

Návrh systému personifikácie bezkontaktných kariet

Design of Personification System for Contactless Cards

Bc. Rudolf Šlavka

Diplomová práca
2013



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta aplikované informatiky

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Bc. Rudolf Šlavka**
Osobní číslo: **A11385**
Studijní program: **N3902 Inženýrská informatika**
Studijní obor: **Bezpečnostní technologie, systémy a management**
Forma studia: **kombinovaná**

Téma práce: **Návrh systému personifikace bezkontaktních karet**

Zásady pro vypracování:

1. Podrobně se seznamte se fungováním technologie RFID v pásmu 13.56 MHz, ISO 14443.
2. Popište hardwarovou realizaci systému sloužícího k vyčítání a zobrazení údajů na čipu.
3. Navrhněte a realizujte softwarové řešení, které by umožňovalo vyčítání a zobrazení údajů na čipu.
4. Zaměřte se také na otázku propojení s tiskárnou na popis karet případně další náležitosti.
5. Zhodnoťte funkci systému ve vaší organizaci.

Rozsah diplomové práce:

Rozsah příloh:

Forma zpracování diplomové práce: **tištěná/elektronická**

Seznam odborné literatury:

1. ISO/IEC 14443-2. Identification cards – Contactless integrated circuit(s) cards – Proximity cards – Part 2: Radio frequency power and signal interface. Geneva: International Organization for Standardization, 1999.
2. ISO/IEC 14443-3. Identification cards – Contactless integrated circuit(s) cards – Proximity cards – Part 3: Initialization and anticollision. Geneva: International Organization for Standardization, 1999.
3. ISO/IEC 14443-4. Identification cards – Contactless integrated circuit(s) cards – Proximity cards – Part 4: Transmission protocol. Geneva: International Organization for Standardization, 2000.
4. FINKENZELLER, Klaus. RFID handbook: Fundamentals and application in contactless smart cards and identification. 2nd ed. Překlad Rachel Waddington. Chichester: Wiley, 2003, 427 s. ISBN 04-708-4402-7.
5. MIFARE DESFire EV1, NXP IC solution for contactless multi-application, high speed and secure smart cards. Eindhoven: NXP Semiconductors, 2010. Dostupné z: <http://www.nxp.com/documents/leaflet/75015782.pdf>

Vedoucí diplomové práce:

Ing. Stanislav Goňa, Ph.D.

Ústav elektroniky a měření

Datum zadání diplomové práce:

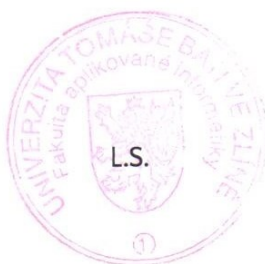
8. února 2013

Termín odevzdání diplomové práce:

3. června 2013

Ve Zlíně dne 8. února 2013

prof. Ing. Vladimír Vašek, CSc.
děkan



doc. RNDr. Vojtěch Křesálek, CSc.
ředitel ústavu

ABSTRAKT

Táto práca sa zaoberá návrhom systému personifikácie identifikačných kariet. Prvá časť vysvetľuje teoretické pozadie technológie RFID a bližšie sa zameriava na oblasť bezkontaktných čipových kariet spĺňajúcich medzinárodnú normu ISO/IEC 14443. V druhej časti je navrhnutá a realizovaná softvérová aplikácia na personifikáciu a potlač kariet, ktorá lepšie spĺňa požiadavky stredne veľkej organizácie.

Kľúčové slová: RFID, ISO/IEC 14443, 13,56 MHz, tag, transpondér, identifikačná karta, bezkontaktná čipová karta, Mifare, Qt, C++, PC/SC.

ABSTRACT

This work deals with design of personification system for ID cards. In the first part theoretical background of a RFID technology is explained. Also contactless smart cards based upon ISO/IEC 14443 standard are described in this part. The second part is focusing on designing and programming software application for card personalization and printing, which will better meet the requirements of a medium sized organization.

Keywords: RFID, ISO/IEC 14443, 13.56 MHz, Tag, Transponder, ID Card, Contactless Smart Card, Mifare, Qt, C++, PC/SC.

POĎAKOVANIE

V prvom rade ďakujem mojej rodine za podporu a trpezlivosť počas celého môjho štúdia. Ďalej ďakujem Ing. Kristiánovi Chovancovi a kolegom v práci za ľudskú a technickú podporu. V neposlednom rade ďakujem vedúcemu diplomovej práce, Ing. Stanislavovi Goňovi, Ph.D. za ochotnú pomoc pri konzultáciách a organizačných záležitostiach.

Prohlašuji, že

- beru na vědomí, že odevzdáním diplomové/bakalářské práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb. o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších právních předpisů, bez ohledu na výsledek obhajoby;
- beru na vědomí, že diplomová/bakalářská práce bude uložena v elektronické podobě v univerzitním informačním systému dostupná k prezenčnímu nahlédnutí, že jeden výtisk diplomové/bakalářské práce bude uložen v příruční knihovně Fakulty aplikované informatiky Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně a jeden výtisk bude uložen u vedoucího práce;
- byl/a jsem seznámen/a s tím, že na moji diplomovou/bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, zejm. § 35 odst. 3;
- beru na vědomí, že podle § 60 odst. 1 autorského zákona má UTB ve Zlíně právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona;
- beru na vědomí, že podle § 60 odst. 2 a 3 autorského zákona mohu užít své dílo – diplomovou/bakalářskou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití jen s předchozím písemným souhlasem Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše);
- beru na vědomí, že pokud bylo k vypracování diplomové/bakalářské práce využito softwaru poskytnutého Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně nebo jinými subjekty pouze ke studijním a výzkumným účelům (tedy pouze k nekomerčnímu využití), nelze výsledky diplomové/bakalářské práce využít ke komerčním účelům;
- beru na vědomí, že pokud je výstupem diplomové/bakalářské práce jakýkoliv softwarový produkt, považují se za součást práce rovněž i zdrojové kódy, popř. soubory, ze kterých se projekt skládá. Neodevzdání této součásti může být důvodem k neobhájení práce.

Prohlašuji,

- že jsem na diplomové práci pracoval samostatně a použitou literaturu jsem citoval. V případě publikace výsledků budu uveden jako spoluautor.
- že odevzdaná verze diplomové práce a verze elektronická nahraná do IS/STAG jsou totožné.

Ve Zlíně 20.05.2013

.....
podpis diplomanta

OBSAH

ÚVOD	9
I TEORETICKÁ ČASŤ	10
1 TECHNOLOGIA RFID	11
1.1 CHARAKTERISTIKA RFID SYSTÉMOV	11
1.1.1 Transpondér	12
1.1.2 Transceiver	13
1.1.3 Subsystem na spracovanie údajov	14
1.2 FYZIKÁLNE SPÔSOBY KOMUNIKÁCIE	14
1.2.1 Induktívna metóda	15
Komunikácia čítačka – transpondér	15
Komunikácia transpondér – čítačka	16
1.2.2 Odrazová metóda	18
1.3 POUŽÍVANÉ FREKVENČNÉ PÁSMO	18
1.3.1 LF (125 - 134 kHz)	19
1.3.2 HF (13,56 MHz)	19
1.3.3 UHF (860 - 960 MHz a 2,45 GHz)	20
1.4 HARDVÉROVÁ REALIZÁCIA KARTOVÉHO RFID SYSTÉMU	20
2 BEZKONTAKTNÉ ČIPOVÉ KARTY	23
2.1 ISO/IEC 14443	24
2.1.1 Fyzikálne charakteristiky	24
2.1.2 Rádiofrekvenčné výkonové a signálové rozhranie	25
2.1.3 Inicializácia a antikolízny mechanizmus	26
2.1.4 Protokol prenosu	27
II PRAKTICKÁ ČASŤ	28
3 VÝCHODISKÁ A CIELE	29
3.1 POUŽÍVANÉ BEZKONTAKTNÉ KARTY	29
3.2 POPIS PROCESOV V ORGANIZÁCIÍ	30
3.3 ZHODNOTENIE STAVU	33
3.4 POUŽÍVATEĽSKÉ POŽIADAVKY	35
4 NÁVRH VLASTNÉHO RIEŠENIA	37
4.1 VOĽBA IMPLEMENTAČNÝCH PROSTRIEDKOV	37
4.2 METODIKA VÝVOJA SOFTVÉRU	38
4.3 VÝVOJ APLIKÁCIE	39
4.3.1 Databázový subsystém	39
Formát databázy	39
Štruktúra databázy	40
Vizualizácia databázy	40
Editácia záznamov	41
Práca so súborami	42
4.3.2 Grafický subsystém	43
Generovanie náhľadu	43
Nastavenia	45
Načítavanie čísla čipu	46

Tlač	46
4.3.3 Prepojenie s čítačkou bezkontaktných kariet	47
Komunikácia prostredníctvom rozhrania PC/SC.....	48
Načítanie typu karty	49
Načítanie čísla čipu	49
4.3.4 Finalizácia systému.....	50
ZÁVER	51
CONCLUSION.....	52
ZOZNAM POUŽITEJ LITERATÚRY.....	53
ZOZNAM POUŽITÝCH SYMBOLOV A SKRATIEK.....	56
ZOZNAM OBRÁZKOV	58
ZOZNAM TABULIEK	59
ZOZNAM PRÍLOH	60

ÚVOD

Cieľom tejto práce je zoznámenie sa s technológiou RFID, jej komponentami a fyzikálnym pozadím rádiového prenosu dát na krátke vzdialenosti. V práci sa zameriavam na RFID systémy využívajúce bezkontaktné čipové karty, ktoré komunikujú vo frekvenčnom pásme 13,56 MHz a splňajú normu ISO/IEC 14443.

Bezkontaktné čipové karty zažívajú v ostatných rokoch veľký rozmach a rýchlo sa dostávajú medzi široké masy používateľov. Nárast počtu držiteľov bezkontaktných kariet významnou mierou ovplyvňuje migrácia klasických platobných kariet s magnetickým prúžkom na karty hybridné, ktoré majú kontaktný aj bezkontaktný čip. Okrem bánk vydávajú bezkontaktné čipové karty predovšetkým dopravcovia a školy. RFID čipom je vybavený aj slovenský cestovný pas, ktorý v ňom uchováva biometrické údaje jeho držiteľa. V Nemecku už prenikla bezkontaktná technológia aj do občianskych preukazov. Tento trend rozširovania pôsobnosti a penetrácie RFID systémov bude mať aj v budúcnosti stúpajúci charakter.

V práci sa ďalej zaoberám systémom na personifikáciu bezkontaktných čipových kariet. Personifikáciou karty sa rozumie vizuálne, prípadne aj elektronické priradenie osobných údajov k čipovej karte, po ktorom sa z anonymnej plastovej karty stane identifikačný preukaz. Používajú sa pritom špecializované tlačiarne plastových kariet a RFID čítačky. Personifikovaný preukaz je potom možné použiť pri platobných, identifikačných, prístupových a iných systémoch.

V praktickej časti sa zmeriavam na kartový personifikačný systém používaný na slovenskej univerzite. Na základe analýzy súčasného stavu a používateľských požiadaviek zrealizujem vlastné riešenie v podobe softvérovej aplikácie na personifikáciu preukazov, ktoré bude zodpovedať potrebám univerzity.

I. TEORETICKÁ ČASŤ

1 TECHNOLOGIA RFID

Pojmom *RFID*, ktorý je skratkou anglického výrazu *Radio-frequency identification* (rádio-frekvenčná identifikácia), môžeme vo všeobecnosti označiť každú technológiu, ktorá jedinečne identifikuje objekt pomocou rádiových vĺn. RFID sa používa všade, kde je potrebné niečo automaticky označovať, identifikovať, registrovať, skladovať, monitorovať alebo transportovať. (1, s. 15)

Medzi oblasti použitia RFID patria napríklad systémy elektronického mýta, označovanie produktov a služieb vo výrobe a logistike, označovanie domácich a hospodárskych zvierat, platobné a identifikačné karty, prístupové a zabezpečovacie systémy, a ďalšie.

V užšom zmysle sa výrazom RFID najčastejšie označuje jedna z foriem identifikácie tovaru, *RFID – EPC* (elektronický produktový kód), ktorý sa používa v obchodnom a vojenskom priemysle (2).

Medzi hlavné výhody RFID patria:

- bezkontaktná povaha technológie, ktorá nevyžaduje pre identifikáciu objektu jeho priamu viditeľnosť, ani presné polohovanie,
- prenosu dát z čipu nebránia ani zlé optické či atmosférické podmienky,
- rýchlosť čítania. (3, s. 4)

1.1 Charakteristika RFID systémov

Táto podkapitola čerpá z (1, s. 15 - 16), (3) a (4).

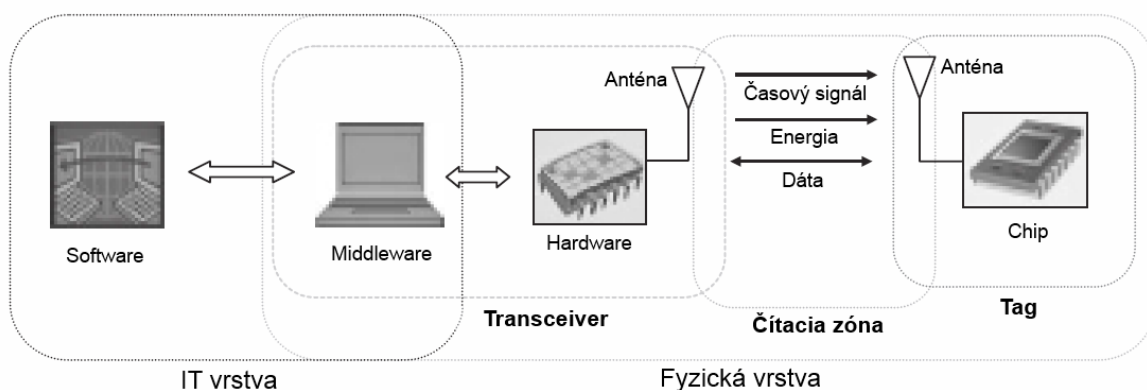
Každý RFID systém má nasledovné základné charakteristiky:

1. Elektronická identifikácia

– objekty sú identifikované pomocou elektronicky uložených dát.

2. Bezkontaktný dátový prenos – identifikačné údaje sú prenášané pomocou rádiových vĺn.

3. Prenos len po vyžiadaní – objekt posiela identifikačné dáta len po inicializácii príslušnou čítačkou.

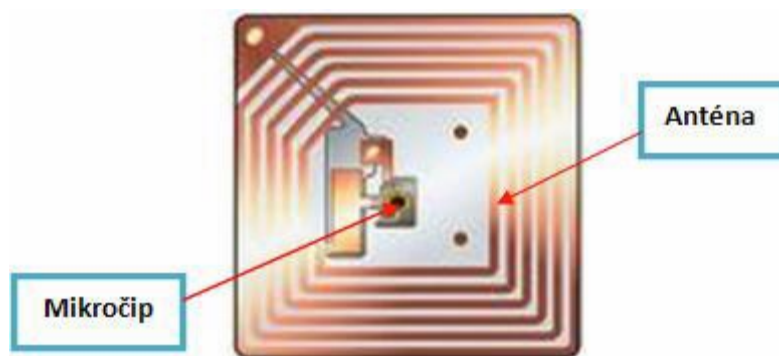


Obr. 1. Schéma RFID systému (5).

RFID systém sa skladá z troch hlavných komponentov:

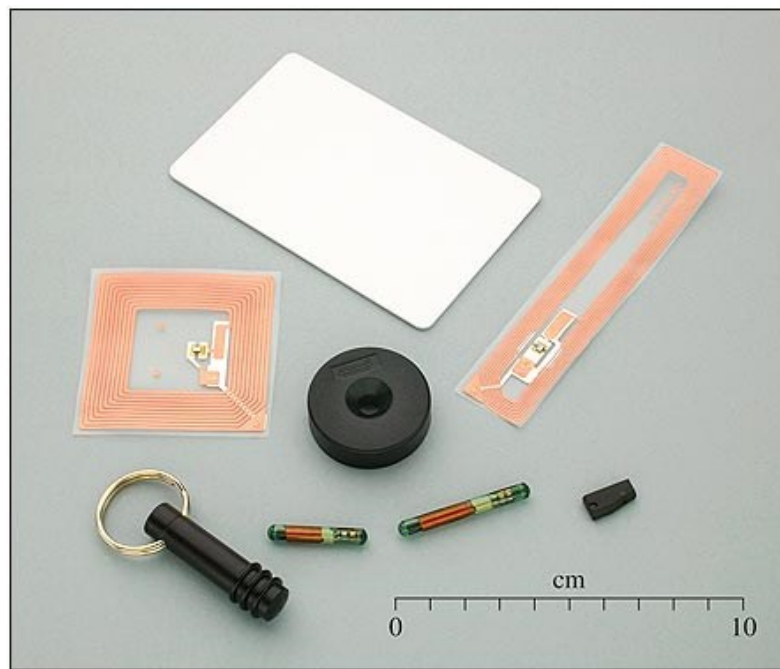
1.1.1 Transpondér

Transpondér, tiež nazývaný ako „tag“, je dátovým nosičom. Býva aplikovaný na objekt (napríklad na tovar, alebo na paletu), alebo integrovaný do samotného objektu (napr. do identifikačnej karty alebo mobilného telefónu). V závislosti od použitej technológie môže byť buď bezkontaktné čítaný alebo aj zapisovaný. V základe pozostáva transpondér z integrovaného obvodu (mikročipu) a z antény. V čipe je uložené identifikačné číslo a ďalšie údaje o objekte, s ktorým je spojený. Veľkosť tagu priamo súvisí s veľkosťou antény. Obvykle platí, že čím vyššia je použitá frekvencia, tým menšia môže byť anténa.



