

VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA INFORMAČNÍCH TECHNOLOGIÍ
ÚSTAV INTELIGENTNÍCH SYSTÉMŮ

FACULTY OF INFORMATION TECHNOLOGY
DEPARTMENT OF INTELLIGENT SYSTEMS

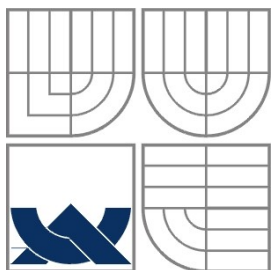
OPTIMALIZACE POHYBU ZBOŽÍ

DIPLOMOVÁ PRÁCE
MASTER'S THESIS

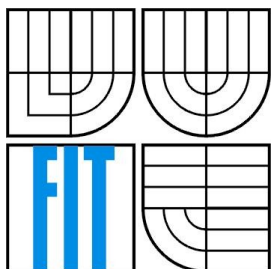
AUTOR PRÁCE
AUTHOR

Bc. TOMÁŠ JOCHEC

BRNO 2007



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA INFORMAČNÍCH TECHNOLOGIÍ
ÚSTAV INTELIGENTNÍCH SYSTÉMŮ

FACULTY OF INFORMATION TECHNOLOGY
DEPARTMENT OF INTELLIGENT SYSTEMS

OPTIMALIZACE POHYBU ZBOŽÍ

OPTIMIZATION OF GOODS FLOW

DIPLOMOVÁ PRÁCE
MASTER'S THESIS

AUTOR PRÁCE
AUTHOR

Bc. TOMÁŠ JOCHEC

VEDOUCÍ PRÁCE
SUPERVISOR

Ing. FILIP ORSÁG, Ph.D.

BRNO 2007

Zadání diplomové práce

Řešitel: **Jochec Tomáš, Bc.**
Obor: Informační systémy
Téma: **Optimalizace pohybu zboží**
Kategorie: Databáze

Pokyny:

1. Nastudujte literaturu se zaměřením na optimalizační procesy skladového systému. Dále proveďte stručnou analýzu trhu s ohledem na čtecí zařízení, použitelná ve skladovém systému.
2. Navrhněte vhodný postup optimalizace pohybu zboží ve skladu (např. zadávání polohy zboží, navigace ve skladu atd.) s návazností na systém firmy ZMZ s.r.o. Při optimalizaci zohledněte významné faktory (číslo šarže a expirace, příp. další).
3. Vámi navržený postup optimalizace prakticky implementujte ve zvoleném programovacím prostředí.
4. Otestujte implementovanou aplikaci v praxi a dosažené výsledky zhodnoťte.

Literatura:

- Dle specifikace školitele a průmyslového zadavatele.

Při obhajobě semestrální části diplomového projektu je požadováno:

- Body 1 a 2.

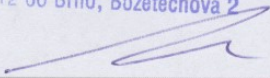
Podrobné závazné pokyny pro vypracování diplomové práce naleznete na adrese <http://www.fit.vutbr.cz/info/szz/>

Technická zpráva diplomové práce musí obsahovat formulaci cíle, charakteristiku současného stavu, teoretická a odborná východiska řešených problémů a specifikaci etap, které byly vyřešeny v rámci ročníkového a semestrálního projektu (30 až 40% celkového rozsahu technické zprávy).

Student odevzdá v jednom výtisku technickou zprávu a v elektronické podobě zdrojový text technické zprávy, úplnou programovou dokumentaci a zdrojové texty programů. Informace v elektronické podobě budou uloženy na standardním paměťovém médiu (disketa, CD-ROM), které bude vloženo do písemné zprávy tak, aby nemohlo dojít k jeho ztrátě při běžné manipulaci.

Vedoucí: **Orság Filip, Ing., Ph.D.,** UITS FIT VUT
Konzultant: Dražanský Tomáš, Ing., ZMZ
Datum zadání: 28. února 2006
Datum odevzdání: 22. května 2007

VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
Fakulta informačních technologií
Ústav inteligentních systémů
612 66 Brno, Božetěchova 2


doc. Dr. Ing. Petr Hanáček
vedoucí ústavu

2. Autor prohlašuje, že vytvořil samostatnou vlastní tvůrčí činností dílo shora popsané a specifikované. Autor dále prohlašuje, že při zpracovávání díla se sám nedostal do rozporu s autorským zákonem a předpisy souvisejícími a že je dílo dílem původním.
3. Dílo je chráněno jako dílo dle autorského zákona v platném znění.
4. Autor potvrzuje, že listinná a elektronická verze díla je identická.

Článek 2 Udělení licenčního oprávnění

1. Autor touto smlouvou poskytuje nabyvateli oprávnění (licenci) k výkonu práva uvedené dílo nevýdělečně užit, archivovat a zpřístupnit ke studijním, výukovým a výzkumným účelům včetně pořizování výpisů, opisů a rozmnoženin.
2. Licence je poskytována celosvětově, pro celou dobu trvání autorských a majetkových práv k dílu.
3. Autor souhlasí se zveřejněním díla v databázi přístupné v mezinárodní síti:
 - ihned po uzavření této smlouvy
 - 1 rok po uzavření této smlouvy
 - 3 roky po uzavření této smlouvy
 - 5 let po uzavření této smlouvy
 - 10 let po uzavření této smlouvy(z důvodu utajení v něm obsažených informací)
4. Nevýdělečné zveřejňování díla nabyvatelem v souladu s ustanovením § 47b zákona č. 111/1998 Sb., v platném znění, nevyžaduje licenci a nabyvatel je k němu povinen a oprávněn ze zákona.

Článek 3 Závěrečná ustanovení

1. Smlouva je sepsána ve třech vyhotoveních s platností originálu, přičemž po jednom vyhotovení obdrží autor a nabyvatel, další vyhotovení je vloženo do VŠKP.
2. Vztahy mezi smluvními stranami vzniklé a neupravené touto smlouvou se řídí autorským zákonem, občanským zákoníkem, vysokoškolským zákonem, zákonem o archivnictví, v platném znění a popř. dalšími právními předpisy.
3. Licenční smlouva byla uzavřena na základě svobodné a pravé vůle smluvních stran, s plným porozuměním jejímu textu i důsledkům, nikoliv v tísní a za nápadně nevýhodných podmínek.
4. Licenční smlouva nabývá platnosti a účinnosti dnem jejího podpisu oběma smluvními stranami.

V Brně dne:

.....

Nabyvatel

.....
Sandra Jovela

Autor

Abstrakt

Dokument se zabývá optimalizací pohybu zboží při skladování. Podrobně se věnuje především technologiím automatické identifikace pomocí čárových kódů a RFID. Je provedeno srovnání čtecích zařízení dostupných na českém trhu.

Klíčová slova

Čárový kód, barcode, RFID, tag, 2D kód, automatická identifikace, optimalizace, UCC/EAN 128, skladování, pohyb zboží

Abstract

This thesis deals with an optimization of goods flow in a store. In detail, the work provides information about technology of the automatic goods identification using barcode and RFID, and comparison the barcode and RFID readers.

Keywords

barcode, RFID, tag, 2D barcode, automatic identification, optimization, UCC/EAN 128, warehousing, goods flow

Citace

Johech Tomáš: Optimalizace pohybu zboží. Brno, 2007, diplomová práce, FIT VUT v Brně.

Název diplomové práce v jazyce práce

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem tuto diplomovou práci vypracoval samostatně pod vedením Ing. Filipa Orsága, Ph.D. Uvedl jsem všechny literární prameny a publikace, ze kterých jsem čerpal.

.....
Tomáš Johec
21.5.2007

Poděkování

Na tomto místě bych chtěl poděkovat vedoucímu mé diplomové práce Ing. Filipovi Orságovi, Ph.D. za zájem, připomínky a čas, který věnoval mé práci. Dále bych rád poděkoval Ing., Dipl.-Ing. Martinovi Dražanskému, Ph.D. za konzultace a podnětné připomínky. Také bych chtěl poděkovat Ing. Tomášovi Dražanskému z firmy ZZM s. r. o. za poskytnutí čtecího zařízení.

© Tomáš Johec, 2007.

Tato práce vznikla jako školní dílo na Vysokém učení technickém v Brně, Fakultě informačních technologií. Práce je chráněna autorským zákonem a její užití bez udělení oprávnění autorem je nezákonné, s výjimkou zákonem definovaných případů.

Obsah

Obsah.....	1
1 Úvod.....	3
2 Automatická identifikace.....	4
2.1 Čárové kódy.....	4
2.1.1 Typy čárových kódů.....	5
2.1.2 Čtecí zařízení.....	10
2.1.3 Tisk čárových kódů.....	12
2.1.4 Použití v praxi	13
2.2 RFID	13
2.2.1 Typy tagů.....	14
2.2.2 Čtecí zařízení.....	15
2.2.3 Použití v praxi.....	16
3 Analýza trhu	18
3.1 Způsob použití.....	18
3.2 Kritéria výběru.....	19
3.3 Porovnání.....	20
4 Optimalizace pohybu zboží	23
4.1 Technologie skladování.....	23
4.2 Orientace a navigace ve skladu.....	24
4.3 Optimalizace.....	25
4.3.1 Kontrola doby expirace.....	26
4.3.2 Kontrola čísla šarže.....	26
4.3.3 Automatizovaný příjem a výdej.....	26
5 Návrh řešení.....	27
5.1 Automatická identifikace.....	27
5.1.1 Automatická identifikace zboží.....	28
5.1.2 Automatická identifikace umístění.....	29
5.1.3 Tisk etiket.....	29
5.2 Komunikace s mobilním zařízením.....	29
5.3 Procesy skladování	30
5.3.1 Příjem zboží.....	30
5.3.2 Výdej zboží.....	31
5.3.3 Inventarizace	31
5.4 Databáze.....	32

5.5 Specifika vývoje aplikací pro mobilní zařízení.....	33
6 Vlastní implementace.....	35
6.1 Čtecí zařízení.....	35
6.2 Uživatelské rozhraní.....	37
6.2.1 Aplikace pro mobilní zařízení.....	37
6.2.2 Aplikace pro PC.....	38
6.3 Čtení čárového kódu.....	39
6.4 Synchronizace dat.....	40
6.4.1 Příjem.....	40
6.4.2 Výdej.....	41
6.4.3 Inventura	41
6.5 Generování a tisk interního kódu.....	41
6.6 Testování.....	42
6.7 Zhodnocení.....	42
7 Závěr.....	44
Literatura.....	45
Seznam příloh.....	46

1 Úvod

Optimalizace je dnes v oblasti výroby, skladování i prodeji velmi významný pojem. S její pomocí lze ušetřit nemalé finanční a časové prostředky. Tento dokument se zabývá optimalizací pohybu zboží ve skladu. Především se věnuje automatické identifikaci, která je kromě navržení samotného skladu snad nejpodstatnějším prvkem optimalizace procesů na skladě. Je to technologie umožňující automaticky jednoznačně identifikovat zboží a tím zvýšit efektivitu procesů skladování a snížit možnou chybovost způsobenou lidským faktorem. Samotné manuální zadávání by při dnešních kapacitách skladů a množství produktů nebylo ani možné. S automatickou identifikací souvisí další optimalizační procesy jako je navigace v rámci skladu, automatická kontrola šarže a doby expirace výrobku.

Druhá kapitola se podrobně věnuje technologiím automatické identifikace, konkrétně čárovým kódům, a stále se rozšiřující technologii RFID. Každá z nich je podrobně popsána jak z hlediska čtecích zařízení, tak samotných snímaných prvků. Jsou zde uvedeny výhody a nevýhody jednotlivých řešení a jejich srovnání.

V třetí kapitole tohoto dokumentu je provedena stručná analýza trhu zaměřená především na mobilní čtecí zařízení čárových kódů. Jsou zde uvedeny kritéria pro výběr tohoto zařízení a také srovnání vlastností konkrétních výrobků nabízených na českém trhu.

Následující kapitola je věnována popisu optimalizací pohybu zboží, od samotného návrhu skladu, po využití automatické identifikace a automatických zakládačů.

V páté kapitole je popsáno navrhované řešení založené na technologii čárových kódů využívající jako čtecí zařízení mobilní terminál s vlastním operačním systémem. Je popsán návrh interních čárových kódů, komunikace mobilního zařízení s osobním počítačem a způsob synchronizace. Podrobně jsou popsány jednotlivé procesy skladování.

Šestá kapitola se zabývá vlastní implementací, mluví již o konkrétní implementaci aplikace, způsobech řešení jednotlivých částí projektu, a celkovém popisu vzniklé aplikace. Popsáno je zde uživatelské rozhraní, způsob synchronizace a čtení čárových kódů.

2 Automatická identifikace

V současnosti nejpopulárnější a celosvětově nejrozšířenější technologií automatické identifikace jsou čárové kódy, které jsou všude kolem nás. Stačí, když se podíváme na kterékoliv zboží zakoupené v obchodě, a na každém z nich najdeme nějaký čárový kód. Ten většinou nese informaci o zemi, ve které byl výrobek vyroben, informace o výrobcu, ale také informaci jednoznačně identifikující určitý výrobek.

Novější technologií, která je považována za nástupce čárových kódů, je takzvané RFID, neboli Rádio Frekvenční Identifikace. Jedná se o technologii, která je obdobou čárových kódů, kdy identifikátor není vytištěn a snímán optickou čtečkou, ale je uložen v čipu, který jej vysílá radiovými vlnami. Čtení tak může probíhat na vzdálenost až několika metrů, není nutná přímá viditelnost a je možno číst několik set záznamů za minutu. To umožňuje při použití ve výrobě a skladování velké úspory jak časové tak i finanční. Nevýhodou této technologie jsou teprve vznikající standardy a vysoké zaváděcí náklady.

2.1 Čárové kódy

Historie

V roce 1932 vznikl první projekt na Harvardské univerzitě, kde se skupinka studentů pod vedením Wallece Flinta pokoušela navrhnout automatizovaný systém. Tento systém měl pracovat tak, že zákazník obchodu si odtrhává kupóny s vybraným zbožím z katalogu, kupóny jsou potom vloženy do čtecího zařízení, zboží je následně automaticky vyskladněno a zákazníkovi je automaticky vystaven účet. Tento projekt ovšem ztroskotal na nedostatku financí.

První čárový kód, který se podobal těm dnešním, byl vytvořen v roce 1948 studenty postgraduálního studia na univerzitě Philadelphia's Drexel Institute of Technology Bernardem Silverem a Josephem Woodlandem. Ti nejprve navrhli, a později dokonce sestrojili, fungující zařízení využívající inkoustu citlivého na ultrafialové světlo, ale vzhledem k nestabilitě systému a jeho ceně od něj upustili.

Už 20. října 1949 si však společně podali přihlášku na patent čárového kódu. Jejich kód se již podobal dnešnímu, skládal se ze čtyř rovnoběžných bílých čar na tmavém pozadí. Princip kódování byl ve vynechání jedné nebo více čar, tím bylo možné docílit 7 kombinací. Kód s 10 čarami již mohl obsahovat 1023 kombinací. Patent jim byl udělen v roce 1952. Komerčního využití se však celý systém dočkal až v roce 1974, kdy byly snímače čárového kódu instalovány v supermarketech v USA. Prvním komerčním produktem opatřeným čárovým kódem byly žvýkačky značky Wrigley's.

