

**I. IDENTIFIKAČNÍ ÚDAJE**

<b>Název práce:</b>	<b>Strategies for Forklift Scheduling Problem</b>
<b>Jméno autora:</b>	<b>Bc. Jan Piskáček</b>
<b>Typ práce:</b>	diplomová
<b>Fakulta/ústav:</b>	Fakulta elektrotechnická (FEL)
<b>Katedra/ústav:</b>	Katedra řídicí techniky
<b>Oponent práce:</b>	Ing. Robert Pěnička
<b>Pracoviště oponenta práce:</b>	Katedra kybernetiky

**II. HODNOCENÍ JEDNOTLIVÝCH KRITÉRIÍ**

<b>Zadání</b>	<b>náročnější</b>
<i>Hodnocení náročnosti zadání závěrečné práce.</i>	
Zadání diplomové práce hodnotím jako náročné. Student měl za úkol navrhnout metodu na rozvrhování zásobovacích vozíků s uvažovaným vybíjením a nabíjením baterie. Nalezený rozvrh pro více vozíků pak obsahuje plán jízd, které periodicky zásobují uvažované výrobní stroje potřebným materiálem, tak aby ve všech periodách rozvrhu nedošlo k vyčerpání zásob jednotlivých strojů.	
<b>Splnění zadání</b>	<b>splněno</b>
<i>Posuďte, zda předložená závěrečná práce splňuje zadání. V komentáři případně uveďte body zadání, které nebyly zcela splněny, nebo zda je práce oproti zadání rozšířena. Nebylo-li zadání zcela splněno, pokuste se posoudit závažnost, dopady a případně i příčiny jednotlivých nedostatků.</i>	
Zadání je specifikováno velice široce, nicméně podle názoru oponenta student všechny klíčové body zadání splnil. Je však možná škoda, že v zadání specifikované použití více vozíků je uvažováno pouze v první ze dvou navržených metod. Druhá navržená metoda generování sloupců uvažuje použití pouze jednoho.	
<b>Zvolený postup řešení</b>	<b>vynikající</b>
<i>Posuďte, zda student zvolil správný postup nebo metody řešení.</i>	
Zvolený postup řešení je vynikající. Student navrhuje dva způsoby řešení problému rozvrhování zásobovacích vozíků. První metoda je založena na konstruktivní heuristice s různými strategiemi na výběr obslužených strojů, na pořadí ve kterém jsou obslouženy a také na rozložení materiálu mezi obslužené stroje. Druhý navržený plánovač využívá metodu generování sloupců a metodu celočíselného programování. U obou navržených metod jsou ukázány experimentální výsledky řešení zadaného problému a vliv klíčových parametrů problému na kvalitu jejich řešení.	
<b>Odborná úroveň</b>	<b>A - výborně</b>
<i>Posuďte úroveň odbornosti závěrečné práce, využití znalostí získaných studiem a z odborné literatury, využití podkladů a dat získaných z praxe.</i>	
Odborná úroveň diplomové práce je výborná. Řešený problém rozvrhování zásobovacích vozíků je pojat jako komplexní problém kombinatorické optimalizace a je řešen pomocí metod a znalostí získaných jak během studia, tak z odborné literatury. Problém je také porovnáván s příbuznými optimalizačními problémy z literatury. Navržené metody jsou experimentálně ověřeny a mezi sebou porovnány na vytvořených instancích řešeného problému.	
<b>Formální a jazyková úroveň, rozsah práce</b>	<b>B - velmi dobře</b>
<i>Posuďte správnost používání formálních zápisů obsažených v práci. Posuďte typografickou a jazykovou stránku.</i>	
Diplomová práce je svým rozsahem dostatečná. Po jazykové stránce je práce napsána dobře čitelnou a korektní angličtinou. Struktura práce je však v několika částech nevhodná, nebo jsou některé detaily neúplně vysvětleny. Zejména kapitola 2 popisující programovou část vytváření instancí řešených problémů se do struktury práce nehodí. Tato kapitola o implementaci se nehodí mezi ostatní spíše koncepčně laděné kapitoly. Také považuji program na vytváření instancí řešených problémů jako velice malou a hlavně nepříliš důležitou součást implementace řešené problematiky. Navíc velká část kapitoly 2 se věnuje autorově preferenci programovacího jazyka a detailům implementace vytvoření objektu třídy, která zapouzdřuje instanci řešeného problému. Celá sekce se hodí do přílohy a spíše ani tam ne.	

