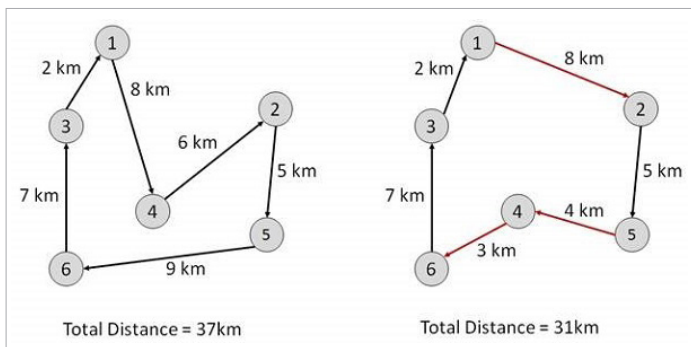


# Najbolji raspored štedi vrijeme i novac

**Pojam optimizacije** dobro je poznat te su optimizacijski modeli već neko vrijeme dio svakog ozbiljnog poslovanja. U SAD-u su metode optimizacije razvijene tijekom Drugog svjetskog rata prije svega za probleme vojne logistike, kao što je optimiziranje prijevoza vojske i opreme konvojima

Lucija Jusup, Podatkovni inženjer, Megatrend poslovna rješenja



je riječ o minimiziranju troškova (proizvodnje, transporta...) uz maksimiziranje profita. Tako proizvođač, recimo, želi odrediti kako iskoristiti ograničene količine sirovina a da pritom ostvaruje najveći profit, a poslovođa kako rasporediti zadani posao među svojim zaposlenicima tako da posao bude napravljen u najkraćem mogućem roku. Cilj ovih problema upravo je optimizacija.

## KLJUČAN ALAT

U svim djelatnostima kod kojih postoje skladišta, optimizacija je ključan alat minimiziranja troškova zaliha i skladišnog osoblja. U Megatrend poslovnim rješenjima razvili smo rješenje za optimizaciju *layouta* skladišta. Optimizacija bi se, naime, obavljala prilikom inicijalnog punjenja novog skladišta (na

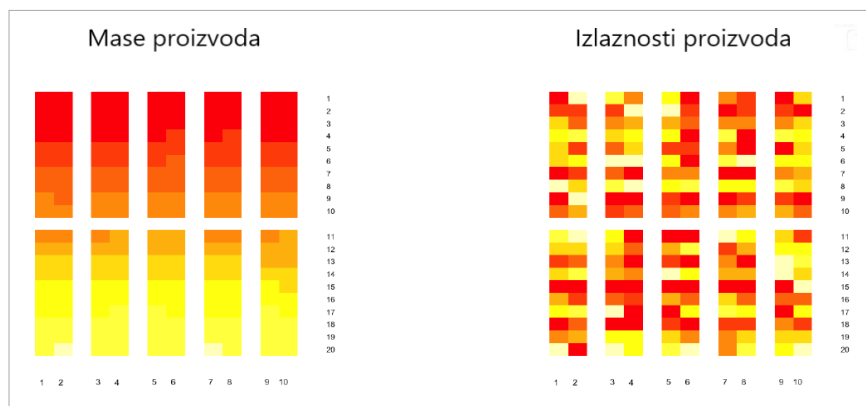
temelju podataka o dotadašnjim isporukama u postojećem skladištu), ali i prilikom preslagivanja već posložene robe u ostalim skladištima (ovdje se minimizira utrošak vremena *pickinga*, uz ograničenje utroška samog vremena potrebnog za premještanje artikala). Nakon spomenutog inicijalnog punjenja, optimizacija bi se ručno pokretala prema potrebi te bi predlagala grupiranje artikala slabog obrtaja i premještanje na odgovarajuću poziciju u skladištu. Potreba za preslagivanjem već posložene robe javlja se zbog promjena učestalosti izlaza proizvoda sa skladišta (što može biti prouzročeno promjenom popularnosti (trend) odnosno razlikama u frekvenciji isporuke radi sezonalnosti artikala, kao i drugim razlozima). Dodatna ograničenja koja zadajemo u modelu su ta da cijena razmještaja ne smije biti veća od neke unaprijed zadane cijene te da broj razmještenih proizvoda ne smije biti veći od dozvoljenog. Također, uključen je i modul koji se pokretao prilikom uvođenja nekih novih produkata i pri njegovom izvođenju skladište se preslagivalo uz uvažavanje maksimalnog dozvoljenog broja premještanja artikala.

