

# Operational Research Library 1.0

manuál pro aplikaci s GUI využívající realizované knihovny  
operačního výzkumu

# OBSAH

<b>1</b>	<b>GRAFICKÉ UŽIVATELSKÉ ROZHRANÍ.....</b>	<b>3</b>
1.1	ÚVOD .....	3
1.2	HLAVNÍ OKNO .....	3
1.3	HLAVNÍ MENU PROBLÉMU .....	3
1.3.1	Načtení dat problému .....	4
1.3.2	Uložení dat problému .....	5
1.4	PROBLÉM BATOHU .....	6
1.4.1	Vytvoření dat.....	6
1.4.2	Editace dat .....	7
1.4.3	Vyhodnocení .....	7
1.4.4	Struktura souboru dat .....	8
1.5	PROBLÉM NAPLŇOVÁNÍ ZÁSOBNÍKU .....	8
1.5.1	Vytvoření dat.....	9
1.5.2	Editace dat .....	9
1.5.3	Vyhodnocení .....	10
1.5.4	Struktura souboru dat .....	11
1.6	LINEÁRNÍ PŘÍRAZOVACÍ PROBLÉM.....	11
1.6.1	Vytvoření dat.....	11
1.6.2	Editace dat .....	12
1.6.3	Vyhodnocení .....	13
1.6.4	Struktura souboru dat .....	14
1.7	KVADRATICKÝ PŘÍRAZOVACÍ PROBLÉM .....	14
1.7.1	Vytvoření dat.....	14
1.7.2	Editace dat .....	15
1.7.3	Vyhodnocení .....	16
1.7.4	Struktura souboru dat .....	17
1.8	PROBLÉM ROZVRHOVÁNÍ PROUDOVÉ VÝROBY .....	18
1.8.1	Vytvoření dat.....	18
1.8.2	Editace dat .....	19
1.8.3	Vyhodnocení .....	19
1.8.4	Struktura souboru dat .....	20
1.9	PROBLÉM OBCHODNÍHO CESTUJÍCÍHO.....	21
1.9.1	Vytvoření dat.....	21
1.9.2	Editace dat .....	22
1.9.3	Vyhodnocení .....	22
1.9.4	Struktura souboru dat .....	23
1.10	KAPACITNÍ ROZVOZNÍ PROBLÉM .....	23
1.10.1	Vytvoření dat.....	24
1.10.2	Editace dat .....	24
1.10.3	Vyhodnocení .....	25
1.10.4	Struktura souboru dat .....	26

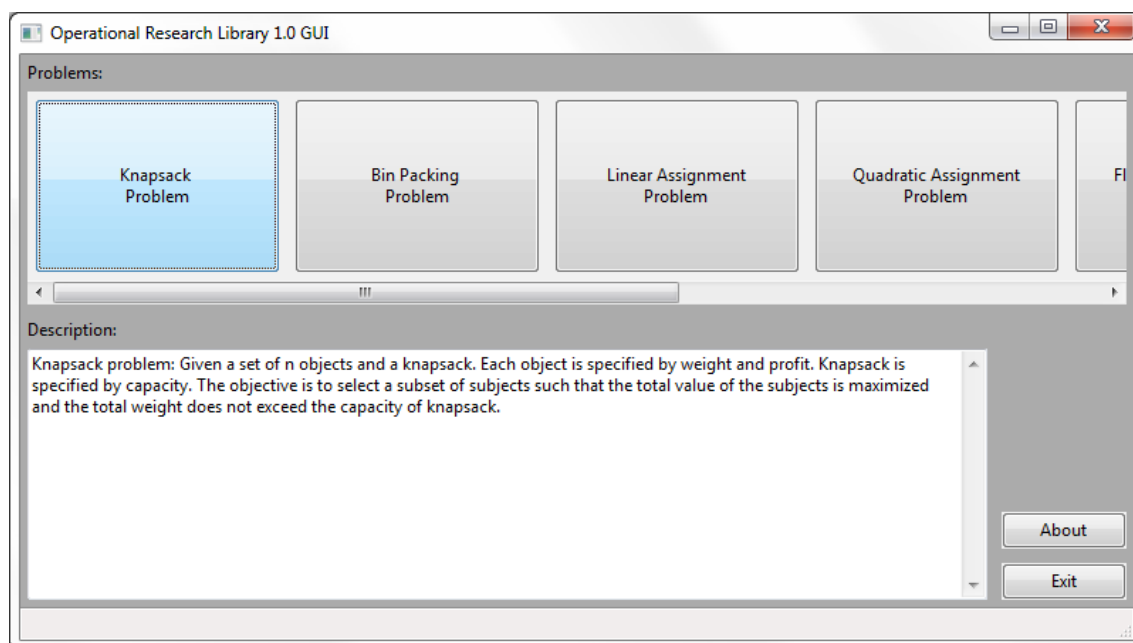
# 1 GRAFICKÉ UŽIVATELSKÉ ROZHRAŇÍ

## 1.1 Úvod

Z důvodu prezentace výsledků práce, ale také jako ukázka možného využití realizované knihovny, byla vytvořena jednoduchá aplikace s grafickým uživatelským rozhraním (GUI) využívající realizované knihovny. U této aplikace byla programově omezena maximální velikost problému na hodnotu 300, což např. v případě problému batohu znamená omezení na maximální počet předmětů.

## 1.2 Hlavní okno

Po spuštění aplikace *OperationalResearchLibraryGUI* dojde k zobrazení hlavního okna GUI. Hlavní okno nabízí možnost volby problému kliknutím na tlačítko s názvem problému. V seznamu problému je možné se pohybovat pomocí posuvníku. Pod seznamem problémů se nachází textové pole, ve kterém se zobrazuje stručný popis problému, je-li kurzor myši umístěn na tlačítko problému. V pravém dolním rohu se nachází tlačítko *About* pro zobrazení informací o GUI a tlačítko *Exit* pro ukončení aplikace.

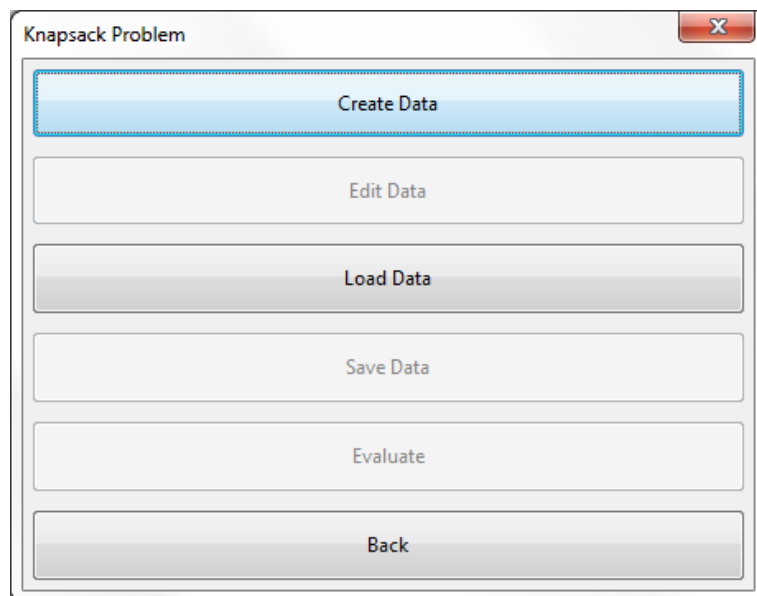


Obr. 1. Hlavní okno

## 1.3 Hlavní menu problému

Po výběru problému kliknutím na tlačítko s názvem problému dojde k zobrazení hlavního menu problému. Hlavní menu problému je stejné pro všechny problémy a poskytuje

možnosti vytvoření dat (*Create Data*), editace dat (*Edit Data*), načtení dat (*Load Data*), uložení dat (*Save Data*), vyhodnocení (*Evaluate*) a návrat na předchozí okno (*Back*). Ihned po zobrazení menu jsou však přístupné pouze položky *Create Data*, *Load Data* a *Back*. Další položky jsou zpřístupněny po vytvoření resp. načtení dat.

