

## Specifikace problému

### Zadání - Standardní semestrální práce pro PT 2018/2019

Zadání je určeno pro dva studenty. Práce se skládá ze dvou částí - vytvoření funkčního programu a napsání dokumentace.

Firma "Mistr Paleta, syn a vnuci" rozváží palety po celé České republice. Počet odběrných míst v závislosti na ekonomickém cyklu kolísá mezi hodnotou 500 a 2000 a jedná se o větší sídla v ČR. Velikost sídla je důležitá vzhledem k množství palet, které může sídlo odebírat. Palety jsou z mateřské firmy rozváženy nákladními auty, každé auto může převést maximálně šest palet. Firma si vzhledem k ekonomickému vývoji velmi hlídá dopravní náklady a zároveň čas, za který dokáže auto rozvést všechny palety a vrátit se zpět do podniku, používá tedy všechny využitelné dopravní cesty (z každého sídla vede minimálně 200 různých cest do jiných sídel). Při evidování cest jsou tedy důležité dvě hodnoty: čas, za jak dlouho dojde nákladní auto z jednoho sídla do druhého, a zároveň kilometrická vzdálenost sídel cestou spojených (odpovídá nákladům na přepravu, kdy 1km přepravy stojí 25Kč). Není předem jasné, jestli jsou pro konkrétní náklad důležitější časové nebo přepravní náklady, jejich váha se může pro každý vyslaný náklad měnit. Vykládání jedné palety trvá přibližně 30 minut, každé sídlo může přijmout jednu až šest palet denně dle své velikosti. Sídla jsou schopná náklad s paletami přijímat obecně pouze v čase mezi osmou hodinou ranní a osmou hodinou večerní. Dále platí, že pro každé sídlo je definován čas, kdy je schopné náklad s paletami přijmout; tento čas je souvislá denní doba o délce maximálně 120 minut (vykládací okénko), která může být na žádost dodavatele posunuta maximálně o půl hodiny. **Základním požadavkem firmy "Mistr Paleta, syn a vnuci" je optimalizovat rozvoz palet tak, aby byly dodrženy časy vykládky a zároveň byly respektovány ve zvoleném poměru minimální časové a kilometrické náklady na dopravu.**

Další poznámky:

- Počet dostupných nákladních aut, která rozvázejí palety, je neomezený. Vytvořené vozy je ale nutné recyklovat - tj. znovu použít pro rozvoz palet. Vyložená auta se vrací do firmy.
- Maximální hodnoty u ohodnocení cest volte tak, aby přibližně odpovídaly maximálním přepravním časovým a kilometrickým vzdálenostem v ČR.
- Pro časy, ve kterých jsou sídla obecně schopna palety přijímat, zvolte vhodné pravděpodobnostní rozdělení.

## Vytvoření funkčního programu

- připravte rozumná vstupní data (sídla, cesty mezi nimi, ohodnocení) a uložte je ve vhodném formátu **(10b.)**,
- zvolte a implementujte vhodné datové struktury pro reprezentaci vstupních dat, důsledně zvažujte paměťovou náročnost zvolené struktury a časovou náročnost algoritmů pro následovné vyhledávání optimálních cest. Svou volbu zdůvodněte. **(10b.)**,
- zvolte vhodné algoritmy a proveďte následující simulaci (respektujte základní požadavek optimalizace rozvozu): Sídla požadují během dne dovoz palet, u  $X$  sídel jsou požadavky známy již v šest hodin ráno (v tuto dobu začíná rozvážet), další požadavky na dovoz palet přicházejí až do 16 hodiny odpolední s exponenciálním pravděpodobnostním rozdělením se střední hodnotou intervalu mezi příchody  $T = 300s$  (simulaci proveďte pro hodnoty  $X = 50$ ,  $X = 150$  a  $X = 300$ ); průběh simulace (všechny důležité hodnoty) zapisujte na obrazovku a do souboru, simulaci umožněte kdykoliv přerušit **(15b.)**  
**výše popsaná část bude váš minimální výstup průběžné kontrole.**
- vytvořte prostředí pro snadnou obsluhu programu (menu, ošetření vstupů) - nemusí být grafické a umožněte zadání požadavku na dovoz palet z klávesnice **(5b.)**,
- umožněte aktuální sledování polohy a stavu nákladního vozu - tj. (např. kde je na cestě, kolik zbývá složit palet, atd.) a aktuální stavu obsluhy daného sídla **(5b.)**,
- vypracujte následující statistiky a ve vhodném formátu je uložte do souboru **(celkem 5b.)**:
  - Počet rozvezených palet za jednotlivé dny (1b.)
  - Počty ujetých kilometrů a výdělek(cenu) ze jednotlivé dny (2b.)
  - Počet rozvezených palet, ujetých kilometrů a čas jednotlivými auty za jednotlivé dny a za dobu simulace (2b.)
- vytvořte dokumentační komentáře ve zdrojovém textu programu a vygenerujte programovou dokumentaci (Javadoc) **(5b.)**,