Za zmínku ještě stojí čárové kódy nazývané pro jejich tvar „bull’s eye“. Na rozdíl od klasického čárového kódu byly tvořeny soustřednými kružnicemi připomínajícími terč. Někdy bývá jejich vytvoření také připisováno Josephu Woodlandovi. Některé firmy se jej pokoušely nasadit v komerční sféře, ale díky problémům s tiskem a složitému snímání byly nuceny od této snahy upustit.

První dvoudimenzionální čárový kód, který umožňuje ukládat informaci nejen horizontálně, ale také vertikálně, vznikl v roce 1988. Vytvořila jej společnost Intermec Corporation a jeho označení bylo Code 49. Důvodem vzniku byla potřeba ukládat větší množství informací na menší plochu. Poprvé byly použity v lékařství v krevních bankách a elektrotechnickém průmyslu. Vyvinuto bylo do dnešní doby asi dvacet různých kódů, ale na rozdíl od jednodimenzionálních kódů, kde již nové kódy nevznikají, u 2D kódů se vyvíjí stále nové.

Současnost

Pomocí čárových kódů je možné získávat data s velmi velkou přesností a téměř bez chyb. Chyby lze omezit použitím některého z kódů, které obsahují kontrolní součet nebo mají samopravující schopnost. Ta umožňuje vygenerovat správný kód i při značném poškození kódu, a to až do 50% chybějícího kódu.

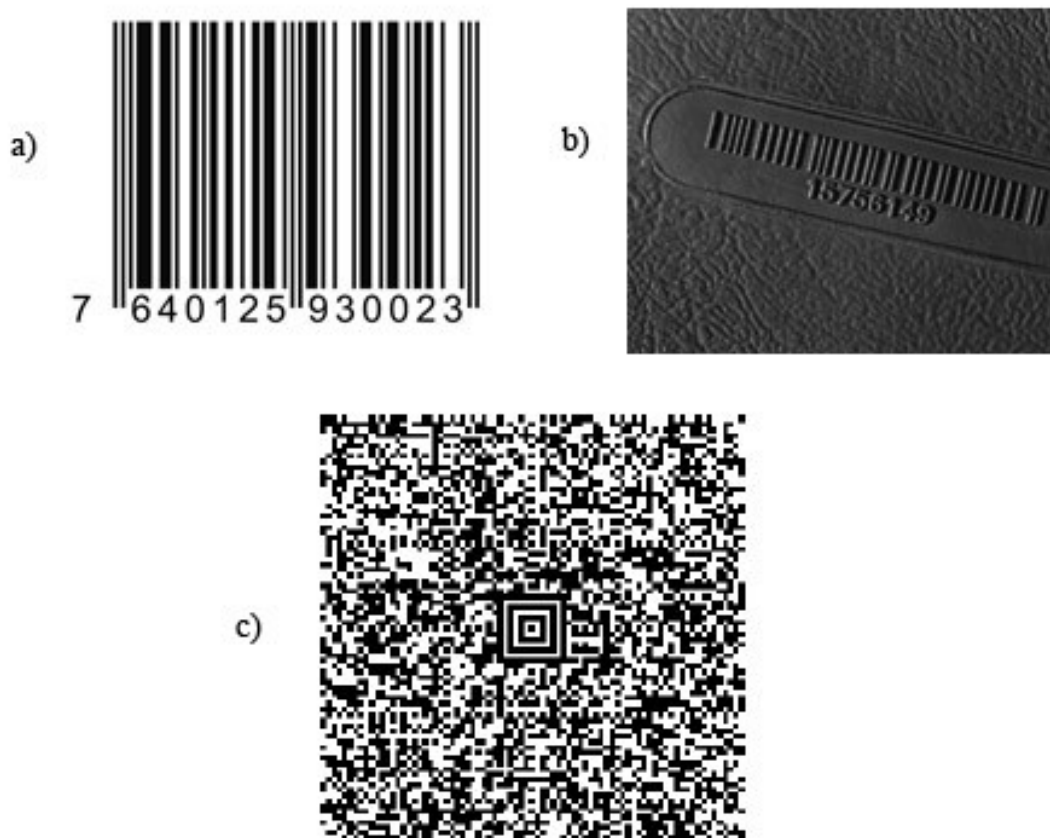
2.1.1 Typy čárových kódů

Existuje mnoho typů čárových kódů, každý z nich má své vlastnosti a je určen pro specifickou oblast použití. Při výběru čárového kódu je nutné zvážit, co vše bude potřeba zakódovat. Dříve bylo možno zakódovat pouze číselnou informaci, později se vytvořily kódy umožňující kódovat alfanumerická data, ale i speciální symboly. Další důležitou vlastností je množství informací, které jsme schopni do něj zakódovat.

Základní dělení čárových kódů je však podle způsobu snímání čárového kódu:

- **jednodimenzionální kódy (1D kódy)** – jsou obrazce tvořené paralelními tmavými čarami a světlými mezerami. Čtení těchto kódů je založeno na různé odrazivosti materiálů. Snímač vysílá světlo, které je pohlceno tmavými čarami a odraženo světlými mezerami. Odražené světlo se vrací zpět do snímače, kde je převedeno na elektrický signál. Ten je vyhodnocen a jsou určeny poměry čar a mezer. Z těch následně dekodér určí konkrétní znaky podle typu kódu. Kód je nejčastěji složen z následujících částí - před a za kódem musí být klidová zóna, neboli prázdné místo bez potisku, kód začíná znakem „start“, dále následují data a na konci je umístěn symbol „stop“. Výška čar u tohoto typu nemá vliv na informaci, má pouze bezpečnostní funkci. Čím vyšší je sloupec, tím je menší pravděpodobnost, že bude kód nečitelný z důvodu poškození. Pod sloupcem čar je často uveden kódovaný řetězec, který má pouze informativní charakter a neslouží pro automatickou identifikaci.

- **dvojdímenzionální kódy (2D kódy)** – oproti 1D kódům jsou informace uloženy jak horizontálně tak i vertikálně. Pro čtení je nejčastěji využíváno čtecích zařízení s CCD nebo CMOS senzory, které pracují na stejném principu jako u digitálních fotoaparátů a kamer. Oproti 1D je možné do nich zakódovat mnohem větší množství dat na malém prostoru. K jejich dekódování je využíváno pokročilých algoritmů pro analýzu obrazu. Tyto kódy mají také takzvanou samopravující schopnost, kdy i při poškození kódu až z padesáti procent je možné zbytek kódu při dekódování dopočítat.
- **3D kódy (Bumpy Barcode)** – jedná se v podstatě o jednodímenzionální nebo dvojdímenzionální kód, liší se pouze metodou snímání. Tato metoda není založena na odrazivosti, ale na změně výškových rozdílů. Kód není natisknut, ale je vytlačen do materiálů. Může tak vystupovat z povrchu nebo být naopak vtisknut. Je využíván především tam, kde dochází k mechanickému namáhání a kde by při použití jednodímenzionálního kódu mohlo dojít k jeho poškození. Výroba takového kódu může být prováděna například mikroúderovými systémy nebo laserovými systémy, záleží však na materiálu, na který má být kód umístěn.



Obrázek 1: a) jednodímenzionální kód b) 3D kód c) dvojdímenzionální kód

2.1.1.1 1D kódy

Na tomto místě si uvedeme několik nejpoužívanějších jednodimenzionálních kódů. Podrobně bude popsán především UCC/EAN 128, který bude v projektu používán pro zakódování interních informací o zboží a jeho umístění.

EAN (European Article Numbering)

Je nejrozšířenějším čárovým kódem v Evropě používaný především k označování zboží, které se běžně prodává v obchodních řetězcích. Byl vytvořen v roce 1977 jako Evropská verze kódu UPC, který byl už dříve používán v USA a Kanadě. Jeho užívání spadá pod kontrolu mezinárodního sdružení EAN International. Každý stát zapojený do tohoto sdružení může tento kód používat pod podmínkou dodržování stanovených pravidel. Je možné do něj zakódovat pouze číslice 0 až 9. Kód má dvě varianty EAN-8 a EAN-13, kde číslo značí, kolik číslic je možné zakódovat. První dvě nebo tři číslice udávají kód země, na Českou Republiku připadá číslo 859. Další čtyři až šest číslic nese informaci o výrobci a zbývající, kromě poslední, udávají konkrétní výrobek. Poslední číslice slouží pro kontrolu správného dekodování. Každá číslice je reprezentována dvěma tmavými čarami. Kód dále obsahuje speciální startovací a cílový symbol a symbol oddělující část nesoucí informaci o výrobci a samotném výrobku. Kratší verze EAN-8 je používána na označování malých výrobků, na kterých není pro delší variantu dostatek místa.

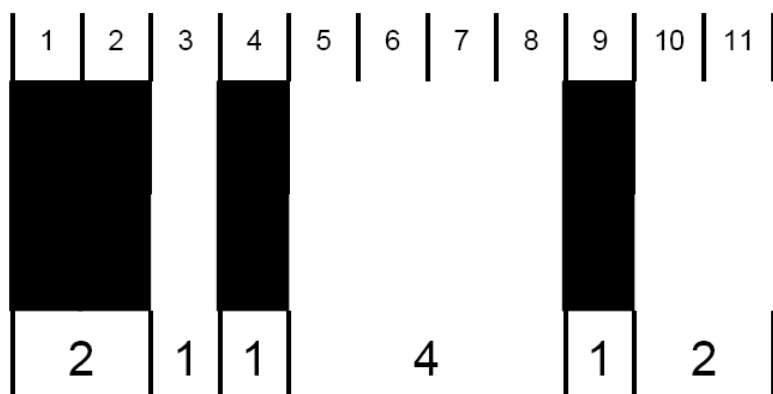
UPC (Universal Product Code)

Jde o první kód, který byl kdy používán v USA a Kanadě, kde byl úspěšně zaveden v supermarketech. Základní verze označená UPC-A obsahuje 12 číslic, z nichž jedna je kontrolní. Zbývající číslice jsou rozděleny tak, že první určuje typ výrobku, další nese informaci o výrobci a ve zbývajících je zakódována informace o produktu. Kratší verze je UPC-E, která obsahuje pouze 7 číslic.

UCC/EAN 128

Jedná se o standardizovanou verzi kódu Code 128. Používá se k označování obchodních a logistických jednotek. Je do něj možné zakódovat užitečné informace o výrobku jako je šarže, doba expirace, číslo dodávky, hmotnost atd. Tyto informace jsou kódovány pomocí aplikačních identifikátorů. Každá informace má svůj vlastní identifikátor jednoznačně určující typ údaje což umožňuje číst tento kód bez znalosti kódovaných dat a využít informace v něm během celého výrobního a logistického cyklu.

Kód má proměnnou délku a lze do něj zakódovat alfanumerická data a speciální symboly. Každý znak je reprezentován třemi tmavými čarami a třemi světlými mezerami. Jednotlivé čáry a mezery mohou mít šířku jeden až čtyři moduly a celková délka jednoho znaku je 11 modulů. Na obrázku 2. je možné vidět ukázkou kódování znaku A.



Obrázek 2: Reprezentace znaku A v UCC/EAN128, čísla nad kódem udávají číslo modulu

Celý kód je tvořen čtyřmi částmi:

- počáteční znak
- data
- kontrolní znak
- koncový znak

Data, jak již bylo řečeno, jsou uvozena aplikačními identifikátory. Že jde o aplikační identifikátor určuje speciální znak FNC1, který jej předchází. Kóduje-li se tedy informace například o expiraci, která má aplikační identifikátor 10, je posloupnost znaků FNC1,1,0,data. Pro odlišení se identifikátory uvádějí v kulatých závorkách (například (10)31112007). Dalšími speciální znaky jsou CODE A, CODE B a CODE C, které slouží pro přepínání mezi znakovými sadami.

UCC/EAN 128 má tři znakové sady A, B a C.

- Sada **A** obsahuje velká písmena, číslice a interpunkční znaménka odpovídající ASCII hodnotám 00 až 95. Dále je možné využít sedm speciálních znaků.
- Sada **B** obsahuje velká i malá písmena, číslice a interpunkční znaménka odpovídající ASCII hodnotám 32 až 127 a také sedm speciálních znaků.
- Sadu **C** tvoří 100 párů čísel od 00 do 99 včetně a tři speciální znaky. To umožňuje zakódovat dva numerické znaky pomocí jedné sekvence čar a mezer.

Volbou správné znakové sady a vhodným přepínáním mezi nimi lze minimalizovat délku čárového kódu. Naopak špatné použití vede ke zbytečně dlouhým sekvencím. Ke změně znakové

sady je možné použít také speciální znak SHIFT, který pro znak za ním bezprostředně následující změni znakovou sadu z A na B a naopak, podle toho, která sada je zrovna aktuální.

Kontrolní znak je vypočítán dle následujícího algoritmu:

1. všechny znaky kromě stop symbolu jsou převedeny na čísla, která jim odpovídají v rámci normy
2. každému znaku je přiřazena váha, startovací znak má váhu jedna a od znaku, jenž ho následuje se hodnota zvyšuje od 1 do n, váha se nepřiděluje kontrolnímu znaku a stop symbolu
3. čísla znaků jsou vynásobena jejich váhou
4. výsledky předchozího kroku jsou sečteny
5. celková suma je dělena hodnotou 103
6. výsledkem je zbytek po dělení, tato hodnota udává číslo kontrolního znaku

Příklad výpočtu kontrolního znaku:

Kódovaný řetězec: Start C FNC1 0 1 2 3 4 5 Code B M kontrolní znak stop

1. znaky:	Start	C	FNC1	0	1	2	3	4	5	Code	B	M
2. hodnoty znak podle normy:	105	102	1	23	45	100	45					
3. váhy:	1	1	2	3	4	5	6					
4. vynásobení hodnoty s váhou:	105	102	2	69	180	500	270					
5. součet hodnot:	1228											
6.	1228:103 = 11											
7. hodnota kontrolního znaku:	95											

Maximální možná velikost čárového kódu včetně klidových zón je podle normy 164mm a maximální počet znaků v jednom symbolu je 48.

2.1.1.2 2D kódy

Typickým představitelem 2D kódů je níže popsany PDF417.

PDF417 (Portable Data File)

PDF417 je nazývaný také symbol. Je patentován firmou Symbol Technologies. Je do něj možné zakódovat velké množství dat (až 2710 znaků), proto je nejlepším řešením tam, kde není možné nebo vhodné se připojovat k databázi. Všechny informace jsou přenášeny přímo v kódu (jak už napovídá samotný název kódu). Kód lze bezchybně přečíst při poškození, a to až do 50 procent celkového poškození.

Symbol se skládá z minimálně 3 a maximálně 90 řádků, které se podobají zmenšeným 1D kódům. Každý řádek obsahuje klidovou zónu, neboli světlé místo oddělující čárový kód od okolí. Následuje startovací vzor, který obsahuje informaci, že se jedná o tento typ kódu. Za ním následuje informace o čísle řádku a způsobu opravy chyb. Dále je zde jedna až třicet tzv. kódovaných slov (codewords), které obsahují skupinu čar a mezer reprezentujících jedno nebo více čísel, písmen nebo jiných symbolů. Všechny řádky mají stejný počet kódových slov. Každé slovo obsahuje 17 modulů, které jsou tvořeny 4 čarami a 4 mezerami. Každé slovo začíná čarou a končí mezerou. Na konci řádku jsou opět další informace o řádku, ukončovací znak a klidová zóna.

Tento kód je v praxi využíván především na různých identifikačních kartách, ve Spojených státech je možné jej najít na řidičských průkazech a také je používán ke generování poštovních známek oficiálně uznávaných United States Postal Service.

2.1.2 Čtecí zařízení

Typy snímačů čárových kódů dělíme podle technologie snímání a způsobu snímání.

Podle technologie snímání

- **tužkový snímač** – je snímač, kde se pro čtení využívá jeden nebo více paprsků emitovaných laserovými diodami. Tento snímač je kontaktní, je tedy potřeba špičku pera přiložit na začátek čárového kódu a konstantní rychlostí přejet celý kód napříč všemi čarami. Snímač obsahuje ve špičce zdroj světla i světelné čidlo. Jako zdroj světla je ve většině tužkových snímačů použita svítivá dioda (LED). Při přejíždění kódu se vyzařuje světlo a je odraženo zpět světlými mezerami, zatímco tmavé mezery jej pohlcují. Odražené světlo vstupuje zpět do otvoru ve špičce snímače a dopadá na fotočlánek. Ten převádí změny úrovně světla na změny elektrického proudu. Elektrický signál je potom převeden na digitální. Digitální signál je dále zpracován dekodovacím obvodem umístěným v snímači nebo v externím dekodéru. Základem je změření šířky čar a mezer. Jelikož nemůžeme zaručit konstantní rychlost pohybu snímače, jsou šířky počítány z relativního času mezi hranami prvků symbolu. Už z principu snímání je jasné, že použití tohoto snímače má jistá omezení. Je velmi důležité dodržet vzdálenost čárového kódu a snímače, aby odražené světlo dopadlo přesně na fotočlánek. Tuto vzdálenost udává ohnisková délka snímače. Velikost otvoru ve špičce snímače, neboli apertura, určuje hloubku ostrosti. Ta udává s jakou přesností je třeba dodržet ohniskovou délku. U starších snímačů s plastovou špičkou docházelo k jejímu zbroušení a zkrácení této délky a tím došlo k rozostření snímače. Dnes se používá skleněný krystal, který je odolnější a u některých snímačů jej lze po čase vyměnit. Dalším důležitým parametrem je vlnová délka diody. Ta určuje, jakým inkoustem musí být kód vytištěn, aby bylo možné jej načíst. Některé snímače pracují pouze s inkoustem na bázi karbonu, jiné zvládnou i jiná barviva.

- **laserový bezkontaktní snímač** - funguje na stejném principu, s tím rozdílem, že jako zdroj světla je použit laserový paprsek. Výhodou použití laserového paprsku je, že se příliš nerozptyluje s rostoucí vzdáleností a je tedy možné používat jej v bezkontaktních snímačích. Paprsek zůstává dostatečně malý, aby bylo možné rozlišit široké i úzké čáry i při změnách vzdálenosti. Nejmenší možný průměr bodu laserového paprsku, aby bylo možné kód přečíst, je šířka nejtenčí tmavé čáry v kódu. Snímač umožňuje číst kód i ze zakřivených ploch. Paprsek může být kmitavý nebo stacionární. Kmitavý vzniká tak, že paprsek dopadá na pohybující zrcátko, které jej odráží směrem ke čtenému kódu, o něj se paprsek odráží a dopadá na fotodiodu. Kmitavý paprsek kmitá vodorovně rychlostí 40 až 800 kmitů/s. U ručních snímačů se využívá nižších rychlostí, protože se kód nepohybuje. Pokud se snímač používá na pásovém dopravníku, je třeba zvolit rychlost takovou, aby byl celý kód nasnímán dříve než opustí zorné pole. Při použití stacionárního paprsku je potřeba, aby se pohyboval snímač nebo snímáný kód. Tyto snímače jsou často využívány v průmyslu pro čtení čárových kódů na součástkách na pásovém dopravníku. Rychlost je konstantní a pozice kódu je předem známa, není tedy potřeba složité optiky pro kmitající paprsek.
- **digitální snímač** - čárový kód je snímán pomocí CCD nebo CMOS senzoru, pomocí kterého je podobně jako u digitálního fotoaparátu vyfocen a snímek je dekodérem dekodován. Pro čtení čárových kódů se používají lineární a plošné senzory. Lineární mají světlocitlivá čidla, která jsou uložena v jedné řadě. Je tak možné snímat pouze jednu řádku čárového kódu. Dekodéru je poslána množina elektrických pulsů odpovídajících tmavým a světlým místům v čárovém kódu. Ten je dekoduje na patřičné symboly. Plošné senzory využívají čtecí zařízení založená na principu digitálního fotoaparátu, kdy světlocitlivé prvky nejsou uloženy pouze v jedné řadě, ale tvoří dvourozměrné pole. To umožňuje vytvořit dvourozměrný digitální obraz čárového kódu. Hlavní rozdíl oproti analogovým snímačům je ten, že CCD využívají okolního světla, zatímco tužkové nebo laserové senzory snímají pouze odraz světla na stejné frekvenci, jakou sami vysílají. Díky závislosti na množství okolního světla, mívají tyto čtecí zařízení často vlastní zdroj k osvětlení scény pro zvětšení hloubky ostrosti. Využívá se fotografických blesků nebo pole vysoce svítivých diod. Většina digitálních snímačů umí snímat jednodimenzionální i dvodimenzionální čárové kódy. Snímání probíhá tak, že čtecí zařízení snímá asi třicetkrát za minutu, po zmáčknutí tlačítka snímání vybere čtecí zařízení nejlepší snímek a určí zda se jedná o 1D nebo 2D kód, podle toho je pak vybrán správný dekodér. Rozdíl mezi CCD a CMOS senzory není v principu snímání, obě technologie jsou založeny na přeměně dopadajícího světla na elektrickou energii a měření intenzity tohoto světla. Hlavní rozdíl je ve způsobu zpracování vzniklého náboje a technologií výroby. U CCD senzoru je využito posuvného registru, kdy náboj z jednotlivých světlocitlivých buněk je odváděn na okraj řádku, kdy v případě lineárního uspořádání vstupuje náboj do obrazového zesilovače, u plošných je přesunut do dalšího řádku a směřuje k jedinému obrazovému

senzoru v rohu matice. CMOS senzory se liší tím, že jednotlivé buňky nejsou nijak spojeny, každá buňka má vlastní obvod pro měření vygenerovaného náboje. Nevýhodou tohoto typu senzorů je možnost vzniku náhodného šumu a deformace obrazu způsobená tím, že každá řada buněk je exponovaná zvlášť. Jelikož kvalita CMOS snímků nebyla příliš velká, vedoucí postavení na trhu získaly CCD senzory, především díky rozmachu digitální fotografie. Nevýhodou senzoru CCD je však vyšší výrobní cena a vyšší spotřeba energie, proto se dnes začíná v oblasti čtecích zařízení čárových kódů opět využívat CMOS senzory. Jejich kvalita se zlepšila a navíc při snímání čárového kódu nemusí být příliš vysoká. Spotřeba energie a cena jsou v této oblasti hlavními parametry.

Podle druhu použití

- **stacionární** – používají se především v pásové výrobě, kde je pomocí nich sledován pohyb zboží na přepravnících, ale můžeme je nalézt také v obchodech, ať už zabudované v pokladnách nebo přimontované na stěnách sloužící pro ověření ceny nakupovaného zboží. Nevýhodou těchto snímačů při použití v pásové výrobě je nutnost výskytu čárového kódu stále na stejném místě, aby na něj dopadal laserový paprsek, to znemožňuje rychlou změnu snímaného produktu. Jak bude dále ukázáno, ten problém řeší použití RFID ve výrobě.
- **mobilitní terminály** – jsou přenosné snímače s vlastní klávesnicí pro ruční zadávání identifikačních kódů, některé založené na PDA mají mobilní operační systém nejčastěji Windows CE .NET nebo Windows Mobile 5.0. To dává velký prostor pro implementaci vlastních aplikací pro optimalizaci sběru dat.
- **ruční pistolové** – tyto můžeme nejčastěji vidět v obchodech, kde čtecí zařízení je spojeno s PC nebo s pokladnou pomocí kabelu, a prodavač přikládá čtecí zařízení k čárovému kódu, čtecí zařízení dekóduje čárový kód a dekódovaný řetězec znaků předává ke zpracování do PC.

2.1.3 Tisk čárových kódů

Čárové kódy lze tisknout na běžných laserových tiskárnách, ale existují i speciální tiskárny pro průmyslové použití. Tyto tiskárny využívají technologii tisku přes barvicí pásku (Thermo Transfer) nebo přímý tisk na teplocitlivý materiál (Direkt Thermal). Většina průmyslových tiskáren používá obou technologií. U mobilních tiskáren je využívána většinou druhá uvedená technologie, nemusí obsahovat barvicí pásku a mají tedy menší rozměry. Jako rozhraní pro komunikaci je u průmyslových tiskáren používán sériový, paralelní a USB port, může mít ale také síťové rozhraní nebo WiFi.

Tisk čárových kódů může být realizován přes software pracující v operačním systému, který umožňuje pracovat s grafickou reprezentací dat. Druhou možností jsou speciální tiskárny, kterým je kód zaslán jako textový řetězec a ony sami vygenerují příslušný čárový kód.

Při volbě softwarového řešení je zapotřebí aplikace, která čárový kód na základě zadaných dat vygeneruje ve formě obrázku, který je následně vytisknut. Další možností je instalace fontu konkrétního čárového kódu, kódovaný řetězec je pak zadán z klávesnice a zobrazen jako čárový kód. Existují také webové aplikace umožňující vygenerovat čárový kód. Všechna tato řešení jsou však většinou komerční a jejich použití je zpoplatněno. Dostupné jsou shareware a demo verze, které mají však omezenou funkčnost například časově nebo zobrazováním loga vlastníka na vygenerovaném kódu.

2.1.4 Použití v praxi

S čárovými kódy se dnes setkáváme denně, využívány jsou k označování zboží pro jeho jednoznačnou identifikaci v mezinárodním měřítku. Jsou také využívány ve skladovém hospodářství pro doplnění informací jako je doba expirace a šarže. Dalším sektorem, kde se čárových kódů využívá jsou dopravní společnosti, kdy zásilky jsou označovány pro snadnou identifikaci a možnost sledování zásilek během celého procesu dopravy. S čárovými kódy se dnes můžeme také setkat na dokladech jako jsou faktury, vyúčtování za služby a výpisy z bankovních účtů, kde reprezentují číslo smlouvy nebo dokladu a umožňují automatickou identifikaci takovýchto dokumentů.

2D kódy

Vzhledem k možnosti zakódovat velké množství informací na velmi malé ploše jsou tyto kódy využívány například při označování mikročipu a jiných součástí malých rozměrů.

Množství informace, kterou lze zakódovat pomocí 2D kódů, dovoluje využít tento kód nejen pro získání nějaké informace, ale také pro přenos složitějších dat. Existují projekty, kdy do 2D kódu jsou kódovány formuláře, obrázky ale třeba i vyzváněcí zvonění pro mobilní telefony. Pokud si člověk do mobilního telefonu vybaveného kvalitnějším fotoaparátem nahraje dekodovací aplikaci těchto kódů, může pouhým vyfotografováním kódu získat obrázek nebo melodii nebo může být přesměrován na wapovou stránku konkrétní firmy. To přináší dle mého názoru zcela novou možnost reklamy. Představme si situaci, kdy nás zaujme plakát na nějakou akci a my si pouhým vyfocení čárového kódu na tomto plakátu rezervujeme nebo přímo zakoupíme vstupenku na tuto akci. V praxi to vyžaduje zlepšení zabezpečení komunikace mobilního telefonu s bankovním účtem a větší rozšíření moderních zařízení. Myslím si že v budoucnu najde tato technologie široké uplatnění.

2.2 RFID

RFID neboli Radio Frekvenční Identifikace je technologií automatické identifikace, kdy jsou data ukládána v digitální podobě do čipů neboli RFID Tagů. Informace lze následně načíst pomocí

radiových vln RFID čtečkou bez nutnosti přímé viditelnosti a podle typu tagu na vzdálenosti od několika centimetrů do několika metrů bez nutnosti přímé viditelnosti. Informace lze také přepisovat. Obrovským rozdílem oproti čárovým kódům je fakt, že se nenačítá pouze jeden tag, ale je možné načítat je hromadně. V současnosti je možné číst stovky tagů za minutu. Tato vlastnost technologii RFID předurčuje k užití především při inventarizaci majetku, identifikaci osob, či označování zboží.

2.2.1 Typy tagů

Nosičem informace je u RFID tag. Ten obsahuje malý čip, anténu, paměť a pokud je aktivní tak ještě baterii. Každý tag obsahuje EPC kód neboli Electronic Product Code, což je jednoznačné sériové číslo tagu. V současnosti má EPC 96 bitů rozdělených takto: 8 bitů tvoří hlavička a číslo verze EPC, 28 bitů nese informaci o firmě, dalších 24 bitů udává třídu výrobku a ve zbývajících 36 bitech je uloženo unikátní číslo výrobku. To umožňuje evidovat 268 miliónů výrobců, produkujících každý 16miliónů výrobků (tříd) a v každé třídě je možné přiřadit 68 miliard sériových čísel. Takovéto množství sériových čísel umožňuje identifikovat každý jednotlivý výrobek, ne pouze druh jako je to u čárových kódů. V současné době se však celý rozsah 96 bitů nevyužije a proto jsou používány tagy s EPC 64 bitovým, které jsou levnější. V budoucnu je možný přechod i na 128 bitový EPC.

Tagy můžeme rozdělit podle principu, na kterém vysílají signál:

- **Aktivní** v sobě mají akumulátor a vysílají samy své informace do okolí. To má samozřejmě vliv na cenu a tyto tagy jsou dražší a méně využívané, informace lze však sbírat na mnohem větší vzdálenosti než u tagů pasivních. Tyto tagy mají také omezenou životnost, i když dnes se vyrábí i s životností několik let. Díky baterii mají také menší odolnost na teplotu. U některých typů je možné baterii vyměnit. Jejich největší výhodou je možnost čtení na vzdálenost až 100 metrů.
- **Pasivní** neobsahují zdroj energie. Místo toho mají anténu, která je rozkmitána signálem vysílaným čtečkou, a vyrobí tak dost energie na to, aby bylo možné odeslat čtečce signál s informacemi. Jejich akční vzdálenost se pohybuje v závislosti na typu od 10 centimetrů do 10 metrů.
- **Semiaktivní** jsou v podstatě pasivní tagy s akumulátorem, které nevysílají pořád, ale používají jej pouze na zesílení signálu a tím zvýšení akční vzdálenosti.

Tagy se také dělí podle frekvence, na které vysílají:

- **LF** (nízké frekvence) pracují na frekvencích 125kHz-134kHz. Mají dosah jen asi 0,2m, ale lze snímat přes kapaliny. Využívají se především pro docházkové karty, čipování psů a označování pивních kečů.

