

Evidence hardware pomocí QR kódů

Filip Maruniak

Bakalářská práce
2022



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta aplikované informatiky

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta aplikované informatiky
Ústav informatiky a umělé inteligence

Akademický rok: 2021/2022

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(projektu, uměleckého díla, uměleckého výkonu)

Jméno a příjmení: **Filip Maruniak**
Osobní číslo: **A19067**
Studijní program: **B3902 Inženýrská informatika**
Studijní obor: **Softwarové inženýrství**
Forma studia: **Prezenční**
Téma práce: **Evidence hardware pomocí QR kódů**
Téma práce anglicky: **Hardware Tracking Using QR Codes**

Zásady pro vypracování

1. Zpracujte literární rešerši na téma možností bezkontaktní identifikace.
2. Popište současné řešení evidence hardware ve firmě NXP Semiconductors.
3. Navrhněte rozšíření současného systému o možnost sledovat pohyb hardware pomocí QR kódů.
4. Navržené rozšíření implementujte ve formě demonstračního prototypu.
5. Ověřte funkci systému a navrhněte možnosti dalšího postupu pro jeho plnou implementaci.

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

Seznam doporučené literatury:

1. CATSOULIS, John. Designing embedded hardware. 2nd ed. Sebastopol, CA: O'Reilly, 2005, xvi, 377 p. ISBN 0596007558.
2. HUNG, Shih-Hsuan, Chih-Yuan YAO, Yu-Jen FANG, Ping TAN, Ruen-Rone LEE, Alla SHEFFER a Hung-Kuo CHU. Micrography QR Codes. IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics. 2020, 26(9), 2834-2847. ISSN 1077-2626. Dostupné z: doi:10.1109/TVCG.2019.2896895
3. LIU, Zhihai, Qingliang ZENG, Chenglong WANG a Qing LU. Application Research of QRCode Barcode in Validation of Express Delivery. Advanced Research on Electronic Commerce, Web Application, and Communication. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, 2011, 2011, , 346-351. Communications in Computer and Information Science. ISBN 978-3-642-20366-4. Dostupné z: doi:10.1007/978-3-642-20367-1_56
4. PINKER, Jiří. Mikroprocesory a mikropočítače. 1. vyd. Praha: BEN – technická literatura, 2004, 159 s. ISBN 80-7300-110-1.
5. WHITE, Elecia. Making embedded systems. Sebastopol: O'Reilly, c2012. ISBN 9781449302146.

Vedoucí bakalářské práce:

Ing. Jan Dolinay, Ph.D.

Ústav automatizace a řídicí techniky

Datum zadání bakalářské práce: **3. prosince 2021**

Termín odevzdání bakalářské práce: **23. května 2022**

doc. Mgr. Milan Adámek, Ph.D. v.r.
děkan



prof. Mgr. Roman Jašek, Ph.D., DBA v.r.
ředitel ústavu

Ve Zlíně dne 24. ledna 2022

Prohlašuji, že

- beru na vědomí, že odevzdáním 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 bakalářská práce bude uložena v elektronické podobě v univerzitním informačním systému dostupná k prezenčnímu nahlédnutí, že jeden výtisk bakalářské práce bude uložen v příruční knihovně Fakulty aplikované informatiky Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně;
- byl/a jsem seznámen/a s tím, že na moji 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 – bakalářskou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití jen připouští-li tak licenční smlouva uzavřená mezi mnou a Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně s tím, že vyrovnání případného přiměřeného příspěvku na úhradu nákladů, které byly Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše) bude rovněž předmětem této licenční smlouvy;
- beru na vědomí, že pokud bylo k vypracování 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 bakalářské práce využít ke komerčním účelům;
- beru na vědomí, že pokud je výstupem 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 bakalářské práci pracoval samostatně a použitou literaturu jsem citoval. V případě publikace výsledků budu uveden jako spoluautor.
- že odevzdaná verze bakalářské práce a verze elektronická nahraná do IS/STAG jsou totožné.

Ve Zlíně, dne

.....
podpis studenta

ABSTRAKT

Cieľom záverečnej bakalárskej práce je analyzovanie možností bezkontaktnej identifikácie a následná implementácia informačného systému využívajúceho túto technológiu. Predmetom skúmania sa stali čiarové kódy, QR kódy a RFID čipy. Bakalárska práca je rozdelená do štyroch kapitol. Prvá kapitola je venovaná popisu technológií zahrnutých do možností bezkontaktnej evidencie, ako aj ich technické parametre, spôsoby využitia a možnosti skenovania. V druhej kapitole nájdeme opis informačného systému momentálne využívaného spoločnosťou NXP Semiconductors. V praktickej časti sa venujem návrhu a implementácií rozšírenia pre informačný systém s možnosťou skenovania QR kódov pre evidenciu hardwaru.

Kľúčové slova: Bezkontaktná evidencia, Čiarový kód, QR kód, RFID.

ABSTRACT

The aim of the final bachelor thesis is to analyze the possibilities of contactless identification and subsequent implementation of an information system using this technology. Bar codes, QR codes and RFID chips became the subject of this research. The bachelor thesis is divided into four chapters. The first chapter is devoted to the description of technologies included in the possibilities of contactless identification, as well as their technical parameters, methods of use and scanning capabilities. In the second chapter we will find a description of the information system currently used by NXP Semiconductors. In the practical part I deal with the design and implementation for an information system with the possibility of scanning QR codes for hardware identification.

Keywords: Contactless identification, Barcode, QR code, RFID

Ďakujem vedúcemu bakalárskej práce **Ing. Janovi Dolinayovi, Ph.D.** za cenné poznatky, rady a pripomienky, ktoré mi boli nápomocné pri tvorbe tejto práce. Ďalej moje poďakovanie patrí aj **Ing. Samuelovi Mudříkovi**, za jeho spoluprácu, rady a inšpirácie.

Prehlasujem že odovzdaná verzie bakalárskej práce a verzia elektronická nahraná do IS/STAG sú totožné

Obsah

ÚVOD.....	6
I. TEORETICKÁ ČÁST.....	7
1 MOŽNOSTI BEZKONTAKTNEJ IDENTIFIKÁCIE	8
1.1 ČIAROVÉ KÓDY	9
1.1.1 HISTÓRIA ČIAROVÝCH KÓDOV	9
1.1.2 TYPY ČIAROVÝCH KÓDOV	11
1.1.3 ŠTRUKTÚRA ČIAROVÝCH KÓDOV.....	14
1.1.4 SKENOVANIE ČIAROVÝCH KÓDOV	16
1.2 QR KÓDY	17
1.2.1 HISTÓRIA QR KÓDOV	17
1.2.2 ŠTRUKTÚRA QR KÓDU	18
1.2.3 TYPY QR KÓDU.....	20
1.2.4 OPRAVA CHÝB.....	23
1.2.5 SKENOVANIE QR KÓDOV	23
1.3 RFID	24
1.3.1 HISTÓRIA RFID.....	25
1.3.2 TYPY RFID ČIPOV	27
PASÍVNE RFID ČIPY	27
AKTÍVNE RFID ČIPY	27
POLO-PASÍVNE RFID ČIPY	27
1.3.3 RFID ČÍTAČKA	28
2 SÚČASNÉ RIEŠENIE EVIDENCIE HARDWARE V NXP.....	29
2.1 OPIS SYSTÉMU	29
II. PRAKTICKÁ ČÁST	33
3 NÁVRH ROZŠÍRENIA INFORMAČNÉHO SYSTÉMU NXP.....	34
3.1 ZVOLENIE SPÔSOBU BEZKONTAKTNEJ EVIDENCIE.....	34
3.2 URČENIE TYPU A PARAMETROV QR KÓDU.....	34
3.3 NÁVRH INFORMAČNÉHO SYSTÉMU.....	38
4 IMPLEMENTÁCIA INFORMAČNÉHO SYSTÉMU.....	39
4.1 PARTIALS.....	39
4.2 HLAVNÁ STRÁNKA	39
4.3 SKENER.....	42
4.4 NÁVRHY PRE BUDÚCE ÚPRAVY SYSTÉMU	43
ZÁVĚR	44
SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY.....	45
SEZNAM OBRÁZKŮ	48
SEZNAM TABULEK.....	50

ÚVOD

Vývoj akýchkoľvek novodobých technológií so sebou nesú spoločný jeden hlavný bod, zjednodušiť ľuďom ich prácu. Tým sa riadi aj myšlienka tohto zadania, firma. NXP Semiconductors momentálne vyrába veľké množstvo hardwaru ktorý zamestnanci interne zdieľajú a evidujú vo vnútrofirnom informačnom systéme. Ráznym zrýchlením a zjednodušením tohto procesu by mohlo byť využitie bezkontaktné evidencie, čomu sa v tejto práci budem venovať.

Bezkontaktná evidencia je skvelým riešením zvýšenia automatizácie v procese zdieľania a evidovania hardwaru. Poskytuje nám mnohé riešenia tejto problematiky ako čiarové kódy, QR kódy alebo RFID čipy. Pri vyberaní správnej technológie pre tvorbu nadstavby je kľúčové zhodnotiť všetky vlastnosti a parametre ktoré nám jednotlivé možnosti môžu poskytnúť. Rovnako dôležitou časťou je pozrieť sa na hardware s ktorým momentálne spoločnosť NXP pracuje, pre zistenie použiteľných rozmerov do ktorých môžeme zvolenú technológiu zasadiť. Pri hodnotení ideálneho spôsobu bezkontaktné identifikácie boli najdôležitejšie parametre ako kapacita dát, rýchlosť skenovania, spoľahlivosť, veľkosť a v neposlednom rade cena. Po zvážení všetkých bodov, sa technológia QR kódov javila ako najrozumnejšie riešenie s vysokým obsahom dát, skvelou spoľahlivosťou, vysokou rýchlosťou a nízkou cenou.

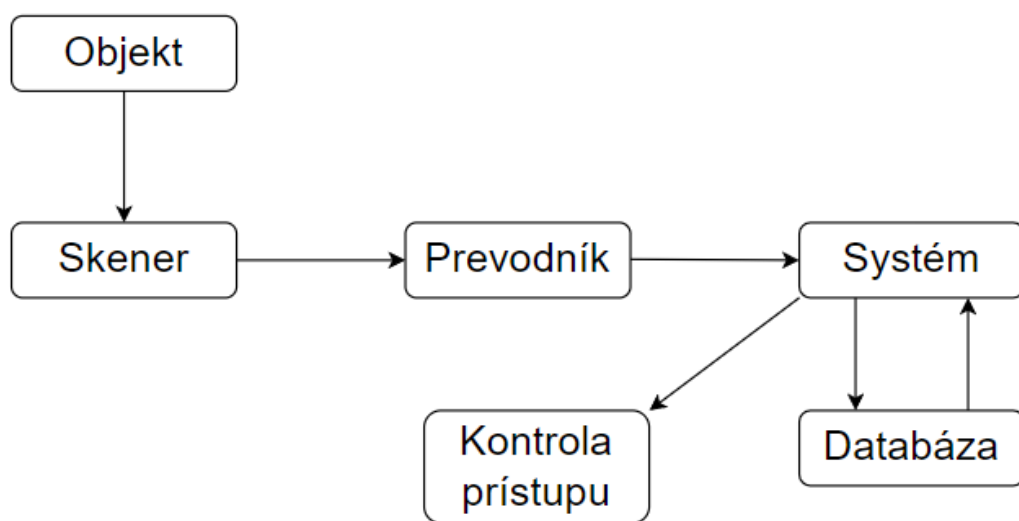
Ďalším bodom je samostatný vnútrofirný systém. Je potrebné zistiť v akom stave sa daný systém nachádza, či vyhovuje pracovníkom, ako pracuje s dátami, aké technológie používa, prípadne akým spôsobom s ním pracovníci interagujú. Na tento systém sa bude vytvárať nová nadstavba bezkontaktné evidencie takže je nevyhnutné zistiť všetko potrebné pre prácu s ním.

Danú nadstavbu bude finálne potrebné implementovať od skeneru ktorý s dosadenými QR kódmi bude schopný pracovať, po prepojenie s hlavným informačným systémom. Finálne túto implementáciu otestovať a analyzovať možné vylepšenia prípadne optimalizáciu do budúcnosti.

I. TEORETICKÁ ČÁST

1 MOŽNOSTI BEZKONTAKTNEJ IDENTIFIKÁCIE

Bezkontaktnú identifikáciu zastrešuje AIDC – Automatic identification and data capture, teda skupinu technológií určené pre identifikáciu objektov, na zber dát o týchto objektoch a na zadávanie týchto dát priamo do informačného systému, bez ľudskej interferencie. V prípade potreby ľudskeho zásahu, tak vo forme bezkontaktného skenovania. Medzi technológie o ktorých typicky uvažujeme ako súčasť AIDC radíme QR kódy, Čiarové kódy, identifikácia na rádiovkej frekvencii (RFID), optické rozpoznávanie skenovaného tlačeného textu (OCR), biometria.



Obrázok 1. Štruktúra identifikácie a zachytávania údajov [1]

Dáta príslušné k objektu nazývame identifikačné dáta. Tieto dáta môžu byť v rôznych formách ako napríklad znaky, obrázky, hlas, odtlačky prstov. Tieto dáta sú konvertované do digitálnej formy pomocou prevodníku a následne zapísané do informačného systému. Systém tieto dáta zanalyzuje alebo porovná s ostatnými dátami v databáze a následne rozhodne či im pridelí prístup.