Musím ocenit příklad řešení jednoduchého problému rozvrhování vozíků v sekci 4.1.1, který dobře ilustruje řešení pomocí metody generování sloupců. V příkladu je však opomenut fakt kde se najednou vzala konstanta 4.44. Předpokládám, že to vychází z nějak zvolené úrovně vybíjení baterie, zřejmě 0.111. Čtenatel tuto informaci nedostane a tudíž je tato pasáž velice těžká na pochopení.

Nakonec kapitola 5 s experimentálními výsledky je určitě velice obsažná a ověřuje různé parametry řešených problémů a jejich vliv na kvalitu řešení. Když pomínu, že některé tabulky přetékají mimo čitelnou část textu, tak některé podkapitoly neřeší vliv parametrů které mají v názvu. Konkrétně sekce 5.2.2, 5.3.1 a 5.4.1 mají podle názvu řešit vliv poměru mezi kapacitou vozítka a kapacitou výrobních strojů. Nicméně tabulky i text v těchto kapitolách nakonec ukazuje vliv buď pouze kapacity vozítka, nebo kapacity strojů. Konečně v sekci 5.4.1 je vidět, že text je zkopírován z 5.3.3, ale už není dobře přepsán na konkrétní experiment. To vzbuzuje dojem, že čtenatel možná v kapitole 5 nečte vždy data která se vážou k experimentu ke kterému jsou přiřazena.

Přes těchto několik spíše oddělených nedostatků hodnotím zbytek práce po formální stránce jako velmi dobrý, zejména formální definice problémů v kapitole 4 jsou velice rozsáhlé, ale přesto dobře a korektně popsány.

#### **Výběr zdrojů, korektnost citací**

#### **C - dobře**

*Vyjádřete se k aktivitě studenta při získávání a využívání studijních materiálů k řešení závěrečné práce. Charakterizujte výběr pramenů. Posuďte, zda student využil všechny relevantní zdroje. Ověřte, zda jsou všechny převzaté prvky řádně odlišeny od vlastních výsledků a úvah, zda nedošlo k porušení citační etiky a zda jsou bibliografické citace úplné a v souladu s citačními zvyklostmi a normami.*

Celkově použitých 20 bibliografických citací je na diplomovou práci asi dostačující, nicméně je škoda že není citováno více prací řešící příbuzné problémy a nejsou více rozebrány přístupy k jejich řešení. Po formální stránce je však hodně citací špatně. Například citace [20] má jiný název. Citace www stránek [14,16] nemají uvedeno datum citace. A nakonec citace [11,12] nemají všechny náležitosti jako například rok vydání a název časopisu nebo konference.

### **III. CELKOVÉ HODNOCENÍ, OTÁZKY K OBHAJOBĚ, NÁVRH KLASIFIKACE**

*Shrňte aspekty závěrečné práce, které nejvíce ovlivnily Vaše celkové hodnocení. Uveďte případné otázky, které by měl student zodpovědět při obhajobě závěrečné práce před komisí.*

Celkově hodnotím práci jako zdařilou zejména z pohledu splnění zadání, zvoleného řešení i odborné úrovně. Podle názoru oponenta student splnil všechny body zadání. Navržené řešení rozvrhování zásobovacích vozíků obsahuje dvě různé metody, které se mohou i navzájem kombinovat a tím zlepšit kvalitu výsledného řešení velice komplexního kombinatorického problému. Odborná úroveň práce je výborná, student používá dvě velice zajímavé metody řešení rozvrhovacího problému a experimentální výsledky dokazují jejich funkčnost a kvalitu řešení.

Trochu negativně však hodnotím formální úroveň, kde zejména kapitola 2 nezapadá do celkové práce a některé sekce v kapitole s výsledky neobsahují to co říká jejich název. Dalším nedostatkem práce je vícero nekorektních citací bez uvedení všech potřebných údajů (rok vydání, název časopisu) nebo dokonce se špatným názvem.

Řešený problém byl velmi složitý a jeho řešení je velice dobré, proto i přes zmiňované nedostatky hodnotím předloženou práci velmi pozitivně klasifikačním stupněm B - velmi dobře..

Doplňující otázky:

- 1) Jak by se změnil master problém (3)-(7) při uvažování více zásobovacích vozíků? V experimentech je ukázáno, že více vozíků má spíše negativní vliv na výslednou kvalitu řešení, má tedy cenu uvažovat více vozíků?
- 2) Jakým způsobem je v metodě generování sloupců řešeno hledání trasy, tedy sekvence navštívení více strojů a jaký je význam proměnné  $p_{k,\tau_i}$  v účelové funkci (3)? Je vázána na hrany grafu po kterém se pohybují vozíky, nebo vyjadřuje použití nějaké konkrétní trasy, která může navštívit více strojů (byla by tedy svázána s množinou na sebe navazujících hran grafu)?

Datum: 07/06/2018

Podpis: