

Univerzita Pardubice
Dopravní fakulta Jana Pernera

Systém pro sledování pohybu skladových položek v Kongresovém centru Praha
Anna Koželuhová

Diplomová práce
2022

Univerzita Pardubice
Dopravní fakulta Jana Pernera
Akademický rok: 2021/2022

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(projektu, uměleckého díla, uměleckého výkonu)

Jméno a příjmení:	Bc. Anna Koželuhová
Osobní číslo:	D20660
Studijní program:	N1041A040008 Technologie a management v dopravě
Specializace:	Dopravní management, marketing a logistika
Téma práce:	Systém pro sledování pohybu skladových položek v Kongresovém centru Praha
Zadávací katedra:	Katedra dopravního managementu, marketingu a logistiky

Zásady pro vypracování

Úvod

1. Charakteristika systémů pro sledování skladových položek
2. Analýza systému pro sledování pohybu skladových položek v Kongresovém centru Praha
3. Návrhy aplikace technologických řešení pro sledování skladových položek
4. Zhodnocení návrhů

Závěr

Rozsah pracovní zprávy: **50-60 stran**
Rozsah grafických prací: **dle doporučení vedoucí/ho**
Forma zpracování diplomové práce: **tištěná/elektronická**

Seznam doporučené literatury:
dle pokynů vedoucí/ho práce

Vedoucí diplomové práce: **Ing. Roman Hruška, Ph.D.**
Katedra dopravního managementu, marketingu
a logistiky

Datum zadání diplomové práce: **29. října 2021**
Termín odevzdání diplomové práce: **12. května 2022**

L.S.

doc. Ing. Libor Švadlenka, Ph.D.
děkan

Ing. Pavla Lejsková, Ph.D.
vedoucí katedry

V Pardubicích dne 29. dubna 2022

Prohlašuji:

Práci s názvem „Systém pro sledování pohybu skladových položek v Kongresovém centru Praha“ jsem vypracovala samostatně. Veškeré literární prameny a informace, které jsem v práci využila, jsou uvedeny v seznamu použité literatury.

Byla jsem seznámena s tím, že se na moji práci vztahují práva a povinnosti vyplývající ze zákona č. 121/2000 Sb., o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon), ve znění pozdějších předpisů, zejména se skutečností, že Univerzita Pardubice má právo na uzavření licenční smlouvy o užití této práce jako školního díla podle § 60 odst. 1 autorského zákona, a s tím, že pokud dojde k užití této práce mnou nebo bude poskytnuta licence o užití jinému subjektu, je Univerzita Pardubice oprávněna ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které na vytvoření díla vynaložila, a to podle okolností až do jejich skutečné výše.

Beru na vědomí, že v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů, a směrnicí Univerzity Pardubice č. 7/2019 Pravidla pro odevzdávání, zveřejňování a formální úpravu závěrečných prací, ve znění pozdějších dodatků, bude práce zveřejněna prostřednictvím Digitální knihovny Univerzity Pardubice.

V Pardubicích dne 11. 5. 2022

Anna Koželuhová v. r.

Ráda bych poděkovala vedoucímu práce Ing. Romanu Hruškovi Ph.D., za vstřícný přístup a cenné rady při zpracovávání diplomové práce.

ANOTACE

Práce se zaměřuje na možnosti využití technologie pro sledování pohybu skladových položek v rámci objektu, jmenovitě technologii čárových kódů a RFID technologii. Na toto téma je nahlíženo z pohledu možnosti využití výše zmíněných technologií ve společnosti Kongresové centrum Praha, a.s., konkrétně pro sledování skladových položek oddělení audiovizuální techniky.

KLÍČOVÁ SLOVA

čárový kód, čtečka, RFID, RFID brána, smart shelf, tag, sledování pohybu

TITLE

The tracking system for in-stock items in the Prague Congress Centre

ANNOTATION

The work focuses on the possibility of using technology to monitor the movement of in-stock items within the building, namely barcode technology and RFID technology. This topic is viewed from the perspective of the possibility of using the above-mentioned technologies in the company Kongresové centrum Praha, a.s., specifically for monitoring the in-stock items of the audiovisual technology department.

KEYWORDS

barcode, reader, RFID, RFID gate, smart shelf, tag, movement monitoring

OBSAH

ÚVOD	10
1 CHARAKTERISTIKA SYSTÉMŮ PRO SLEDOVÁNÍ SKLADOVÝCH POLOŽEK	11
1.1 Možnosti sledování pohybu skladových položek uvnitř objektu	11
1.1.1 Optické identifikační systémy	11
1.1.2 Radiofrekvenční identifikační systémy	12
1.2 Technologie radiofrekvenčních identifikačních systémů	13
1.2.1 Čtečka	13
1.2.2 Tag	14
1.2.3 Middleware	15
1.2.4 Frekvence	16
1.2.5 Antikolizní systém	16
1.2.6 Schémata pro číslování tagů	17
1.3 Možnosti aplikace RFID načítacích zón pro sledování pohybu skladových položek	17
1.3.1 Brány	17
1.3.2 Dveřní rámy	18
1.3.3 Bezpečnostní portály	18
1.3.4 Dopravníky	18
1.3.5 Balicí stanice	18
1.3.6 Smart shelf (chytrý regál)	19
1.3.7 Ruční čtečka	20
1.3.8 Mobilní čtečka	20
1.4 Proces nasazení RFID systému	20
1.4.1 Plánování (planning)	20
1.4.2 Průzkum prostředí a výběr zařízení (physics)	21
1.4.3 Pilotní projekt (pilot project)	21
1.4.4 Nasazení plné verze systému (productions)	22
1.5 Monitoring a kontrola RFID systému	22
1.5.1 Monitorování aktivity čteček	22
1.5.2 Monitorování chování RFID systému	23
1.6 Optické identifikační systémy	23
1.6.1 Typy optických čteček	23
1.6.2 Vlastnosti optických kódů	24

1.6.3	Chyby při realizaci symbolů	25
1.6.4	Vybrané typy kódů.....	26
1.6.5	Výhody optických identifikačních systémů	26
1.6.6	Nevýhody optických identifikačních systémů	27
1.7	Porovnání radiofrekvenčních a optických systémů.....	27
2	ANALÝZA SYSTÉMU PRO SLEDOVÁNÍ POHYBU SKLADOVÝCH POLOŽEK V KONGRESOVÉM CENTRU PRAHA.....	28
2.1	Kongresové centrum Praha	28
2.1.1	Audiovizuální technika v KCP.....	29
2.2	Využívaná technologie pro identifikaci a sledování položek.....	30
2.2.1	Lineární čárové kódy.....	30
2.2.2	Rezervační systém.....	31
2.3	Typy skladových položek a pohyb skladových položek v kontextu objektu	31
2.4	Skladová evidence na základě nabídek vytvářených klientům	34
2.4.1	Přehled o dostupnosti položek ve skladu	36
2.5	Bezpečnost a inventarizace skladových položek	37
2.6	Zhodnocení současného systému	38
2.6.1	Silné stránky.....	38
2.6.2	Slabé stránky	38
2.6.3	Příležitosti	39
2.6.4	Hrozby.....	40
2.7	Shrnutí analýzy	40
3	NÁVRHY APLIKACE TECHNOLOGICKÝCH ŘEŠENÍ PRO SLEDOVÁNÍ SKLADOVÝCH POLOŽEK.....	41
3.1	Obecné požadavky na systém a vlastnosti systému	41
3.2	Společná část návrhů.....	41
3.2.1	Změny procesů	42
3.2.2	Změny fyzické infrastruktury.....	45
3.2.3	Změny infrastruktury dat.....	45
3.3	Návrh rozšíření technologie lineárních čárových kódů.....	46
3.3.1	Čtečka.....	47
3.4	Návrh využití RFID technologie – RFID brána	49
3.4.1	Čtečka.....	50
3.4.2	Tagy	52

3.4.3	Shrnutí	53
3.5	Návrh využití RFID technologie – smart shelf	53
3.5.1	Čtečka.....	54
3.5.2	Tagy	56
3.5.3	Shrnutí.....	56
4	ZHODNOCENÍ NÁVRHŮ	58
4.1	Společná část návrhů.....	58
4.2	Návrh 1 – Čárové kódy	59
4.2.1	Finanční náročnost	59
4.2.2	Efektivita z časového hlediska	60
4.2.3	Kontrola nad pohybem skladových položek	60
4.2.4	Bezpečnost	60
4.3	Návrh 2 – RFID brána.....	61
4.3.1	Finanční náročnost	61
4.3.2	Efektivita z časového hlediska	62
4.3.3	Kontrola nad pohybem skladových položek	63
4.3.4	Bezpečnost	63
4.4	Návrh 3 – Smart shelf	63
4.4.1	Finanční náročnost	63
4.4.2	Efektivita z časového hlediska	64
4.4.3	Kontrola nad pohybem skladových položek	64
4.4.4	Bezpečnost	64
4.5	Porovnání návrhů	64
	ZÁVĚR.....	66
	POUŽITÁ LITERATURA.....	67
	SEZNAM TABULEK.....	70
	SEZNAM OBRÁZKŮ	71
	SEZNAM ZKRATEK.....	72
	SEZNAM PŘÍLOH.....	73

ÚVOD

Díky technologickému vývoji na poli logistiky dochází ke značnému zefektivnění procesů spojených s hmotným tokem, i tokem informací. Inovace rozšiřují mimo jiné možnosti sledování pohybu položek. Díky kvalitnímu systému sledování pohybu položek mohou společnosti získávat konkurenční výhodu. Sledování pohybu položek lze aplikovat mimo jiné na vnitropodnikovou skladovou logistiku. Údaje získané ze systému sledování pohybu skladových položek lze využít pro zefektivnění procesů, plánování nákupu a investic, či zajištění bezpečnosti.

Mezi nejvyužívanější řešení patří technologie čárových kódů. Tato technologie je v některých případech nezastupitelná, v jiných případech ale není tak efektivní, jako jiné, novější technologie. Mezi nové a efektivnější technologie patří RFID, očekávaný nástupce čárových kódů. Zavedení čárových kódů přineslo možnost automatizace a rozšíření výměny strukturovaných dat. RFID technologie automatizaci ještě prohlubuje díky možnostem, jako je například: načítání tagů rychlostí až několik tisíc tagů za sekundu, absence nutnosti optického snímání kódů, a možnost využívání přídatných funkcí tagu. Mezi přídatné funkce patří např. možnost sledovat pohyb položky v reálném čase, snímat teplotu položky, nebo zajistit bezpečnost položky.

