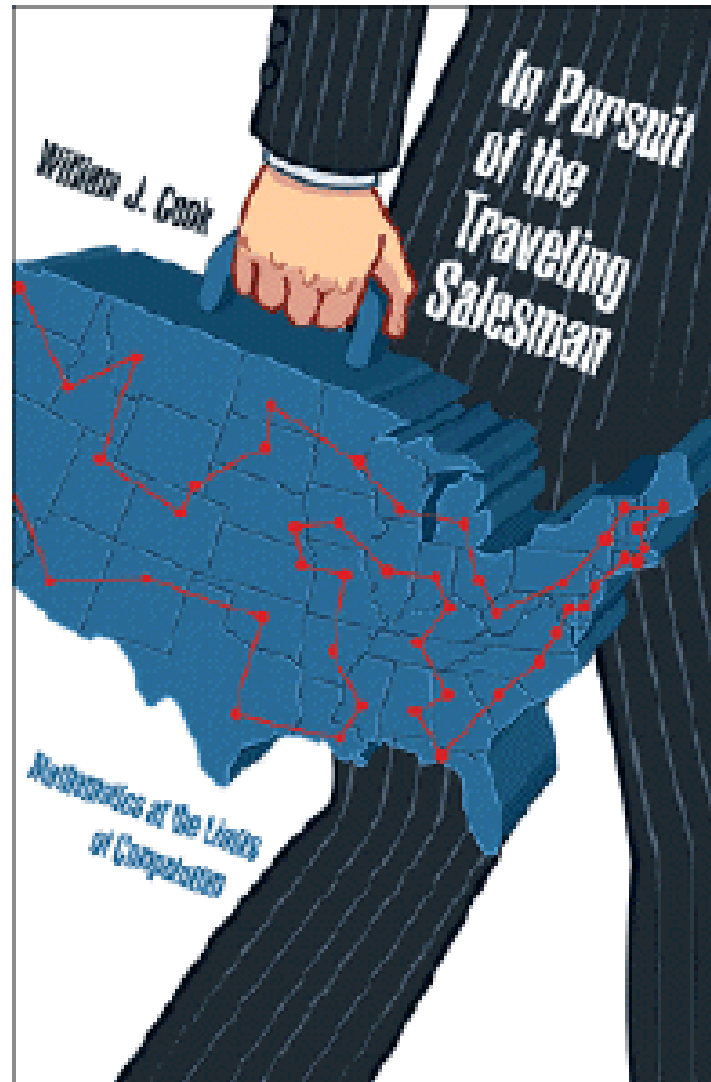


Po stopách obchodního cestujícího

William J. Cook

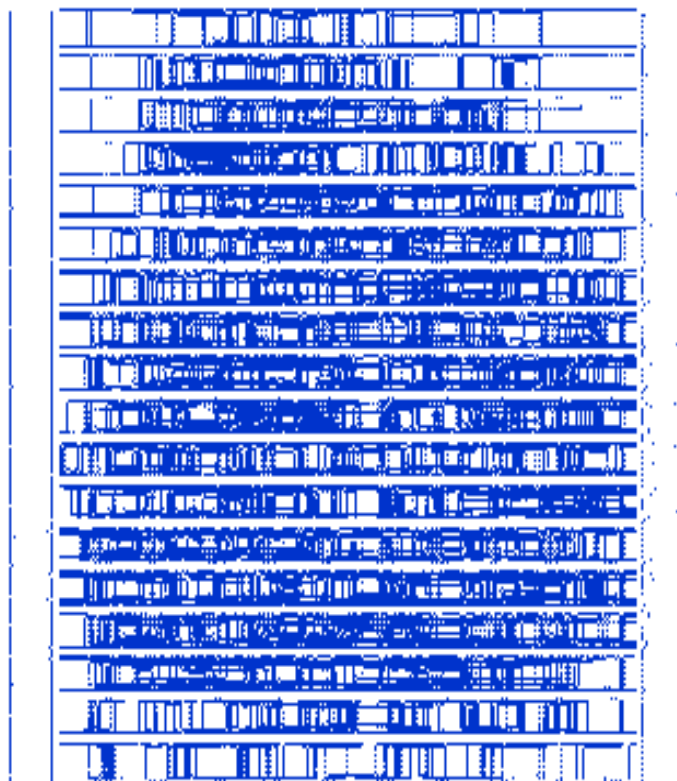


Traveling salesman problem (TSP)

