VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
FAKULTA STAVEBNÍ

NWB024

LOGISTIKA 04

ROZHODOVACÍ PROCESY
VZTAHY MEZI ROZHODOVÁNÍM A ŘÍZENÍM
ÚLOHA ČÍNSKÉHO LISTONOŠE
ÚLOHA OBCHODNÍHO CESTUJÍCÍHO

Václav Venkrbec

OBSAH

04

Praxe rozhodovacích procesů

Vztahy mezi rozhodováním a řízením

Úloha čínského listonoše

Úloha obchodního cestujícího

ROZHODOVACÍ PROCESY

Rozhodování

Je jedna z paralelních (průběžných) manažerských funkcí; nejvýrazněji se uplatňuje v plánování

	Analýza	Rozhodování	Implementace
Plánování			
Organizace			
Výběr lidí			
Vedení			
Kontrola			

ROZHODOVACÍ PROCESY

Kvalita rozhodovacích procesů

- ovlivňuje zásadním způsobem fungování organizace

Dvě stránky rozhodování:

- Meritorní (věcná, obsahová)
- Formálně-logická (procedurální)

ROZHODOVACÍ PROCESY

Meritorní stránka rozhodování

- odráží odlišnosti rozhodovacích procesů, jejich specifické rysy; příklady:

Výrobní program

Kapitálové investice

Uvedení výrobku na trh, marketingová strategie

Organizační uspořádání

Vytvoření společného podniku

Výběr pracovníků

Jednotlivé procesy jsou předmětem studia různých disciplín (marketing, finanční management, personalistika, …)

ROZHODOVACÍ PROCESY

Procedurální stránka rozhodování

- společné rysy a vlastnosti rozhodovacích procesů:
  - Rámcový postup řešení - identifikace problému, vyjasnění jeho příčin a cílů řešení, generování variantních řešení, hodnocení a výběr
  - Koncepty (užitek a jeho měření)
  - Metody a nástroje podporující řešení rozhodovacích problémů

ROZHODOVACÍ PROCESY

Rozhodovací proces:

proces řešení rozhodovacích problémů (problémů s více variantami řešení) – posuzování variant a výběr optimální varianty

Problém:

existuje odchylka mezi žádoucím a skutečným stavem

- reálné – stupeň naléhavosti
- potenciální – reakce na hrozby a příležitosti, prevence

ROZHODOVACÍ PROCESY

Struktura rozhodovacího procesu:

1. Identifikace – sběr, analýza a vyhodnocování informací, identifikace situací, které vyžadují řešení
2. Analýza a formulace problému – stanovení základních prvků, určení příčin vzniku problému a cílů jeho řešení
3. Stanovení kritérií hodnocení – pro posuzování a hodnocení variant řešení
4. Tvorba variant řešení – nalezení a formulace činností vedoucích k řešení

ROZHODOVACÍ PROCESY

Struktura rozhodovacího procesu:

5. Stanovení důsledků variant z hlediska vybraných kritérií
6. Hodnocení variant, výběr varianty určené k realizaci (optimální) nebo preferenční uspořádání variant
7. Realizace, implementace vybrané varianty
8. Monitorování a kontrola – stanovení odchylek vzhledem ke stanoveným cílům, příprava a realizace nápravných opatření, korekce cílů, pokud nebyly stanoveny realisticky

ROZHODOVACÍ PROCESY

Prvky rozhodovacího procesu:

- Cíl rozhodování
- Kritéria hodnocení
- Subjekt rozhodování
- Objekt rozhodování
- Varianty rozhodování a jejich důsledky
- Stavy světa

ROZHODOVACÍ PROCESY

Cíl rozhodování

Stav, kterého má být řešením rozhodovacího problému dosaženo (zvýšení výrobní kapacity, zvýšení kvality, snížení nákladů, zvýšení spokojenosti zákazníků apod.)

Cíle kvantitativní a kvalitativní

ROZHODOVACÍ PROCESY

Vazby mezi cíli

Obvykle jde o dosažení většího počtu cílů, mezi nimiž existují určité vazby:

Komplementární cíle – vzájemně se doplňují a podporují (zvýšení výroby, kvality a zlepšení servisu příznivě ovlivní výši prodejů)

Konfliktní cíle – snižování nákladů vs. zvyšování pohotovosti dodávek, úspora nákladů vs. spokojenost zaměstnanců)

ROZHODOVACÍ PROCESY

<u>Kritéria hodnocení</u>

Slouží k posouzení výhodnosti jednotlivých variant z hlediska dosažení (stupně plnění) dílčích cílů

Typy kritérií:

- výnosová: preferují vyšší hodnoty, „čím více, tím lépe“: zisk
- nákladová, „čím více, tím hůře“: náklady
- kvantitativní – ukazatele, výhoda: jednoznačnost, měřitelnost
- kvalitativní – agregovanější, širší náplň

ROZHODOVACÍ PROCESY

Stupnice měření

- Nominální (jmenné) – kvalitativní, varianty zařazené do určité třídy jsou rovnocenné; barva aut
- Ordinální (pořadová) – kvalitativní, stanovení pořadí, aniž můžeme říci, o kolik nebo kolikrát je jedna varianta lepší než druhá
- Kardinální – kvantitativní (jednotka a počátek měření)
  - Intervalová – umožňuje měřit, o kolik je jedna varianta větší či menší než jiná
  - Poměrová - umožňuje měřit, kolikrát je jedna varianta větší či menší než jiná

ROZHODOVACÍ PROCESY

Subjekt rozhodování

- Rozhodovatel
  - Jednotlivec – individuální rozhodování; autoritativní, konzultativní
  - Skupina – kolektivní rozhodování, participativní rozhodování; hlasování, konsensus
- Statutární (formální) vs. skutečný (neformální) rozhodovatel
  - př.: skutečný výběr technologie proběhne na štábní úrovni, ředitel rozhodne pouze o tom, zda tuto variantu realizovat či zamítnout

ROZHODOVACÍ PROCESY

Objekt rozhodování

- Část organizace, v níž byl problém formulován, stanovil se cíl řešení a jíž se rozhodování týká:
    - Výrobní program
    - Tržní orientace
    - Organizační uspořádání
    - Inovace
    - Financování rozvoje firmy

ROZHODOVACÍ PROCESY

<u>Varianty rozhodování</u>

- <u>Varianta</u>: možná akce, která má vést k řešení problému (splnění stanovených cílů)
    - Tržní orientace: domácí nebo zahraniční trh
    - Organizační struktura: teritoriální, divizionální, pružná
- <u>Důsledky</u>: předpokládané dopady vzhledem ke kritériím hodnocení

kvantitativní kritéria: lze stanovit hodnotu

ROZHODOVACÍ PROCESY

Stavy světa

- Budoucí vzájemně se vylučující situace, které mohou nastat po realizaci varianty a ovlivňují její důsledky

> např. Efektivnost investice (vybudování výrobní jednotky) závisí na jejím využití, budoucí poptávka není známa s jistotou její hodnoty (nízká, střední, vysoká) představují možné stavy světa,

ROZHODOVACÍ PROCESY

Stavy světa

- Soubor stavů světa musí být úplný (musí být pokryty veškeré možné budoucí stavy

- Větší počet takových faktorů (faktory rizika, nejistoty) – stavy světa jsou dány jejich možnými kombinacemi

- Hraji významnou úlohu při rozhodování za rizika a nejistoty

ROZHODOVACÍ PROCESY

Klasifikace rozhodovacích problémů

A, Dobře strukturované problémy

B, Špatně strukturované problémy

Rozhodování za:

- jistoty
- rizika
- nejistoty

ROZHODOVACÍ PROCESY

A, Dobře strukturované problémy

- Algoritmizované, programované:
  - zpravidla opakovaně řešené, existují rutinní postupy řešení
- Obvykle kvantifikovatelné proměnné, jediné kvantitativní kritérium hodnocení
- Příklady:
  - vytížení výrobní linky
  - obsazení jednotlivých strojů pracovníky
  - stanovení velikosti objednávky materiálu (dávky)

ROZHODOVACÍ PROCESY

B, Špatně strukturované problémy

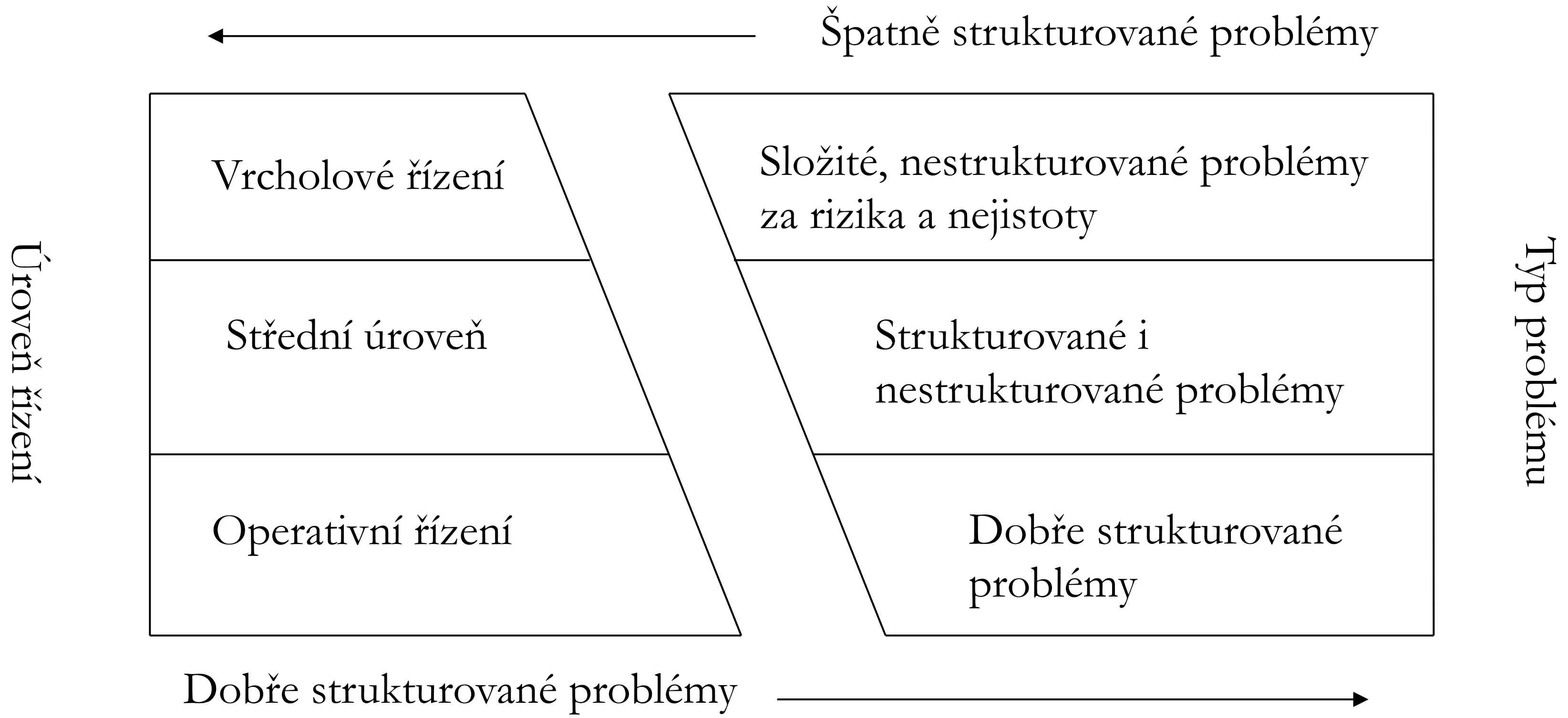
- Zpravidla nové, neopakovatelné; typické na vyšších stupních řízení. Řešení vyžaduje tvůrčí přístup, rozsáhlých znalostí, zkušenosti a intuice, neexistují standardní procedury

