

# Operacijska istraživanja

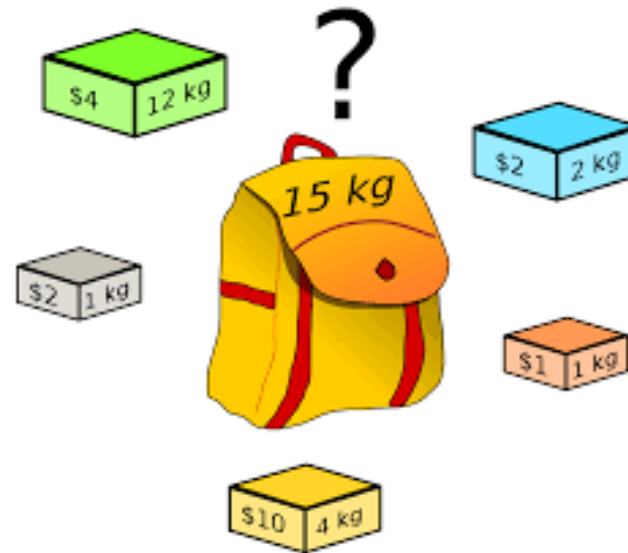
5. predavanje: Mješovito cjelobrojno programiranje.  
Problem naprtnjače. Problem usmjeravanja vozila.

# Sažetak predavanja

- Problem naprtnjače
- Problem usmjeravanja vozila

Operacijska istraživanja  
5. predavanje: Mješovito cjelobrojno programiranje.

# Problem naprtnjače



## Raspoloživost predmeta

predmet	masa (kg)	vrijednost (100 EUR)
1	5	16
2	7	22
3	4	12
4	3	8

- $x_j = 1$  ako se predmet  $j$  stavi u naprtnjaču, u protivnome  $x_j = 0$
- Kapacitet naprtnjače je ograničen masom (10 kg)
- $\max. z = 16x_1 + 22x_2 + 12x_3 + 8x_4$

s obzirom na ograničenja:  $5x_1 + 7x_2 + 4x_3 + 3x_4 \leq 10$

$x_j = 0$  ili 1 za  $j = 1, 2, 3, 4$

```
using JuMP
import GLPK
```

```
function example_knapsack(; verbose = true)
    profit = [16, 22, 12, 8]
    weight = [5, 7, 4, 3]
    capacity = 10
    model = Model(GLPK.Optimizer)
    @variable(model, x[1:4], Bin)
    # Objective: maximize profit
    @objective(model, Max, profit' * x)
    # Constraint: can carry all
    @constraint(model, weight' * x <= capacity)
    # Solve problem using MIP solver
    optimize!(model)
    if verbose
        println("Objective is: ", objective_value(model))
        println("Solution is:")
        for i in 1:4
            print("x[$i] = ", value(x[i]))
            println(", p[$i]/w[$i] = ", profit[i] / weight[i])
        end
    end
    return
end
```

# Softversko rješenje: Julia/JuMP

Objective is: 30.0

Solution is:

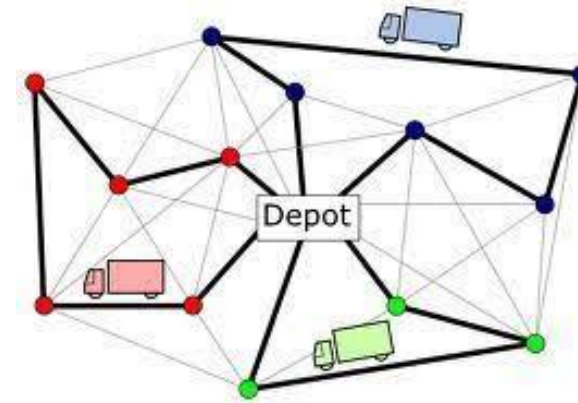
$x[1] = 0.0, p[1]/w[1] = 3.2$

$x[2] = 1.0, p[2]/w[2] = 3.142857142857143$

$x[3] = 0.0, p[3]/w[3] = 3.0$

$x[4] = 1.0, p[4]/w[4] = 2.6666666666666665$

Operacijska istraživanja  
5. predavanje: Mješovito cjelobrojno programiranje.



# Problem usmjeravanja vozila

# Parametri i varijable

Parametri:

- $n$ , broj točaka (1 - skladište, 2, ...,  $n$  - klijenti)
- $d_{ij}$ , udaljenost od točke  $i$  do točke  $j$
- $D_i$ , potražnja klijenta  $i$
- $C$ , kapacitet vozila

Varijable:

- $x_{ij} = 1$ , ako vozilo ide od točke  $i$  do točke  $j$  (0 ako ne ide)
- $f_{ij}$ , broj jedinica robe koje vozilo vozi od točke  $i$  do točke  $j$



# Definicija problema

## *Vehicle Routing Problem (VRP)*

- Distributer treba poslati vozila s robom klijentima.
- Potražnja svakog klijenta mora biti zadovoljena jednim vozilom.
- Kapacitet vozila ne smije se premašiti.
- Minimizirati ukupnu prijedenu udaljenost.

# Funkcija cilja i ograničenja

$$\begin{aligned} & \min \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n d_{ij} x_{ij} \\ & \sum_{j=1}^n x_{ij} = 1 \quad \forall i = 2, \dots, n \\ & \sum_{j=1}^n x_{ji} = 1 \quad \forall i = 2, \dots, n \\ & \sum_{j=1}^n f_{ji} - \sum_{j=1}^n f_{ij} = D_i \quad \forall i = 2, \dots, n \\ & 0 \leq f_{ij} \leq C x_{ij} \quad \forall i, j = 1, \dots, n \\ & x_{ij} \in \{0, 1\} \quad \forall i, j = 1, \dots, n \end{aligned}$$

# Primjer usmjeravanja vozila - s jednim od mogućih rješenja

