

# POSUDEK OPONENTA ZÁVĚREČNÁ PRÁCE

## I. IDENTIFIKAČNÍ ÚDAJE

<b>Název práce:</b>	<b>Bezpečnost v sítích LPWAN/LPN pro aplikace v IoT</b>
<b>Jméno autora:</b>	<b>Vojtěch Hauser</b>
<b>Typ práce:</b>	bakalářská
<b>Fakulta/ústav:</b>	Fakulta elektrotechnická (FEL)
<b>Katedra/ústav:</b>	Katedra telekomunikační techniky
<b>Oponent práce:</b>	doc. Ing. Zdeněk Lokaj, Ph.D.
<b>Pracoviště oponenta práce:</b>	Ústav aplikované informatiky v dopravě, Fakulta dopravní, ČVUT v Praze

## II. HODNOCENÍ JEDNOTLIVÝCH KRITÉRIÍ

### Zadání – průměrně náročné

*Hodnocení náročnosti zadání závěrečné práce.*

Zadání bakalářské práce považuji za průměrně náročné.

### Splnění zadání – splněno

*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.*

Autor splnil zadání.

### Zvolený postup řešení – správný

*Posuďte, zda student zvolil správný postup nebo metody řešení.*

Autor postupoval správně, v úvodní části definuje internet věcí (IoT), následně analyzuje jednotlivé technologie přístupových sítí pro IoT i sítě krátkého dosahu a veřejné mobilní sítě. Nosnou kapitolou teoretické části je analýza možných vnějších útoků na LPWAN sítě a obecný popis obranných mechanismů, eliminující vliv těchto útoků. Praktická část je zaměřena na měření odolnosti technologie LoRa proti rušení a návrhu algoritmu pro volbu optimální obranné strategie. Přístup autora daleko překračuje požadavky kladené na bakalářskou práci.

### Odborná úroveň – A – výborně

*Posuďte úroveň odbornosti závěrečné práce, využití znalostí získaných studiem a z odborné literatury, využití podkladů a dat získaných z praxe.*

Po odborné stránce je práce kvalitně zpracovaná, autor provádí veškeré analýzy srozumitelně a strukturovaně, s využitím velkého množství zdrojů. Úroveň detailu je přiměřená zpracovávané práci a rozsah je ve všech částech přibližně vyvážený. Teoretická část, zejména popis možných útoků na LPWAN sítě, dává velmi dobrý základ pro část praktickou, kde se autor zabývá obrannými mechanismy. Zejména část aplikace a úpravy algoritmu volby obranné strategie, původně určené pro bezdrátové senzorické sítě na problematiku LPWAN sítí je velice zajímavá a inovativní a prokazuje autorovu vysokou erudici a obrovský zájem o problematiku. Autor si dal i práci i s vysvětlením teoretického základu Markovovských rozhodovacích procesů, aby bylo čtenáři jasné, jakou úpravu, již publikovaného algoritmu volby obranné strategie, realizuje a proč.

### Formální a jazyková úroveň, rozsah práce – B – velmi dobře

*Posuďte správnost používání formálních zápisů obsažených v práci. Posuďte typografickou a jazykovou stránku.*

Po formální stránce je práce zpracována na dobré úrovni, struktura je srozumitelná a logická, ale chybí jasnější číslování podkapitol, což je pro čtenáře trochu matoucí. Dále jsem v práci zaznamenal občasně překlepy a příliš šroubované formulace a na str. 17 v kapitole 1.2.4. chybí odkaz v závorce. Rozsah práce je

## POSUDEK OPONENTA ZÁVĚREČNÁ PRÁCE

v pořádku. Grafické zpracování práce je poutavé, nicméně v některých případech působí spíše marketingově, proto pro další práci doporučuji autorovi pracovat v duchu myšlenky, že méně je někdy více. Uvedený seznam zkratk je přehledný, v některých případech však autor neuvádí u zkratky český ekvivalent.

### **Výběr zdrojů, korektnost citací – A – výborně**

*Vyjáďte 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.*

Výběr použitých zdrojů je poměrně rozsáhlý, autor se zabýval i zahraničními zdroji. Citace jsou uvedeny korektně a autor na ně v textu korektně odkazuje.

### **Další komentáře a hodnocení**

*Vyjáďte se k úrovni dosažených hlavních výsledků závěrečné práce, např. k úrovni teoretických výsledků, nebo k úrovni a funkčnosti technického nebo programového vytvořeného řešení, publikačním výstupům, experimentální zručnosti apod.*

Vložte komentář (nepovinné hodnocení).

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

Předložená bakalářská práce je velice kvalitně zpracována a řeší velmi aktuální problematiku bezpečnosti aplikací IoT, která je pro tuto oblast zcela zásadní, byť je v praxi často opomíjena. V podstatě se dá konstatovat, že práci se nedá, až na několik malých formálních nedostatků, v podstatě nic vytknout a autor prokázal vysokou erudici a zájem o danou problematiku, zejména v praktické části, ve které prováděl měření odolnosti technologie LoRa proti rušení. A závěrečná kapitola, kde autor aplikuje a realizuje úpravy algoritmu volby obranné strategie, původně určené pro bezdrátové senzorické sítě, na problematiku LPWAN sítí je velice zajímavá a inovativní. Autor si dal i práci i s vysvětlením teoretického základu Markovovských rozhodovacích procesů, aby bylo čtenáři jasné, jakou úpravu, již publikovaného algoritmu volby obranné strategie, realizuje a proč.

Předloženou závěrečnou práci hodnotím klasifikačním stupněm **A – výborně**.

Doplňující dotazy:

- 1) Jaké možné důsledky mohou mít úspěšné útoky na síťové a transportní vrstvě pro reálné fungování LPWAN sítě (mimo DoS resp. DDoS)?
- 2) Jaké jsou možné mechanismy vyšších vrstev, eliminující vnější útoky, zejména na síťové a transportní vrstvě?

**doc. Ing. Zdeněk Lokaj, Ph.D.**

Datum: 13.6.2016