- Problém nalezení hamiltonovské kružnice spojující n míst
- Pro $n=33$ by počítač IBM Roadrunner Cluster (129600 procesorů, 1457 bil. operací za s, údajně nejrychlejší počítač světa 2009) procházel všechny možnosti 28 bil. let
- Pro $n=85$ více možností než je ve vesmíru viditelných atomů
- Původní hardware: provázky a špendlíky

Aplikační oblast TSP

- Cesta laseru při výrobě mikročipů (obr.: řešení pro 85900 bodů)
- plánování pohybu Hubbleova teleskopu
- Směrování rentgenu
- Mapa genomu
- Výroba tištěných spojů, razidel, atd.
- Data mining: třídění dat dle podobnosti,...

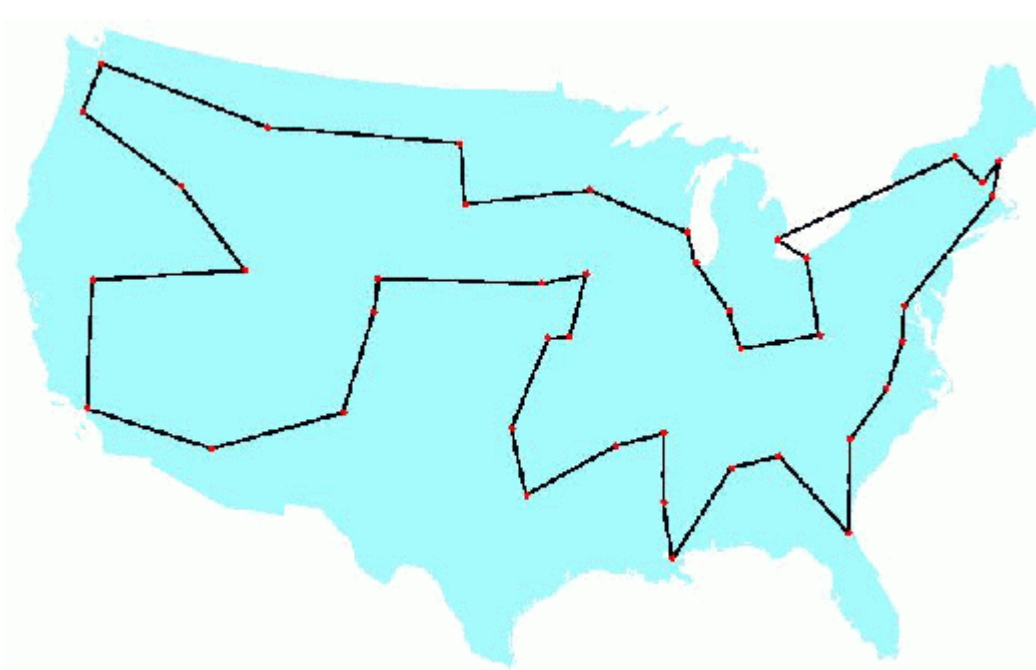


Třídy složitosti

- P – polynomiální problém, algoritmus běží v polynomiálním čase
- NP – nedeterministicky polynomiální (řešení lze nalézt v exponenciálním, zkontrolovat v polynomiálním čase)
- TSP je NP-úplný problém (nalezení dobrého algoritmu by znamenalo existenci dobrého algoritmu pro celou NP třídu, tj. $P=NP$)
- V r. 2000 vypsala Clay Institut v rámci Millennium Prize Problems odměnu 1000000 dolarů na vyřešení problému $P = NP$? (pokud se ukáže, že ano, zhroutí se bezpečnost šifrování, tj. přenášení citlivých dat!)

Výzvy TSP

- 1954: Dantzig, Fulkerson, Johnson (RAND Corp.) vyřešili problém s 49 městy USA (všech možností) a dokázali pomocí LP, že neexistuje kratší cesta než jejich řešení



Výzvy TSP: Soutěž Car 54

HELP! WE'RE LOST!