Obr. 2. RFID tag (3).

Transpondéry môžu byť zapuzdrené do sklenenej kapsule (podkožné implantáty), plastovej karty, ušného štítku, vo forme samolepiacej etikety alebo v rôznych diskových tvaroch. Vďaka flexibilným možnostiam tagov, ich tvarom, veľkostiam a charakteristikám antén, tvoria RFID systémy rozsiahlu a univerzálnu technológiu pre automatickú identifikáciu.



Obr. 3. Rôzne formy RFID tagov (6).

1.1.2 Transceiver

*Transceiver*¹ (čítačka) je v podstate malý počítač, ktorý sa skladá z troch častí:

- Jedna alebo viac antén, ktoré môžu byť integrované alebo externé.
- Rádiové rozhranie, ktoré je zodpovedné za moduláciu, demoduláciu, prenos a príjem rádiového signálu. Vzhľadom na požiadavky na vysokú citlivosť majú čítačky často oddelené cesty pre príjem a vysielanie.
- Riadiaca jednotka – mikroprocesor, ktorého úlohou je spracovať dáta prichádzajúce z čítacieho zariadenia. K mikroprocesoru sú pripojené pomocné obvody na komunikáciu s externými zariadeniami, napr. s osobným počítačom.

¹ z angl. „transmitter“ a „receiver“ – prijímacie a odosielacie zariadenie. Alternatívne označované tiež ako „reader/writer“ – čítačka/zapisovačka. V práci bude ďalej pre zjednodušenie používaný pojem „čítačka“.



Obr. 4. RFID čítačka Motorola FX7400 (7).

Čítačka pôsobí ako most medzi RFID tagom a riadiacim počítačom, a má len niekoľko základných funkcií:

- dodávať energiu pasívnym tagom,
- prečítať údaje, ktoré obsahuje RFID tag,
- zapísať do čipu údaje (ak sa jedná o zapisovateľný tag),
- komunikovať s riadiacim počítačom.

Pokročilejšia čítačka je schopná plniť aj ďalšie funkcie:

- monitorovanie kvality dátového prenosu,
- vykonávanie antikolíznych opatrení pri zapisovaní väčšieho množstva tagov naraz,
- filtrácia a overovanie tagov,
- šifrovanie a ochrana integrity dát,
- ovládanie vstupno-výstupných obvodov.

1.1.3 Subsystem na spracovanie údajov

Dáta odoslané cez komunikačné rozhranie čítačky sú väčšinou spracovávané a vyhodnocované v automatizovanom systéme, v kontroléri alebo v počítači pomocou špecializovaného softvéru.

1.2 Fyzikálne spôsoby komunikácie

Táto podkapitola vychádza z (1, s. 31), (3, s. 10) a (8).

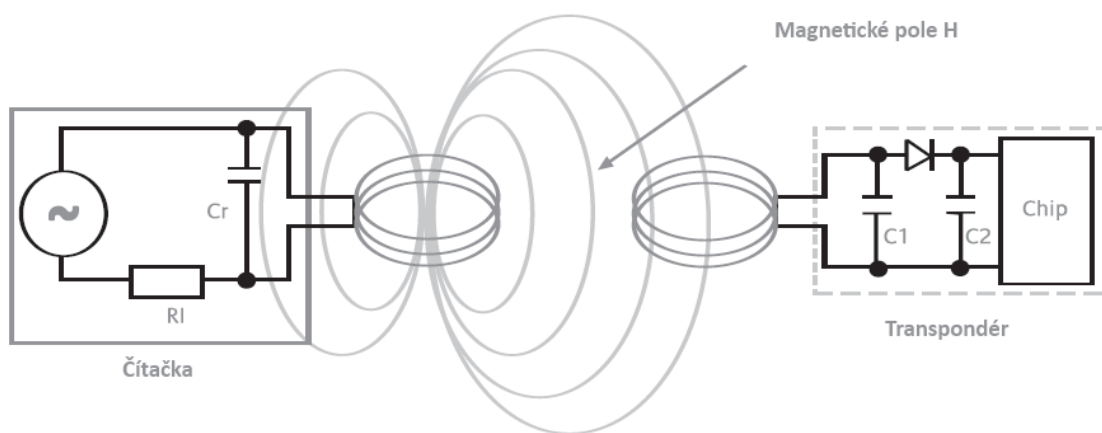
V základe členíme transpondéry na dva typy (prípadne aj hybridy oboch typov):

- *Aktívne transpondéry* majú vlastný zdroj energie (batériu) pre produkovanie elektromagnetických vln, avšak samostatne nevysielať, pokiaľ nedostanú aktivačný signál z čítačky.
- *Pasívne transpondéry* získavajú energiu z čítačky pomocou rádiových vln. V porovnaní s aktívnymi tagmi majú kratší dosah a vyžadujú výkonnejšie čítačky.

Pre prenos energie a komunikáciu čítačky s tagmi sa najčastejšie používajú dve fyzikálne metódy: induktívna metóda a odrazová metóda.

1.2.1 Induktívna metóda

Pri použití *induktívnej metódy*, alebo *induktívnej väzby* (*Inductive coupling*) sa dosahujú čítacie vzdialenosti rádovo v desiatkach centimetrov, čo potom označujeme ako Low Range, alebo tiež Near Field Communication (komunikácia v blízkom poli). Čítačka generuje vysokofrekvenčné magnetické pole, ktoré preniká závitmi cievky tagu. Induktívna metóda je založená na princípe vzájomnej indukcie dvoch cievok (tento princíp je využívaný v elektrických transformátoroch), medzi primárnou cievkou v čítačke a sekundárnou v tagu.



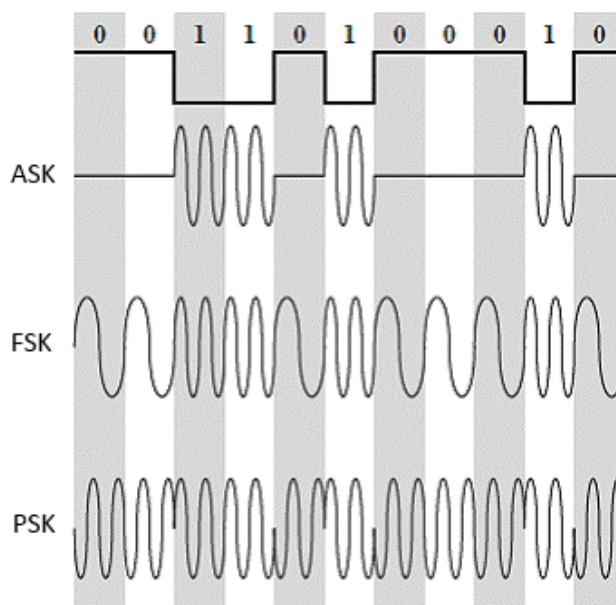
Obr. 5. Prenos energie induktívnou metódou (9, s. 33).

Komunikácia čítačka – transpondér

Pre dátové prenosy z čítačky do transpondérov sa môžu použiť všetky známe digitálne modulácie signálu, bez ohľadu na použitú frekvenciu alebo väzobnú metódu. Tri najznámejšie sú:

- *ASK (amplitude shift keying)* – kľúčovanie amplitúdovým posuvom,
- *FSK (frequency shift keying)* – kľúčovanie frekvenčným posuvom,
- *PSK (phase shift keying)* – kľúčovanie fázovým posuvom.

Kvôli jednoduchosti demodulácie používa väčšina RFID systémov *ASK moduláciu*.



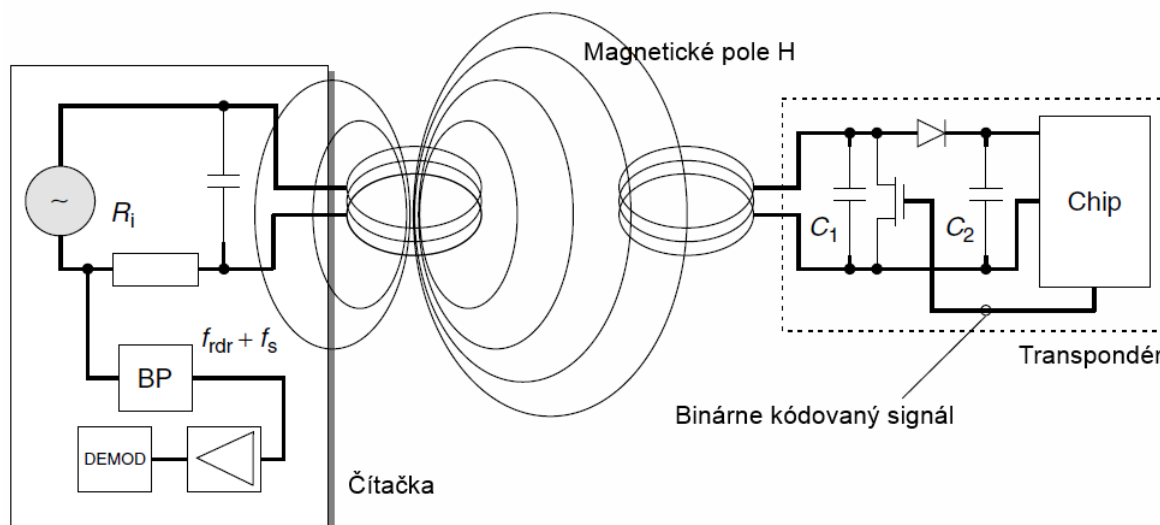
Obr. 6. Digitálne modulácie signálu (10).

Komunikácia transpondér – čítačka

Najčastejšie používanou metódou prenosu údajov z transpondéra do čítačky je *záťažová modulácia* (*Load modulation*).

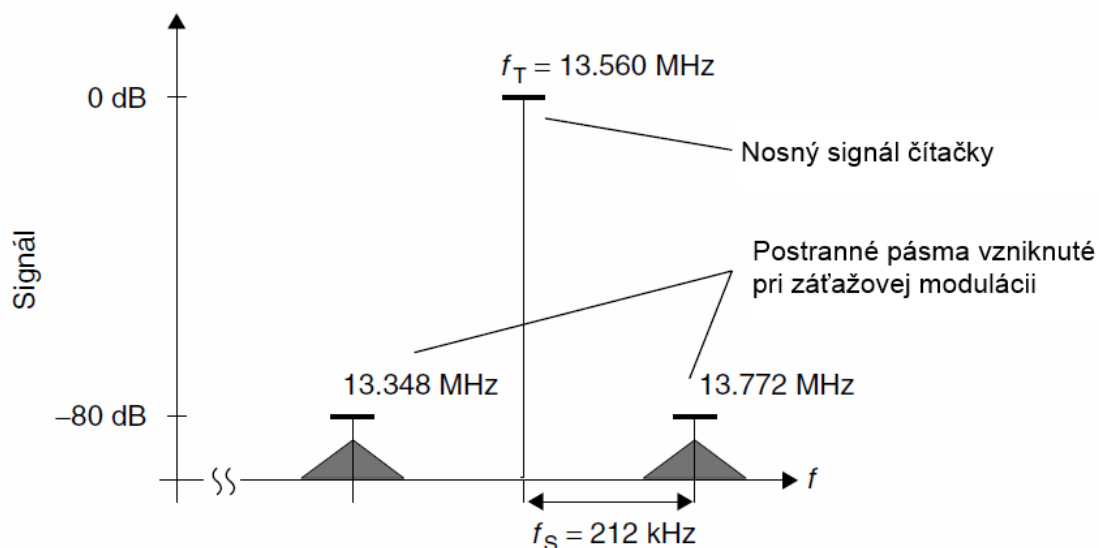
„Po umiestnení transpondéra do striedavého magnetického poľa antény čítačky, transpondér odoberá energiu z magnetického poľa. Výsledok pôsobenia transpondéra na anténu čítačky môže byť reprezentovaný ako transformovaná impedancia Z_T v cievke antény čítačky. Vypínanie záťažového rezistora na anténe transpondéra spôsobí zmenu v impedancii Z_T , a tiež zmeny napätia na anténe čítačky. Uvedené má efekt *amplitúdovej modulácie* napätia U_L na cievke antény čítačky. Ak je načasovanie vypínania a zapínania záťažového rezistora ovládané dátami, tieto dáta sú z transpondéra prenesené na čítačku. Tento druh prenosu dát sa nazýva *záťažová modulácia*.“² (8, s. 43-44)

² If a resonant transponder is placed within the magnetic alternating field of the reader's antenna, the transponder draws energy from the magnetic field. The resulting feedback of the transponder on the reader's antenna can be represented as transformed impedance Z_T in the antenna coil of the reader. Switching a load resistor on and off at the transponder's antenna therefore brings about a change in the impedance Z_T , and thus voltage changes at the reader's antenna. This has the effect of an amplitude modulation of the voltage U_L at the reader's antenna coil by the remote transponder. If the timing with which the load resistor is switched on and off is controlled by data, this data can be transferred from the transponder to the reader. This type of data transfer is called load modulation.



Obr. 7. Generovanie záťažovej modulácie a detekcia postranného pásma.

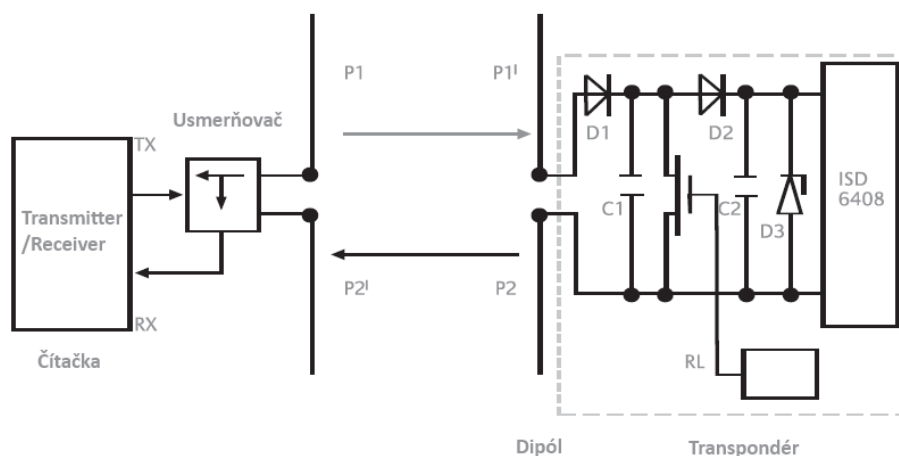
Pri RFID systéme pracujúcom na frekvencii 13,56 MHz vzniká pri záťažovej modulácii veľmi malý pokles napätia (približne 10 mV). Nakoľko detekcia tohto poklesu by vyžadovala citlivejšie, a teda drahšie čítacie zariadenie, využívajú sa *postranné pásma* vytvorené pri amplitúdovej modulácii. Tieto postranné pásma sú od podstatne silnejšieho nosného signálu oddelené pomocou *pásmovej priepuste (bandpass)*. Po následnom zosilnení je demodulácia signálu už veľmi jednoduchá.



Obr. 8. Informácie prenášané postrannými pásmami.

1.2.2 Odrazová metóda

Odrazová metóda (Backscatter procedure), alebo tiež radiačná metóda, dosahuje vzdialenosti rádovo v metroch. Označujeme ju ako Far Field – komunikáciu vzdialeným poľom. Využíva podobný princíp ako radar. Časť energie vyžarovanej anténou dorazí k tagu vo forme vysokofrekvenčného signálu. Ten je po úprave použitý pre nabitie čipu. Nabitý čip potom riadi rezistor, ktorý mení parametre antény. Odrazený signál je teda rozdielny, a to už stačí pre zakódovanie informácie.



Obr. 9. Princíp odrazovej metódy (9, s. 34).

1.3 Používané frekvenčné pásma

Táto podkapitola bola prevzatá z (3, s. 7 - 10).

RFID systémy využívajú rádiové vlny, ktoré pracujú na rôznych vlnových dĺžkach. Rádiové vlny, resp. elektromagnetické vlny sú tvorené pohybujúcimi sa elektrónmi a skladajú sa z oscilujúcich elektrických a magnetických polí, ktoré sú navzájom na seba kolmé. Tieto vlny môžu ale nemusia prejsť rôznymi druhmi materiálov, závisí to od vlnovej dĺžky.

Vzdialenosť medzi dvoma najvyššími alebo najnižšími bodmi vlny sa nazýva vlnová dĺžka (wavelength). Pokiaľ dôjde ku kompletnej oscilácii vlnovej dĺžky jednej vlny, nazývame ju cyklus (cycle). Čas potrebný na dokončenie jedného cyklu sa volá perióda oscilácie (period of oscillation). Počet cyklov za jednu sekundu udáva frekvenciu vlny (frequency of wave), ktorá sa vyjadruje v jednotkách hertz – Hz. Frekvencia 1 Hz znamená, že vlna osciluje rýchlosťou jedného cyklu za sekundu.