Objekty určené pre bezkontaktnú identifikáciu prechádzajú 3 stavmi:

- **Kódovanie dát:** v tomto stave sa alfanumerické znaky konvertujú do strojového kódu.
- **Skenovanie:** v tomto stave skener číta kódované dáta a konvertuje ich do elektrických signálov.
- **Dekódovanie dát:** v tomto stave sa elektrické signály transformujú do digitálnych dát, ktoré sa následne konvertujú do alfanumerických znakov [1].

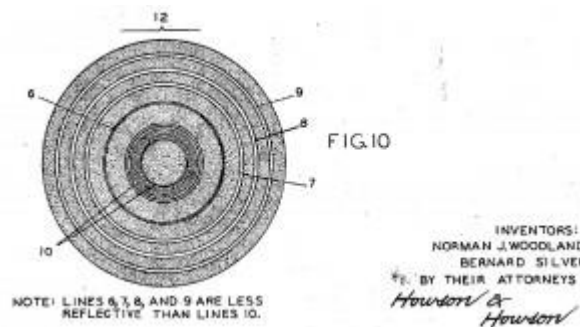
1.1 Čiarové kódy

Čiarový kód je štvorcový alebo obdĺžnikový útvar obsahujúci analógové čierne čiary s bielymi medzerami s rozličnými rozmermi. Čierne čiary a biele medzery v čiarovom kóde, reprezentujú strojovo čitateľný kód vo forme číslíc a znakov. Z toho vyplýva že čiarový kód je spôsob ktorým sme schopný zakódovať informácie v piktografickom vzore ktorý je stroj schopný prečítať [2].

1.1.1 História čiarových kódov

História čiarových kódov sa tiahne až do obdobia pred 2. svetovou vojnou, pričom sa spomína v patente z roku 1934 od Johna Kermoda, Douglassa Younga a Harryho Sparkesa. Patent bol pridelený spoločnosti Westinghouse Electric Co LLC a týkal sa stroja, ktorý triedil karty a zaznamenával údaje využitím fotoelektrických článkov v súlade so značkami n a kartách alebo záznamoch. Bohužiaľ prvý skutočný prototyp čiarového kódu bol navrhnutý až o 15 rokov neskôr dvojicou postgraduálnych študentov Drexel Institute of Technology vo Philadelphii.

Miestny obchod s potravinami požiadal inštitút o vývoj systému, ktorý by dokázal automaticky skenovať informácie o produkte. Bernard Silver a Norman Joseph Woodland túto výzvu prijali a začali pracovať na metóde ktorá využívala atramentové vzory ktoré by žiarili pod UV svetlom. Tento prototyp bol síce funkčný ale kvôli nestabilite a nevyspytateľnosti tohto atramentu nakoniec nebol využitý. V roku 1949 Woodland podal Woodland patent na prototyp, z ktorého sa neskôr vyvinul moderný čiarový kód. Jeho prvotný dizajn sa však príliš nepodobal dnešným moderným UPC alebo EAN čiarovým kódom. Namiesto toho tento dizajn používal sústredené kruhy, ktoré sa podobali na terč, alebo „Bullseye“ podľa ktorého získal tento prototyp jeho názov. Vzor bol založený na Morseovej abecede so štyrmi bielymi čiarami na tmavom pozadí. Informácie boli kódované na základe prítomnosti alebo neprítomnosti akýchkoľvek bielych čiar čo poskytlo 7 rôznych kategórií produktov, ktoré bolo možno identifikovať. Bolo možné pridať viac riadkov, čím sa zvýšila schopnosť kódu klasifikovať veci. Pre predstavu terč s 10 riadkami môže kódovať 1023 rôznych kategórií. V roku 1951 sa Woodland pripojil k IBM a v roku 1952 mu bol udelený patent. IBM ponúklo odkúpenie tohto patentu za relatívne nízku cenu, pretože nedôverovali že Woodlandov nápad má dlhodobú udržateľnosť. Woodland túto ponuku odmietol a namiesto toho patent predal spoločnosti Radio Corporation of America, skrátene RCA.



Obrázok 2. Čiarový kód Bullseye [3]

Systém čiarových kódov Bullseye nebol jedinou praktickou aplikáciou čiarového kódu, aj keď to bola prvá úspešná metodika, ktorá bola patentovaná a odkúpená. RCA neuviedla svoj systém do praktického využitia až do roku 1967, zatiaľ čo železničný priemysel začal využívať systém „KarTrak“ na začiatku šesťdesiatych rokov. KarTrak bol pôvodne vyvinutý Davidom Collinsom. Využíval sériu 13 červených a modrých reflexných pruhov farby na oceľových platniach. KarTrak sa skladal z pruhov „stop“ a „štart“, ako aj 4-miestny identifikátor železničnej spoločnosti a 6-miestne číslo vozňa. Skenovanie sa uskutočňovalo pri pohybe každého vozňa z dvora na svojej koľajnici. Bohužiaľ kvôli zlým ekonomickým podmienkam a nespoľahlivosti systému vzniknutej z neustáleho zasahovania špiny do čiarových kódov, bol systém úplne zrušený.

Ďalším krokom v histórii čiarových kódov bolo v roku 1967 kedy sa už menovaná spoločnosť RCA pokúsila implementovať Woodlandov Bullseye systém čiarových kódov. Prostredím pre tento pokus bol obchod Kroger Grocery v meste Cincinnati. V tomto prípade bol problémom tvar a veľkosť čiarového kódu čo obmedzilo množstvo údajov ktoré bolo možné v ňom zakódovať. Tlač bola taktiež náročná, pretože akákoľvek nedokonalosť by mohla spôsobiť že systém bude nepoužiteľný. V konečnom dôsledku ho jednoducho nebolo možné upraviť tak, aby vyhovoval potrebám obchodu. Ďalšou prekážkou bola aj potrebnosť štandardizovať tento systém aby uspokojil nielen jeden obchod, ale celé odvetvie. Nakoniec v dôsledku týchto bodov bol tento pokus neúspešný.

Koncept čiarových kódov prilákal v tomto období veľkú pozornosť, na základe toho bol vytvorený tzv. „Ad Hoc Committee of the Universal Product Identification“ teda „Výbor pre univerzálnu identifikáciu produktov“ aby stál na čele vývoja nového univerzálneho čiarového kódu ktorý by sa dal použiť vo všetkých obchodoch. Špecifikácie komisie na nový univerzálny systém zahŕňali: čiarový kód musel byť malý, čitateľný z akéhokoľvek smeru,

možnosť tlače pomocou existujúcej technológie a muselo sa v ňom vyskytovať menej ako 1 z 20 000 nezistených chýb. Spoločnosť IBM neustále pracovala na nájdení lepšieho spôsobu identifikácie položiek s nádejou, že jej ponuka bude akceptovaná výborom pred modelom Bullseye od spoločnosti RCA. Nakoniec prišiel George Laurer s obdĺžnikovým, 10-miestnym čiarovým kódom UPC. V roku 1973 komisia prijala Laurerov čiarový kód UPC a nastala implementácia do obchodov s potravinami ktorá trvala približne rok. Prvým produktom, ktorý sa kedy identifikoval s čiarovým kódom UPC, bolo balenie žuvačiek Wrigley's Juicy Fruit naskenované v supermarkete Marsh's Troy v Ohiu [3].

1.1.2 Typy čiarových kódov

Hlavným dôvodom rozčlenenia typov čiarových kódov, je fakt že čiarové kódy sú využívané v množstve rôznych odvetví. Tým pádom je možné vybrať si ideálny typ ktorý vyhovuje požiadavkám konkrétneho odvetvia. Najčastejšími typmi čiarových kódov sú:

Code 39

- Prvý alfanumerický typ lineárneho čiarového kódu.
- Najjednoduchší alfanumerický typ lineárneho čiarového kódu pre praktické využitie.
- Bežne využívaný v identifikačných štítkoch vrátane menoviek, inventára a priemyselných aplikácií.
- Má premenlivú dĺžku ktorá je samo-kontrolná, to znamená: jediná chyba tlače nemôže previesť jeden znak na iný platný znak, zvyčajne nevyžaduje kontrolnú číslicu.
- Vyžaduje viac miesta na kódovanie údajov. Preto sa neodporúča na označovanie drobného tovaru.
- Páruje sa s alfanumerickými znakmi pomocou štyroch špeciálnych znakov na rozšírenie celej znakovnej sady ASCII, ktorá predstavuje text v počítačoch, komunikačných zariadeniach a iných zariadeniach.



123456L

Obrázok 3. Čiarový kód Code 39 [4]

Code 128

- Alfanumerický alebo čisto numerický typ s premenlivou dĺžkou, ktorá kóduje celú znakovú sadu ASCII.
- Najflexibilnejší typ, najľahšie čitateľný a má najvyššiu integritu správ.
- Kóduje relatívne veľké množstvo dát v relatívne malom priestore .
- Je o 20 – 30 % menší ako **Code 39**.
- Obsahuje kontrolnú číslicu.
- Bežne sa používa v prepravnom a doručovacom priemysle na identifikáciu obsahu kontajnerov a paliet v dodávateľskom reťazci.



Obrázok 4. Čiarový kód Code 128 [4]

UPC-A

- Známy ako aj **UPC**.
- Najznámejší typ v Spojených štátoch
- Obsahuje 12-miestny čisto numerický kód ktorý pozostáva z:
 - **Číselného systému** – jedna číslica ktorá identifikuje typ produktu.
 - **Kódu výrobcu** – jedinečný 5-miestny kód pridelený radou **UCC (Uniform Commercial Code Committee)**.
 - **Kód produktu** – jedinečné 5-miestne číslo pridelené výrobcom.
 - **Kontrolná číslica** – jedno číslo používané na overenie správneho skenovania čiarového kódu
- Široko používaný na spotrebný tovar v maloobchodoch.
- Začína byť nahrádzaný typom **GS1 DataBar** ktorý je menší a pokročilejší.



Obrázok 5. Čiarový kód UPC-A [4]

UPC-E

- Variácia typu **UPC-A**.
- Využíva rovnaký formát ako **UPC-A** okrem toho, že obsahuje iba 6 číslic.
- Používa sa na výrobky s veľmi malým balením.



Obrázok 6. Čiarový kód UPC-E [4]

EAN-13

- Známy ako aj **EAN**
- Založený na type **UPC-A**, ktorý nebol navrhnutý pre využitie v Európe.
- Používa numerický formát ako typ **UPC-A**, až na to že numerický systém obsahuje dve číslice na prispôsobenie sa európskym kódom krajín. Výsledkom je teda 13-cifier.
- Odporúča sa pre medzinárodné použitie pretože je schopný čítať čiarové kódy **UPC** aj **EAN**.
- Začína byť nahradzaný typom **GS1 DataBar** ktorý je menší a pokročilejší.



Obrázok 7. Čiarový kód EAN-13 [4]

EAN-8

- Variácia typu **EAN-13**.
- Využíva rovnaký formát ako **EAN-13** okrem toho, že obsahuje iba 8 číslic.
- Nekompatibilný s typom **UPC-E**.



Obrázok 8. Čiarový kód EAN-8 [4]

GS1 Databar

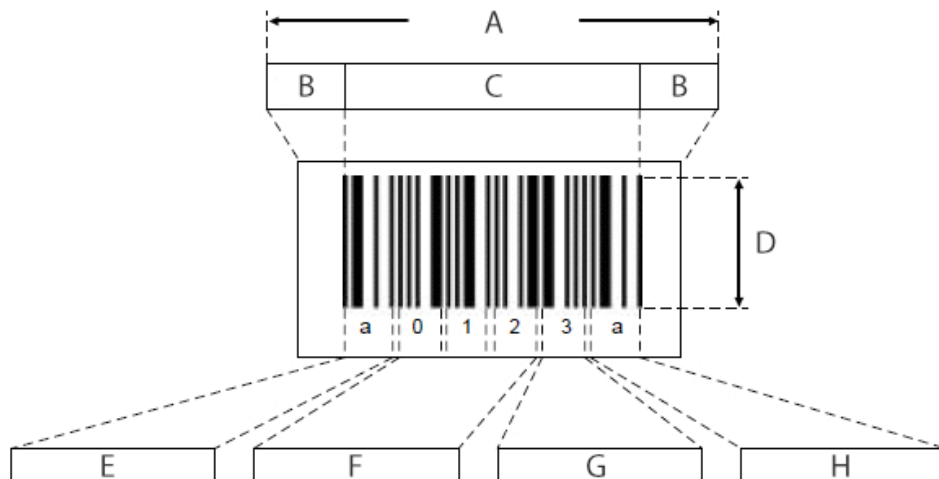
- Pôvodne navrhnutý pre produkty ktoré boli príliš malé pre tradične čiarové kódy.
- Obsahuje skupinu 12, 13 alebo 14 ciferných symbolov GTIN (Global Trade Item Number), ktoré zaberajú menej miesta no obsahujú viac údajov ako typ UPC alebo EAN.
- Bežne sa používa na malé predmety v potravinárstve alebo zdravotníctve [4].