- **HF** (vysoké frekvence) na frekvenci 13.56MHz. Lze je načíst na vzdálenost do 1m, obsahují měděnou anténu, což zvyšuje jejich výrobní náklady. Snímání přes kapaliny je problematické. Jsou využívány v docházkových systémech a knihovnách.
- **UHF** (velmi vysoké frekvence) 860MHz-930MHz. Dosah těchto tagů je do 3 metrů. Mají vysokou přenosovou rychlost a jejich výroba je relativně levná. Mají však problémy při čtení přes kapaliny nebo jsou-li umístěny na kovu. Využití nacházejí při sledování vratných obalů, jako jsou palety a kontejnery, a také na letištích k třídění zásilek. Tento typ tagů je nejlépe popsán a upraven legislativou. Existující standardy pro UHF jsou ISO 18000-6A/B, EM 4022/4222, EPC Class 0, EPC Class 1, EPC Gen2. Frekvenční pásmo UHF se dále dělí podle regionů:
 - o region 865 – 869MHz Evropa a Afrika
 - o region 902 – 928MHz USA, Kanada a Mexiko
 - o region 950 – 956MHz Japonsko a Asie
- **Microwave tag** pracují na frekvencích 2,45GHz a 5,8GHz. Dosah až 12 metrů. Lze číst, zapisovat i přepisovat. Čtení probíhá obrovskou rychlostí. Použit lze ve výrobním procesu, skladech, k výběru elektronického mýta a v dopravě. Cena tagů je vysoká.

Podle možnosti zápisu dat a jejich přepisu dělíme do tříd:

- **Class 0** pouze pro čtení, programován je přímo ve výrobě, nese informaci 64 nebo 96bitů, čtení probíhá rychlostí 1000tagů/sec.
- **Class 1** patří sem tagy na které lze zapsat informaci jednou nebo víckrát, programovat lze jen v době použití, stejně jako předchozí uchová informaci 64 nebo 96bitů a číst lze rychlostí 200tagů/sec.
- **Class 0+** tyto tagy lze číst i zapisovat kdykoliv, velikost informace je 256bit a rychlost 1000tagů/sec.
- **Gen 2** také lze číst i programovat kdykoliv, velikost paměti 256 bitů, čtecí rychlost je nejvyšší ze všech, a to 1600tagů/sec.

2.2.2 Čtecí zařízení

Čtecí zařízení pracuje tak, že do svého okolí vysílá signál. Je-li v dosahu nějaký tag, jeho kmitavý obvod přijme signál vysílače a moduluje jej. Modulace slouží k přenosu čísla EPC z čipu na čtečku. Čtecí zařízení dekoduje informaci a předává dekodované EPC přes Middleware do logistického procesu. Middleware je rozhraní sloužící především redukci datového toku spojeného s opakovaným rozpoznáváním stejných tagů a čtení současně několika různých tagů.

Čtecí zařízení mohou být stejně jako čtečky čárových kódů ve formě mobilního terminálu ale také například jako brána, přes kterou jsou nakládány palety. Tato brána je schopná načíst stovky RFID tagů za minutu a co je nejdůležitější bez přímé viditelnosti čipu. To ve srovnání s čárovým kódem může velmi urychlit pohyb zboží a hlavně omezit chybovost.

Typy čtecích zařízení jsou obdobná jako u čárových kódů, jsou zde stacionární používané na pásových dopravnících, dále mobilní terminálové. Novinkou oproti čárovým kódům jsou čtecí zařízení bránové. Ty jsou umísťovány u vstupů do skladovacích prostor a jsou schopny zachytávat velké množství z produktů i na velké vzdálenosti. Typicky jsou používány k identifikaci zboží na paletě.

Problémy čtení

- **Kolize čteček** – jedná se o situaci, kdy se dvě čtečky ruší svými signály navzájem. K vyřešení situace lze využít technologie TDMA. Ta umožňuje, že čtečky přistupují k radiovému spektru, každá v jiný okamžik.
- **Kolize čipů** – souvisí s hromadným čtením tagů, kdy čtecí zařízení vyšle signál na který odpovídají všechny tagy současně. Může pak dojít k vzájemnému rušení.
- **Kapaliny a kovy** – kapaliny pohlcují radiový signál a kovy jej naopak odráží. Přes kapaliny však dobře fungují nízkofrekvenční tagy. Pro použití na kovech se zase vyrábějí speciální ostíněné tagy.

Důležité parametry

Základní parametry jsou stejné jako u čárových kódů, proto jsou zde uvedeny pouze parametry důležité pro RFID.

- **Rychlost čtení** – kolik je zařízení schopno načíst tagů v určitém čase, udává se většinou jako počet tagů/sekund
- **Rychlost zápisu** – jak rychle je zapsáno na jeden tag
- **Integrovaná čtečka čárových kódů** – tato vlastnost umožňuje snazší přechod z technologie čárových kódů, nebo je využívá tam, kde je zavedena kombinace těchto technologií

2.2.3 Použití v praxi

Současnost

Dnes je tato technologie využívána v docházkových systémech, kdy je tag v identifikační kartě, a zaměstnanci přiložením k terminálu otevírá dveře a registruje příchod. V podstatě je možné ji využít

všude tam, kde je potřeba ověřit identifikaci například v systémech řízení přístupu do budov, parkovišť, výtahů nebo jako elektrické vstupenky na diskotéky, do klubů nebo na lyžařský vlek.

RFID je ale použito také při tzv. čipování psů, kdy je psu pod kůži implantován RFID tag s jedinečným identifikačním číslem.

Velmi rozšířené jsou RFID také v knihovnách, kde umožňují identifikaci knih, samoobslužné výpůjčky, ochranu proti krádeži a inventarizaci majetku.

V poslední době se začíná zavádět také ve zdravotnictví k označení nebezpečných léků, aby bylo možné sledovat jejich pohyb a přesně kontrolovat jejich počet. V Motolské nemocnici v Praze se rozhodli používat RFID k inventarizaci velké části majetku. Tagům nevadí voda, takže je možné je použít i na materiálech, které je nutné prát. Hlavním přínosem má být především umožnění častých kontrol, které dřív byly časově velice náročné. S RFID stačí, aby zaměstnanec obešel jednotlivá pracoviště, a načtl do mobilního terminálu informace o majetku, inventura je vyhodnocena po připojení terminálu k počítači.

Díky stále ještě poměrně vysoké finanční náročnosti na zavedení systémů není ještě příliš využit pro automatickou identifikaci zboží. Je využít spíše pro sledování vratných obalů, jako jsou palety, pивní kagy, kontejnery atd.

Srovnání čárových kódů a RFID

RFID asi nikdy nenahradí čárové kódy, a ani to není jejich cílem, ale slouží spíš jako doplněk, proto se většinou využívá v logistice a skladování kombinace těchto dvou technologií. Zavedení RFID je finančně velmi náročné a vyplatí se většinou jen tehdy, když je implementují všechny subjekty na cestě výrobku z výroby do obchodu. Tedy výrobce, distributoři a dodavatelé. Potom je možné výrobek sledovat a v kterémkoliv okamžiku získat aktuální informace o jeho stavu.

Budoucnost

Do budoucna je plánováno použití RFID v lékařství, kdy člověk bude mít implantován RFID čip s informacemi o prodělaných nemocech a operacích. Takže v případě, že se dostaneme do nemocnice, lékaři budou mít k dispozici okamžitě všechna potřebná data. Navíc nebude nutné udržovat globální databázi, protože každý člověk bude mít informace o svém zdravotním stavu stále při sobě. Tato myšlenka se ovšem setkala s velkým odporem ze strany ochránců lidských práv. RFID totiž zatím neobsahuje bezpečnostní prvky, takže každý se čtečkou na správné frekvenci může načíst libovolný tag. To by se mohlo změnit s příchodem nové technologie zabezpečení aktivních i pasivních tagů SecureRF.

3 Analýza trhu

Jelikož RFID standardy teprve postupně vznikají a nejsou ještě přesně stanoveny, není tato technologie zatím v logistice a skladování hromadně zaváděna. V Evropě je také problém s některými třídami tagů, protože frekvence, na kterých vysílají, nejsou povoleny. To se odráží v situaci na dnešním trhu, který nabízí především řešení založená na čárových kódech. Je k dispozici velký výběr čtecích zařízení stacionárních, ručních, ale v poslední době se velmi rozmáhá také oblast mobilních terminálů. Ty jsou nejvíce využívány právě v logistice a skladování. Mohou být buďto dávkové nebo takzvané PDA s vlastním operačním systémem. Právě ty mají oproti dávkovým mobilním zařízením větší možnosti variability, umožňují relativně jednoduchý vývoj aplikací, například v prostředí Microsoft Visual Studio 2005 pokud je terminál vybaven operačním systémem od firmy Microsoft. Verzím operačních systémů se budeme podrobněji věnovat na dalších řádcích. Pro tento projekt byl jako vhodné čtecí zařízení vybrán mobilní terminál s vlastním operačním systémem. Proto provedený průzkum trhu zahrnuje pouze tuto specifickou oblast čtecích zařízení. Dle mého názoru se vyplatí investice do mobilního terminálu s operačním systémem z důvodu velké variability. Výhodou je také, obsahuje-li terminál bezdrátovou kartu, což umožňuje řešení, kdy se program obsluhující čtecí zařízení spouští vzdáleně přímo na serveru.

3.1 Způsob použití

Při výběru mobilního zařízení je potřeba také zvážit způsob použití. Nabízí se řešení takzvané online a offline aplikace. Offline aplikace má veškerá potřebná data uložena přímo na čtecím zařízení. Provádíme-li aktualizaci dat nebo předání načtených hodnot, je potřeba připojit se k osobnímu počítači nebo serveru a data synchronizovat. Data, se kterými mobilní zařízení pracuje, nemusí být tedy zcela aktuální.

Online aplikace naopak umožňuje být neustále připojen k databázi běžící na serveru a mít tak v každém okamžiku aktuální data. Toto řešení vyžaduje pokrytí celého operačního prostoru radiovým signálem, nejčastěji WiFi. To přináší zvýšené prvotní náklady. V praxi jsou čtecí zařízení nejčastěji vybavena WiFi kartou nebo bezdrátově spojena s dokovací stanicí. Samotná aplikace může být spuštěna na mobilním zařízení a na data se pouze dotazovat na server, anebo, což je častější případ, slouží mobilní zařízení pouze jako terminál. Aplikace je spuštěna přes terminál na mobilní zařízení přímo na serveru. Mobilní zařízení tedy nemusí mít příliš vysoký výkon, protože pouze generuje grafické rozhraní a dotazuje se na server. Veškeré složité výpočty probíhají na vzdáleném serveru.

3.2 Kritéria výběru

Jedním z hlavních kritérií výběru mobilního čtecího zařízení je již výše zmíněný informační systém. Ten je dodáván již v paměti zařízení a vlastnosti zařízení většinou bývají přizpůsobeny právě operačnímu systému. Je nutné si uvědomit, že mobilní operační systém není stejný jako v klasickém PC. Je například omezen počet spuštěných procesů. Další parametry, které je třeba uvažovat při výběru mobilního čtecího zařízení, jsou popsána v následujícím textu.

Některé důležité parametry mobilních čtecích zařízení:

- **procesor** - procesory u mobilních čtecích zařízení čárových kódů se dnes pohybují v rozmezí od 200 do 400MHz. Takový výkon pro čtení čárových kódů je postačující, zvláště pokud je zařízení používáno pouze jako terminál a aplikace samotná je spuštěna přímo na serveru
- **paměť** - výrobci většinou udávají dva druhy paměti a to RAM a flash, tu je možné ještě rozšiřovat přídatnými kartami
- **podporované kódy** - v oblasti jednodimenzionálních kódů jsou dekodovací algoritmy již tak kvalitní, že nové už ani nevznikají. U dvojdimenzionálních vznikají stále nové kódy a tedy i algoritmy pro jejich čtení. Tento stav se odráží i na čtecích zařízeních, které většinou podporují všechny použitelné čárové kódy.
- **operační systém** - mobilních terminálů, udává verzi operačního systému, nejčastější jsou Windows CE .NET 3.0, Windows CE .NET 4.2 a zatím poslední verze Windows CE .NET 5.0. Výběr správného systému ovlivní pozdější implementaci vlastních obslužných programů
- **displej** – mobilní zařízení je možné pořídit s displejem barevným nebo monochromatickým. Většina zařízení má také displej dotykový, který nahrazuje myš a zpříjemňuje tak práci se systémem. Rozlišení bývá obvykle 240x320 pixelů
- **rozhraní** – základní komunikaci s PC probíhá u většiny nabízených zařízení přes USB kabel. Některé čtecí zařízení jsou vybaveny konektorem RS232. Pro bezdrátovou komunikaci je využíváno Bluetooth a bezdrátové síťové karty Wifi. Neobvyklé není ani IrDa
- **provozní teplota** – je důležitá především ve specifických odvětvích průmyslu, standardně pracují mobilní terminály v teplotách od -10°C do 50°C
- **odolnost** – často je uváděna odolnost při pádu z určité výšky na beton, určitě užitečnou vlastností je také voděodolnost, musíme si uvědomit, že lidé, kteří s terminály pracují, se pohybují často ve znečištěném prostředí přímo ve výrobě, proto je odolnost vůči poškození jednou z nejdůležitějších kritérií
- **provozní doba** – udávaná především výdrží baterií, většina mobilních terminálů má provozní dobu, která pokrývá jednu až dvě pracovní směny
- **doba nabíjení** – doba, za kterou se baterie dobíjí

- **cena** – je sice uvedena jako poslední kritérium, ale ve většině případů se jedná o nejdůležitější parametr, při koupi mobilního čtecího zařízení je třeba dát si pozor na to, co vše je součástí balení, mnohdy bývá příslušenství, jako kabel, dokovací stanice a další, prodáváno zvlášť, cena těchto doplňků je však dosti vysoká

Jelikož naše implementace se týká offline systému, není nutná podpora bezdrátové komunikace, pro pozdější rozšíření by však byla vhodná WiFi karta. Výhodou by jistě bylo, kdyby zařízení obsahovalo co možná nejnovější operační systém, což je v současnosti Windows CE .NET 5.0. Barevný displej není v našem případě nutný. Důležitá je však alfanumerická klávesnice, aby bylo možné zadávat šarži a dobu expirace. Čtecí zařízení by také mělo mít možnost rozšíření paměti pomocí paměťové karty pro ukládání i rozsáhlejších databází nebo dalších aplikací. Na tuto kartu je možné také umístit data, která by při restartu zařízení mohla být smazána.

3.3 Porovnání

V následujících dvou tabulkách lze přehledně porovnat mobilní čtecí zařízení podle konkrétních vlastností. Nutno podotknout, že většina výrobců nabízí svoje modely v několika konfiguracích a i na přání zákazníka je možné konfigurace zařízení upravovat podle konkrétních potřeb a pro danou implementaci. Takto lze například zvolit rozložení kláves na klávesnici, volbu numerické nebo alfanumerické klávesnice, bezdrátovou kartu, bluetooth a další. Také je možné se rozhodnout pro scanner laserový pro snímání jednodimenzionálních kódů nebo CCD resp. CMOS pro jedno i dvojdimenzionální kódy.

