

# SIMULACE REÁLNÉHO POŠTOVNÍHO PROVOZU S VYUŽITÍM RFID TECHNOLOGIE

## THE SIMULATION OF THE REAL POSTAL OPERATIONS USING RFID TECHNOLOGY

Jan Chocholáč, Petra Juránková, Roman Hruška, Libor Švadlenka<sup>1</sup>

---

*Anotace: Článek se zabývá simulací reálného poštovního provozu s využitím technologie RFID k identifikaci poštovních přepravních jednotek (přepravek) a provádí komparaci přesnosti čtení vybraných pasivních tagů s využitím různé kombinace antén Motorola AN480.*

*Klíčová slova: automatická identifikace, radiofrekvenční identifikace, pasivní UHF tag, poštovní přepravka, přepravní klec.*

*Summary: The article deals with the simulation of the real postal operations using RFID technology to identify postal transport units (containers) and compares the accuracy of reading of the selected passive tags using different combinations of antennas Motorola AN480.*

*Key words: automatic identification, Radio Frequency identification, passive UHF tag, postal container, transport cage.*

### ÚVOD

Moderní technologie v současnosti pronikají do všech odvětví. Právě díky nim dokáží podniky mnohem efektivněji uspokojovat svoje zákazníky, ať již se nacházejí na konci pomyslného logistického řetězce, popřípadě mezi jeho jednotlivými články. Implementace moderních technologií se však neodráží pouze v úrovni poskytovaného zákaznického servisu, protože efektivní aplikací lze dosáhnout i výrazného snížení nákladů.

Nejinak je tomu i v poštovním sektoru, kde v posledních letech také dochází k výraznému pronikání moderních technologií do všech oblastí zpracování přepravovaných poštovních zásilek a realizace poštovního platebního styku. Tyto technologie přitom jsou využity zejména v procesech identifikace, sledování, respektive evidence poštovních zásilek.

---

<sup>1</sup> Ing. Jan Chocholáč, Univerzita Pardubice, Dopravní fakulta Jana Pernera, Katedra dopravního managementu, marketingu a logistiky, Studentská 95, 532 10 Pardubice, Tel.: +420 466 036 383,

E-mail: [jan.chocholac@student.upce.cz](mailto:jan.chocholac@student.upce.cz)

Ing. Petra Juránková, Univerzita Pardubice, Dopravní fakulta Jana Pernera, Katedra dopravního managementu, marketingu a logistiky, Studentská 95, 532 10 Pardubice, Tel.: +420 466 036 382,

E-mail: [petra.jurankova@student.upce.cz](mailto:petra.jurankova@student.upce.cz)

Ing. Roman Hruška, Ph.D., Univerzita Pardubice, Dopravní fakulta Jana Pernera, Katedra dopravního managementu, marketingu a logistiky, Studentská 95, 532 10 Pardubice, Tel.: +420 466 036 378,

E-mail: [roman.hruska@upce.cz](mailto:roman.hruska@upce.cz)

doc. Ing. Libor Švadlenka, Ph.D., Univerzita Pardubice, Dopravní fakulta Jana Pernera, Katedra dopravního managementu, marketingu a logistiky, Studentská 95, 532 10 Pardubice, Tel.: +420 466 036 375,

E-mail: [libor.svadlenka@upce.cz](mailto:libor.svadlenka@upce.cz)

Obecně jsou nazývány jako *AIDC* (Automatic Identification and Data Capture – automatická identifikace a sběr dat). Do této skupiny můžeme zařadit například technologie:

- využívající magnetickou metodu, kdy jsou údaje zakódovány na povlaku nebo proužku, které jsou následně umístěny na plastové, popřípadě magnetické karty nebo jiné magnetické nosiče dat (např.: platební karta),
- založenou na biometrii, jež identifikuje osoby na základě jejich odlišných fyziologických rysů a znaků, které umožňují rozlišení konkrétního jedince na základě daných biometrických charakteristik,
- využívající optiku, kdy hlavním prvkem přenosu dat a informací je světlo (využití u optických karet a čárových kódů),
- založenou na indukci, která je založená na stejném principu jako radiofrekvenční identifikace, pouze s tím rozdílem, že u indukce dochází k tzv. indukčnímu spojování,
- radiofrekvenční, která využívá přenosu signálu prostřednictvím elektromagnetických vln, jejich modulaci a využívání fyzikálních vlastností elektromagnetického vlnění při šíření ve volném prostoru. (1, 6, 7, 10, 12)

Obecně je možné konstatovat, že se jakákoliv technologie *AIDC* musí skládat ze čtyř následujících prvků, které jsou schematicky vyobrazeny i na Obr. 1:

- snímací zařízení – umožňuje přečtení identifikačního kódu a jeho následné převedení do vhodného tvaru pro další zpracování,
- nosič kódu – slouží k zachycení symbolu kódu a obvykle je fyzicky vázán k objektu identifikace,
- programová jednotka – představuje zařízení umožňující uložit získaná data nebo informace na programovatelný nosič dat,
- vyhodnocovací jednotka – převádí zjištěný kód do formy, která je srozumitelná pro člověka nebo pro automatické vyhodnocení a vyvolání následných činností, popřípadě aktivit. (1, 5, 8, 9, 14)



Zdroj: Autoři

Obr. 1 – Obecné schéma prvků technologie AIDC

Po technologii založené na optice (čárové kódy) je technologie *RFID* (Radio Frequency Identification – radiofrekvenční identifikace) odborníky dosazována na pomyslné druhé místo, z hlediska vývoje a použitelnosti technologií automatické identifikace v poštovním odvětví. Hlavní výhodou je možnost programovatelnosti tagu, jeho opětovné využití a větší množství uchovávaných dat. Zásadní nevýhodou aplikace této technologie je její poměrně vysoká cena a technická náročnost. Právě proto je například u zahraničních poštovních operátorů využívána pro potřeby identifikace větších přepravních jednotek (přepravky, poštovní pytle atd.). (1, 2, 3, 11, 13)

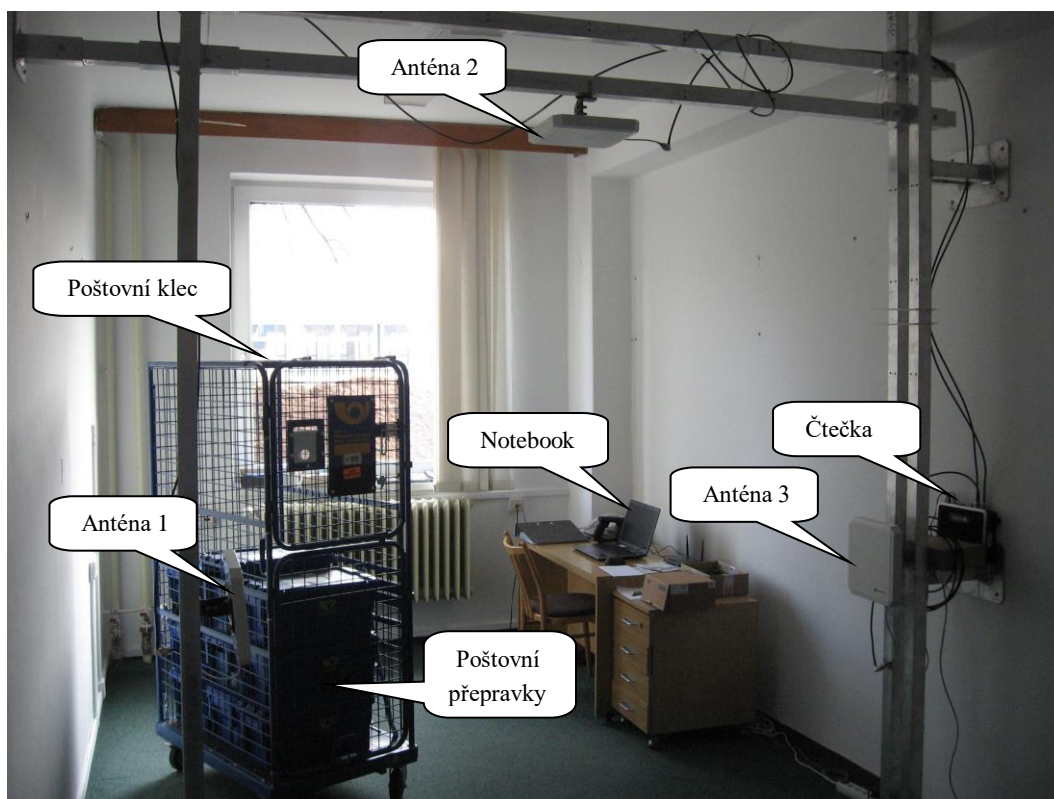
Cílem tohoto článku je simulovat reálný poštovní provoz s využitím technologie RFID k identifikaci poštovních přepravních jednotek (přepravek) a provést komparaci přesnosti čtení vybraných pasivních tagů s využitím různé kombinace antén Motorola AN480.

## 1. MĚŘENÍ

Tato podkapitola se zabývá deskripcí prováděného měření a jeho metodikou. Pro potřeby měření byly využity následující prvky:

- pracovní terminál (notebook),
- propojovací kabely,
- fixní čtyřportová čtečka Motorola FX9500,
- antény Motorola AN480 (3 kusy),
- pasivní tagy:
  - UHF typu ALN-9640 Squiggle Inlay (9 kusů),
  - UHF typu ALN-9654 G Inlay (9 kusů),
  - UHF typu ALN-9662 Short Inlay (9 kusů),
  - UHF typu ALN-9629 Square Inlay (9 kusů).

Popisovanou soustavu je možné vidět na Obr. 2.