Tato diplomová práce se zabývá problematikou sledování pohybu skladových položek uvnitř podniku, s využitím technologie čárových kódů a RFID technologie. V první kapitole jsou shrnuty informace na toto téma z pohledu vybraných autorů. Druhá kapitola obsahuje analýzu systému sledování pohybu skladových položek v Kongresovém centru Praha, konkrétně skladových položek audiovizuální techniky. Třetí kapitola se zabývá návrhy vylepšení stávajícího systému. Čtvrtá kapitola obsahuje zhodnocení návrhů a jejich porovnání.

Cílem této diplomové práce je navrhnout vylepšení systému pro sledování pohybu skladových položek audiovizuálního oddělení Kongresového centra Praha, a.s. pomocí využití moderních technologií, a to na základě analýzy současného stavu.

1 CHARAKTERISTIKA SYSTÉMŮ PRO SLEDOVÁNÍ SKLADOVÝCH POLOŽEK

Automatizované systémy pro sledování pohybu skladových položek značně zefektivňují vnitropodnikovou skladovou logistiku. Systém sledování interních hmotných toků je využitelný také pro podporu investičního rozhodování, hodnocení efektivity, či jako součást bezpečnostního systému, jak uvádí Anderson (2021). Podle Grose (2016), společnost, která efektivně monitoruje pohyb položek, získává konkurenční výhodu. Mnoho společností si je možnosti získání této konkurenční výhody vědoma, a díky tomu dochází k rychlým inovacím ve vývoji technologií pro sledování pohybu.

1.1 Možnosti sledování pohybu skladových položek uvnitř objektu

Požadavky společností na systémy sledování pohybu jsou velmi různorodé, stejně tak i prostředí jejich aplikace. Nelze proto vyzdvihnout jednu univerzální technologii vyhovující ve všech případech, je nutné uvažovat v souvislostech. V této části diplomové práce jsou krátce představeny optické identifikační systémy, které jsou v současné době nejrozšířenější technologií, a radiofrekvenční identifikační systémy, dle Grose (2016) očekávaní nástupci optických systémů (v některých případech jsou ovšem optické systémy nezastupitelné).

1.1.1 Optické identifikační systémy

Gros (2016) uvádí, že nejrozšířenější optický systém je založen na identifikaci lineárním čárovým kódem. Pomocí načtení lineárního kódu laserovou či digitální čtečkou jsou získány základní informace o položce. Tyto informace jsou reprezentovány číselným kódem, zakódovaným pomocí svislých čar a mezer. Lineární kód může obsahovat libovolnou informaci dle vůle jeho výrobce, nicméně je zvykem využívat některou ze standardizovaných struktur (více v části 1.6 Optické identifikační systémy).



Obrázek 1 Čárový kód (KODYS, 2021)

Dle Lahiriho (2006) jsou další možnosti optické identifikace dvoudimenzionální kódy, ve kterých jsou data uložena pomocí matice. Zavedením druhého rozměru došlo k razantnímu zvýšení kapacity pro vložení dat. Dvoudimenzionální kódy jsou snímány pomocí digitálních kamer a jsou čitelné pod různými úhly. Mezi nejrozšířenější druhy dvoudimenzionálních kódů patří Quick response kódy (QR kódy), Aztec kódy, Data matrix kódy a PDF417 kódy, jejichž výhodou je čitelnost laserovou čtečkou.



Obrázek 2 QR kód, Data Matric kód, PDF 417 kód, Aztec kód (Funcode, 2016)

Lahiri (2006) dále uvádí, že pro prostředí, ve kterém jsou kódy namáhány, a proto vytištění kódu na štítek není postačující, je vhodné využít třídimenzionální kódy. Jedná se reliéfní lineární kód, který na rozdíl od předchozích typů kódu nefunguje na principu kontrastu mezi kódem a pozadím, ale na principu identifikace pomocí výstupků.

Více o optických identifikačních systémech je pojednáno v části 1.6 Optické identifikační systémy.

1.1.2 Radiofrekvenční identifikační systémy

Radiofrekvenční identifikace (RFID) je založena na principu komunikace mezi štítkem s čipem umístěným na sledované položce (tzv. tagem) a čtečkou. Lahiri (2006) uvádí, že pro RFID je standardizována struktura dat pomocí elektronického kódu produktu (Electronic Product Code – EPC). EPC je unikátní pro každou položku, nikoliv pouze pro druh položky, jak je tomu u EAN. Gros (2016) rozděluje tagy podle způsobu napájení na tagy pasivní, aktivní a polopasivní:

- Pasivní tagy jsou v současné době nejpoužívanější díky nízké ekonomické náročnosti. Pasivní tag nemá vlastní zdroj napájení. Komunikace je iniciována čtečkou vysílající signál směrem k tagu, který signál využije jako zdroj napájení a reaguje na čtečku vysláním pozměněného signálu.
- Aktivní tagy jsou napájeny integrovanou baterií, díky čemuž mohou vysílat signál bez nutnosti napájení signálem čtečky. Aktivní tagy mohou mít dosah až 1 km. Oproti pasivním tagům mají vyšší kapacitu paměti a větší rozměry. S tím se pojí vyšší cena čipů. Pomocí přidružených sensorů mohou tagy ukládat a vysílat informace o položce (např. teplotu). Podle Lakshamanana (2019) jsou aktivní tagy využívány v automotive

průmyslu pro trasování pohybu, jedná se o pohyb jednotlivých součástí předtím, než je výrobek smontován, následně o pohyb výrobku při dokončovacích pracích až po distribuci hotového výrobku.

- Polopasivní tagy využívají integrovaný zdroj energie pro vlastní napájení, pro komunikaci se čtečkou získávají energii ze signálu zaslaného čtečkou. Díky vlastnímu zdroji energie je umožněna komunikace se čtečkou na větší vzdálenosti. Pokud jsou k polopasivnímu tagu připojeny sensory, je možné do jeho paměti ukládat informace i pokud se nachází mimo dosah čtečky. Více o RFID je pojednáno v následujících částech.

1.2 Technologie radiofrekvenčních identifikačních systémů

Podle Lahiriho (2006) využívání RFID systému se strukturou dat EPC, nebo obdobnou datovou strukturou, přináší řadu výhod. Mezi ně patří možnost identifikace každé jednotlivé položky, snížení potřeby lidské práce, zrychlení toku položek díky možnosti identifikace více položek najednou, a dle Andersona (2021) také navýšení bezpečnosti automatickým sledováním pohybu.

Sweeney (2005) tuto myšlenku sdílí a upřesňuje, že identifikace jednotlivých položek umožňuje přesné dohledání původu a předcházení padělání. Identifikace přispívá k přesnější kontrole inventáře, snižuje pravděpodobnost ztráty. Dochází také ke snížení přepravních nákladů a zvýšení spokojenosti zákazníků díky přesnějšímu a včasnému dodání. Díky RFID je možné automaticky ověřit správnost vydávaných položek, optimalizovat jejich tok a vyhledávání. Důsledkem je nejenom vyšší efektivita, ale také snížení chybovosti.

RFID systém je založen na principu komunikace na určité frekvenci mezi čtečkou a tagem s unikátním identifikátorem. Při souběžném výskytu více tagů v načitací zóně čtečky je třeba zachovat bezkolizní komunikaci. Data získaná čtečkou jsou dále zpracovávána softwarem tzv. middlewarem.

1.2.1 Čtečka

Čtečka je napájena baterií, nebo přímo elektrickou sítí. Sweeney (2005) uvádí, že digitální signální procesor čtečky (DSP) řídí frekvenci a amplitudu signálu vysílaného anténou čtečky. Tímto způsobem je generován a vysílán elektromagnetický signál do načitací zóny čtečky. Čtečka je schopna přijmout signál s odpovědí čipu nacházejícího se v načitací zóně. Odpověď čipu je tvořena analogovým signálem, který je dále převáděn čtečkou na digitální informaci.

Čtečka je vybavena anténou (nebo anténami), která splňuje funkci vysílání i příjmu, nebo dvěma anténami s rozdělenými funkcemi. Důležitým parametrem antény je její zisk. Zisk antény je údaj vytvořený kombinací dvou vlastností antény: směrovostí a účinností. Sweeney (2005) dělí antény dle polarizace. Lineárně polarizované antény komunikují s tagy silnějším signálem, než cirkulárně polarizované antény. Lineárně polarizované antény vysílají signál pouze jedním směrem, tagy se tak musí nacházet v přesně určené pozici vůči čtečce. Cirkulárně polarizované antény vysílají signál různými směry, a proto umožňují zachycení různě orientovaných tagů.



Obrázek 3 Brána RFID čteček (KODYS, 2022)

Podle Zaina (2017) má na funkčnost čtečky vliv okolní prostředí, zejména elektromagnetický šum. Proto je nutné otestovat prostředí a případně upravit podmínky ještě před instalací čtečky.

1.2.2 Tag

Tag je tvořen dvěma hlavními díly, čipem (nebo integrovaným obvodem) a anténou. Jak uvádí Traub (2016), v čipu je uložen unikátní identifikátor tagu EPC, případně další informace o položce v uživatelské paměti, a algoritmus odpovědi čtečce. Typ čipu určuje, zdali je tag určen pouze pro čtení, nebo pro zápis a čtení. Čipy se liší také kapacitou paměti. Informace je možné místo přímo na čip uložit do databáze, kde jsou informace dohledatelné pomocí unikátního identifikátoru.



Obrázek 4 RFID tag (RIS, 2017)

Příjem i vyslání signálu probíhá pomocí antény. Velikost antény obvykle udává rozsah, ve kterém lze tag načíst. Velikost antény je často limitujícím prvkem pro velikost celého tagu – menší tag indikuje menší rozsah. Podle Sweeneyho (2005) musí být anténa zasažena signálem čtečky ortogonálně. Pokud není zajištěn průchod tagu načítací zónou pouze v jednom určeném úhlu, je vhodné zvolit anténu, která není citlivá na orientaci (má mnoho úhlů). Dlouhé rovné antény jsou vhodné při orientovaném průchodu tagu načítací zónou.

Tagy mohou být na položky aplikovány automaticky (vhodné pro rozsáhlé RFID systémy), nebo ručně. Tag je třeba umísťovat tak, aby nedošlo k poškození. Vždy je nutné zvážit vhodnost místa aplikace tagu na položce podle tvaru a materiálu, ze kterého je složena. Materiály mají dle Sweeneyho (2005) tyto negativní vlivy na šíření signálu:

- tekutiny – absorbování signálu,
- sklo – zeslabení signálu,
- kovy – odražení signálu
- lidské a zvířecí tělo – absorbování, odražení nebo rozladění signálu,
- plasty – rozladění signálu.

