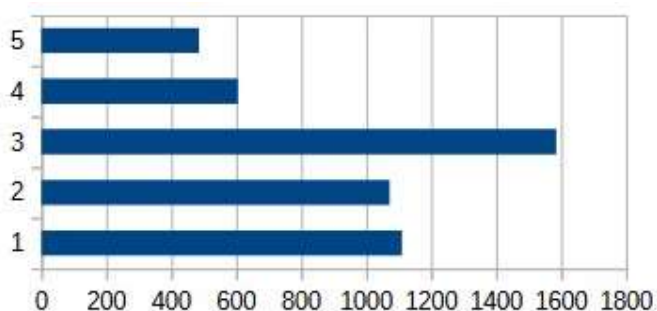
Date	Vsota - Product Price
1.10.24	525,00 €
2.10.24	695,00 €
3.10.24	556,00 €
4.10.24	1.045,00 €
5.10.24	875,00 €
6.10.24	605,00 €
7.10.24	556,00 €
Skupaj Rezul	4.857,00 €



Slika 4.24 Statistika prodaje po radnim danima.

Statistika prodaje po danima u tjednu ili mjesecu (slika 6.4) omogućuje uvid u sezonska kretanja.

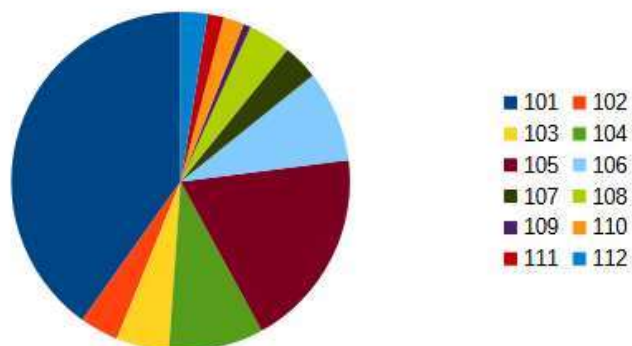
Seller ID	Vsota - Product Price
1	1.110,00 €
2	1.072,00 €
3	1.585,00 €
4	605,00 €
5	485,00 €
Skupaj Rezul	4.857,00 €



Slika 4.25 Statistika prodaje po prodajnim mjestima.

Statistika prodaje po prodajnom mjestu (slika 6.5) utvrđuje koji su uredi najzaposleniji 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 Rezul	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 udio u portfelju.

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

Slika 4.27 Pregled transakcija.

Pregled transakcija (slika 6.7) po danu, prodajnom uredu, transakciji i kupcu nudi strukturirani uvid u podatke koji je koristan prilikom rješavanja upita za određeni proizvod ili prodajnu transakciju.

6.4 Sustavi za podršku odlučivanju



Sustavi za podršku odlučivanju (engl. *Decision Support System* - DSS) su interaktivni sustavi koji pomaže donositeljima odluka da koriste podatke i modele za rješavanje nestrukturiranih ili djelomično strukturiranih problema. Ekspertni sustav (ES) je aplikacijski program ili okruženje, koje učinkovito podržava rješavanje problema u specijaliziranom problemskom području, zahtijevajući stručno znanje i vještine.

Uz statističke i simulacijske metode koje se koriste u BA, DSS često uključuje modele koji omogućuju donošenje odluka, na temelju skupa razlikovnih kriterija. Ovi modeli mogu biti jednostavni (npr. tablice odlučivanja, stabla itd.) koji vode do jednog ispravnog rješenja. S



druge strane, kada se radi o višestrukim (moguće sukobljenim) kriterijima i višestrukim rješenjima, nužan je razrađeniji model. Prikladan model koji se često koristi u profesionalnom i osobnom životu je višekriterijski model odlučivanja.

Višekriterijsko odlučivanje

Višekriterijsko odlučivanje (engl. *multi criteria decision making* - MCDM) ili analiza višekriterijskog odlučivanja (engl. *multiple-criteria decision analysis* - MCDA) poddisciplina je OR-a koja eksplicitno procjenjuje više (eventualno) sukobljenih kriterija u donošenju odluka nad skupom mogućih rješenja ili varijanti.

MCDM model odlučivanja sadrži sljedeće:

- Kriteriji – parametri ulaznih varijanti, kritični za naš dizajn.
- Ponderi – relativna važnost odabranih kriterija.
- Funkcija korisnosti – funkcija koja kombinira ponderirane parametre varijanti u vrijednost prikladnosti.
- Podaci – podaci koji predstavljaju varijante; unos podataka u naš MCDM model.