Zdroj: Autoři

Obr. 2 – RFID měřící soustava

Pro měření byly využity 4 typy pasivních UHF tagů vždy v počtu devíti kusů. Komparace rozměrů těchto tagů, antén a počtu zapisovacích cyklů při teplotě 25°C je znázorněna v Tab. 1, ze které je patrné, že z hlediska velikosti tagu je nejmenší tag typu

ALN-9629 (celková plocha tagu odpovídá 676 mm<sup>2</sup>). Největším tagem, který byl použit, pro měření byl tag ALN-9654 (celková plocha tagu o velikosti 2 112 mm<sup>2</sup>). Z hlediska zapisovacích cyklů je možné na všechny tagy, kromě typu ALN-9654 (pouze 10 000 zapisovacích cyklů), provést 100 000 zápisů při doporučené teplotě 25°C.

Tab. 1 – Komparace parametrů tagů využitých pro potřeby měření

Vlastnost / Tag	ALN-9640	ALN-9654	ALN-9662	ALN-9629
Šířka antény [mm]	8,1	19,0	17,0	22,5
Délka antény [mm]	94,8	93,0	70,0	22,5
Plocha antény [mm <sup>2</sup> ]	767,9	1 767,0	1 190,0	506,3
Šířka tagu [mm]	11,5	22,0	20,0	26,0
Délka tagu [mm]	98,0	96,0	73,0	26,0
Plocha tagu [mm <sup>2</sup> ]	1 127,0	2 112,0	1 460,0	676,0
Počet zapisovacích cyklů [-]	100 000,0	10 000,0	100 000,0	10 000,0

Zdroj: Autoři na základě interních materiálů společnosti Alien Technology

Pro všechny tagy, které byly využity pro měření, jsou další parametry shodné, jako například:

- materiál jádra tagu: dřevovláknitá lepenka,
- skladovatelnost: 2 roky při teplotě do 25°C a vlhkosti do 40 %,
- limity pro skladování: teplota od -25°C do 50°C a vlhkost mezi 20 % a 90 %,
- provozní limity: teplota od -40°C do 70°C a vlhkost mezi 20 % a 90 %,
- maximální tlak: do 5N/mm<sup>2</sup>.

Měření probíhalo ve specializované laboratoři automatické identifikace, kde bylo do reálné poštovní klece České pošty, s. p. umístěno celkem devět poštovních přepravek do třech sloupců. Přesné rozmístění jednotlivých poštovních přepravek v rámci poštovní klece je zobrazeno na Obr. 3. Všechny poštovní přepravky byly vyplněny různými listovními zásilkami, aby bylo dosaženo maximální možné míry reálného poštovního provozu. Na víko, umístěné nahoře, každé poštovní přepravky byl umístěn jeden tag (viz Tab. 1).

Následně bylo s poštovní klecí poježděno skrz měřicí profil vybavený třemi anténami značky Motorola AN480 (viz Obr. 2), napojenými do fixní čtyřportové čtečky Motorola FX9500. Měření bylo vždy realizováno ve třech různých variacích. Nejdříve byly použity všechny tři antény (jedna horní i dvě boční). Při dalším měření byly využity pouze dvě antény, konkrétně se jednalo o antény boční. V poslední variantě měření byly tagy načítány pouze anténou horní. Při každé variantě měření bylo celkem uskutečněno 50 měření, přičemž doba jednoho načítání byla 5 sekund. Všechna měření byla provedena pro všechny 4 typy tagů (viz Tab. 1).

Následující kapitola se zabývá výsledky, jež byly ze všech měření získány a následně zpracovány v programu MS Excel. Pro každý typ tagu (ALN-9640, ALN-9654, ALN-9662, ALN-9629) a každou variantu měření bylo vždy uskutečněno celkem 50 měření, což poskytl pro vyhodnocení této simulace širokou škálu dat, zaručujících vysokou validitu výzkumu.



Zdroj: Autoři

Obr. 3 – Rozmístění poštovních přepravek v poštovní kleci

## 2. VÝSLEDKY MĚŘENÍ

Tato kapitola shrnuje naměřené výsledky pro všechny druhy použitých tagů a pro všechny tři varianty měření. Výsledky jsou seskupeny vždy podle typu použitého tagu a dle varianty měření.

### 2.1 UHF tagy typu ALN-9640 Squiggle Inlay

Při 1. variantě měření (všechny tři antény) došlo celkem k 44 440 načtením, přičemž nejméně byl načítán tag č. 2 (2 571 načtení) umístěný ve střední vrstvě v přepravní kleci. Naopak nejvíce byl načítán tag č. 9 (7 697 načtení), který byl připevněn na přepravní box v horní vrstvě.

Když načítaly tagy pouze dvě boční antény (2. varianta měření), tak došlo celkem k 40 160 načtením. Nejvíce krát načtený byl tag č. 9 (7 189 načtení), oproti tomu nejméně krát byl načítán tag č. 7 (2 647 načtení), jenž byl umístěn ve spodní vrstvě v přepravní kleci.