1.2.3 Middleware

Jak uvádí Hozak a Awe (2018), tagy a čtečky RFID kódů řeší problematiku zachycení dat. Hozak a Awe (2018) dále mluví o některých problémech, které tagy a čtečky neřeší:

- Ne všechna zachycená data jsou užitečná, může docházet například k duplicitnímu načtení, proto je nutné data filtrovat.
- Dat je velké množství, mohou tak zahltit fyzickou infrastrukturu, i koncové uživatele.
- V případě využívání čteček od různých výrobců čtečky nemusí generovat stejně strukturovaná data, což může způsobovat matoucí informace při interpretaci dat.
- Aplikační systémy pro různé účely vyžadují odlišná data.

Tyto problematiky jsou řešeny softwarem nazývaným middleware. Middleware je platformou mezi čtečkami a podnikovými systémy.

Dle Sweeneyho (2005) musí middleware zajišťovat 7 základních funkcí:

- Skrze uživatelské rozhraní umožňuje správci a uživatelům RFID systému nasazovat a konfigurovat čtečky.
- Automaticky filtruje data ze čteček a odesílá je na daná místa podnikového systému.
- Spravuje a poskytuje komunikaci s dalšími systémy – CRM (customer relationship management), SCM (supply chain management), ERP (enterprise resource planning) a WMS (warehouse management system).
- Odesílá vybraná data partnerům organizace.
- Poskytuje data pro analýzy.
- Pokročilý middleware systém upozorňuje na stavy v podnikovém systému, na které je třeba reagovat. Např. upozorní na kritický stav zásob, nebo na neobvyklou prodlevu ve výrobě.
- Ochraňuje informační síť podniku před přetížením způsobeným tokem vysokého množství nezpracovaných dat.

1.2.4 Frekvence

RFID systémy fungují na různých frekvencích. Mezi nejpoužívanější patří nízká frekvence (okolo 125 KHz), vysoká frekvence (okolo 13,56 MHz) a velmi vysoká frekvence (902 – 928 MHz). Nízká frekvence je vhodná pro systémy, ve kterých se tagy pohybují velmi blízko čteček, využívá se např. pro přístupové, nebo platební karty. Vysoká frekvence je využívána pro zařízení, kde se tag pohybuje v jednotkách až desítkách centimetrů daleko od čtečky. Velmi vysoká frekvence umožňuje dosah čtečky až několik metrů. Její využití je široké, uplatní se tam, kde je třeba monitorovat průchod či průjezd položek dveřmi nebo kontrolními body různých rozměrů. Sweeney (2005) upozorňuje, že s nárůstem frekvence se nejen zvyšuje možný dosah čtečky, ale také se snižuje průchodnost signálu některými materiály.

1.2.5 Antikolizní systém

V případě výskytu více tagů v načítací zóně je nutné zajistit jejich bezkolizní načtení. Sweeney (2005) uvádí následující metody:

- Frekvenční domény – každý tag má určen unikátní frekvenční rozpětí. Čtečka střídá frekvence vysílaného signálu a díky tomu nedochází k aktivování více tagů zároveň.

Limitujícím prvkem pro počet tagů je množství frekvenčních rozpětí přiřaditelných tagům.

- Časové domény – u synchronního schématu signál vysílaný čtečkou obsahuje také identifikátor tagu, kterému je určen. Tato metoda je časově náročná. Asynchronní schéma funguje na principu náhodně generovaného času odpovědi tagu na vysílaný signál. Nezaručuje úplnou ochranu před kolizí, ale efektivně redukuje šanci, že kolize vznikne.

1.2.6 Schémata pro číslování tagů

Využívání číselné struktury a systému přiřazování čísel tagům dle Sweeneyho (2005) značně zjednodušuje řízení přiřazování jedinečných identifikátorů. Je možné udělit jedinečný identifikátor druhu položek, nebo přímo jednotlivým položkám. První případ je jednodušší pro správu identifikátorů, ale nevyužívá plně výhod RFID systému. Pro označování může být využita standardizovaná struktura dat EPC, nebo jiná struktura definovaná správcem RFID systému. Struktura dat může obsahovat libovolné informace. Obvykle je zde část čísla pro typ položky, unikátní číslo dané položky, vydavatele tagu, případně místo a datum výroby apod.

Pokud existuje pouze jeden vydavatel tagu pro daný systém, je hierarchie přiřazování čísel jednodušší, mohou být přidělována v aritmetické posloupnosti. V případě více vydavatelů tagů je nutné určit systém koordinace přidělování čísel mezi vydavateli.

1.3 Možnosti aplikace RFID načítacích zón pro sledování pohybu skladových položek

Umístění načítacích zón v rámci objektu je vhodné na místech, kterými procházejí všechny sledované položky. Těmito místy mohou být brány, dveřní rámy ale i specifická zařízení (např. balicí stanice). Dle Lahiriho (2006) jsou typicky umístěny 2, 3, nebo 4 antény. Dvě antény jsou umístěny obvykle napravo a nalevo od místa průchodu, třetí nad místem průchodu a čtvrtá pod místem průchodu. Vyráběny jsou i čtečky se značně vyšším počtem antén.

1.3.1 Brány

Jak uvádí Swedberg (2020a), brány jsou častým umístěním čtečky, a moderní čtečky v branách jsou nejenom schopné identifikovat tagy, ale také určit směr jejich pohybu. Pro tento účel je vhodné využít systémy s velmi vysokou frekvencí pro pokrytí celé brány. V případě umístění více bran v blízkosti musí být přesně nastaveno napájení čtečky, aby nedocházelo k fantomovým načtením, a zároveň aby byla pokryta celá brána.



Obrázek 5 RFID brána (SICK, 2014)

1.3.2 Dveřní rámy

Jak popisuje Nichols (2021), umístění načítací zóny s velmi vysokou frekvencí mezi dveřní rámy je výhodné pro sledování pohybu jednotlivých položek uvnitř objektu, zejména pro účely skladového hospodářství. Takto umístěné čtečky je možné využít také pro zajišťování bezpečnosti uvnitř budovy.

1.3.3 Bezpečnostní portály

RFID systémy jsou využívány, jak uvádí Anderson (2021), také pro zajištění bezpečnosti položek, které se mají stále nacházet v určitém objektu. Bezpečnostní portály s velmi vysokou frekvencí jsou umístěny v místech, kde by mohlo dojít k vynesení položky z objektu. V případě zaznamenání průchodu tagu položky je ihned upozorněna ostraha.

1.3.4 Dopravníky

Dopravníkem v mnoha případech musí projít všechny položky, je proto vhodný pro instalaci čtečky. Podle Swedberg (2020a), je možné umístění čtečky např. na montážní dopravník pro sledování trajektorie položky po celou dobu pohybu. V závislosti na velikosti dopravníku je možné využít čtečku s velmi vysokou, nebo vysokou frekvencí. Obvykle je využíváno čtyř antén (pro umožnění načtení položek s různě orientovanými tagy).

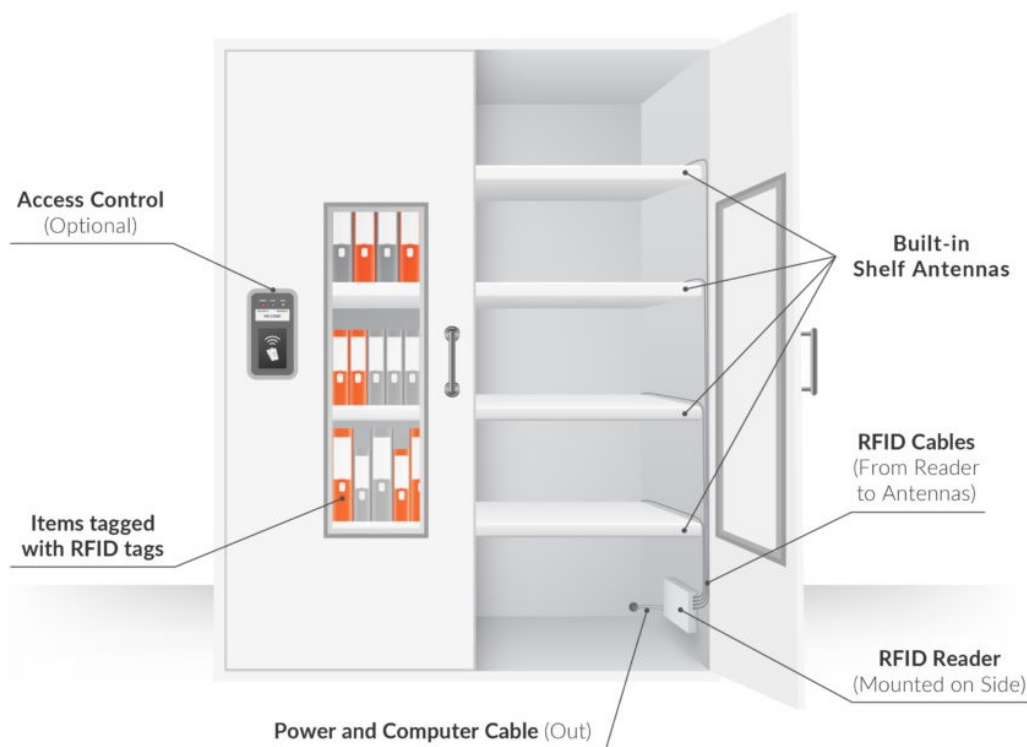
1.3.5 Balicí stanice

V případě, že položky musí být před opuštěním prostoru zabaleny, je vhodné umístit načítací zónu na balicí stanici. Využíváno je například dvou antén, z nichž jedna je umístěna na roli s obalovým materiálem (fólií) a druhá naproti první anténě tak, aby balená položka byla

umístěna mezi nimi. Jak uvádí Roberti (2004), tuto metodu využívá armáda USA pro sledování pohybu zabalených zásilek potravin k jednotkám v poli.

1.3.6 Smart shelf (chytrý regál)

V případě, kdy je nutné znát pouze informaci, zdali je položka na místě uložení, je možné využít tzv. smart shelf (chytrý regál). Tato technologie funguje na principu umístění antén čtečky do jednotlivých polic regálu (čtečky mohou být vestavěné, nebo dodané např. z boku úložného prostoru). Pokud se tagy nachází vždy v řádu maximálně několika desítek centimetrů od antény, je možné využít vysoké frekvence. Častější je ovšem využití velmi vysoké frekvence. Jestliže jsou tagy orientovány vždy směrem k polici, ve které je zabudovaná anténa, je možné využít i nízkofrekvenční zařízení.