- vytvořte kvalitní dále rozšiřitelný kód - pro kontrolu použijte softwarový nástroj PMD (více na <http://www.kiv.zcu.cz/herout/pruzkumy/pmd/pmd.html>), soubor s pravidly pmdrules.xml najdete na portálu v podmenu *Samo-  
statná práce (10b.)*
  - mínus 1 bod za vážnější chybu, při 6 a více chybách nutno opravit
  - mínus 2 body za 10 a více drobných chyb

### V rámci dokumentace

- připjete zadání (1b.),
- popište analýzu problému (6b.),
- popište návrh programu (např. jednoduchý UML diagram) (6b.),
- vytvořte uživatelskou dokumentaci (5b.),
- zhodnoťte celou práci, vytvořte závěr (2b.),

**Další podrobné informace budou k dispozici na druhém cvičení.**

### **Dodatečné poznámky:**

- Počítejte s tím, že Váš program musí zvládnout práci i s maximálním počtem sídel, tj. 2000.
- Pokud vezete víc než tři palety do jednoho sídla a přijedete v okamžiku, kdy začíná vykládací okénko, budete vykládat tak dlouho, dokud nevyložíte všechny doručované palety (tj. šest palet budete vykládat tři hodiny); toto platí i v případě, že přesáhnete čas 20.00
- Pokud víte, že nestihnete dodávku palet dovézt, objednávku nepřijmete.
- Přijatá objednávka musí být splněna.
- pravděpodobnostní rozdělení počtu palet, která sídla objednávají
  - 1 paleta - 25%
  - 2 palety - 25%
  - 3 palety - 20%
  - 4 palety - 15%
  - 5 palet - 10%
  - 6 palet - 5%

- Databázi sídel a cest si stáhněte nebo vygenerujte
- Jízdu nákladního vozu můžete přeplánovat, dokud vůz nevyrazí na trasu, poté již musíte naplánovanou trasu projet.
- Nákladní auto se po vyložení všech palet vrací nejkratší cestou zpět do továrny.
- Mezi časovým a kilometrickým ohodnocením cesty není jednoznačný vztah, udržujte jej však v rozumných mezích (např. trasu 100 km ujeďte v čase mezi jednou a dvěma hodinami)

Zdroj originální dokumentace [zde](#)

## Analýza problému

Náš cíl je správa firmy, která rozváží palety po ploše o velikosti zhruba České republiky. Z toho vyplývá, že úloha bude grafová, tedy hledání nejlepších cest mezi jednotlivými sdíly (městy).

Ze zadání je zřejmé, že úloha bude výpočetně poměrně složitá, především pro to, že každé sídlo má mít minimálně 200 hran a maximální počet sídel je 2000, což znamená, že graf bude mít velké množství hran a tudíž i velké množství cest, které bude třeba testovat, ke zjištění nejvhodnější z cest. Cesty mají 2 hlavní faktory - délku a čas. Vzhledem k tomu, že vztah mezi těmito dvěma faktory není jasný, algoritmus hledající cesty bude muset hledat nejen nejkratší cestu, ale i nejméně časově náročnou. Dále je při volbě algoritmu hledající cesty vzít v potaz, jestli poběží během simulace a nebo najde všechny cesty z každého sídla do každého ještě před spuštěním simulace.