Obrázok 9. Čiarový kód GS1 Databar [4]

1.1.3 Štruktúra čiarových kódov

Čiarové kódy kódujú informáciu jednodimenzionálne. To znamená že informácie sú ukladané vo vzťahu šírky pruhov a medzier navzájom. Vo väčšine typov nie je výška týchto pruhov akýmkoľvek spôsobom relevantná, s výnimkou niektorých výškovo modulárnych poštových značiek.



Obrázok 10. Opis štruktúry čiarového kódu [5]

Samotnú štruktúru čiarového kódu dokážeme opísať pomocou vyššie uvedeného obrázku. V tomto zmysle je rozdelený na:

A: Dĺžka čiarového kódu: Dĺžka čiarového kódu definuje celkovú dĺžku vrátane pravej a ľavej tichej zóny. Pokiaľ by sa dĺžka čiarového kódu nebola schopná zmestiť do šírky skenovania, čítačka by nebola schopná tieto údaje naskenovať.

B: Tichá zóna: Pravý a ľavý koniec čiarového kódu. Pokiaľ okraj nie je dostatočne široký, čítačka nedokáže naskenovať údaje čiarového kódu. Tým pádom musí byť aspoň 10-krát väčší ako šírka úzkeho pruhu.

C: Symbol čiarového kódu

D: Výška čiarového kódu: Výška čiarového kódu sa odporúča väčšia ako 15% jeho celkovej dĺžky. Pokiaľ výška nie je dostatočná, laser sa môže od čiarového kódu odchýliť.

E: Začiatkový znak: Znak značiaci začiatok kódovaných dát.

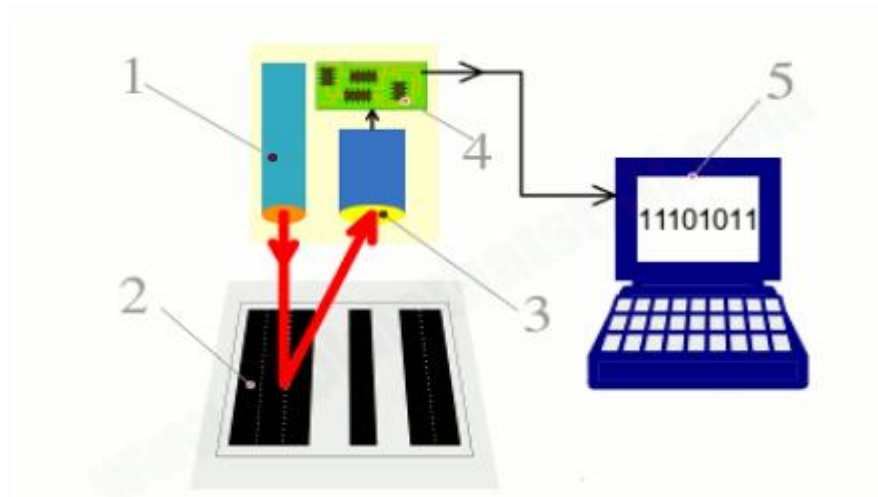
F: Dáta: Pruhové vzory reprezentujúce údaje (numerické znaky, abeceda). Sú usporiadané zľava.

G: Kontrolná číslica: Numerická hodnota vypočítaná na kontrolu chyby čítania. Pripája sa priamo za údaje čiarového kódu.

H: Ukončujúci znak: Znak značiaci koniec kódovaných dát [5].

1.1.4 Skenovanie čiarových kódov

Samotné skenovanie je vykonávané snímačmi čiarových kódov. Snímače musia byť schopné čítať čiernobiele čiary na výrobkoch rýchlo a efektívne. Zároveň musia odovzdávať získané informácie počítaču alebo terminálu, ktorý ich môže okamžite identifikovať pomocou zabudovanej databázy produktov. Zjednodušený proces skenovania zahŕňa:



Obrázok 11. Proces skenovania čiarových kódov [2]

1. Snímacia hlava rozsvieti LED alebo laserové svetlo na čiarový kód.
2. Svetlo odráža späť čiarový kód do elektronického prvku detegujúceho svetlo tzv. fotoelektrický článok. Biele oblasti čiarového kódu odrážajú najviac svetla zatiaľ čo čierne plochy najmenej.
3. Skener sa pohybuje za čiarovým kódom pričom fotoelektrický článok vytvára vzor impulzov zapnutia a vypnutia (čierny pruh – vypnutie, biely pruh - zapnutie).
4. Elektronický obvod pripojený ku skeneru transformuje tieto impulzy zapnutia a vypnutia na binárne číslice.
5. Binárne číslice sa odošlú do počítača pripojenému ku skeneru ktorý následne identifikuje kód.

V niektorých skeneroch je len jeden fotoelektrický článok a akonáhle posúvame hlavu skenera okolo čiarového kódu, bunka postupne deteguje každú časť čierneho-bieleho kódu. V sofistikovanejších skeneroch existuje celý rad fotoelektrických článkov a celý kód je vnímaný jedným ťahom. V skutočnosti skenery nepracujú s binárnymi hodnotami ako ich výstup ale konvertujú ich priamo na desatinné čísla [2].

1.2 QR kódy

Quick Response Code alebo QR kód je dvojrozmerný čiarový kód vyvinutý spoločnosťou Denso Wave Corporation. QR kód dostal tento názov, pretože bol vyvinutý na zlepšenie rýchlosti čítania komplexne štruktúrovaných 2D čiarových kódov. Tento typ kódu bol pôvodne používaný pre sledovanie zásob vo výrobe dielov vozidiel. Momentálne je využívaný v rôznych priemyselných odvetviach. Použitie QR kódov je kompletne bezplatné, pretože špecifikácia tejto technológie je otvorená a vlastník jej patentového práva, spoločnosť Denso Wave ho neuplatňuje [6].

1.2.1 História QR kódov

V období 60. rokov Japonsko vstúpilo do obdobia vysokého ekonomického rastu. Výsledkom toho bol rozmach lokálnych supermarketov s širokým sortimentom komodít ktoré využívali technológiu čiarových kódov. S rastúcim využitím tejto technológie sa začali ukazovať aj jej obmedzenia, najvýraznejším bol fakt, že čiarový kód môže obsahovať iba 20 alfanumerických znakov. Používatelia ktorým tento obsah dát značne nevystačil kontaktovali spoločnosť Denso Wave, ktorá v tom čase vyvíjala čítačky čiarových kódov, s žiadosťou o vytvorenie typu čiarového kódu ktorý by bol schopný kódovať znaky Kanji a Kana, rovnako ako aj alfanumerické.

Na základe tohto požiadavku bol vytvorený vývojový tím, tento tím obsahoval iba 2 členov a na čele stál Masahiro Hara. Hlavným prvkom ktorý sa snažili docieľiť bola vysoká rýchlosť skenovania, tú docielili vyvinutím pozičných informácií ktoré naznačovali existenciu kódu ktorý má byť čítaný. Tieto pozičné informácie vznikli vo forme štvorcových značiek, ktoré vo finálnom výsledku naozaj doručili vysokorýchlostné čítanie. S tým ale prišiel ďalší problém kedy sa v blízkosti detekčného štvorca objaví podobne vyzerajúci vzor, môže nastať chyba čítania. Po dôkladnom zvážení tohto problému, nakoniec prišli na najmenej používaný pomer čiernych a bielych plôch ktorý bol 1:1:3:1:1. Vďaka tomuto vytvorili systém na určenie orientáciu kódu bez ohľadu na uhol snímania hľadaním tohto jedinečného pomeru. Výsledkom bolo vytvorenie QR kódu schopného zakódovať približne 7000 numerických znakov s dodatočnou možnosťou kódovania znakov Kanji. Tento kód bolo rovnako možné skenovať približne viac ako 10-krát rýchlejšie ako iné čiarové kódy.

V roku 1994 bolo oznámenie oficiálneho vydania technológie QR kódu. Táto technológia bola prijatá automobilovým priemyslom čo výrazne prispelo k zefektívneniu ich riadiacej

práce pre širokú škálu úloh od výroby cez expedíciu až po vydávanie potvrdení o transakciách. V reakcii na novovznikajúci trend kedy ľudia požadovali aby výrobné procesy v tomto odvetví boli čiastočne transparentné, pre možnosť sledovania produktov, začali potravinárske, farmaceutické spoločnosti a spoločnosti zaoberajúcimi sa kontaktnými šošovkami využívať tento kód na kontrolu svojho tovaru. Spoločnosť Denso Wave nakoniec vydala rozhodnutie o ponechaní si patentových právach na kód avšak vyhlásila že tieto práva nebude uplatňovať. Táto politika podporila rast popularity QR kódov, ktorého využitie sa pomaly začalo nachádzať po celom svete [7].

Následná štandardizácia QR kódu:

Október, 1997: Pridelený štandard AIM International (Automatic Identification Manufacturers International).

Marec, 1998: Pridelený štandard JEIDA (Japanese Electronic Industry Development).

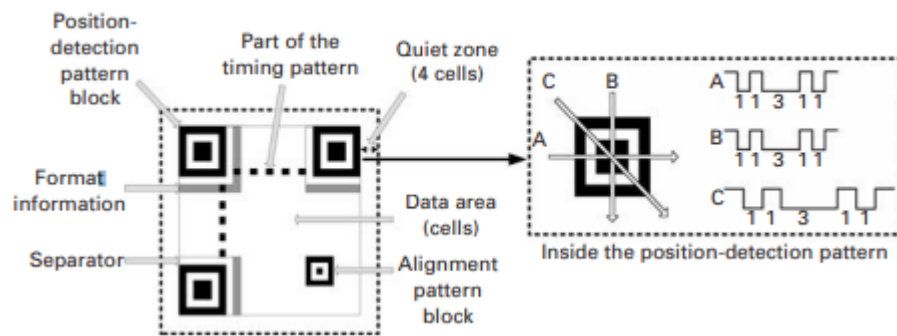
Január, 1999: Pridelený štandard JIS (Japanese Industrial Standards).

Jún, 2000: Pridelený medzinárodný štandard ISO.

December 2011: Pridelený štandard pre mobilné telefóny GS1, medzinárodnou normalizačnou organizáciou [8].

1.2.2 Štruktúra QR kódu

QR kód pozostáva zo siedmich prvkov, zo vzoru hľadáča a načasovania, vzoru zarovnania, tichej zóny, ďalej obsahuje informácie o formáte, oddeľovač a oblasti obsahujúce dáta. Vzor hľadáča sa zvyčajne nazýva vzor detekcie polohy a jeho samostatné časti sú umiestnené v troch rohoch QR kódu. Vzor načasovania pozostáva z prerušovaných hraníc medzi blokmi hľadáča. Bloky vzoru zarovnania sú priradené v rámci oblasti zakódovaných dát s fixnými pozíciami a každý blok má vo svojom strede izolovanú bunku. Každý QR kód je obklopený tichou zónou s šírkou štyroch modulov (Mikro QR kód má napríklad šírku dvoch modulov).



Obrázok 12. Štruktúra QR kódu [9]

Vzor detekcie polohy (Position-detection pattern block):

Bloky vzoru na detekciu polohy v umiestnené do troch rohov QR kódu sú jedným z najvýraznejších častí QR kódu. Pri skenovaní sú tieto bloky prvé ktoré majú byť zachytené čítačkou, ktorá potom rýchlo lokalizuje polohu kódu. Akonáhle je poloha QR kódu lokalizovaná, veľkosť kódu, sklon a orientácie sa vypočítajú z troch vzorov hľadáča. Táto vlastnosť umožňuje čítanie QR kódu zo všetkých smerov.

Vzor načasovania (Timing pattern):

Vzor načasovania pozostáva z vertikálnych a horizontálnych prerušovaných hraníc umiestnených medzi blokmi vzoru detekcie polohy. Tieto hranice sa používajú na výpočet ťažiska každej bunky a prípadnú modifikáciu, pokiaľ by došlo ku skresleniu symbolov alebo zmenám v rozstupe buniek.

Vzor zarovnania (Alignment pattern block):

Vzor zarovnania umožňuje korekciu akéhokoľvek lokálneho skreslenia. To dosiahne určením stredových súradníc každého bloku vyrovnávacieho vzoru a úpravou ťažísk dátových buniek. Izolovaná čierna bunka v rámci každého bloku vyrovnávacieho vzoru umožňuje rýchly výpočet stredových súradníc bloku.

Informácie o formáte (Format information):

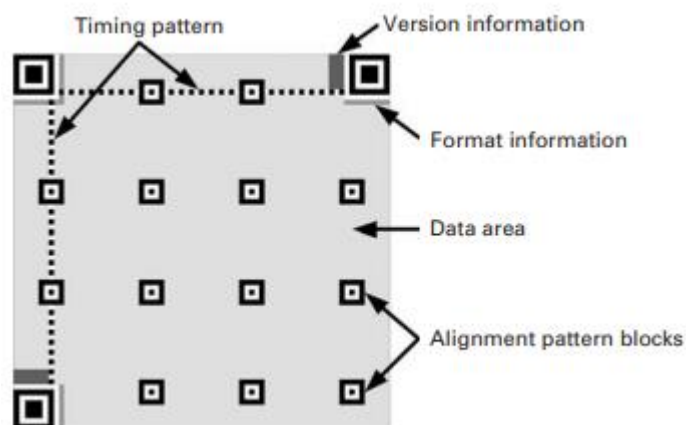
Informácie o formáte označujú verziu QR kódu, úroveň opravy chýb a vzor masky. Preto táto oblasť je prvým miestom, ktorá sa číta v procese dekodovania.