HELP "CAR 54" ...AND WIN CASH
54...\$1,000 PRIZES
ONE...\$10,000 GRAND PRIZE

HERE'S THE CORRECT START...
Begin at Chicago, Illinois. From there, lines show correct route as far as Erie, Pennsylvania. Next, do you go to Carlisle, Pennsylvania or Wana, West Virginia? Check the easy instructions on back of this entry blank for details.

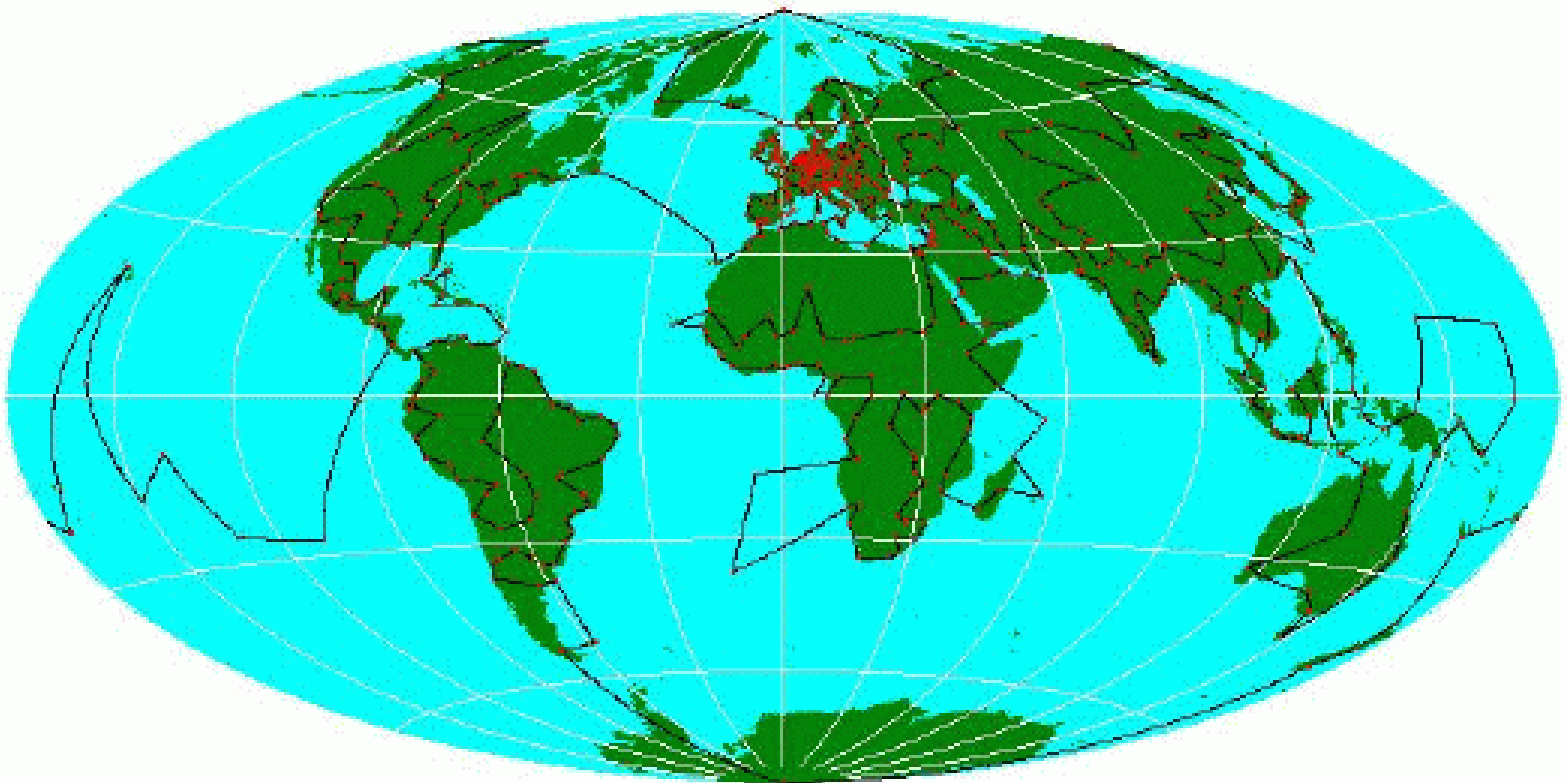
PROCTER & GAMBLE 1962

OFFICIAL RULES ON REVERSE SIDE

- Vypsal r. 1962 o 10000 dolarů Procter & Gamble
- Pro 33 míst. Více stejných řešení - vítěz vybrán na základě eseje o výhodách mýdlových prostředků
- Zvítězili matematici Karg a Thompson (ale nevědělo se, zda neexistuje ještě lepší řešení)