Obrázek 6 Smart shelf (Atlas RFID store, 2018)

V případě tzv. smart shelf není pro nízkou chybovost rozhodující rychlost načítání, jak tomu bylo v předchozích příkladech, důležité je zachycení změny stavu, na kterou je upozorněno. Swedberg (2020b) uvádí příklad aplikace smart shelf – společnost Kathrein poskytuje tento systém s možností připojení 32 antén ke čtečce. Antény mohou mít dosah 3 m, některé typy antén i více.

Zařízení „smart shlef“ je možné podle Atlas RFID store (2018) dělit do tří základní kategorií:

- zařízení sestavená uživatelem,
- zařízení navržená výrobcem s možnými úpravami,
- kompletní řešení vyráběné sériově.

Jednotlivé antény je možné spojit do svazků pomocí přepínačů. RFID čtečka je schopná zpracovávat signál i z několika přepínačů.

1.3.7 Ruční čtečka

Podle Sweeneyho (2005) je ruční čtečka vhodná pro využití ve společnostech, kde by bylo složité a finančně náročné nainstalovat stabilní čtečky na všechna potřebná místa. Oproti stabilní čtečce má ruční čtečka menší rozsah načítací zóny, a mohou se vyskytovat problémy s načtením položek s určitým materiálovým složením.

1.3.8 Mobilní čtečka

Mobilní čtečka je obvykle umístěna na vozíku, díky kterému je možné s ní pohybovat. Tato metoda je vhodná například pro provádění inventarizace, je možné načíst postupně tagy ve všech místnostech v objektu jednou čtečkou. Jak uvádí Sweeney (2005), oproti ruční čtečce načte mobilní čtečka i položky, které jsou kvůli materiálovým vlastnostem hůře načítatelné. Podle Sandovala a Pereze (2005) je možné mobilní čtečku bezdrátově připojit k databázovému serveru a díky tomu může probíhat okamžitá komunikace mezi čtečkou a databází.

1.4 Proces nasazení RFID systému

Proces nasazení RFID systému je možné rozdělit dle Sweeneyho (2005) do čtyř základních stádií (4P). Jedná se o plánování, průzkum prostředí a výběr zařízení, pilotní projekt a plné nasazení systému. Tato stádia jsou v této části podrobněji rozebrána.

1.4.1 Plánování (planning)

Pro úspěšné plánování je nutné porozumět technologii RFID, souvisejícím procesům, zdrojům nákladů systému a výhodám implementace systému. Prvním krokem plánování je podle Sweeneyho (2005) vytvoření analýzy aplikace RFID systému, obsahující důvody aplikace RFID systému a plánované využití systému ve společnosti. Nedílnou součástí analýzy jsou takzvané kontaktní body mezi RFID systémem a interními procesy organizace. Kontaktní bodem je ta část procesu, ve které díky zavedení RFID technologie dojde ke změně. V těchto bodech je obvykle nutné upravit fyzickou infrastrukturu i pracovní postupy.

Na analýzu aplikace navazuje analýza nákladů a přínosů. Přínosy vznikají obvykle v procesech, kde dochází k nahrazení lidské práce automatizací, k snížení chybovosti, ke zrychlení průchodu kontrolními body a v procesech pracujících s informacemi o aktuální poloze.

Po těchto analýzách je podle Sweeneyho (2005) nutné vytvořit plán a časový rámec implementace systému, který je detailněji rozpracován v plánu nasazení. Plán nasazení obsahuje i role pracovníků a jejich zodpovědnosti. Důležitý je také plán změn v interních procesech a analýza jejich potenciálního vlivu. Plán by měl obsahovat také informace o předcházení sabotáže RFID systému pracovníky.

1.4.2 Průzkum prostředí a výběr zařízení (physics)

V rámci tohoto stádia je zjišťována vhodnost prostředí pro aplikaci RFID systému, jsou navrhovány případné změny, a je uskutečňován výběr zařízení. Jak popisuje Zaino (2007), je vhodné provést Faradayovu analýzu prostředí. První částí Faradayovy analýzy prostředí je analýza elektromagnetického šumu prostředí a druhou částí je mapování obrysu načítací zóny čtečky. Dále je nutné vybrat vhodný typ tagu pro prostředí, ve kterém bude využíván a pro položky, na kterých bude umístěn. S tím se pojí také testování vhodnosti umístění tagu na položkách. Nutné je zvolit čtečku odpovídající úkolu, který má plnit, a otestovat nastavení čtečky.

V rámci tohoto kroku je také vhodné vytvořit návrh RFID sítě. Strumberger et al. (2018) klasifikují návrh RFID sítě jako NP těžký problém, k jeho řešení doporučují využití metaheuristik, jako je například metoda rybí kostry.

1.4.3 Pilotní projekt (pilot project)

Vytvoření pilotního projektu je nezbytné především u rozsáhlejších systémů, ale doporučované je i u systémů menšího rozsahu. Díky pilotnímu projektu je možné otestovat chování navrhovaného RFID systému v malém rozsahu. Nutnost úpravy systému nalezena v pilotní fázi je spojena s významně nižšími náklady než při pozdější detekci.

Pro úspěšný pilotní projekt je třeba mít jasně stanovené cíle. Sweeney (2005) vyjmenovává, co je při přípravě pilotního projektu a utváření plánu s časovou osou třeba mít na paměti:

- Zdroje – jaká zařízení jsou třeba pro pilotní projekt, a jak dlouho trvá jejich pořízení.
- Změny ve stávajících zařízeních a infrastrukturách – úprava např. elektrické a datové sítě.
- Procesy – jak ovlivní zavedení pilotního projektu procesy a pracovní postupy.

- Prostředí – změny fyzického prostředí pro zavedení pilotního projektu.
- Informační systémy – adaptace informačních systémů na data z pilotního projektu.

Nedílnou součástí pilotního testování je pečlivý monitoring chování RFID systému a jeho okolí. V průběhu testování je očekáván vznik problémů, jejich podchycení je podstatou pilotního testování. Proto je nutné mít přesně stanovený postup při zachycení problému (způsob zaznamenání a řešení, čas poskytnutý na řešení problému a řešitele problému). Pro úspěšný pilotní projekt je klíčový schopný tým, v rámci kterého jsou jasně stanovené pravomoci a zodpovědnosti členů. Aby byl pilotní projekt úspěšný, je nutné v průběhu i po ukončení projektu vyvodit co nejvíce informací relevantních pro aplikaci plné verze systému.

1.4.4 Nasazení plné verze systému (productions)

Po otestování je možné nasadit RFID systém v plánovaném rozsahu. Je nutné zajistit správnou instalaci a konfiguraci všech součástí RFID sítě. Pro využití výhod RFID systému je nutné integrovat získávané informace do již existujících informačních systémů. Nezbytností je také vzdělávání obsluhy a uživatelů RFID systému.

1.5 Monitoring a kontrola RFID systému

Po zavedení RFID systému je třeba jej monitorovat a v případě nutnosti upravit nastavení. Monitoring probíhá jak u jednotlivých čteček, tak u systému jako celku.

1.5.1 Monitorování aktivity čteček

Při provozu RFID systému je nutná kontrola aktivity čteček. Kontrolování je dle Sweenyho (2005) možné provádět dvěma způsoby, kontrolou administrátorem, nebo pracovníky v blízkosti čteček. Administrátor může zvolit ze dvou možností. První je kontrola pomocí příkazu ping, který zkontroluje, zdali je čtečka připojena k síti. Může se vyskytnout situace, kdy je čtečka připojena k síti, ale přesto není aktivní. Tento problém může být zjištěn pomocí SNMP (simple network management protocol). Tento protokol umožňuje výměnu informace o statusu mezi zařízeními v síti.

Pokud je ponechána kontrola aktivity čteček na pracovnících v místě načítací zóny, je možné využít signalizačních světel, nebo zvuků. V případě, že je čtečka aktivní, svítí na ní napojené signalizační světlo určitým způsobem. Pokud čtečka aktivní není, způsob se změní. Zvukové zařízení začne vydávat varovný signál v případě, kdy je čtečka deaktivována. Tato zařízení je možné využít také pro signalizaci úspěšných načtení tagů.

1.5.2 Monitorování chování RFID systému

Pro monitorování chování RFID systému jsou využívány informace získané ze čteček. Sweeney (2005) doporučuje využít informace pro zjištění např. těchto hodnot:

- Průměrný počet načtených tagů za určité období – v případě výrazné odlišnosti hodnoty za určité období od průměru se může jednat o logicky odůvodnitelnou odchylku. Pokud ne, značí rozdíl problémy se čtečkou (fantomová načtení, nebo naopak neschopnost načítat tagy).
- Poměr neúspěšných načtení a úspěšných načtení – v případě vysokého čísla je nutné zjistit příčinu a změnit konfiguraci čteček, případně odstranit jiné problémy.
- Časový interval mezi poruchami – netýká se pouze čteček v systému, ale všech komponent. Určuje spolehlivost systému jako celku. Pro výpočet je nutné definovat, co je považováno za poruchu.

1.6 Optické identifikační systémy

Optické identifikační systémy jsou založeny na principu reprezentace informací tištěnými symboly, tvořícími kód. Kódy se liší kódovacími technologiemi, hustotou informací na své ploše a technikou kontroly chyb. Kódy je možné dělit do tří kategorií, lineární, dvoudimenzionální a třídimenzionální (viz část 1.1.1 Optické identifikační systémy).

1.6.1 Typy optických čteček

Lahiri (2006) popisuje např. tyto kategorie čteček: laserové, kamerové a čtečky s vázanými náboji. Laserové čtečky využívají světelný paprsek, který osvětluje načítaný kód. Během procesu načítání měří čtečka intenzitu světla odraženého od kódu, a tak rozeznává bílé pozadí kódu a černé symboly. Čtečka tuto informaci uloží do digitálního signálu a ten poté dekóduje na požadovanou informaci. Zdroj laserového paprsku je umístěn uvnitř čtečky a automaticky načítá kódy. Výhodou je schopnost laserové čtečky načíst kódy i na nerovných površích. Čtečka může být ruční i pevně nainstalovaná. Laserové čtečky jsou často využívaným typem čteček napříč celým logistickým řetězcem. Maximální dosah některých čteček je až 9 m.

Ruční čtečky mohou být i bezdrátové – komunikují se základnami např. pomocí technologie bluetooth. Tato základna slouží také pro nabíjení čtečky. Komunikace běžných čteček probíhá i na vzdálenost 10 m. Základna zpracovává informace získané ze čtečky a odesílá dále ke zpracování v elektronickém systému.