Oblasť obsahujúca dáta (Data area):

V tejto oblasti nájdeme zakódované originálne dáta a Reed-Solomonov kód. Reed-Solomonov kód je matematická korekčná metóda schopná vykonať opravu na úrovni byte-u a je vhodný pre koncentrované burst chyby.

Tichá zóna (Quiet zone):

Tichá zóna umožňuje QR kód odlíšiť od jeho pozadia, čo vedie k presnému vysokorýchlostnému čítaniu [9].



Obrázok 13. Podrobnejší pohľad na umiestnenie prvkov [9]

1.2.3 Typy QR kódu

QR kód Model 1:

Pôvodný QR kód, je schopný zakódovať 1167 číslic, pričom jeho maximálna verzia je 14, obsahujúca 73 x 73 modulov.



Obrázok 14. QR kód Model 1 [10]

QR kód Model 2:

QR kód vytvorený vylepšením Modelu 1 tak, aby ho bolo možné čítať plynulo, aj ak je nejakým spôsobom skreslený. QR kódy ktoré boli vytlačené na zakrivenom povrchu alebo ktorých forma je zdeformovaná v dôsledku uhla čítania, je možné efektívne prečítať

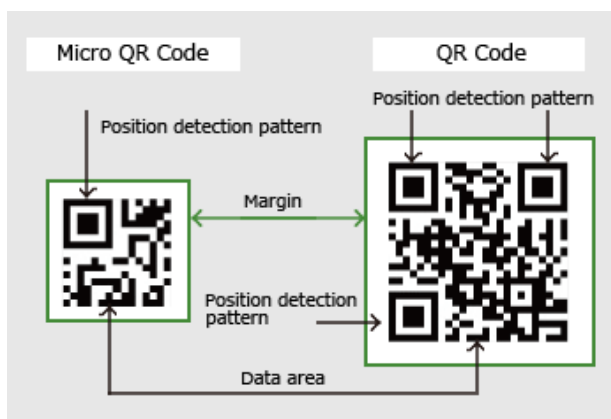
odkazom na vzor zarovnanania, ktorý je v nich vložený. Môže zakódovať až 7089 číslic, pričom jeho maximálna verzia je 40, obsahujúca 177 x 177 modulov [10].



Obrázok 15. QR kód Model 2 [10]

Mikro QR kód:

Hlavnou črtou Mikro QR kódu je iba jeden vzor detekcie polohy v porovnaní s bežným QR kódom. Okrem toho QR kód vyžaduje aspoň štyri moduly širokú tichú zónu zatiaľ čo dva moduly široká tichá zóna stačí pre Mikro QR kód. Táto konfigurácia umožňuje umiestnenie do ešte menších oblastí ako QR kód. Hlavnou nevýhodou je kódovateľný obsah, maximálne 35 číslic [11].



Obrázok 16. Rozdiel medzi QR kódom a Mikro QR kódom [11]

iQR kód:

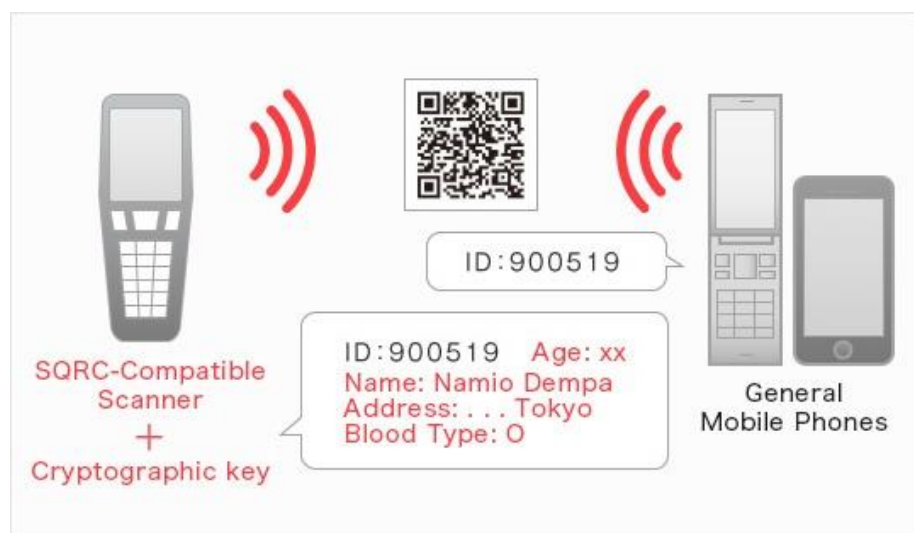
iQR kód je maticový 2D kód umožňujúci ľahké čítanie jeho polohy a veľkosti. Tento kód umožňuje širokú škálu kódov od menších ako tradičný QR kód a mikro QR kód až po veľké, ktoré dokážu uložiť viac údajov. Tento kód môže byť vytlačенý ako obdĺžnikový kód, čierobiely inverzný kód alebo kód bodového vzoru, čo umožňuje širokú škálu aplikácií v rôznych oblastiach [12].



Obrázok 17. iQR kód a obdĺžnikový iQR kód [13]

SQRC:

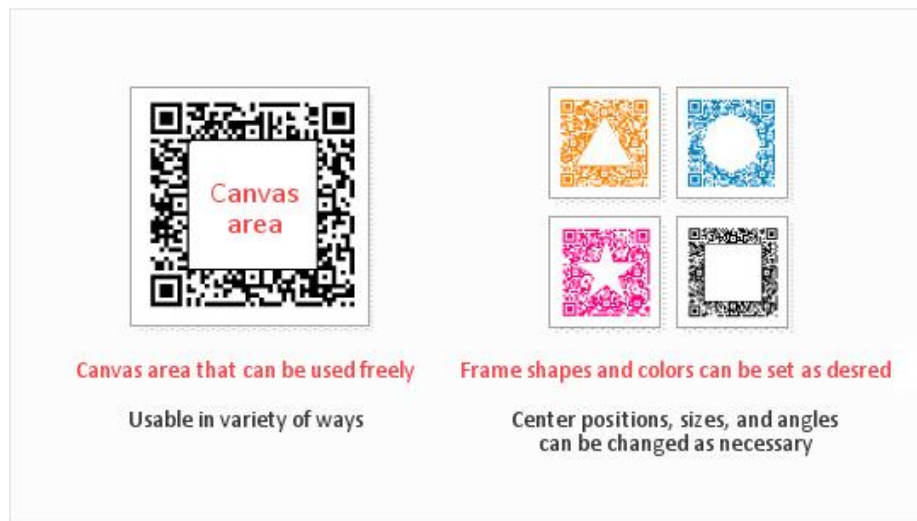
SQRC je vzhľadovo úplne identický ako bežný QR kód. Môže obsahovať verejné aj súkromné údaje, pričom súkromné údaje je možné čítať iba pomocou vyhradenej čítačky s kryptografickým kľúčom. Táto pridelená ochrana dokáže zabrániť falšovaniu a manipuláciu s citlivými dátami [13].



Obrázok 18. Demonštrácia SQRC kódu [13]

Frame QR:

Tento QR kód obsahuje oblasť alebo rám na uloženie obrázka. Keďže tvar a farbu rámu je možné flexibilne meniť, kód tým môže získať špecifický vzhľad ktorý vynikne [14].



Obrázok 19. Frame QR kód [14]

1.2.4 Oprava chýb

QR kódy majú schopnosť opravy chýb na obnovenie pôvodných údajov, v prípade ak by sa znečistili alebo poškodili. Maximálne je možné obnoviť 30% kódovaných informácií. Oprava chýb sa implementuje pridaním Reed-Solomon kódu k originálnym údajom. K dispozícii sú 4 rôzne úrovne opravy chýb.

Úroveň L	Približná oprava 7%
Úroveň M	Približná oprava 15%
Úroveň Q	Približná oprava 25%
Úroveň H	Približná oprava 30%

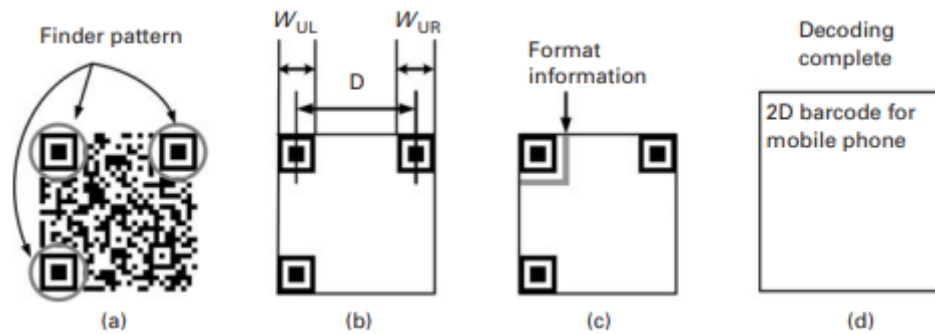
Tabuľka 1. Úrovne opravy chýb QR kódu [9]

1.2.5 Skenovanie QR kódov

Na snímanie QR kódu sa používajú snímače CCD (Charge coupled device). Štruktúra snímača CCD ktorý zvykne byť zabudovaný aj v mobilných kamerách. Proces skenovania je nasledovný:

- a.) Lokalizujú sa tri vyhľadávacie vzory a vypočíta sa stred každého vzoru.
- b.) Je určená veľkosť modulu symbolu.

- c.) Dekóduje sa informácia o formáte a definuje sa úroveň opravy chýb a maskovanie.
- d.) Zistí sa celý dátový blok a kódové slová pre opravu chýb sa vymažú. Nespracované dáta sa dekodujú podľa definovanej úrovne korekcie chýb a vzoru maskovania. Ako výstup tohto procesu dostaneme dekodovaný text [9].



Obrázok 20. Proces dekodovania [9]

1.3 RFID

RFID je metóda bezkontaktnnej identifikácie, ktorá využíva rádiové vlny na ukladanie a získavanie údajov z identifikačného čipu. Tieto čipy sú nazývané RFID čipy. RFID sa v súčasnosti široko používa v mnohých aplikáciách vrátane bezpečnosti, riadenia prístupu, dopravy alebo sledovania dodávateľského reťazca. Systém RFID zvyčajne vyžaduje tri hlavné komponenty: čítačka/zapísovač, RFID čip a aplikačný software na zapisovanie dát. RFID čítačka obsahuje anténu, vysielateľ-prijímač, a dekodér. Čítačka periodicky vysiela signály na vyhľadávanie značiek v ich blízkosti. Akonáhle zachytí signál z čipu, extrahuje informáciu a odovzdá údaje spracovateľskému subsystému. RFID čip pozostáva z antény, rádiového vysielateľa a prijímateľa a integrovaného obvodu na ukladanie a spracovanie dát.

Existuje niekoľko typov čipov. Čip obsahuje zapisovateľnú pamäť, kde sú dáta uložené na neskorší prenos do čítačiek. Kapacita vnútornej pamäte čipu, závisí od jeho modelu a pohybuje sa od desiatok až po tisíce bajtov. Technológia RFID je klasifikovaná ako bezdrôtová komunikácia krátkeho dosahu, čo sú systémy, ktoré pokrývajú menšie vzdialenosti ako 100 metrov. Systémy so spoločnou klasifikáciou sú napríklad: Bluetooth alebo Wi-Fi [6].

1.3.1 História RFID

V období 2. svetovej vojny nájdeme prvý prípad použitia technológie podobnej RFID. Radar ktorý v roku 1935 vynášiel Sir Robert Alexander Watson-Watt, bol používaný v celej americkej, britskej a nemeckej armáde. Radarové signály používané na detekciu prichádzajúcich lietadiel však nedokázali určiť, či lietadlo patrilo spojeneckým silám alebo nepriateľom. Riešenie zo strany Nemecka bolo nechať svojich pilotov po návrate na základňu stočiť svoje lietadlá, čo zmenilo radarový signál a upozornilo ich posádky že v skutočnosti ide o nemecké lietadlo. Briti posunuli túto myšlienku o krok ďalej a vynášli systém IFF (Identify Friend or Foe), pozostával z vysielача inštalovaného na každom lietadle, ktorý vysielal signál ako odpoveď.

V roku 1946 Sovietsky zväz vyvinul špionážny nástroj využívajúci technológiu podobnú RFID. Leon Theremin vytvoril hudobný nástroj, na ktorom bolo možné hrať bez potreby fyzického dotyku v dôsledku statických vĺn, ktoré vytváral. Sovietsky zväz sa týmto vynálezom inšpiroval na základe čoho vznikla anténa, ktorá bola aktivovaná rádiovými vlnami. Táto anténa bola ukrytá do slávnostnej pečate udelenej americkému veľvyslancovi. Pečať bola schopná zachytávať zvuk svojho okolia ktorý odosiela späť Sovietom. Pretože si zariadenie nevyžadovalo žiadne batérie ani káble, zostalo neobjavené vo veľvyslancovej študovni celých 7 rokov.

V roku 1948 vyšiel článok Harryho Stockmana, ktorý poslúžil ako zlomový bod pre výskum RFID počas nasledujúcich dvoch desaťročí. Článok mal názov „Komunikácia prostredníctvom odrazenej sily“.

