
Jak napsat bakalářskou práci



Miroslav Kulich

Czech Technical University in Prague
Czech Institute of Informatics, Robotics and Cybernetics
Intelligent and Mobile Robotics Group

<http://imr.ciirc.cvut.cz/people/Mirek>

Než začnete

- ▶ Komunikujte se svým vedoucím
 - ▶ Každá práce je jiná
 - ▶ Jaké jsou představy Vaše/Vašeho vedoucího?

Než začnete

- ▶ Komunikujte se svým vedoucím
 - ▶ Každá práce je jiná
 - ▶ Jaké jsou představy Vaše/Vašeho vedoucího?
- ▶ Přečtěte si zadání
 - ▶ Splnili jste všechny body?
 - ▶ Každý bodu zadání by měl být v textu obsažen



Než začnete

- ▶ Komunikujte se svým vedoucím
 - ▶ Každá práce je jiná
 - ▶ Jaké jsou představy Vaše/Vašeho vedoucího?
- ▶ Přečtěte si zadání
 - ▶ Splnili jste všechny body?
 - ▶ Každý bodu zadání by měl být v textu obsažen
- ▶ Vytvořte si plán (deadline: 21. 5. 2021)
 - ▶ 30 stránek textu \approx 1 stránka denně
 - ▶ Nechte si rezervu na opravy
 - ▶ Dávejte vedoucímu číst práci průběžně a včas





Než začnete

- ▶ Komunikujte se svým vedoucím
 - ▶ Každá práce je jiná
 - ▶ Jaké jsou představy Vaše/Vašeho vedoucího?
- ▶ Přečtěte si zadání
 - ▶ Splnili jste všechny body?
 - ▶ Každý bodu zadání by měl být v textu obsažen
- ▶ Vytvořte si plán (deadline: 21. 5. 2021)
 - ▶ 30 stránek textu \approx 1 stránka denně
 - ▶ Nechte si rezervu na opravy
 - ▶ Dávejte vedoucímu číst práci průběžně a včas
- ▶ Dodržujte ho!

Než začnete

- ▶ Komunikujte se svým vedoucím
 - ▶ Každá práce je jiná
 - ▶ Jaké jsou představy Vaše/Vašeho vedoucího?
- ▶ Přečtěte si zadání
 - ▶ Splnili jste všechny body?
 - ▶ Každý bodu zadání by měl být v textu obsažen
- ▶ Vytvořte si plán (deadline: 21. 5. 2021)
 - ▶ 30 stránek textu \approx 1 stránka denně
 - ▶ Nechte si rezervu na opravy
 - ▶ Dávejte vedoucímu číst práci průběžně a včas
- ▶ Dodržujte ho!
- ▶ Pište anglicky
 - ▶  grammarly (<https://app.grammarly.com>)
 - ▶  writefull (<https://knihovna.cvut.cz/podpora-vedy/publikovani/writefull-na-cvut>)

Než začnete

- ▶ Komunikujte se svým vedoucím
 - ▶ Každá práce je jiná
 - ▶ Jaké jsou představy Vaše/Vašeho vedoucího?
- ▶ Přečtěte si zadání
 - ▶ Splnili jste všechny body?
 - ▶ Každý bodu zadání by měl být v textu obsažen
- ▶ Vytvořte si plán (deadline: 21. 5. 2021)
 - ▶ 30 stránek textu \approx 1 stránka denně
 - ▶ Nechte si rezervu na opravy
 - ▶ Dávejte vedoucímu číst práci průběžně a včas
- ▶ Dodržujte ho!
- ▶ Pište anglicky
 - ▶  grammarly (<https://app.grammarly.com>)
 - ▶  writefull (<https://knihovna.cvut.cz/podpora-vedy/publikovani/writefull-na-cvut>)
- ▶ Vyberte si prostředí/editor
 - ▶  Overleaf (<https://www.overleaf.com>)
 - ▶  Visual Studio Code
 - ▶ ...

Než začnete

Posudek oponenta

- ▶ Hodnocení náročnosti zadání závěrečné práce

Než začnete

Posudek oponenta

- ▶ Hodnocení náročnosti zadání závěrečné práce
- ▶ 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.

Než začnete

Posudek oponenta

- ▶ Hodnocení náročnosti zadání závěrečné práce
- ▶ 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.
- ▶ Posuďte, zda student zvolil správný **postup nebo metody řešení**.