Pracovná frekvencia je určujúcim parametrom pre čítací dosah a interakciu s okolitým prostredím. Platí, že čím je vyššia frekvencia, tým rýchlejší je dátový prenos, a zároveň dlhší dosah, no za cenu väčšej citlivosti na prítomnosť problematických materiálov (uhlík, kovy a kvapaliny), ktoré ovplyvňujú šírenie rádiových vln.

Voľba vhodnej frekvencie pre konkrétnu aplikáciu je jedna z najdôležitejších fáz návrhu riešenia RFID systému. Z tejto voľby vyplýva celá rada ďalších obmedzení, napríklad dosah čítania, zákonné obmedzenia vyžarovanej energie, rýchlosť snímania a zapisovania alebo použiteľnosť v rôznom prostredí.

Systémy RFID využívajú tri hlavné frekvenčné pásma – LF, HF a UHF. Príslušné normy podľa použitej frekvencie sú uvedené v tabuľke (Tab. 1).

Tab. 1. RFID normy podľa frekvenčného pásma (11).

	Frekvenčné pásmo				
	LF 125/134,2 kHz	HF 13,56 MHz +/- 7 kHz	UHF 433 MHz	UHF 860-960 MHz	UHF 2,45 GHz
ISO	ISO 11784 ISO/IEC 18000-2A ISO/IEC 18000-2B	ISO/IEC 14443 ISO/IEC 15693 ISO 18000-3	ISO 18000-7	ISO 18000-6A ISO 18000-6B ISO 18000-6C	ISO 18000-4 ISO/IEC 24730-2
EPCglobal				Class 0 Class 1 Class 1 Gen 2	

1.3.1 LF (125 - 134 kHz)

LF (Low Frequency) pásmo 125 - 134 kHz – má veľmi krátku, takmer kontaktnú čítaciu vzdialenosť (do 20 cm) a nízku prenosovú rýchlosť. Táto technológia sa využíva prevažne v identifikačných preukazoch (evidencia dochádzky), pri identifikácii komponentov v zariadeniach počas výrobného procesu, k identifikácii pivných sudov, na evidenciu domácich zvierat atď. Využívajú sa pasívne tagy s neprepisovateľnou pamäťou.

1.3.2 HF (13,56 MHz)

HF (High Frequency) pásmo 13,56 MHz – má väčšiu čítaciu vzdialenosť než LF (až do 1 m v aktívnom prevedení). Využívajú sa väčšinou pasívne tagy. Má nižšiu prenosovú rýchlosť a poskytuje v prítomnosti kovov a tekutín vysokú spoľahlivosť. V tejto kategórii sú čipy k dispozícii vo variantoch RO (Read Only – iba na čítanie) alebo RW (Read Write –

s možnosťou zápisu) s kapacitou pamäte v niekoľkých kB. Uvedená technológia sa využíva pri identifikačných kartách a pridružených prístupových, dochádzkových a knižničných systémoch.

1.3.3 UHF (860 - 960 MHz a 2,45 GHz)

UHF (Ultra High Frequency) pásmo 860 - 960 MHz a 2,45 GHz – umožňuje prenos informácie na vzdialenosti rádovo v metroch. Táto technológia je jedna z najrozšírenejších vďaka zavedeniu jednotného číselného štandardu EPC (Electronic Product Code), ktorý spravuje a prideľuje svetová organizácia Global Standards GS1. Používa sa pri identifikácii tovarov a logistických jednotiek.

Výhodami systémov pracujúcich na vyšších frekvenciách (2,45 GHz) sú ich menšie rozmery a realizovateľnosť jediným malým integrovaným obvodom doplneným o pomerne malú anténu, z čoho vyplýva i nižšia cena. Charakteristickým znakom pre túto technológiu je vysoká čítacia vzdialenosť a vysoká prenosová rýchlosť, no s veľmi slabým výkonom v prítomnosti kovu a tekutín. Použitie aktívnych tagov ešte viac zvýši čítaciu vzdialenosť až na desiatky metrov. Využívajú sa napríklad pri identifikácii vozidiel a pohybujúcich sa predmetov.

1.4 Hardvérová realizácia kartového RFID systému

Systém na načítanie a zobrazenie údajov z čipu bezkontaktnéj karty sa skladá z:

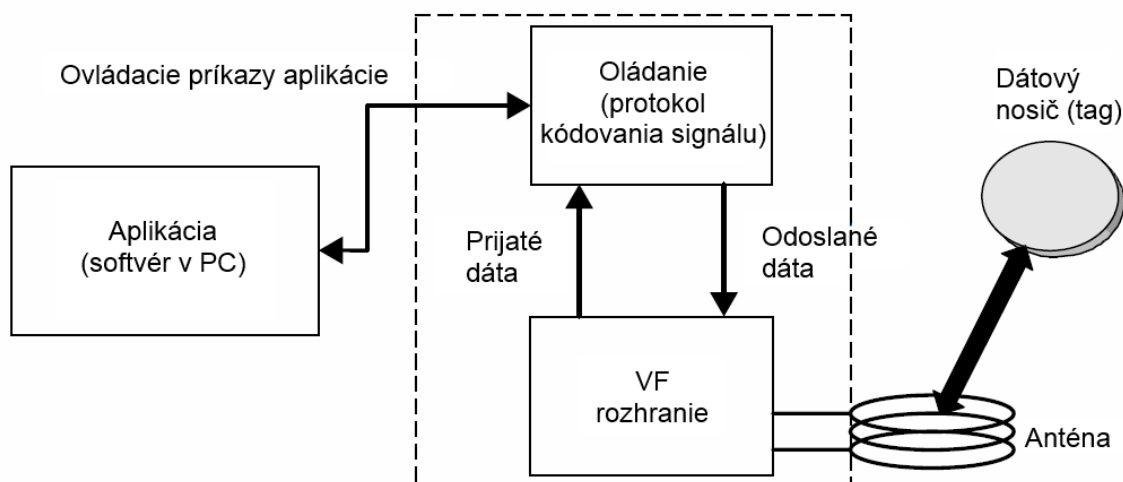
- čítačky bezkontaktných čipových kariet,
- počítača s príslušným softvérovým vybavením.

Okrem klasického riešenia so stolným PC sú na trhu aj mobilné riešenia, ktoré oba prvky integrujú do prenosných terminálov (napr. mobilné pokladne vlakových sprievodcov).



Obr. 10. Mobilný RFID terminál almex.mobile (12).

Na nasledovnom obrázku (Obr. 11) je zobrazený blokový diagram čítačky, ktorá sa skladá z ovládacieho systému a vysokofrekvenčného rozhrania. Čítačka je ovládaná externou aplikáciou pomocou ovládacích príkazov. (8, s. 311 - 312)

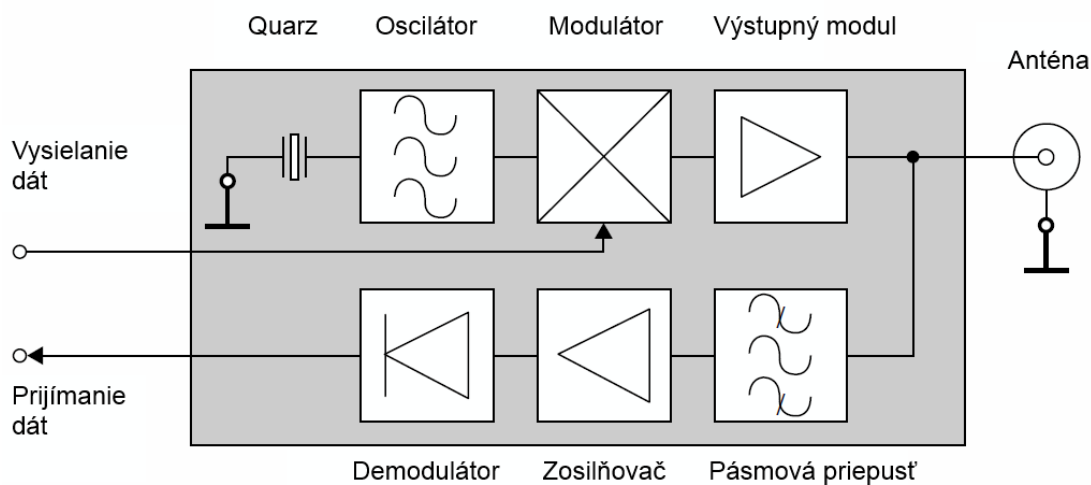


Obr. 11. Blokový diagram čítačky (8).

Vysokofrekvenčný modul čítačky vykonáva nasledovné funkcie:

- generuje vysokofrekvenčné magnetické pole pre napájanie transpondérov,
- moduluje odosielaný signál, ktorým sa prenášajú dáta smerom k transpondéru,
- prijíma a demoduluje signál z transpondéra.

Obsahuje dve oddelené signálové cesty, ktoré korešpondujú so smerom komunikácie medzi čítačkou a tagom (Obr. 12). (8, s. 311 - 312)



Obr. 12. Blokový diagram rádiového rozhrania čítačky (8).

Výrobcovia čítačiek sa snažia, aby ich produkty boli univerzálnejšie a podporovali viacej typov bezkontaktných kariet. Napr. čítačka *Elatec TWN3 Mifare NFC* (Obr. 13) podporuje rodinu kariet Mifare, karty Legic Advant, Calypso, Sony FeliCa, HID iCLASS, NFC Forum Tag 1 – 4 a ďalšie. Keďže jednotlivé kartové typy majú vlastnú sadu komunikačných príkazov, čítačka nad nimi pridáva transparentnú vrstvu príkazov, pomocou ktorých softvérová aplikácia komunikuje s čítačkou. Tá následne prekonvertuje univerzálny príkaz do konkrétneho formátu príkazu podľa načítaného typu karty.



Obr. 13. Čítačka bezkontaktných kariet *Elatec TWN3 Mifare NFC* (13).

Pripojenie čítačky s PC býva realizované pomocou USB alebo RS232 rozhrania (niekedy aj virtuálneho RS232 rozhrania cez USB port). Často sú k dispozícii obe rozhrania a je na používateľovi, ktoré z nich zvolí pomocou konfiguračnej utility a príslušného prepojovacieho kábla.

Čítačky, ktoré disponujú USB konektorom, môžu byť v zjednodušenej variante navrhnuté len na prečítanie UID karty a jeho vypísanie na obrazovke pomocou emulácie klávesnice. Rozšírený variant, ktorý umožňuje plnohodnotnú komunikáciu s kartou, býva vybavený štandardizovaným softvérovým rozhraním *PC/SC* (*Personal Computer/Smart Card*), ktorého softvérová podpora je súčasťou operačného systému Windows.

2 BEZKONTAKTNÉ ČIPOVÉ KARTY

Bezkontaktné čipové karty (Contactless Smart Cards) vznikli ako evolúcia kariet s kontaktným čipom. Oblasť ich použitia zahŕňa identifikačné systémy (národné, študentské, zamestnanecké, členské...), prístupové systémy, platobné systémy, elektronické vstupenky a ďalšie. Súčasným trendom je integrácia viacerých funkcionalít do jednej karty.

Ich výhodami oproti kontaktným kartám sú:

- jednoduchšia manipulácia,
- rýchlejšie načítanie,
- multifunkčnosť,
- odolnosť kariet aj čítačiek voči nečistotám,
- odolnosť voči mechanickému opotrebeniu kontaktov čipu,
- odolnosť voči elektrostatickému výboju.

Naopak, ich nevýhodami sú najmä:

- množstvo typov, ktoré väčšinou nie sú vzájomne kompatibilné,
- väčšia náchylnosť na poškodenie ohnutím,
- vyššia cena vzhľadom na náročnejšiu výrobu kariet aj čítačiek,
- obavy verejnosti o bezpečnosť uchovávaných osobných a finančných údajov.

Oblasť bezkontaktných čipových kariet spadá pod technológiu RFID. V nasledovnej tabuľke (Tab. 2) sú uvedené používané normy tohto odvetvia. Najčastejšie sa používa frekvenčné pásmo 13,56 MHz a norma ISO/IEC 14443, ktorou sa budem v tejto práci ďalej zaoberať.

Tab. 2. Normy bezkontaktných čipových kariet

Norma	Typ bezkontaktnej čipovej karty	Čítacia vzdialenosť
ISO/IEC 10536	Karty s tesnou väzbou (Close-coupling card)	do 1 cm
ISO/IEC 14443	Karty s väzbou na blízko (PICC)	do 10 cm
ISO/IEC 18092	NFC	do 20 cm
ISO/IEC 15693	Karty s väzbou na diaľku (VICC)	do 1 m

2.1 ISO/IEC 14443

Táto podkapitola vychádza z (14), (15), (16), (17) a (18).

Medzinárodná norma *ISO/IEC 14443* v štyroch častiach popisuje parametre a použitie bezkontaktných identifikačných kariet s integrovanými obvody s väzbou na blízko.

Na základe tejto normy vyvíjajú viacerí výrobcovia svoje vlastné, proprietárne riešenia bezkontaktných čipov. V súčasnosti sa na väčšine slovenských vysokých škôl, a takisto v doprave preferuje typ *Mifare DESFire EV1* od *NXP Semiconductors*. Charakteristiky tohto čipu sú uvedené v Prílohe A. Normu spĺňajú aj kartové systémy od firiem *EM Microelectronic*, *HID Global*, *Infineon Technologies* alebo *LEGIC Identsystems*. Na komunikačnej úrovni sú vďaka norme plne kompatibilné, ale na aplikačnej úrovni kompatibilné nie sú.

2.1.1 Fyzikálne charakteristiky

Bezkontaktné karty, v norme nazývané *PICC (Proximity Integrated Circuit Card)*, majú štandardizovaný rozmer ID-1 ($85,60 \times 53,98$ mm). Tento rozmer je používaný aj pri kreditných kartách alebo identifikačných dokladoch.

Karty majú normálne fungovať aj po vystavení nasledovným vonkajším vplyvom:

- ultrafialové svetlo na úrovni bežného slnečného svetla na úrovni mora,
- dvojnásobok pre človeka povolenej ročnej dávky röntgenového žiarenia,
- namáhanie ohybom a rotáciou (podľa ISO/IEC 10373),
- striedavé magnetické pole o sile 12 A/m pri frekvencii 13,56 MHz a podľa (Tab. 3) a striedavé elektrické pole podľa (Tab. 3), nárazovo 30-násobok priemerných hodnôt,
- statická elektrina (podľa ISO/IEC 10373),
- statické magnetické pole o sile 640 kA/m,
- teplota prostredia od 0 °C do 50 °C.

Tab. 3. Požadovaná odolnosť voči vplyvom magnetického a elektrického poľa.

Frekvenčný rozsah (MHz)	Priemerná sila magnetického poľa (A/m)	Priemerná sila elektrického poľa (V/m)	Priemerný čas (minúty)
0,3 – 3,0	1,63	0,614	6
3,0 – 30	4,98/f	1842/f	6
30 – 300	0,163	61,4	6

f – frekvencia v MHz

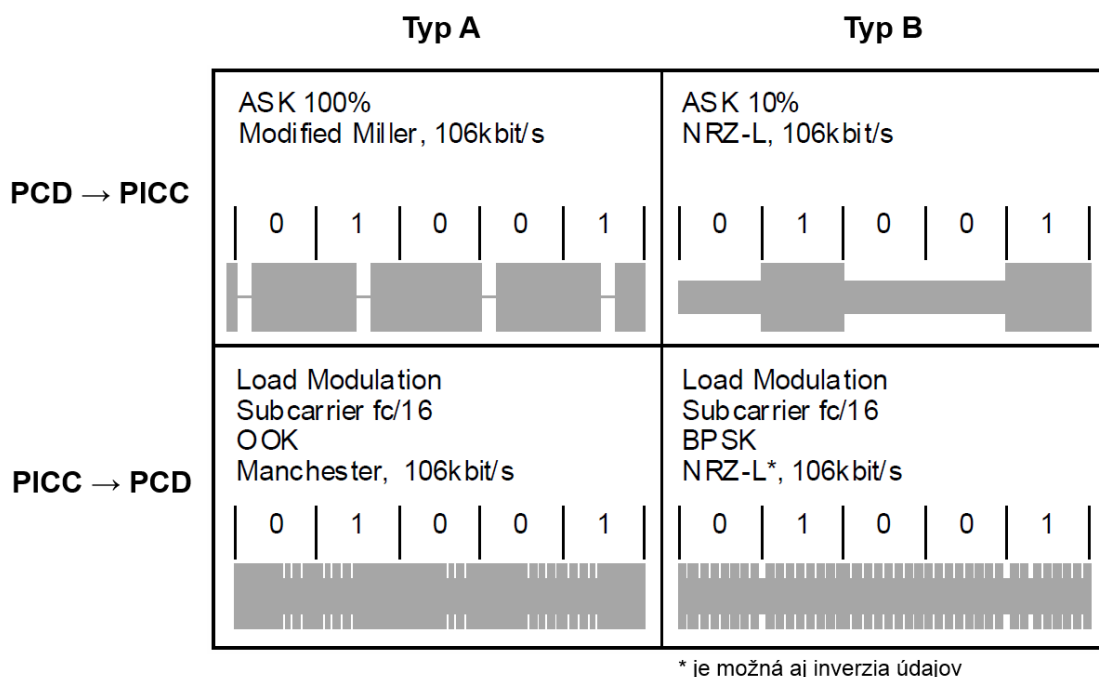
2.1.2 Rádiofrekvenčné výkonové a signálové rozhranie

Inicializačná komunikácia medzi PCD (*Proximity Coupling Device* – čítačkou) a PICC pozostáva z nasledovnej sekvencie:

- 1) Aktivácia PICC pomocou elektromagnetického poľa PCD.
- 2) PICC pasívne čaká na príkaz z PCD.
- 3) Prenos príkazu z PCD.
- 4) Prenos odpovede z PICC.

