

## Posudek oponenta bakalářské práce

**Student:** Červenka Ondřej  
**Téma:** Systém řízení letových charakteristik autonomního dronu (id 18993)  
**Oponent:** Strnadel Josef, Ing., Ph.D., UPSY FIT VUT

### 1. Náročnost zadání obtížnější zadání

Zadání považuji za obtížnější, jelikož ve svém jádru vyžadovalo **i) zorientovat se v problematice** konstrukce, fyzikálních principů souvisejících s letem a technikou řízení tzv. dronů, **ii) z vhodně zvolených komponent sestavit říditelný a letuschopný exemplář** dronu, **iii) navrhnout, implementovat a otestovat** systém pro stabilizaci letu dronu a, pro případ ztráty signálu s řídicí stanicí, samočinný návrat dronu do výchozí polohy.

### 2. Splnění požadavků zadání zadání splněno s vážnými výhradami

Dle dostupných materiálů lze zadání považovat za splněné, nicméně s následujícími **výhradami k bodům 4 a 6:**

- Pro stabilizaci letu klíčová role gyroskopu, zdůrazňovaná **v bodě 4** zadání, není z technické zprávy příliš patrná; způsob **využití gyroskopu** při implementaci metody stabilizace **není zdůrazněn a je tedy nejasný**, byť nepřímo by využití gyroskopu bylo možné předpokládat, a to např. v částech souvisejících s vyhodnocováním náklonu dronu v prostoru.
- Co se týká **bodu 6** zadání, tak zde mám výhradu především k jeho první části, požadující zhodnocení dosažených výsledků. Explicitní **zhodnocení zvoleného řešení prakticky chybí**, tzn. ucelený závěr o výsledných letových charakteristikách, přesnosti/chybách měření a stabilizace, efektivitě implementace apod. je obtížné učinit. V této souvislosti bych přinejmenším očekával experimentální vyhodnocení přesnosti stabilizace a samočinného návratu dronu, byť pouze na základě malého počtu opakovaných měření.

### 3. Rozsah technické zprávy je v obvyklém rozmezí

Rozsah technické zprávy sice výrazně nevybočuje z rozsahu obvyklého pro tento typ práce, nicméně **poměr mezi úvodní částí** (s. 3-24) **a částí věnující se vlastnímu řešení** (s. 25-40) **není vhodně vyvážený** - úvodní část se příliš detailně, až zbytečně, věnuje mnohdy obecně známým pojmům/principům a naopak jinými, z pohledu řešení práce významnými (např. přehledem letových charakteristik, problematikou měření, metodami stabilizace či automatizace), se ani přehledově nezabývá.

### 4. Prezentací úroveň předložené práce 50 b. (E)

Struktura technické zprávy je logická, což spolu s vhodně zvolenými rozsahy a návaznostmi jednotlivých částí usnadňuje její čitelnost. Nicméně, pro zvýšení přehlednosti a čitelnosti technické zprávy by bylo vhodné sloučit kapitoly 2 až 6 do jediné. Především však by bylo velmi vhodné **doplnit stávající kapitolu 7 o detailnější informace** a ilustrace ke způsobu řešení (zejména pak lepší vazbu na zdrojové kódy a reprezentaci výpočtů/algoritmů jiným způsobem než textovým popisem), jeho testování a zhodnocení jeho vlastností; celkově **na s. 25-40 scházejí čtenářem očekávané informace týkající se zejména bodů 4 a 6 zadání** (viz výše, bod 2 tohoto posudku). Co se týká bodu 4 zadání, tak způsobu jeho řešení jsou sice věnovány **části 7.6.1 a 7.6.2**, nicméně jejich **popisný charakter neumožňuje čtenáři učinit si představu zejména o konkrétním způsobu implementace jednotlivých funkcí** (např. pomocí vhodné provázanosti textu se zdrojovými kódy); za tímto účelem je čtenář nucen nahlédnout na přiložený datový nosič.

### 5. Formální úprava technické zprávy 59 b. (E)

Z hlediska typografické a jazykové stránky mám k technické zprávě **řadu připomínek** - jejich shrnutí viz níže:

- **Čitelnost textu kazí** i) sice drobné, ale poměrně časté (systematické) jazykové nedostatky, např. chybná interpunkce, chyby ve skloňování, překlady či ii) víceméně ojedinělé (náhodné) jevy jako např. nesrozumitelnost či nevhodná skladba vět (např. 2. odst. části 4.4, konec 1. odst. části 4.6, začátek 2. odst. v části 7.7.2).
- **Z typografického hlediska nepůsobí dobře** mj. poměrně časté jednopísmenné spojky na koncích řádků, relativně velké obrázky (např. obr. 3.2.1, 3.3.1, 4.2.1) či způsob sazby odkazů na citace (zpravidla až za tečkou ukončující větu, k níž se citace vztahuje) v textu technické zprávy.

### 6. Práce s literaturou 50 b. (E)

- Převážně elektronické, on-line informační zdroje použité v technické zprávě **nepokrývají problematiku řešenou v rámci práce uspokojivě**. V seznamu citací **schází zejména citace** týkající se např. letových charakteristik, problematiky přesnosti a chyb měření, stabilizace polohy/letu dronu či základních

principů z oblasti automatizace (např. regulace pomocí PID regulátorů).

- V příslušných částech technické zprávy je na související citace zpravidla **odkazováno**, nicméně prakticky systematicky až **za tečkou ukončující větu**, k níž se citace vztahuje; co se týká převzatých obrázků, tak odkazy na příslušné citace jsou umístěné přímo v poznámce pod čarou pod daným obrázkem.
- V některých částech textu (např. v odrážkách na str. 28) se však zdá, že **odkazy na citace byly sice plánovány, ale nakonec chybí**.
- Odkaz na zdroj zdrojového kódu převzatého PID regulátoru je sice dohledatelný na základě informace v komentáři zdrojového kódu přiloženého na datovém nosiči, nicméně v technické zprávě (např. na str. 35 dole) tento odkaz chybí.

## 7. Realizační výstup

65 b. (D)

- Za prokazatelný realizační výstup práce je možno považovat **i) fyzický model drona** (sestavený ze zvolených komponent za účelem praktického ověření funkčnosti navržených metod řízení) a **ii) dva soubory** (failsafe.py, stabilisation.py) **se zdrojovými kódy v jazyce Python** (celkově tvořených cca 1800 slovy resp. 350 řádky vlastního kódu a 190 slovy resp. 70 řádky převzatého, na původní zdroj odkazovaného, kódu pro PID regulátor licencovaného dle GNU GPL), obsahující funkce potřebné pro řízení drona. I vzhledem k jejich relativně malému rozsahu **lze tyto soubory** (vyjma stabilizace na bázi gyroskopu, která z nich není patrná), **považovat za naplnění bodu 4 zadání**. Pomocí těchto souborů je však **model drona říditelný v souladu s technickou zprávou** (viz zejména kapitola 7).
- **Dle technické zprávy však výstupů bylo více** (např. blíže neurčený počet programů pro simulování chování drona v prostředí Mission Planner, jejichž návrhem autor dle zprávy strávil nemalé množství času); nicméně, jelikož tyto výstupy **autor k práci nepřiložil ani nijak jinak neprokázal jejich existenci**, není možné tyto výstupy vzít v úvahu při hodnocení.

## 8. Využitelnost výsledků

- Realizační výstup práce je možno považovat za **rozšiřitelnou základnu** pro ověřování různých technik v oblasti řízení dronů.
- Nicméně, vzhledem k absenci zhodnocení zvoleného řešení je možno **praktickou využitelnost** realizačního výstupu jinou stranou než autorem považovat za **diskutabilní**.

## 9. Otázky k obhajobě

- Objasněte, co konkrétně obnášela kalibrace čidel a řídicí jednotky.
- Vysvětlete, co myslíte kontrolou stavu dronu (str. 33) a odjištěnými resp. odemknutými motory (str. 33 resp. 34).
- Co si lze představit pod tvrzením ze str. 36 "Při výpočtu ... jsem zvolil PID rozsah +25 a -25" ?
- Vysvětlete význam 1. věty z 2. odstavce části 7.7.2.

## 10. Souhrnné hodnocení

50 b. dostatečně (E)

Vzhledem k **větší obtížnosti** zadání, úspěšnému **sestavení a naprogramování** říditelného a letuschopného dronu způsobem z podstatné části splňujícím realizační požadavky zadání, avšak k výše uvedeným **výhradám** ke splnění bodů 4 a 6 zadání a **neuspokojivé** i) práci s literaturou, ii) prezentační stránce technické zprávy a iii) dokumentaci vlastního řešení navrhuji ohodnotit práci jako celek **stupněm E**.

Prohlášení: Uděluji VUT v Brně souhlas ke zveřejnění tohoto posudku v listinné i elektronické formě.

V Brně dne: 30. května 2016

.....  
podpis