Označení	PA 960	PA 980	Falcon 4400	Falcon 4220
Typ	mobilní terminál PDA	mobilní terminál	mobilní terminál	mobilní terminál
Výrobce	Unitech	Unitech	Falkon	Falcon
Technologie	čárové kódy	čárové kódy	čárové kódy	čárové kódy
operační systém	Windows CE 3.0 nebo WinCE.NET 4.2	Windows® CE .NET 4.2	Windows® CE .NET	Windows® CE .NET 4.2
Display	240x320, dotykový, barevný	240x320 monochrom	TFT QVGA, 320x240	TFT 240x320
Klávesnice	17 kláves	22 voděodolných kláves	52 kláves	17 kláves+ 4 navigační
Procesor	Intel StrongARM SA 1110@ 206MHz	Intel® SA-1110 206MHz	Intel® XScale™ PXA255, 400 MHz	Intel® XScale™ PXA255, 400 MHz
Paměť	SDRAM: 64MB, flash: 32MB	SDRAM: 64MB, flash: 32MB	RAM: 64MB, flash:64MB	RAM: 64MB, flash:64MB
rozhraní	IrDA, RS232,USBII	IrDA, RS232	USB II, RS232	IrDA, USB II, RS232
provozní teplota		-30°C - 50°C	-10°C - 50°C	-10°C - 50°C
Kódy	neuvádí	UPC-A/E, EAN-8/13, Codabar, Code 39, Code 39 full ASCII, Code 93, Code 32, Interleaved & Std. 2 of 5, EAN 128, Code 11, Delta, MSI/Plessey, Code 128, Toshiba.	1D i 2D: Code 32, 39, 93 , EAN/JAN 8, 13, Matrix 2/5, EAN/UPC 2 digit ext., Code 128, UPC A, E, Standard 2/5, EAN/UCC Composite, PDF-417 • RSS Expanded, Data Matrix, QR Code, Micro PDF-417, Aztec Code, Maxi Code, OCR-A/B	Code 4, 11, 32, 39, 93, 128/UCC EAN 128, Codabar/NW7, EAN-8 Convert to EAN -13, EAN-8/JAN-8, EAN-13/UPC-A, IATA-25, Industrial 2 of 5, Interleaved 2 of 5, ISBN, Matrix 2 of 5, UPC-E Convert to UPC-A, UPC-E, UPC-EAN Add-on 2/5
další funkce	slot PCMCIA: možnost rozšířit o WiFi, BlueTooth, GPRS, odolnost proti pádu na beton z výšky 1,2m			

Tabulka 1: První část srovnání mobilních čtecích zařízení

Označení	Dolphn 7600	HT 660	CN2B	PA 962
Typ		mobilní terminál PDA	mobilní terminál	mobilní terminál PDA
Výrobce	HandHeald	Unitech	Intermec	Unitech
Technologie	čárové kódy	čárové kódy	čárové kódy	čárové kódy (RFID rozšíření)
operační systém	Windows CE 5.0	Windows CE 5.0	WM 2003	WinCE.NET 4.2
Display	barevný,240x320, dotykový barevný	240x320, dotykový, barevný		240x320, dotykový, barevný
Klávesnice	29 kláves, 6 program.	36 kláves	22 kláves	
microprocessor	Samsung 2440 400 MHz	Intel PXA255, až 300MHz	400 MHz Xscale	400Mhz
Paměť	64MB RAM X 128MB Flash	SDRAM 64 MB, flashROM 64 MB	64MB SDRAM/64MB Flash	SDRAM: 64MB, flash: 32MB
rozhraní	RS232/USB, BlueTooth,IrDA, RS232	IrDA, RS232,USB,BlueTooth	BlueTooth	IrDA, RS232,USBII
provozní teplota	-10°C - 50°C	-20°C - 70°C		
Kódy	neuvadí	neuvadí		neuvadí
další funkce	WiFi , odolnost proti pádu na beton z výšky 1,2m, SD a MMC	WiFi	bez WiFi, bez SD karet , Blue Tooth, baterie	slot PCMCIA, možnost rozšířit o RFID, WiFi, BlueTooth, GPRS, odolnost proti pádu na beton z výšky 1,2m

Tabulka 2: Druhá část srovnání mobilních čtecích zařízení

Ze všech zařízení bylo nakonec vybráno zařízení HT 660 od firmy Unitech. Hlavním kritériem byla především nízká cena. I přes nejnižší cenu zařízení svým vybavením předčí i dražší modely. I v nejlevnější variantě obsahuje operační systém Windows CE .NET 5.0 a bluetooth. Za příplatek lze koupit variantu s WiFi kartou.

4 Optimalizace pohybu zboží

Pohybem zboží myslíme jakoukoliv činnost, při které je zboží přesunuto z bodu A do bodu B. Může to být cesta z nákladní rampy do regálu, z regálu k rampě anebo jen přesun v rámci skladu. Optimalizace této činnosti znamená snahu najít co možná nejkratší, nejméně náročnou a samozřejmě nejlevnější cestu.

4.1 Technologie skladování

Uspořádání a technologie použité ve skladu závisí především na charakteru skladovaného materiálu a zboží. Nejobecnější dělení skladů je podle samotné stavby skladu na nezakryté, polozakryté a kryté. V prvním případě jde v podstatě o nezastřešená volná prostranství určená ke skladování materiálů, které nepodléhají atmosférickým vlivům. Druhý typ je již zastřešený ale boční ohraničení je částečné nebo žádné. Kryté sklady jsou pak uzavřené proti povětrnostním vlivům, většinou uměle větrané případně klimatizované.

Plocha skladu se dělí na plochy operativní a pomocné. Operativní slouží k ukládání materiálu a zboží a patří sem i plochy komunikací. Pomocné jsou plochy balíren, výdeje, vzorkovny, kontroly zboží a kanceláří.

Sklady můžeme dále dělit podle prostorového uspořádání na jednopodlažní a vícepodlažní. Jednopodlažní sklady jsou stavěny především pro vysoké zatížení, nejsou investičně tak náročné a jsou bezpečnější z hlediska požárního. Vícepodlažní sklady jsou určeny pro objemově menší a lehčí výrobky. Jsou zde využívány vysokozdvížné vozíky pro paletizaci.

V praxi jsou používány takzvané regálové sklady. Jedná se o sklady obsahující paralelní řady regálů pro paletové skladování. Ty jsou obsluhovány vysokozdvížnými vozíky nebo zakladači. Zakladače jezdí v uličkách mezi regály a mohou být obsluhovány buď manuálně, nebo pomocí počítače. Regály mohou dosahovat výšky až několik desítek metrů. Mají-li více jak 12 metrů, jsou nazývány výškové regály. Cílem je především minimalizace ploch potřebných ke skladování a operativních ploch pro manipulaci se zbožím. Významná je také v případě automatizace úspora lidských zdrojů a urychlení naskladnění a vyskladnění. Regálové sklady můžeme podle typu regálů a jejich použití rozdělit do několika kategorií, které si blíže popíšeme na následujících řádcích.

Policové a paletové regálové sklady

Policové regály jsou využívány při skladování nepaletovaného zboží. Jedná se o nejrozšířenější způsob skladování. Výška regálů se pohybuje od dvou do dvanácti metrů v závislosti na tom, zda se se zbožím manipulováno ručně, nebo s pomocí vysokozdvížného vozíku. Výhodou je nízká počáteční investice a nevýhodou samozřejmě potřeba velké skladovací plochy.

Paletové regály se využívají především tam, kde je přepravováno větší množství stejného zboží a tam, kde je požadavek na velký manipulační výkon. Výhodou je mnohem lepší využití plochy oproti policovým regálům. Nevýhodou je potřeba skladovacího zařízení pro práci s paletami.

Výškové sklady

Jak již bylo řečeno, o výškovém skladu mluvíme v případě, že výška regálů přesahuje dvanáct metrů. Jedná se o jednu z nejosvědčenějších skladových technik. K manipulaci s paletami je využíván zakládač, který má přístup k paletám v jedné uličce. Oproti používání vysokozdvizných vozíků dochází k ušetření plochy potřebné pro uličku, stačí velikost odpovídající šířce palety případně jiné skladové jednotky. S použitím správného skladovacího procesu lze zajistit princip FIFO (zboží, které přijde do skladu první, je také nejdříve vyskladněno).

Kanálové sklady

Regál se skládá z kanálů umožňujících uložení většího počtu palet za sebou. Tento princip je vhodný pro velké zásoby stejného druhu zboží. Nevýhodou může být princip LIFO, kdy zboží, které přijde do skladu poslední, je první vyskladněno. Tuto nevýhodu lze však odstranit tak, že regál bude fungovat jako průtokový, kdy na jedné straně budeme naskladňovat a na straně druhé straně naopak vyskladňovat. Dalším vylepšením této technologie je použití takzvaných spádových regálů, kdy se zboží pohybuje kanálem po válečcích vlastní vahou. Zboží je zachytáváno zářkami.

Sklad s přesuvnými regály

Jedná se o regály popojíždějící na podvozcích po kolejnicích. Zpravidla se v bloku regálů otevře vždy jen jedna ulička. To omezuje použití tohoto skladu na velké množství pomaluobrátkových položek, protože přesunutí regálu a tím pádem i otevření uličky zabere nějaký čas.

Výběr konkrétního typu skladu a technologie pro skladování je závislý na mnoha faktorech jako je druhu zboží, velikosti, počtu položek, obrátkovosti a dalších. Jedná se tedy při stavbě skladu o jedno ze strategických rozhodnutí a firmy si na toto téma nechávají zpracovávat studie od specializovaných firem zabývajících se touto oblastí. S výběr technologie úzce souvisí samotné rozvržení skladu tak, aby rozložení regálů umožnilo maximálně využít skladovací plochu a zároveň při naskladnění a vyskladnění docházelo k minimalizaci trasy, kterou musí zboží urazit. Tyto problematiky ovšem již přesahují rámec této publikace, a proto se jimi nebudeme podrobněji zabývat.

4.2 Orientace a navigace ve skladu

Základem pro orientaci a navigaci ve skladu je rozdělení skladu do několika úrovní detailu. To umožní různé pohledy na sklad od uspořádání regálů po jednotky zboží v konkrétních přihrádkách. Je

dobré znát objemové možnosti jednotlivých pozic, umožní to pak automatizované generování naskladňovacího protokolu, v němž jsou uvedeny pozice, kam má být zboží naskladněno, aby byl maximálně využit prostor.

Některé systémy umožňují dále celý sklad dělit na jakési zóny, které odpovídají například rychlosti obratu zboží, teplotním podmínkám nebo podle způsobu uložení zboží. Toto lze využít například ve skladu s farmaceutickými materiály, kdy některé nebezpečné látky musí být skladovány odděleně nebo za odlišných podmínek než ostatní. Zóny lze v systému skladování využít také tak, že je možné přiřazovat jednotlivým zónám priority a vlastnosti, podle kterých se bude zboží naskladňovat. Je-li sklad opravdu rozsáhlý, lze implementovat navigační systém, kdy je do systému uložena mapa skladu a systém obsluhu skladu navádí přímo na určitou pozici. V praxi se tato funkce příliš nevyužívá, protože již v samotné pozici, pokud je vhodně zvolená, jsou zakódovány informace o tom, ve kterém regálu, v které polici a v jaké přihrádce se zboží nalézá. A jelikož regály by měly být očíslovány v pořadí, v jakém jdou fyzicky za sebou, není pro zaměstnance skladu problém zboží lokalizovat. Navíc pokud je sklad rozsáhlejší, jsou zaměstnancům přiděleny jen určité zóny, které jsou schopni obsloužit.

4.3 Optimalizace

Za základ optimalizace pohybu zboží ve skladu je možné považovat automatickou identifikaci. Ať už je použita technologie čárových kódů nebo RFID, jejichž výhody a nevýhody byly popsány výše, můžeme automatickou identifikaci považovat za jakousi vstupní bránu k dalším optimalizacím.

Zavedením automatické identifikace se sníží časová náročnost veškerých procesů spojených s manipulací se zbožím. Jen při naskladnění, doplňujeme-li mezinárodní kód EAN dalšími informacemi, jako je doba expirace, šarže, interní skladové číslo atd., může dojít k nárůstu složitosti, která se však vrátí v podobně snížení ostatních nákladů. Nehledě na to, že dnešní velkokapacitní sklady by bylo bez automatické identifikace jen velmi těžké provozovat a nebyly by konkurenceschopné. Celková automatizace těchto skladů se zvyšuje a mnohdy je manipulace se zbožím již plně automaticky prováděna zakládači. Pohyb zboží je sledován statickými čtecími zařízeními a je tedy možné kdykoliv získat aktuální informace o stavu právě probíhajících procesů. Tyto informace lze uchovávat a později analyzovat a navrhovat další optimalizační kroky. Sledovat můžeme dobu vyskladňování jednotlivých položek a počty kusů, což nám v kombinaci s evidováním přesného umístění položky v rámci skladu umožní získat přehled o využitosti jednotlivých zón skladu. Přidáme-li informace o tom, který zaměstnanec operaci prováděl také o využitosti konkrétního zaměstnance. Analýzu dat je možné provádět ve specializovaných nástrojích pro dolování dat, jako je například SAS Enterprise Miner. Na základě výsledků analýzy lze upravit priority pozic, přerozdělit zóny, posílit či naopak snížit množství lidských sil a tím celkově zlepšit provádění skladovacích procesů.

4.3.1 Kontrola doby expirace

Datum expirace udává, do kdy lze při správném uchování lék použít bez rizika snížení jeho účinku či bezpečnosti. Kontrola tohoto data souvisí s automatickou identifikací. Systém obsahuje funkci, která při načtení zboží automaticky zkontroluje expiraci a v případě jejího překročení nebo překročení stanoveného limitu na tuto skutečnost zaměstnance upozorní. Je také možné implementovat algoritmy, které již při naskladňování budou zboží na skladě řadit tak, aby první vyskladněné bylo s nejkratší dobou expirace.

4.3.2 Kontrola čísla šarže

Číslo šarže udává léky společně vyrobené v jediném výrobním procesu, a to v určitou dobu a za stejných podmínek. Většinou mají léky se stejnou šarží stejnou dobu expirace. Informační systém, který připravuje výdejky, s těmito údaji pracuje, k vyskladnění určí právě zboží s nejkratší dobou expirace a identifikuje jej podle EAN a čísla šarže. Díky tomu, že interní kód obsahuje číslo šarže, je možné při vyskladňování kontrolovat šarži v objednávce a zaměstnance upozornit na případnou neshodu.

4.3.3 Automatizovaný příjem a výdej

Samozřejmě největší optimalizací by nejspíše bylo celý proces zautomatizovat. Celý proces by pak probíhal automaticky, kdy informační systém by vygeneroval výdejku a ve skladu by se automaticky vyskladňovalo na pásy nebo na vzduchem poháněné přepravníky. Čárové kódy by byly čteny stacionárními čtečkami během pohybu a tím by vznikl dokonalý přehled o pohybu zboží na skladě. Stejně tak při naskladňování by byl celý proces řízen počítačem. Toto řešení je v obrovských skladech realizovatelné, ale v našem případě jsou náklady na tento systém příliš vysoké. Zajímavá by jistě byla i kombinace klasické koncepce a plně automatizovaného systému, čímž by vznikl poloautomatizovaný sklad. Ten by fungoval například tak, že by sám zaměstnanec musel vyskladnit zboží, které by však dal na pás a více se o ně nestaral a zboží by bylo na konci tříděno do jednotlivých objednávek.

5 Návrh řešení

Cílem této diplomové práce je optimalizace pohybu zboží ve firmě ZZM s.r.o. Firma má zatím jen malý sklad a nevyužívá automatické identifikace. V blízké budoucnosti se chystá vystavět sklad nový. Největší optimalizací je právě zavedení jedné z technologií automatické identifikace, která umožní další optimalizace pohybu zboží v novém skladu. Firma ZZM s.r.o. se na základě zhodnocení výhod a nevýhod obou hlavních technologií rozhodla pro zavedení čárových kódů. To, jak již bylo výše uvedeno, zefektivní vyřizování objednávek, naskladnění zboží, ale také omezí chybovost způsobenou lidským faktorem a umožní mít vždy aktuální informace o stavu skladu. Firma ZZM s.r.o. skladuje především zdravotnický materiál, proto bude kladen velký důraz na kontrolu doby expirace, jak při manipulaci se zbožím, tak při inventarizaci. S dobou expirace úzce souvisí šarže, přesné evidování šarží u výrobků dovolí optimalizaci při vyskladňování, kdy bude upřednostňováno zboží s kratší dobou expirace. V praxi může nastat případ, kdy stejné zboží dováží více distributorů a nemusí tedy platit, že zboží, které je naskladněno dříve, má kratší dobu expirace. Nelze tedy striktně dodržet princip FIFO, který říká, že zboží, které je naskladněno první, bude také první vyskladněno.