Při poslední variantě měření (pouze horní anténa) byly všechny tagy načteny celkem 48 910 krát. Nejméně byl načítán tag č. 2 (jako při 1. variantě měření). Tento tag dosáhl hodnoty načtení pouze 3 807. Nejvíce byl načítán tag č. 6 (8 083 načtení).

### 2.2 UHF tagy typu ALN-9654 G Inlay

Když byly tagy měřeny všemi třemi anténami, tak došlo celkem k 42 670 načtením, přičemž tag č. 4 byl načten nejméně krát (3 787 načtení) a tag č. 8 nejvíce krát (6 064 načtení). Tag č. 8 byl umístěn na poštovní přepravce ve střední vrstvě v rámci poštovní přepravní klece.

Při druhé variantě měření (s využitím bočních antén) došlo celkem k 42 770 načtením. Nejméně byl načítán tag č. 1 (2 438 načtení), který byl umístěn v nejspodnější vrstvě

v přepravní kleci. Oproti tomu největšího počtu načtení dosáhl tag č. 7 (7 440 načtení), umístěný taktéž v nejspodnější vrstvě poštovní klece.

Horní anténa provedla celkem 49 040 načtení. Nejvíce načítala tag č. 1 (7 078 načtení), který byl umístěn v nejspodnější vrstvě poštovní klece. Tag č. 4, umístěný taktéž v nejspodnější vrstvě přepravní klece, byl načítán nejméně krát (2 530 načtení).

### **2.3 UHF tagy typu ALN-9662 Short Inlay**

Tento typ tagu při měření načetly všechny tři antény celkem 42 740krát. Nejméně přitom načítaly tag č. 8 (1 743 načtení), který byl umístěn ve střední vrstvě v poštovní kleci. Tag č. 9, umístěný v nejvyšší vrstvě v přepravní kleci, byl načten nejvíce krát (celkem 7 005 načtení).

Při využití pouze bočních antén, tedy při 2. variantě měření, byly všechny tagy načteny celkem 41 110krát. Zajímavé je, že nejméně i nejvíce načítaný tag je totožný s měřením v předcházející variantě. Tedy, tag č. 8 byl načten nejméně krát (pouze 1 745 načtení) a tag č. 9 oproti tomu nejvíce krát (7 156 načtení).

Při třetí variantě měření, kdy byla použita pouze horní anténa, došlo celkem k 47 820 načtením. Tag č. 6, umístěný v nejvyšší vrstvě v poštovní přepravní kleci, byl načten nejvíce krát (7 912 načtení). Pouze 2 246 načtení dosáhl tak č. 7 naopak umístěný v nejspodnější vrstvě.

### **2.4 UHF tagy typu ALN-9629 Square Inlay**

Při 1. variantě měření, kdy tagy snímaly všechny tři antény, došlo k 17 610 načtením. Nejméně načítaným tagem byl tag č. 5 (468 načtení). Tag č. 9 byl naopak načítán nejvíce (celkem 4 493 načtení). Následující tagy však nebyly při některých opakovaných měřeních načteny vůbec:

- tag č. 2 – 0 načtení při 3. měření,
- tag č. 3 – 0 načtení při 3. a 5. měření,
- tag č. 5 – 0 načtení při 1. a 2. měření.

Druhá varianta měření, kdy tagy snímají pouze boční antény, definovala jako nejvíce načítaný tag č. 8 (3 638 načtení). Celkem však došlo pouze k 6 320 načtením. Některé tagy nebyly načítány vůbec, ani jednou z použitých antén, popřípadě nebyly načteny při všech realizovaných měřeních, viz níže:

- tag č. 1 – nenačten v žádném z realizovaných měření,
- tag č. 3 – nenačten v žádném z realizovaných měření,
- tag č. 4 – nenačten v žádném z realizovaných měření,
- tag č. 5 – 0 načtení při 2. měření,
- tag č. 6 – nenačten v žádném z realizovaných měření,
- tag č. 7 – 0 načtení při 1. měření,
- tag č. 9 – 0 načtení při 5. měření.

### 3. VYHODNOCENÍ NAMĚŘENÝCH VÝSLEDKŮ

Naměřené výsledky budou vyhodnoceny z hlediska následujících kritérií:

- dle počtu načtení tagů dle jejich typu,
- dle počtu načtení tagů jednotlivými anténami,
- dle lokace jednotlivých tagů v rámci přepravní klece.