Tieto operácie používajú rádiofrekvenčné výkonové a signálové rozhranie, špecifikované podľa nasledovných parametrov:

- *Induktívny prenos energie* – PCD produkuje elektromagnetické pole, ktoré napája PICC a je modulované pre umožnenie komunikácie.
- *Frekvencia (f_c)* je $13,56 \text{ MHz} \pm 7 \text{ kHz}$.
- *Nemodulované operačné pole* je definované rozsahom od 1,5 A/m do 7,5 A/m. V tomto rozmedzí musí PICC pracovať bez prerušenia. PCD musí generovať pole minimálne od spodnej úrovne tohto rozsahu, no nesmie byť prekročené.
- *Signálové rozhranie* používa dve modulačné metódy, Typ A a Typ B, medzi ktorými PCD pred spojením s kartou neustále prepína. Po detekovaní karty čítačka ostane v metóde podľa typu karty až do jej deaktivácie alebo kým opustí operačné pole.



Obr. 14. Príklad komunikačných signálov rozhraní typov A a B.

2.1.3 Inicializácia a antikolízny mechanizmus

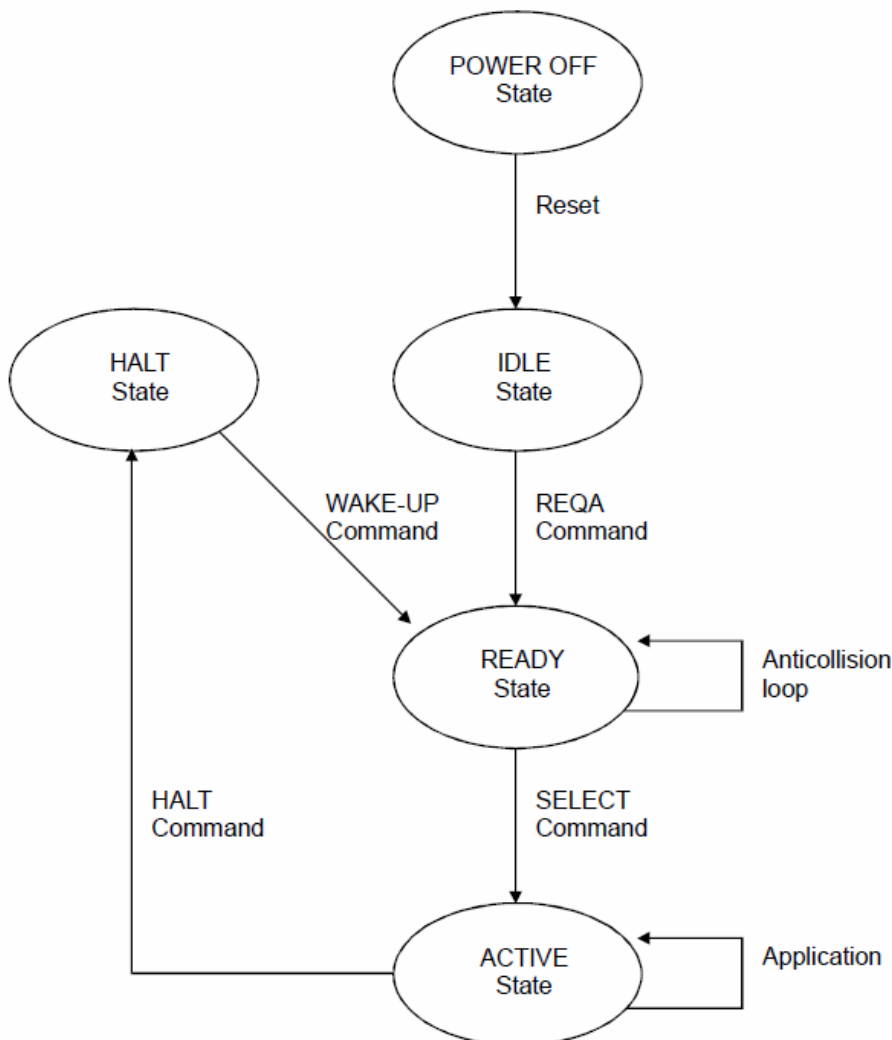
Na obrázku (Obr. 15) je znázornený diagram inicializácie PICC typu A s nasledovnými stavmi:

- **POWER-OFF** – stav vypnutia, keď karta nie je napájaná energiou.
- **IDLE** – karta zmení stav na IDLE do 5 ms po vstupe do pracovného poľa čítačky. V tomto stave je čip napájaný a pripravený odpovedať na príkazy čítačky.
- **READY** – do tohto stavu vstúpi PICC po prijatí príkazu REQA alebo WAKE-UP, a opustí ho po tom, čo je zvolená pomocou svojho UID. V tomto stave sa môže použiť antikolízny algoritmus.
- **ACTIVE** – stav, keď je s PICC nadviazaná komunikácia na základe jej UID.
- **HALT** – pozastavenie komunikácie príkazom HALT alebo príkazom, ktorý nie je definovaný v norme ISO/IEC 14443. Karta v tomto stave môže odpovedať len na príkaz WAKE-UP.

Kolizia je situácia, ak v rovnakom čase vysielajú dve alebo viacero kariet, a čítačka nedokáže rozlíšiť z ktorej karty boli dáta odoslané.

Princíp *detekcie kolízie* spočíva v tom, že karty sa pri odpovedi na príkaz SELECT identifikujú svojim UID, ktoré je pre každú kartu jedinečné. Súčasné odovysielanie

rozdielnych UID sa prejaví v modulovanom signáli, kde dôjde k splynutiu rámcov a pri demodulácii čítačka odhalí toto zlúčenie do neštandardnej úrovne. Následne čítačka v kaskádovom poradí rozpozná jednotlivé PICC a nadviaže komunikáciu len s jednou z nich.



Obr. 15. Diagram stavov PICC typu A.

2.1.4 Protokol prenosu

Po inicializačnej sekvencii čaká karta na ďalší blok s príkazmi (rámec, ktorý je vo formáte definovanom v protokole). Po odoslaní príkazu sa PCD prepne do prijímacieho módu a čaká na blok s odpoveďou. Po jej prijatí sa znova prepne do vysielacieho módu.

PICC môže odosielať bloky iba ako odpoveď na prijaté bloky, časové oneskorenie pri tom nesleduje. Po odoslaní odpovede sa PICC vráti do prijímacieho módu.

PCD by nemala začínať novú sériu príkazov, pokiaľ nebola dokončená predošlá sekvencia. Po ukončení komunikácie je PICC uvedená do stavu HALT pomocou príkazu DESELECT.

II. PRAKTICKÁ ČASŤ

3 VÝCHODISKÁ A CIELE

3.1 Používané bezkontaktné karty

Problematiku vydávania preukazov vysokými školami rieši Ministerstvo školstva, vedy, výskumu a športu Slovenskej republiky (MŠ) v *Metodickom usmernení č. 13/2010-R zo 7. júla 2010 o štruktúre údajov a technickom vyhotovení preukazu študenta*. Vysoké školy v SR podľa tohto usmernenia vydávajú svojim študentom preukazy na báze bezkontaktných čipových kariet, spĺňajúcich normu *ISO/IEC 14443A v častiach 1 až 3* (19). Ostatné typy vydávaných preukazov (zamestnanecké, stravovacie a iné) odporúča MŠ vydávať rovnakého typu ako študentské. Ministerstvo definuje hlavne legislatívny rámec, technickú a obchodnú stránku zabezpečuje v prevažnej miere spoločnosť EMtest-sk s.r.o. a EM Card, a.s. Spoločnosť EM Card je systémový operátor, ktorý zabezpečuje akceptáciu bezkontaktných čipových kariet v spoločnostiach zmluvných poskytovateľov služieb navzájom a akceptáciu čipových kariet emitovaných na vysokých, stredných a základných školách v SR, u poskytovateľov služieb prostredníctvom systému EMBASE a uzatvorených dohôd (20).

Jednou z výhod použitia študentských bezkontaktných čipových kariet je možnosť preukázania štatútu študenta vysokej školy vizuálne aj elektronicky u viacerých poskytovateľov zliav, napr. v železničnej a autobusovej doprave, alebo v reprografických štúdiách. Elektronická akceptácia študentských preukazov šetrí externým partnerom nemalé finančné prostriedky, ktoré by inak museli vynakladať na vydávanie vlastných preukazov. Pre držiteľov týchto preukazov spočíva výhoda hlavne v tom, že si nemusia kupovať samostatný preukaz u jednotlivých dopravcov alebo v knižniciach, stačí im použiť jeden preukaz vydaný vysokou školou.

Ďalšiu úroveň zliav poskytujú preukazy vydané vo formáte medzinárodného preukazu študenta ISIC a medzinárodného preukazu učiteľa ITIC. Tieto zľavy však nie sú založené na čipovej karte, ale na grafickom dizajne karty, holografickej prolongačnej známke a voliteľnom elektronickom overení platnosti zľavy cez Internet.

Na univerzite sa od roku 2003 vydávali preukazy typu *Mifare Standard (Classic) 4kB*. Tento typ je v SR najrozšírenejší, nielen na školách ale aj v doprave. Veľký problém spôsobilo prelomenie jeho proprietárneho kryptovacieho algoritmu CRYPTO1 v roku 2007. Odvtedy karty Mifare Standard nemôžu byť považované za bezpečné. Publikovanie tejto zraniteľnosti, vrátane kompletného programového vybavenia na jej zneužitie na Internet

spôsobilo, že začalo dochádzať ku klonovaniu a úpravám kariet. Pre ilustráciu dostupnosti nástrojov na klonovanie týchto kariet stačí zadať do internetového vyhľadávača kľúčové slová „clone mifare“. Podľa diskusného príspevku Branislava Jurčišina (EMtest-SK s.r.o., Jašíkova 2, 821 03 Bratislava) na seminári Preukaz študenta a zamestnanca v praxi dňa 20.02.2013 už boli v praxi zaznamenané viaceré prípady zneužitia karty Mifare Standard na neoprávnené obohatenie sa na úkor slovenskej dopravnej spoločnosti. Dopravcovia aj školy približne od roku 2011 postupne prechádzajú na nový, bezpečnejší typ karty - *Mifare DESFire EV1 4 kB/8 kB*. Nakoľko karty Mifare Standard a Mifare DESFire nie sú navzájom kompatibilné, prechod na nový typ vyžaduje investície do nových čítačiek a úprav softvéru u všetkých zainteresovaných strán. V praxi sú dodnes problémy s akceptáciou kariet Mifare DESFire u 18 z 27 autobusových dopravcov (21).

Univerzita vydáva všetky typy preukazov už len s čipom *Mifare DESFire EV1*. S výnimkou študentských preukazov sa do čipu nezapisujú žiadne údaje a všetky interné systémy (stravovací, dochádzkový, prístupový, knižničný) pracujú s týmito preukazmi len na základe načítania sériového čísla čipu a jeho overenia v príslušnej systémovej databáze.

Externí poskytovatelia služieb v rámci systému EMBASE môžu použiť nielen študentské preukazy, ale aj preukazy, ktoré neboli univerzitou elektronicky personifikované (zamestnanecké preukazy). Do vyhradeného pamäťového sektoru čipu si môžu sami zapísať potrebné údaje, napr. časový predplatený lístok Dopravného podniku Bratislava alebo elektronickú peňaženku prímestských dopravcov.

3.2 Popis procesov v organizácii

Personifikácia bezkontaktných kariet je na univerzite súčasťou procesu vydávania preukazov. Pri personifikácii sa preukaz dodaný buď v čisto bielej farbe, alebo s predtlačeným pozadím vizuálu ISIC/ITIC najprv načíta čítačkou kariet, ktorá prečíta jeho sériové číslo čipu. Toto číslo preukazu sa spolu s personálnymi údajmi držiteľa preukazu (meno a priezvisko, dátum narodenia), údajmi o type preukazu (študentský, zamestnanecký, stravovací,..) a jeho platnosti, spolu s fotografiou držiteľa a prípadne s grafickým pozadím vytlačí na preukaz v tlačiarni kariet.

Vydávanie a správu preukazov zabezpečuje Centrum výpočtovej techniky (CVT). Postup vydávania je pri jednotlivých typoch preukazov odlišný. Člení sa na:

- a) vydávanie preukazov cez Akademický informačný systém (AIS),

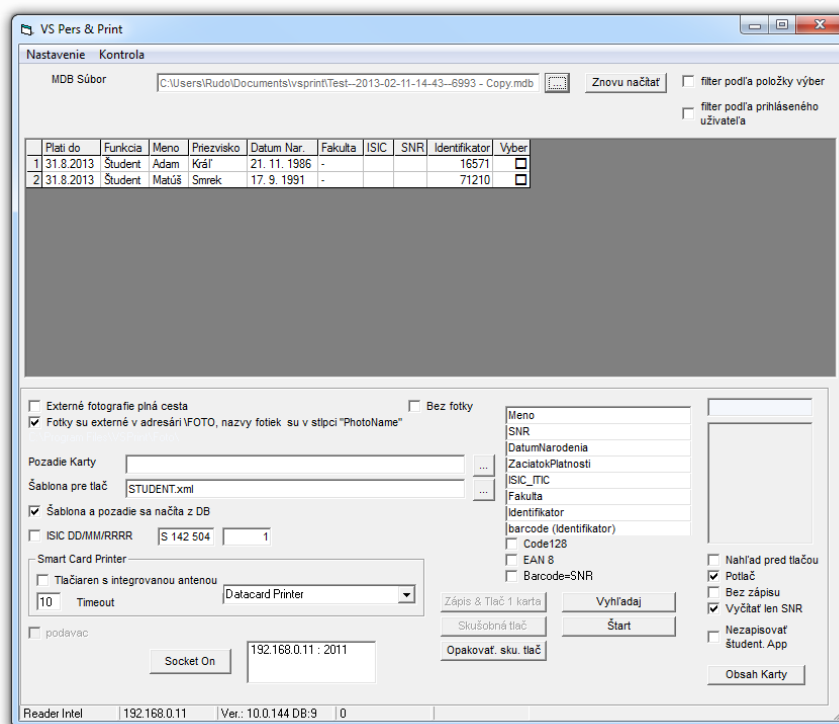
b) vydávanie preukazov mimo AIS.

Aplikácia Správa kariet v AIS umožňuje objednávanie a spravovanie preukazov len pre osoby, ktoré majú v AIS aktívne užívateľské konto. Sú to zamestnanci a študenti univerzity.

Typy preukazov vydávaných cez AIS:

- Preukaz študenta (denný)
- Preukaz študenta (externý)
- Preukaz ISIC
- Preukaz zamestnanca
- Preukaz ITIC

Tieto preukazy objednávajú študijné a personálne oddelenia v online systéme. Objednávku prevezme do výroby CVT z internetového portálu ako jeden komprimovaný súbor, ktorý obsahuje databázu a príslušné súbory s fotografiami. Personifikácia a potlač preukazov prebieha pomocou softvéru VSPrint, čítačky EM 520i-TEA a tlačiarne Datacard SP55 Plus. Anténa tejto čítačky je integrovaná do zadnej časti tlačiarne, softvér VSPrint preto môže pomocou API tlačiarne v rámci jednej tlačovej úlohy podať kartu do zadnej časti, a ak sa úspešne načíta číslo čipu, pokračuje v potlači preukazu grafikou a personifikačnými údajmi, vrátane čísla čipu.

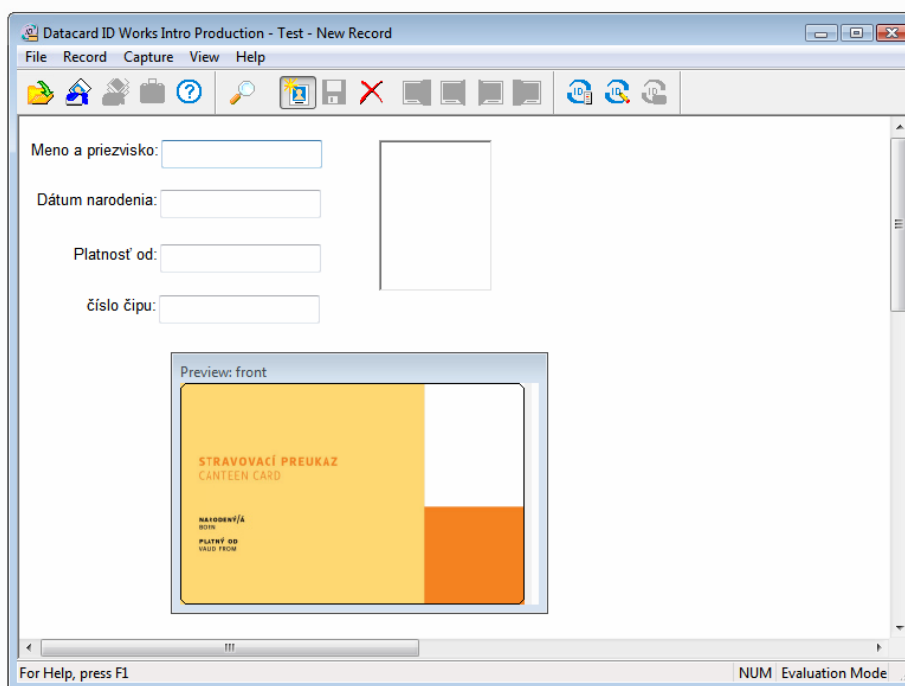


Obr. 16. Program VSPrint.