Charakteristiky:

- Existence více faktorů ovlivňujících řešení - pouze část je kvantifikovatelná, existují mezi nimi složité a proměnlivé vazby
- Náhodnost změn (technologické, ekonomické, sociální okolí)
- Existence většího počtu kritérií, některá jsou kvalitativní
- Obtížná interpretace informací potřebných pro rozhodnutí

Příklad: vytvoření společného podniku, inovace apod.

Rozhodovací problémy dle úrovně řízení



ROZHODOVACÍ PROCESY

Rozhodování za jistoty, rizika a nejistoty

- klasif. podle informace o stavech světa a důsledcích variant:
  - za jistoty: víme s jistotou, který stav světa nastane a jaké budou výsledky variant
  - za rizika: známe pravděpodobnosti stavů světa
  - za nejistoty: neznáme ani pravděpodobnosti stavů světa
  - za neurčitosti: neznáme možné stavy světa ani důsledky variant
  - za konfliktu: existuje protihráč – teorie her

ROZHODOVACÍ PROCESY

Další typy rozhodovacích procesů

individuální – kolektivní /skupinové

statické – dynamické

jednostupňové – vícestupňové

jednokriteriální - vícekriteriální

strategické – taktické – operativní

nekonfliktní – konfliktní

podle tvorby variant: konečný – prakticky nekonečný počet vygenerovaných variant

ROZHODOVACÍ PROCESY

Modely rozhodovacích procesů

A, Racionálně-ekonomický model

- systematické vyhledávání optimálních řešení, maximalizace zisku
- princip optimalizace
- model: analytický, normativní

B, Administrativní model

- časový tlak, omezenost zdrojů
- princip satisfakce
- deskriptivní model

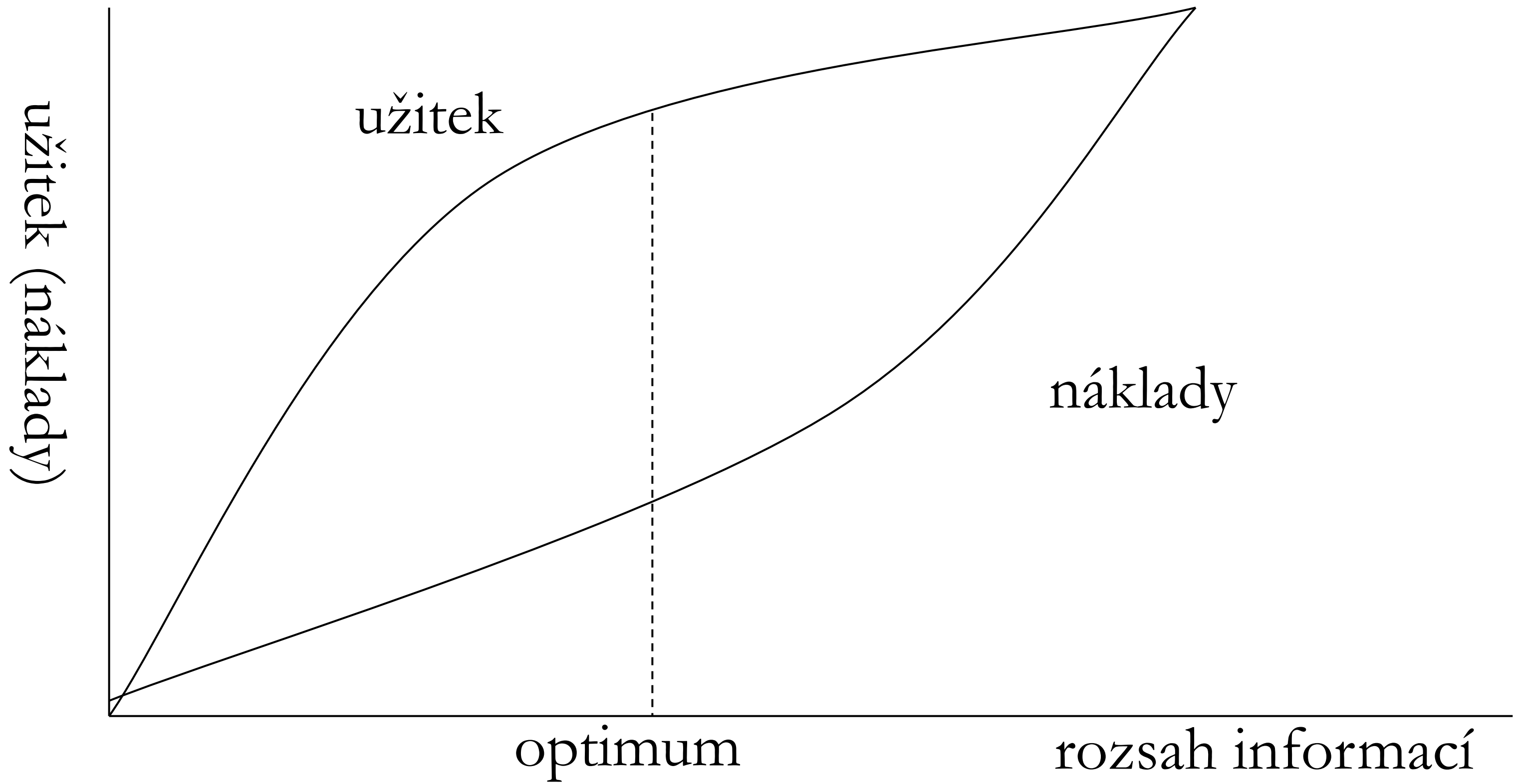
ROZHODOVACÍ PROCESY

Modely rozhodovacích procesů

Předpoklad	**Model**	
	Racionálně-ekonomický	**Administrativní**
racionalita rozhodovatele	dokonalá	omezená
disponibilní informace	úplné	neúplné
volba rozhodnutí	optimalizace	satisfakce
typ modelu	normativní	deskriptivní

ROZHODOVACÍ PROCESY

Užitek a náklady vs. Rozsah informací



PROBLÉM ČÍNSKÉHO LISTONOŠE

<u>Vznik názvu:</u>

- špatný překlad z angličtiny
- ve skutečnosti má být „<u>čínský problém listonoše</u>“.

Historie:

- listonoši nazývaní „tschien-fu“ neboli „silní muži“
- zvonili na zvon zavěšený na krku a razili si cestu hlasem
- později - Japonští listonoši chodili ve dvou – pro případ nehody

PROBLÉM ČÍNSKÉHO LISTONOŠE

Princip:

- Listonoš musí denně projít všechny ulice svého obvodu a vrátit se na místo, odkud vyšel

- Jde o to, aby cesta byla co nejkratší a aby zbytečně neprocházel některými ulicemi dva či vícekrát = ale každou musí projít alespoň jednou.

Obcházený obvod je souvislý ohodnocený graf:

- hrany jsou ulice ohodnocené délkou
- uzly jsou rozcestí

PROBLÉM ČÍNSKÉHO LISTONOŠE

Řešení:

Pokud je v grafu možné provést tzv. eulerovský tah, je řešení triviální a listonoš projde všemi hranami právě jednou – jedná se o optimální řešení.

Pokud jsou všechny uzly sudého stupně, pak každou ulicí projde právě jednou (Eulerův cyklus).

Existuje-li v grafu uzavřený eulerovský tah, nazýváme tento graf rovněž eulerovský. Eulerovské grafy lze nakreslit „jedním tahem“.