50. a 60. roky boli obývané vedeckými článkami a prezentáciami, ktoré podrobne popisovali použitie rádiovfrekvenčnej (RF) technológie na detekciu objektov na veľké vzdialenosti. Objavili sa systémy detekcie krádeže a elektronické sledovanie, ktoré všetky využívali RF technológiu. Avšak, RFID nebolo oficiálne patentované až do roku 1973, v prelomovom tvrdení Maria W. Cardulla, ktorý vytvoril aktívny systém RFID označovania využívajúci prepisovateľnú pamäť. V tom istom roku bol pasívny systém RFID patentovaný Charlesom Waltonom, návrhárovi pasívnej odpovede, ktorá dokázala odomknúť dvere bez kľúča, táto technológia sa dodnes používa v mnohých hotelových izbách.

Hoci to boli prvé patenty, súbežne sa vyvíjali aj ďalšie systémy, najmä vládou USA. Ministerstvo energetiky potrebovalo sledovať jadrové materiály, a tak poverilo Národné laboratórium v Los Alamos, aby vyvinulo riešenie. Toto riešenie, ktoré bolo komercializované v 80.

rokokoch minulého storočia, spočívalo v umiestnení transpondérov do nákladných vozidiel prepravujúcich jadrové látky, ktoré bolo možné okamžite prečítať spoza brán jadrových zariadení a poskytnúť vodičovi identifikáciu a údaje týkajúce sa jeho nákladu. Podobné systémy, ktoré sa spoliehali na nízkofrekvenčné vlny, nakoniec Los Alamos upravilo ako pasívne RFID štítky na sledovanie dávok liekov podávaných hospodárskym zvieratám.

V roku 1999 bolo založené centrum Auto-ID vedcami z Massachusettského technologického inštitútu (MIT) s cieľom štandardizovať formát informácií kódovaných RFID. Táto skupina už predtým vytvorila elektronický kód produktu (EPC) pre štítky RFID, ktorý obsahoval štyri polia: číslo verzie, číslo výrobcu, číslo produktu a sériové číslo. Myšlienkou EPC bolo prepojiť položku označenú RFID s databázou pomocou systému názvov objektov (ONS) podobného systému názvov domén (DNS). Prvý test tejto technológie bol vykonaný na mikrovlnnej rúre, v ktorej bola nainštalovaná čítačka RFID, ktorá dokázala čítať štítky RFID pripevnené k jedlám do mikrovlnnej rúry. Rúra čítala štítky, identifikovala databázu prostredníctvom ONS a stiahla si pokyny na varenie, ktoré umožnili mikrovlnnej rúre uvariť jedlo. Náklady na výrobu RFID štítkov boli vtedy vysoké. Preto centrum Auto-ID zameralo svoju pozornosť na zníženie týchto nákladov, aby sa RFID stalo životaschopným identifikačným riešením pre maloobchod a iné odvetvia. Boli prijaté dve opatrenia: prvým bolo zníženie veľkosti čipu a druhým bolo nájsť výrobný proces, ktorý by podporoval čipy malých rozmerov. Aby sa zmenšila veľkosť čipu, minimalizovali informácie dostupné na čipe. Preto bola väčšina relevantných údajov uložená v databáze, pričom značka slúžila ako lokalizátor na prepojenie položky s databázou. Tým sa znížili náklady na výrobu čipov, bolo potrebné menej materiálu a štítky boli použiteľné pre komplexnejšiu škálu aplikácií.

Ďalším krokom bolo nájsť vhodný spôsob výroby takýchto malých čipov. Podmienky potrebné na zabezpečenie presnosti pri manipulácii s drobnými trieskami mali byť tiež ekonomické; tradičné roboty z tej doby však túto úlohu nezvládli. Namiesto toho skupina Auto-ID spolupracovala s Alien Technology na vývoji procesu prúdenia tekutín, ktorý využíval vibrácie na zostavenie čipov. To im umožnilo vyrábať čipy RFID prostredníctvom masívnej paralelnej montáže, čím sa drasticky znížili výrobné náklady [15].

1.3.2 Typy RFID čipov

Pasívne RFID čipy

Pasívne RFID čipy prezentujú najjednoduchšiu verziu RFID štítkov, ktoré neobsahujú vlastný zdroj energie, ako je batéria a nemôžu iniciovať komunikáciu s čítačkou. Pasívny čip získava svoju energiu z energetických vln prenášaných čítačkou a reaguje na rádiovlnové vyžarovanie čítačky, preto sa ako zdroj energie úplne spolieha na čítačku. Mal by uchovávať jedinečný identifikátor označenej položky. Zvyčajne majú nižšie výrobné náklady, čo znamená, že ich možno použiť na lacnejší tovar na jedno použitie.

Aktívne RFID čipy

Na rozdiel od pasívnych čipov, aktívne čipy obsahujú aj zdroj energie a vysielateľ, vysielajúci nepretržitý signál. Tieto čipy majú zvyčajne možnosti čítania/zápisu; Dáta môžu byť prepísané alebo upravené. Aktívne čipy môžu iniciovať komunikáciu a komunikovať na väčšie vzdialenosti, v závislosti od energie batérie. Pretože tieto čipy obsahujú viac hardvéru ako pasívne štítky RFID, sú drahšie a sú vyhradené pre nákladné položky, ktoré sa čítajú na väčšie vzdialenosti. Výrobcovia RFID zvyčajne neuvádzajú ceny za aktívne štítky bez toho, aby najskôr určili typ ich uloženia, množstvo a rozsah.

Polo-pasívne RFID čipy

Polo-pasívne čipy neiniciojú komunikáciu s čítačkou, ale obsahujú batérie, ktoré umožňujú štítku vykonávať ďalšie funkcie, ako je monitorovanie podmienok prostredia a napájanie vnútornej elektroniky čipu. Aby sa šetrila životnosť batérie, niektoré polo-pasívne čipy aktívne neprenášajú signál do čítačky, namiesto toho zostanú nečinné, kým nedostanú signál od čítačky. Polo-pasívne čipy môžu byť pripojené k senzorum na ukladanie informácií pre bezpečnostné zariadenia kontajnerov a majú stredný prenosový rozsah a cenu.

	Pasívne čipy	Aktívne čipy	Polo-pasívne čipy
Zabudovaný zdroj energie	Nie	Áno	Áno
Prenosový rozsah	Krátky	Dlhý	Stredný
Typ komunikácie	Pasívny	Pasívny	Aktívny
Cena	Lacná	Drahá	Stredná

Typ pamäte	Read-Only	Read-Write	Read-Write
Životnosť	20 rokov	5 až 10 rokov	2 až 7 rokov

Tabuľka 2. Charakteristiky RFID čipov [16]

1.3.3 RFID čítačka

RFID Čítačka je skenovacie zariadenie, ktoré spoľahlivo číta štítky a sprostredkúva výsledky pre software. Čítačka používa svoje vlastné antény na komunikáciu s čipom prostredníctvom vysielania rádiových vln, na ktoré budú reagovať všetky čipy v dosahu. Čítačky môžu spracovať viacero položiek naraz, čo umožňuje predĺženie doby spracovania čítania. Môžu byť mobilné alebo stacionárne a líšia sa kapacitou úložiska, schopnosťou spracovania a frekvenciou, ktorú dokážu čítať

RFID čítačka pozostáva z nasledujúcich funkčných blokov:

HF rozhranie: Hlavná časť čítačky, Napája transpondérov RFID pomocou generovania vysokofrekvenčného signálu, moduluje signál do transpondéra, prijíma a demoduluje signály z transpondérov.

Kontrolná jednotka: Podriadená časť čítačky, komunikuje a vykonáva príkazy určené aplikačným softvérom, kóduje a dekoduje signál, riadi komunikáciu pomocou transpondéra.

Niektoré čítačky RFID majú ďalšie funkcie, ako je antikolízny algoritmus, šifrovanie a dešifrovanie prenášaných údajov a autentifikácia transpondéra voči čítačke.

Existujú rôzne dizajny čítačiek, pretože rôzne aplikácie majú navzájom odlišné požiadavky. Čítačky RFID sú rozdelené do troch typov:

Klasické čítačky: Čítačky sa väčšinou používajú pre systémy na zachytávanie údajov alebo pre systémy kontroly prístupu.

Priemyselné čítačky: Používajú sa v montážnom a výrobnom závode.

Prenosné čítačky: Tieto čítačky sú mobilnejšie ako ostatné čítačky a sú podporované LCD displejom a klávesnicou. Tento druh čítačiek sa používa pri identifikácii zvierat, kontrole zariadení a aplikáciách pre správu majetku [16].

2 SÚČASNÉ RIEŠENIE EVIDENCIE HARDWARE V NXP

Spoločnosť NXP Semiconductors momentálne vyrába veľké množstvo hardwaru, tento hardware je interne zdieľaný medzi zamestnancami a evidovaný vo vnútrofirnom informačnom systéme. Vlastnosti ako efektívnosť, rýchlosť a prehľadnosť sú jednými z najdôležitejších pre pohodlnú interakciu s informačným systémom a jeho správnym fungovaním. Systém funguje vo forme webovej stránky. Celý systém sa točí okolo úvodnej stránky ktorá nám poskytne výpis položiek spoločne s filtrami pre pomoc pri vyhľadávaní. Jadro systému je vytvorené vo web frameworku Django, založenom na programovacom jazyku Python.

2.1 Opis systému

Na úvodnej stránke môžeme nájsť celkový výpis hardwaru ktorým momentálne firma disponuje. Vo výpise si môžeme všimnúť parametre ako „Item name“ – názov položky, „Item type“ typ položky, „Number of items“ – počet položiek a parameter „Free“ značiaci koľko položiek je momentálne voľných k zapožičaniu. Celový výpis je ďalej ovládateľný pomocou filtrov alebo pomocou vyhľadávacieho panelu.

Inventory items list

Filter by location or item type

All types All locations All teams

Search by item name in all teams

Item name	Item type	Number of items	Free
ARM DSTREAM	Kit - Debug adapter	1	0
Beagle USB 480	Kit - Debug adapter	1	1
Dell breakout box	Kit - Debug adapter	2	2
Dual CAN-FD Shield Board	Shield	1	1
EVK-MIMX8MM	Board	2	2
EVK-MIMX8MN	Board	3	3
FRDM-56F83000	Board	7	5
FRDM-GD3000EVB	Shield	2	2
FRDM-K22F	Board	3	3
FRDM-K28F	Board	1	1

Obrázok 21. Vzhľad úvodnej stránky

Filter „Type“: Pomocou tohto filtru si môžeme zvoliť typ položky ktorú chceme vo výpise vyhľadať.

Filter by location or item type

The screenshot shows the 'Filter by location or item type' interface. At the top, there are three dropdown menus: 'All types', 'All locations', and 'All teams', followed by a button 'Show items I have borrowed'. Below these is a search bar labeled 'all teams' with the placeholder text 'Item name (enter to start search)'. The main part of the interface is a table with the following data:

	Item type	Number of items
	Kit - Debug adapter	1
	Kit - Debug adapter	1
	Kit - Debug adapter	2
ard	Shield	1
	Board	2
	Board	3
	Board	7
	Shield	2
	Board	3
ARM DSTREAM	Board	4

Obrázok 22. Filter „Type“

Filter „Location“: Tento filter nám zobrazuje mestá a skrine v ktorých sa položka nachádza.

Filter by location or item type

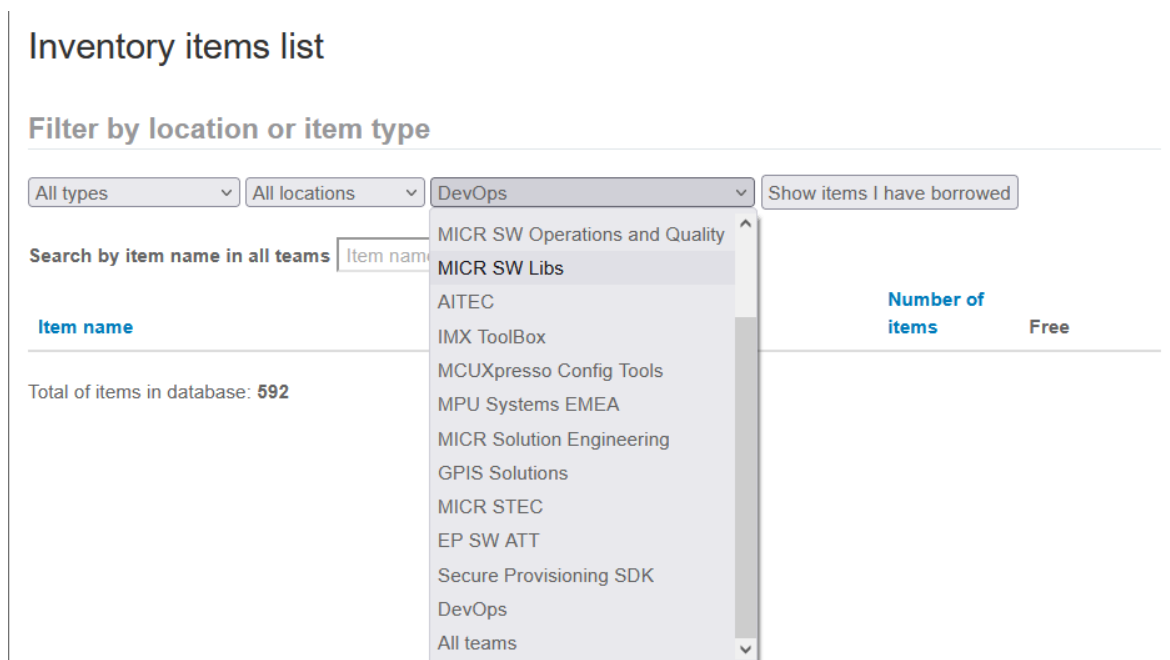
The screenshot shows the 'Filter by location or item type' interface. At the top, there are two dropdown menus: 'All types' and 'All locations'. Below them is a search bar labeled 'Search by item name in' with the placeholder text 'Item name'. The main part of the interface is a table with the following data:

Item name
ARM DSTREAM

The 'All locations' dropdown menu is open, showing the following options: 'All locations', 'Brno', 'R- 113 cupboard', 'R-104 Cupboard', and 'Roznov'.