Po výrobe importuje CVT databázu doplnenú o sériové čísla preukazov späť do AIS. Preukazy sú následne zaslané objednávateľovi internou poštovou službou.

Osoby, ktoré na univerzite nemajú zamestnanecký pomer a ani neštudujú na riadnom vysokoškolskom štúdiu, nie sú evidované v AIS, a teda im nemôže byť cez AIS vydaný preukaz. Príkladom sú cudzí stravníci alebo bývalí zamestnanci, ktorí sa chcú stravovať v univerzitných jedálňach. Pre nich vydáva univerzita Stravovací preukaz.

Stravovacie preukazy objednávajú personálne oddelenia fakúlt alebo Študentské domovy a jedálne (ŠDaJ) formou e-mailovej objednávky. Jej súčasťou sú súbory s fotografiami a databázový súbor formátu Microsoft Access, ktorý musí objednávateľ vyplniť podľa predpísanej štruktúry. Štruktúra zodpovedá internému formátu súboru, ktorý používa softvér Datacard ID Works Intro. Licenciu na tento softvér má len CVT, preto objednávateľa musia na vytvorenie databázy použiť program Microsoft Access. Na načítanie sériového čísla do programu ID Works sa používa čítačka Promag PCR-320, ktorá je v režime emulácie klávesnice. Databáza týchto preukazov sa po ich výrobe priamo nikam neimportuje, jednotlivé preukazy zavedú do stravovacieho systému objednávateľa.



Obr. 17. Program ID Works Intro.

3.3 Zhodnotenie stavu

Proces vydávania preukazov cez AIS je na univerzite zvládnutý dobre. Použitý informačný systém, hardvér aj softvér umožňujú efektívnu a rýchlu personifikáciu veľkého množstva preukazov. Zautomatizované hromadné načítavanie a potláčanie preukazov je dôležité najmä pri nárazovej výrobe preukazov pre novoprijatých študentov, pretože umožňuje spracovať viac ako 700 preukazov denne.

Toto riešenie má však niekoľko slabých miest. Prvým je nekompatibilita podporovaných dátových súborov AIS a programu VSPrint. AIS vie vygenerovať databázu na potlač preukazov vo formátoch CSV alebo XML. VSPrint dokáže otvoriť len databázu súboru MDB (Microsoft Access), alebo ju načítať z Microsoft SQL servera. CVT to pri výrobe rieši podpornou utilitou, ktorá nakopíruje nový MDB súbor s požadovanou štruktúrou a doňho importuje dáta z CSV súboru. Druhou utilitou vykoná opačný proces po výrobe, kde zo súboru MDB, ktorý bol doplnený o sériové čísla, exportuje dáta do súboru CSV, ktorý už AIS spracuje. Táto potreba dodatočných importov a exportov predlžuje čas spracovania objednávky. Ak je v objednávke len pár preukazov, príprava databázy trvá niekoľkonásobne dlhšie, než samotná potlač preukazu. Spracovanie desiatich objednávok po jednom kuse zaberie obsluhu viac času, ako spracovanie jednej objednávky po tridsať kusov.

Druhou nevýhodou použitia programu VSPrint je náročná úprava grafickej šablóny pre potlač. Použitý súbor XML, v ktorom sú definované umiestnenia a ďalšie atribúty textových a grafických prvkov dizajnu preukazu, kladie zvýšené nároky na zručnosť obsluhy. Úprava umiestnenia prvkov nie je užívateľsky prívetivá. Takáto úprava je potrebná z dôvodu meniacej sa kvality predtlačenej grafiky preukazov ISIC a ITIC, kde jednotlivé série dodávok majú odchýlky v grafike pozadia až 1 mm.

VSPrint má problémy aj so spracovaním JPEG súborov, ktoré nie sú vyhotovené presne podľa očakávaných špecifikácií. Pri nedodržaní predpísaného rozmeru vytlačí VSPrint fotku zdeformovanú, pretože dôjde k zmene jej veľkosti na rozmer definovaný v šablóne a pritom sa nedodrží pôvodný pomer strán. Ďalší problém, ktorý sa už dá kategorizovať ako chyba, vzniká pri spracovaní formátu JPEG Grayscale a JPEG CMYK. VSPrint takýto súbor nespracuje, buď skončí s chybou alebo znehodnotí médium jeho potlačou bez fotografie. Napriek upozorneniam výrobcu túto chybu ani za 9 mesiacov neopravil a CVT muselo do utility na import CSV do MDB pridať kontrolu parametrov JPEG súborov.

Ďalšou nevýhodou je, že program VSPrint nedokáže komunikovať s inou čítačkou, než od jeho výrobcu, firmy Emtest. Nedá sa použiť ani čítačka emulujúca klávesnicu.

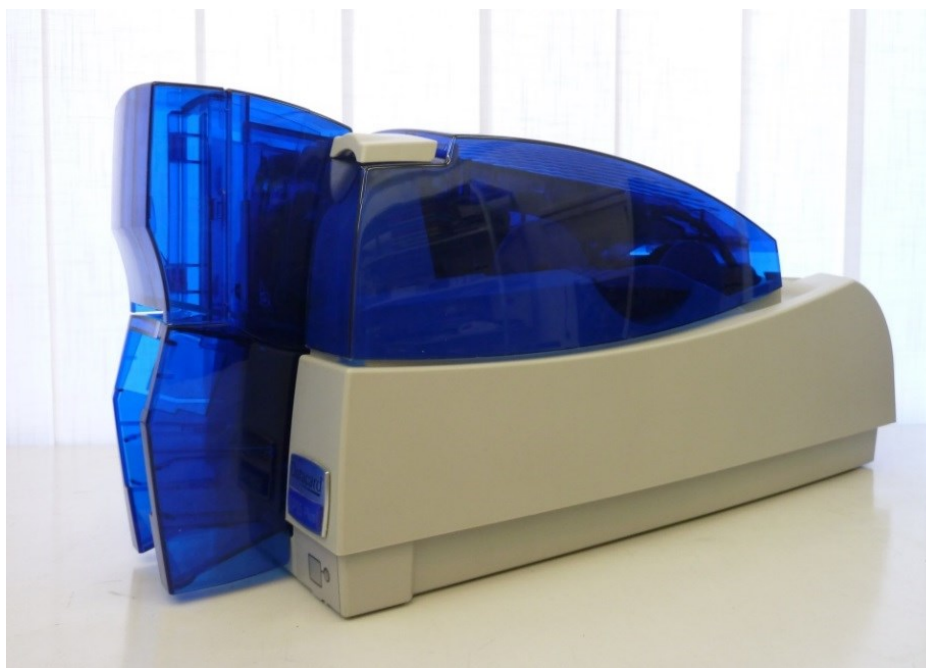
Proces vydávania preukazov mimo AIS je zvládnutý horšie. Databáza nie je generovaná z AIS ale vytváraná ručne. Málokto z personalistky majú dostatočné znalosti práce s programom Microsoft Access, preto im pri vytváraní objednávky asistujú ich príslušné IT pracoviská. CVT sa im pokúsilo prácu s Accessom zjednodušiť pomocou formulárov, objavil sa ale problém s nekompatibilitou jednotlivých verzii Accessu a neochotou ich upgradovať. Ďalší problém vznikol po nedávnej zmene grafického dizajnu a loga univerzity a s ním súvisiacej zmene fontu, ktorý sa používa pri potlači preukazov. Program ID Works nedokáže použiť požadovaný font, čím sa stal pre účely vydávania stravovacích preukazov nepoužiteľný. Ako alternatívne dočasné riešenie sa zvolilo použitie programu VSPrint, no toto riešenie kladie zvýšené nároky na obsluhu v CVT, ktorá musí databázu pretvoriť do podoby súboru požadovaného týmto programom. Produkcia týchto preukazov je náročnejšia po časovej stránke, aj po stránke zručnosti obsluhy a objednávateľov.

Čítačka bezkontaktných kariet EM 520i TEA má nevýhodu v tom, že nekomunikuje cez štandardizované softvérové rozhranie (napr. PC/SC) a výrobca neposkytuje API na jej obsluhu. Bez užšej spolupráce s výrobcom, firmou Emtest, nie je možné túto čítačku použiť s iným softvérom.



Obr. 18. Čítačka bezkontaktných kariet EM 520i TEA.

Univerzita používa už tretí model termosublumačnej tlačiarne od firmy Datacard. Aktuálny model SP55 Plus má podporu duplexnej tlače a kvalita tlače je dobrá. Pri určitých farebných kombináciách pozadia sa ale môžu vyskytnúť výraznejšie odchýlky, ktoré treba korigovať. Používa sa páska typu YMCKT, ktorá obsahuje samostatné polia pre žltú, purpurovú, azúrovú a čiernu farbu, a piatu transparentnú ochrannú vrstvu. Zastúpenie firmy Datacard v Slovenskej republike poskytuje kvalitný technický servis a používateľskú podporu. Bolo preto oslovené s návrhom na spoluprácu pri integrácii inej čítačky kariet. Na túto požiadavku však nezareagovalo.



Obr. 19. Tlačiareň plastových kariet Datacard SP55 Plus.

3.4 Používateľské požiadavky

Univerzita potrebuje inovovať predovšetkým systém pre vydávanie stravovacích preukazov, ostatné typy preukazov sú vydávané bez väčších problémov.

Pri stravovacích preukazoch sa jedná o malosériovú výrobu, objednávky nezvyknú obsahovať viac ako desať záznamov. Štandardom sú objednávky na jeden až dva preukazy. Z tohto dôvodu nie je nevyhnutné, aby aplikácia na personifikáciu týchto preukazov podporovala automatizované načítanie a potlač v jednej tlačovej úlohe. Ručné načítanie čísla čipu zaberie obsluhu menej času, než trvá proces tlače, takže kým tlačiareň potlačí jeden preukaz, obsluha stihne načítať a pripraviť nasledujúci preukaz.

Hlavná požiadavka na nový systém personifikácie kariet je jeho jednoduchá obsluha, a to na strane objednávateľov ako aj na strane produkcie. Dôležitá je aj kvôli potrebe bezproblémovej zastupiteľnosti kľúčových pracovníkov v dobe ich neprítomnosti.

Ďalšia požiadavka je širšia podpora hardvéru – tlačiarňí aj čítačiek. Pri čítaní údajov z čipu je podstatné len sériové číslo čipu karty DESFire EV1 v dekadickom formáte. Okrem neho by bolo vhodné vedieť prečítať typ použitého čipu (Mifare Standard, Mifare DESFire EV1, Mifare Ultralight-C) pre prípad kontroly typu dodaných kariet.

Technické špecifikácie a požiadavky na aplikáciu:

- Kompatibilita s operačným systémom Windows 7
- Podpora ľubovoľnej tlačiarne s ovládačom pre systém Windows 7
- Podpora načítania čísla čipu z čítačky kariet s funkciou emulácie klávesnice
- Podpora identifikácie konkrétneho typu čipu z rodiny Mifare
- Spracovanie fotiek s nesprávnymi rozmermi bez deformácie obrazu
- Zobrazovanie náhľadu preukazu
- Podpora Open Type fontov
- Možnosť jednoduchšej úpravy pozície textových a grafických prvkov dizajnu

Systém na personifikáciu stravovacích preukazov musí v prvom rade podporovať existujúce hardvérové vybavenie pracoviska CVT, konkrétne tlačiareň kariet Datacard SP 55 Plus a čítačku Promag PCR-320.

4 NÁVRH VLASTNÉHO RIEŠENIA

Po prvotnej analýze používateľských požiadaviek a v súčasnosti používaných programov na personifikáciu kariet (ID Works a VSPrint) som sa rozhodol navrhnúť aplikáciu, ktorá by spájala prednosti oboch riešení, a zároveň eliminovala ich nedostatky, pričom som kládol dôraz na jednoduchosť používania. Cieľom nie je univerzálna aplikácia, ktorá by, tak ako program ID Works, umožňovala pokročilé grafické zostavenie dizajnu preukazu. Navrhnutá aplikácia je na mieru prispôsobená predpísanému dizajnu stravovacích preukazov. Ten je definovaný príkazom rektora a nepredpokladá sa jeho zmena najbližších 5 až 8 rokov. Kvôli licenčným podmienkam nie je súčasťou práce originálny font a logo, tie sa dajú na cieľovom počítači bez problémov zmeniť.

4.1 Voľba implementačných prostriedkov

Programovací jazyk som vyberal na základe dostupnosti programovacích knižníc a rozhraní pre čítačky kariet a tlačiarne, a tiež na základe vlastných skúseností. Z jazykov C, C++, C# a Java som zvolil C++, pre ktorý sú k dispozícii knižnice, návody aj príklady algoritmov pre obsluhu čítačky od jej výrobcu.

Pre programovanie aplikácie s grafickým užívateľským rozhraním (GUI) bolo výhodné použiť aplikačný framework, ktorý zjednodušuje a urýchľuje programovanie tým, že je nie je potrebné od základov navrhovať prvky GUI (panel nástrojov, tabuľkové zobrazenie, vysúvacie menu, tlačidlá a pod.) a ďalšie funkcie, ktoré sú už štandardizované a plne k dispozícii.

V užšom výbere som porovnával *Qt framework*, *Windows Forms* a *Microsoft Foundation Class Library*. Z uvedených som vybral *Qt vo verzii 5.0.1*, ktorý má nasledovné výhody:

- možnosť výberu komerčnej alebo open source licencie GPL v3 a LGPL v2,
- podpora viacerých platforiem (Windows, GNU/Linux, QNX, Android, iOS a ďalšie),
- podpora kompilácie pod MinGW a Visual Studiom 2010,
- množstvo prepracovaných modulov a pluginov (GUI, databázy, sieť, tlač, ...),
- rozsiahla dokumentácia a výukové materiály,
- strmá krivka učenia,
- veľká komunita používateľov,
- kvalitné vývojové prostredie (IDE) Qt Creator.

Pred samotným programovaním som vybral a nainštaloval bezplatný nástroj na správu zdrojového kódu *Mercurial*, ktorý umožňuje uchovávať zmeny v kóde, porovnávať jednotlivé verzie a vrátiť sa do zaznamenaného predošlého stavu. Pre zvýšenú bezpečnosť som použil webovú službu *Bitbucket*, ktorú som použil ako online úložisko projektu. Repozitár systému *Mercurial* uložený v službe *Bitbucket* som využil ako formu zálohovania kódu. Hlavná výhoda online repozitára, spolupráca viacerých programátorov, môže byť využitá až niekedy v budúcnosti pri eventuálnom rozširovaní funkcionalít aplikácie.

4.2 Metodika vývoja softvéru

Vývoj softvéru v rámci diplomovej práce má oproti vývoju v komerčnej sfére svoje špecifiká. Najzásadnejší je fakt, že programátor sa musí spoľahnúť len na seba a svoje vedomosti a zručnosti, a celú aplikáciu musí vyvinúť samostatne.

Výhodou je, že všetky hlavné programovacie jazyky sú dôkladne zdokumentované v literatúre, na internetových stránkach, fórach, a tiež vo vzdelávacích videách, napríklad na portáli YouTube. Aj v prípade, ak pri kompilácii programu dôjde k chybe, ktorá nie je triviálneho charakteru (nie je to napr. syntaktická chyba), je väčšinou pomerne jednoduché pomocou vyhľadávania na Internete nájsť jej príčinu.

Ďalším špecifikom pri písaní záverečnej práce je časové hľadisko. Aj z tohto dôvodu som pri vývoji aplikácie na personifikáciu bezkontaktných kariet neuplatnil vo vyššej miere znalosti zo softvérového inžinierstva, a zvolil som jednoduchšiu metódu *Big-Bang*.

Model Big-Bang je s výhodou používaný vtedy, ak je prítomná určitá miera neurčitosti, a požiadavky klienta nie sú príliš explicitne stanovené. Vývojár dostane základné požiadavky na aplikáciu, ktoré zanalyzuje a ďalej sa už plne venuje samotnému programovaniu. Neaplikuje pri tom žiadne formálne metódy a postupy. Testovanie aplikácie sa vykoná až pred samotným odovzdaním.

Výhody:

- jednoduchšia a priamočiarejšia metóda,
- porovnateľné, ak nie lepšie výsledky, než pri formálnych metódach,
- menej plánovania a viac voľnosti pri vývoji,
- vhodné pre menšie projekty.