Je tedy nutné zautomatizovat čtení nejen mezinárodního EAN výrobku, ale také doby expirace a šarže. V praxi si sklad většinou vytváří vlastní interní kód, do kterého zakóduje pro něj důležité informace. Může to být skladové číslo položky, doba expirace, šarže, ale také třeba hmotnost a počet kusů. Většinou se také připojuje slovní popis výrobku pro možnost vizuální kontroly. Také by zde měl být uveden nezakódovaný řetězec pro případ, že bude čárový kód poškozen, či z jakéhokoliv jiného důvodu bude nutné zadat informaci ručně.

Manipulace se zbožím nebude prováděna automaticky, ale budou jí provádět zaměstnanci vybaveni mobilními terminály s čtecím zařízením pro čárové kódy. I v případě zvažované částečné automatizace formou automatického vyskladňování kusových položek bude hrát zaměstnanec s čtecím zařízením významnou roli při manipulaci s paletovými položkami a při naskladňování.

5.1 Automatická identifikace

Automatická identifikace, jak již bylo řečeno, je základním prvkem procesu optimalizace pohybu zboží, proto je v tomto projektu využita nejen k identifikaci zboží, ale také k jeho umístění. Opět by to mělo přinést úsporu časovou při zadávání umístění zboží, ale také snížit pravděpodobnost možné chyby způsobené lidským faktorem. Konkrétní provedení takovéto identifikace bude popsáno v následujících podkapitolách.

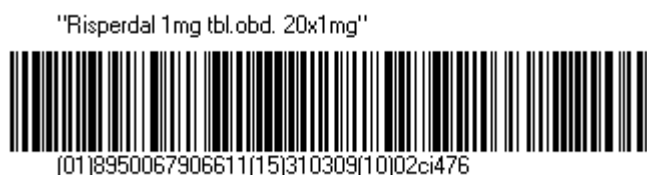
5.1.1 Automatická identifikace zboží

Každé zboží má již z výroby mezinárodní EAN kód. V našem případě je potřeba uchovávat také informaci o době expirace a šarži. Je možné přidat tyto informace ke stávajícímu kódu jednoduše přidáním dalšího čárového kódu. Pro získání těchto informací by ovšem bylo zapotřebí číst dva čárové kódy. Proto jsem se rozhodl spojit všechny informace v jeden čárový kód. Tento interní kód bude umístěn na balení obsahující určité množství zboží, případně na paletě. V případě kusového balení by pro velikost kódu nebylo možné jej umístit na jednotlivé kusy a nebylo by to ani ekonomické, proto se budou kusy se stejnou šarží a dobou expirace seskupovat pod jedním interním kódem. Ten bude umístěn na přihrádce s tímto zbožím.

Interní kód bude obsahovat mezinárodní EAN zboží, šarži a expiraci. Informace o počtu kusů není nutné kódovat, jelikož balení o různých počtech kusů mají již z výroby jiný EAN kód, a tedy lze tuto informaci udržovat pro konkrétní výrobek přímo v informačním systému.

Jako vhodný kód pro kódování těchto informací byl vybrán kód UCC/EAN 128 podrobně popsán v druhé kapitole. Jeho výhoda tkví především ve standardizaci, která zaručí že informace, které budou použity ve skladě, budou moci být využity i dalšími subjekty v logistickém řetězci. Jednotlivé části kódu jsou odděleny aplikačními identifikátory. Jedná se o čísla zobrazovaná v kulatých závorkách udávající význam hodnoty za ním následující. Tyto identifikátory jsou standardizovány. V našem případě budeme používat následující aplikační identifikátory:

- EAN zboží: (01)
- šarže: (10)
- expirace: (15)



Obrázek 3: Příklad interního čárového kódu

Chybné polepení je možné částečně eliminovat tím, že je na každém štítku uveden kromě inventárního čísla také název předmětu, případně skladové číslo, hmotnost, počet kusů v balení atd..

5.1.2 Automatická identifikace umístění

Pozice jednotlivých skladových položek bude přesně definovaná čárový kódem. V něm bude zakódována informace o skladu, regálu, police a přihrádce. Opět použijeme kód UCC/EAN 128, ve kterém budou jako aplikační identifikátory použity volně použitelné identifikátory 91-94. Přirazení jednotlivým položkám je následující:

- sklad: (91)
- regál: (92)
- police: (93)
- přihrádka: (94)



(91)1(92)2(93)3(94)4

Obrázek 4: Ukázka kódu umístění

Tento kód bude umístěn na každé pozici, kde je uloženo zboží.

5.1.3 Tisk etiket

Tisk etiket bude probíhat přes aplikaci běžící na osobním počítači, ke kterému je mobilní zařízení připojováno. Program by měl umožňovat načíst data ze souboru získaného při synchronizaci s mobilním zařízením nebo přímým zadáním pomocí formuláře. Na základě získaných informací budou automaticky vygenerovány čárové kódy, které bude možné v programu vytisknout. Tvorba čárových kódů se řídí normou definující kód UCC/EAN 128.

5.2 Komunikace s mobilním zařízením

Komunikace se stávajícím informačním systémem zadavatele a druhou částí aplikace běžící na osobním počítači bude probíhat formou předávání informací pomocí souborů ve formátu CSV. Jde o jednoduchý formát určený k výměně tabulkových dat. Soubor obsahuje řádky odpovídající řádkům tabulky, jejich jednotlivé položky jsou odděleny čárkou nebo středníkem. V našem případě se bude jednat o variantu se středníkem, protože v českém jazyce je čárka používána jako oddělovač desetinných míst. Informace v souborech obsažené budou předávány jak z osobního počítače do čtecího zařízení, tak z čtecího zařízení na PC pomocí synchronizace.

Synchronizace je způsob koordinace dat mezi mobilním zařízením osobním počítačem. V našem případě jde především o synchronizování souborů mobilního zařízení se soubory na osobním počítači, protože celá komunikace je založena na předávání CSV souborů. Je samozřejmě možné provádět synchronizaci například i na úrovni databáze, kdy jsou vyhledány změny a jedna či druhá databáze je přizpůsobena. Synchronizačních nástrojů existuje celá řada, pro operační systém Windows je dostupný synchronizační nástroj Microsoft ActiveSync. Ten je nutné do operačního systému dodatečně doinstalovat (ve Windows Vista je již součástí základní instalace v komplexním řešení nazvaném Windows Mobile Device Center). Tento nástroj sám rozpozná, kdy je mobilní zařízení připojeno k osobnímu počítači a zkontroluje zda soubory ve vybraných adresářích, které mají být kontrolovány, nejsou změněny. Pokud se soubory na zařízení a PC liší, je to uživateli oznámeno a v závislosti na nastavení je provedena příslušná synchronizace. Je možné nastavit pravidla, který soubor má být přepsán, a to zda v mobilním zařízení, nebo v PC. Bohužel tento nástroj neumožňuje různá nastavení pro více adresářů. V našem případě je však nutné předávat informace jak z mobilního zařízení do PC, tak i naopak. Proto je Microsoft ActiveSync používán pouze pro identifikace, že je nutné synchronizovat soubory, a samotná synchronizace je prováděna aplikací CECopy která je součástí balíčku Windows Mobile Developer Power Toys. Ten je určen přímo pro vývoj aplikací pro mobilní zařízení pod Windows. Stáhnout si jej můžeme bezplatně stejně jako ActiveSync na www stránkách firmy Microsoft a to na <http://www.microsoft.com>.

5.3 Procesy skladování

V této kapitole budou podrobně popsány jednotlivé skladovací procesy především příjem zboží, jeho výdej a inventura. Systém by měl být rozdělen do sekcí právě podle těchto procesů.

5.3.1 Příjem zboží

Jde o proces od doby, kdy je do skladu dopraveno nové zboží určeného k naskladnění, až po naskladnění a předání informací o novém zboží do firemního systému. Zboží, jenž má být naskladněno, je identifikováno čtecím zařízením. Postupně jsou načítány jednotlivé položky. Načítání probíhá tak, že je skenován mezinárodní čárový kód EAN, a zadány hodnoty expirace a šarže. V případě kusových balení by mělo být možné zadat počet kusů. Po načtení všech položek je vyexportován CSV soubor obsahující seznam právě načteného zboží. Poté je mobilní čtecí zařízení připojeno k osobnímu počítači. Zde je v aplikaci pro PC CSV soubor načten a na jeho základě jsou vygenerovány interní kódy. Následně jsou tyto kódy vytisknuty. Interní kódy obsahují textový popis zboží pro snadnější identifikaci při připevňování štítku na zboží. Zde je jedno z mála míst, kde může dojít k chybě. Tato chyba je špatně identifikovatelná a jednou špatně označené zboží je zpětně jen

velmi těžce dohledatelné. Proto právě v této fázi by měl být kladen důraz na provedení označení a následnou kontrolu.

Aplikace na PC vytvoří naskladňovací protokol, který je vyexportován do souboru CSV a nahrán do mobilního zařízení. Jsou-li všechny položky označeny, umístí je zaměstnanec postupně zboží na pozici uvedenou v protokolu pro naskladnění. Ta je dána druhem zboží, obratovostí a tím, zda-li jde o kusové zboží nebo paletové balení. Systém nabídne vhodné umístění, zaměstnanec skladu však může na základě uvážení a praktických zkušeností pozici změnit. Naskladnění probíhá tak, že je načtena pozice, na kterou má být zboží uloženo, a následně jsou snímány interní kódy všech položek patřících pod toto umístění. Výsledek naskladnění je opět souborem CSV nazvaný `prijem_vysledek.csv`, který dále zpracovává informační systém firmy. Obsahuje zprávu o naskladnění s uvedením pozic, na které byly jednotlivé položky zaskladněny.

5.3.2 Výdej zboží

Informační systém firmy ZZM s.r.o. vygeneruje vyskladňovací protokol na základě objednávky zákazníka a aktuálního stavu zboží na skladě. Tento dokument obsahuje informaci o tom, které zboží má být vyskladněno a v jakém počtu. Zboží je identifikováno podle mezinárodního kódu EAN a šarže. Systém by měl automaticky upřednostňovat zboží s nejkratší dobou expirace. Mobilní čtecí zařízení připojené k počítači s informačním systémem přijme elektronickou objednávku nahráním příslušného CSV souboru.

Objedávka je poté zobrazena na mobilním zařízení. Zaměstnanci je zobrazen seznam zboží a jeho umístění. Ten potom prochází skladem a příslušné zboží vždy identifikuje podle interního čárového kódu, v případě kusového balení zadá počet položek. Již identifikované zboží je na mobilním zařízení vizuálně odlišeno od ostatních položek. Po načtení všech položek v seznamu je mobilní zařízení opět připojeno k počítači s informačním systémem a je mu předán výsledek vyskladnění v souboru CSV. Ten provede příslušné změny v databázi a vystaví fakturu. Další soubor předaný počítači nese statistické informace o průběhu vyskladnění, které jsou evidovány pro pozdější možnost optimalizace rozvržení skladu a skladových procesů.

5.3.3 Inventarizace

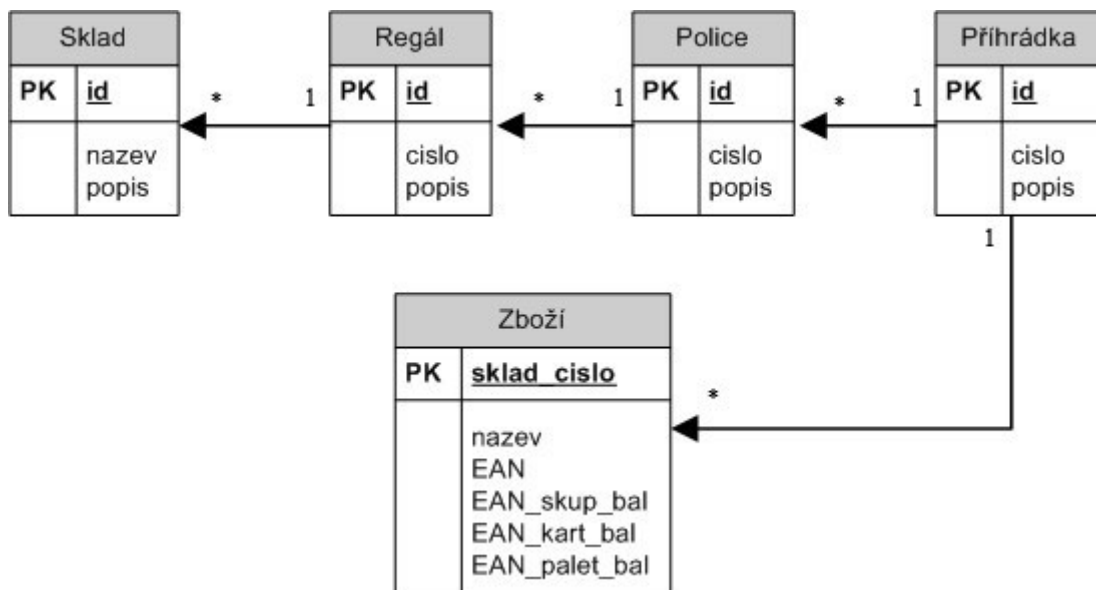
Jedná se získání informace o stavu zboží na skladě, která je následně porovnána s obsahem databáze informačního systému firmy. Inventarizace je prováděna tak, že do čtecího zařízení jsou načteny všechny položky na skladě. Nejprve je načtena konkrétní pozice a následně všechny položky na této pozici. Tam, kde je interní čárový kód společný pro větší množství kusových položek, je kód sejmuto pouze jednou a je zadán počet kusů. Zaměstnanec může na přenosném zařízení sledovat načtené

položky, v případě chyby může záznam opravit či smazat. Výsledkem inventarizace je vyexportován do souboru CSV. Ten je následně při synchronizaci s osobním počítačem zpracován informačním systémem.

5.4 Databáze

S ohledem na použité vývojové prostředí a operační systém mobilního zařízení se jako optimální jeví využití databázového serveru Microsoft Server 2005 a jeho verze pro mobilní zařízení Microsoft server 2005 CE. Na mobilním zařízení bude databáze sloužit především pro průběžné ukládání nasnímaných dat. To má význam především při inventarizaci, kdy by v důsledku případné nečekané události mohlo dojít ke ztrátě velkého množství dat. Informace o aktuálním stavu skladu, o pozicích zboží a další informace spojené s fakturací a jinými administrativními činnostmi jsou uloženy v databázi, kterou využívá firemní informační systém.