PROBLÉM ČÍNSKÉHO LISTONOŠE

Eulerovský tah

G = (V, E) je neorientovaný graf a posloupnost

$$P = (v_0, e_1, v_1, \ldots, e_n, v_m)$$

Je eulerovským tahem pokud platí, že:

$$|E| = n \text{ a } \forall i,j = 1, \ldots, n, i \neq j : e_i \neq e_j$$

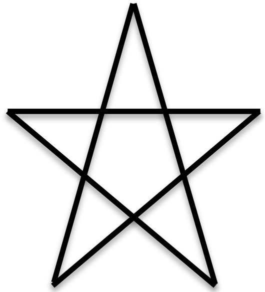
a je uzavřeným tahem, když

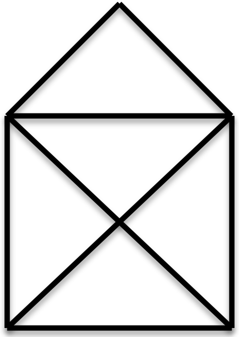
$$v_0 = v_m$$

PROBLÉM ČÍNSKÉHO LISTONOŠE

<u>Eulerovský tah uzavřený</u>

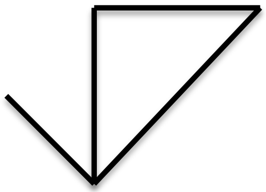
obsahuje všechny hrany a všechny vrcholy grafu G





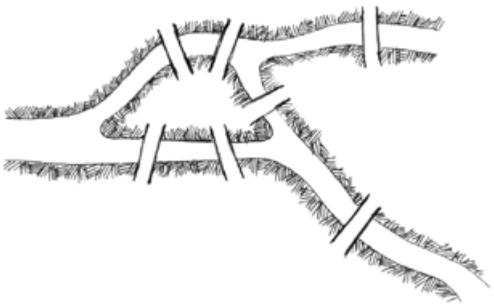
<u>Eulerovský tah otevřený</u>

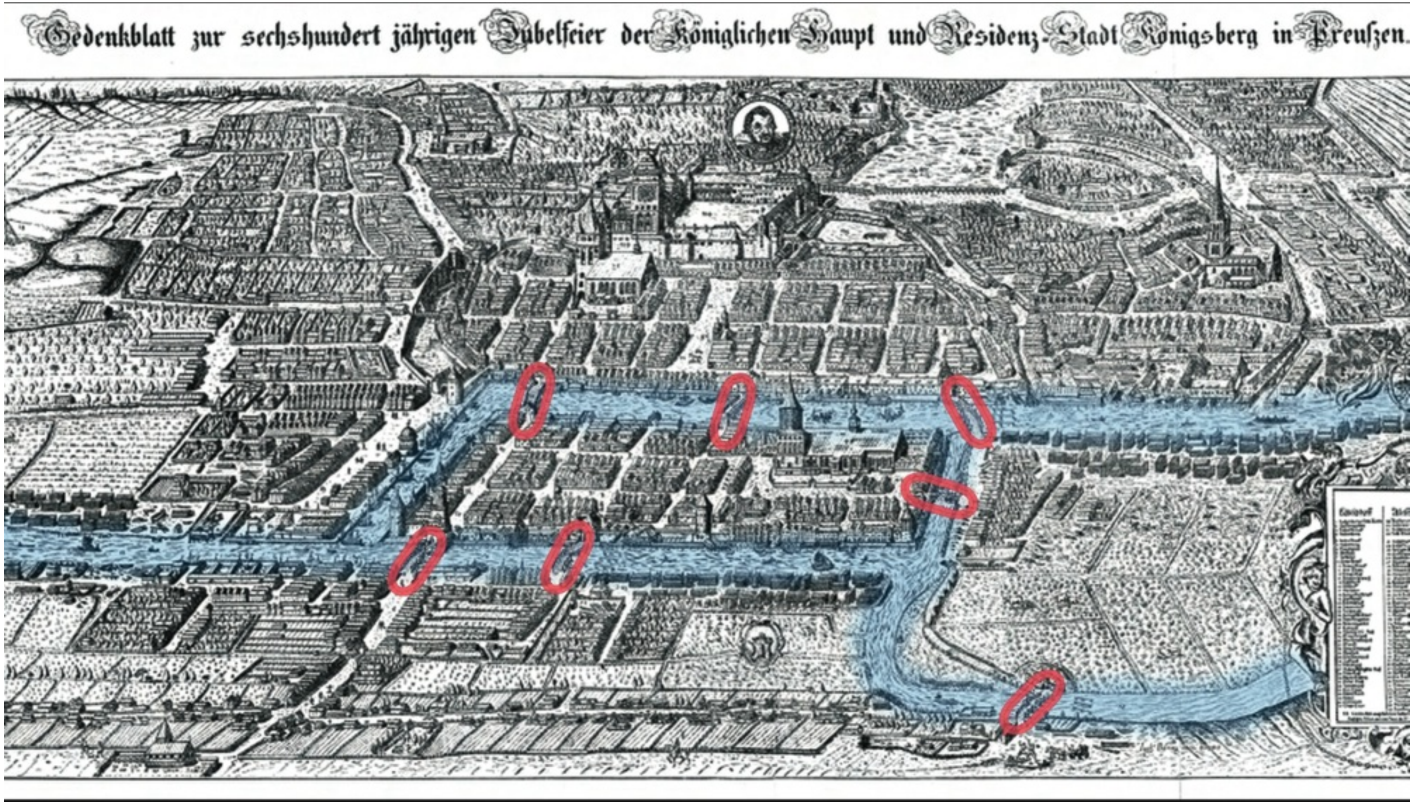
obsahuje všechny hrany grafu G a výchozí vrchol se liší od koncového vrcholu



PROBLÉM ČÍNSKÉHO LISTONOŠE

Sedm mostů města Královce





PROBLÉM ČÍNSKÉHO LISTONOŠE

<u>Sedm mostů města Královce</u>

-První úloha teorie grafů

Hypotéza:

Lze projít městem tak, aby dotyčný prošel po každém mostě jen jednou?

Řešení:

- nelze = nemá řešení – jedná se o lichý graf

Pro splnění definice Eulerovského grafu musí být graf tzv. sudého stupně.

PROBLÉM ČÍNSKÉHO LISTONOŠE

Matematický model problému čínského listonoše

Výchozí místo: uzel č.1

Hrany = ulice / silnice apod.

C_{ij} – vzdálenost mezi uzly *i* a *j*

PROBLÉM ČÍNSKÉHO LISTONOŠE

Matematický model problému čínského listonoše

Minimalizovat $z = \sum_{(i,j)\in H} k_{ij} x_{ij}$,

Za podmínek $\sum_{(i,k)\in H} x_{ik} = \sum_{(k,j)\in H} x_{kj}$, $\quad k \in U$,

$x_{ij} + x_{ji} \geq 1$, $\quad$ (i.j) ∈ H ,

$x_{ji} \geq 0$, x_{ji} – celé, $\quad$ (i.j) ∈ H .

PROBLÉM ČÍNSKÉHO LISTONOŠE

<u>První model pro neorientovaný graf</u>

T množina uzlů lichého stupně

U-T uzlů sudého stupně

$$x_{ij} = \begin{cases} 1 & \text{přidáme do grafu hranu (i, j),} \\ 0 & \text{jinak,} \end{cases}$$

minimalizovat $$z = \sum_{i=1}^{n-1} \sum_{j=i+1}^{n} c_{ij} x_{ij}$$

za podmínek $$\sum_{j=1}^{i-1} x_{ji} + \sum_{j=i+1}^{n} x_{ij} = 2y_i + 1, \quad i \in T,$$

$$y_i \geq 0, \text{celé}, i \in U.$$

$$\sum_{j=1}^{i-1} x_{ji} + \sum_{j=i+1}^{n} x_{ij} = 2y_i, \quad i \in U - T,$$

PROBLÉM ČÍNSKÉHO LISTONOŠE

Druhý model pro neorientovaný graf

$$x_{ij} \geq 0, \text{celé}, \quad i, j = 1,2,\ldots,n,$$

kolikrát bude hrana (i,j) zahrnuta v Eulerově cyklu

minimalizovat $z = \sum_{i=1}^{n} \sum_{j=1}^{n} c_{ij} x_{ij}$

za podmínek $x_{ij} + x_{ji} \geq 1, \quad (i, j) \in H,$

$$\sum_{j=1}^{n} x_{ji} = \sum_{j=1}^{n} x_{ij}, \quad i = 1,2,\ldots,n,$$

$$x_{ij} = 0, x_{ji} = 0, \quad (i, j) \notin H.$$

PROBLÉM ČÍNSKÉHO LISTONOŠE

Model pro orientovaný graf

$x_{ij}, i \in I, j \in J$ počet orientovaných hran/cest mezi uzly *i* a *j*, které přidáme do grafu

$c_{ij}, i \in I, j \in J$ náklady na hranu/cestu mezi uzly *i* a *j*, kterou přidáme do grafu