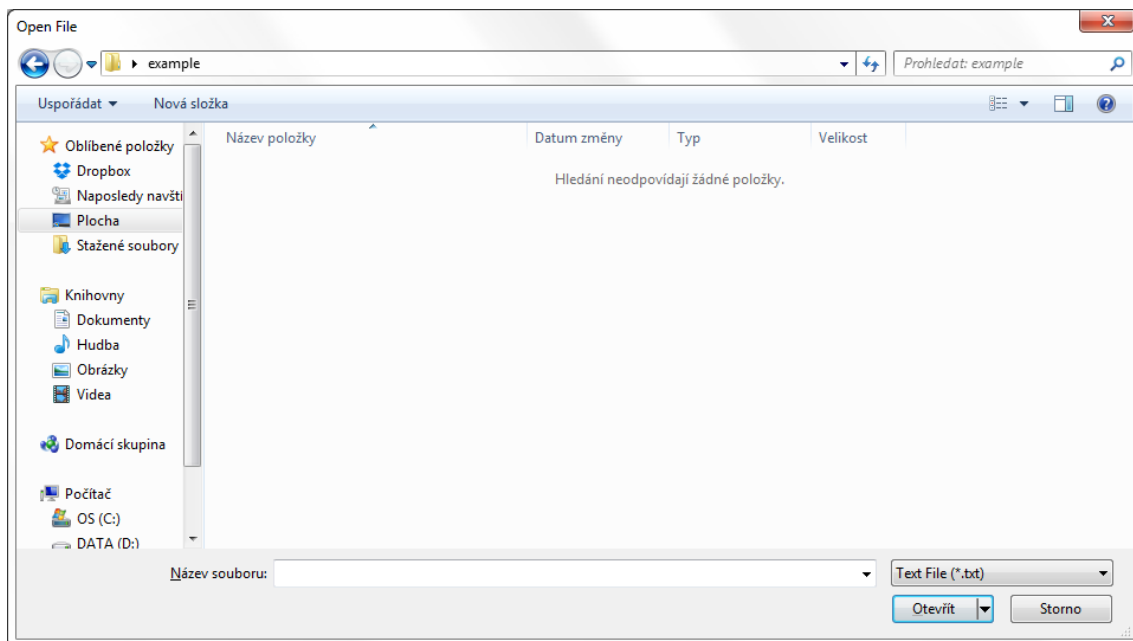


Obr. 2. Hlavní menu problému

Možnosti *Create Data*, *Edit Data* a *Evaluate* budou popsány dále pro každý problém, jelikož obsah dialogového okna je závislý na daném problému. Možnost *Load Data* a *Save Data* má však stejné dialogové okno pro všechny problémy.

### 1.3.1 Načtení dat problému

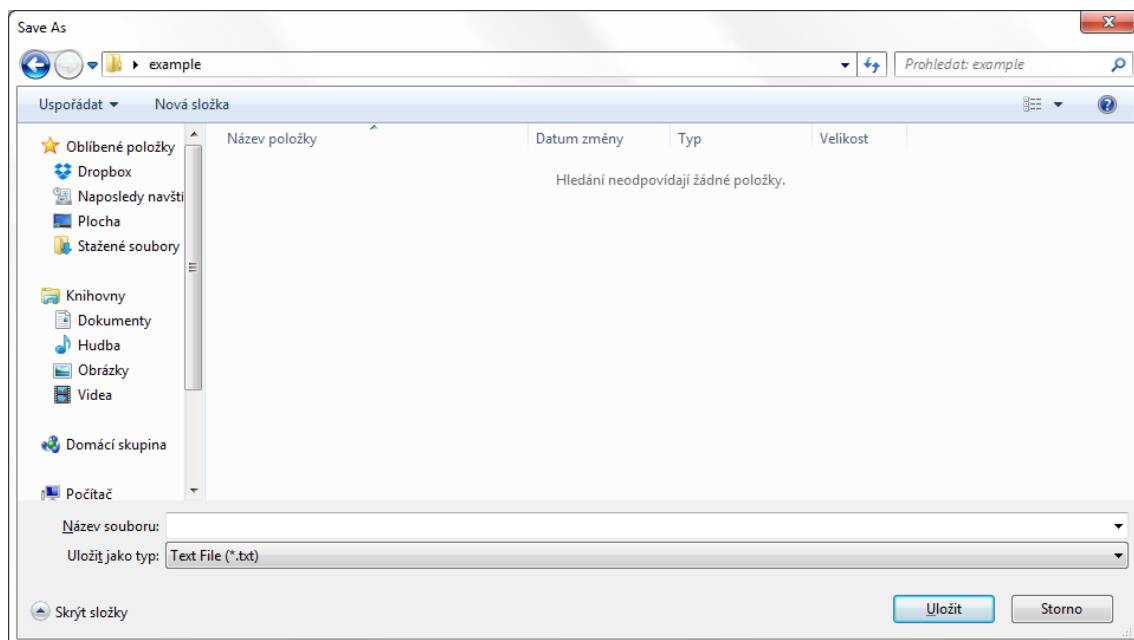
Pro načtení dat problému slouží možnost *Load Data* hlavního menu problému. Uživatel je vyzván k výběru souboru dat problému, který má být načten. Struktura tohoto souboru musí vyhovovat formátu, který je podporován knihovnou. Tato struktura je uvedena dále u každého problému. V případě chyby při načítání dat je zobrazena hláška s odpovídajícím popisem chyby.



*Obr. 3. Načtení dat problému*

### 1.3.2 Uložení dat problému

Pro uložení dat problému slouží možnost *Save Data* hlavního menu problému. Uživatel je vyzván k výběru souboru, do kterého má být proveden zápis dat problému. V případě chyby při ukládání dat je zobrazena hláška s odpovídajícím popisem chyby.



*Obr. 4. Uložení dat problému*

## 1.4 Problém batohu

Problém batohu se nachází pod tlačítkem *Knapsack Problem* hlavního okna.

### 1.4.1 Vytvoření dat

Výběrem možnosti *Create Data* hlavního menu problému batohu dojde k zobrazení okna pro vytvoření dat problému. Je zde možné specifikovat počet objektů (*Number of objects*), kapacitu batohu (*Knapsack capacity*) a parametry objektů - hmotnost (*Weight*) a cenu (*Profit*). Kromě ručního nastavení je možné využít možnosti generátoru, jehož nastavení se nachází v pravé části okna. Je zde možné specifikovat typ generovaných dat (celočíslná (*Integer*) nebo reálná (*Real*)), dále minimální a maximální hmotnost objektu (*Min weight* a *Max weight*), minimální a maximální cenu objektu (*Min profit* a *Max profit*). Tlačítkem *Generate*, které je zpřístupněno až po zadání počtu objektů, kapacity batohu a parametrů generátoru, dojde k vygenerování parametrů objektů. Tlačítkem *Create*, které je zpřístupněno až po zadání všech dat problému, jsou data vytvořena a dojde k návratu na předchozí okno. Tlačítkem *Back* dojde k návratu na předchozí okno. V případě chybných hodnot je zobrazena hláška s odpovídajícím popisem chyby.