Obrázek 7 Ruční laserová čtečka (Indiamart, 2021)

Čtečka fungující na principu zařízení s vázanými náboji (Charge Coupled Device) obsahuje stovky světelných sensorů. Když je před čtečku umístěn kód, sensory se aktivují a kód zaznamenají, není třeba světelného paprsku.

Kamerové čtečky pořizují snímek kódu. Snímek je zpracováván digitálními technologiemi zpracování obrazu a přeložen do digitální informace. Kamerové čtečky jsou citlivé na kvalitu kódu. V případě, že není dostatečný kontrast mezi pozadím a kódem, čtečka není schopná dopočítat nejasná místa. Kamerové čtečky jsou dostupné, malých rozměrů a rychlé. Jako čtečku je možné (po instalaci softwaru) využívat i mobilní telefon.





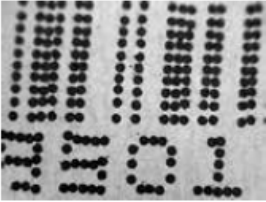


1.6.2 Vlastnosti optických kódů

U všech typů optických kódů není možná jejich modifikace, po vytištění nelze do kódu zasahovat. Podle druhu kódu se liší také možnost zabezpečení dat. U lineárních kódů jsou známé a široce využívané standardy struktury dat, není však možné data zašifrovat. U dvoudimenzionálních kódů je možné data zašifrovat a umožnit při ztrátě části kódu jeho dopočítání. Stále je však kód okopírovatelný běžnými prostředky. Životnost vytištěných kódů je relativně nízká (závisí ovšem na využití technologii).

1.6.3 Chyby při realizaci symbolů

Při aplikaci kódů dochází k chybám, které významně snižují spolehlivost čtení kódu, nebo znemožňují načtení kódu. Tabulka 1 takovéto chyby vyjmenovává a dále specifikuje.

Tabulka 1 Časté chyby při realizaci symbolů

<p>Velikost symbolu</p>		<p>Nedodržení velikosti symbolu bývá příčinou problémů při procesu snímání. Důsledkem této chyby je výrazné snížení rychlosti a kvality snímání. U zobrazení pod 100% výrazně klesá tolerance vůči tiskovým chybám, ke kterým v menších zobrazení často dochází.</p>
<p>Výška symbolu</p>		<p>Snižování symbolu je zásadní chybou, která v případě všesměrového snímání na pokladnách výrazně prodlužuje dobu načítání symbolu. Snižování symbolu je snadno prokazatelný nedostatek, který může být prodejcem penalizován.</p>
<p>Ochranné zóny</p>		<p>Tuto chybu je nutno považovat za zcela zásadní. Jakékoliv narušení definovaných ochranných zón textem, grafikou, přelepením etiketou, razítkem a podobně, vede k nečitelnosti symbolu.</p>
<p>Kontrolní číslice</p>		<p>Jediným důsledkem chybné či chybějící kontrolní číslice je nečitelnost symbolu. Většina SW na tvorbu čárových kódů kontrolní číslici dopočítává automaticky. V případě pochybností je možno kontrolní číslici ověřit na www.gs1cz.org.</p>
<p>Kvalita tisku</p>		<p>Na špatnou kvalitu tisku má vliv mnoho faktorů, téměř každá tisková technologie se s nimi potýká. Například u termotransferového tisku je to nekompatibilita pásky a etikety, případně špatně nastavená teplota. Více k tomuto tématu je uvedeno v materiálu GS1 CR „Kvalita čárových kódů“.</p>
<p>Barva čar a pozadí symbolu</p>		<p>Veškeré odstíny červených barev se ve vysílaném červeném světle snímačů (obvyklá vlnová délka ± 660 nm) jeví jako bílá plocha. Tyto barvy jsou tedy nevhodné pro realizování čar. Naopak jsou velmi dobře využitelné pro tisk plochy podkladu – například u transparentních obalů, kdy bílá barva podkladu symbolu optimálně nekryje tmavší obsah.</p>
<p>Inverzní kód</p>		<p>Čtecí zařízení nejsou schopna, až na výjimky, dekodovat inverzní vyjádření symbolů – toto uspořádání je tedy striktně nedoporučeno. V případě potřeby tisku symbolu na tmavou plochu je třeba přidat světlé pozadí pod kód.</p>

Zdroj: GS1 Czech Republic (2015)

1.6.4 Vybrané typy kódů

Mezi nejvyužívanější struktury lineárního kódu dle Lahiriho (2006) patří:

- Jednotný kód produktu UPC (Uniform Product Code) – dělí se na 2 základní typy. UPC – A se skládá z 12 číslic, poslední číslice je využívána jako kontrolní. První číslice představuje typ produktu, dalších 5 výrobce, a posledních 5 identifikuje produkt. Využíván je převážně v maloobchodě, kde je široce rozšířen. UPC – E je složen ze 7 číslic, jedna číslice je kontrolní. Obsahuje stejné informace jako UPC – A kód, je ovšem limitován nižším počtem možných kombinací, hodí se proto pro menší systémy.
- Evropský systém číslování výrobku EAN (European Article Numbering System) – existují dva základní typy. EAN 13 je ekvivalentem UPC – A, obsahuje navíc informaci o zemi původu. EAN 13 je kromě maloobchodu využíván také pro ISBN knih. EAN 8 se skládá z 8 číslic, poslední číslice je kontrolní, první dvě obsahují informaci o zemi původu, zbylých 5 číslic je využíváno pro vybraná data.
- Kód 128 – tento standart s variabilní délkou využívá v kódu číslic i písmen. První znak určuje znakovou sadu, ze které je kód složen. Následuje zakódovaná informace a kontrolní číslice.

Mezi často využívané dvoudimenzionální datové struktury dle Lahiriho (2006) patří:

- Přenosný datový formát PDF 417 (Portable Data Format) – široce využívaná datová struktura, kterou je možné zakódovat až 2525 znaků. Zakládá se na principu nad sebou zobrazených několika čárových kódů. Umožňuje zabezpečení a kompresy dat, kontrolu a opravu chyb.
- Aztec kód – kód s vysokou hustotou uložených dat (až 3750 znaků). Skládá se z bloků tvaru čtverce (modulů). Uprostřed kódu se nachází čtvercový středový terč.
- DataMatrix kód – charakteristickým znakem kódu je obvodové ohraničení. Může obsahovat až 3116 zakódovaných znaků. Umožňuje zašifrování dat, kontrolu a opravu chyb. Jedná se o datovou strukturu s vysokou přesností načtení.

1.6.5 Výhody optických identifikačních systémů

Mezi výhody optických identifikačních systémů patří rychlý, automatizovaný a přesný sběr dat. Podle Lahiriho (2006) jsou tyto systémy velice přesné, např. lineární kódy mají průměrnou chybovost 1 : 3 000 000. Využívání automatických optických identifikačních

systemů značně zvyšuje efektivitu a přesnost přenosu dat. Dochází k redukci lidské práce oproti užívání pouze numerického značení bez čárových kódů.

1.6.6 Nevýhody optických identifikačních systémů

Kódy mívají obvykle nízkou odolnost proti poškození. Vlhkost prostředí a v důsledku toho zamlžení čtečky významně snižuje přesnost načítání. V případě výskytu jakékoliv překážky mezi čtečkou a kódem není možné načtení. Čtečka neumožňuje souběžné načtení více kódů.

1.7 Porovnání radiofrekvenčních a optických systémů

Následuje porovnání výhod RFID systémů a systémů založených na optickém principu.

Výhody optických systémů nad RFID systémy jsou podle Lahiriho (2006) následující:

- nižší cena pořízení i provozu systému,
- přesnost systému méně podléhající podmínkám prostředí,
- kvalita načítání nezávisající na materiálovém složení výrobků,
- systém nepodléhající právním restrikcím,
- široce rozšířená technologie a standardy.

Jako výhody RFID systémů nad optickými systémy Lahiri (2006) uvádí:

- podpora dynamických dat,
- možnost načtení tagu bez nutnosti jeho viditelnosti,
- rozsáhlejší načitací zóna čtečky,
- větší datová kapacita tagů,
- možnost načtení více tagů zároveň,
- delší životnost a vyšší odolnost,
- další možné funkce (díky připojitelným sensorům),
- identifikace na úrovni jednotlivých položek,
- v případě příznivých podmínek vyšší přesnost.

2 ANALÝZA SYSTÉMU PRO SLEDOVÁNÍ POHYBU SKLADOVÝCH POLOŽEK V KONGRESOVÉM CENTRU PRAHA

Tato kapitola obsahuje krátké představení Kongresového centra Praha, a.s. (dále KCP) a audiovizuálního oddělení, jehož systém sledování pohybu skladových položek je předmětem této diplomové práce. Dále je zde analyzována v současnosti využívaná technologie lineárních čárových kódů a elektronický rezervační systém. Pojednáno je také o samotných skladových položkách, o budově, v rámci které je pohyb skladových položek sledován, o procesu sledování pohybu položek, a o související problematice bezpečnosti a provádění inventur. Na závěr jsou analyzovány silné a slabé stránky, příležitosti a hrozby.

2.1 Kongresové centrum Praha

Kongresové centrum Praha, a.s. se zabývá poskytováním krátkodobých pronájmů prostor a souvisejících služeb v budově Kongresového centra (viz obrázek 8) na pražském Vyšehradě, která byla otevřena již v roce 1981 (tehdy jako Palác kultury). KCP provozuje také přílehlý hotel Holiday Inn a Business center Vyšehrad, ve kterém sídlí Registr řidičů hl. m. Prahy a další subjekty.



Obrázek 8 Kongresové centrum Praha (Kongresové centrum Praha, a. s., 2022b)

V hlavní budově KCP se konají mezinárodní kongresy (často lékařské), společenské události, i další akce. KCP je nejvýznamnějším kongresovým centrem v České republice a je často vyhledávané zahraniční klientelou. Budova KCP je využívána také pro natáčení filmů, seriálů a reklam. Jak uvádí Kongresové centrum Praha, a. s. (2022d) je kongresové centrum výhodně umístěno – nachází se v centru města, přímo u stanice metra Vyšehrad, a nabízí jeden z nejkrásnějších výhledů na Prahu. Mimořádná je rozloha výstavních prostor 13 000 m², možné je využít 20 sálů a 50 salonků, ve kterých se organizují akce až pro 10 000 osob. Mezi nejvýznamnější jednání, která byla v KCP organizována, podle Kongresového centra Praha (2022b) patří Summit Severoatlantické aliance (2002) a Předsednictví EU (2009).