## Vstupní data

Vstupní data, jsme se rozhodli, že si budeme generovat kompletně vlastní. Musíme začít generací sídel a jelikož máme v plánu udělat i vizuální reprezentaci, tak jsme zvolili, generaci sídel s grafovými souřadnicemi, což by mělo i ulehčit generování hran mezi jednotlivými sídly. Tyto data (tzn. sídla a hrany mezi nimi) umožníme exportovat do souboru, především, abychom mohli testovat simulaci na konzistentních datech.

Hrany budou reprezentovány distanční maticí. Aby bylo jednoduché se v matici orientovat, tak sídlům přidáme ID, které bude odpovídat indexu v matici a díky tomuto bude jednodušší určit mezi kterými sídly je hrana.

## Simulace

Nejsem si jistý co bych tu měl psát tak to můžeš doplnit.

## Hledení cest

Stejný tady.

## Design

### Front-end programu

Pro program jsme se rozhodli použít GUI. Protože program nevyžaduje mnoho uživatelských vstupů, tak je program ovládaný z většiny tlačítka, které většinou uživateli znepřístupňují možnosti, které by nedávaly smysl, nebo by mohly být nebezpečné pro běh programu. Více o obsluze programu bude popsáno v uživatelské dokumentaci.

### Generace dat

V první řadě generování sídel. Sídla jsou generována algoritmem, který se dá bez žádných větších potíží považovat za bruteforce. Aby jsme předešli tomu, že sídla budou příliš blízko u sebe nebo že sídla určitých velikostí budou příliš blízko k sídlům větším či stejné velikosti, tak jsme pro sídla udělali marginy, ve kterých se nesmí vyskytovat sídlo stejné velikost nebo větší. Generátor sídel vygeneruje grafovou pozici a podle toho, jaká je velikost testuje, jestli v jejím okolí není jiné sídlo s větší či rovnou velikostí. Pokud tuto podmínku nesplní, tak jednoduše vygeneruje novou pozici a znovu testuje okolí. Tento algoritmus zcela zřejmě má problémy, pokud plocha na kterou generuje bude příliš malá. Pokud takový případ nastane, generace bude buď velmi dlouhá nebo dokonce nekonečná. Tomuto problému předcházíme tím, že generujeme sídla do plochy o konstantí velikost, kterou máme otestovanou a na zobrazení do grafu se souřadnice přepočítávají vzhledem k velikosti okna.

V druhé řadě generování hran. Ke každému sídlu se generuje 200 až 250 náhodných ID jiných sídel, do kterých se potom změří vzdálenost a ta se zapíše jako hodnota v distanční matici. Protože je matice symetrická, je teoreticky možné, že 1 sídlu by mohlo náležet až 500 hran, ale protože to jsme považovali za příliš mnoho a protože v simulaci s 500 sídly by to znamenalo, že vede hrana z každého bodu do každého, tak pokud již hrana existuje tak se nová negeneruje. Pro časové ohodnocení, které je spojené se vzálenostním, jsme udělali náhodné zvolení 1 ze tří možností a pomocí již známé délky spočítali čas potřebný pro každou hranu. Pro tento údaj jsme brali 100% rychlost rovnou 120km/h s 20% dekrementem.

### Hledání cest

Doplň

### Simulace

Doplň

### GUI a statistiky

GUI je napsáno pomocí javafx. Byla snaha GUI napsat pokud možno co nejvíce přenositelné a snadno použitelné pro uživatele. Do GUI je přesměrovaná i konzole, aby byl vidět průběh simulace. Mimo to GUI kromě provozu a průběhu simulace umožňuje zobrazit základní informace o sídlech či autech, která jsou zrovna na cestě.

Statistiky se samy exportují do adresáře ve kterém je program spuštěn. V původním návrhu statistik bylo možné vybrat cílový adresář, ale tuto vlastnost jsme nestihli doimplementovat. Statistiky jsou uloženy ve formátu XML. Formát jsme zvolili, protože umožňuje vytvářet vlastní tagy a není složité tento formát převést na jiný formát či změnit styl zobrazování tohoto formátu.

