



# Posudek oponenta závěrečné práce

**Oponent práce:** Ing. Filip Štěpánek  
**Student:** Bc. Martin Němec  
**Název práce:** IoT monitoring agrivoltaického systému pro vinohrady  
**Obor / specializace:** Počítačové systémy a sítě  
**Vytvořeno dne:** 31. května 2023

## Hodnotící kritéria

### 1. Splnění zadání

- [1] zadání splněno
- [2] zadání splněno s menšími výhradami
- ▶ [3] **zadání splněno s většími výhradami**
- [4] zadání nesplněno

Bod 1 -- Agrivoltaické systémy jsou analyzovány podrobně ale bez návaznosti na IT. Nejsou definována spravovaná data ani situace, kde IT / IoT pomáhá se vzdáleným dohledem či automatizací prostředí.

Bod 2 -- Chybí hlubší analýza popisující, jak fungují průmyslová řešení (konkrétně: technologie, IT / IoT architektura).

Bod 3 -- DP různé metriky shrnuje, ale jsou nepřehledné a čtenář musí informaci hledat v textu.

Bod 4 -- Systém pro monitorování "zemědělské půdy" sice navržen je, ovšem nediskutuje rozdíly oproti jiným průmyslovým řešením a nezahrnuje parametry agrivoltaického systému diskutované v rámci kapitol 1-2. Nutno podotknout, že agrivoltaický systém v produkčním či laboratorním prostředí studentovi k dispozici nebyl.

Bod 5 -- Analýza nad tvorbou webového rozhraní popsána není. Text zmiňuje pouze dostupnost a vizualizaci sledovaných dat za použití služeb typu "Cloud".

Bod 6 -- Výsledný systém byl částečně otestován z hlediska dostupnosti síťových služeb (pokrytí a stress-testing) v simulovaných podmínkách. Zapojení v rámci vinohradu či jiného zemědělského prostředí popsáno nebylo. Jinými slovy funkčnost daného systému je definována pouze v teoretické rovině.

Celkově se DP drží definovaného zadání pouze volně. Byl vytvořen jednoduchý DIY ("Do-It-Yourself") prototyp zařízení, což pozitivně zohledňuji v rámci hodnocení.

## 2. Písemná část práce

58/100 (E)

Chválím snahu o úpravu a stylizaci textu. Avšak mám pocit, že se student nadchl pro téma agrivoltaiky, chtěl popsat velké množství informací a při tom se zapomněl věnovat IT otázkám. Text je dlouhý a má cca 120 stran. Věřím, že polovina z tohoto počtu by stačila k popsání stávajícího obsahu bez ztráty informační hodnoty.

Konkrétně mám k textu následující výtky:

- Abstrakt supluje kapitolu úvod.
- Kapitola 1: Agrivoltaika je popsána na 15. stranách. Věnuje se různým (mechanickým) charakteristikám solárních panelů, definuje dopad fotosyntézy, zmiňuje i legislativu, ovšem to všechno je nad rámec ZP diskutující IT problém. Kratší shrnutí ne-delší jak 5 stran by stačilo. Raději bych znal informaci o funkci IT v agrivoltaice, jaká data se spravují a jak pomáhají v oblasti zemědělství. Jedině lépe pokud by byly zmíněny možnosti automatizace.
- Kapitola 2: Název říká "IoT v zemědělství" ovšem kapitola se věnuje základům (bezdrátových) sítí a nepopisuje specifika IT / IoT architektur v zemědělském prostředí. Jedná se o základní popis technologií (MQTT, Wi-Fi, Bluetooth, Zigbee, atd.), kde kontext není popsán. Diskuze nad výběrem vhodné technologie je povrchní a obecná.
- Kapitola 3: By se měla zabývat konkrétním návrhem požadovaného systému. Ovšem nejsou definovány cíle ani požadavky na systém. Student popisuje různé síťové topologie, ovšem ty budou platit obecně bez ohledu na téma závěrečné práce. Návaznost kapitoly na předchozí informace z DP nevidím.
- Kapitola 4: Popisuje konkrétní HW, který se použije k realizaci, ale působí jako přepis dokumentace k součástkám -- chtěl bych vědět proč a jak dané součástky použít. Jelikož se jedná o běžné komerční senzory, tak bych uvítal srovnání s průmyslovými komponentami a jak bude součástka použita, aby bylo dosaženo podobné funkce. Zároveň mi vadí absence jakéhokoliv diagramu popisujícího systém, který se student snaží vytvořit.
- Kapitola 5: Řeší implementaci systému a je napsaná jako návod. Kapitola obsahuje části kódu jednotlivých skriptů, které by mi nevalily jako součást přílohy, ale raději bych se dozvěděl o konkrétních implementačních problémech a jak byly vyřešeny. Ve stávající podobě je kapitola povrchní.
- Kapitola 6: K formálnímu popisu testování nemám výhrad -- naopak podaná informace je velmi zajímavá. Uvítal bych více testování (vizte komentář ke splnění zadání / bod 6).

Obecně bych řekl, základní informace v textu jsou, ale nejsou podány strukturovaně a konkrétní definice cílů či architektury výsledného systému chybí. Student se snaží popisovat danou doménu, ale nedokáže držet vytyčenou linii, což je škoda -- podrobně je popsána problematika agrivoltaických systémů, ale další části na tuto problematiku nenavazují. IT / IoT je diskutováno povrchně.

Překlepy a jiné stylistické nedostatky se v textu vyskytují pouze ojediněle.