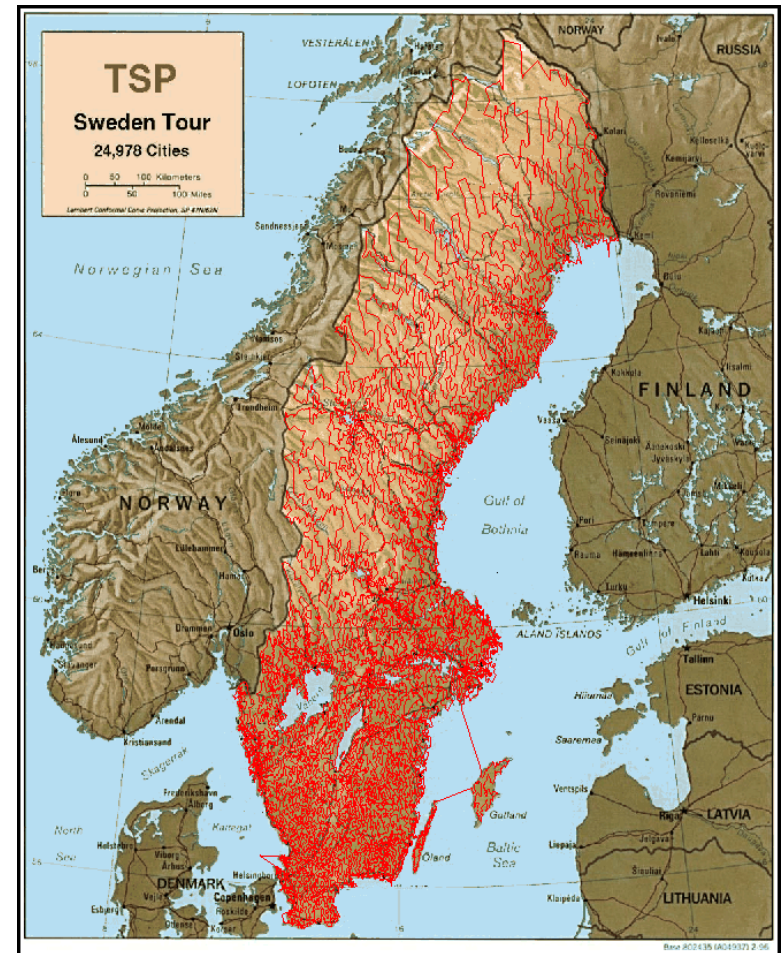
Výzvy TSP

- 1987: Groetschel a Holland: optimální cesta spojující 666 zajímavých míst světa



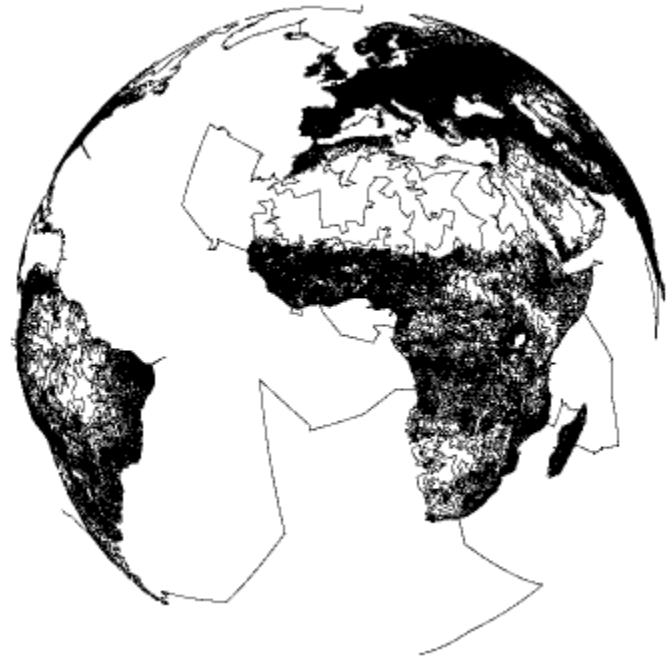
Výzvy TSP

- 2004: Applegate, Bixby, Chvátal, Cook a Helsgaun: optimální cesta 24,978 městy ve Švédsku