Obrázok 23. Filter „Location“

Filter „Team“: Vo filtre „Team“ si môžeme vyhľadať v akom tíme je momentálne položka zapožičaná.



Obrázok 24. Filter „Team“

Tlačidlo „Show items I have borrowed“: Toto tlačidlo nás presmeruje na výpis všetkých položiek ktoré máme zapožičané.

Vyhľadávací panel: Vyhľadávací panel nás presmeruje na podrobnejší výpis položiek vypísaných na základe parametru ktorý sme doňho zadali ako napríklad: Názov položky alebo privátne číslo položky.

Search results for FRDM-KL25Z

Item name	Item PN	Item type	Note	Inventory number	Owned by	Status	Location	Placement	Edit
FRDM-KL25Z	EB13421009	Board		SWL1	MICR SW Libs	Free	R-104 Cupboard	104 cupboard	Edit
FRDM-KL25Z	EB14310034	Board		SWL2	MICR SW Libs	Free	R-104 Cupboard	Jozka S. Desk	Edit
FRDM-KL25Z	EB13260597	Board		SWL3	MICR SW Libs	Free	R-104 Cupboard	Jozka S. Desk	Edit
FRDM-KL25Z	2515-27556-0107	Board		None	Platform Validation and Testing	Free	Brno	Test team cupboard	Edit

Obrázok 25. Vyhľadávací panel

Tlačidlo „Edit“: V podrobnom výpise položiek si môžeme všimnúť tlačidla „Edit“. Toto tlačidlo slúži pre zmenu informácií ako „Status, Location, Placement“ a následne potvrdzovacie tlačidlo „Save“ pre uloženie zmien.

Details of FRDM-KL25Z								
Item name	Item PN	Item type	Note	Inventory number	Owned by	Status	Location	Placement
FRDM-KL25Z	2515-27556-0107	Board		None	Platform Validation and Testing	Borrow <input type="checkbox"/>	Brno	Test team cupboard
FRDM-KL25Z	2512-27556-0094	Board		None	Platform Validation and Testing	Free	Brno	Test team cupboard
FRDM-KL25Z	NJ283502	Board		None	Platform Validation and Testing	Free	Roznov	213
FRDM-KL25Z	NJ282895	Board		None	Platform Validation and Testing	Free	Roznov	213

Obrázok 26. Tlačidlo „Edit“

II. PRAKTICKÁ ČÁST

3 NÁVRH ROZŠÍRENIA INFORMAČNÉHO SYSTÉMU NXP

Pred samotným návrhom rozšírenia informačného systéme bolo potrebné si určiť isté body. Hlavnou otázkou bolo s akým typom bezkontaktnéj evidencie budeme pracovať. Ďalej na základe skúšobného hardwaru bolo potrebné zistiť rozmery voľnej plochy s ktorou môžeme pracovať.

3.1 Zvolenie spôsobu bezkontaktnéj evidencie

V rámci výberu spôsobu bezkontaktnéj evidencie máme 3 možnosti, Čiarové kódy, QR kódy a v neposlednom rade RFID čipy. Zatiaľ čo Čiarové kódy, QR kódy a RFID čipy sú všetky určené pre bezkontaktnú evidenciu, existujú medzi nimi kľúčové rozdiely.

	Čiarový kód	QR kód	RFID
Najčastejšie využitie:	Kontrola zásob	Odkazovanie na URL webstránky	Automatizácia
Potrebná viditeľnosť	Áno	Áno	Nie
Typ pamäte	Read only	Read only	Read/Write
Kapacita dát	Menej ako 20 znakov	7089 znakov	Tisíce znakov
Spôľahlivosť	Poškodené štítky sú nefunkčné	Až 30 % obnova dát	Vysoká spoľahlivosť
Približná cena (za jednotku):	0.01 \$	0.05\$	1.00\$

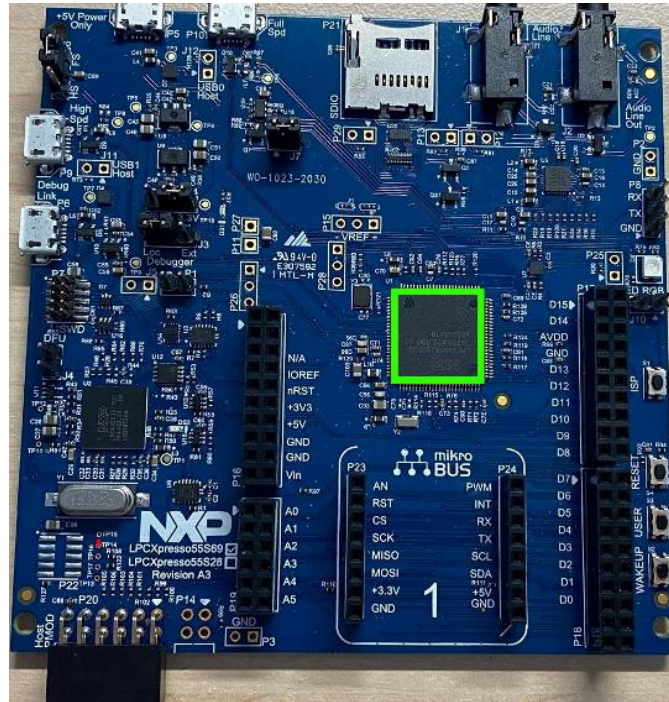
Tabuľka 3. Rozdiely medzi čiarovým kód, QR kódom a RFID čipom [17]

Na základe týchto rozdielov finálny výber spôsobu bezkontaktnéj evidencie skončil pri QR kódoch. Výhody ako väčšia kapacita dát, vyššia spoľahlivosť než u čiarových kódov a výrazne menšia cena za jednotku ako u RFID čipov, hrali kľúčovú rolu v tomto rozhodnutí.

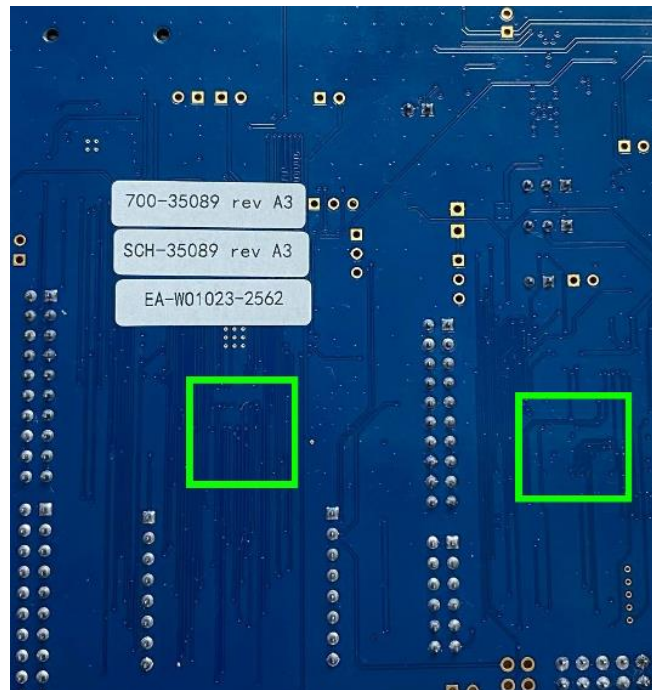
3.2 Určenie typu a parametrov QR kódu

Parametre QR kódu boli zvolené na základe skúšobného hardwaru poskytnutého spoločnosťou NXP Semiconductors. Poskytnutým hardwarom boli 3 základné dosky s rôznymi veľkosťami. Umiestnený QR kód na týchto doskách bude predstavovať tvar štvorca, keďže chceme

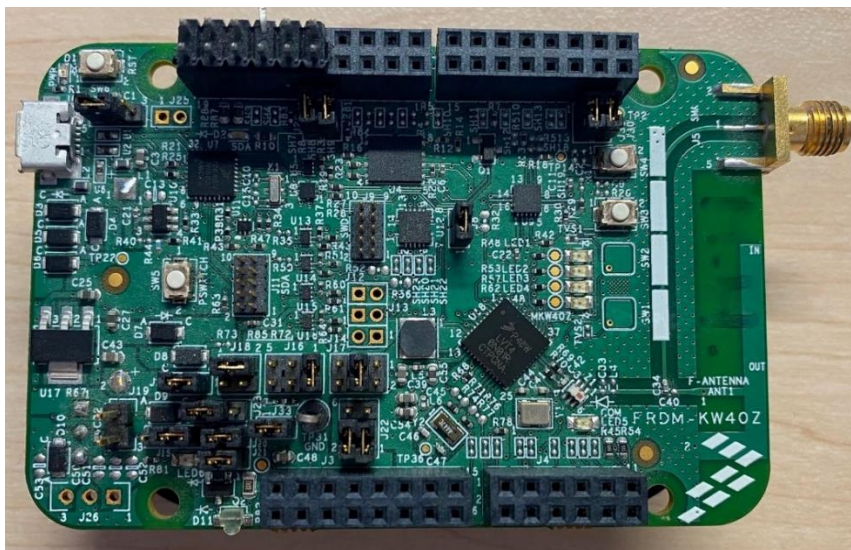
pracovať s univerzálnou veľkosťou tohto QR kódu, tak bolo potrebné zistiť maximálny možný rozmer umiestniteľného QR kódu ktorý v tomto prípade predstavoval 1.3x1.3cm. Na nasledujúcich obrázkoch si môžeme všimnúť zelený štvorec, ktorý na doskách predstavuje možné umiestnenie QR kódu s ohľadom na zmiený univerzálny rozmer.



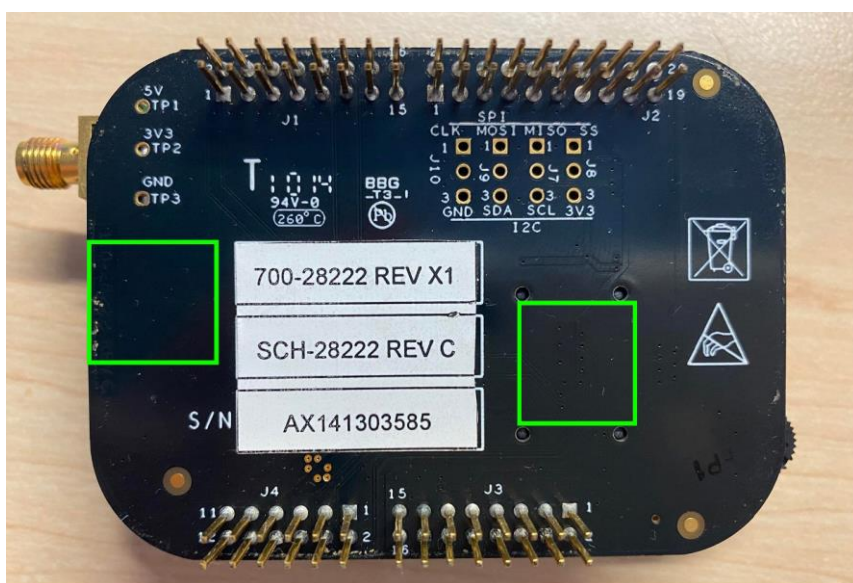
Obrázok 27. Základná doska č.1 – predná strana



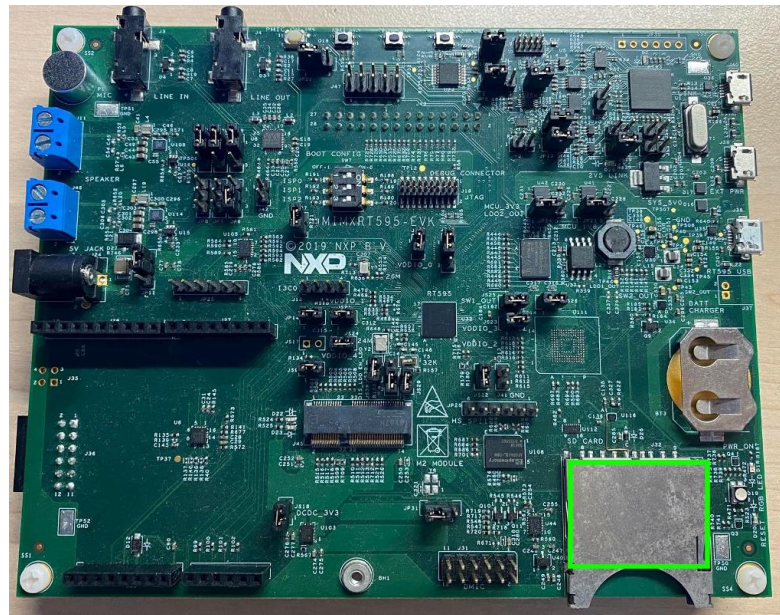
Obrázok 28. Základná doska č.1 – zadná strana