Databáze aplikace pro PC se skládá z pěti tabulek. Čtyři z nich slouží pro uchování jednotlivých úrovní pohledu na konkrétní sklad. Jsou to tabulky Sklad, Regál, Police a Přihrádka. Obsah všech je v podstatě stejný, je zde parametr ID pro jednoznačnou identifikaci položky záznamu, dále pak položka název v případě skladu nebo číslo v ostatních případech. Posledním parametrem je popis, který obsahuje bližší informaci o konkrétním umístění. Tabulka Zboží nese informaci o všech druzích zboží, které se na skladě mohou vyskytovat. Tato tabulka je plněna na základě exportu z informačního systému firmy. Tedy jako primární klíč je zde použito skladové číslo. Dalšími položkami jsou název zboží a mezinárodní čárový kód ve čtyřech různých variantách v závislosti na způsobu balení. Rozeznáváme čtyři způsoby balení, a to kusové, skupinové, kartónové a paletové. Vztahy mezi jednotlivými tabulkami jsou znázorněny na obrázku níže.



Obrázek 5: Schéma databáze aplikace pro PC

Databáze aplikace pro mobilní zařízení tvoří pouze dvě tabulky bez vzájemného vztahu, slouží pouze jako úložiště dat. Jsou to tabulky Načteno a Příjem. Do první tabulky jsou ukládány vždy aktuálně načtená data, je využívána jak při inventarizaci, tak naskladnění i vyskladnění. Do druhé tabulky jsou zase ukládána data předána pomocí souborů CSV. Obě tabulky obsahují stejné položky, a to identifikátor id, mezinárodní kód EAN, šarží, expiraci, počet kusů a pozici. Interní čárový kód není potřeba ukládat, protože jej lze na základě uložených informací dopočítat. Nejprve bylo uvažováno, že bude mobilní aplikace uchovávat také data o zboží a umístění zboží, po praktických testech však bylo zjištěno, že práce s velkými tabulkami není na mobilním zařízení příliš ideální z pohledu doby zpracování dotazů. Proto byly tyto tabulky přesunuty do aplikace pro osobní počítač, která pro mobilní zařízení data připravuje.

5.5 Specifika vývoje aplikací pro mobilní zařízení

I přestože aplikace pro mobilní zařízení připomíná běžnou aplikaci spustitelnou na osobním počítači, platí pro vývoj těchto aplikací jistá specifika. Největším problémem vývoje pro mobilní zařízení je vzájemná nekompatibilita. Existuje velké množství těchto zařízení a jejich řešení. Velké rozdíly jsou i mezi verzemi jednotlivých operačních systémů. Programátor si musí neustále hlídat počty spuštěných procesů, protože ve většině současných operačních systémů je jejich počet omezen. Dalšími rozdíly oproti osobním počítačům je velikost displeje, rychlost procesoru a velikost paměti.

Návrh uživatelského rozhraní pro mobilní zařízení patří mezi nejnáročnější části vývoje aplikace. Chceme-li, aby aplikace nepracovala pouze na jednom zařízení, je třeba se vypořádat

s množstvím rozdílů mezi zařízeními. Rozdíly jsou v orientaci obrazovky, velikosti a jejího rozlišení. Většina zařízení, která má obrazovku obdélníkového tvaru, umožňuje přetnutí orientace na výšku nebo šířku. V závislosti na orientaci a velikosti displeje je tedy nutné obsah aplikace zvětšovat nebo zmenšovat, přeskládat nebo dokonce měnit obsah. Řešením může být navrhování rozhraní do čtverce nebo využívání dynamického layoutu. Také metody zadávání vstupů jsou různé, může být použita klávesnice, dotyková obrazovka, na kterou lze psát přímo text, nebo pomocí softwarové klávesnice volit jednotlivé znaky.

Při návrhu uživatelského rozhraní je třeba pečlivě zvážit, zda zobrazovaná informace je opravdu nezbytná, jelikož velikost displeje nedovoluje přílišné plýtvání místem.

6 Vlastní implementace

Jako implementační jazyk byl s ohledem na verzi operačního systému mobilního zařízení zvolen programovací jazyk C# a vývojové prostředí MS Visual Studio 2005. Data na mobilním zařízení jsou uložena v mobilní databázi SQL Server 2000 Windows CE 2.0.

Projekt tvoří dvě aplikace. Aplikace pro mobilní zařízení a aplikace pro osobní počítač, ke kterému je zařízení připojováno. Aplikace pro mobilní zařízení je vyvinuta s ohledem na relativně nízký výkon čtecího zařízení tak, aby zde nedocházelo k velkým prodlevám z důvodů načítání a zpracování dat. Také byl kladen důraz na maximální jednoduchost a ergonomické ovládání. Snahou bylo minimalizovat nutnost zadávání dat přes dotykový display, jenž vyžaduje použití speciálního plastového pera. Použití klávesové zkratky případně funkčního tlačítka je tedy mnohem rychlejší a pro obsluhu pohodlnější. Tato aplikace je určena především pro sběr dat a navigaci při vyskladnění a naskladnění.

Druhá aplikace je určena pro zpracování dat při příjmu zboží, k automatickému generování interních čárových kódů a jejich následný tisk. Další funkcí je možnost správy umístění v rámci skladu. Jejich vytváření, editace i rušení. Jednotlivým umístěním lze nastavit zboží, které zde má být přednostně uskladněno. S tímto souvisí také funkce pro generování a následný tisk čárových kódů umístění. Tato aplikace slouží také pro přípravu dat pro mobilní aplikaci, aby nedocházelo k přílišnému zatěžování zařízení.

6.1 Čtecí zařízení

Po konzultaci se zadavatelem byla zvolena pro implementaci technologie čárových kódů. Jako čtecí zařízení byl vybrán mobilní terminál HT660 od firmy Unitech, který byl následně zakoupen. Zařízení je vybaveno operačním systémem Microsoft Windows CE 5.0 Core pracujícím na procesoru Intel PXA255 s frekvencí až 300MHz. Paměti SDRAM 64MB a flashROM 64MB lze doplnit paměťovou kartou SD. Barevný dotykový TFT displej má velikost 240x320 s podsvícením umožňuje ovládání zařízení pomocí plastového pera. Klávesnice je tvořena 36 klávesami pro zadání písmen a po přepnutí i čísel. Snímání čárových kódů zabezpečuje laserový snímač podporující většinu běžně používaných kódů. Celé zařízení splňuje normu IP54 a je tedy odolné vůči vodě a prachu. Komunikaci s okolím lze provádět pomocí USB kabelu, WiFi 802.11b/g nebo Bluetooth. USB kabel je součástí balení a při připojení síťového adaptéru lze přes něj zařízení dobíjet. Nabitá baterie by měla vydržet napájet zařízení dvanáct hodin. Je možné dokoupit takzvaný GunGrip, což je rukojeť ulehčující snímání kódů na stejném principu, jako je rukojeť ruční zbraně.

Základní nastavení

Pro čtení čárových kódů je využit ovladač laserového scanneru již předinstalovaný v čtecím zařízení. Jeho název je Scanner Settings Control Panel a spustit jej lze z kontrolního panelu. Ten dokáže číst téměř všechny běžné čárové kódy, navíc však umožňuje nastavit způsob jejich zpracování.

Jedním z hlavních parametrů, které je nutné nastavit, je parametr scan2key. Tato funkce systému zařídí, že potom co je rozpoznán čárový kód, je jeho hodnota předána jako standardní vstup z klávesnice. Další užitečnou funkcí je možnost nastavení prefixu a postfixu kódu. To usnadní rozpoznání kódu od ostatních vstupů z klávesnice. V našem případě byl za prefix a postfix zvolen znak * (hvězdička).

Dále je možné přiřadit předponu pro každý typ čárového kódu. Například předponu E pro EAN 128, F pro EAN 8 a G pro EAN 13. To umožňuje jednoduše zjistit typ kódu a následně použít pro dekodování příslušnou metodu.

Pro správný chod aplikace je třeba nahrát databázový soubor db.sdf a soubory CSV do adresáře my_documents\Sklad\. Přes tento adresář bude probíhat komunikace s osobním počítačem.

Warm a Cold reset

Jedná se o dva způsoby restartování zařízení při potížích. Oba je možné provést jak softwarově, tak hardwarově. První z nich zvaný Warm pouze restartuje zařízení bez ztráty dat, používá se pokud zařízení nereaguje, po instalaci nové aplikace, nebo po změně nastavení nějaké komponenty, například síťové karty. Provádí se pomocí aplikace boot.exe umístěné v adresáři Windows, nebo přes miniaturní tlačítko skryté v dolní části čelní strany zařízení. Druhý reset zvaný Cold vrátí přístroj do továrního nastavení. Všechna data a instalované aplikace budou ztracena. Reset se provádí opět aplikací boot.exe nebo odpojením baterie a odpojením záložní baterie.

Chceme-li na čtecí zařízení nahrát nějaká data, ať už samotnou aplikaci, nebo jen data, jako je databáze a CSV soubory, máme hned několik možností. První z nich je vyžít synchronizačních nástrojů, jimž se budeme podrobněji věnovat později. Další možností je nahrát data na SD paměťovou kartu a tu vložit do čtecího zařízení. Poslední možnost nabízí samotné vývojové prostředí Microsoft Visual Studio 2005, kdy po přeložení aplikace je možné ji spustit přímo na mobilním zařízení. Výhodou této varianty je, že společně s aplikací jsou na čtecí zařízení kopírovány také soubory potřebné pro běh aplikace. To znamená, že například při vytvoření nové aplikace využívající mobilní databázi Windows Server 2005 CE nemusíme na aplikaci instalovat databázový server, ale nástroje pro práci s mobilními daty jsou přeneseny společně s prvním spuštěním aplikace.

6.2 Uživatelské rozhraní

6.2.1 Aplikace pro mobilní zařízení

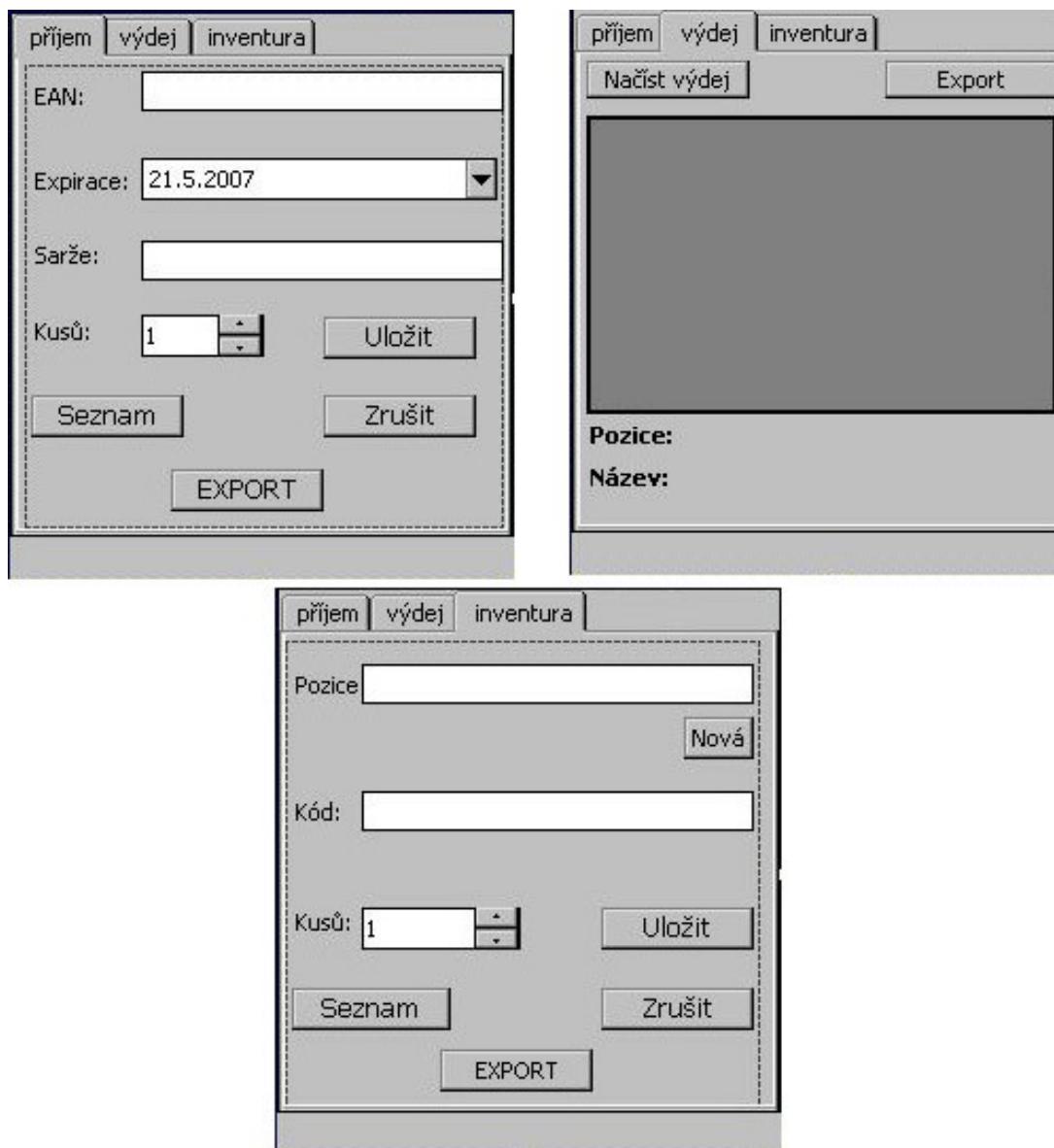
Uživatelské rozhraní na mobilním zařízení bude rozděleno do tří hlavních částí: příjem, výdej a inventura. Jak již názvy napovídají, odpovídá rozdělení jednotlivým procesům skladování. Mezi jednotlivými částmi se lze přepínat pomocí záložek.

Na záložce příjem nalezneme prvky pro zadání mezinárodního kódu EAN, doby expirace, šarže a počtu kusů daného zboží. Po zadání všech údajů je zpřístupněno tlačítko Uložit. Data jsou ukládána v databázi do tabulky příjem. Tlačítkem Seznam je možné zobrazit již načtené položky přehledně seřazené v tabulce. Tlačítko Export slouží k vyexportování obsahu tabulky příjem do souboru příjem.csv.

Výdej je záložka s tlačítkem pro načtení vyskladňovacího protokolu, položky určené k vyskladnění jsou zobrazeny v tabulce. Dalším tlačítkem je opět Export, jenž výsledek vyskladnění uloží do souboru vydej.csv. V tabulce jsou zde přehledně vypsány položky k vyskladnění a aktuální stav. U jednotlivých položek je po označení zobrazena pozice, kde je zboží uloženo a také popis zboží pro jednodušší rozpoznání.

Záložka Inventura obsahuje pole pro zadání pozice, interního kódu a počtu kusů. Opět až po zadání všech položek je možné data uložit. Uložení probíhá do tabulky načteno. Jsou zde tlačítka Seznam a Export. Export probíhá do souboru inventura.csv.

Při návrhu byl kladen velký důraz na jednoduchost ovládání. Díky snaze o co nejmenší využití dotykového displeje jsou zavedeny klávesové zkratky. Ze stejného důvodu je také implementována automatická změna polohy kurzoru. Tedy pokud je načtena pozice, kurzor je přenesen do textového boxu pro zadání dalšího údaje, například expirace. Zaměstnanec tak může pouze snímat a zadávat hodnoty bez nutnosti přepínat se mezi jednotlivými kolonkami. Jednotlivé obrazovky můžeme vidět na následujícím obrázku.