minimalizovat

$$z = \sum_{i \in I} \sum_{j \in J} c_{ij} x_{ij}$$

za podmínek

$$\sum_{j \in J} x_{ij} = a_i, \quad i \in I,$$

$$\sum_{i \in I} x_{ij} = b_j, \quad j \in J,$$

$$x_{ij} \geq 0 \quad i \in I, j \in J.$$

PROBLÉM ČÍNSKÉHO LISTONOŠE

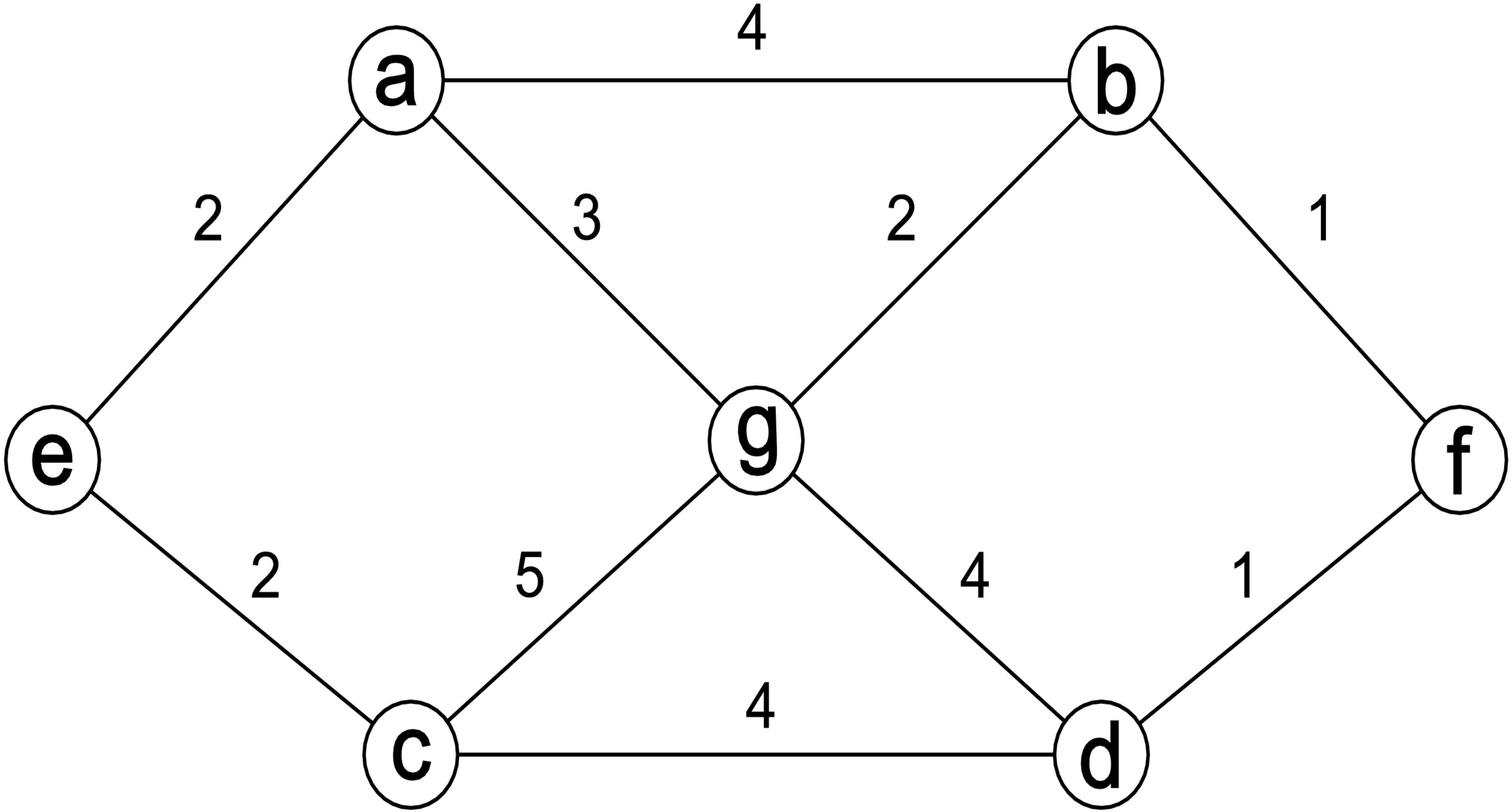
Další řešení

- každou ulici projde právě jednou a nakonec se vrátí na to místo, odkud vyšel

- Žádnou ulicí neprochází vícekrát

PROBLÉM ČÍNSKÉHO LISTONOŠE

Př.:



PROBLÉM ČÍNSKÉHO LISTONOŠE

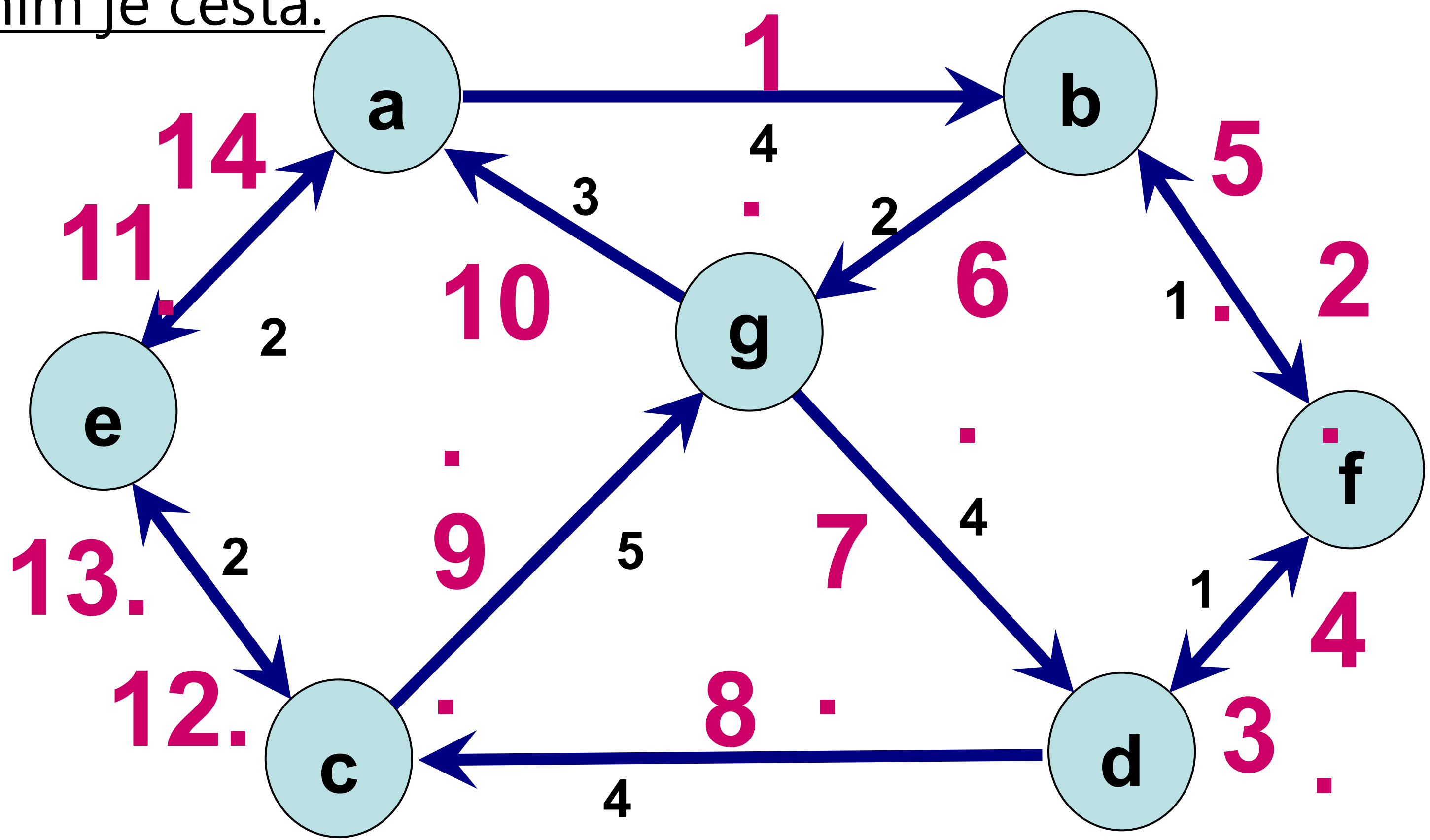
Řešení mje cesta:

a – b – f – d – f – b – g – d – c – g – a – e – c – e – a

$4 + 1 + 1 + 1 + 1 + 2 + 4 + 4 + 5 + 3 + 2 + 2 + 2 + 2 = \underline{34}$

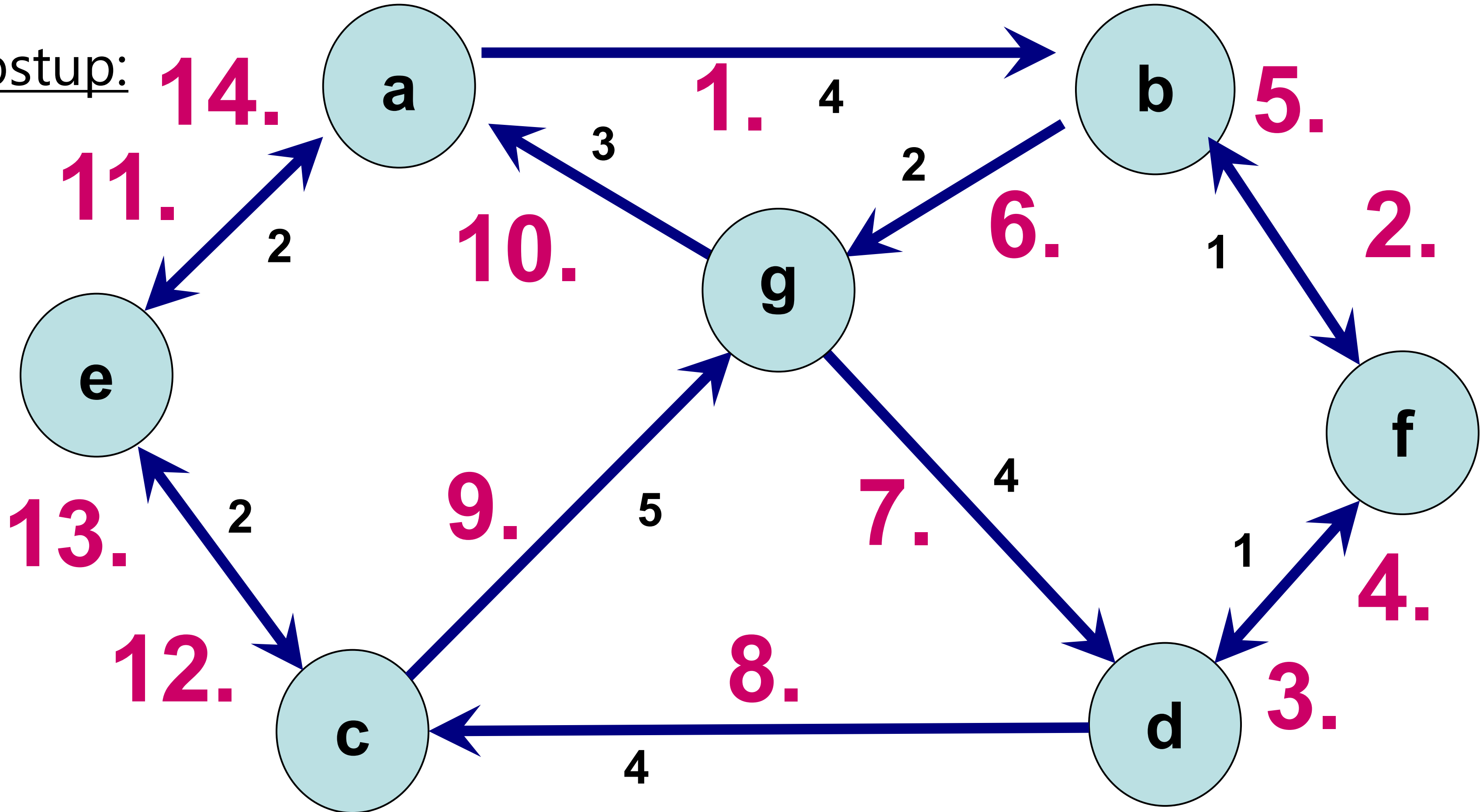
PROBLÉM ČÍNSKÉHO LISTONOŠE

Řešením je cesta:



PROBLÉM ČÍNSKÉHO LISTONOŠE

Postup:



PROBLÉM OBCHODNÍHO CESTUJÍCÍCHO

Travelling Salesman Problem (TSP)

-Přesná historie vzniku neznámá

- v r. 1930 na Universitě Princeton řešeny úlohy na základě:

- optimalizace cesty pro co největší počet navštívených míst

- od r. 1950 a 1960 problém populární ve vědeckých kruzích v Evropě a USA

- Nejúspěšnější řešitelskou metodou je lineární programování v kombinaci s metodou řezu (Princeton)

PROBLÉM OBCHODNÍHO CESTUJÍCÍCHO

Princip úkolu:

Nalezení nejkratší možné cesty procházející všemi zadanými body na mapě

PROBLÉM OBCHODNÍHO CESTUJÍCÍCHO

Princip řešení:

Hledá se nejkratší hamiltonovská kružnice v úplném grafu:

- uzly jsou města
- hrany jsou přímo ohodnocené vzdálenosti.