Nevýhodou je vyššie riziko neúspechu pri realizácii požiadaviek klienta.

4.3 Vývoj aplikácie

Programovanie aplikácie *Personifikácia preukazov* som rozčlenil na dva podsystemy, databázový a grafický. Oba systémy som najprv implementoval samostatne ako dva nezávislé prototypy a po ich dokončení som ich integroval do jedného celku. Následne som do aplikácie doplnil funkcionality načítavania údajov z čipu bezkontaktnéj karty.

4.3.1 Databázový subsystém

Formát databázy

Podpora databáz je v Qt realizovaná v module *Qt SQL*. Spojenie s databázou zabezpečuje trieda *QSqlDatabase*, ktorá podporuje nasledovné ovládače:

- IBM DB2
- Borland InterBase
- MySQL
- Oracle Call Interface
- ODBC (zahŕňa Microsoft SQL Server, Microsoft Access, a ďalšie)
- PostgreSQL Driver
- SQLite verzie 3 a vyššej
- SQLite verzie 2
- Sybase Adaptive Server

Z dostupných databázových formátov som vybral formát *Microsoft Access*. Dôvody tejto voľby sú:

- ľahká prenositeľnosť databázy, ktorá je obsiahnutá v jednom súbore,
- možnosť externej kontroly a úpravy databázy v programe Access, ktorý je dostupný na strane CVT aj na strane objednávateľov z fakúlt.

Spojenie s databázou Microsoft Access pomocou ovládača ODBC je realizované pomocou príslušných metód triedy *QSqlDatabase* (Obr. 20).

```
db = new QSqlDatabase(QSqlDatabase::addDatabase("QODBC"));
QString odbcDriver = QString("DRIVER={Microsoft Access Driver (*.mdb,
*.accdbe)};FIL={MS Access};DBQ=%1").arg(nacitatSubor);
db->setDatabaseName(odbcDriver);
```

Obr. 20. Spojenie s databázou pomocou ODBC.

Požadovaný ovládač nie je štandardnou súčasťou operačných systémov Windows. Na jeho absenciu je používateľ upozornený chybovým hlásením: „[Microsoft]/[Správca ovládačov ODBC] Názov zdroja údajov sa nenašiel a nie je určený nijaký predvolený ovládač QODBC3: Unable to connect“.

ODBC ovládač pre Microsoft Access je súčasťou kancelárskeho balíka Microsoft Office, ale dá sa nainštalovať aj samostatne. Inštalačný súbor je bezplatne k dispozícii na stránke Microsoft Download Center pod názvom *Microsoft Access Database Engine 2010 Redistributable*³. Pre 32 bitovú aj 64 bitovú verziu systému Windows je potrebné použiť 32 bitovú verziu ovládača.

Štruktúra databázy

Databáza obsahuje iba jednu tabuľku s názvom *ľudia*. Jej štruktúra je veľmi jednoduchá. Vychádza len z prvkov, ktoré sa potláčajú pri personifikácii preukazu. Okrem nich obsahuje pole s identifikačným číslom, ktoré je vo funkcii primárneho kľúča.

Tab. 4. Štruktúra tabuľky *ľudia*.

Názov poľa	Dátový typ
Id	AutoNumber
Meno	Short Text
Priezvisko	Short Text
Dátum narodenia	Date/Time
Platnosť od	Date/Time
Fotka	Short Text
Číslo čipu	Short Text

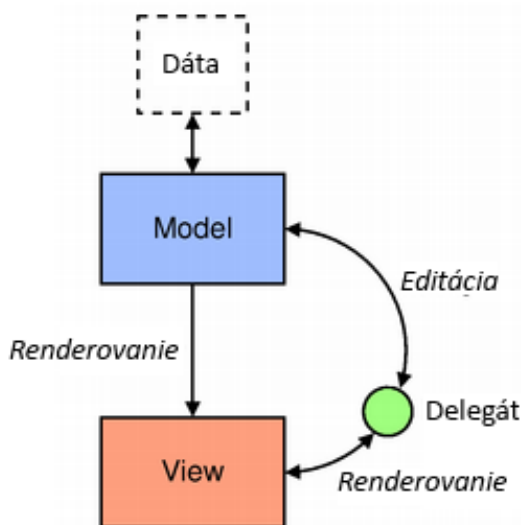
Vizualizácia databázy

Na vizualizáciu údajov z databázy vo forme tabuľky boli použité triedy *QTableView*, *QSqlTableModel* a *QDataWidgetMapper*. Použitie architektúry *model/view* (Obr. 21) zjednodušilo realizáciu tabuľkovej prezentácie dát, pretože eliminovalo prácu na úrovni jazyka SQL do jediného počiatočného SQL príkazu SELECT. Všetky ostatné príkazy na

³ URL: <http://www.microsoft.com/en-us/download/details.aspx?id=13255>

pridanie, odstránenie a editáciu záznamov v databáze vykonáva *model* automaticky pomocou mapovania prvkov GUI, sledovania zmien ich hodnôt a príslušných signálov z ovládacích prvkov.

Polia *Dátum narodenia* a *Platnosť* od renderoval model do tabuľky vrátane časovej značky (00:00:00), a to napriek tomu, že v databáze je nastavený formát *Short Date*, ktorý zobrazuje len deň, mesiac a rok. Tento problém bol vyriešený definovaním vlastného spôsobu zobrazenia triedou *FormatDatumu*, ktorá je odvodená od triedy *QStyledItemDelegate*.



Obr. 21. Architektúra model/view (22).

Editácia záznamov

Na editáciu záznamov bolo možné použiť aj samotnú tabuľku triedy *QTableView*, ktorá umožňuje nastaviť editačný režim priamo v rámci bunky tabuľky po dvojitém kliknutí na jej riadok. Kvôli prehľadnosti som od tejto interaktívnej metódy upustil a zvolil som klasickejší prístup editácie pomocou formulárových polí. Tabuľka bude slúžiť len na prehľadné zobrazenie záznamov a na intuitívnu navigáciu medzi nimi.

Textové polia a polia na voľbu dátumu sú okrem využitia pri editácii potrebné aj pre zadávanie nových údajov pri vytváraní záznamu. Sú inštanciami triedy *QLineEdit* a *QDateEdit*. Ich rovnomerné usporiadanie do formulárového rozmiestnenia zabezpečuje aplikovanie *QFormLayout*. V Prílohe B je zobrazené usporiadanie týchto prvkov GUI v štádiu vizuálneho návrhu v Qt Creator IDE.

Akcie na vytvorenie nového záznamu, zapnutie režimu editácie, vymazanie záznamu a posun medzi záznamami sú realizované formou ikon na paneli nástrojov a tiež v menu *Upraviť*.

Uloženie zmien v položkách záznamu je zabezpečené jednoduchým volaním metódy *QDataWidgetMapper::submit()*.

The screenshot shows a window titled "SQLModel3" with a menu bar containing "Súbor" and "Upraviť". Below the menu bar is a toolbar with icons for file operations and navigation. The main area contains a form with the following fields:

- Meno: Thomas
- Priezvisko: Timeless
- Dátum narodenia: 18. 12. 1990
- Platnosť od: 30. 3. 2013
- Číslo čipu: (empty)
- Fotka: (empty)

Below the form is a table with the following data:

	Meno	Priezvisko	Dátum narodenia	Platnosť od	Číslo čipu	Fotka
1	Adam	Novák	2. 1. 1982	1. 1. 2011		
2	Thomas	Timeless	18. 12. 1990	30. 3. 2013		

Obr. 22. Prototyp databázovej časti aplikácie.

Práca so súbormi

Aplikácia používa pre vytvorenie novej databázy vzorový súbor, ktorý je uložený v inštalačnom adresári programu pod názvom *Vzorova prazdna databaza.accdb*. Volanie akcie *Nová databáza* otvorí dialógové okno pre uloženie nového súboru. Po potvrdení dialógu je vo zvolenom adresári vytvorená kópia vzorového súboru so zadaným názvom. Pre zjednodušenie a zjednotenie názvov súborov som navrhol, aby v dialógovom okne bol prednastavený názov s aktuálnym dátumom v tvare *RRRR-MM-DD.accdb*. Túto požiadavku nebolo možné splniť pomocou natívneho dialógu pod Windows 7, pretože neposkytoval

možnosť prednastavenia názvu súboru. Zvolil som preto použitie dialógu z Qt frameworku, ktorého vzhľad je mierne odlišný, ale požadovanú funkcionálnosť obsahuje. Ostatné dialógové okná v aplikácii sú použité v natívnom tvare operačného systému.

Vytvorený databázový súbor je aplikáciou hneď otvorený a používateľ môže doňho pridávať záznamy. Ukladanie zmien v databáze na súborovej úrovni nie je potrebné, pretože sa deje automaticky po uložení záznamu v tabuľke.

Akcia *Otvoriť databázu* používa dialógové okno na otvorenie súboru s prednastaveným filtrom na súbory formátu Databázy Access.

Posledná súborová akcia *Zavrieť databázu* ukončí prácu so súborom a korektne ho zavrie. Zatvorenie súboru je taktiež súčasťou deštruktora hlavného aplikačného okna *MainWindow*.

4.3.2 Grafický subsystém

Generovanie náhľadu

Textové a grafické prvky dizajnu preukazu sú v programe umiestňované do grafickej scény triedy *QGraphicsScene*. Jej zobrazenie v GUI zabezpečuje objekt triedy *QGraphicsView*. Zostavenie grafickej scény má byť realizované podľa vzorového dizajnu stravovacieho preukazu (Obr. 23).



Obr. 23. Vzor stravovacieho preukazu.

Použité prvky dizajnu sú objektami nasledovných tried:

- Pozadie s oranžovým názvom preukazu – *QGraphicsPixmapItem*,
- Fotka – *QGraphicsPixmapItem*,
- Oranžový štvorec pod fotkou – *QGraphicsRectItem*,
- Všetky textové prvky – *QGraphicsSimpleTextItem*.

Získanie užívateľských hodnôt textových prvkov som realizoval rovnakým formulárom, ako v databázovom prototypu. Textové pole *lineEditFotka* očakáva názov súboru s fotografiou. Po kliknutí na tlačidlo Náhľad sa zadané hodnoty z formulára vykreslia v grafickej scéne. Ich pozícia v súradnicovom systéme scény, veľkosť, farba a font sú načítané z nastavení programu.

Pre automatickú zmenu veľkosti grafickej scény pri zmene veľkosti okna aplikácie bolo nutné reimplementovať funkciu *resizeEvent* (Obr. 24).

```
void MainWindow::resizeEvent(QResizeEvent *)
{
    ui->graphicsView->fitInView(scene->itemsBoundingRect(),
                                Qt::KeepAspectRatio);
}
```

Obr. 24. Reimplementácia *resizeEvent*.

Ďalej bolo potrebné zabezpečiť, aby fotografia s nesprávnym rozmerom bola čo najkorektnejšie spracovaná a nedošlo k jej deformácii. V praxi sa relatívne často stáva, že objednávatel' personifikácie preukazov dodá fotky, ktoré nemajú požadovaný rozmer 295×354 pixelov. Riešenie je zobrazené na nasledovnom obrázku (Obr. 25). V prvom kroku dôjde k zmene veľkosti na predpísaný rozmer, pričom sa zachová pomer strán a vyplní sa celá plocha cieľového rozmeru. V druhom kroku sa vytvorí druhý obrázok z triedy *QPixmap*, ktorý bude mať správne rozmery a nakopíruje sa doňho výrez z predspracovanej fotografie, čím dôjde k jej orezaniu na finálny rozmer.

```
QPixmap obrazok = QPixmap(pracovnyPriecinok+"/"+
                           +ui->lineEditFotka->text());
obrazok = obrazok.scaled(295,354,Qt::KeepAspectRatioByExpanding);
QPixmap obrazok2 = QPixmap(295,354);
obrazok2 = obrazok.copy(0,0,295,354);
if (obrazok2.isNull())
{
    fotka->setPixmap(*prazdnaFotka);
    QMessageBox::warning(0,"Chyba pri načítaní súboru fotografie",
        QString("Poškodený alebo nepodporovaný súbor: \n%1")
        .arg(ui->lineEditFotka->text()));
    return;
}
fotka->setPixmap(obrazok2);
```

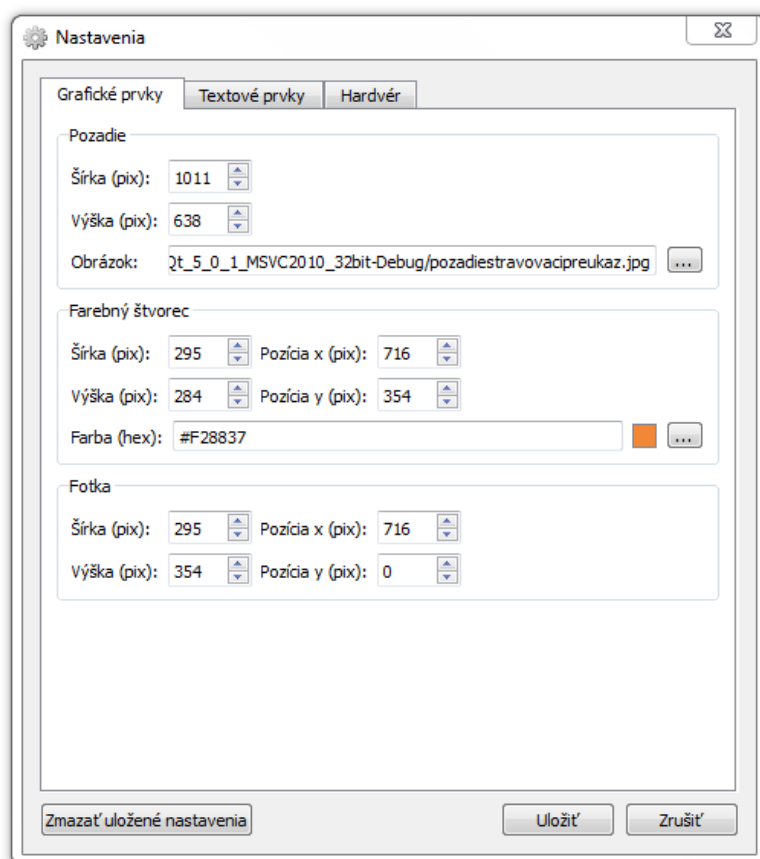
Obr. 25. Algoritmus spracovania fotky s ľubovoľnými rozmermi.

Nastavenia

Nastavenia aplikácie sa ukladajú do systémových registrov na adrese:

HKEY_CURRENT_USER\Software\Rudolf Slavka\Personifikacia preukazov

Na ich úpravu slúži modálne okno *Nastavenia* s troma záložkami (*QTabWidget*): *Grafické prvky*, *Textové prvky* a *Hardvér*. Nastavenie rozmerov a pozície grafických prvkov je zobrazené na nižšie uvedenom obrázku (Obr. 26). Zobrazenie zvyšných dvoch záložiek je uvedené v Prílohe C. Celočíselné hodnoty v pixeloch je možné upravovať buď priamym zadáním čísla alebo pomocou prvku *QSpinBox*. Užívateľsky prívetivá je aj voľba farby a výber súboru pozadia pomocou dialógových okien.



Obr. 26. Nastavenia grafických prvkov.

V prípade, ak ešte neboli uložené žiadne nastavenia, alebo boli zmazané, aplikácia použije predvolené hodnoty. Pre výber tlačiarne sa prvotne použije predvolená tlačiareň v operačnom systéme.

Načítavanie čísla čipu

Jedným z textových prvkov, ktorý sa potláča na preukaz, je sériové číslo čipu karty. Na jeho načítanie sa predpokladá použitie čítačky kariet *Promag PCR-320*, ktorá môže byť v režime emulácie klávesnice alebo môže posilať načítané číslo cez rozhranie sériového portu.

V prípade *režimu emulácie klávesnice* vpisuje čítačka číslo čipu do aktuálnej pozície kurzora na obrazovke. Používateľ umiestni textový kurzor do príslušného poľa pomocou klávesy Tab, alebo pomocou kliknutia myšou. Aplikácia môže týmto spôsobom získavať číslo karty nielen z uvedenej čítačky Promag. Je možné použiť ľubovoľnú čítačku s USB HID rozhraním, napr. *Elatec TWN3 Mifare NFC*⁴, *SpringCard Prox'N'Roll RFID scanner*⁵, *Ubisys RFID USB Stick*⁶ alebo *HID OMNIKEY 5427 CK*⁷.

Načítavanie zo sériového portu je riešené pomocou prídavného modulu *QtSerialPort*. Výhodou tejto metódy je, že používateľ nemusí nastavovať umiestnenie kurzora v rámci formulára. Kliknutím na prepínacie tlačidlo (ikonu) *Načítavať zo sériového portu* sa otvorí komunikácia na zvolenom porte a po načítaní karty program prijaté číslo čipu vloží do textového poľa formulára. Načítanie je indikované aj v stavovom riadku hlavného okna aplikácie. Parametre portu je možné zmeniť v nastaveniach aplikácie.