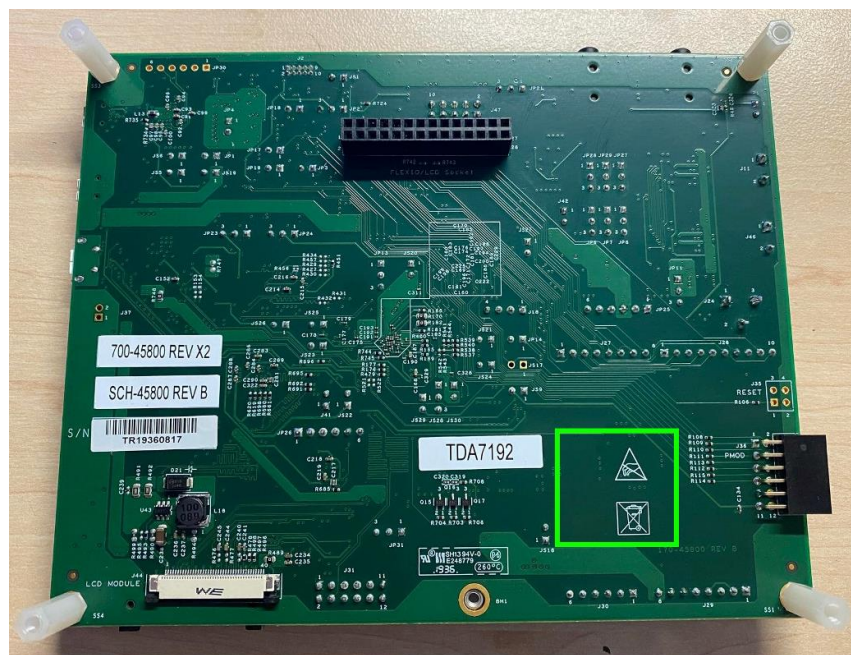
Obrázok 29. Základná doska č.2 – predná strana



Obrázok 30. Základná doska č.2 – zadná strana



Obrázok 31. Základná doska č.3 – predná strana



Obrázok 32. Základná doska č.3 – zadná strana

Vďaka určenej univerzálnej veľkosti si môžeme následne určiť koľko riadkov a stĺpcov bude náš QR kód obsahovať spoločne s ideálnou maximálnou vzdialenosťou skenovania. Pravidlo nám určuje pravidlo nižšie uvedené v obrázku.

Advanced Rule

$$\text{QR Code Minimum Size (Width in inches or cm)} = \frac{\text{Scanning Distance (in inches or cm)} \times \text{No. of Rows and Columns}}{250}$$

Obrázok 33. Výpočet minimálnej veľkosti QR kódu [18]

Tým pádom pri veľkosti QR kódu 1x1cm získame ideálnu maximálnu vzdialenosť skenovania 10cm s obsahom QR kódu 25 riadkov a 25 stĺpcov. Pri našej univerzálnej veľkosti získavame rezervu 0.3cm ktorú môžeme investovať napríklad do vzdialenosti skenovania. Na základe týchto informácií si môžeme určiť ideálnu verziu QR kódu ktorá je v našom prípade QR kód verzia 2 s levelom opravy chýb L pre čo najväčší možný obsah dát. Tým získavame QR kód s maximálnou kapacitou 47 alfanumerických znakov.

Version	Modules	ECC Level	Data bits (mixed)	Numeric	Alphanumeric	Binary	Kanji
1	21×21	L	152	41	25	17	10
		M	128	34	20	14	8
		Q	104	27	16	11	7
		H	72	17	10	7	4
2	25×25	L	272	77	47	32	20
		M	224	63	38	26	16
		Q	176	48	29	20	12
		H	128	34	20	14	8
3	29×29	L	440	127	77	53	32
		M	352	101	61	42	26
		Q	272	77	47	32	20
		H	208	58	35	24	15

Obrázok 34. Tabuľka verzií QR kódov [19]

3.3 Návrh informačného systému

Pripravovaný informačný systém bude len maketou informačného systému spoločnosti NXP Semiconductors. Hlavnou časťou bude samotné rozšírenie ktoré bude schopné naskenovať QR kód s automatickým presmerovaním na stránku s danou položkou. Následne bude na tejto stránke možnosť zapožičania položky alebo naopak vrátenia. Výzor a funkcionality tohto systému bude znázornený v nasledujúcej kapitole.

4 IMPLEMENTÁCIA INFORMAČNÉHO SYSTÉMU

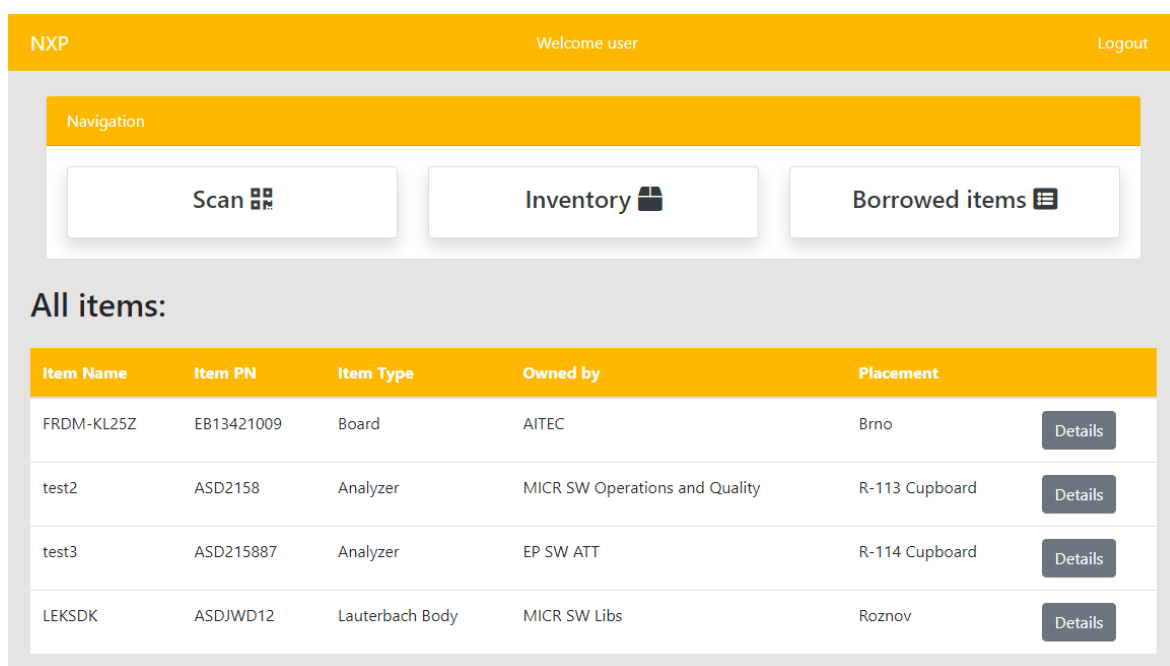
Implementácia informačného systému je postavená na technológiách Django, Python, SQLite, Javascript, HTML a CSS. Systém je vytvorený vo forme webovej stránky. Stránka je zabezpečená jednoduchou autentifikáciou používateľa, to znamená že je sprístupnená jedine pre prihláseného používateľa.

4.1 Partials

V Partials môžeme nájsť vzhľad opakujúcich sa templatov ako „Navbar“ ktorý môžeme nájsť na vrchu stránky. „Navigation“ reprezentujúci okno vďaka ktorému sa môžeme pohybovať medzi 3 hlavnými stránkami „Scan“ „Inventory“ a „Borrowed items“. „Base“ reprezentujúci základnú formu stránky.

4.2 Hlavná stránka

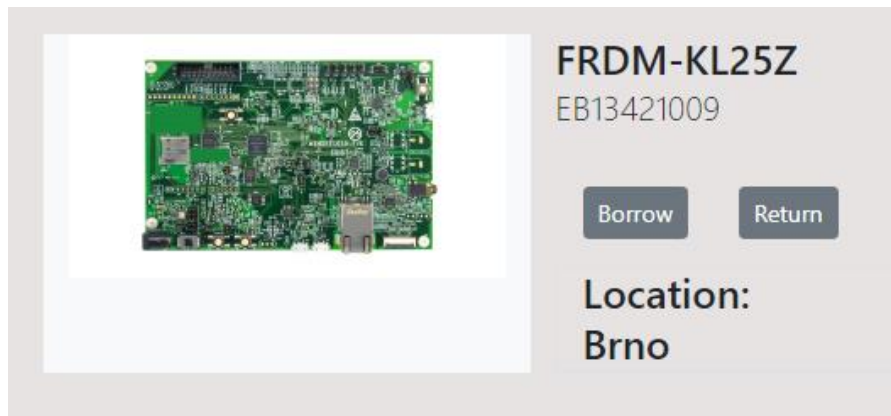
Hlavná stránka je v tomto systéme základným stavebným bodom. Obsahuje výpis dostupných produktov s ktorými je možná interakcia v okne „Details“ do ktorého sa dostaneme pomocou príslušného tlačidla. Ďalej obsahuje „Navbar“ kde môžeme nájsť možnosť odhlásenia sa zo systému. V neposlednom rade tu nájdeme okno „Navigation“ ktorý sprevádza každú jednotlivú stránku v systéme, pomocou tohto okna sa môžeme pohodlne pohybovať po systéme.



The screenshot shows a web application interface. At the top, there is a yellow header bar with 'NXP' on the left, 'Welcome user' in the center, and 'Logout' on the right. Below the header is a 'Navigation' section with three buttons: 'Scan' (with a QR code icon), 'Inventory' (with a folder icon), and 'Borrowed items' (with a list icon). Below the navigation is a section titled 'All items:' containing a table with the following data:

Item Name	Item PN	Item Type	Owned by	Placement	
FRDM-KL25Z	EB13421009	Board	AITEC	Brno	Details
test2	ASD2158	Analyzer	MICR SW Operations and Quality	R-113 Cupboard	Details
test3	ASD215887	Analyzer	EP SW ATT	R-114 Cupboard	Details
LEKSDK	ASDJWD12	Lauterbach Body	MICR SW Libs	Roznov	Details

Obrázok 35. Vzhľad hlavnej stránky



Obrázok 36. Vzhľad detailu produktu

```
@login_required(login_url='user-login')
def index(request):
    item = Item.objects.all()

    context = {
        'item': item,
    }
    return render(request, 'dashboard/index.html', context)

@login_required(login_url='user-login')
def detail(request, item_PN):
    item = Item.objects.get(item_PN=item_PN)
    # data = request.POST
    # action = data.get('borrow')
    # if request.method == 'POST':
    #     if action == 'borrow':
    return render(request, 'dashboard/detail.html', {'item': item})
```

Obrázok 37. Funkcia hlavnej stránky a detailu položiek

```

<h2>All items:</h2>
<div class="row mt-4">
  <div class="col">
    <table class="table bg-white">
      <thead class="bg-info text-white">
        <tr>
          <th scope="col" style="background-color: #ffb800;">Item Name</th>
          <th scope="col" style="background-color: #ffb800;">Item PN</th>
          <th scope="col" style="background-color: #ffb800;">Item Type</th>
          <th scope="col" style="background-color: #ffb800;">Owned by</th>
          <th scope="col" style="background-color: #ffb800;">Placement</th>
          <th scope="col" style="background-color: #ffb800;"></th>
        </tr>
      </thead>
      <tbody>
        {% for item in item %}
          <tr>
            <td>{{ item.item_name }}</td>
            <td>{{ item.item_PN }}</td>
            <td>{{ item.item_type }}</td>
            <td>{{ item.team }}</td>
            <td>{{ item.location }}</td>
            <td>
              <a href="{% url 'dashboard-detail' item.item_PN %}"
                class="btn btn-secondary">Details</a>
            </td>
          </tr>
        {% endfor %}
      </tbody>
    </table>
  </div>
</div>
<div class="container">
  <main class="pt-5">
    <div class="row g-3">
      <div class="col-md-5 col-lg-5 order-md-first bg-light">
        
      </div>
      <div class="col-md-7 col-lg-7 ps-md-3 ps-lg-5">
        <h1 class="mb-0 h4">{{ item.item_name }}</h1>
        <p><span class="lead">{{ item.item_PN }}</span></p>
        <div class="row p-3">
          <form method="post">
            {% csrf_token %}
            <div class="col-sm-2"><button name="borrow" value="borrow"
class="btn btn-secondary btn-sm">Borrow</button></div>
          </form>
          <div class="col-sm-2"><button type="button" class="btn btn-secon-
dary btn-sm">Return</button></div>
        </div>
        <div class="border">
          <div class="col border-bottom">
            <div class="row">
              <div class="col-6"><span class="h4 fw-bold">Location:
{{item.location}}</span></div>
            </div>
          </div>
        </div>
      </div>
    </div>
  </main>
</div>

```

Obrázok 38. Template hlavnej stránky a detailu produktu

4.3 Skener

Hlavnou úlohou skeneru je přečíst QR kód určený na identifikaci produktu. Celková funkcionálnosť skeneru je získaná z API s názvom „Instascan“. Pomocou tejto API si vytvoríme v Javascripte inštanciu skeneru, ktorý pri čítaní QR kódu kontroluje či obsahuje internetový link, na ktorý sa po prečítaní automaticky presmeruje.

```
<div class="card mt-4">
  <div class="card-header text-white" style="background-color: #ffb800;">
    Scanner
  </div>
  <div class="card-body">
    <div class="row">
      <div class="col">
        <video id="preview"></video>
        <script type="text/javascript">
          let scanner = new Instascan.Scanner({ video: document.getEle
            mentById('preview') });
          scanner.addListener('scan', function (content) {
            if (content.match(/^https?:\/\//i)) {
              window.open(content);
            }
            console.log(content);
          });
          Instascan.Camera.getCameras().then(function (cameras) {
            if (cameras.length > 0) {
              scanner.start(cameras[0]);
            } else {
              console.error('No cameras found.');
```

Obrázok 39. Template skeneru



Obrázok 40. Vzhľad skeneru

4.4 Návrhy pre budúce úpravy systému

Implementovaná nadstavba informačného systému má miesta pre zlepšenie, systém by určite potreboval zlepšenie automatizácie. Tým je myslené automatické generovanie QR kódu pri pridání produktu do databázy a automatické zadanie informácií z užívateľského profilu, pri zapožičaní alebo vrátení produktu. Ďalej by bola potrebná lepšia implementácia systému pre mobilné zariadenia.