#### 3.1 Vyhodnocení výsledků dle typu použitých tagů

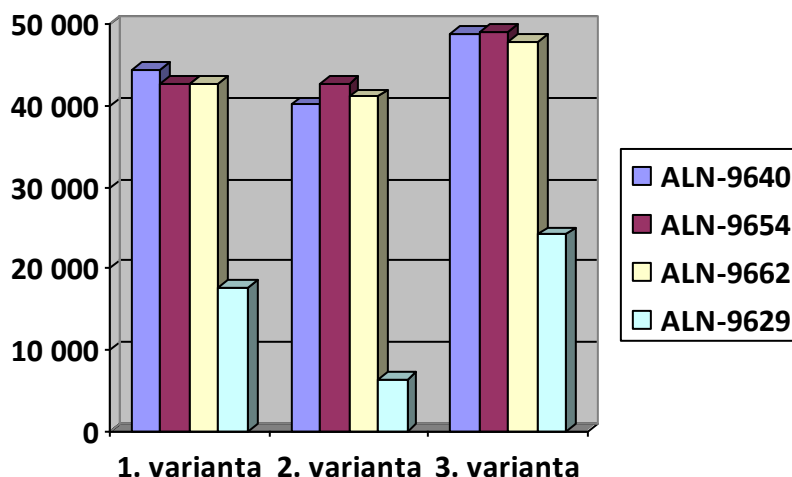
Jak již bylo uvedeno výše, tak pro potřeby měření byly využity následující druhy tagů (ALN-9640, ALN-9654, ALN-9662 a ALN-9629). Celkové počty načtení dle jednotlivých typů použitých tagů a varianty měření jsou prezentovány v Tab. 2.

Tab. 2 – Počet načtení tagů dle jejich typu a varianty měření

Typ tagu / počet načtení	Varianta 1	Varianta 2	Varianta 3	Celkem
ALN-9640	<b>44 440</b>	40 160	48 910	133 510
ALN-9654	42 670	<b>42 770</b>	<b>49 040</b>	<b>134 480</b>
ALN-9662	42 740	41 110	47 820	131 670
ALN-9629	17 610	6 320	24 160	48 090
Celkem	147 460	130 360	<b>169 930</b>	447 750

Zdroj: Autoři

Z Tab. 2 a Obr. 4 vyplývá, že na základě provedeného měření, z hlediska použitých typů tagů, byly nejvíce krát načítány (celkem 134 480 načtení za všechny varianty měření) tagy typu ALN-9654 (nejvyšší počet načtení při 2. a 3. variantě měření). Tento typ tagu dosáhl pouze nepatrně horšího výsledku, z hlediska celkového počtu načtení, i v 1. variantě měření, kde byl načítán pouze o 1 770krát méně než nejnačítanější typ tagu (ALN-9640).



Zdroj: Autoři

Obr. 4 – Celkový počet načtení jednotlivých druhů použitých tagů dle varianty měření

Na základě výsledků měření je možné dále konstatovat, že tagy typu ALN-9629 vykazují absolutně nejhorší výsledky, z hlediska celkového počtu načtení, ve všech realizovaných variantách měření.

V 1. variantě měření s využitím všech antén byly načteny pouze 17 610krát, což je více než o polovinu méně načtení, než další v pořadí nejhůře načítaný druh tagu ALN-9662 (42 740 načtení). Navíc, při této variantě měření, celkový počet načtení osciloval mezi hodnotami 42 až 45 tisíc načtení u druhů tagů ALN-9640, ALN-9654 a ALN-9662.

Při druhé variantě měření dosáhly tagy typu ALN-9629 absolutně nejhorších výsledků, co do celkového počtu načtení, ze všech třech realizovaných variant měření. Celkem byly načteny pouze 6 320krát, což je v porovnání s ostatními tagy téměř o sedm krát méně. Navíc, když vezmeme v úvahu, že bylo načítáno celkem 9 tagů při 50 měřeních, tak docházíme k tomu, že průměrné načtení jednoho tagu typu ALN-9629 při jednom měření v rámci této varianty je rovno po zaokrouhlení hodnotě 14. Porovnat s touto hodnotou je možné například průměrné načtení jednoho tagu při jednom měření v rámci totožné varianty měření u tagů typu ALN-9654 (celkem 42 770 načtení), kde se dostáváme na hodnotu po zaokrouhlení rovnu 95, což v porovnání s průměrným počtem načtení jednoho tagu typu ALN-9629 v rámci jednoho měření, je v celku markantní a nezanedbatelný rozdíl.

Tagy typu ALN-9629 dosáhly nejlepších hodnot načtení při 3. variantě měření, avšak v komparaci s ostatními použitými typy tagů se opětovně jeví jako nejhůře použitelné, protože celkem byly načítány 24 160krát, oproti 48 910 načtení tagů ALN-9640, 49 040 načtení tagů ALN-9654 a 24 160 načtení tagů ALN-9662. Tagy typu ALN-9629 byly načítány o více než polovinu méně krát než ostatní konkurenční tagy použité v rámci tohoto měření.

Zcela zásadním problémem tagů typu ALN-9629 je fakt, že některé tagy při některých měřeních nebyly načteny vůbec a některé tagy nebyly načteny dokonce v žádném měření, čímž se z hlediska jejich aplikace do podmínek reálného poštovního provozu, jeví jako nepoužitelné.