Number of objects: 5

Knapsack capacity: 10.000000000000000

Objects:

	Weight	Profit
1	1.0000000000000000	4.0000000000000000
2	2.0000000000000000	1.0000000000000000
3	3.0000000000000000	1.0000000000000000
4	3.0000000000000000	4.0000000000000000
5	1.0000000000000000	2.0000000000000000

Generator

☐ Real ☒ Integer

Min weight: 1.0000000000000000

Max weight: 5.0000000000000000

Min profit: 1.0000000000000000

Max profit: 5.0000000000000000

Generate

Create Back

Obr. 5. Vytvoření dat - problém batohu

### 1.4.2 Editace dat

Výběrem možnosti *Edit Data* hlavního menu problému batohu dojde k zobrazení okna pro editaci dat problému. Je umožněno měnit kapacitu batohu (*Knapsack capacity*) a parametry objektů (hmotnost (*Weight*) a cena (*Profit*)), není však umožněno měnit počet objektů (*Number of objects*). Tlačítkem *Done*, které je zpřístupněno po změně dat, dojde k potvrzení změny dat a návratu na předchozí okno. Tlačítkem *Back* dojde k návratu na předchozí okno. V případě chybných hodnot je zobrazena hláška s odpovídajícím popisem chyby.

Number of objects: 5

Knapsack capacity: 10.000000000000000

Objects:

	Weight	Profit
1	1.0000000000000000	4.0000000000000000
2	2.0000000000000000	1.0000000000000000
3	3.0000000000000000	1.0000000000000000
4	3.0000000000000000	4.0000000000000000
5	1.0000000000000000	2.0000000000000000

Done Back

Obr. 6. Editace dat - problém batohu

### 1.4.3 Vyhodnocení

Výběrem možnosti *Evaluate* hlavního menu problému batohu dojde k zobrazení okna pro stanovení hodnoty účelové funkce problému pro zvolený plán. Plán se zadává do tabulky *Schedule*. Kromě ručního zadání je možné využít také možnosti vygenerování pomocí tlačítka *Generate Schedule*, nebo načtení plánu ze souboru pomocí tlačítka *Load Schedule*. Účelová funkce problému se volí pomocí výběru *Evaluate as* - v případě problému batohu je zde pouze jediná možnost *Knapsack problem* pro základní variantu problému batohu. Pro stanovení hodnoty účelové funkce jsou dostupná dvě tlačítka - *Evaluate* a *Evaluate To File*. *Evaluate* zajistí stanovení hodnoty účelové funkce pro daný plán, která se zobrazí do *Cost function value*. *Evaluate To File* funguje obdobně, avšak zajistí také

uložení výstupu (hodnota účelové funkce + plán) do souboru. Tlačítkem *Back* dojde k návratu na předchozí okno. V případě chybných hodnot je zobrazena hláška s odpovídajícím popisem chyby.

Evaluate Knapsack Problem

Schedule:

	1	2	3	4	5
1	1	4	3		

Generate Schedule

Load Schedule

Evaluate as: Knapsack problem

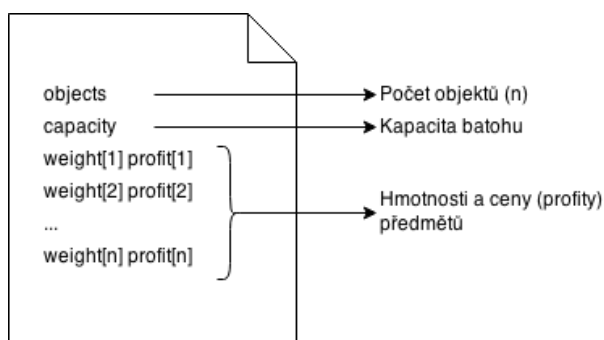
Evaluate Evaluate To File

Cost function value: 9.0000000000000000

Back

Obr. 7. Vyhodnocení - problém batohu

#### 1.4.4 Struktura souboru dat



Obr. 8. Struktura souboru dat - problém batohu

### 1.5 Problém naplňování zásobníku

Problém naplňování zásobníku se nachází pod tlačítkem *Bin Packing Problem* hlavního okna.



### 1.5.1 Vytvoření dat

Výběrem možnosti *Create Data* hlavního menu problému naplňování zásobníku dojde k zobrazení okna pro vytvoření dat problému. Je zde možné specifikovat počet objektů (*Number of objects*), kapacitu zásobníku (*Bin capacity*) a hmotnost objektů (*Weight*). Kromě ručního nastavení je možné využít možnosti generátoru, jehož nastavení se nachází v pravé části okna. Je zde možné specifikovat typ generovaných dat (celočíslná (*Integer*) nebo reálná (*Real*)), dále minimální a maximální hmotnost objektu (*Min weight* a *Max weight*). Tlačítkem *Generate*, které je zpřístupněno až po zadání počtu objektů, kapacity zásobníku a parametrů generátoru, dojde k vygenerování hmotností objektů. Tlačítkem *Create*, které je zpřístupněno až po zadání všech dat problému, jsou data vytvořena a dojde k návratu na předchozí okno. Tlačítkem *Back* dojde k návratu na předchozí okno. V případě chybných hodnot je zobrazena hláška s odpovídajícím popisem chyby.

	Weight
1	8.000000000000000
2	6.000000000000000
3	8.000000000000000
4	6.000000000000000
5	4.000000000000000

Obr. 9. Vytvoření dat - problém naplňování zásobníku

### 1.5.2 Editace dat

Výběrem možnosti *Edit Data* hlavního menu problému naplňování zásobníku dojde k zobrazení okna pro editaci dat problému. Je umožněno měnit kapacitu zásobníku (*Bin capacity*) a hmotností objektů (*Weight*), není však umožněno měnit počet objektů (*Number of objects*). Tlačítkem *Done*, které je zpřístupněno po změně dat, dojde k potvrzení

změny dat a návratu na předchozí okno. Tlačítkem *Back* dojde k návratu na předchozí okno. V případě chybných hodnot je zobrazena hláška s odpovídajícím popisem chyby.