Úloha je o uzlově ohodnoceném grafu.

Hledá se nejkratší uzavřený sled průchodu všemi uzly.

Sled obsahuje alespoň (minimálně) jeden každý uzel grafu.

PROBLÉM OBCHODNÍHO CESTUJÍCÍCHO

Laická formulace

Existuje k míst propojených cestami (podle jisté mapy vyjadřující zobrazovanou realitu) se známou délkou, tj. vzdáleností mezi nimi.

Cestující se vydá na cestu z jednoho z nich (centrum, startovní bod, výchozí bod) a navštíví všechna ostatní města, každé právě jednou, a vrátí se do výchozího města.

Jde o to, aby délka cesty byla minimální.

PROBLÉM OBCHODNÍHO CESTUJÍCÍCHO

Matematická formulace

V daném ohodnoceném úplném grafu najděte nejkratší hamiltonovskou kružnici.

Hamiltonovské grafy se zdají být obdobou eulerovských grafů.

- nejednoduché stanovení, zda jde o hamiltonovský graf
- není jasná definice či algoritmus
- jsou známy podmínky

PROBLÉM OBCHODNÍHO CESTUJÍCÍCHO

Hamiltonovský graf – podmínky:

Označme ***u*** počet uzlů grafu a předpokládejme, že ***u* ≥ *3*** :

1, Diracova podmínka

Má-li každý uzel stupeň alespoň ***½ u***, je graf hamiltonovský. ()

2, Oreho podmínka

Je-li pro každou dvojici uzlů, které nejsou spojeny hranou, součet jejich stupňů alespoň ***u***, pak je graf hamiltonovský.

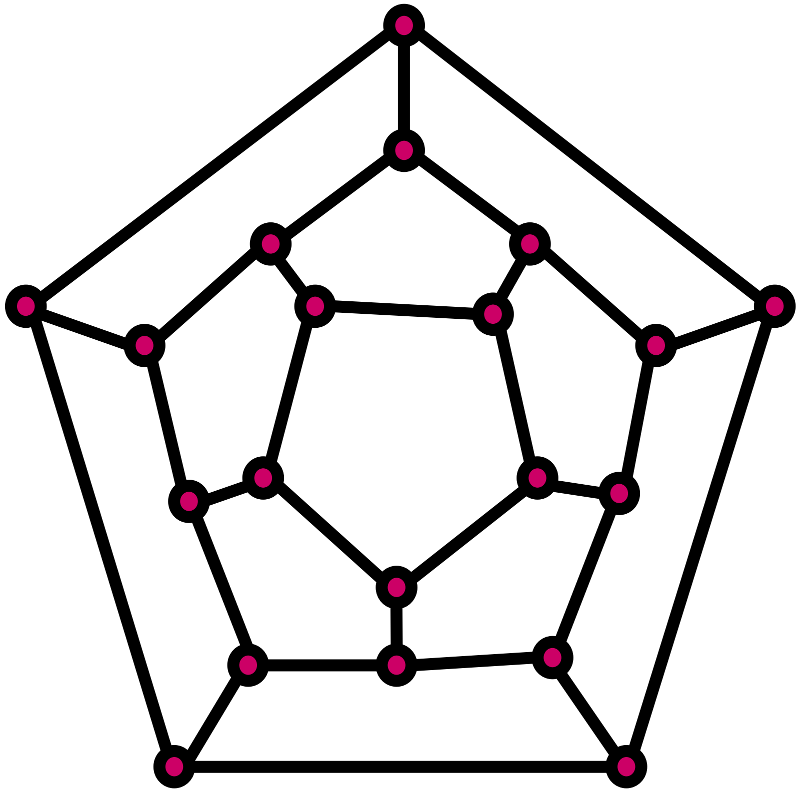
3, Pósova podmínka

Jestliže pro každé přirozené číslo ***k* < *½ u*** je počet uzlů, jejichž stupeň nepřevyšuje ***k***, menší než ***k***, pak je graf hamiltonovský.

PROBLÉM OBCHODNÍHO CESTUJÍCÍCHO

Hamiltonovský graf – příklad:

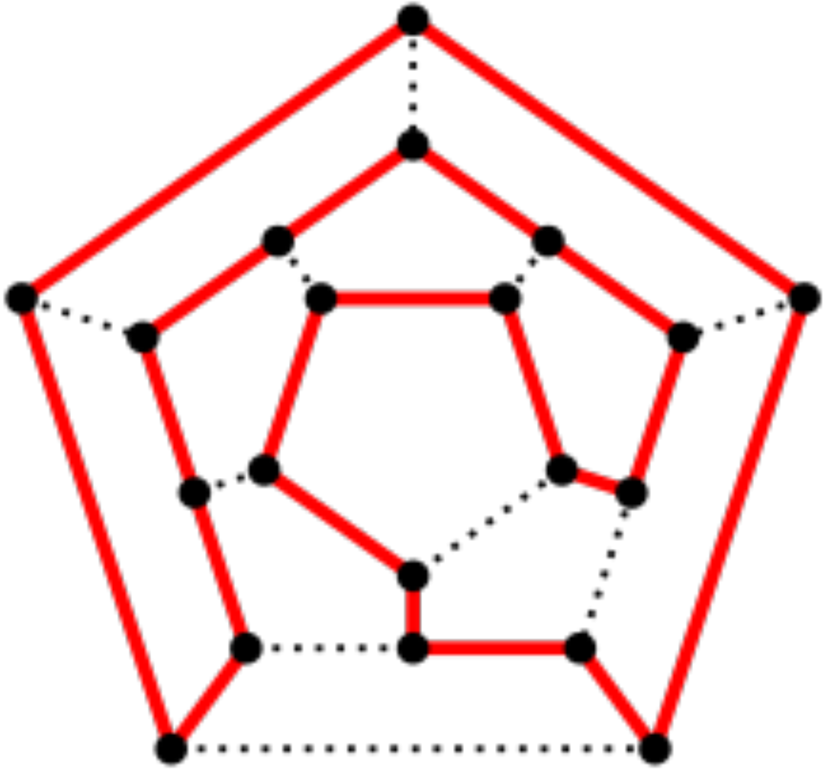
Výchozí stav



PROBLÉM OBCHODNÍHO CESTUJÍCÍCHO

Hamiltonovský graf – příklad:

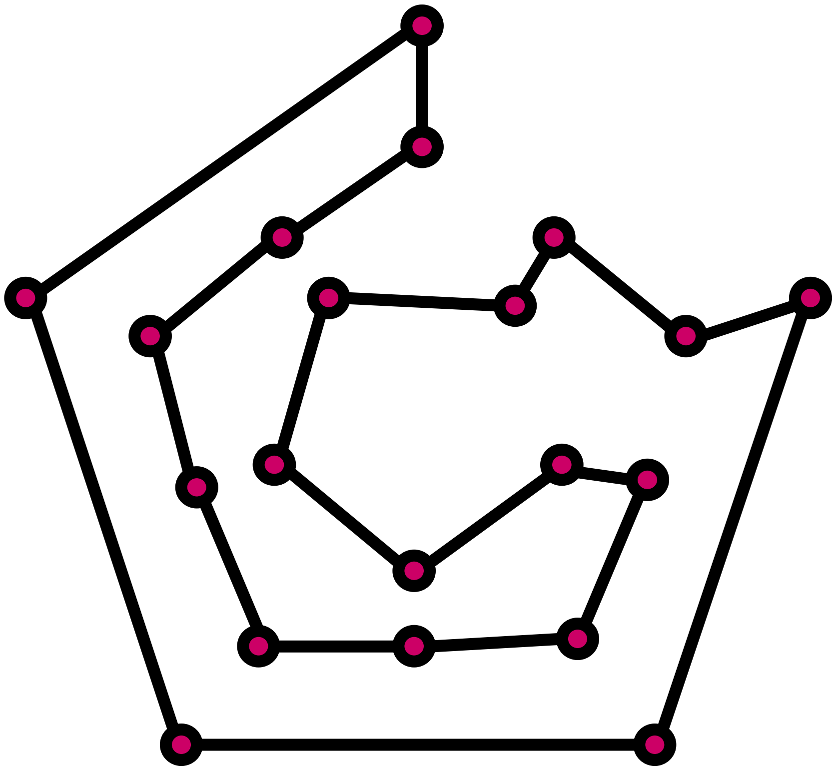
Cílový stav



PROBLÉM OBCHODNÍHO CESTUJÍCÍCHO

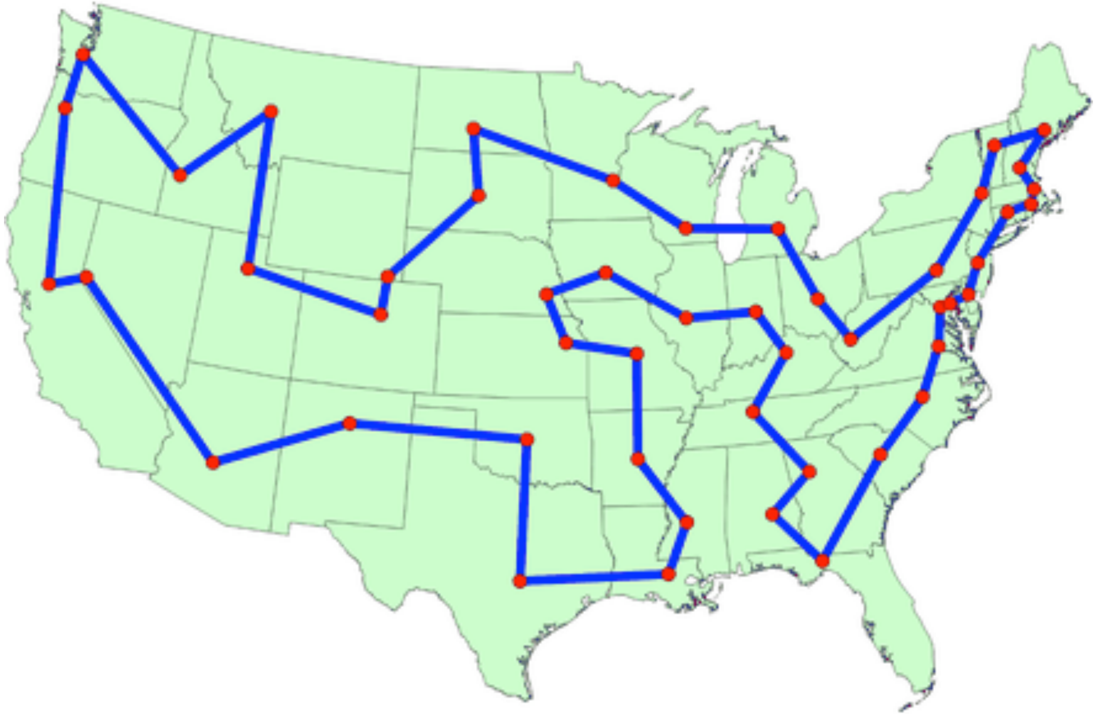
Hamiltonovský graf – příklad:

Jiný cílový stav



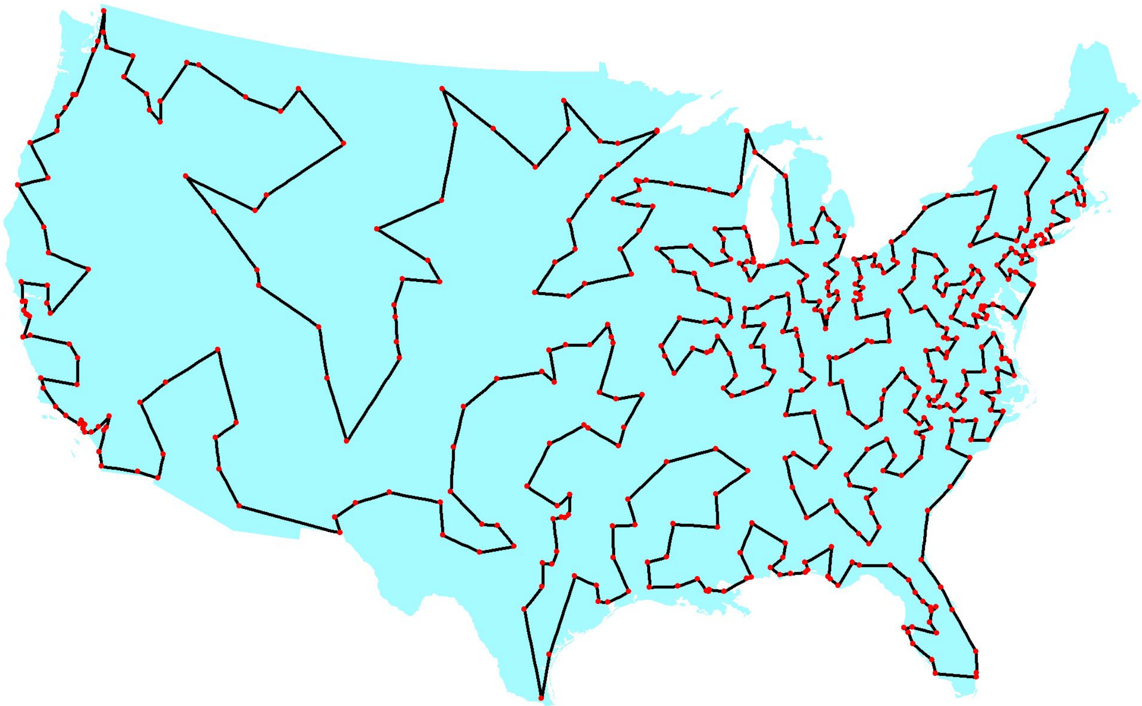
PROBLÉM OBCHODNÍHO CESTUJÍCÍCHO

TSP tour (1954) pro ***49*** měst v USA. Nejkratší cesta 12 455 mil.



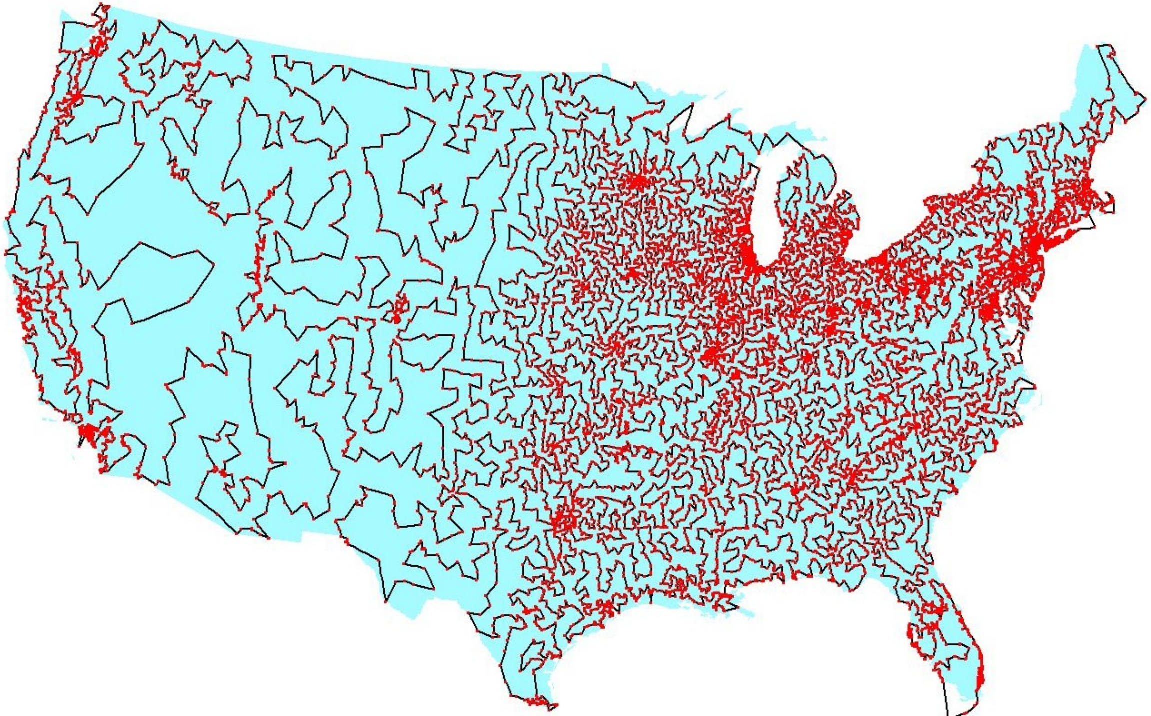
PROBLÉM OBCHODNÍHO CESTUJÍCÍCHO

TSP tour (1987) pro ***532*** měst v USA.



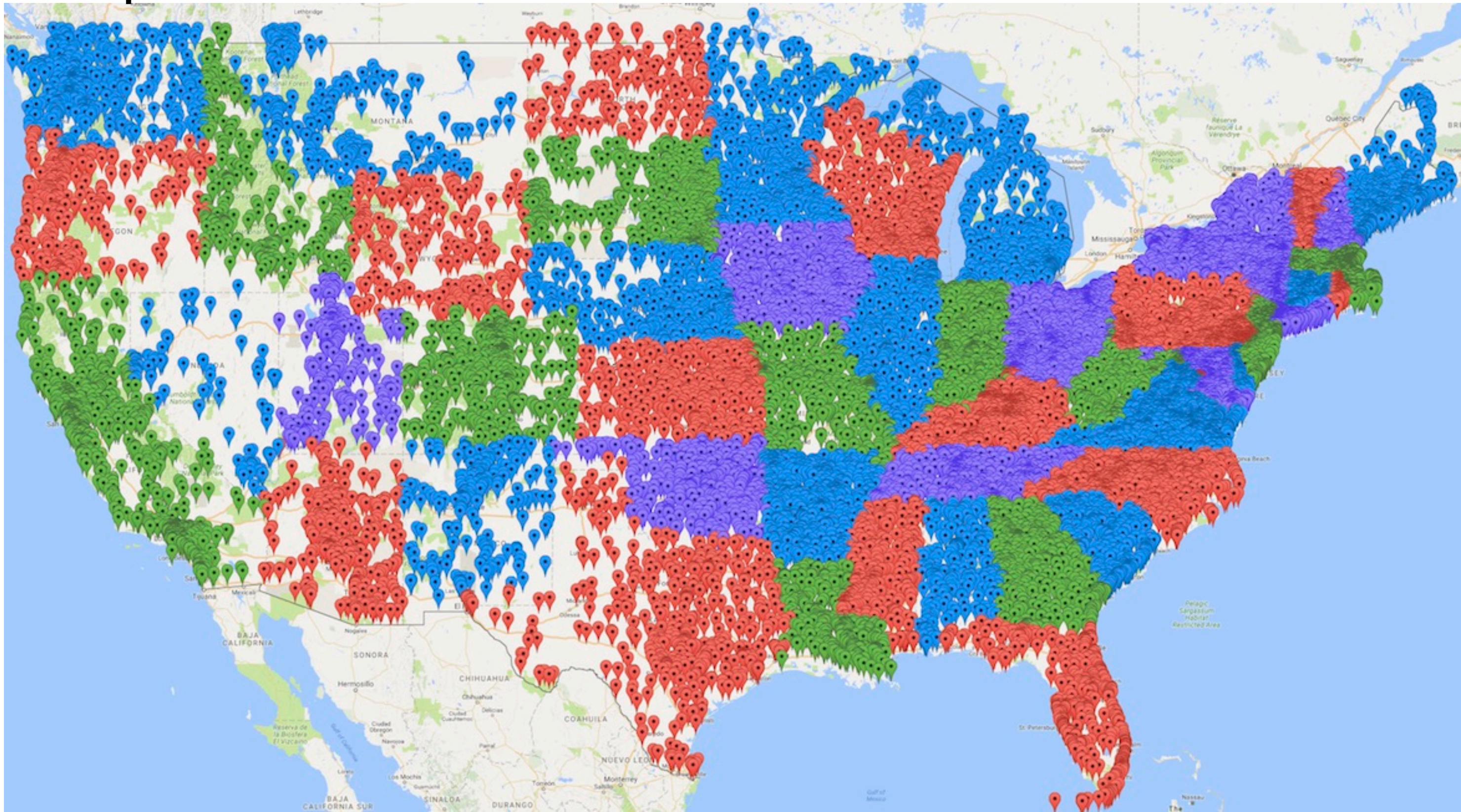
PROBLÉM OBCHODNÍHO CESTUJÍCÍCHO

TSP tour (1998) pro ***13509*** měst v USA.