Ulazni podaci koje dobivamo, i na temelju kojih naše rješenje pronalazi optimalni raspored, dobivaju se iz drugih izvora (primjerice, softvera

Ilustracija problema trgovačkog putnika

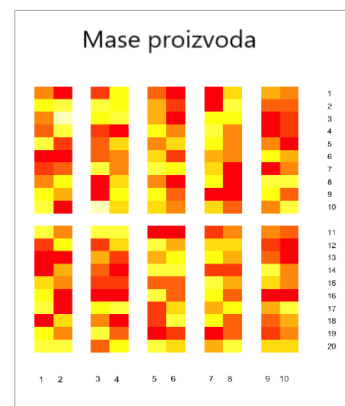
**O**ptimizacija je, najjednostavnije rečeno, pronalaženje "najboljeg" rješenja iz skupa svih postojećih rješenja. U taj skup ulaze sva ona rješenja koja zadovoljavaju određene uvjete i ograničenja koja su unaprijed zadana ovisno o zahtjevima modela, a upravo to najbolje rješenje bilo bi ono koje uz

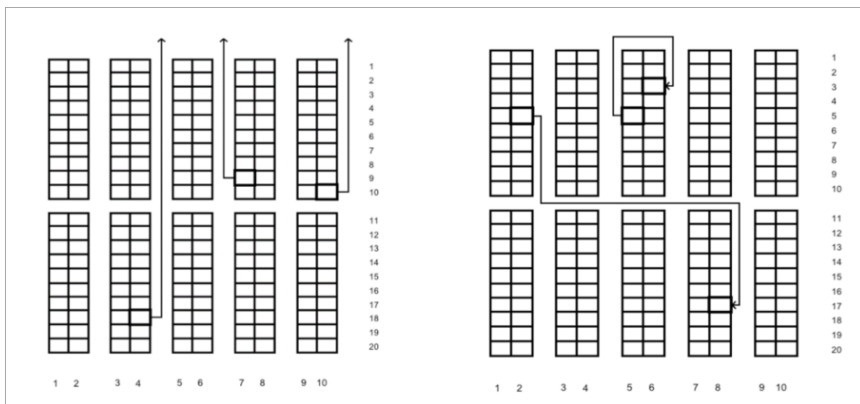
sva zadana ograničenja postiže najveću, odnosno najmanju vrijednost. Primjena optimizacije u današnjem svijetu zaista je široka i gotovo da ne postoji područje industrije koje ne teži optimiziranju određenih poslovnih procesa. Bilo da je riječ o finansijskom sektoru, proizvodnji, distribuciji, energetici, telekomunikacijama, uslužnim djelatnostima pa sve do javnog sektora, a najčešće



**Optimizirani raspored, gdje je veća važnost dana masama proizvoda**

**Optimizirani raspored, gdje je veća važnost dana izlaznostima proizvoda**





**Tlocrt skladišta i udaljenosti pozicija jedna od druge, i od izlaza iz skladišta**

za upravljanje skladištem, WMS-a) a sadrže dokumente na temelju kojih se roba priprema za isporuku. Podaci na dokumentima sadrže količine i šifre proizvoda koji se po nekom dokumentu isporučuju te poziciju gdje se ti konkretni proizvodi nalaze. Na temelju svakog takvog dokumenta računa se redoslijed kojim skladištar (ili viličar) skuplja proizvode. Pretpostavka koju smo primijenili prilikom izrade rješenja bila je da se taj redoslijed računa rješavajući optimizacijski problem iz klase trgovačkog putnika (jedan od najpoznatijih optimizacijskih problema). Funkcija koja se u tom problemu minimizira ukupni je prijedeni put između proizvoda s dokumenta (liste). Budući da vrijednost te funkcije ovisi o udaljenosti između pojedinih odabranih proizvoda, naš cilj je bio da boljim rasporedom proizvoda dobivenog optimizacijom omogućimo nalaženje kraće optimalne rute za iduće isporuke.

### POSTAVLJANJE PROBLEMA

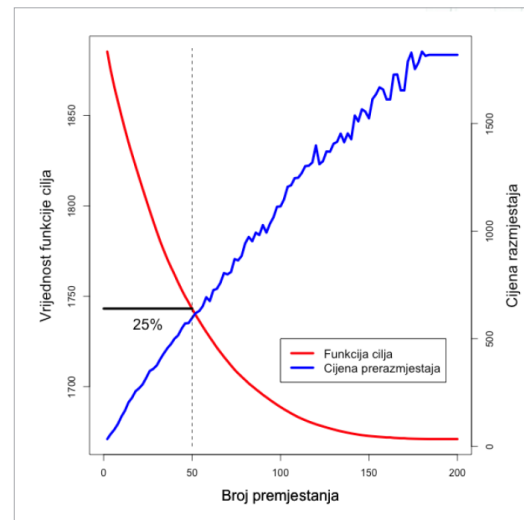
Ključna stvar prilikom rješavanja optimizacijskog problema precizna je matematička formulacija te dobro postavljanje ciljeva i ograničenja.