Implementácia automaticky generovaného QR kódu:

- Vytvoriť program pre automatické generovanie QR kódu.
- Vložiť do QR kódu identifikátor alebo URL na daný produkt.
- Zviditeľniť QR kód pri detailoch produktu.

Implementácia automaticky generovaného QR kódu:

- Pridať do užívateľského produktu mesto a team v ktorom nájdeme užívateľa
- Pri zapožičaní/vrátení produktu pridať informácie k produktu kde sa nachádza.

Podpora pre mobilné zariadenia:

- Zmeniť dátový typ v QR kódoch z URL na identifikátor produktu.
- Implementácia stránky vo formáte PWA, alebo vytvorenie samostatnej mobilnej aplikácie.

ZÁVĚR

Hlavným cieľom tejto bakalárskej práce bolo vytvorenie systému pre evidenciu hardware, pomocou QR kódov. K naplneniu tohto cieľa bolo potrebné zosumarizovať poznatky týkajúci sa bezkontaktnéj evidencie a jej príslušných technológií ako čiarové kódy, QR kódy a RFID čipy. V prvom bode tejto práce sme opísali možnosti bezkontaktnéj identifikácie a jej príslušné technológie. Teda ich štruktúru, históriu, spôsob kódovania dát, ich technické parametre a v neposlednom rade spôsob skenovania a čítania kódovaných dát.

Následne sme zanalyzovali súčasný systém využívaný spoločnosťou NXP Semiconductors, na akých technológiách je samotný systém postavený, akým spôsobom zobrazuje dáta a ako prebieha zdieľanie a evidovanie hardwaru medzi používateľmi v tomto systéme. Zistili sme že systém bol vytvorený vo forme webovej stránky, pomocou technológií ako Python, Django, CSS a HTML. Ďalej sme zistili že užívatelia zadávajú do systému informáciu pomocou tabuliek, ktoré si zvolia na základe toho v akom oddelení pracujú a v akom meste pôsobia. Bolo potrebné tieto informácie zhodnotiť a zanalyzovať pre získanie znalostí, ktoré boli nevyhnutné pre následný návrh nadstavby pre tento systém.

Pri navrhovaní systému sme sa snažili myslieť najmä na rýchlosť, prehľadnosť a škálovateľnosť kódu, ktoré sú kritické pre správne fungovanie systému a jednoduché úpravy systému do budúcnosti. Systém musel obsahovať tabuľky s výpisom produktov, ktoré sú momentálne k dispozícii, výpis detailov pre vybraný produkt s unikátnym privátnym číslom a skener ktorý nás pomocou QR kódu dokáže rýchlo dostať k naskenovanému produktu. Následne bolo potrebné tento návrh implementovať do novovybudovaného prototypu informačného systému. Systém bol následne vytvorený vo forme webovej stránky, pomocou technológií Python, SQLite, CSS, HTML a Javascript vo web frameworku Django. Bola vytvorená testovacia databáza v SQLite, pomocou ktorej sme boli schopný vložiť jednotlivé produkty do tabuliek, boli vytvorené šablóny v HTML, pre výzor jednotlivých stránok s funkcionalitou implementovanou v Pythone. A finálne skener QR kódov, ktorý pomocou Javascriptu využíval funkcionalitu API s názvom „Instascan“ a prostredníctvom webkamery bol schopný naskenovať QR kód jednotlivých produktov a následne nás presmeroval na stránku s detailmi o danom produkte, kde bolo možné produkt vrátiť alebo zapožičať. Nakoniec boli spísané body pre zlepšenie systému do budúcnosti.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] Automatic identification and Data Capturing (AIDC) Technology – Elprocus [online] Copyright © Copyright 2013 - 2022 Elprocus [cit. 10.05.2022]. Dostupné z: <https://www.elprocus.com/aidc-what-is-automatic-identification-and-data-capture-technology/>
- [2] Chanda, Dr. Anupam, "Barcode Technology and its Application in Libraries". *University of Nebraska - Lincoln* (2019). *Library Philosophy and Practice*. 3619 [cit. 10.05.2022].
- [3] A History of Barcodes & Barcoding Technology - Labtag Blog. *Home - Labtag Blog* [online]. Copyright © Copyright 2013 – 2020 [cit. 10.05.2022]. Dostupné z: <https://blog.labtag.com/a-history-of-barcoding-technology/>
- [4] Linear Barcode Symbologies. *Inventory Management Software & System - Asset Tracking - Barcode Scanners | Barcode Systems* [online]. Copyright © [cit. 11.05.2022]. Dostupné z: <https://www.waspbarcode.com/buzz/linear-barcode-symbologies>
- [5] Barcode Mechanisms | Basics of Barcodes | Barcode Information & Tips | KEYENCE America. *Sensors and Machine Vision Systems for Factory Automation | KEYENCE America* [online]. Dostupné z: https://www.keyence.com/ss/products/auto_id/codereader/basic/mechanism.jsp
- [6] Using RFID/NFC and QR-Code in Mobile Phones to Link the Physical and the Digital World, *Autonomous University of Baja California, *CICESE, Mexico* |© 2008-2022 ResearchGate GmbH [cit. 12.05.2022]. Dostupné z: https://www.researchgate.net/publication/221927456_Using_RFIDNFC_and_QR-Code_in_Mobile_Phones_to_Link_the_Physical_and_the_Digital_World
- [7] History of QR Code | QRcode.com | DENSO WAVE. *QRコードドットコム / 株式会社デンソーウェーブ* [online]. Dostupné z: <https://www.qrcode.com/en/history/>
- [8] QR Code Standarization | QRcode.com | DENSO WAVE. *QRコードドットコム / 株式会社デンソーウェーブ* [online]. Dostupné z: <https://www.qrcode.com/en/about/standards.html>

- [9] KATO, Hiroko, Keng T. TAN a Douglas CHAI. *Barcodes for mobile devices*. Cambridge: Cambridge University Press, 2010. ISBN 978-0-521-88839-4.
- [10] QR Code Model 1 and Model 2 | QRcode.com | DENSO WAVE. *QRコードドットコム / 株式会社デンソーウェーブ* [online]. Dostupné z: <https://www.qrcode.com/en/codes/model12.html>
- [11] QR Code Model 1 and Model 2 | QRcode.com | DENSO WAVE. *QRコードドットコム / 株式会社デンソーウェーブ* [online]. Dostupné z: <https://www.qrcode.com/en/codes/microqr.html>
- [12] iQR Code | QRcode.com | DENSO WAVE. *QRコードドットコム / 株式会社デンソーウェーブ* [online]. Dostupné z: <https://www.qrcode.com/en/codes/iqr.html>
- [13] SQRC® | QR Code Solutions | System Solution | DENSO WAVE. *バーコード、QRコードやRFID、産業用ロボットのことならデンソーウェーブ* [online]. Dostupné z: <https://www.denso-wave.com/en/system/qr/product/sqrc.html>
- [14] Frame QR® | QR Code Solutions | System Solution | DENSO WAVE. *バーコード、QRコードやRFID、産業用ロボットのことならデンソーウェーブ* [online]. Dostupné z: <https://www.denso-wave.com/en/system/qr/product/frame.html>
- [15] The History of RFID - Labtag Blog. *Home - Labtag Blog* [online]. Copyright © Copyright 2013 [cit. 16.05.2022]. Dostupné z: <https://blog.labtag.com/the-history-of-rfid/>
- [16] RFID Middleware Design and Architecture | IntechOpen. *IntechOpen - Open Science Open Minds | IntechOpen* [online]. Copyright © 2011 The Author [cit. 17.05.2022]. Dostupné z: <https://www.intechopen.com/chapters/18099>
- [17] Crash Course: RFID, barcodes, QR codes—What’s the difference?. *HP: Subscribe today* [online]. Dostupné z: https://h41369.www4.hp.com/taw/article/UA/GB/TAW_000187
- [18] QR Code Minimum Size: Find the ideal size for your use case. *Scanova | Easy-to-Use QR Code Solutions* [online]. Copyright © [cit. 20.05.2022]. Dostupné z: <https://scanova.io/blog/qr-code-minimum-size/>

[19] Information capacity and versions of QR Code | QRcode.com | DENSO WAVE. *QRコードドットコム / 株式会社デンソーウェーブ* [online]. Dostupné z: <https://www.qrcode.com/en/about/version.html>

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázok 2. Štruktúra identifikácie a zachytávania údajov.....	9
Obrázok 2. Čiarový kód Bullseye.....	11
Obrázok 3. Čiarový kód Code 39.....	12
Obrázok 4. Čiarový kód Code 128.....	13
Obrázok 5. Čiarový kód UPC-A.....	14
Obrázok 6. Čiarový kód UPC-E.....	14
Obrázok 7. Čiarový kód EAN-13.....	14
Obrázok 8. Čiarový kód EAN-8.....	15
Obrázok 9. Čiarový kód GS1 Databar.....	15
Obrázok 10. Opis štruktúry čiarového kódu.....	16
Obrázok 11. Proces skenovania čiarových kódov.....	17
Obrázok 12. Štruktúra QR kódu.....	20
Obrázok 13. Podrobnejší pohľad na umiestnenie prvkov.....	21
Obrázok 14. QR kód Model 1.....	21
Obrázok 15. QR kód Model 2.....	22
Obrázok 16. Rozdiel medzi QR kódom a Micro QR kódom.....	22
Obrázok 17. iQR kód a obdĺžnikový iQR kód.....	23
Obrázok 18. Demonštrácia SQRC kódu.....	23
Obrázok 19. Frame QR kód.....	24
Obrázok 20. Proces dekódovania.....	25
Obrázok 21. Vzhľad úvodnej stránky.....	30
Obrázok 22. Filter „Type“.....	31
Obrázok 23. Filter „Location“.....	31
Obrázok 24. Filter „Team“.....	32
Obrázok 25. Vyhľadávací panel.....	32
Obrázok 26. Tlačidlo „Edit“.....	33
Obrázok 27. Základná doska č.1 – predná strana.....	36
Obrázok 28. Základná doska č.1 – zadná strana.....	36

Obrázok 29. Základná doska č.2 – predná strana.....	37
Obrázok 30. Základná doska č.2 – zadná strana.....	37
Obrázok 31. Základná doska č.3 – predná strana.....	38
Obrázok 32. Základná doska č.3 – zadná strana.....	38
Obrázok 33. Výpočet minimálnej veľkosti QR kódu.....	39
Obrázok 34. Tabuľka verzií QR kódov.....	39
Obrázok 35. Vzhľad hlavnej stránky.....	40
Obrázok 36. Vzhľad detailu produktu.....	41
Obrázok 37. Funkcia hlavnej stránky a detailu položiek.....	41
Obrázok 38. Template hlavnej stránky a detailu produktu.....	42
Obrázok 39. Template skeneru.....	43
Obrázok 40. Vzhľad skeneru.....	43

SEZNAM TABULEK

Tabuľka 2. Úrovne opravy chýb QR kódu.....	24
Tabuľka 2. Charakteristiky RFID čipov.....	28
Tabuľka 3. Rozdiely medzi čiarovým kód, QR kódom a RFID čipom.....	35

SEZNAM PŘÍLOH

Příloha P 1: Obsah CD

PŘÍLOHA P 1: OBSAH CD

\NXP

\assert

\dashboard

\migrations

__init__.py

\admin.py

\apps.py

\models.py

\tests.py

\urls.py

\views.py

\node_modules

\NXP

__init__.py

\asgi.pyp

\settings.py

\urls.py

\wsgi.py

\static

\style.css

\templates

\dashboard

\borrowed.html

\detail.html

\index.html

\scan.html

\partials

\base.html

\nav.html

\topside.html

\user

\login.html

\logout.html

\db.sqlite3

\manage.py

\package.json

\package-lock.json