PROBLÉM OBCHODNÍHO CESTUJÍCÍCHO

TSP tour (2016) pro ***50 000*** měst v USA.



PROBLÉM OBCHODNÍHO CESTUJÍCÍCHO

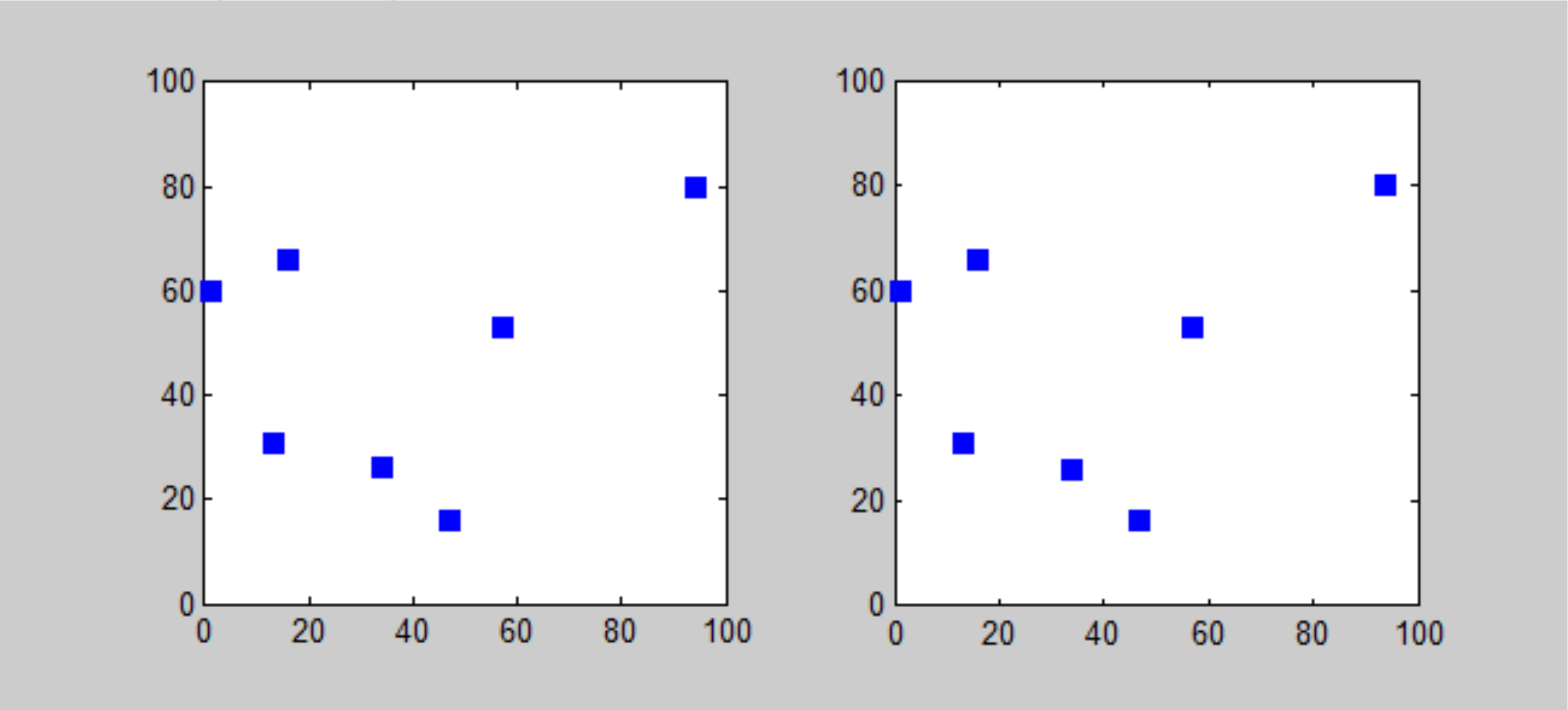
TSP tour (2001)

pro ***15112*** obcí v Německu.

PROBLÉM OBCHODNÍHO CESTUJÍCÍCHO

TSP příklad – řešení pomocí hrubé síly (brute force attack)

7 měst – počet permutací: (7-1)!/2 = 360



PROBLÉM OBCHODNÍHO CESTUJÍCÍCHO

POZOR – SOUTĚŽ

Současný konečný soubor dat TSP probíhá od obce Lincoln v Talladega County, Alabama – podle US Geological Survey byl sestaven seznam ze **48 států** obsahující **115 475** velkoměst, měst a vesnic, seskupených podle států.

Je vypsána **odměna pro řešitele $ 1,000,000** od Clay Mathematics Institute

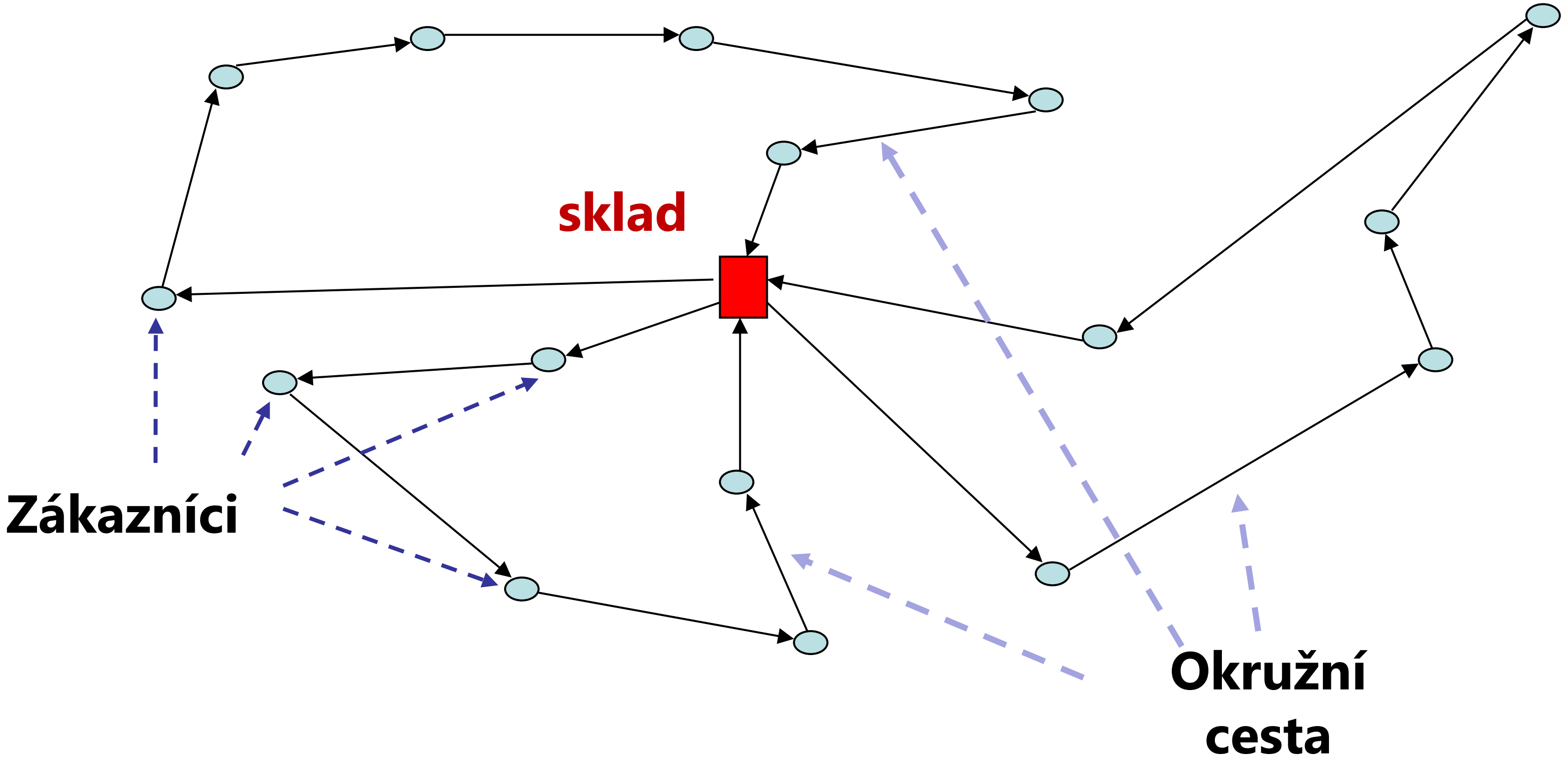
PROBLÉM OBCHODNÍHO CESTUJÍCÍCHO

Historický souhrn:

1954	Datzing, Fulkerson, Johnson	49	měst
1975	Camerini, Fratta, Maffioli	67	měst
1977	Groetschel	120	měst
1980	Crowder, Padberg	318	měst
1987 zač. roku	Padberg, Rinaldini	532	měst
1987 konec roku.	Padberg, Rinaldini	2392	měst
1998	Applegate, Bixby, Chvátal, Cook	13509	měst
2004	Applegate, Bixby, Chvátal, Cook, Helsgaun	24978	měst
2016	Cook	50 000	měst

PROBLÉM OBCHODNÍHO CESTUJÍCÍCHO

Grafické řešení problému TSP



PROBLÉM OBCHODNÍHO CESTUJÍCÍCHO

Příklad problému TSP

Je dána matice délek hran ohodnoceného grafu na předchozím obrázku.

$$\mathbf{A} = (\boldsymbol{a_{ij}}) = \begin{cases} \mathbf{0} & \text{pro } \mathbf{i = j} \\ \boldsymbol{x_{ij}} & \text{délka nejkratší hrany z } \mathbf{i} \text{ do } \mathbf{j} \\ \infty & \text{když hrana z } \mathbf{i} \text{ do } \mathbf{j} \text{ neexistuje} \end{cases}$$

PROBLÉM OBCHODNÍHO CESTUJÍCÍCHO

Příklad problému TSP

Matice délek hran

	a	**b**	**c**	**d**	**e**	**f**
A	0	4	10	18	5	10
B	4	0	12	8	2	6
C	10	12	0	4	18	16
D	18	8	4	0	14	6
E	5	2	18	14	0	16
F	10	6	16	6	16	0

PROBLÉM OBCHODNÍHO CESTUJÍCÍCHO

Příklad problému TSP

Pro daný úplný graf má řešení problému obchodního cestujícího:

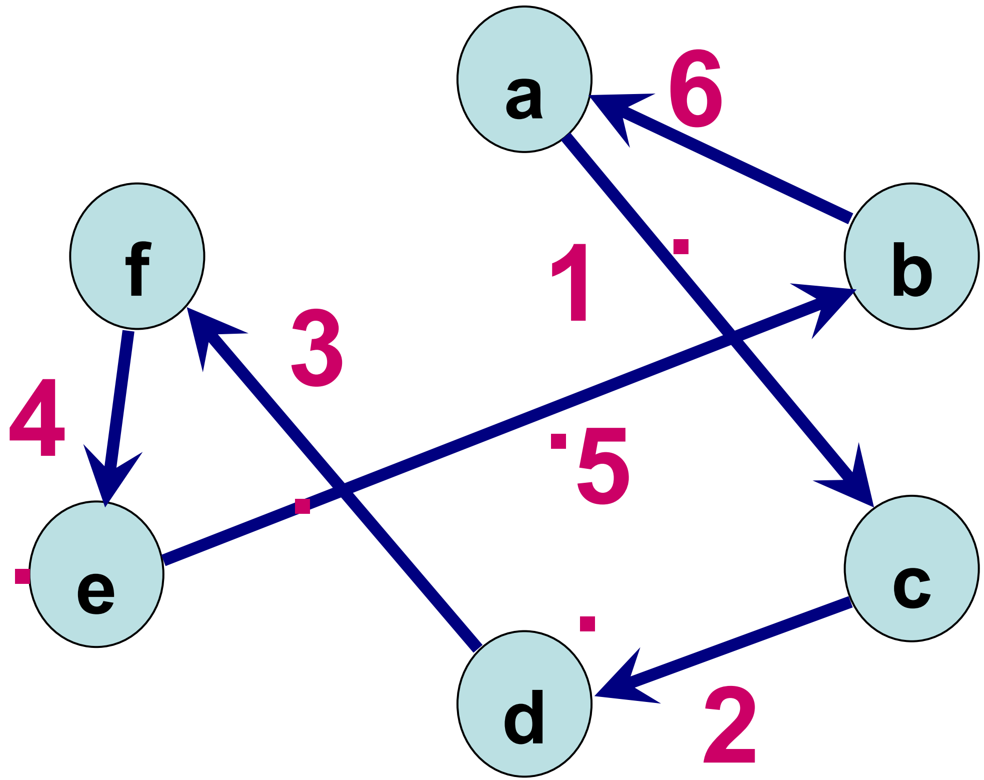
a – c – d – f – b – e – a

10 + 4 + 6 + 6 + 2 + 5 = **33**

Přitom např. cesta po obvodu dá v součtu 60

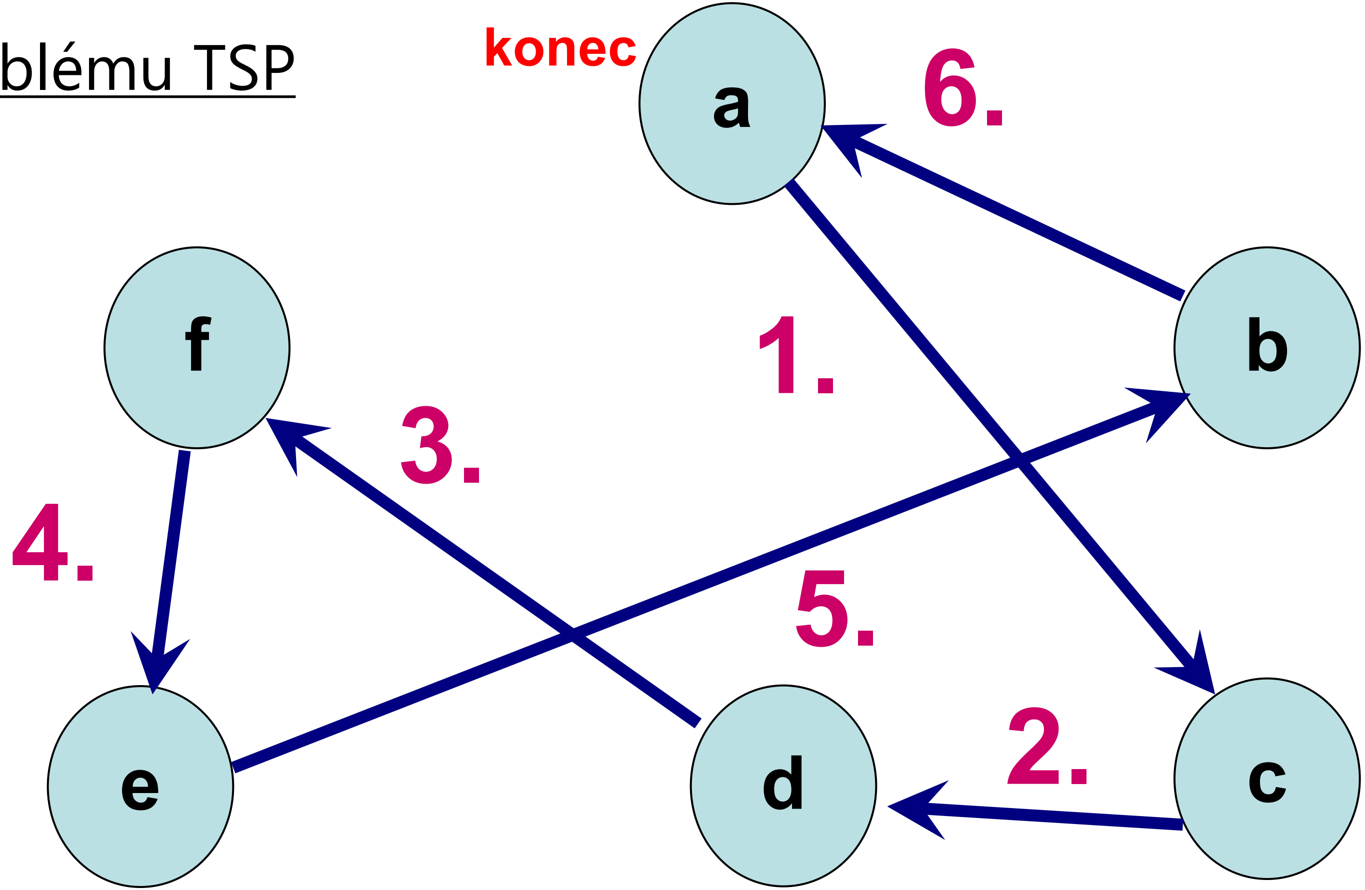
PROBLÉM OBCHODNÍHO CESTUJÍCÍCHO

Příklad problému TSP



PROBLÉM OBCHODNÍHO CESTUJÍCÍCHO

Příklad problému TSP



PROBLÉM OBCHODNÍHO CESTUJÍCÍCHO

Příklad problému TSP

Při řešení těchto úloh se používá tak zvaná metoda větvení a mezí (Branch and Bound Method).

Je to iterační metoda pro hledání globálního extrému funkce **f** na množině připustných řešení **M**.

PROBLÉM OBCHODNÍHO CESTUJÍCÍCHO

Příklad problému TSP

Je založena na opakování následujících dvou operací:

– **větvení**, při němž se nejprve množina M, později její vybraná podmnožina, rozkládá na po dvou disjunktní podmnožiny

– **omezování,** při němž se pro každou pod-množinu získanou předchozí operací určuje dolní (při minimalizaci), resp. horní (při maximalizaci) mez hodnot funkce f na této podmnožině.

PROBLÉM OBCHODNÍHO CESTUJÍCÍCHO

Příklad problému TSP

Postup rozkladu množiny **M** se dá znázornit stromem, jehož uzly odpovídají jednotlivým podmnožinám.

Pro další rozklad se volí podmnožina s nejnižší dolní, resp. nejvyšší horní mezí.

Cílem je najít takové přípustné řešení, pro než hodnota funkce **f** není vetší než dolní meze, resp. není menší než horní meze dosud nerozložených podmnožin.

Takové řešení je optimální.

PROBLÉM OBCHODNÍHO CESTUJÍCÍCHO

<u>Příklady užití úlohy:</u>

-<u> rozvoz zboží </u>ze skladu na místa spotřeby

- <u>minimalizace přesunu</u> součástek mezi místy jejich zpracování – např. při vrtání děr obráběcími stroji.

VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
FAKULTA STAVEBNÍ

NWB024

LOGISTIKA 04

DĚKUJI ZA POZORNOST

Václav Venkrbec