## Uživatelská dokumentace

### Spuštění programu

Program se spustí jednoduše poklepnutím na .jar soubor. Jediná věc, na kterou si uživatel musí dát pozor je, kde program spouští. Program během svého chodu nebo výsledem uživatelské volby vytváří soubory v adresáři, kde se nachází. Program automaticky vytváří soubor typu XML pro statistiky. Mimo tento soubor program může vytvořit 2 textové dokumenty, ukládající data které byly vygenerovány. Tyto soubory jsou vytvořeny pouze pokud uživatel zvolí volbu exportovat data a buď vybere nacházející adresář jako cílový a nebo nevybere žádný adresář a tím pádem se defaultně zvolí adresář, ve kterém je program spuštěn.

### Ovládání programu

**Sem dat obrázek gui** Po spuštění programu se uživateli otevře uživatelské rozhraní(viz. výše). Některé volby jsou v tuto dobu zablokované a jiné, i přes to že povolené, jsou v tuto dobu nefunkční a budou vracet chybovou hlášku. V tuto chvíli uživatel musí buď importovat data pomocí File-Import \* nebo vygenerovat nové data. Pokud uživatel importuje sídla, bude moci pustit simulaci, ale program vytvoří nové hrany a najde nové cesty. Pokud uživatel importuje pouze soubor obsahující matice hran a pokusí se program spustit, tak program reaguje chybovou hláškou, a bude žádat o importování souboru s příslušnými sídly nebo generaci nových dat. Pokud uživatel importuje sdíla i matice, tak po spuštění program vyhledá nejlepší cesty a spustí simulaci. Druhá možnost je generace dat. Pokud uživatel zmáčkne tlačítko generace bez toho, aniž by vyplnil textové pole za popiskem "Number to generate", aplikace začne generovat 2000 sídel a potřebné data pro běh simulace. Uživatel může vybrat počet sídel, který bude použit pro generaci dalších dat a běh simulace, zadáním čísla sídel do již zmíněného textového pole. Pokud uživatel zadá neplatný formát čísla nebo text, program vrací chybovou hlášku.

Pokud program má potřebné data, tak je možné začít simulaci tlačítkem start. Také je možné zobrazit mapu sídel pomocí tlačítka show visualization. Dále má uživatel možnost vybrat si rychlost simulace pomocí textového pole za popiskem "Simulation speed in [ms]", toto pole je samozřejmě ošetřené proti nevhodným formátům a minimální rychlosti simulace. Pokud uživatel nezadá žádnou hodnotu, zvolí se defaultní hodnota. Jakmile je simulace v provozu, je možné zobrazit informace a sídla, které lze vybrat ze seznamu označeným "Mansions". Simulaci jde pozastavit tlačítkem pause. Pokud je simulace pozastavená je možné ji vrátit tlačítkem resume nebo úplně zastavit tlačítkem stop. Pokud je stisknuté tlačítko stop, simulace je kompletně



zastavena a pro další spuštění simulace je třeba vygenerovat nebo importovat nové data. Pokud uživatel chce zobrazit informace o určitém trucku, musí simulaci nejdříve pozastavit nebo stopnout, aby se naplnil seznam označený "Trucks". Poslední vlastnot GUI je zobrazení stručného ovládání programu v sekci Help-Instructions.

## **Závěr**

Program je dostatečně funkční, aby splnil požadované zadání, ačkoliv stále má znatelné množství chyb. Program by měl být použitelný a relativně snadno upravitelný pro jeho následovné šíření. Ačkoliv si myslím, že program splňuje zadání, tak má hodně nedokonalostí a spoustu funkcí by chtělo ještě vylepšit nebo dodělat. K volbě algortimů si myslím, že jsme zvolili relativně slušná řešení. Pravděpodobně je možné, že by bylo vhodnější zvolit jiné algortimy v některých případech a během vytváření práce jsem kolikrát přemýšlel, jak by si vedl jiný algoritmus, tak jsem ve výsledku poměrně spokojený s rychlostí programu, ačkoliv je nejspíš možné, že by mohl být ještě znatelně rychlejší.