Než začnete

Posudek oponenta

- ▶ Hodnocení náročnosti zadání závěrečné práce
- ▶ 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.
- ▶ Posuďte, zda student zvolil správný **postup nebo metody řešení**.
- ▶ Posuďte **úroveň odbornosti** závěrečné práce, využití znalostí získaných studiem a z odborné literatury, využití podkladů a dat získaných z praxe.

Než začnete

Posudek oponenta

- ▶ Hodnocení náročnosti zadání závěrečné práce
- ▶ Posud'te, 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.
- ▶ Posud'te, zda student zvolil správný **postup nebo metody řešení**.
- ▶ Posud'te **úroveň odbornosti** závěrečné práce, využití znalostí získaných studiem a z odborné literatury, využití podkladů a dat získaných z praxe.
- ▶ Posud'te správnost používání **formálních zápisů** obsažených v práci. Posud'te **typografickou a jazykovou stránku**.

Než začnete

Posudek oponenta

- ▶ Hodnocení náročnosti zadání závěrečné práce
- ▶ 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.
- ▶ Posuďte, zda student zvolil správný **postup nebo metody řešení**.
- ▶ Posuďte **úroveň odbornosti** závěrečné práce, využití znalostí získaných studiem a z odborné literatury, využití podkladů a dat získaných z praxe.
- ▶ Posuďte správnost používání **formálních zápisů** obsažených v práci. Posuďte **typografickou a jazykovou stránku**.
- ▶ 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.

Začínáme

Vytváříme kostru textu (1/2)

- ▶ Úvod/Introduction
 - ▶ Zasazení do kontextu/motivace
 - ▶ Jaký problém řešíte a proč
 - ▶ Jaký je Váš příspěvek k řešení problému/contribution
 - ▶ Seznam kapitol
 - ▶ Přehled současného stavu/state of the art

Začínáme

Vytváříme kostru textu (1/2)

- ▶ Úvod/Introduction
 - ▶ Zasazení do kontextu/motivace
 - ▶ Jaký problém řešíte a proč
 - ▶ Jaký je Váš příspěvek k řešení problému/contribution
 - ▶ Seznam kapitol
 - ▶ Přehled současného stavu/state of the art
- ▶ Popis řešení/Approach
 - ▶ Definice problému
 - ▶ Obecný popis řešení
 - ▶ Detailní popis jednotlivých částí řešení

Začínáme

Vytváříme kostru textu (1/2)

- ▶ Úvod/Introduction
 - ▶ Zasazení do kontextu/motivace
 - ▶ Jaký problém řešíte a proč
 - ▶ Jaký je Váš příspěvek k řešení problému/contribution
 - ▶ Seznam kapitol
 - ▶ Přehled současného stavu/state of the art
- ▶ Popis řešení/Approach
 - ▶ Definice problému
 - ▶ Obecný popis řešení
 - ▶ Detailní popis jednotlivých částí řešení
- ▶ Implementace/Implementation
 - ▶ Použité knihovny (k čemu slouží, odkazy)
 - ▶ Implementační detaily/úskalí
 - ▶ Zjednodušení (proč se nepoužilo „nejlepší“ řešení)

Začínáme

Vytváříme kostru textu (2/2)

- ▶ Experimenty/Experimental evaluation
 - ▶ Přehled, proč experimenty děláte
 - ▶ Popis prostředí a nastavení pro experimenty (procesor, progr. jazyk)
 - ▶ Datasets (zdroj, popis)
 - ▶ Popis jednotlivých experimentů
 - ▶ Diskuze (proč jsou výsledky takové, jaké jsou?)

Začínáme

Vytváříme kostru textu (2/2)

- ▶ Experimenty/Experimental evaluation
 - ▶ Přehled, proč experimenty děláte
 - ▶ Popis prostředí a nastavení pro experimenty (procesor, progr. jazyk)
 - ▶ Datasets (zdroj, popis)
 - ▶ Popis jednotlivých experimentů
 - ▶ Diskuze (proč jsou výsledky takové, jaké jsou?)
- ▶ Závěr/Conclusion
 - ▶ O čem práce byla
 - ▶ Nejdůležitější závěry, shrnutí experimentálních výsledků
 - ▶ Jak by se dalo pokračovat. Co vylepšit?