## 3. Nepísemná část, přílohy

64/100 (D)

V rámci příloh jsem zkontroloval dodané zdrojové kódy. Jedná se o přehledné / srozumitelné avšak také jednoduché skripty pro Raspberry Pi a zdrojové kódy pro ESP32.

#### 4. Hodnocení výsledků, jejich využitelnost

64 /100 (D)

Student popisuje širokou problematiku agrivoltaických systémů a nastavuje očekávání, že výsledná interakce bude probíhat s průmyslovým systémem. Student však velmi brzy opustil tuto linii v kapitole 3 a 4 a začal navrhovat systém za použití Raspberry Pi / ESP32 tedy běžně dostupných IoT komponent. Obecně s tím nemám problém, pokud se jedná o DIY projekt, ale text definuje požadavky na spravovanou plochu o velikosti 1 hektaru (strana 35; sekce 3.2) a mimo jiné diskutuje další metriky spolehlivého provozu.

V rámci řečeného výše nebylo ukázáno, jak systém funguje, pokud musí pokrýt větší plochu a fungovat v multi-AP režimu (pozn. síťová komunikace byla otestována za použití jednoho zařízení Raspberry Pi v prostoru o poloměru 30 m). Zároveň ve stávajícím stavu nebylo řečeno, jak systém nasadit v konkrétním vinohradu -- tedy jak vyřešit dostupnost napájení a ochranu před povětrnostními podmínkami (pozn. témata jsou řešena v rámci analýzy, ale závěr pro nasazení chybí).

Celkově mám pocit, že je ještě potřeba vynaložit činnost, aby mohl být výsledný systém nasazen v reálných podmínkách

#### Celkové hodnocení

62 /100 (D)

Zadání diplomové práce pokrývá velmi zajímavé téma a chválím snahu o popis problematiky, ale ve výsledku chybí průsečík s IT světem, na který student nedokázal navázat. Věřím, že ve stávající podobě je prototyp systému funkční a splňuje základní parametry monitoringu zemědělské půdy, ale jeho návrh a realizace není dostatečně popsán v textu. Zároveň nejsou jednoznačně definovány cíle jednotlivých kroků, technická informace je prezentována povrchně a s nízkou návazností na popsané agrivoltaické systémy.

#### Otázky k obhajobě

Otázka 1 -- Můžete vytvořit diagram o velikosti 1-slajd, kde popíšete architekturu Vašeho řešení v návaznosti na vinohrad a data, která hodláte monitorovat?

Otázka 2 -- Jak se Vaše řešení změní, pokud bude muset fungovat v multi-AP režimu? Budou potřeba implementační úpravy? Pokud ano, jaké to jsou?

Otázka 3 -- Jak se Vaše řešení liší od průmyslových monitorovacích systémů? Jsou zde konkrétní architektonické rozdíly?

## **Instrukce**

### **Splnění zadání**

Posudte, zda předložená ZP dostatečně a v souladu se zadáním obsahově vymezuje cíle, správně je formuluje a v dostatečné kvalitě naplňuje. V komentáři uveďte body zadání, které nebyly splněny, posudte závažnost, dopady a případně i příčiny jednotlivých nedostatků. Pokud zadání svou náročností vybočuje ze standardů pro daný typ práce nebo student případně vypracoval ZP nad rámec zadání, popište, jak se to projevilo na požadované kvalitě splnění zadání a jakým způsobem toto ovlivnilo výsledné hodnocení.

### **Písemná část práce**

Zhodnoťte přiměřenost rozsahu předložené ZP vzhledem k obsahu, tj. zda všechny části ZP jsou informačně bohaté a ZP neobsahuje zbytečné části. Dále posudte, zda předložená ZP je po věcné stránce v pořádku, případně vyskytují-li se v práci věcné chyby nebo nepřesnosti.

Zhodnoťte dále logickou strukturu ZP, návaznosti jednotlivých kapitol a pochopitelnost textu pro čtenáře. Posudte správnost používání formálních zápisů obsažených v práci. Posudte typografickou a jazykovou stránku ZP, viz Směrnice děkana č. 52/2021, článek 3.

Posudte, zda student využil a správně citoval relevantní zdroje. Ověřte, zda jsou všechny převzaté prvky řádně odlišeny od vlastních výsledků, zda nedošlo k porušení citační etiky a zda jsou bibliografické citace úplné a v souladu s citačními zvyklostmi a normami. Zhodnoťte, zda převzatý software a jiná autorská díla, byly v ZP použity v souladu s licenčními podmínkami.

### **Nepísemná část, přílohy**

Dle charakteru práce se případně vyjádřete k nepísemné části ZP. Například: SW dílo – kvalita vytvořeného programu a vhodnost a přiměřenost technologií, které byly využité od vývoje až po nasazení. HW – funkční vzorek – použité technologie a nástroje, Výzkumná a experimentální práce – opakovatelnost experimentů.

### **Hodnocení výsledků, jejich využitelnost**

Dle charakteru práce zhodnoťte možnosti nasazení výsledků práce v praxi nebo uveďte, zda výsledky ZP rozšiřují již publikované známé výsledky nebo přinášející zcela nové poznatky.

### **Celkové hodnocení**

Shrňte stránky ZP, které nejvíce ovlivnily Vaše celkové hodnocení. Celkové hodnocení nemusí být aritmetickým průměrem či jinou hodnotou vypočtenou z hodnocení v předchozích jednotlivých kritériích. Obecně platí, že bezvadně splněné zadání je hodnoceno klasifikačním stupněm A.