### **3.2 Vyhodnocení výsledků dle počtu načtení tagů jednotlivými anténami**

Jak již bylo uvedeno výše, tak měření bylo prováděno ve třech variantách, vždy s využitím antén Motorola AN480 následujícím způsobem:

- 1. varianta – načítání všemi třemi anténami,
- 2. varianta – načítání dvěma bočními anténami (levá a pravá),
- 3. varianta – načítání jednou anténou (horní anténa).

V Tab. 3 jsou uvedeny procentní podíly načtení jednotlivými anténami u 1. a 2. varianty měření. Analýzou 1. varianty měření (využití všech tří dostupných antén) docházíme k závěru, že největšího procentuálního načtení tagů dosáhla pro všechny druhy použitých tagů horní anténa, která vždy načetla mezi 41 až 60 % ze všech tagů. Horní anténa dále nejvíce načítala tagy ALN-9629, kdy jich načetla téměř 60 %.

Při druhé variantě měření (využití pouze pravé a levé boční antény) vždy načetla více tagů levá anténa, přičemž hodnoty načtení oscilovaly mezi 50 a 57 %. Nejvyváženějšího



procentuálního podílu, z hlediska komparace načtení oběma anténami, bylo dosaženo u tagů typu ALN-9640, které byly načteny ze 49,55 % pravou anténou a z 50,45 % anténou levou.

Vzhledem k tomu, že ve 3. variantě měření byly všechny tagy načítány pouze horní anténou, tak není účelné provádět rozbor načítání tagů dle jednotlivých použitých antén.

Tab. 3 – Podíl počtu načtení tagů dle antén a varianty měření [%]

Typ tagu / podíl načtení	Varianta 1			Varianta 2	
	Pravá	Horní	Levá	Pravá	Levá
ALN-9640	28,78	<b>41,36</b>	29,86	49,55	<b>50,45</b>
ALN-9654	27,37	<b>41,60</b>	31,03	45,73	<b>54,27</b>
ALN-9662	24,19	<b>49,32</b>	26,49	46,66	<b>53,34</b>
ALN-9629	25,95	<b>59,91</b>	14,14	43,99	<b>56,01</b>

Zdroj: Autoři

Pokud bychom vzali v potaz celkový absolutní počet načtení a přihlídlí k výsledkům všech realizovaných měření, tak můžeme s odkazem na Tab. 2 konstatovat, že z hlediska přesnosti načítání vybraných pasivních UHF tagů, je nejefektivnější varianta 3, která využívá pouze horní anténu. Toto řešení je samozřejmě i nákladově přijatelnější, protože se zde počítá pouze s jedním kusem antény, oproti ostatním variantám měření (2 a více antén).

V reálném provozu však může dojít například vlivem technických problémů k výpadku antény. Pokud by byla použita pouze jedna anténa, tak by nebylo možné do odstranění závady dále identifikovat zásilky, proto je vzhledem k zabezpečení plynulosti procesu identifikace lepší používat dvě antény, přičemž jedna je v režimu on-line a druhá je takzvaná záložní, tedy v režimu off-line. Pokud dojde k výpadku první antény, tak okamžitě anténa číslo dvě změní svůj režim z off-line na on-line a anténu č. 1 nahradí, čímž nedojde k zastavení procesu identifikace, popřípadě k nenačtení některých zásilek.

Při první variantě měření (načítání všemi třemi anténami) totiž byly všechny druhy tagů načteny celkem 147 460krát. Pokud byly použity pouze dvě antény (boční – pravá a levá), tak byly tagy načteny celkem 130 360krát. Avšak při načítání pouze jednou (horní) anténou byly všechny druhy tagů načteny celkem 169 930krát.

### 3.3 Vyhodnocení výsledků dle lokace jednotlivých tagů v rámci přepravní klece

Tagy byly umístěny na poštovních přeprávkách v poštovní přepravní kleci podle Obr. 3 ve třech sloupcích po třech přeprávkách. Celkem tedy bylo pro měření vždy použito devět tagů umístěných vždy na víku jednotlivých přepravek.

V Tab. 4 a Tab. 5 jsou vyhodnoceny nejvíce a nejméně načítané tagy dle varianty měření a dle typu použitého tagu.

Tab. 4 – Nejvíce načítané tagy dle jejich typu a varianty měření

Typ tagu / číslo a počet načtení	Varianta 1	Varianta 2	Varianta 3
ALN-9640	9 – 7 697	9 – 7 189	6 – 8 083
ALN-9654	8 – 6 064	7 – 7 440	1 – 7 078
ALN-9662	9 – 7 005	9 – 7 156	6 – 7 912
ALN-9629	9 – 4 493	8 – 3 638	1 – 6 648

Zdroj: Autoři

Při měření v rámci 1. varianty (využití všech antén) byl nejvíce krát načítán tag č. 9 umístěný v horní vrstvě v rámci přepravní klece na pravé straně při pohledu zepředu. U tagů typu ALN-9654 byl nejvíce načítán tag č. 8, který leží taktéž na pravé straně klece při pohledu z čela, avšak ve střední vrstvě.