Dakle, matematički formulirano, zadatak je rasporediti N proizvoda na M pozicija u skladištu koje je definirano tlocrtom.

Kako bismo to napravili, definirali smo kriterije prema kojima ćemo odlučivati treba li proizvod biti premješten, i ako treba, gdje ga trebamo premjestiti. Prvi kriterij bio je baziran na **izlaznosti** pojedinog proizvoda (odnosno učestalosti pojavljivanja tog proizvoda na dokumentima) i svodio se na minimalizaciju udaljenosti proizvoda velike frekvencije od izlaza iz skladišta. Drugi kriterij bio je više tehničke naravi, i zasnivao se na minimalizaciji udaljenosti proizvoda velike **mase** od izlaza. Utjecaj ta dva kriterija regulirao se unosom odgovarajućih težinskih faktora u funkciji cilja koju smo optimizirali. Primjerice, ako stavimo da je težina uz masu jednaka nuli, promatramo optimizaciju bez utjecaja mase na redoslijed prikupljanja proizvoda.

U optimizacijskom problemu postoje neka ograničenja na funkciji cilja koju je potrebno minimizirati (maksimizirati) te se u našem rješenju radi se o sljedećim ograničenjima: prvo je da svaki proizvod treba biti raspoređen na točno jednu

**Usporedba kretanja funkcije cilja koju minimiziramo i cijene samog razmještanja, s obzirom na broj premještanja artikala**



poziciju, drugo da je na svaku poziciju moguće postaviti najviše jedan proizvod, i treće da se u svakoj zoni nalaze proizvodi iste kategorije/tipa. Napomena: skladište je podijeljeno na zone u kojima se nalaze definirane kategorije/tipovi artikala i pretpostavljeno je da se proizvodi različitih kategorija/tipova ne smiju nalaziti u istoj zoni.

### RJEŠENJE PROBLEMA

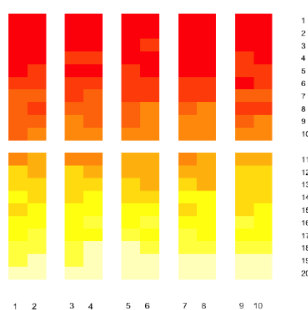
Naša funkcija cilja predstavlja težinsku sumu udaljenosti proizvoda od izlaza **s obzirom na izlaznosti** i

težinsku sumu udaljenosti proizvoda **s obzirom na masu**. Na težine u sumi utječe nekoliko faktora. Svakom od dobavljača pridružena je njegova važnost (koja je određena na temelju prihoda, profita ili nekog drugog kriterija). Zatim, svakom proizvodu je pridružena njegova frekvencija, te je za svaki proizvod izračunata i njegova očekivana količina u jednom prikupljanju. Rješenje problema optimalnog rasporeda proizvoda formulirali smo matricom koja nam govori da se određeni **proizvod** nalazi na određenoj **poziciji**.

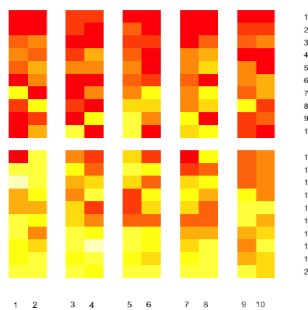
### KORIŠTENI ALAT

Alat koji koristimo je **IBM ILOG CPLEX Optimization Studio**, nagrađivani IBM-ov optimizacijski softver za rješavanje optimizacijskih problema raznih tipova. Unutar samog programa moguć je izbor velikog broja sučelja i programskih jezika te je moguća izrada snažnih vizualizacija. Optimizacijske modele moguće je razvijati u programskim jezicima Java, Python, .NET, C i C++.

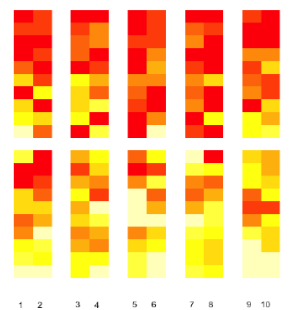
**Izlaznosti proizvoda**



**Mase proizvoda**



**Izlaznosti proizvoda**



**Optimizirani raspored, gdje oba kriterija imaju podjednaku važnost**