Edit Data Bin Packing Problem

Number of objects: 5

Bin capacity: 10.000000000000000

Objects:

	Weight
1	8.000000000000000
2	6.000000000000000
3	8.000000000000000
4	6.000000000000000
5	4.000000000000000

Done Back

Obr. 10. Editace dat - problém naplňování zásobníku

### 1.5.3 Vyhodnocení

Výběrem možnosti *Evaluate* hlavního menu problému naplňování zásobníku dojde k zobrazení okna pro stanovení hodnoty účelové funkce problému pro zvolený plán. Plán se zadává do tabulky *Schedule*. Kromě ručního zadání je možné využít také možnosti vygenerování pomocí tlačítka *Generate Schedule*, nebo načtení plánu ze souboru pomocí tlačítka *Load Schedule*. Účelová funkce problému se volí pomocí výběru *Evaluate as* - v případě problému naplňování zásobníku je zde pouze jediná možnost *Bin packing problem* pro základní variantu problému naplňování zásobníku. Pro stanovení hodnoty účelové funkce jsou dostupná dvě tlačítka - *Evaluate* a *Evaluate To File*. *Evaluate* zajistí stanovení hodnoty účelové funkce pro daný plán, která se zobrazí do *Cost function value*. *Evaluate To File* funguje obdobně, avšak zajistí také uložení výstupu (hodnota účelové funkce + plán) do souboru. Tlačítkem *Back* dojde k návratu na předchozí okno. V případě chybných hodnot je zobrazena hláška s odpovídajícím popisem chyby.

Evaluate Bin Packing Problem

Schedule:

	1	2	3	4	5
1	4	5	3	2	1

Generate Schedule

Load Schedule

Evaluate as: Bin packing problem

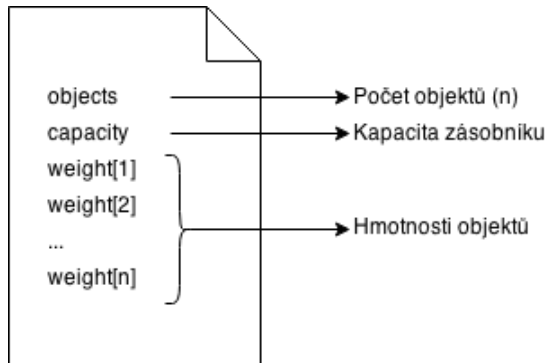
Evaluate Evaluate To File

Cost function value: 4.0000000000000000

Back

Obr. 11. Vyhodnocení - problém naplňování zásobníku

#### 1.5.4 Struktura souboru dat



Obr. 12. Struktura souboru dat - problém naplňování zásobníku

### 1.6 Lineární přiřazovací problém

Lineární přiřazovací problém se nachází pod tlačítkem *Linear Assignment Problem* hlavního okna.

#### 1.6.1 Vytvoření dat

Výběrem možnosti *Create Data* hlavního menu lineárního přiřazovacího problému dojde k zobrazení okna pro vytvoření dat problému. Je zde možné specifikovat počet objektů

(*Number of objects*) a ceny přiřazení objektů (*Costs of assignment*). Kromě ručního nastavení je možné využít možnosti generátoru, jehož nastavení se nachází v pravé části okna. Je zde možné specifikovat typ generovaných dat (celočíslná (*Integer*) nebo reálná (*Real*)), dále minimální a maximální cenu přiřazení (*Min cost* a *Max cost*). Tlačítkem *Generate*, které je zpřístupněno až po zadání počtu objektů a parametrů generátoru, dojde k vygenerování cen přiřazení objektů. Tlačítkem *Create*, které je zpřístupněno až po zadání všech dat problému, jsou data vytvořena a dojde k návratu na předchozí okno. Tlačítkem *Back* dojde k návratu na předchozí okno. V případě chybných hodnot je zobrazena hláška s odpovídajícím popisem chyby.

Create Data Linear Assignment Problem

Number of objects: 3

Costs of assignment:

	1	2	3
1	1.0000000000000000	4.0000000000000000	9.0000000000000000
2	7.0000000000000000	6.0000000000000000	10.0000000000000000
3	10.0000000000000000	7.0000000000000000	9.0000000000000000

Generator

☐ Real ☒ Integer

Min cost: 1.0000000000000000

Max cost: 10.0000000000000000

Generate

Create Back

Obr. 13. Vytvoření dat - lineární přiřazovací problém

### 1.6.2 Editace dat

Výběrem možnosti *Edit Data* hlavního menu lineárního přiřazovacího problému dojde k zobrazení okna pro editaci dat problému. Je umožněno měnit ceny přiřazení objektů (*Costs of assignment*), není však umožněno měnit počet objektů (*Number of objects*). Tlačítkem *Done*, které je zpřístupněno po změně dat, dojde k potvrzení změny dat a návratu na předchozí okno. Tlačítkem *Back* dojde k návratu na předchozí okno. V případě chybných hodnot je zobrazena hláška s odpovídajícím popisem chyby.

Number of objects: 3

Costs of assignment:

	1	2	3
1	1.0000000000000000	4.0000000000000000	9.0000000000000000
2	7.0000000000000000	6.0000000000000000	10.0000000000000000
3	10.0000000000000000	7.0000000000000000	9.0000000000000000

Done Back

Obr. 14. Editace dat - lineární přiřazovací problém

### 1.6.3 Vyhodnocení

Výběrem možnosti *Evaluate* hlavního menu lineárního přiřazovacího problému dojde k zobrazení okna pro stanovení hodnoty účelové funkce problému pro zvolený plán. Plán se zadává do tabulky *Schedule*. Kromě ručního zadání je možné využít také možnosti vygenerování pomocí tlačítka *Generate Schedule*, nebo načtení plánu ze souboru pomocí tlačítka *Load Schedule*. Účelová funkce problému se volí pomocí výběru *Evaluate as* - v případě lineárního přiřazovacího problému je zde možnost *Linear sum assignment problem* pro lineární součtový přiřazovací problém a *Linear bottleneck assignment problem* pro lineární úzkoprofilový přiřazovací problém. Pro stanovení hodnoty účelové funkce jsou dostupná dvě tlačítka - *Evaluate* a *Evaluate To File*. *Evaluate* zajistí stanovení hodnoty účelové funkce pro daný plán, která se zobrazí do *Cost function value*. *Evaluate To File* funguje obdobně, avšak zajistí také uložení výstupu (hodnota účelové funkce + plán) do souboru. Tlačítkem *Back* dojde k návratu na předchozí okno. V případě chybných hodnot je zobrazena hláška s odpovídajícím popisem chyby.

Evaluate Linear Assignment Problem

Schedule:

	1	2	3
1	1	3	2

Generate Schedule

Load Schedule

Evaluate as: Linear sum assignment problem

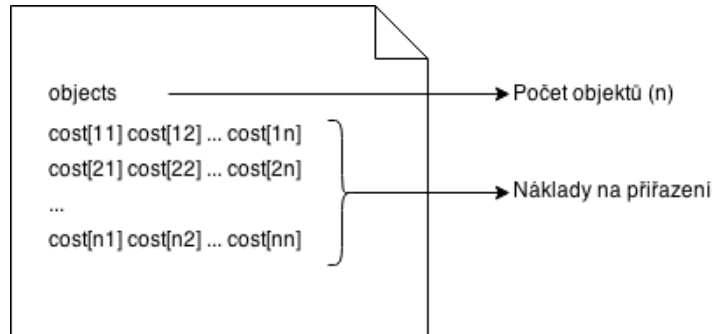
Evaluate Evaluate To File

Cost function value: 18.0000000000000000

Back

Obr. 15. Vyhodnocení - lineární přiřazovací problém

#### 1.6.4 Struktura souboru dat



Obr. 16. Struktura souboru dat - lineární přiřazovací problém

### 1.7 Kvadratický přiřazovací problém

Kvadratický přiřazovací problém se nachází pod tlačítkem *Quadratic Assignment Problem* hlavního okna.