Začínáme

Vytváříme kostru textu (2/2)

- ▶ Experimenty/Experimental evaluation
 - ▶ Přehled, proč experimenty děláte
 - ▶ Popis prostředí a nastavení pro experimenty (procesor, progr. jazyk)
 - ▶ Datasets (zdroj, popis)
 - ▶ Popis jednotlivých experimentů
 - ▶ Diskuze (proč jsou výsledky takové, jaké jsou?)
- ▶ Závěr/Conclusion
 - ▶ O čem práce byla
 - ▶ Nejdůležitější závěry, shrnutí experimentálních výsledků
 - ▶ Jak by se dalo pokračovat. Co vylepšit?
- ▶ Každá práce je jiná → vytvořte si osnovu sami

Začínáme

Vytváříme kostru textu (2/2)

- ▶ Experimenty/Experimental evaluation
 - ▶ Přehled, proč experimenty děláte
 - ▶ Popis prostředí a nastavení pro experimenty (procesor, progr. jazyk)
 - ▶ Datasets (zdroj, popis)
 - ▶ Popis jednotlivých experimentů
 - ▶ Diskuze (proč jsou výsledky takové, jaké jsou?)
- ▶ Závěr/Conclusion
 - ▶ O čem práce byla
 - ▶ Nejdůležitější závěry, shrnutí experimentálních výsledků
 - ▶ Jak by se dalo pokračovat. Co vylepšit?
- ▶ Každá práce je jiná → vytvořte si osnovu sami
- ▶ Ke každému bodu napište 1-2 věty, co v něm bude

Píšeme

Obecná doporučení

- ▶ Každý odstavec právě jedna myšlenka
- ▶ Vyhněte se dlouhým souvětím
- ▶ Každou kapitolu uveďte (o čem bude?)
- ▶ Schémata, obrázky, grafy, tabulky, ...
- ▶ Vyberte si vhodné nástroje
- ▶ L^AT_EX- šablona T. Hejdy
 - ▶ <https://github.com/tohecz/ctuthesis/>
 - ▶ Soubor (`.tex`) na kapitolu
 - ▶ Věta na řádek

Obrázky a schemata

- ▶ Nakreslete nejdřív rukou, finální podoba později
- ▶ Kreslete vektorově (🖱️ Inkscape + TexText)
- ▶ Velikost fontu (\approx popisku)

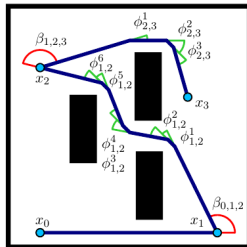


Figure 3.5: Example of a simple route $\mathcal{X} = (x_0, x_1, x_2, x_3)$ inside a polygonal environment, where all non-zero turning angles of the robot are marked. The angles dependent on three locations, i.e., $\beta_{0,1,2}$, $\beta_{1,2,3}$, are shown in red. The accumulated angles dependent only on two locations, i.e., $\phi_{1,2} = \sum_i |\phi_{1,2}^i|$, $\phi_{2,3} = \sum_i |\phi_{2,3}^i|$, are shown in green.

Pseudokód

Balíček algorithm2e





Algorithm 3.8: *General variable neighborhood search (GVNS)*

```
1 Function GVNS( $i_{max}$ ,  $c_{goal}$ ,  $t_{max}$ ,  $\mathcal{P}$ ,  $\mathcal{N}$ ):
2    $\mathcal{X}^* \leftarrow \text{Construct}(1)$ 
3    $i \leftarrow 1$ ;  $stop \leftarrow \text{false}$ 
4   while  $stop = \text{false}$  and  $i \leq i_{max}$  do                                ▷ main GVNS loop
5      $k \leftarrow 1$ 
6     while  $stop = \text{false}$  and  $k \leq |\mathcal{P}|$  do                                ▷ inner GVNS loop
7        $\mathcal{X} \leftarrow \text{Shake}(\mathcal{X}^*, p_k)$ 
8        $\mathcal{X}$ ,  $stop \leftarrow \text{Improve}(\mathcal{X}, t_{max}, c_{goal}, \mathcal{N})$ 
9       if  $cost(\mathcal{X}) < cost(\mathcal{X}^*)$  then
10         $\mathcal{X}^* \leftarrow \mathcal{X}$ 
11         $k \leftarrow 1$ 
12      else
13         $k \leftarrow k + 1$ 
14     $i \leftarrow i + 1$ 
15  return  $\mathcal{X}^*$ 
```

