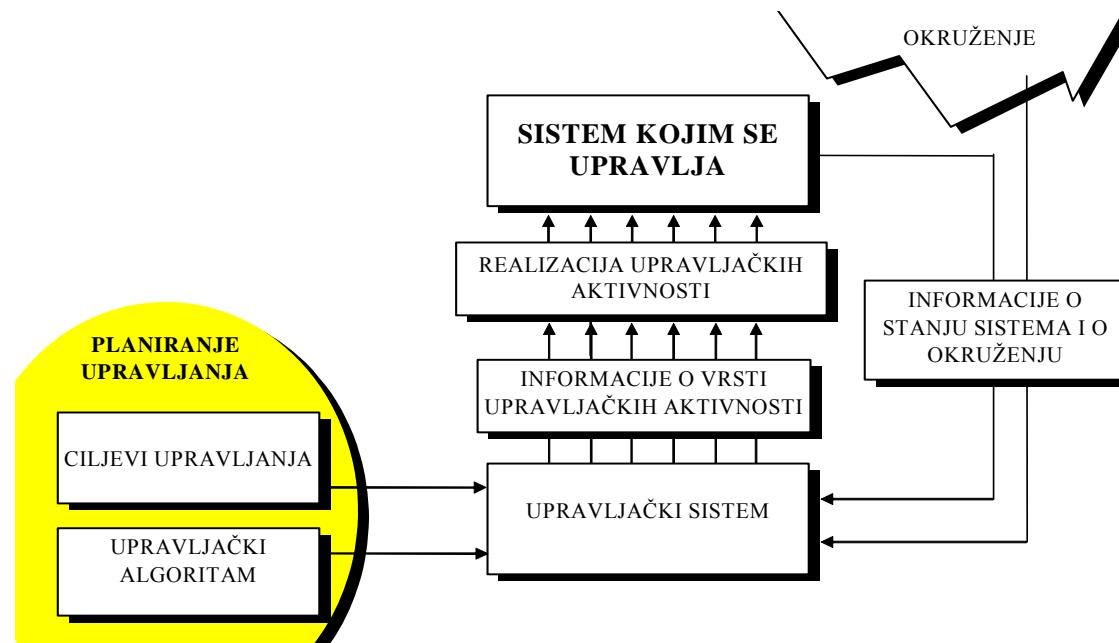


MODELI OPERATIVNOG PLANIRANJA

- Proces upravljanja neminovno se, saglasno opštim postavkama kibernetskih sistema, oslanja na:
 - informacije o stanju sistema (informacije o okruženju i objektu upravljanja)
 - ciljeve upravljanja koji predstavljaju iskaze o željenom stanju
 - algoritam, tj. postupke sprovođenja upravljanja koji sistem vode bliže željenom stanju
- S obzirom na činjenicu da dve od nabrojanih aktivnosti pripadaju oblasti planiranja, moguće je tvrditi da se, u suštini, i samo upravljanje oslanja na planiranje, odnosno na plan kao rezultat planiranja.



Šematski prikaz procesa upravljanja sistemom

- Dok se upravljanje može posmatrati kao proces realizacije planom utvrđenih aktivnosti, planiranje se može razumeti kao sofisticirana podloga tog procesa.
- Dakle, iako su u ovoj oblasti svakako prisutne određene nejasnoće, koje su više terminološke nego suštinske prirode, svakako da je međusobni odnos planiranja i upravljanja, imajući u vidu rečeno, moguće u potpunosti identifikovati.
- Zbog pomenutih nedoumica terminološke prirode, veliki broj metoda, tehnika, modela i algoritama iz ovog domena, u literaturi smatraju upravljačkim. Šta više, u poslednjih par godina pojavile su se dve doktorske disertacije iz ove oblasti koje već i u nazivu koriste termin operativno upravljanje (Meer R., 2000; Anh T.L, 2005).
- Za razliku od strateškog planiranja koje se odnosi na formulisanje opštih ciljeva funkcionalisanja određenog sistema i na generalnu politiku čijim se sprovodenjem obezbeđuje osnovna svrha postojanja, ***operativno planiranje je znatno detaljnije i odnosi se ciljeve i postupke tekućeg - "svakodnevnog" upravljanja procesima*** (ili pojedinim fazama tih procesa).
- Zadatak operativnog planiranja je, otuda, stalno "usmeravanje" sistema ka željenom stanju, ali kroz razvoj mnogo detaljnije strukture ciljeva i odgovarajućih postupaka - upravljačkih algoritama kojima je "opisana" vrsta i redosled aktivnosti koje treba preduzeti da bi se sistem iz skupa različitih potencijalno mogućih stanja, koja odstupaju od željenog, mogao dovesti u ono koje je najbliže proklamovanom ciljnom.