Tlač

Výhodou tlačového systému Qt je, že náhľad vygenerovaný na grafickej scéne je možné priamo vytlačiť na tlačiarňu metódou *QGraphicsScene::render()* (Obr. 27).

```
void MainWindow::on_actionTlacit_triggered()
{
    Nastavenia n;
    printer.setPrinterName(n.getTlaciarenNazov());
    printer.setResolution(300);
    QPainter painter(&printer);
    scene->render(&painter);
}
```

Obr. 27. Tlač grafickej scény.

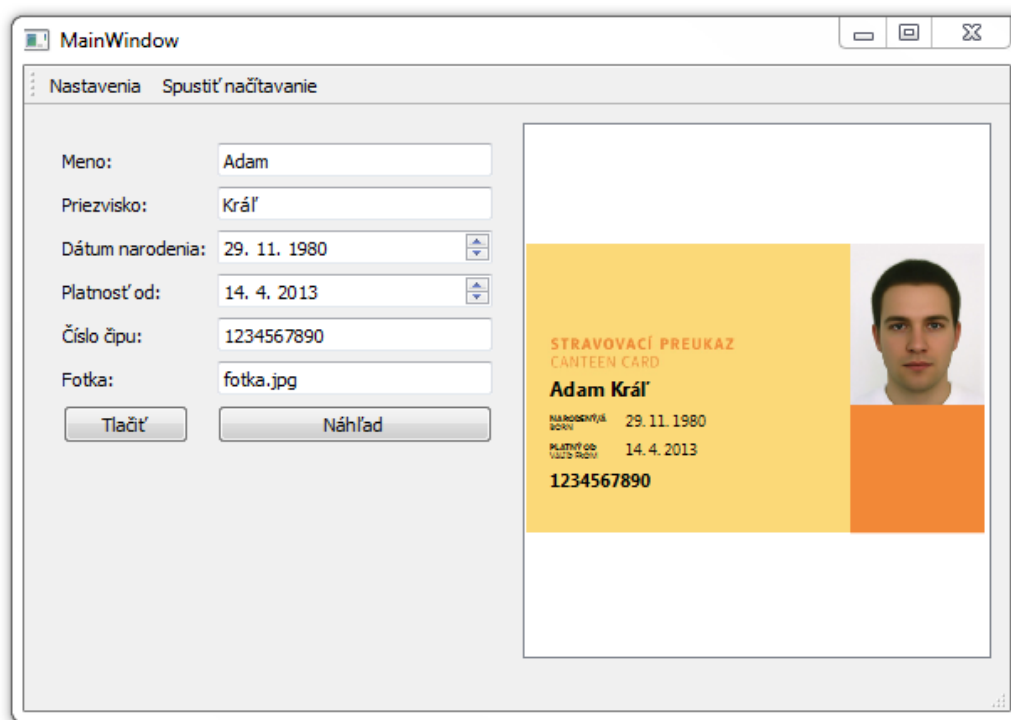
⁴ URL: <http://www.elatec-rfid.com/twn3-mifare-nfc>

⁵ URL: <http://www.springcard.com/products/proxnroll-rfid-scan.html>

⁶ URL: <http://www.ubisys.de/rfid/products-stick.html>

⁷ URL: <http://www.hidglobal.com/products/readers/omnikey/5427>

Je možné použiť ľubovoľnú tlačiareň, ktorá je štandardným spôsobom nainštalovaná v operačnom systéme, vrátane virtuálnej tlačiarne PDF alebo XPS súborov. Pri tlači čierneho textu na sublimačnej tlačiarňi kariet, ktorá má pásku s dedikovaným čiernym políčkom, je toto políčko automaticky použité, a nedochádza tak k produkovaniu nedokonalnej čiernej farby miešaním purpurovej, azúrovej a žltej.

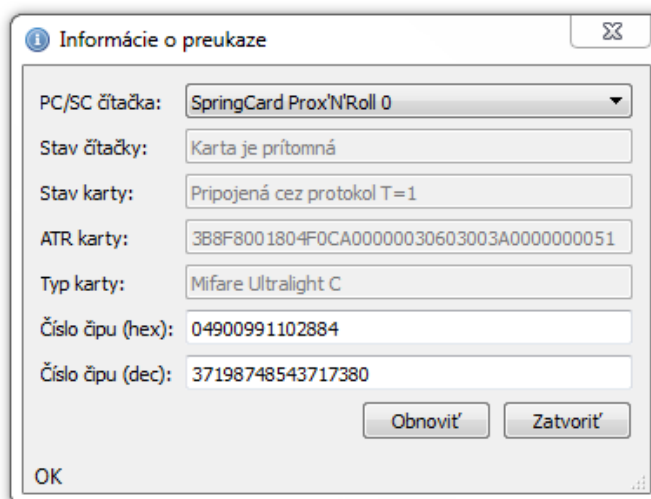


Obr. 28. Prototyp grafickej časti aplikácie.

4.3.3 Prepojenie s čítačkou bezkontaktných kariet

Dôvodom, prečo CVT požaduje funkcionality na zistenie typu použitého bezkontaktného čipu, je zložitá až nemožná identifikácia nepotlačených – bielych kariet. Ich rozlišovanie len na základe dĺžky čísla nie je dostačujúce, pretože rovnakú dĺžku môžu mať rôzne typy kariet. Napr. 10-miestne číslo majú typy Mifare Standard 1kB aj 4kB, 17-miestne sú typy Mifare DESFire aj Mifare Ultralight.

Táto funkcionality priamo nesúvisí s personifikáciou popísanou v predošlej podkapitole, je skôr doplnkového charakteru. Realizovaná je v modálnom okne *Informácie o preukaze* (Obr. 29).



Obr. 29. Zobrazenie načítaných údajov z karty.

Pôvodne som plánoval na načítanie dodatočných údajov z čipu preukazu použiť čítačku *Elatec TWN3 Mifare NFC*. Vzhľadom na to, že sa čítací modul pokazil a reklamácia nebola ani za dva mesiace vyriešená, hľadal som alternatívne riešenie od serióznejšieho výrobcu. Väčšina výrobcov ponúka stolné čítačky bezkontaktných kariet vybavené komunikačným rozhraním PC/SC. Vybral som čítačku *Prox'N'Roll PC/SC*⁸ od firmy SpringCard.

Komunikácia prostredníctvom rozhrania PC/SC

PC/SC je uznávaný štandard rozhrania medzi počítačmi a čipovými kartami, ktorý vychádza z normy ISO/IEC 7816. Štandard *PC/SC* zahŕňa hardvérové špecifikácie architektúry a komponentov kontaktných aj bezkontaktných čítačiek, a tiež softvérové rozhranie – API, ktoré je platformovo nezávislé.

Algoritmus komunikácie prostredníctvom *PC/SC* pozostáva z nasledovných krokov:

- 1) Vytvorenie kontextu (inicializácia *PC/SC*) – *SCardEstablishContext()*;
- 2) Načítanie zoznamu pripojených čítačiek – *SCardListReaders()*;
- 3) Získanie základných informácií zo zvolenej čítačky – *SCardGetStatusChange()*;
 - informácia, či je v dosahu čítačky prítomná bezkontaktná karta,
 - ATR priloženej karty,
 - stav karty.

⁸ URL: <http://springcard.com/products/proxnroll-pcsc.html>

- 4) Nadviazanie komunikácie s kartou – *SCardConnect()*;
- 5) Odoslanie príkazov pripojenej karte – *SCardTransmit()*;
- 6) Odpojenie karty (uzavretie komunikácie) – *SCardDisconnect()*;
- 7) Uvoľnenie používanej pamäte – *SCardFreeMemory()*;
- 8) Zrušenie kontextu – *SCardReleaseContext()*;

Načítanie typu karty

Najjednoduchšia identifikácia typu karty je pomocou ATR reťazca, ktorý karta posiela čítačke po svojom reštarte. Katalóg známych ATR je dostupný na Internet⁹. Do porovnávacieho algoritmu som z neho vybral len tie typy z rodiny Mifare, s ktorými prichádza CVT do styku. Ukážka časti kódu je na nasledovnom obrázku (Obr. 30).

```
for (i=0; i<rgscState.cbAtr; i++)
    atr+=QString("%1").arg(rgscState.rgbAtr[i], 2, 16, QChar('0'))
    .toUpper();
QRegExp rx;
rx.setPatternSyntax(QRegExp::Wildcard);
rx.setPattern("3B8F8001804F0CA000000306??000200000000??");
if (rx.exactMatch(atr))
    typKarty = "Mifare Standard 4K";
```

Obr. 30. Identifikácia typu karty.

Načítanie čísla čipu

Číslo čipu bezkontaktnéj karty je možné prečítať cez PC/SC rozhranie pomocou APDU príkazu GET DATA s parametrami P1 a P2 obsahujúcimi hodnoty 00 (Tab. 5).

Tab. 5. APDU príkaz GET DATA.

CLA	INS	P1	P2	Le
FF	CA	00	00	00

Rámec s príkazom je odosielaný funkciou *SCardTransmit()*. Ak čítačka odpovie hexadecimálnym reťazcom zakončeným bitmi 90 00, ide o úspešné vykonanie príkazu. Z odpovede čítačky sa odstránia uvedené dva bity a zvyšný reťazec je UID karty. Posledným krokom je konverzia čísla do dekadického formátu a jeho zobrazenie vo formulári.

⁹ URL: http://ludovic.rousseau.free.fr/software/pcsc-tools/smartcard_list.txt

4.3.4 Finalizácia systému

Naprogramované prototypy som na záver integroval do jednej aplikácie. Navigáciu medzi záznamami tabuľky som prepojil s automatickým generovaním náhľadu preukazu, v ktorom sú personifikačné údaje vyplnené z databázy. Doplnené bolo aj dialógové okno na výber súboru s fotografiou a okno na zobrazenie informácií o preukaze. Otestoval som načítavanie čísla čipu a potlač preukazu v PDF tlačiarňi, aj v tlačiarňi Datacard SP55 Plus. Výsledná tlač personifikovaného preukazu spĺňa zadané požiadavky. Na ostatnom obrázku (Obr. 31) je zobrazená finálna podoba aplikácie *Personifikácia preukazov*.

Personifikácia preukazov

Súbor Upraviť Pomoc

Meno: Adam
 Priezvisko: Král
 Dátum narodenia: 29. 12. 1982
 Platnosť od: 30. 11. 2014
 Fotka: fotka1.jpg
 Číslo čipu: 36069194044822276

STRAVOVACÍ PREUKAZ
 CANTEEN CARD
Adam Král
 NARODENÝ/A 29. 12. 1982
 PLATNÝ OD 30. 11. 2014
 36069194044822276

	Meno	Priezvisko	Dátum narodenia	Platnosť od	Fotka	Číslo čipu
1	Adam	Král	29. 12. 1982	30. 11. 2014	fotka1.jpg	36069194044822276
2	Andrea	Nováková	1. 6. 1991	2. 4. 2015	fotka2.jpg	3696516267
3	Matúš	Smrek	1. 3. 1990	16. 4. 2015	fotka3.jpg	2183957265
4	Simona	Smith	1. 4. 1982	31. 12. 2016	fotka7.jpg	3712926395
5	Michaela	Weber	12. 1. 1980	16. 4. 2013	fotka5.jpg	36069194044822276

Obr. 31. Finálna podoba aplikácie *Personifikácia preukazov*.

ZÁVER

Hlavný cieľ práce, realizáciu softvérového riešenia personifikácie bezkontaktných kariet, sa úspešne podarilo naplniť, a to aj napriek mnohým komplikáciám. Od doplnkového plánu hardvérovej integrácie čítačky som musel upustiť, nakoľko vybratá čítačka, ktorá má rozmery dostatočne malé na vloženie do tlačiarne kariet, dlhodobo nebola pre poruchu k dispozícii. Pre plánované použitie systému výhradne pre objednávky stravovacích preukazov však plne postačuje riešenie s externou čítačkou.

Vytvorená aplikácia Personifikácia preukazov obstála v reálnom nasadení pri prvotnej potlači dvadsiatich preukazov. Komunikácia s čítačkou kariet aj s tlačiarňou bola bezproblémová, kvalita potlače preukazov bola na rovnakej úrovni, ako pri používaných komerčných programoch. Ďalšie testy aplikácie na fakultách zatiaľ neboli ukončené. Doterajšie ohlasy na praktickosť a používateľskú prívetivosť programu sú pozitívne.

Po drobných úpravách je možné vďaka použitiu multiplatformovej knižnice Qt realizovať aj verziu aplikácie pre operačný systém GNU/Linux.

Hlavným prínosom je, že pomocou vytvorenej aplikácie môže univerzita efektívnejšie a jednoduchšie vydávať stravovacie preukazy. Aplikácia má potenciál rozšírenia o ďalšie funkcionality, čím univerzita môže vybudovať plnohodnotný systém na personifikáciu preukazov, ktorý bude nezávislý od výrobcov hardvéru.

CONCLUSION

The creation of software solution for contactless smart cards personalization, as the main goal of this work, was successfully accomplished, despite several complications. Due to long unavailability of a chosen contactless reader, its hardware integration into the card printer was postponed. As an alternative, the external reader was implemented into the system, which is satisfactory for the planned use only for issuing of canteen cards.

The designed application has passed initial testing with twenty cards. The software works flawlessly with the connected card reader and the printer. Results are of the same quality as in commercial solutions. Additional tests at faculties are to be concluded, but the feedback is so far very positive.

Thanks to the multiplatform character of Qt framework, only minor modifications are needed for implementing the application on GNU/Linux operating system.

The application can be easily upgraded in the future with additional functionalities and has a potential of being a complete, vendor independent card solution for the university.

ZOZNAM POUŽITEJ LITERATÚRY

- (1) BSI. *Risiken und Chancen des Einsatzes von RFID-Systemen*. Ingelheim: SecuMedia, 2004, 128 p. ISBN 39-227-4656-X. Dostupné z: https://www.bsi.bund.de/DE/Themen/ElektronischeAusweise/RadioFrequencyIdentification/RFIDStudie/rfidstudie_node.html
- (2) RFID: Všetko, čo potrebujete vedieť o RFID. *Kodys Slovensko* [online]. Bratislava, 2013 [cit. 2013-05-04]. Dostupné z: <http://www.kodys.sk/stranka/rfid>
- (3) SOMMEROVÁ, Martina. *Základy RFID technológií: Výukový materiál* [online]. Ostrava: VŠB – TU Ostrava, 2011 [cit. 2013-05-04]. Dostupné z: http://rfid.vsb.cz/miranda2/export/sites-root/rfid/cs/okruhy/informace/RFID_pro_Logistickou_akademii.pdf
- (4) ENGELS, Daniel W., Tom A. SCHARFELD a Sanjay E. SARMA. *Review of RFID Technologies* [online]. Cambridge: MIT, 2002 [cit. 2013-05-04]. Dostupné z: http://web.mit.edu/juho/Public/thesis/thesis_docs/rfidSensors.pdf
- (5) KARMAKAR, Nemaï Ch. *Handbook of Smart Antennas for RFID systems*. Hoboken: Wiley, 2010. ISBN 978-1-118-07439-8.
- (6) Understanding RFID tags. *OpenLearn: LabSpace* [online]. Milton Keynes: The Open University, 2010, 2010-09-17 [cit. 2013-05-04]. Dostupné z: <http://labspace.open.ac.uk/mod/resource/view.php?id=428640>
- (7) RFID Reader Motorola FX7400. *Kodys Slovensko* [online]. Bratislava, 2013 [cit. 2013-05-04]. Dostupné z: <http://www.kodys.sk/produkt/rfid-reader-motorola-fx7400>
- (8) FINKENZELLER, Klaus. *RFID handbook: fundamentals and application in contactless smart cards and identification*. 2nd ed. Překlad Rachel Waddington. Chichester: Wiley, 2003, 427 s. ISBN 04-708-4402-7.
- (9) FINKENZELLER, Klaus, 2002 cit. podľa BSI. *Risiken und Chancen des Einsatzes von RFID-Systemen*. Ingelheim: SecuMedia, 2004, 128 p. ISBN 39-227-4656-X. Dostupné z: https://www.bsi.bund.de/DE/Themen/ElektronischeAusweise/RadioFrequencyIdentification/RFIDStudie/rfidstudie_node.html
- (10) BEREZDIVIN, R., I. BOJANOVA, M. MEKY a A. SAMBA. Physical Layer and Modulation: Lecture Notes – Week 3. *University of Maryland University College* [online]. Adelphi, 2013 [cit. 2013-05-04]. Dostupné z: <http://polaris.umuc.edu/~ibojanov/GSMT/TLMN645/Lecture%20Notes/Lecture%20Notes%2003.htm>

- (11) ISO RFID Standards: A Complete List. *The RFID Network* [online]. Mountain View: RFID Network, 2012, 2012-03-13 [cit. 2013-05-04]. Dostupné z: <http://rfid.net/basics/rfid-basics/186-iso-rfid-standards-a-complete-list->
- (12) Almex.mobile. *Almex Ticketing* [online]. Hannover: Höft a Wessel, 2013 [cit. 2013-05-04]. Dostupné z: <http://www.hoeft-wessel.com/en/almex/products/mobile-systems/almexmobile>
- (13) TWN3 Mifare NFC. *RFID Systems* [online]. Haar: Elatec, 2013 [cit. 2013-05-04]. Dostupné z: <http://www.elatec-rfid.com/twn3-mifare-nfc>
- (14) ISO/IEC 14443-1. *Identification cards - Contactless integrated circuit(s) cards - Proximity cards: Part 1: Physical characteristics*. Final Committee Draft. Geneva: International Organization for Standardization, 1997.
- (15) ISO/IEC 14443-2. *Identification cards - Contactless integrated circuit(s) cards - Proximity cards: Part 2: Radio frequency power and signal interface*. Final Committee Draft. Geneva: International Organization for Standardization, 1999.
- (16) ISO/IEC 14443-3. *Identification cards - Contactless integrated circuit(s) cards - Proximity cards: Part 3: Initialization and anticollision*. Final Committee Draft. Geneva: International Organization for Standardization, 1999.
- (17) ISO/IEC 14443-4. *Identification cards - Contactless integrated circuit(s) cards - Proximity cards: Part 4: Transmission protocol*. Final Committee Draft. Geneva: International Organization for Standardization, 2000.
- (18) ISO/IEC 7810. *Identification cards: Physical characteristics*. Geneva: International Organization for Standardization, 2003.
- (19) Metodické usmernenie č. 13/2010-R zo 7. júla 2010 o štruktúre údajov a technickom vyhotovení preukazu študenta. In: Bratislava: Ministerstvo školstva, vedy, výskumu a športu Slovenskej republiky, 2010, 2010-8452/24813:8-071.
- (20) O spoločnosti. *EM Card: Systémový operátor* [online]. Žilina: EM Card, 2013 [cit. 2013-05-04]. Dostupné z: http://www.emcard.sk/index.php?option=com_content&task=blogcategory&id=14&Itemid=37
- (21) Akceptácia Preukazu študenta s čipom DESFire. *EM Card: Systémový operátor* [online]. Žilina: EM Card, 2013 [cit. 2013-05-04]. Dostupné z: http://www.emcard.sk/index.php?option=com_content&task=view&id=333&Itemid=35

(22) Model/View Programming. *Qt Project* [online]. Oslo: Qt Project Hosting, 2013 [cit. 2013-05-04]. Dostupné z: <http://qt-project.org/doc/qt-5.0/qtwidgets/model-view-programming.html>

(23) *Mifare DESFire EV1: NXP IC solution for contactless multi-application, high speed and secure smart cards* [online]. Eindhoven: NXP, 2010 [cit. 2013-05-04]. Dostupné z: <http://www.nxp.com/documents/leaflet/75015782.pdf>

(24) JURČIŠIN, Branislav. (EMtest-SK s.r.o., Jašíkova 2, 821 03 Bratislava). *Osobná komunikácia*. 2013-02-20.