i_{max} is reached. Next, index k is initialized to one (line 5), and the inner loop follows (lines 6–13). The algorithm is parameterized by a sequence of positive integers $\mathcal{P} = (p_1, p_2, \dots)$, which take a role in the *perturbation* phase (line 7), where the k -th member of the sequence is passed to the **Shake** procedure. The procedure is applied to the incumbent and results in a new current solution \mathcal{X} , which is improved (line 8) and evaluated (lines 9–13). If the cost of the current is less than the cost of the incumbent solution, then the current is assigned to the incumbent, and k is reset back to 1. Else, k is incremented, and the loop starts over with the next parameter in \mathcal{P} . Note the *stop* flag returned from the improving procedure (line 8). If it is true, then GVNS quickly comes to an end and returns the incumbent solution. If not stopped by the flag, the algorithm performs i_{max} iterations, terminates and returns the incumbent.

Statistické vyhodnocení experimentů

Jak vygenerovat a zpracovat experimenty

- ▶ Automatizujte
 - ▶ Parametrizace v příkazové řádce
 - ▶ Výstupy programu do souboru (txt, json, xml)
 - ▶ Součástí výstupu je i nastavení parametrů
 - ▶ Zpracování výstupů skriptem (,  python[™], , 
 - ▶ Generování tabulek a grafů

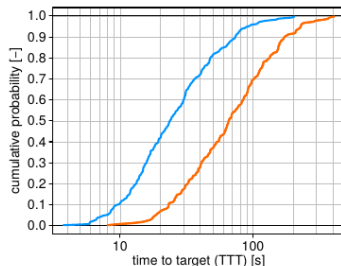
- ▶ Zarovnávejte správně
- ▶ Zaokrouhľujte
- ▶ Uveďte jednotky
- ▶ Zvýrazněte zajímavé/důležité hodnoty

Inst	GILS-RVND						Ms-GVNS						
	c_{best}	c_{goal}	%bG	%mG	Time	TTT	Best	%bG	Mean	%mG	Time	TTT	% p_{pe}
R1	1841210	1859799	0.01	0.80	615.3	371.9	1848215	0.38	1852248.7	0.60	952.3	282.4	56.15
R2	1815664	1834733	0.05	0.41	608.8	112.5	1815478	-0.01	1818765.5	0.17	806.1	58.0	71.30
R3	1826738	1851374	0.35	0.69	627.0	84.9	1830510	0.21	1833469.3	0.37	939.6	59.9	62.76
R4	1802921	1827358	0.35	0.72	635.7	128.8	1803003	0.00	1811107.7	0.45	934.8	82.4	63.45
R5	1821250	1842214	0.15	0.70	556.8	185.8	1823213	0.11	1829110.9	0.43	837.5	111.7	62.76
R6	1782731	1804486	0.22	0.46	615.4	98.0	1786903	0.23	1790935.4	0.46	806.7	48.0	72.67
R7	1846251	1866478	0.09	0.63	666.6	275.2	1847322	0.06	1853758.1	0.41	936.6	165.2	63.68
R8	1819636	1839054	0.07	0.53	618.9	248.4	1818621	-0.06	1826246.4	0.36	893.3	154.9	62.40
R9	1729796	1751157	0.23	0.42	599.0	86.1	1734166	0.25	1739277.9	0.55	794.9	101.1	45.97
R10	1761174	1780368	0.09	0.35	624.1	148.4	1762984	0.10	1766260.3	0.29	874.9	102.8	62.21
R11	1797771	1815859	0.01	0.21	530.6	101.1	1797111	-0.04	1801042.4	0.18	825.9	49.0	72.26
R12	1774452	1792196	0.00	0.53	575.4	151.9	1775230	0.04	1780101.6	0.32	948.5	161.8	48.70
R13	1863905	1892435	0.03	0.76	625.2	88.0	1865963	0.11	1870876.1	0.37	817.7	34.2	80.68
R14	1796129	1817162	0.17	0.53	667.7	164.6	1798223	0.12	1802641.2	0.36	888.1	67.4	73.77
R15	1784919	1809056	0.35	0.71	621.4	125.5	1786988	0.12	1791543.4	0.37	780.7	25.2	91.22
R16	1804392	1828289	0.32	0.67	637.6	103.5	1806297	0.11	1809260.2	0.27	879.1	45.6	75.20
R17	1819909	1844005	0.32	0.80	594.0	112.9	1823132	0.18	1825989.3	0.33	926.1	54.4	71.85
R18	1825615	1844525	0.04	0.42	650.1	104.0	1825659	0.00	1829417.4	0.21	904.3	77.1	60.15
R19	1776855	1797040	0.13	0.33	598.1	105.2	1775030	-0.10	1779258.1	0.14	911.2	59.9	68.54
R20	1820168	1839021	0.04	0.57	623.4	213.8	1822641	0.14	1828615.0	0.46	942.5	165.4	56.79
avg	-	-	0.18	0.56	614.6	150.5	-	0.10	-	0.36	880.0	95.3	66.13