KCP společně se svými dodavateli zajišťuje produkci kongresů a jiných akcí, catering, audiovizuální techniku a umožňuje klientům přizpůsobit si prostory jejich potřebám. Toho je možné docílit změnou dispozice některých sálů, výběrem pódíí, rozestavením mobiliáře i jeho výběrem.

2.1.1 Audiovizuální technika v KCP

Pro realizaci kongresů je nutné zajistit odpovídající audiovizuální techniku. Jak vyplývá z interních dokumentů Kongresového centra Praha (2022e), jedná se typicky o dataprojektory, plátna, LCD obrazovky, ozvučení, mikrofony, osvětlení a další zařízení umožňující projekci (např. notebooky, nebo videorežie). Tato zařízení jsou zajišťována oddělením audiovizuální techniky. Vzhledem k rychlému vývoji technologií (a z toho vyplývající nutnosti zařízení pravidelně obměňovat), není ekonomicky výhodné nakupovat zařízení, která nejsou pravidelně využívána. Tato zařízení jsou zapůjčována od externích dodavatelů.



Obrázek 9 Příklad využití audiovizuální techniky (Kongresové centrum Praha a. s., 2022d)

Důležitost audiovizuální technologie vzrostla v kontextu pandemie covid 19. Jak uvádí Kongresové centrum Praha a s. (2022c), vzhledem k znemožnění osobní účasti na kongresech začalo být využíváno možnosti vysílání ze studia zajišťovaného KCP, pro jehož provoz je třeba značného počtu audiovizuální techniky. Další variantou je tzv. hybridní kongres, při kterém je jedna část účastníků na místě kongresu a druhá část je připojena pomocí online platformy.

2.2 Využívaná technologie pro identifikaci a sledování položek

Pro identifikaci skladových položek a obecně dlouhodobého majetku je v současnosti využíváno lineárních čárových kódů vytištěných na štítcích. Evidence majetku je spravována v rezervačním systému, který obsahuje mimo jiné moduly pro správu majetku a skladovou logistiku. Tento systém, a zejména modul skladové logistiky, je v současné době vyvíjen ve spolupráci s dodavatelem systému.

2.2.1 Lineární čárové kódy

Jak již bylo zmíněno, pro jednoznačnou identifikaci jsou skladové položky polepovány štítky. Štítky jsou aplikovány na položky ihned po jejich nákupu. Při aplikaci štítku na zařízení je třeba brát ohled nejen na praktickou stránku (umožnění korektního načtení), ale také na estetickou stránku. Štítek nesmí působit rušivě a přitahovat nežádoucí pozornost (např. při aplikaci štítku na mikrofon řečníka viditelně pro publikum).

Štítek kromě čárového kódu obsahuje také název položky (v případě dlouhého názvu pouze jeho část) – viz obrázek 10. Název položky není jedinečný pro každou položku, více položek může mít stejný název. Proto je pro jednoznačnou identifikaci položky nezbytný čárový kód. Číslo vyjádřené čárovým kódem je číslem položky, pod kterým je vedena v databázi majetku.



Obrázek 10 Štítek na zvukové kartě (autor)

Číslo položek jsou přidělována vzestupně a nemají vnitřní význam, jedná se pouze o pořadí položky přijaté do interního číslovacího systému. KCP nesdílí systém číslování s dodavateli, partnery, ani klienty. Jak uvádí Kongresové centrum Praha, a. s. (2019), vydavatel

identifikačních čísel je pouze jeden (pracovník správy majetku), a proto není nutné provozovat složitější systém přidělování čísel. Pro vytvoření lineárního kódu je využíváno konceptu kódu 128.

V současné době jsou lineární kódy využívány při inventurách majetku prováděných externí firmou, která využívá vlastních čteček lineárních kódů (viz část 2.5 Bezpečnost a inventura skladových položek). KCP čtečky nevyužívá, pro interní účely jsou položky identifikovatelné pomocí číslice vytištěné na štítku spolu s čárovým kódem.

2.2.2 Rezervační systém

V KCP je využíván rezervační systém s více moduly. Pro identifikaci skladových položek je určen modul správy majetku, který je využíván pracovníky zodpovědnými za evidenci majetku. Jak uvádí Kongresové centrum Praha, a. s. (2019), po obdržení nové položky na sklad pracovník evidence majetku zanes tuto položku do systému. Položce je přiřazeno jedinečné číslo a pracovník opatří danou položku již výše popsaným štítkem. V systému jsou vedeny podstatné informace o položce (např. pořizovací cena, zůstatková cena, datum pořízení, jméno pracovníka zodpovědného za položku, umístění položky).

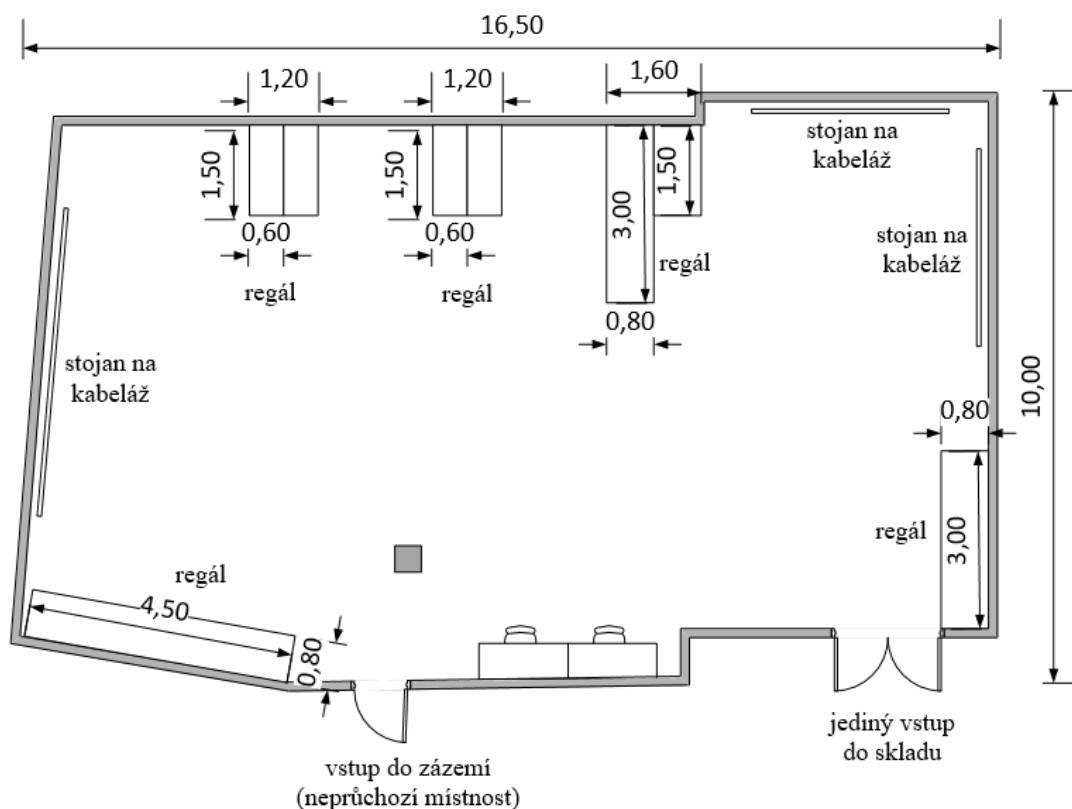
Dalším modulem je modul skladové logistiky. Tento modul je již nasazený v rezervačním systému, nemá však plnou plánovanou funkcionalitu. Modul skladové logistiky by měl poskytovat podporu pracovníkům vytvářejícím kalkulace audiovizuální techniky pro klienty a v návaznosti na to také technikům připravujícím skladové položky pro kongresy a další akce.

Mezi plánované funkce podle Kongresového centra Praha (2022f) patří možnost rezervace skladových položek po termín konání akce, generování podkladů pro objednávky a požadavků na zaměstnance připravující audiovizuální techniku na akce konané v KCP.

2.3 Typy skladových položek a pohyb skladových položek v kontextu objektu

Ve skladu audiovizuální techniky se nachází položky velmi rozličných rozměrů a tvarů. Jedná se o položky drobné, jako jsou například nabíjecí baterie do mikrofonů a vysílaček až po rozměrné položky, jako např. projekční plátno velikosti 21 x 8 m. Typickými skladovými položkami jsou dataprojektory, plátna, mikrofony, přenosná zvuková aparatura, nebo LCD obrazovky. Nachází se zde také rozsáhlá kabeláž nutná pro propojování techniky. Jak uvádí interní dokument Kongresového centra Praha (2021c) je v současné době vedeno 844 položek na hlavním skladu audiovizuální techniky.

Skladové položky oddělení audiovizuální techniky, které nejsou trvale umístěny v sálech a saloncích (v tomto případě jsou obvykle pevně nainstalovány bez možnosti přesunu), jsou uloženy v hlavním skladu. Sklad je zobrazen na Obrázku 11. Hlavní sklad se nachází na výhodném místě vzhledem k návozní trase, kterou je dopravována do budovy / z budovy interní audiovizuální technika (např. po jejím pořízení, při nutnosti opravy). Umístění skladu je výhodné také pro návoz a odvoz externí audiovizuální techniky, která je zapůjčována. Tato externí technika ovšem není předmětem sledování, není trvale skladována v KCP.



Obrázek 11 Plánek skladu - rozměry v metrech (autor)

Příloha A diplomové práce obsahuje plány pater KCP se sály a salonky, ve kterých jsou konány kongresy, kulturní akce, výstavy atd. (dále akce). Vzhledem k rozsáhlosti budovy kongresového centra je nutné položky audiovizuální techniky přepravovat i na relativně velké vzdálenosti. Pro přesun položek je využíváno ochranných obalů uzpůsobených na jednotlivá zařízení a případně i vozíků.

Pro přesun mezi patry je využíváno menšího výtahu M a velkého nákladního výtahu K. Výtah M se nachází v blízkosti skladu audiovizuální techniky, a proto je zaměstnanci preferován. Tento výtah je možné využívat pouze pro předměty menšího rozměru, které nevyžadují využití nákladního výtahu. Většina skladových položek je rozměrů vyhovujících pro využití výtahu M. Následující tabulka obsahuje doby přesunu mezi skladem

a jednotlivými sály a salonky při využití výtahu M. V době přesunu je započten i průměrný naměřený čas čekání na výtah a jízdy výtahem – 25 sekund. Doba přesunu je naměřena při běžné chůzi. V případě přenosu či převozu rozměrné, nebo těžké položky, případně vyššího počtu položek se doba přesunu prodlužuje.