#### 1.7.1 Vytvoření dat

Výběrem možnosti *Create Data* hlavního menu kvadratického přiřazovacího problému dojde k zobrazení okna pro vytvoření dat problému. Je zde možné specifikovat počet objektů (*Number of objects*), toky (*Flows*), vzdálenosti (*Distances*) a ceny přiřazení objektů

(*Costs of assignment*). Kromě ručního nastavení je možné využít možnosti generátoru, jehož nastavení se nachází v pravé části okna. Je zde možné specifikovat typ generovaných dat (celočíselná (*Integer*) nebo reálná (*Real*)), dále minimální a maximální tok (*Min flow* a *Max flow*), minimální a maximální vzdálenost (*Min distance* a *Max distance*), minimální a maximální cenu přiřazení (*Min cost* a *Max cost*). Tlačítkem *Generate*, které je zpřístupněno až po zadání počtu objektů a parametrů generátoru, dojde k vygenerování toků, vzdáleností a cen přiřazení objektů. Tlačítkem *Create*, které je zpřístupněno až po zadání všech dat problému, jsou data vytvořena a dojde k návratu na předchozí okno. Tlačítkem *Back* dojde k návratu na předchozí okno. V případě chybných hodnot je zobrazena hláška s odpovídajícím popisem chyby.

Number of objects: 3

Flows:

	1	2	3
1	3.0000000000000000	1.0000000000000000	2.0000000000000000
2	3.0000000000000000	5.0000000000000000	1.0000000000000000
3	1.0000000000000000	3.0000000000000000	4.0000000000000000

Distances:

	1	2	3
1	1.0000000000000000	3.0000000000000000	4.0000000000000000
2	5.0000000000000000	3.0000000000000000	5.0000000000000000
3	5.0000000000000000	1.0000000000000000	3.0000000000000000

Costs of assignment:

	1	2	3
1	1.0000000000000000	5.0000000000000000	5.0000000000000000
2	5.0000000000000000	2.0000000000000000	4.0000000000000000
3	4.0000000000000000	4.0000000000000000	2.0000000000000000

Generator

☐ Real ☒ Integer

Min flow: 1.0000000000000000

Max flow: 5.0000000000000000

Min distance: 1.0000000000000000

Max distance: 5.0000000000000000

Min cost: 1.0000000000000000

Max cost: 5.0000000000000000

Generate

Create Back

Obr. 17. Vytvoření dat - kvadratický přiřazovací problém

### 1.7.2 Editace dat

Výběrem možnosti *Edit Data* hlavního menu kvadratického přiřazovacího problému dojde k zobrazení okna pro editaci dat problému. Je umožněno měnit toky (*Flows*), vzdálenosti (*Distances*) a ceny přiřazení (*Costs of assignment*), není však umožněno měnit počet objektů (*Number of objects*). Tlačítkem *Done*, které je zpřístupněno po změně dat, dojde k potvrzení změny dat a návratu na předchozí okno. Tlačítkem *Back* dojde k návratu na předchozí okno. V případě chybných hodnot je zobrazena hláška s odpovídajícím popisem chyby.

Edit Data Quadratic Assignment Problem

Number of objects: 3

Flows:

	1	2	3
1	3.0000000000000000	1.0000000000000000	2.0000000000000000
2	3.0000000000000000	5.0000000000000000	1.0000000000000000
3	1.0000000000000000	3.0000000000000000	4.0000000000000000

Distances:

	1	2	3
1	1.0000000000000000	3.0000000000000000	4.0000000000000000
2	5.0000000000000000	3.0000000000000000	5.0000000000000000
3	5.0000000000000000	1.0000000000000000	3.0000000000000000

Costs of assignment:

	1	2	3
1	1.0000000000000000	5.0000000000000000	5.0000000000000000
2	5.0000000000000000	2.0000000000000000	4.0000000000000000
3	4.0000000000000000	4.0000000000000000	2.0000000000000000

Done Back

Obr. 18. Editace dat - kvadratický přiřazovací problém

### 1.7.3 Vyhodnocení

Výběrem možnosti *Evaluate* hlavního menu kvadratického přiřazovacího problému dojde k zobrazení okna pro stanovení hodnoty účelové funkce problému pro zvolený plán. Plán se zadává do tabulky *Schedule*. Kromě ručního zadání je možné využít také možnosti vygenerování pomocí tlačítka *Generate Schedule*, nebo načtení plánu ze souboru pomocí tlačítka *Load Schedule*. Účelová funkce problému se volí pomocí výběru *Evaluate as* - v případě kvadratického přiřazovacího problému je zde možnost *Quadratic assignment problem* pro kvadratický přiřazovací problém a *Quadratic bottleneck assignment problem* pro kvadratický úzkoprofilový přiřazovací problém. Pro stanovení hodnoty účelové funkce jsou dostupná dvě tlačítka - *Evaluate* a *Evaluate To File*. *Evaluate* zajistí stanovení hodnoty účelové funkce pro daný plán, která se zobrazí do *Cost function value*. *Evaluate To File* funguje obdobně, avšak zajistí také uložení výstupu (hodnota účelové funkce + plán) do souboru. Tlačítkem *Back* dojde k návratu na předchozí okno. V případě chybných hodnot je zobrazena hláška s odpovídajícím popisem chyby.



Evaluate Quadratic Assignment Problem

Schedule:

	1	2	3
1	3	2	1

Generate Schedule

Load Schedule

Evaluate as: Quadratic assignment problem

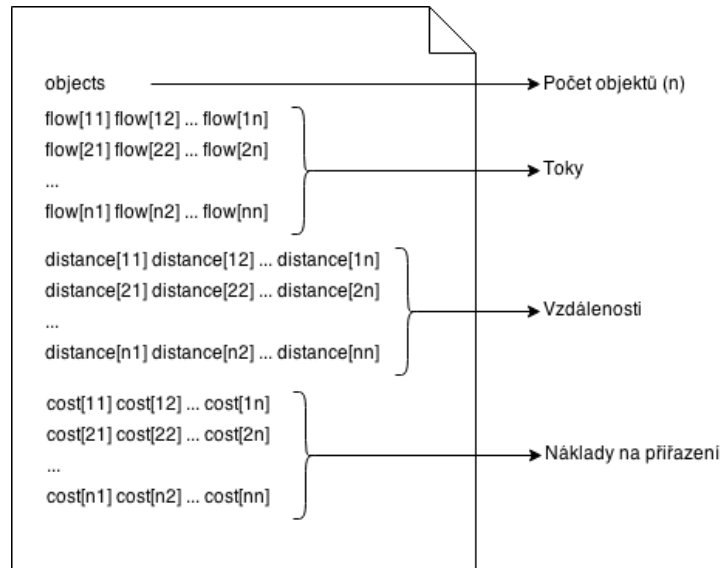
Evaluate Evaluate To File

Cost function value: 83.000000000000000000

Back

Obr. 19. Vyhodnocení - kvadratický přiřazovací problém

#### 1.7.4 Struktura souboru dat



Obr. 20. Struktura souboru dat - kvadratický přiřazovací problém

## 1.8 Problém rozvrhování proudové výroby

Problém rozvrhování proudové výroby se nachází pod tlačítkem *Flow Shop Scheduling Problem* hlavního okna.