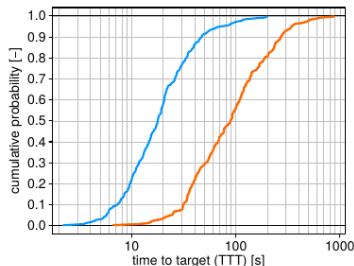
Table 4.5: Fixed-its and TTT-plots results on instances with 500 customers. All times are in seconds.

Grafy

- ▶ Rozmyslete, co chcete grafem ukázat
- ▶ Popište osy
- ▶ Uveďte jednotky
- ▶ Zvolte správne rozsahy os
- ▶ Barevné palety



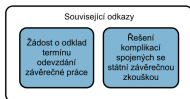
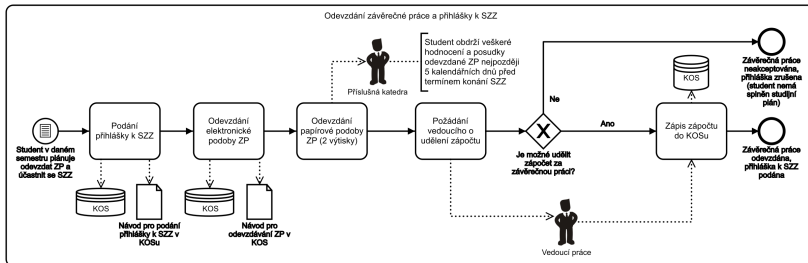
(c) : Inst R13: $p_{tr} = 80.68\%$



(d) : Inst R15: $p_{tr} = 91.22\%$

Figure 4.2: TTT-plots for Ms-GVNS (blue) and GILS-RVND (orange) on four instances with 500 customers.

Jdeme do finále



Jdeme do finále

- ▶ Návod k úspěšnému ukončení bakalářského studia:
<https://fel.cvut.cz/cz/education/bachelor/ukonceni-zaklad.html>
- ▶ Směrnice děkana: <https://fel.cvut.cz/cz/rozvoj/smerniceSZZ.pdf>
- ▶ BP zpravidla v minimálním rozsahu 20 stran A4 (bez příloh),
vytištěná oboustranně zpravidla fontem o velikosti 11pt a svázaná
měkkými/tvrdými deskami a lepenou vazbou, musí obsahovat:
 - ▶ obsah včetně seznamu případných příloh
 - ▶ zadávací formulář
 - ▶ anotaci v jazyce českém nebo slovenském a jazyce anglickém
 - ▶ prohlášení o samostatném zpracování práce
 - ▶ korektní citace použitých pramenů
 - ▶ úvodní rozbor zadané problematiky
 - ▶ popis řešení zadaného úkolu
 - ▶ závěrečné zhodnocení výsledků
 - ▶ seznam použité literatury.
 - ▶ Závěrečná práce se odevzdává jak ve dvou vyhotoveních v papírové,
tedy tištěné verzi, tak v elektronické verzi
- ▶ Vložení do KOS: <https://fel.cvut.cz/cz/education/vlozeni-prace.pdf>
- ▶ Komunikujte se studijní referentkou příslušné katedry
- ▶ Podívejte se na příklady: <https://dspace.cvut.cz/>

Otázky?

- ▶ <http://imr.ciirc.cvut.cz>
- ▶ <http://imr.ciirc.cvut.cz/Mirek>



V prezentaci byly použity ukázky z diplomové práce ing. Jana Mikuly
Search for a static object in a known environment