Tabulka 2 Vzdálenosti místností od skladu při využití výtahu M

Označení vrcholu	Název místnosti	Číslo podlaží	Doba přechodu mezi místnostmi
v1	Hlavní sklad audiovizuální techniky	-1	0
v2	Malý sál	0	1:15
v3	Jižní sál 1	1	0:55
v4	Šatny 1. patro	1	2:10
v5	Sál Panorama	1	1:25
v6	Kluby	1	2:55
v7	Kongresový sál	1	2:25
v8	Šatny 2. patro západ	2	0:40
v9	Jižní sál 2	2	0:55
v10	Společenský sál	2	1:10
v11	Severní sál	2	1:40
v12	Šatny 2. patro východ	2	1:15
v13	Šatny 3. patro	3	0:40
v14	Jižní sál 3	3	1:00
v15	Komorní sál	3	1:50
v16	Tlumočnické kabiny	3	2:10
v17	Konferenční sál	4	1:00

Zdroj: autor

Nákladní výtah K, jak již bylo zmíněno, je využíván pro přesun položek, které kvůli jejich rozměrům není možné převážet výtahem M. Doba přechodu mezi skladem a místnostmi je počítána včetně průměrné doby čekání na výtah a jízdy v něm – 30 sekund. Stejně jako u měření při využití výtahu M je doba přechodu počítána běžnou chůzí a doba se tak při ztížených podmínkách může prodlužovat.

Tabulka 3 Vzdálenosti místností od skladu při využití výtahu K

Označení vrcholu	Název místnosti	Číslo podlaží	Doba přechodu mezi místnostmi
v1	Hlavní sklad audiovizuální techniky	-1	0
v2	Malý sál	0	2:20
v3	Jižní sál 1	1	2:20
v4	Šatny 1. patro	1	3:00
v5	Sál Panorama	1	2:20
v6	Kluby	1	2:50
v7	Kongresový sál	1	3:05
v8	Šatny 2. patro západ	2	2:45
v9	Jižní sál 2	2	2:10
v10	Společenský sál	2	2:20
v11	Severní sál	2	2:15
v12	Šatny 2. patro východ	2	2:25
v13	Šatny 3. patro	3	2:45
v14	Jižní sál 3	3	2:05
v15	Komorní sál	3	2:20
v16	Tlumočnické kabiny	3	2:00
v17	Konferenční sál	4	2:05

Zdroj: autor

Při vyskladňování položek pro přípravu audiovizuální techniky na konané akce a následném návozu techniky na místo určení se zaměstnanci řídí seznamem požadavků klienta (viz část 2.4 Skladová evidence na základě nabídek vytvářených klientům). Při opomenutí některé položky na skladě dochází k nezanedbatelné časové ztrátě.

2.4 Skladová evidence na základě nabídek vytvářených klientům

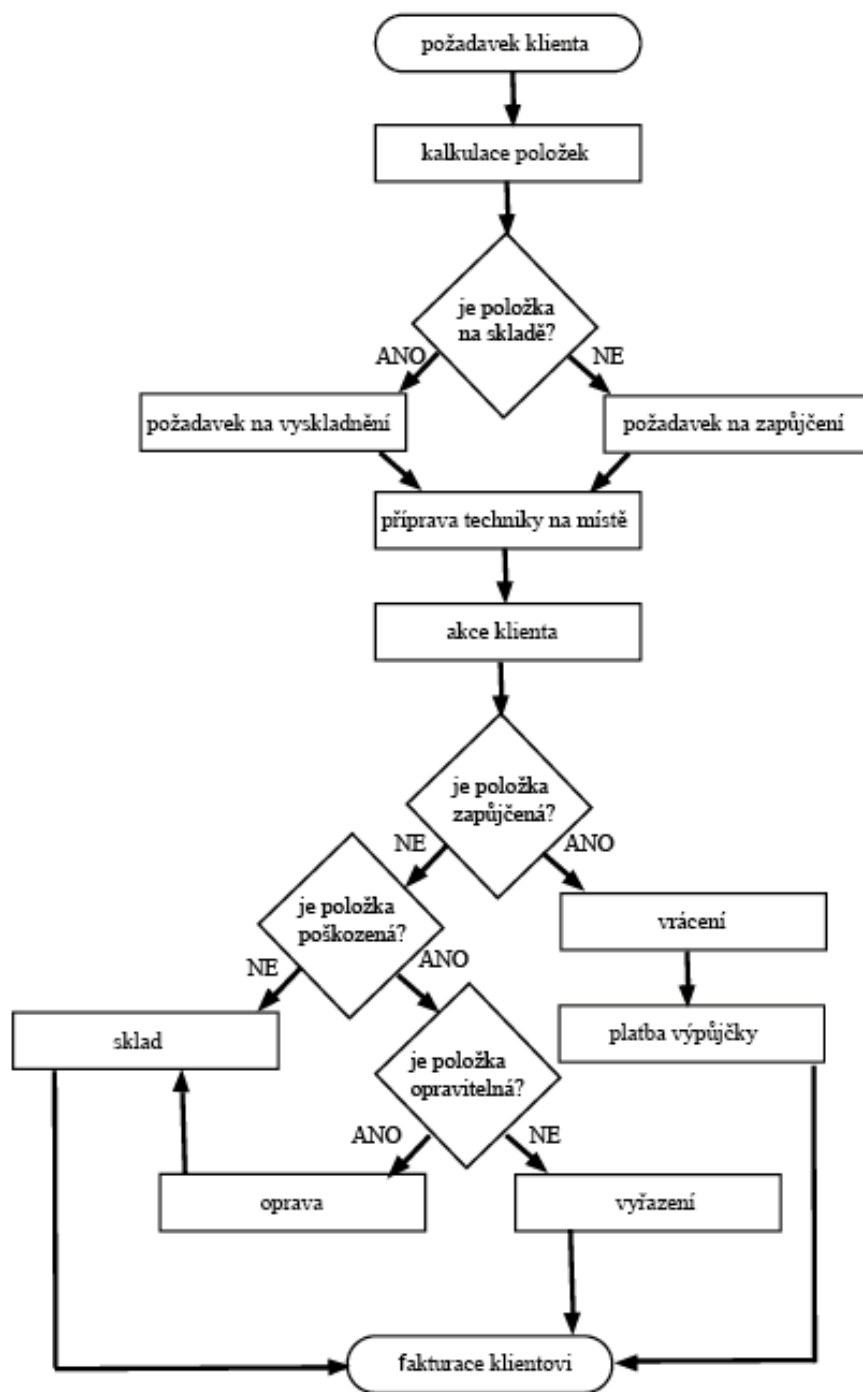
V současné době v KCP není zaveden systém, jehož cílem by byl monitoring pohybu skladových položek v budově KCP a splňoval všechna kritéria, která takovéto systémy obvykle splňují. Pro přehled využívání skladových položek a jejich pohybu v rámci budovy je využíváno kalkulací vytvářených pro klienty KCP. Postup je podle Kongresového centra Praha (2021a) následující:

- klient sdělí své požadavky na audiovizuální techniku pro akci konanou v určitém termínu,

- na základě požadavků je vytvořena kalkulace klientovi, která je podrobná na úroveň jednotlivých skladových položek,
- je rozhodnuto, zdali je naskladněn dostatečný počet položek a v případě že není, je nutné objednat zapůjčení těchto položek od dodavatelů,
- jsou označeny interní a externí položky a takto připravený podklad je předán zaměstnancům, kteří připravují audiovizuální techniku na danou akci. Tito zaměstnanci položky přepraví ze skladu na místo určení.

V takto vedené evidenci není možné dohledat, zdali byly skladové položky ze skladu opravdu vydány, zdali nebyly položky vydány v době, kdy vydány být neměly, případně kdo položky vydal a kdo je za ně zodpovědný po dobu výpůjčky ze skladu. Platí pravidlo, že za skladové položky je zodpovědný zaměstnanec, který je uveden u dané položky v evidenci majetku.

Následující graf znázorňuje proces přípravy a realizace akcí klienta s využitím audiovizuální techniky.



Obrázek 12 Vývojový diagram činností souvisejících s pohybem skladových položek (autor)

2.4.1 Přehled o dostupnosti položek ve skladu

Další problematikou je sledování dostupnosti položek ve skladu audiovizuální techniky. Evidence majetku je vedena v rezervačním systému. Zde je evidováno pouze pořízení a vyřazení položky. Tato informace není postačující podklad pro rozhodování o dostupnosti položek na skladě. V případě, že je např. některá položka poškozena a odeslána k opravě, není tato informace vedena. Je nutné se spoléhat na výměnu informace mezi zaměstnanci, případně

na účetní systém, kde je v případě objednání opravy vedena objednávka. Pokud se jedná o opravu v záruční době, objednávka opravy není v účetním systému vedena.

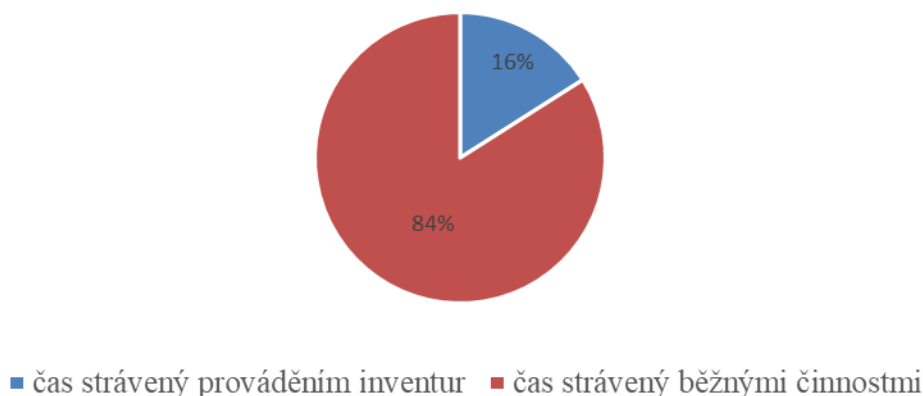
Jedním z řešení by mohlo být plánované rozšíření modulu skladové logistiky v rezervačním systému. Jak uvádí Kongresové centrum Praha a. s. (2022f), v rezervačním systému by měla být možnost vedení evidence dočasně nedostupných položek, stejně tak i počtu položek blokových na skladě jako záložní pro případ poruchy používané položky.