Vrste podataka u MCDM mogu biti:

- Kvantitativni – predstavljaju vrijednosti koje se kao takve mogu usporediti.
- Kvalitativni – predstavljanje relativnih usporednih vrijednosti (npr. visoka, ugodna, niska temperatura, itd.) koje je potrebno kvantificirati kako bi se dobile jedinstvene vrijednosti.
- Binarni – predstavljanje binarnih kriterija; svojstvo ispunjeno (1) ili ne (0).

Postupak višekriterijskog 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 ocjene $p_{i,j}$ za svaki $P_{i,j}$ ($j=1\dots n$), u odnosu na maksimalnu vrijednost j -tog parametra $P_{i,j}$ iz svih i uzoraka:
 - a) $p_{i,j} = P_{i,j} / \max \{P_{i,j}\}$ ako je veća vrijednost $P_{i,j}$ korisnija.
 - b) $p_{i,j} = 1 - P_{i,j} / \max \{P_{i,j}\}$ ako je manja vrijednost $P_{i,j}$ korisnija.



- Ocjene se ponderiraju prema preferencijama: $x_{i,j} = p_{i,j} * U_j$ za svaki $j=1...n$, po ponderima U_j koje treba zbrojiti do 1, tj. 100%.
- Ponderirane ocjene svih varijanti se zbrajaju: $X_i = \sum x_{i,j}$ za svaki $i=1...m$ kako bi se dobile kompozitne ocjene prema našoj funkciji korisnosti.
- Izabrana je najbolja varijanta $Y = \max \{X_i\}$.

Primjer MCDM-a

Prilikom odabira nove opreme u poduzeću često moramo provoditi višekriterijsko odlučivanje. Razmotrimo primjer odabira najisplativije (ispod 300 EUR) mobilne platforme s operativnim sustavom Android za našu tvrtku. U tablici 6.1 navedeni su primjerci koji su izabrani na temelju upita među zaposlenicima kako bi suzili naš asortiman. Za svaki od njih navedeni su parametri koji su odabrani kao najrelevantniji. U nastavku se podaci odabranih parametara normaliziraju kako bi se dobile usporedive vrijednosti, ponderiraju kako bi se naglasile značajnije vrijednosti i zbrajaju kako bi se dobile ocjene za odabrane uzorke.

Tablica 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

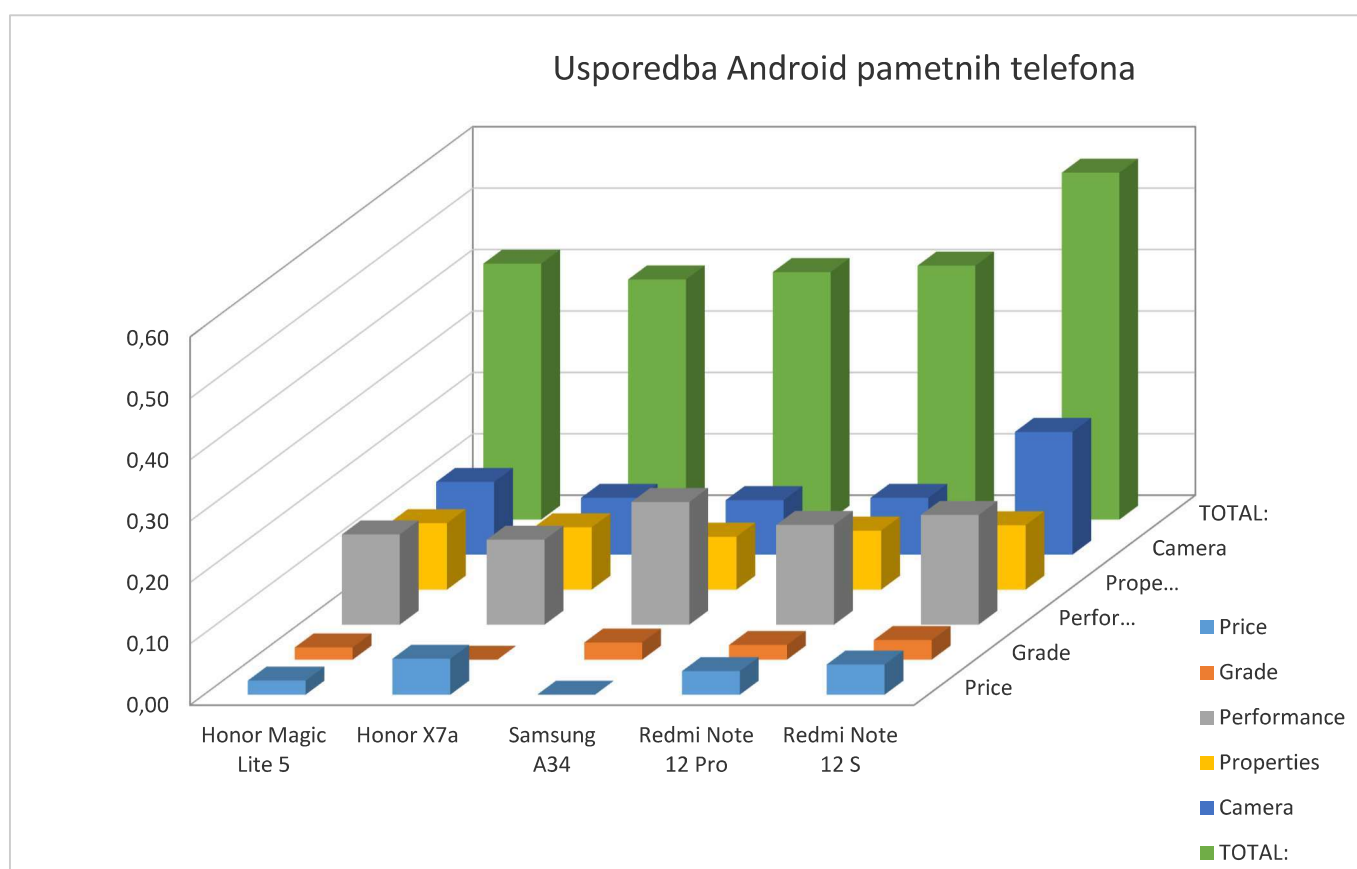
Krajnji rezultat naše analize je sažeta tablica (tablica 6.2) i eventualno grafikon (slika 6.8) koji ukratko prikazuju proces donošenja odluka i predstavlja najbolji izbor kao i prednosti i slabosti pojedinih varijanti. Često najbolje ocijenjeni primjerak nije onaj koji se najbolje pokazao u svim