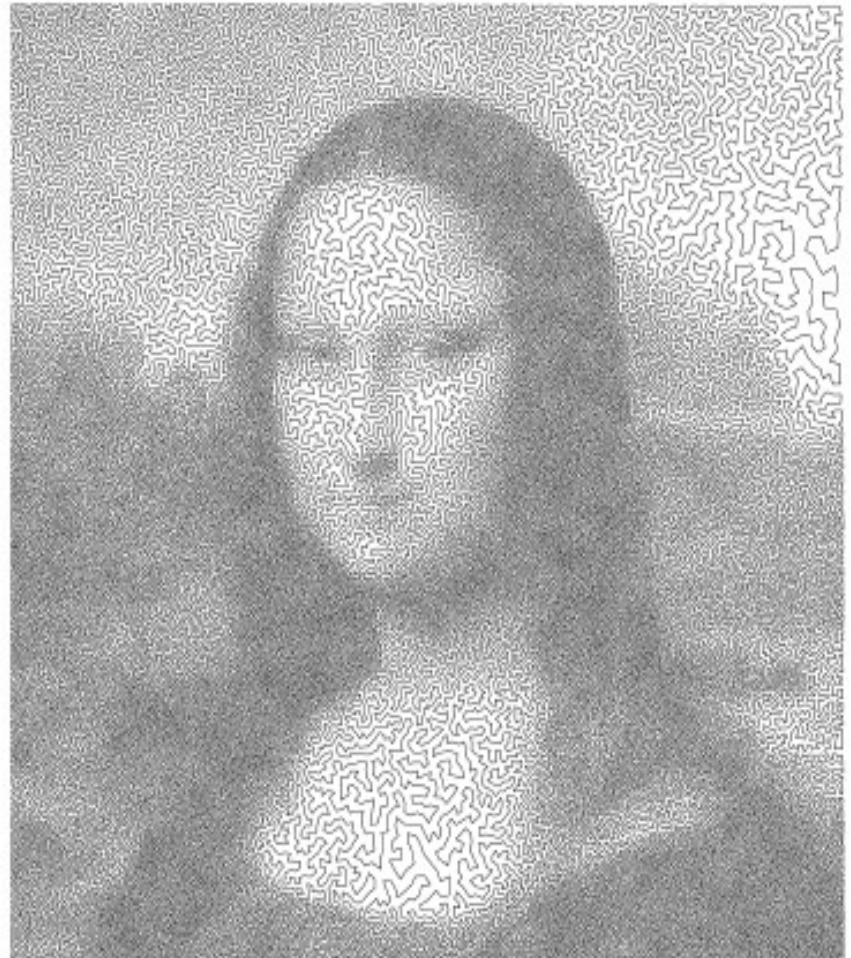
Výzvy TSP: World TSP Challenge

- Propojit všechna obydlená místa světa (1904711 bodů)
- Rekord 7 515 778 188 metrů (Helsgaun, 2011)
- Dolní mez 7 512 218 268 metrů