### 1.8.1 Vytvoření dat

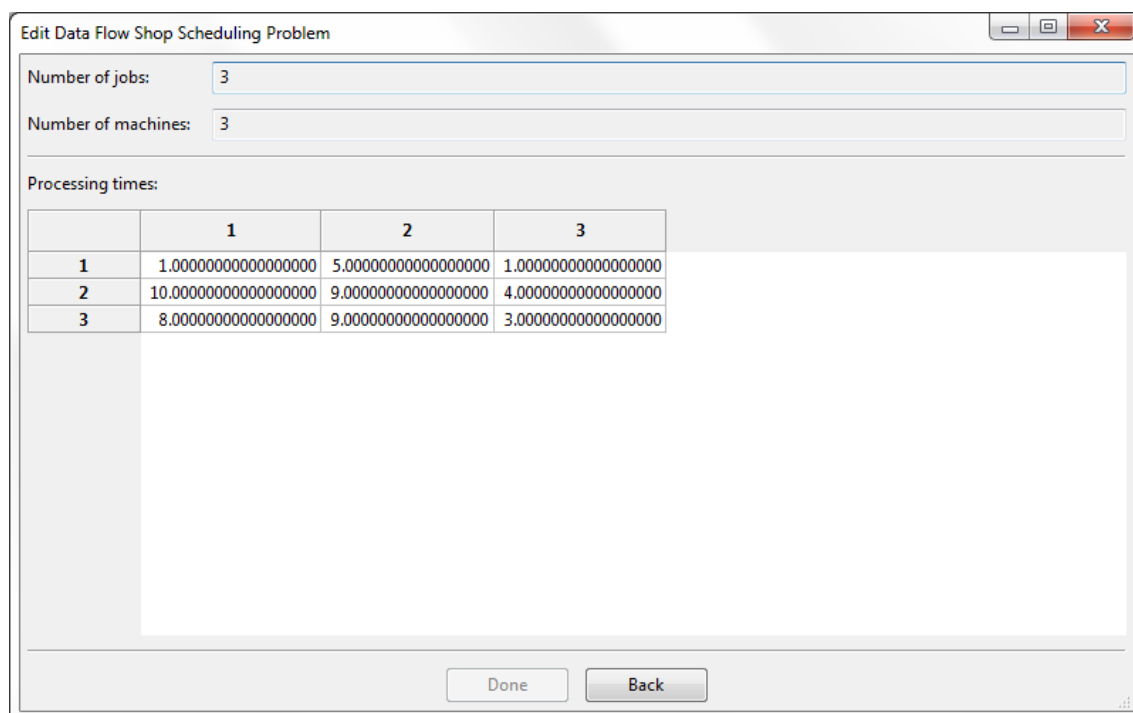
Výběrem možnosti *Create Data* hlavního menu problému rozvrhování proudové výroby dojde k zobrazení okna pro vytvoření dat problému. Je zde možné specifikovat počet úloh (*Number of jobs*), počet strojů (*Number of machines*) a doby zpracování úloh na strojích (*Processing times*). Kromě ručního nastavení je možné využít možnosti generátoru, jehož nastavení se nachází v pravé části okna. Je zde možné specifikovat typ generovaných dat (celočíslná (*Integer*) nebo reálná (*Real*)), dále minimální a maximální dobu zpracování (*Min processing time* a *Max processing time*). Tlačítkem *Generate*, které je zpřístupněno až po zadání počtu úloh, strojů a parametrů generátoru, dojde k vygenerování dob zpracování úloh na strojích. Tlačítkem *Create*, které je zpřístupněno až po zadání všech dat problému, jsou data vytvořena a dojde k návratu na předchozí okno. Tlačítkem *Back* dojde k návratu na předchozí okno. V případě chybných hodnot je zobrazena hláška s odpovídajícím popisem chyby.

	1	2	3
1	1.0000000000000000	5.0000000000000000	1.0000000000000000
2	10.0000000000000000	9.0000000000000000	4.0000000000000000
3	8.0000000000000000	9.0000000000000000	3.0000000000000000

Obr. 21. Vytvoření dat - problém rozvrhování proudové výroby

### 1.8.2 Editace dat

Výběrem možnosti *Edit Data* hlavního menu problému rozvrhování proudové výroby dojde k zobrazení okna pro editaci dat problému. Je umožněno měnit doby zpracování úloh na strojích (*Processing times*), není však umožněno měnit počet úloh (*Number of jobs*) a počet strojů (*Number of machines*). Tlačítkem *Done*, které je zpřístupněno po změně dat, dojde k potvrzení změny dat a návratu na předchozí okno. Tlačítkem *Back* dojde k návratu na předchozí okno. V případě chybných hodnot je zobrazena hláška s odpovídajícím popisem chyby.



	1	2	3
1	1.0000000000000000	5.0000000000000000	1.0000000000000000
2	10.0000000000000000	9.0000000000000000	4.0000000000000000
3	8.0000000000000000	9.0000000000000000	3.0000000000000000

Obr. 22. Editace dat - problém rozvrhování proudové výroby

### 1.8.3 Vyhodnocení

Výběrem možnosti *Evaluate* hlavního menu problému rozvrhování proudové výroby dojde k zobrazení okna pro stanovení hodnoty účelové funkce problému pro zvolený plán. Plán se zadává do tabulky *Schedule*. Kromě ručního zadání je možné využít také možnosti vygenerování pomocí tlačítka *Generate Schedule*, nebo načtení plánu ze souboru pomocí tlačítka *Load Schedule*. Účelová funkce problému se volí pomocí výběru *Evaluate as* - v případě problému rozvrhování proudové výroby je zde možnost *Permutative flow shop scheduling problem* pro permutační problém rozvrhování proudové výroby, *Flow shop scheduling problem with blocking* pro problém rozvrhování proudové výroby s blokováním a *Flow shop scheduling problem with no wait* pro problém rozvrhování proudové výroby s podmínkou bez čekání.

vé výroby s nulovým zpožděním. Pro stanovení hodnoty účelové funkce jsou dostupná dvě tlačítka - *Evaluate* a *Evaluate To File*. *Evaluate* zajistí stanovení hodnoty účelové funkce pro daný plán, která se zobrazí do *Cost function value*. *Evaluate To File* funguje obdobně, avšak zajistí také uložení výstupu (hodnota účelové funkce + plán) do souboru. Tlačítkem *Back* dojde k návratu na předchozí okno. V případě chybných hodnot je zobrazena hláška s odpovídajícím popisem chyby.

**Evaluate Flow Shop Scheduling Problem**

Schedule:

	1	2	3
1	3	2	1

Generate Schedule  
Load Schedule

Evaluate as: Permutative flow shop scheduling problem

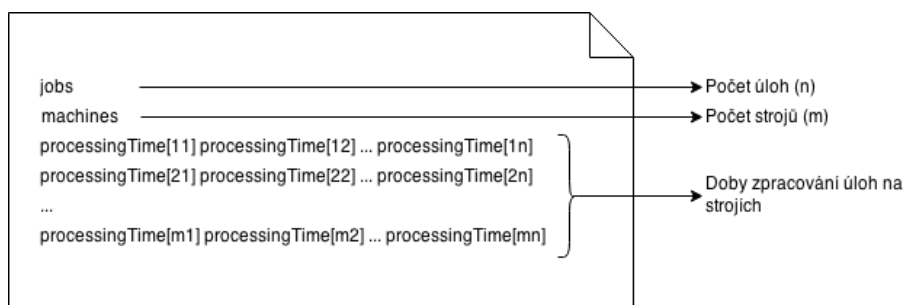
Evaluate Evaluate To File

Cost function value: 33.000000000000000000

Back

Obr. 23. Vyhodnocení - problém rozvrhování proudové výroby

#### 1.8.4 Struktura souboru dat



Obr. 24. Struktura souboru dat - problém rozvrhování proudové výroby

## 1.9 Problém obchodního cestujícího

Problém obchodního cestujícího se nachází pod tlačítkem *Travelling Salesman Problem* hlavního okna.