kategorijama, već onaj koji u prosjeku najbolje odgovara našim kriterijima odabira, kao i vaganju parametara. To je ujedno i glavna snaga metode MCDM, budući da bi nas izbor prema bilo kojem pojedinačnom parametru mogao dovesti u zabludu.

Tablica 4.2MCDM sažetak za naš primjer odabira 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 temeljeno na znanju



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

Životni ciklus upravljanja iskustvom

Potreba za prikupljanjem, upravljanjem i korištenjem 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. Identificiraj: odabrana je nesukladnost sa željenim stanjem koja se pojavljuje u procesu proizvodnje zbog loše definiranog proizvoda ili procesa.
2. Uхвати: iskustvo sa svojim svojstvima je uhvaćeno.
3. Analizirajte: napravljena je analiza temeljnog uzroka snimljenog iskustva kako bi se identificirala odgovarajuća strategija lijeka i njezina ponovna uporaba kako bi se spriječile ponovne anomalije.
4. Pohrani: uvidi iz analize arhiviraju se s iskustvom.
5. Traži i dohvati: iskustvo se traži i dohvaća.
6. Upotreba: koristi se element iskustva.
7. Ponovno korištenje: zaključuje se ciklus upravljanja znanjem i započinje novi.

KBE je općenito dopunjeno daljnjim disciplinama, čije bliže razmatranje prelazi opseg ovog poglavlja:

- Računalno potpomognuto upravljanje projektima (PS).
- Računalno potpomognuto projektiranje (CAD), proizvodnja (CAM) i robotika (CIM).
- Računalno simulacijsko modeliranje i analiza (SMA).
- Računalno potpomognuto detaljno planiranje proizvodnje (MPS/MRP).



6.6 Zaključak

Kao što je predstavljeno u ovom poglavlju, glavne primjene BI-a u korporativnom upravljanju odnose se na poslovnu analitiku (BA) i sustave za podršku odlučivanju (DSS). Obično se nazivaju operacijskim istraživanjem (OR). Uz temeljne BI tehnike, opisane u ovom poglavlju, u poglavljima 3 i 4 o upravljanju podacima i simulacijskom modeliranju i analizi (SMA) dana su neka dodatna razmatranja o prikupljanju podataka, manipulaciji i prezentiranju, koja također podržavaju donošenje odluka. Ukratko, BI aplikacije nalaze se u sustavima upravljanja znanjem (KMS), koji se sastoje od:

- sustava za podršku odlučivanju (DSS),
- poslovne analitike (BA) kao nadogradnje Data Mininga (DM) i
- inženjeringa temeljenog na znanju (KBE) kao nadogradnja računalno potpomognutog inženjerstva (CAE).

Na temelju BA, DSS i SMA rezultata osmišljena su iskustva koja unapređuju institucionalno znanje i konstituiraju njihove ekspertne sustave temeljene na znanju (KBS). Kao što je pokazano u Gumzej i dr. (2023), KBE ih može upotrijebiti za uvođenje načela „naučenih lekcija” u upravljanje poboljšanjima poduzeća 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.