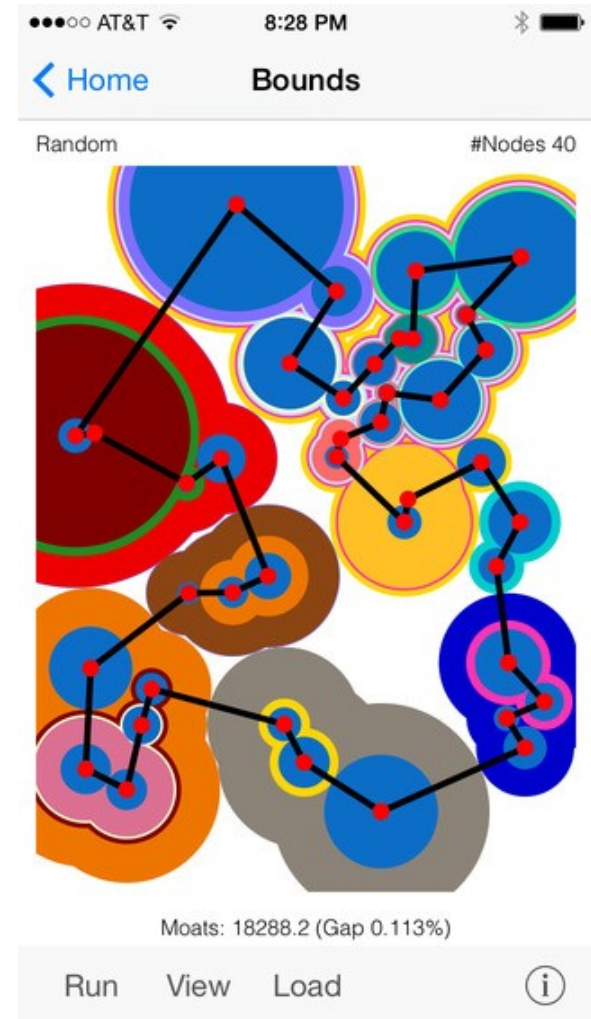
TSP a umění

- Mona Lisa
2009, Robert Bosch,
100000 bodů
- [portrét A.Turinga](#)
(demonstrace)



Concorde TSP Solver

- Program ke stažení na <http://www.math.uwaterloo.ca/tsp/concorde/index.html>
- Na iTunes i jako aplikace pro iPhone a iPad, počítá lokálně i pro více než 1000 měst
- Autor W. J. Cook
- V některých GPS zabudován modul pro menší TSP (řádově 10 měst)



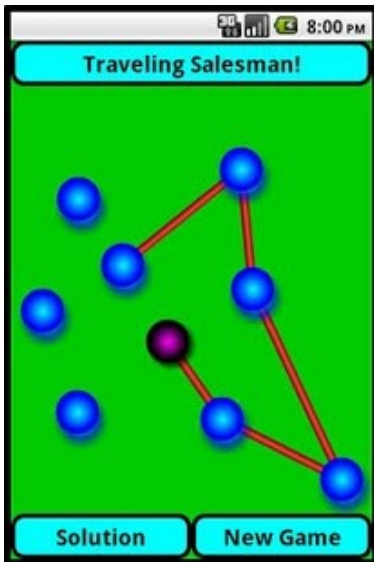
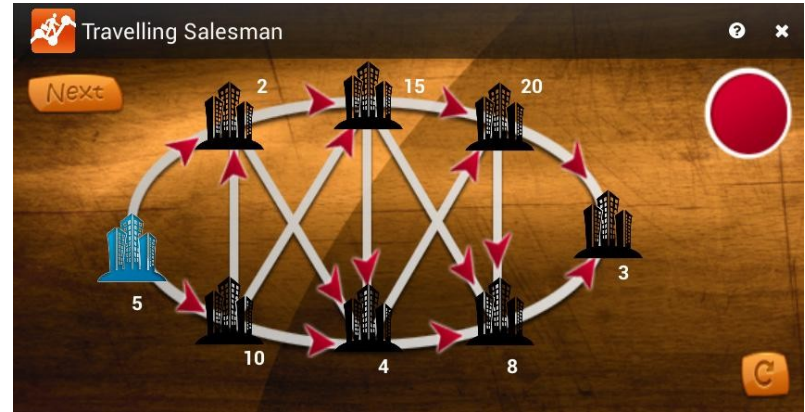
Intuitivní přístupy k řešení

- Nejkratší cesta ... esteticky uspokojivé řešení?
(experiment D. Vickerse, Adelaide University: pro 10, 25 a 40 měst – v 5 z 6 pokusů zvítězila módní návrhářka)
- Experiment Iris van Rooij (Victoria, Kanada):
tab.: průměrná odchylka od optimální trasy

měst	Děti 7 let	Děti 12 let	dospělí
5	3,8 %	2,5 %	1,7 %
10	5,8 %	3,4 %	1,7 %
15	9,4 %	5 %	2,7 %

- Experimenty i na zvířatech: šimpanz sbírá banány, holub klove body na dotykové obrazovce...