Při druhé variantě měření (využití bočních antén) byly opět nejvíce načítány tagy (č. 7, 8 a 9) na pravé straně přepravní klece při pohledu z čela, přičemž zvláštní je, že byly rozmístěny ve všech vrstvách klece (spodní, střední i vrchní). Opět je zde patrný rozdíl mezi absolutním počtem načtení tagů typu ALN-9629 v komparaci s ostatními typy tagů.

Třetí varianta měření (využití horní antény) nevykázala nedostatky u tagu ALN-9629, který jinak vychází, na základě provedených měření, ve všech hodnocených kritériích jako nepoužitelný pro potřeby poštovního provozu. V rámci této varianty měření byl sice načítán ze všech ostatních tagů nejméně, ale hodnota u nejvíce načítaného tagu stále oscilovala mezi přijatelnými hodnotami. V Tab. 5 jsou dále prezentovány počty načtení nejméně načítaných tagů dle jejich typu a varianty měření.

Tab. 5 – Nejméně načítané tagy dle jejich typu a varianty měření

Typ tagu / číslo a počet načtení	Varianta 1	Varianta 2	Varianta 3
ALN-9640	2 – 2 571	7 – 2 647	2 – 3 807
ALN-9654	4 – 3 787	1 – 2 438	4 – 2 530
ALN-9662	8 – 1 743	8 – 1 745	7 – 2 246
ALN-9629	5 – 468	1, 3, 4, 6 – 0	2 – 405

Zdroj: Autoři

Z Tab. 5 je zřetelně patrné, že tagy typu ALN-9629 vykazují, v komparaci s ostatními měřenými tagy, výrazně horších hodnot, nejen z hlediska nejmenšího počtu načtení. Při první variantě měření byl nejméně načítaný tag typu ALN-9629 (tag č. 5) načten 3x až téměř 8x méně než ostatní analyzované tagy. V rámci druhé varianty měření tagy stejného typu č. 1, 3, 4 a 6 nebyly načteny ani v jednom z padesáti provedených měření a ostatní tagy č. 5, 7 a 9 nebyly načteny při některém z prováděných měření. Při třetí variantě měření dosáhl tag č. 2 typu ALN-9629 pouze 405 načtení z padesáti prováděných měření, což znamená, že průměrně byl po zaokrouhlení tag načten v rámci jednoho měření 8krát. Oproti tomu, ostatní nejméně načítané tagy byly načteny průměrně v rámci jednoho měření po zaokrouhlení 45 až 76krát.

## ZÁVĚR

Cílem tohoto článku bylo simulovat reálný poštovní provoz s využitím technologie RFID k identifikaci poštovních přepravních jednotek (přepravek) umístěných v poštovní kleci a provést komparaci přesnosti čtení vybraných pasivních tagů s využitím různé kombinace antén Motorola AN480.

K tomuto měření byly vybrány tagy typu ALN-9640, ALN-9654, ALN-9662, ALN-9629, přičemž analyzováno bylo: načtení tagů dle jejich typu, načtení tagů jednotlivými anténami a lokace jednotlivých tagů v rámci přepravní klece.

Na základě interpretace naměřených hodnot je možné konstatovat, že z hlediska použitých typů tagů, byly nejvíce krát načítány tagy typu ALN-9654 (nejvyšší počet načtení při 2. a 3. variantě měření). Tento typ tagu dosáhl pouze nepatrně horšího výsledku, z hlediska celkového počtu načtení, i v 1. variantě měření, kde byl načítán pouze o 1 770krát méně než nejnačítanější typ tagu (ALN-9640). Dále je možné tvrdit, že tagy typu ALN-9629 vykazují absolutně nejhorší výsledky, z hlediska celkového počtu načtení, ve všech realizovaných variantách měření.

Z hlediska načítání tagů jednotlivými anténami docházíme k závěru, že největšího procentuálního načtení tagů dosáhla pro všechny druhy použitých tagů horní anténa, která vždy načetla mezi 41 až 60 % ze všech tagů. Pokud bychom vzali v potaz i celkový absolutní počet načtení a přihlíželi k výsledkům všech realizovaných měření, tak můžeme dále konstatovat, že z hlediska přesnosti načítání vybraných pasivních UHF tagů, je nejefektivnější varianta 3, která využívá pouze horní anténu. Toto řešení je samozřejmě i nákladově přijatelnější, protože se zde počítá pouze s jedním kusem antény. V reálném provozu však může dojít k výpadku antény. Pokud by byla použita pouze jedna anténa, tak by nebylo možné do odstranění závady dále identifikovat zásilky, proto je vzhledem k zabezpečení plynulosti procesu identifikace lepší používat dvě antény, přičemž jedna je v režimu on-line a druhá je takzvaná záložní, tedy v režimu off-line.