- U okviru operativnog planiranja defakto se rešavaju dve osnovne grupe problema i to:
 - problemi povezani sa formulacijom ciljeva upravljanja
 - problemi u oblasti samog modeliranja sistema i primene optimizacionih algoritama (pravila odlučivanja pri izboru najprihvatljivije upravljačke akcije)
- Kada se, uz to, ima u vidu i činjenica da i modeliranje sistema i proces primene optimizacionih postupaka zahtevaju postojanje odgovarajućih informacija - baza relevantnih podataka, kao i činjenica da je praktična aplikacija definisanog pristupa iz domena podrške odlučivanju praktično nezamisliva i neizvediva bez primene računara, onda prethodnim kategorijama problema treba dodati i:
 - razvoj računarskih baza podataka
 - razvoj aplikativnog softvera (upravljanje bazama podataka, računarski model upravljanog sistema, softver koji omogućuje primenu definisanih optimizacionih algoritama, a u određenim slučajevima i komunikacioni i softver za upravljanje pojedinim radnim funkcijama)
- Kada se govori o optimizacionim, heurističkim i drugim tehnikama operacionih operacionih istraživanja koji predstavljaju osnovne elemente sistema za podršku odlučivanju onda se tu pre svega misli na dve osnovne grupe metoda:
 - metode čija primena obezbeđuje dobijanje optimalnih rešenja
 - metode čijom se primenom dobijaju zadovoljavajuća rešenja

- U grupu optimizacionih postupaka, pored matematičkog aparata za iznalaženje ekstrema funkcija, na raspolaganju je i veliki broj metoda operacionih istraživanja: linearno programiranje (sa različitim varijacijama - celobrojno, razlomljeno, stohastičko, parametarsko, transportni zadatak,...), nelinearno programiranje, dinamičko programiranje, teorija grafova, mreža i sl.
- Međutim, mogućnost primene optimizacionih postupaka ograničena je na probleme manjih dimenzija, pa se, mnogo češće, za rešavanje zadataka u realnim sistemima koriste tehnike čija primena za rezultat ima ne optimalno, već po pravilu zadovoljavajuće rešenje.
- U ovoj kategoriji, na raspolaganju je takođe veliki broj različitih heurističkih procedura, a u poslednje dve decenije i tzv. "metaheuristika" koje intenzivnu primenu doživljavaju paralelno sa ekspanzijom u oblasti razvoja i primene personalnih računara.
- Ove metode, čiji rezultati su zaista fascinirajući, predstavljaju veoma moćan alat za rešavanje problema ekstremno velikih dimenzija što bez značajnijih uprošćenja nije moguće učiniti primenom "tradicionalnih" optimizacionih tehnika.
- Ovde pre svega treba istaći sada već klasične metaheuristike: genetske algoritme, tehniku simuliranog kaljenja i tabu pretraživanje, a za upoznavanje sa ovim tehnikama zainteresovani čitalac može naći mnoštvo publikovanih radova i knjiga, od kojih se ovde, za osnovno upoznavanje navodi (Reeves R.C., 1993).

- Pored navedenih, u primeni su i noviji pristupi, kao što su metod promenljivih sredina - Variable Neighbourhood Search (Hansen P., Mladenović N., 2001), odnosno metode bazirane na konceptu inteligencije grupe, tzv. Particle Swarm Optimization (Clerc M., 2006), u okviru čega treba pomenuti tehniku baziranu na ponašanju mrava - Ant system (Dorigo M., Stützle T., 2004), i nov pristup zasnovan na ponašanju pčela - Bee system (Lučić P., Teodorović D., 2002).
- Kao alate koji se primenjuju u rešavanju problema u oblasti realizacije procesa rukovanja materijalom, ne treba zaboraviti ni koncept aproksimativnog rezonovanja "fuzzy logike", neuronske mreže (Teodorović D. Vukadinović K., 1998), kao i različite hibridne metode.
- Generalno gledano, u najvećem delu, definisani problemi se uz manja ili veća prilagođenja formulišu u obliku nekog od tradicionalnih optimizacionih zadataka (linearnog programiranja, dinamičkog programiranja... i sl.), ili kao neki od poznatih problema kombinatorne optimizacije (problem trgovачkog putnika, rutiranja, problem raspoređivanja resursa, dodeljivanja, povezivanja, particioniranja skupova, planinarskog ranca, pakovanja,... i sl.).
- U cilju ilustracije načina formulisanja i rešavanja pojedinih od pomenutih klasa problema operativnog planiranja, analizirani su neki od tipičnih zadataka.