ZOZNAM POUŽITÝCH SYMBOLOV A SKRATIEK

AES	Advanced Encryption Standard – kryptovací algoritmus
AIS	Akademický informačný systém
APDU	Application Protocol Datagram Unit – komunikačný rámec
API	Application Programming Interface – rozhranie pre programovanie aplikácií
ASK	Amplitude Shift Keying – kľúčovanie amplitúdovým posuvom
ATR	Answer to Reset – odpoveď na reset
CMYK	Cyan Magenta Yellow Black – farebný model
CSV	Comma-separated Values – formát textového súboru
CVT	Centrum výpočtovej techniky
DES	Data Encryption Standard – kryptovací algoritmus
EPC	Electronic Product Code – elektronický produktový kód
FSK	Frequency Shift Keying – kľúčovanie frekvenčným posuvom
GPL	General Public License – licencia slobodného softvéru
GUI	Graphical User Interface – grafické používateľské rozhranie
HF	High Frequency – krátke vlny
IDE	Integrated Development Environment – integrované vývojové prostredie
IEC	Medzinárodná elektrotechnická komisia
ISIC	International Student Identity Card – medzinárodný preukaz študenta
ISO	Medzinárodná organizácia pre normalizáciu
IT	Informačné technológie
ITIC	International Teacher Identity Card – medzinárodný preukaz učiteľa
JPEG	Joint Photographic Experts Group – formát bitmapového súboru
LF	Low Frequency – dlhé vlny
LGPL	Lesser General Public License – licencia slobodného softvéru

MDB	Microsoft Access Database – formát databázového súboru
NFC	Near Field Communication – komunikácia v blízkom poli
ODBC	Open Database Connectivity – rozhranie pre databázové systémy
PC	Personal Computer – osobný počítač
PC/SC	Personal Computer/Smart Card – rozhranie osobný počítač/čipová karta
PCD	Proximity Coupling Device – čítačka bezkontaktných čipových kariet
PDF	Portable Document Format – formát súboru
PICC	Proximity Integrated-circuit Card – bezkontaktná čipová karta, dosah do 10 cm
PSK	Phase Shift Keying – kľúčovanie fázovým posuvom
RFID	Radio-frequency Identification – rádio-frekvenčná identifikácia
RO	Read Only – iba čítanie
RW	Read Write – čítanie a zapisovanie
SQL	Structured Query Language – štruktúrovaný dopytovací jazyk
UHF	Ultra High Frequency – ultrakrátke vlny
UID	Unique Identification Number – jedinečné identifikačné číslo
URL	Uniform Resource Locator – formát na označenie internetového zdroja
USB	Universal Serial Bus – štandard zbernice pre pripojenie periférie k PC
VF	Vysoká frekvencia
VICC	Vicinity Integrated-circuit Card – bezkontaktná čipová karta, dosah do 150 cm
XML	Extensible Markup Language – formát súboru
XPS	XML Paper Specification – formát súboru
YMCKT	Yellow Magenta Cyan Black Topcoat – označenie druhu pásy do tlačiarne

ZOZNAM OBRÁZKOV

Obr. 1. Schéma RFID systému (5).....	12
Obr. 2. RFID tag (3).....	12
Obr. 3. Rôzne formy RFID tagov (6).....	13
Obr. 4. RFID čítačka Motorola FX7400 (7).....	14
Obr. 5. Prenos energie induktívnou metódou (9, s. 33).....	15
Obr. 6. Digitálne modulácie signálu (10).....	16
Obr. 7. Generovanie záťažovej modulácie a detekcia postranného pásma.....	17
Obr. 8. Informácie prenášané postrannými pásmami.....	17
Obr. 9. Princíp odrazovej metódy (9, s. 34).....	18
Obr. 10. Mobilný RFID terminál almex.mobile (12).....	20
Obr. 11. Blokový diagram čítačky (8).....	21
Obr. 12. Blokový diagram rádiového rozhrania čítačky (8).....	21
Obr. 13. Čítačka bezkontaktných kariet Elatec TWN3 Mifare NFC (13).....	22
Obr. 14. Príklad komunikačných signálov rozhraní typov A a B.....	26
Obr. 15. Diagram stavov PICC typu A.....	27
Obr. 16. Program VSPrint.....	31
Obr. 17. Program ID Works Intro.....	32
Obr. 18. Čítačka bezkontaktných kariet EM 520i TEA.....	34
Obr. 19. Tlačiareň plastových kariet Datacard SP55 Plus.....	35
Obr. 20. Spojenie s databázou pomocou ODBC.....	39
Obr. 21. Architektúra model/view (22).....	41
Obr. 22. Prototyp databázovej časti aplikácie.....	42
Obr. 23. Vzor stravovacieho preukazu.....	43
Obr. 24. Reimplementácia resizeEvent.....	44
Obr. 25. Algoritmus spracovania fotky s ľubovoľnými rozmermi.....	44
Obr. 26. Nastavenia grafických prvkov.....	45
Obr. 27. Tlač grafickej scény.....	46
Obr. 28. Prototyp grafickej časti aplikácie.....	47
Obr. 29. Zobrazenie načítaných údajov z karty.....	48
Obr. 30. Identifikácia typu karty.....	49
Obr. 31. Finálna podoba aplikácie Personifikácia preukazov.....	50

ZOZNAM TABULIEK

Tab. 1. RFID normy podľa frekvenčného pásma (11).	19
Tab. 2. Normy bezkontaktných čipových kariet	23
Tab. 3. Požadovaná odolnosť voči vplyvom magnetického a elektrického poľa.	25
Tab. 4. Štruktúra tabuľky ľudia.....	40
Tab. 5. APDU príkaz GET DATA.	49

ZOZNAM PRÍLOH

Príloha A Vlastnosti Mifare Desfire EV1

Príloha B Qt Creator

Príloha C Nastavenia textových prvkov a hardvéru

Príloha D Licencie

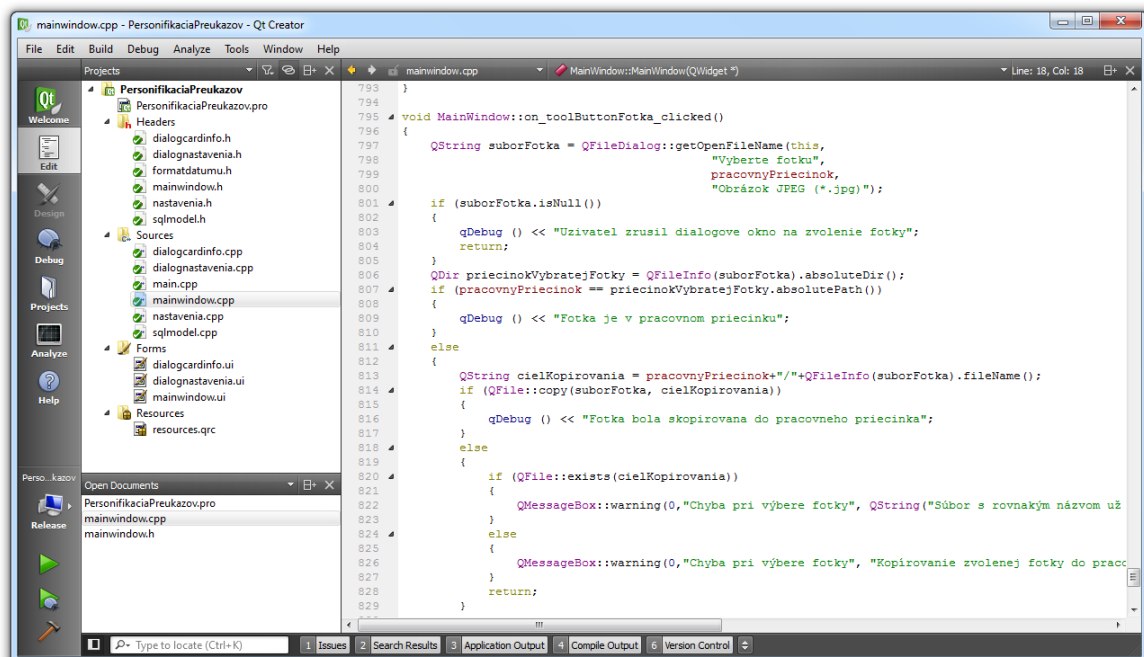
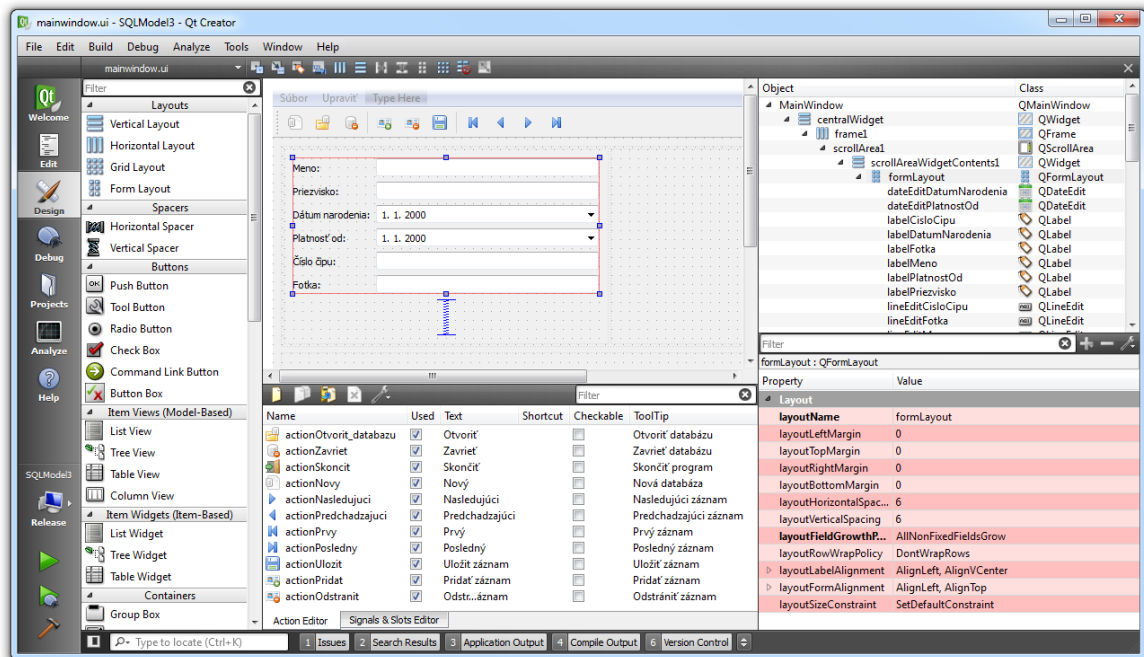
Príloha E Elektronická forma diplomovej práce, aplikácia a jej zdrojové kódy [CD ROM]

PRÍLOHA A: VLASTNOSTI MIFARE DESFIRE EV1

Mifare DESFire EV1 je riešenie bezkontaktných čipových kariet od NXP, ktoré podporuje viacero aplikácií na jednej bezkontaktnnej čipovej karte, dosahuje vysokú prenosovú rýchlosť a poskytuje bezpečný prenos údajov. Jednotlivé aplikácie a súbory môžu byť zašifrované pomocou kryptografických šifier DES, 3DES a AES.

Vlastnosti	MIFARE DESFire EV1 4 K MF3 IC D41	MIFARE DESFire EV1 8 K MF3 IC D81
Pamäť		
Veľkosť EEPROM [byte]	4096	8192
Zapisovacia odolnosť [cyklov]	500 000	500 000
Uchovanie dát [roky]	10	10
Organizácia	flexibilný súborový systém	flexibilný súborový systém
RF-rozhranie		
Kompatibilita s ISO 14443 A	áno, až do úrovne 4	áno, až do úrovne 4
Frekvencia [MHz]	13,56	13,56
Prenosová rýchlosť [kbit/s]	106 ... 848	106 ... 848
Antikolízia	bitová	bitová
Pracovný dosah [mm]	do 100	do 100
Bezpečnosť		
UID [byte]	7, kaskádové	7, kaskádové
Generátor náhodných čísel	áno	áno
Prístupové kľúče	14 kľúčov na aplikáciu	14 kľúčov na aplikáciu
Prístupové podmienky	podľa súboru	podľa súboru
DES a 3DES zabezpečenie	áno	áno
AES zabezpečenie	áno	áno
Podpora Anti-tear	áno	áno
Špeciálne vlastnosti		
Multi-aplikácie	28 aplikácií, MAD3	28 aplikácií, MAD3
Funkcionalita peňaženky	peňažný súbor	peňažný súbor
Schopnosť logovania transakcií	záznamový súbor	záznamový súbor
Príklad bezpečnej prenosovej transakcie	512 byte čítanie 128 byte zápis	512 byte čítanie 128 byte zápis
Súvisiaci čas transakcie [ms]	89	89

PRÍLOHA B: QT CREATOR



PRÍLOHA C: NASTAVENIA TEXTOVÝCH PRVKOV A HARDVÉRU

Nastavenia

Grafické prvky Textové prvky Hardvér

Dynamické textové polia

Meno a priezvisko: Segoe UI 43 ☒ Bold
Pozícia x: 55 Pozícia y: 290

Dátum narodenia: Segoe UI 33 ☐ Bold
Pozícia x: 220 Pozícia y: 369

Platnosť od: Segoe UI 33 ☐ Bold
Pozícia x: 220 Pozícia y: 431

Číslo čipu: Segoe UI 39 ☒ Bold
Pozícia x: 55 Pozícia y: 494

Popisy prvku Dátum narodenia

Slovenský popis: NARODENÝ/Á
Segoe UI 18 ☒ Bold
Pozícia x: 55 Pozícia y: 372

Anglický popis: BORN
Segoe UI 18 ☐ Bold

Zmazať uložené nastavenia Uložiť Zrušiť

Nastavenia

Grafické prvky Textové prvky Hardvér

Tlačiareň

Datacard Printer

Stav: Pripravená

Sériový port

Číslo portu: COM3 Parita: Žiadna

Prenosová rýchlosť: 19200 Stop bity: 1

Dátové bity: 8 Riadenie toku dát: Žiadne

Zmazať uložené nastavenia Uložiť Zrušiť

PRÍLOHA D: LICENCIE

Aplikácia je postavená na frameworku Qt od spoločnosti Digia Plc. s licenciou GNU Lesser General Public License version 2.1. (<http://qt-project.org>)

Licencia: <http://www.gnu.org/licenses/old-licenses/lgpl-2.1.html>

Ikony použité v aplikácii Silk icon set vytvoril Mark James pod licenciou Creative Commons Attribution 2.5 License. (<http://www.famfamfam.com/lab/icons/silk>)

Licencia: <http://creativecommons.org/licenses/by/2.5>