### 1.9.1 Vytvoření dat

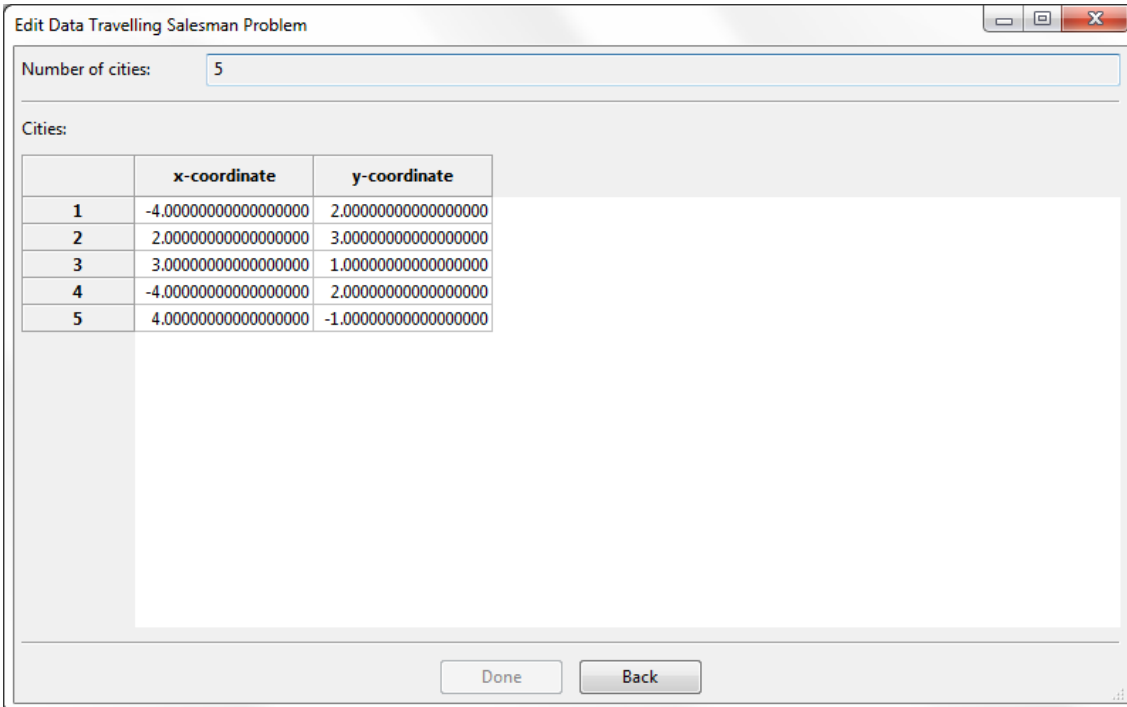
Výběrem možnosti *Create Data* hlavního menu problému obchodního cestujícího dojde k zobrazení okna pro vytvoření dat problému. Je zde možné specifikovat počet měst (*Number of cities*) a souřadnice měst (*x-coordinate* a *y-coordinate*). Kromě ručního nastavení je možné využít možnosti generátoru, jehož nastavení se nachází v pravé části okna. Je zde možné specifikovat typ generovaných dat (celočíslná (*Integer*) nebo reálná (*Real*)), dále minimální a maximální souřadnice (*Min coordinate* a *Max coordinate*). Tlačítkem *Generate*, které je zpřístupněno až po zadání počtu měst a parametrů generátoru, dojde k vygenerování souřadnic měst. Tlačítkem *Create*, které je zpřístupněno až po zadání všech dat problému, jsou data vytvořena a dojde k návratu na předchozí okno. Tlačítkem *Back* dojde k návratu na předchozí okno. V případě chybných hodnot je zobrazena hláška s odpovídajícím popisem chyby.

	x-coordinate	y-coordinate
1	-4.0000000000000000	2.0000000000000000
2	2.0000000000000000	3.0000000000000000
3	3.0000000000000000	1.0000000000000000
4	-4.0000000000000000	2.0000000000000000
5	4.0000000000000000	-1.0000000000000000

Obr. 25. Vytvoření dat - problém obchodního cestujícího

### 1.9.2 Editace dat

Výběrem možnosti *Edit Data* hlavního menu problému obchodního cestujícího dojde k zobrazení okna pro editaci dat problému. Je umožněno měnit souřadnice měst (*x-coordinate* a *y-coordinate*), není však umožněno měnit počet měst (*Number of cities*). Tlačítkem *Done*, které je zpřístupněno po změně dat, dojde k potvrzení změny dat a návratu na předchozí okno. Tlačítkem *Back* dojde k návratu na předchozí okno. V případě chybných hodnot je zobrazena hláška s odpovídajícím popisem chyby.



Number of cities: 5

Cities:

	x-coordinate	y-coordinate
1	-4.0000000000000000	2.0000000000000000
2	2.0000000000000000	3.0000000000000000
3	3.0000000000000000	1.0000000000000000
4	-4.0000000000000000	2.0000000000000000
5	4.0000000000000000	-1.0000000000000000

Done Back

Obr. 26. Editace dat - problém obchodního cestujícího

### 1.9.3 Vyhodnocení

Výběrem možnosti *Evaluate* hlavního menu problému obchodního cestujícího dojde k zobrazení okna pro stanovení hodnoty účelové funkce problému pro zvolený plán. Plán se zadává do tabulky *Schedule*. Kromě ručního zadání je možné využít také možnosti vygenerování pomocí tlačítka *Generate Schedule*, nebo načtení plánu ze souboru pomocí tlačítka *Load Schedule*. Účelová funkce problému se volí pomocí výběru *Evaluate as* - v případě problému obchodního cestujícího je zde pouze jediná možnost *Symmetric travelling salesman problem* pro symetrickou variantu problému obchodního cestujícího. Pro stanovení hodnoty účelové funkce jsou dostupné dvě tlačítka - *Evaluate* a *Evaluate To File*. *Evaluate* zajistí stanovení hodnoty účelové funkce pro daný plán, která se zobrazí do *Cost function value*. *Evaluate To File* funguje obdobně, avšak zajistí také uložení výstupu

(hodnota účelové funkce + plán) do souboru. Tlačítkem *Back* dojde k návratu na předchozí okno. V případě chybných hodnot je zobrazena hláška s odpovídajícím popisem chyby.