Analýza načítání jednotlivých tagů definovala jako nejproblematičtější tagy typu ALN-9629, které vykazují v komparaci s ostatními měřeními tagy, výrazně horší hodnoty, nejen z hlediska nejmenšího počtu načtení. Při první variantě měření byl nejméně načítaný tag typu ALN-9629 načten 3x až téměř 8x méně než ostatní analyzované tagy. V rámci druhé varianty měření tagy stejného typu č. 1, 3, 4 a 6 nebyly načteny ani v jednom z padesáti provedených měření a ostatní tagy č. 5, 7 a 9 nebyly načteny při některém z prováděných měření.

Závěrem můžeme konstatovat, že tagy typu ALN-9629 nejsou vhodné pro implementaci do podmínek reálného poštovního provozu vzhledem k jejich nedostatečným výsledkům výše uvedeným. Naopak testované tagy typu ALN-9640, ALN-9654 a ALN-9662 byly vyhodnoceny jako vhodné pro použití.

*Tento článek vznikl v rámci projektu „Inovace předmětů Technologie a řízení poštovního provozu stud. oboru MEKPS a Logistika I stud. oboru DMML pomocí systému pro sběr a vyhodnocení dat, č.: IRS2015/050“. Článek byl vydán za podpory Studentské grantové soutěže Univerzity Pardubice, číslo projektu: 51030/20/SG550001. Autoři děkují za podporu.*

## POUŽITÁ LITERATURA

- (1) ŠVADLENKA, Libor, Daniel SALAVA a Daniel ZEMAN. *Technika a technologie zpracování poštovních zásilek*. Vyd. 1. Pardubice: Univerzita Pardubice, 2013, 186 s., ISBN 978-80-7395-727-8.
- (2) *RFID portál* [online]. [cit. 2015-01-13]. Dostupné z <<http://www.rfidportal.cz>>.
- (3) SWEENEY II, Patrick J. *RFID for Dummies*. Indiana: Wiley Publishing, Inc., 2005, ISBN 978-0-7645-7910-3.
- (4) Interní materiály společnosti Alien Technology, 2015.
- (5) PRERADOVIC, Stevan a Nemaï Chandra KARMAKAR. *Multiresonator-based chipless RFID: barcode of the future*. New York: Springer, 2012, 170 p. ISBN 978-1-4614-2094-1
- (6) TENGLER, Jiří, Ondrej MASLÁK a Juraj VACULÍK. *Vliv konstrukce poštovního kontejneru na čitelnost RFID tágu umístěných na poštovních přepravkách*. In: Day of new Technologies – DoNT 2012 zborník príspevkov a prednášok z vedeckej konferencie s medzinárodnou účasťou. Žilina: Žilinská univerzita v Žiline v EDIS - vydavateľstve ŽU, 2012, s. 141-148. ISBN 978-80-554-0600-8.
- (7) VACULÍK, Juraj, Peter KOLAROVSZKI a Jiří TENGLER. *Results of automatic identification of transport units in postal environment*. In: Transport and telecommunication, 2012, s. 75-87. ISSN 1407-6160.
- (8) KROUŽECKÝ, Vratislav, Iva STEINEROVÁ a Libor ŠVADLENKA. *Mechanizace a automatizace v poštovních službách*. Pardubice: Univerzita Pardubice, 2001, 96 s., ISBN 80-7194-402-5.
- (9) BARTNECK, Norbert, Volker KLAAS a Holger SCHOENHERR. *Optimizing processes with RFID and Auto ID*. Erlangen: Publicis Publishing, 2009, 255 s., ISBN 978-3-89578-330-2.
- (10) DOBKIN, Daniel M. *The RF in RFID*. Oxford: Elsevier, 2013, 529 s., ISBN 978-0-12-394583-9.
- (11) ZHANG, Xiao-dan, Shu-jie YUE a Wei-min WANG. *The review of RFID applications in global postal and courier services*. In: Journal of China universities of posts and telecommunications, 2006, s. 106-110. ISSN 1005-8885.
- (12) PARK, Jeong-Hyun a Jong-Heung PARK. *Postal RFID Application Model and Performance*. In: ETRI Journal, 2006, s. 408-408. ISSN 2233-7326.
- (13) PARK, Jeong-Hyun, Jong-Heung PARK a Boo-Hyung LEE. *RFID Application System for Postal Logistics*. In: PICMET 2007 Proceedings, 2007, s. 2345-2352. ISBN 978-1-8908-4315-1.
- (14) KOLAROVSZKI, Peter. *Identification of Postal Mails and Crates by New Developed UHF RFID Antenna*. In: Transport and telecommunication, 2013, s. 130-142. ISSN 1407-6160.