Vyzkoušejte sami



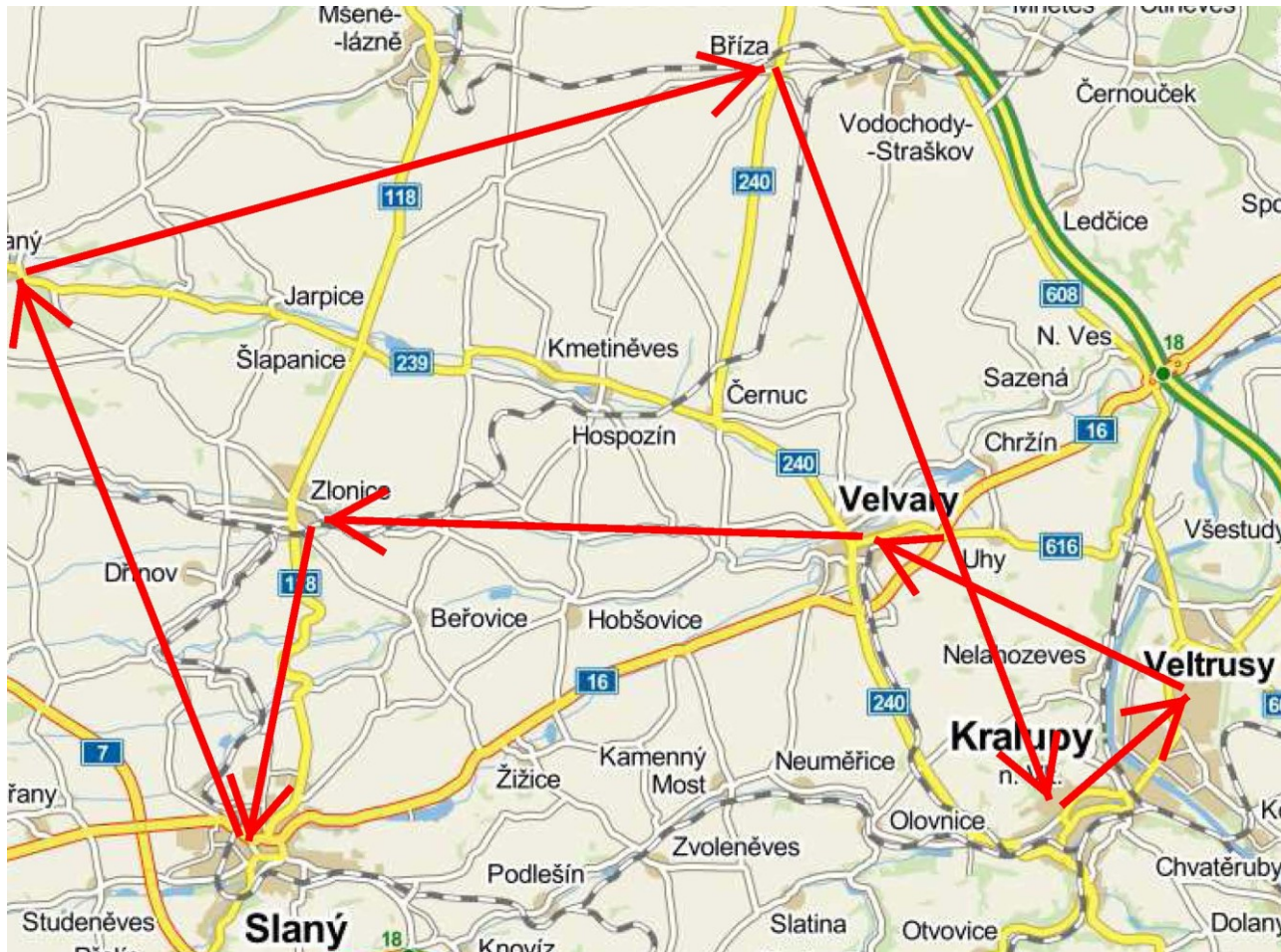
<https://www.hoodamath.com/games/thetravellingsalesman.html>

<https://play.google.com/store/apps/details?id=name.theroses.salesman>

<https://play.google.com/store/apps/details?id=omicron.it.TravellingSalesman>

<https://travellingsalesman.cz/> (soutěž kiwi.com o cestu kolem světa)

Úloha o pekařství: nejbližší soused z Kralup



Úloha o pekařství: optimální trasa