Evaluate Travelling Salesman Problem

Schedule:

	1	2	3	4	5
1	3	1	4	2	5

Generate Schedule

Load Schedule

Evaluate as: Symmetric travelling salesman problem

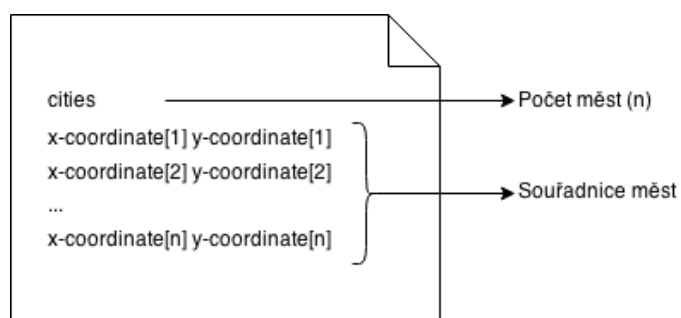
Evaluate Evaluate To File

Cost function value: 19.86203427466306300

Back

Obr. 27. Vyhodnocení - problém obchodního cestujícího

#### 1.9.4 Struktura souboru dat



Obr. 28. Struktura souboru dat - problém obchodního cestujícího

#### 1.10 Kapacitní rozvozní problém

Kapacitní rozvozní problém se nachází pod tlačítkem *Capacitated Vehicle Routing Problem* hlavního okna.

### 1.10.1 Vytvoření dat

Výběrem možnosti *Create Data* hlavního menu kapacitního rozvozního problému dojde k zobrazení okna pro vytvoření dat problému. Je zde možné specifikovat počet zákazníků (*Number of customers*), kapacitu vozidla (*Vehicle capacity*), souřadnice depa (*x-coordinate* a *y-coordinate*), souřadnice a požadavky zákazníků (*x-coordinate*, *y-coordinate*, *Demand*). Kromě ručního nastavení je možné využít možnosti generátoru, jehož nastavení se nachází v pravé části okna. Je zde možné specifikovat typ generovaných dat (celočíslná (*Integer*) nebo reálná (*Real*)), dále minimální a maximální souřadnice (*Min coordinate* a *Max coordinate*), minimální a maximální požadavek (*Min demand* a *Max demand*). Tlačítkem *Generate*, které je zpřístupněno až po zadání počtu zákazníků, kapacity vozidla a parametrů generátoru, dojde k vygenerování souřadnic depa, souřadnic a požadavků zákazníků. Tlačítkem *Create*, které je zpřístupněno až po zadání všech dat problému, jsou data vytvořena a dojde k návratu na předchozí okno. Tlačítkem *Back* dojde k návratu na předchozí okno. V případě chybných hodnot je zobrazena hláška s odpovídajícím popisem chyby.

Number of customers: 5

Vehicle capacity: 20.000000000000000

Depot:

x-coordinate: -1.000000000000000

y-coordinate: -2.000000000000000

Customers:

	x-coordinate	y-coordinate	Demand
1	-3.000000000000000	0.000000000000000	4.000000000000000
2	5.000000000000000	4.000000000000000	4.000000000000000
3	1.000000000000000	-5.000000000000000	16.000000000000000
4	3.000000000000000	-4.000000000000000	3.000000000000000
5	4.000000000000000	-5.000000000000000	10.000000000000000

Generator

☐ Real ☒ Integer

Min coordinate: -5.000000000000000

Max coordinate: 5.000000000000000

Min demand: 1.000000000000000

Max demand: 20.000000000000000

Generate

Create Back

Obr. 29. Vytvoření dat - kapacitní rozvozní problém

### 1.10.2 Editace dat

Výběrem možnosti *Edit Data* hlavního menu kapacitního rozvozního problému dojde k zobrazení okna pro editaci dat problému. Je umožněno měnit kapacitu vozidla (*Vehicle*



*capacity*), souřadnice depa (*x-coordinate*, *y-coordinate*), souřadnice a požadavky zákazníků (*x-coordinate*, *y-coordinate*, *Demand*), není však umožněno měnit počet zákazníků (*Number of customers*). Tlačítkem *Done*, které je zpřístupněno po změně dat, dojde k potvrzení změny dat a návratu na předchozí okno. Tlačítkem *Back* dojde k návratu na předchozí okno. V případě chybných hodnot je zobrazena hláška s odpovídajícím popisem chyby.

Number of customers: 5

Vehicle capacity: 20.000000000000000

Depot:

x-coordinate: -1.000000000000000

y-coordinate: -2.000000000000000

Customers:

	x-coordinate	y-coordinate	Demand
1	-3.000000000000000	0.000000000000000	4.000000000000000
2	5.000000000000000	4.000000000000000	4.000000000000000
3	1.000000000000000	-5.000000000000000	16.000000000000000
4	3.000000000000000	-4.000000000000000	3.000000000000000
5	4.000000000000000	-5.000000000000000	10.000000000000000

Done Back

Obr. 30. Editace dat - kapacitní rozvozní problém

### 1.10.3 Vyhodnocení

Výběrem možnosti *Evaluate* hlavního menu kapacitního rozvozního problému dojde k zobrazení okna pro stanovení hodnoty účelové funkce problému pro zvolený plán. Plán se zadává do tabulky *Schedule*. Kromě ručního zadání je možné využít také možnosti vygenerování pomocí tlačítka *Generate Schedule*, nebo načtení plánu ze souboru pomocí tlačítka *Load Schedule*. Účelová funkce problému se volí pomocí výběru *Evaluate as* - v případě kapacitního rozvozního problému je zde pouze jediná možnost *Capacitated vehicle routing problem* pro základní variantu kapacitního rozvozního problému. Pro stanovení hodnoty účelové funkce jsou dostupné dvě tlačítka - *Evaluate* a *Evaluate To File*. *Evaluate* zajistí stanovení hodnoty účelové funkce pro daný plán, která se zobrazí do *Cost function value*. *Evaluate To File* funguje obdobně, avšak zajistí také uložení výstupu (hodnota účelové funkce + plán) do souboru. Tlačítkem *Back* dojde k návratu na před-

chozí okno. V případě chybných hodnot je zobrazena hláška s odpovídajícím popisem chyby.

Evaluate Capacitated Vehicle Routing Problem

Schedule:

	1	2	3	4	5
1	4	5	1	3	2

Generate Schedule

Load Schedule

Evaluate as: Capacitated vehicle routing problem

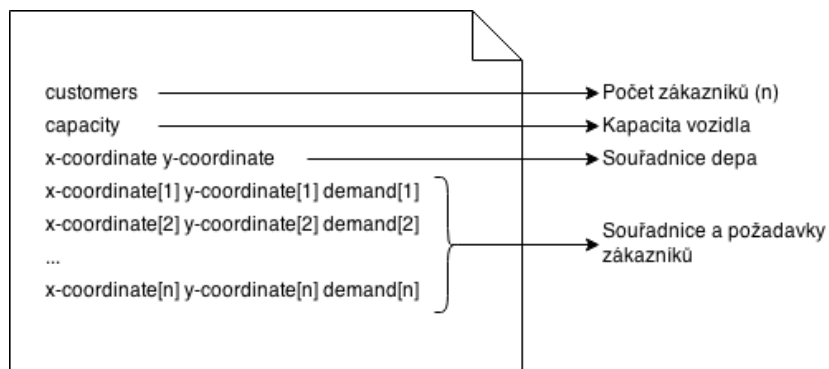
Evaluate Evaluate To File

Cost function value: 39.25679236066015700

Back

Obr. 31. Vyhodnocení - kapacitní rozvozní problém

#### 1.10.4 Struktura souboru dat



Obr. 32. Struktura souboru dat - kapacitní rozvozní problém