Obrázek 6: Uživatelské rozhraní aplikace pro mobilní zařízení

6.2.2 Aplikace pro PC

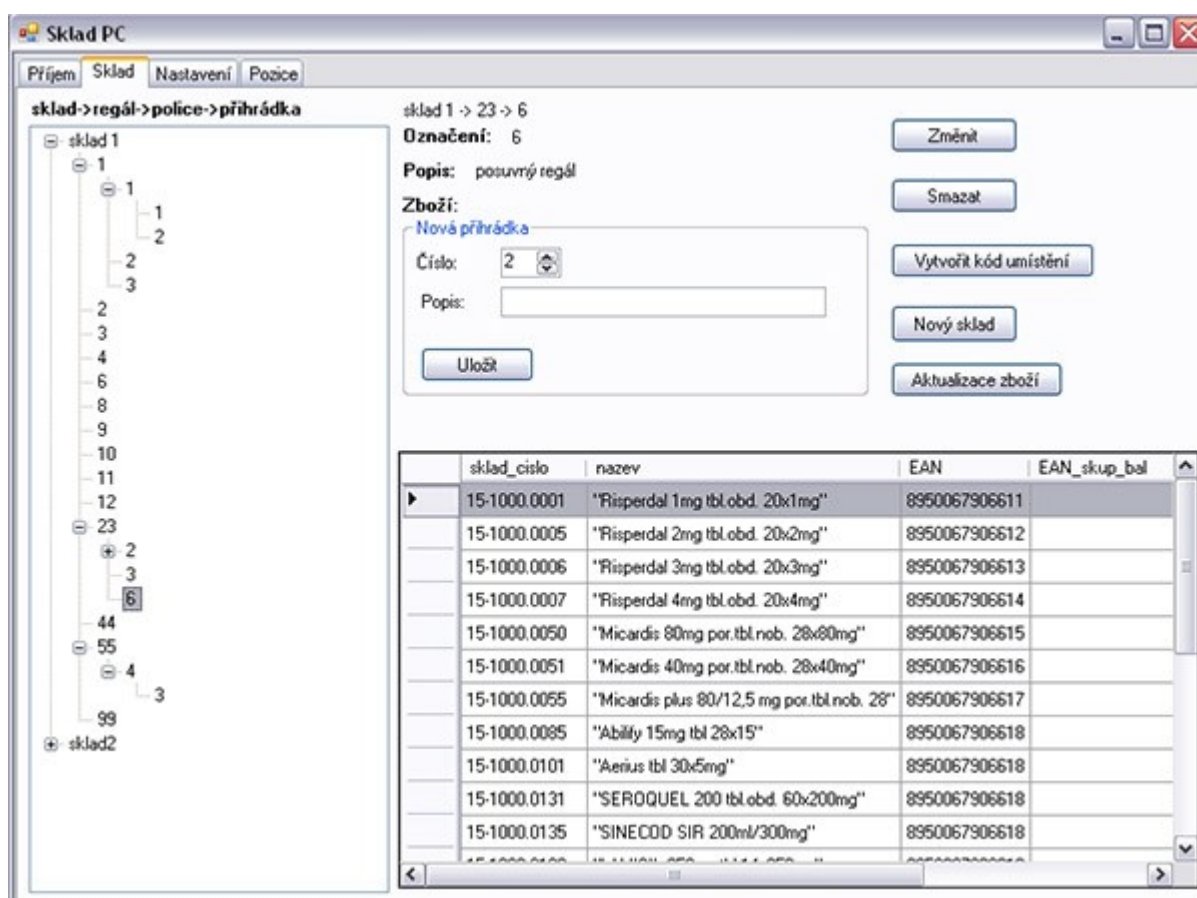
Tato aplikace je opět rozdělena pomocí záložek na čtyři části: Příjem, Sklad, Pozice, Nastavení. Část Sklad je určena pro příjem zboží a pro generování a tisk interních čárových kódů. Nalezneme zde tlačítko pro načtení aktuálního CSV souboru příjem.csv, dále pak tabulku, do které je obsah souboru přenesen, a tlačítko pro vytvoření čárových kódů. Po jeho stlačení je otevřeno nové okno s vygenerovanými kódy, kde je možné kódy vytisknout. Poslední tlačítko, které se objeví po načtení dat, slouží pro vygenerování vyskladňovacího protokolu, který je uložen jako soubor naskladnění.csv.

Část věnovanou správě skladu a jeho umístění najdeme pod záložkou Sklad. Pomocí stromové struktury jsou zde zobrazeny jednotlivé úrovně detailu umístění. Po kliku na některou položku jsou

detailní informace vypsány vpravo od stromové struktury. Je zde skupina prvků pro vkládání nových skladů, regálů, polic a nebo přihrádek a také pro jejich editaci. V tabulce je zobrazen seznam zboží a pozicím je tak možné přiřazovat upřednostňovaný druh zboží. Lze také pro každou pozici vygenerovat čárový kód.

Na záložce Pozice nalezneme políčka pro zadání skladu, regálu, police a přihrádky. Po stisku tlačítka Vygenerovat kód je opět otevřeno nové okno s čárovým kódem, kde je možné jej vytisknout.

Poslední částí je část Nastavení, zde je možné nastavit cestu k CSV souborům a také, kdy má být upozorňováno na končící nebo již skončenou dobu expirace. Tento údaj se zadává jako počet dní. Toto nastavení je následně uloženo do souboru konfigurace.csv společně s ostatními sdílenými soubory. Informaci o limitu doby expirace si z něj čte i mobilní aplikace.



Obrázek 7: Uživatelské rozhraní aplikace pro osobní počítač

6.3 Čtení čárového kódu

Čtení a dekódování čárového kódu provádí samotné čtecí zařízení, hodnotu dekódovaného řetězce lze získat použitím speciálních knihoven určených pro konkrétní typ čtecího zařízení. Praktičtější se mi zdá využití funkce, jenž nabízí dnes již většina zařízení, a to přesměrování dekódovaného řetězce na

standardní vstup. Pro programátora je to značné ulehčení, protože jediné, co je třeba sledovat, je právě standardní vstup. Umožní to také použít stejné principy zpracování dat pro skenování a manuální zadávání dat klávesnice či dotykového displeje. Tato varianta byla také použita v tomto projektu. Nastavit je možné také způsob zpracování čárového kódu, například jak mají být v řetězci odděleny aplikační identifikátory, jak identifikovat jednotlivé druhy kódu nebo oddělení kódu od ostatních dat.

6.4 Synchronizace dat

Jak bylo uvedeno v kapitole věnované návrhu synchronizace probíhá pomocí nástrojů Microsoft ActiveSync a CeCopy. CeCopy je jednoduchý nástroj umožňující řídit kopírování souborů mezi mobilním zařízením a osobním počítačem. Pomocí parametrů lze určit, který soubor kam má být nakopírován.

6.4.1 Příjem

Soubor vygenerovaný mobilním zařízením po načtení příchozího zboží je uložen v souboru `prijem.csv` a má následující tvar:

EAN;doba expirace;šarže;počet kusů

Například:

8595006790663;31.03.2009;02ci476;7;

Soubor vytvořený v aplikaci na osobním počítači má stejný tvar, ale je přidána informace o umístění zboží, kde je vždy před aplikačním identifikátorem uveden znak # (mřížka), soubor má název `naskladneni.csv`:

EAN;doba expirace;šarže;počet kusů;pozice,"název"

Například:

8595006790663;31.03.2009;02ci476;7;#911#9223#9313#941#958;"Risperdal 1mg tbl.obd. 20x1mg"

..

Výsledek operace naskladnění je uložen do souboru `prijem_vysledek.csv`, jsou zde k položkám přiřazeny konkrétní pozice, na které byly umístěny:

EAN;doba expirace;šarže;počet kusů;"pozice"

Například:

8595006790663;31.03.2009;02ci476;7;#911#9223#9313#941#958

6.4.2 Výdej

Mobilnímu zařízení je předán soubor nazvaný vydej.csv obsahující informace o tom, které zboží má být vyskladněno. Informace mají následující tvar:

EAN;doba expirace;šarže;počet kusů;”pozice,název“

Například:

8595006790663;31.03.2009;02ci476;7;#911#9223#9313#941#958;”Risperdal 1mg tbl.obd. 20x1mg”

Opět po skončení vyskladnění je vytvořen soubor s informací o průběhu nazvaný vydej_vysledek.csv, přidány jsou informace datum a čas vyskladnění sloužící pro budoucí optimalizace:

EAN;doba expirace;šarže;počet kusů;pozice,datum a čas

Například:

8595006790663;31.03.2009;02ci476;7;#911#9223#9313#941#958;12.6.2007 13:20

6.4.3 Inventura

Vyexportovaný soubor z mobilní aplikace s názvem inventura.csv obsahuje položky načtené během inventury. Informace mají stejný tvar jako při naskladňování a to:

EAN;doba expirace;šarže;počet kusů;pozice

Například:

8595006790663;31.03.2009;02ci476;7;#911#9223#9313#941#958

6.5 Generování a tisk interního kódu

Generování interních čárových kódů probíhá vykreslováním jednotlivých pixelů do bitmapy. Podle normy čárového kódu UCC\EAN 128 byla vytvořena funkce pro jeho generování. Norma přesně definuje, z kolika tmavých a světlých míst se má grafická reprezentace skládat. Je však potřeba snažit se o minimální délku kódu vhodným přepínáním mezi znakovými sadami Code B a Code C. Výsledné čárové kódy je možné vidět na obrázcích 3 a 4 v páté kapitole. K samotnému čárovému kódu je přidána textová verze kódovaného řetězce a u kódu pro popis zboží také název zboží.

I přes snahu o minimalizaci délky kódu je interní kód pro označení zboží dosti široký. Pokud by v budoucnu byl s tímto problémem, je možné pouhým vynecháním aplikačních identifikátorů změnit kódování na Code 128, což by šířku kódu o šest znaků zmenšilo.

6.6 Testování

Testování aplikace probíhalo pouze na mobilním čtecím zařízení HT 660. Testováno bylo nejen samotné čtení čárových kódů pomocí čtecího zařízení, ale i aplikace pro mobilní zařízení a osobní počítač.

V případě čtení čárových kódů byly testovány mezinárodní čárové kódy umístěné na zboží a interní čárové kódy reprezentující informaci o zboží a umístění. V prvním případě nedošlo k žádným problémům a všechny vzorky byly načteny správně. Před testováním je ovšem nutné věnovat několik pokusů na naučení správné techniky snímání. Dále byly testovány aplikací vytvořené čárové kódy ve formátu UCC\EAN 128. Tyto kódy jsou poměrně široké, proto je nutné snímat z větší vzdálenosti. Během testování byla zjištěna závislost na kvalitě tisku a způsobu zpracování obrázku v samotné aplikaci a podle výsledků testů bylo vše přizpůsobeno pro co nejlepší výsledky.

Testování aplikace bylo zaměřeno především na neočekávané hodnoty na vstupu. Záměrně byly zadávány hodnoty mimo běžný rozsah a nesprávného formátu. Všechny tyto vstupy jsou ošetřeny upozorněním na špatný vstup a nemělo by dojít k chybě, která by vedla k předčasnému ukončení aplikace.

Celková práce s aplikací a čtecím zařízením nebyla testována přímo v provozu skladu, z důvodu, že sklad, ve kterém by měla být provozována, ještě není postaven a také proto, že pro fungování jsou vyžadovány úpravy stávajícího informačního systému, které zatím nebyly zpracovány. Proto komunikace s informačním systémem byla zatím simulována pomocí vytvořených CSV dokumentů. Ty byly nahrávány do patřičného adresáře a zpracovávány aplikacemi.

6.7 Zhodnocení

Na základě testování můžeme říct, že aplikace splňuje požadavky zadavatele. Přináší zrychlení procesů skladování díky využití automatické identifikace. Obsluha aplikace pro mobilní zařízení je dostatečně intuitivní, pohodlná a usnadňuje obsluhu zadávání údajů. I přes malou velikost displeje jsou informace přehledné a čitelné.

Do budoucna by bylo vhodné implementovat online komunikaci. To by bylo vhodné především při nasazení více čteček, jelikož synchronizace pomocí předávání CSV souborů by byla složitější a časově náročnější. Praktická by byla možnost předávat informace mezi mobilními zařízeními a

osobním počítačem bez nutnosti připojovat zařízení přes USB kabel anebo alespoň využití dokovací stanice pro čtecí zařízení. Po tom, co bude sklad postaven, by bylo vhodné doplnit algoritmus pro naskladnění na základě objemu jednotlivých položek, kdy by byly známy velikosti jednotlivých přihrádek a systém by navrhoval optimální umístění nového zboží.

7 Závěr

Cílem této diplomové práce bylo vytvořit systém pro optimalizaci pohybu zboží. Součástí řešení byl výběr technologie automatické identifikace a její implementace v praxi. Myslím si, že tento cíl byl splněn. Byl vytvořen systém skládající se ze dvou vzájemně komunikujících aplikací, z nichž jedna je určena pro mobilní čtecí zařízení a druhá doplňuje stávající informační systém firmy na osobním počítači. V kombinaci tvoří celek umožňující zavedení automatické identifikace pomocí čárových kódů. Hlavní výhodou oproti systémům na trhu je možnost vyskladňování podle šarže zboží. To umožňuje vyskladňovat jako první zboží s nejkratší dobou expirace i ve skladech, kde zboží nepřichází do skladu tak, jak bylo vyrobeno, ale šarže a expirace se u různých dodavatelů liší. Přínosem je také možnost automatické identifikace umístění zboží pomocí čárového kódu. Dochází k eliminaci chyb způsobených lidským faktorem a ke zrychlení skladovacích procesů souvisejících s pohybem zboží.

Do budoucna by bylo jistě vhodné umožnit i online verzi systému, kdy by bylo možné přes terminál provádět výpočty přímo na serveru. Toto řešení je vhodné především ve větších skladech, kde je použito více čtecích zařízení a vzájemná synchronizace by byla složitá. Dalším rozšířením, které by v budoucnu mohlo být zpracováno, je přidání informace o objemu jednotlivých položek a kapacitě jednotlivých pozic skladu, což by umožnilo při naskladnění vypočítat přesnou pozici, na kterou má být zboží uloženo. Toto rozšíření by také dovolilo provádět další optimalizace především s ohledem na úsporu prostoru skladu.

Literatura

- [1] Luboslav, L., Programujeme mobilní aplikace, Brno, Computer Press, 2004
- [2] Kačmář, D., Programujeme .NET aplikace ve Visual Studiu .NET, Brno, Computer Press, 2001
- [3] Hanák, J., C# praktické příklady, Praha, Grada Publishing, a.s, 2006
- [4] RFID centre: RFID Technology. Dostupné z www: <http://www.rfidc.com/docs/rfid.htm> (prosinec 2006)
- [5] GS1 Czech Republic: Sdružení GS1 Czech Republic dříve EAN ČR. Dostupné z www: <http://www.ean.cz> (prosinec 2006)
- [6] Taltech: Bar Cosiny Basics [online]. Dostupný z www: http://www.taltech.com/resources/intro_to_bc/bcbasics.htm (prosinec2006)
- [7] Gaben: Snímače pro čtení čárových kódů. Dostupné z www: <http://www.gaben.cz/cteni.htm> (prosinec 2006)
- [8] RFID portal: Informační server o technologii automatické identifikace RFID. Dostupné z www: <http://www.rfidportal.cz/> (prosinec 2006)

Seznam příloh

Příloha 1. CD s elektronickou verzí tohoto dokumentu a zdrojovými texty aplikace přiloženo.

Příloha 2. Projektová dokumentace