PRIMENA LINEARNOG PROGRAMIRANJA

Problemi dodeljivanja

- Linearno programiranje (LP) predstavlja svakako najčešće primenjivanu metodu matematičkog programiranja. Reč je o matematičkoj tehniči za određivanje najboljeg načina alokacije ograničenih resursa. Pri tome je potrebno zadovoljiti postavljena ograničenja, a cilj se obično definiše kao minimizacija troškova ili maksimizacija profita.
- Reč je o matematičkom modelu razvijenom još tokom drugog svetskog rata sa ciljem vojnih primena u planiranju izdataka, minimizaciji troškova i povećanju gubitaka neprijatelja. Model je do 1947 godine bio i dobro čuvana tajna. Teoriju je zasnovao George B. Dantzig koji je publikovao "simpleks metod", a John von Neumann teoriju dualnosti. Kako to navode (Hillier F.S., Lieberman G.J., 1995), ova teorija smatra se ujedno i kao najvažnije naučno dostignuće sredine XX Veka.
- Veze između promenljivih u funkciji cilja, kao i u ograničenjima modela LP, moraju biti linearne. Pri tome, metod se primenjuje za determinističke vrednosti parametara i promenljivih. Opšti oblik problema LP, što je dobro poznato, sadrži funkciju cilja tipa:

$$F = \sum_{j=1}^n c_j \cdot x_j$$

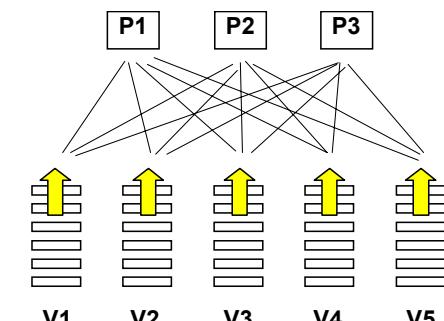
i skup ograničenja oblika:

$$\sum_{j=1}^n a_{ij} \cdot x_j (\leq, =, \geq) b_i, \quad x_j \geq 0$$

- Ova tehnika nalazi široku primenu u rešavanju problema lokacije, alokacije, zamene, planiranja, a za praktičnu primenu na raspolaganju su različiti specijalizovani programski paketi kao što je naprimjer LINDO, LP Solve, ili MSEExcel solver.
- Problemi operativnog planiranja u sistemima rukovanja materijalom, češće se, međutim, formulišu kao specijalni oblici LP: transportni problem, odnosno model dodeljivanja – assignment.
- U odnosu na opštu formulaciju LP, problem dodeljivanja razlikuje se utoliko što predstavlja specijalni slučaj transportnog problema kod koga je broj "isporučilaca" jednak broju "primalaca" pri čemu svaki isporučilac ima jediničnu isporuku, a svaki primalac jedinični zahtev.

Primeri primene modela dodeljivanja

Zadatak 1. Neka se tri vrste paleta "A", "B", i "C" dopremaju preko 5 valjkastih transporterera V1, V2, V3, V4 i V5, odakle ih do pufernih zona P1, P2 i P3 na kojima se smeštaju palete samo jedne vrste (sortirna funkcija) transportuju viljuškari. Ukoliko su poznata rastojanja između svakog od valjkastih transporterera i svake od zona, kao i prosečni broj svake od paleta po svakom od valjkastih transporterera u jedinici vremena, odrediti namene zona P1, P2 i P3 na način da ukupan put koji pređu viljuškari bude minimalan. Neka su poznati i tokovi sa svakog od transporterera po tipu paleta, dati matricom u nastavku (matrica tokova), kao i rastojanja svake od zona do svakog od transporterera.



Matrica tokova

Palete	Transporteri				
	1	2	3	4	5
A	25	8	4	0	30
B	0	7	10	12	8
C	8	5	60	0	16

Matrica rastojanja

Zone	Transporteri				
	1	2	3	4	5
P1	2	2	4	6	9
P2	1	3	3	7	6
P3	6	4	2	2	3

Rešenje:**FORMULACIJA PROBLEMA**

Očigledno, problem može biti tretiran kao problem dodeljivanja (dodeljivanje zone vrsti paleta), gde promenljiva odlučivanja x_{ij} ima smisao dodeljivanja i-te palete j-toj pufernoj lokaciji.

$$F = \sum_{i=1}^3 \sum_{j=1}^3 c_{ij} \cdot x_{ij} \rightarrow \min$$

$$\sum_{i=1}^3 x_{ij} = 1, \quad \sum_{j=1}^3 x_{ij} = 1$$

VREDNOSTI PARAMETARA I PRIMENA MODELA

Kao "troškovi" «dodeljivanja» zona paletama (c_{ij}) očigledno je da se mogu posmatrati predjena rastojanja koja odgovaraju proizvodu distance i "broja putovanja" (iz matrice tokova). Otuda se broj paleta-metara za različite lokacije pufera može odrediti kako je prikazano u tabeli.

c_{ij}	P1	P2	P3
A	352	241	280
B	208	183	96
C	410	209	236

Ako se postavljeni problem reši nekom od metoda (nprimer primenom EXCEL - ovog solver-a) dobija se sledeći rezultat (ukupan put je $352+209+96=657$)

U zonu P1 smeštati palete tipa A

U zonu P2 smeštati palete tipa C

U zonu P3 smeštati palete tipa B