V současné době je tak přehled o momentální nedostupnosti položek ponecháván na zodpovědnosti zaměstnanců a výměně informací mezi nimi. Je zde prostor nepřesnosti a případné chyby způsobené nedostatečnou informovaností.

2.5 Bezpečnost a inventarizace skladových položek

Ochrana položek před odcizením a ztrátou je řešena především zabezpečením skladu před vniknutím neoprávněných osob. Podle Kongresového centra Praha (2021b) je dále v budově KCP zaveden systém kamer, které využívají bezpečnostní dispečeri pro kontrolu provozu. Rozsáhlejší kontrola prezence položek na skladu je prováděna jednou za rok při inventuře. Dále dochází k namátkové kontrole zaměstnanci.

Podle Kongresového centra Praha (2020) je inventarizace skladových položek prováděna ve stejném období každý kalendářní rok. Pro prokázání dostupnosti položky v budově KCP je nutné načíst čárový kód dané položky. Inventarizaci provádí zaměstnanci externí firmy za asistence interních zaměstnanců, kteří jsou za dané položky zodpovědní. Měřením bylo zjištěno, že zaměstnanci v měsíci provádění inventur (obvykle měsíc leden), stráví přímým procházením skladových položek společně s externisty 16% celkové pracovní doby (zobrazeno také na následujícím grafu).



Obrázek 13 Graf časové náročnosti provádění inventur v měsíci lednu (Kongresové centrum Praha, a. s., 2021a)

V případě položek audiovizuální techniky je prováděna nejen inventura skladu, nutné je provést načtení i skladových položek, které se momentálně nachází v jiné části budovy. Jedná se o položky, které jsou v okamžiku provádění inventury používány. Je proto nutné projít téměř celou budovu a vyhledávat položky, kterou jsou vyskladněny. Toto značně prodlužuje čas provádění inventury.

Položky ve skladu zpravidla nejsou umístěny tak, aby byl jejich čárový kód čitelný. Jsou uchovávány v ochranných obalech, v regálech skladu jsou vrstveny, nebo není uloženy tak, aby byl viditelný čárový kód, možné vzhledem k jejich tvaru. Tato skutečnost znesnadňuje provádění inventury.

2.6 Zhodnocení současného systému

Na základě rozhovorů se zaměstnanci KCP a interních dokumentů byl zhodnocen celkový stav systému kontroly pohybu skladových položek audiovizuální techniky po budově KCP. Pro přehlednost je tato část rozdělena na silné a slabé stránky systému, příležitosti, které mohou být využity za předpokladu vylepšení či celkové změny stávajícího systému a hrozby hrozící při nezměně systému.

2.6.1 Silné stránky

Z pohledu zaměstnanců připravujících audiovizuální techniku na akce klienta je tento systém snadno pochopitelný. Získávají od kolegů připravujících kalkulace informace o tom, jaké skladové položky mají být vyskladněny, kdy mají být vyskladněny, a kam mají být nainstalovány. Ostatní informace si sdělují s kolegy ústně (např. o nutnosti zaslání určité položky na opravu a související absenci položky na skladu). Od těchto zaměstnanců nejsou vyžadovány žádné další aktivity ve spojení se sledováním pohybu skladových položek po budově a s tím související skladové evidenci.

Co se týče využívané technologie pro identifikaci skladových položek – čárových kódů, nebyla nutná vysoká prvotní investice. Zakoupena byla tiskárna pro tisknutí štítků. Vzhledem k tomu, že pro provádění inventur je využíváno služeb externí firmy, nebylo nutné investovat do čteček čárových kódů (jak již bylo zmíněno v části 2.2.1 Lineární čárové kódy, pro ostatní účely se využívá identifikace pomocí čísla natištěného na štítku s čárovým kódem).

2.6.2 Slabé stránky

V současnosti využívaný systém není v jistých ohledech efektivní. Vzhledem k rozloze budovy KCP musí zaměstnanci připravující audiovizuální techniku urazit nezanedbatelné

vzdálenosti. Pokud není vyskladněna některá z požadovaných položek a zaměstnanec (technik) se pro ni musí vracet z místa příprav zpět do skladu, vznikají časové prodlevy.

Dále je neefektivita způsobována dohledáváním položek v rámci budovy. V případě, kdy není položka na očekávaném místě, je nutné postupné procházení budovy KCP. Dle zkušeností zaměstnanců tak mohou vznikat až hodinové prodlevy. Nejvíce je tento problém patrný při provádění každoročních skladových inventur.

Zavedený systém dále není pro zaměstnance v určitých situacích přehledný. V případě, že některá položka není dočasně dostupná, je tato informace předávána mezi zaměstnanci pouze slovně. Pokud má zaměstnanec vytvářející kalkulace pochybnosti o dostupnosti položky, musí si ji vyžádat od kolegů.

Nepřehlednost pocítují také zaměstnanci připravující audiovizuální techniku. Ti nemají celkový přehled o plánovaných akcích, informace o nich získávají až z předaných požadavků. V případě, že si zaměstnanci nesdělí informace mezi sebou, vznikají nedorozumění.

Slabou stránkou z pohledu interního auditora je také nízká kontrola nad systémem. Vzhledem k tomu, že neexistuje přímá evidence vydávání položek ze skladu a přijímání položek zpět na sklad, ani jiná možnost sledování pohybu položek, je nutné spoléhat do velké míry na spolehlivost a poctivost zaměstnanců. Není možná kontrola, zdali není poskytována technika, když poskytována být nemá, či naopak není účtována klientovi, který jí nevyužívá.

Mezi slabé stránky lze zařadit také nutnost najímání externí firmy pro provádění inventury skladových položek. Vzniká tak nemalý náklad. Zaměstnanci externí firmy obvykle nemají předchozí zkušenosti z provádění inventur v KCP a díky špatné orientaci neprovádějí práci tak efektivně, jak by to bylo možné u interních zaměstnanců.

2.6.3 Příležitosti

První z příležitostí poskytují moderní technologie. V současné době je využíváno pouze technologie čárových kódů, a to ve velmi omezeném rozsahu. Pokud by došlo k rozšíření využití této technologie, případně zavedení technologie nové (např. RFID), mohlo by dojít ke zlepšení funkčnosti systému v mnoha ohledech.

Další příležitostí je možnost vyšší efektivity využívání skladových položek. Pokud by měli zaměstnanci audiovizuálního oddělení lepší povědomí o dostupnosti skladových položek, mohlo by dojít k jejich efektivnějšímu využívání (např. eliminovala by se možnost objednání položky od dodavatele i v případě, že položka je na skladě).

Přesnější informace o využívání skladových položek by mohly sloužit také jako podklad pro investiční rozhodování. Tím by byla také využita příležitost pro efektivnější využívání skladových položek.

2.6.4 Hrozby

Mezi možné hrozby lze zařadit hrozbu krádeže skladových položek. Současný systém poskytuje spíše pasivní ochranu majetku, probíhá kontrola položek na skladě, neprobíhá ovšem v dostatečně krátkých intervalech. Toto v případě krádeže znesnadňuje hledání viníka.

Mezi hrozby lze zařadit také možnost, že vznikne situace, kdy není možné uspokojit požadavky klienta vzhledem k nedostatečné informovanosti zaměstnanců. Může se jednat např. o situaci, kdy je klientovi přislíbena skladová položka, která se momentálně nenachází na skladě. V případě nastání takové situace hrozí ztráta ekonomická, tak i ztráta dobré pověsti.

2.7 Shrnutí analýzy

Hlavní činností KCP je poskytování krátkodobých pronájmů prostor a s tím souvisejících služeb. K těmto službám patří mimo jiné zajišťování audiovizuální techniky. Tato technika je poskytována z interního skladu, nebo pomocí výpůjček od dodavatelů. Budova KCP je rozsáhlá a skladové položky se pohybují v rámci celého objektu. Při instalaci a deinstalaci techniky tak zaměstnanci překonávají nezanedbatelné vzdálenosti.

V současnosti je v KCP využíváno identifikace pomocí lineárních čárových kódů. Štítky s kódy jsou aplikovány na skladové položky a obsahují číslo položky vyjádřené kódem, číslicí, a také název položky. Tato technologie je užívaná pouze pro provádění každoročních inventur majetku.

V KCP je zaveden a stále vyvíjen rezervační systém, které mimo jiné poskytuje moduly evidence majetku a skladové logistiky. Modul evidence majetku je plně využíván, modul skladové logistiky pouze ve velmi omezené míře. Mezi plánované funkcionality modulu skladové logistiky patří možnost rezervace skladových položek po dobu využívání, generování podkladů pro objednávky a požadavků na zaměstnance připravující audiovizuální techniku na akce konané v KCP.

V současné době je pro evidenci pohybu položek a vyskladňování a naskladňování položek na sklad využíváno soupisů položek, které jsou využívány na kongresech a dalších akcích konaných v KCP v daných termínech. Tyto soupisy jsou převzaty z kalkulací vytvářených klientům.

3 NÁVRHY APLIKACE TECHNOLOGICKÝCH ŘEŠENÍ PRO SLEDOVÁNÍ SKLADOVÝCH POLOŽEK

Tato kapitola obsahuje návrhy vylepšení současného systému rozšířením využívání technologie lineárních čárových kódů. Další alternativní návrhy využívají RFID technologie s velmi vysokou frekvencí (UHF), první ve formě RFID brány a druhý ve formě smart shelf. V návrzích jsou zohledněny požadavky na systém vycházející z předchozí analýzy prostředí, ve kterém se systém nachází, a vliv změn na toto prostředí.

3.1 Obecné požadavky na systém a vlastnosti systému

Požadavky na nový systém sledování pohybu skladových položek vychází z předcházející analýzy obsažené v kapitole 2. Jedná se o následující:

- nízká finanční náročnost,
- uživatelská přívětivost,
- efektivita,
- přehlednost,
- kontrola nad pohybem,
- bezpečnost.

Splnění těchto požadavků na systém lze zajistit pomocí využití moderních technologií.

Vzhledem k členitosti budovy KCP, množství sálů, salonků a dalších místností, počtu možných vstupů do prostor a počtu výtahů (viz příloha č. 1) není výhodná možnost sledování pohybu skladových položek po celé budově KCP. Tato varianta by byla neúměrně náročná na počáteční investici a provoz. Pro další návrhy je proto zvažován systém sledující pohyb položek ze skladu a zpět na sklad.

V rámci objektu KCP je třeba sledovat pohyb na úrovni jednotlivých položek. Položkami jsou typicky dataprojektory, plátna, mikrofony, přenosné ozvučení, světla a další zařízení menších rozměrů (externí zvukové karty, di boxy).

3.2 Společná část návrhů

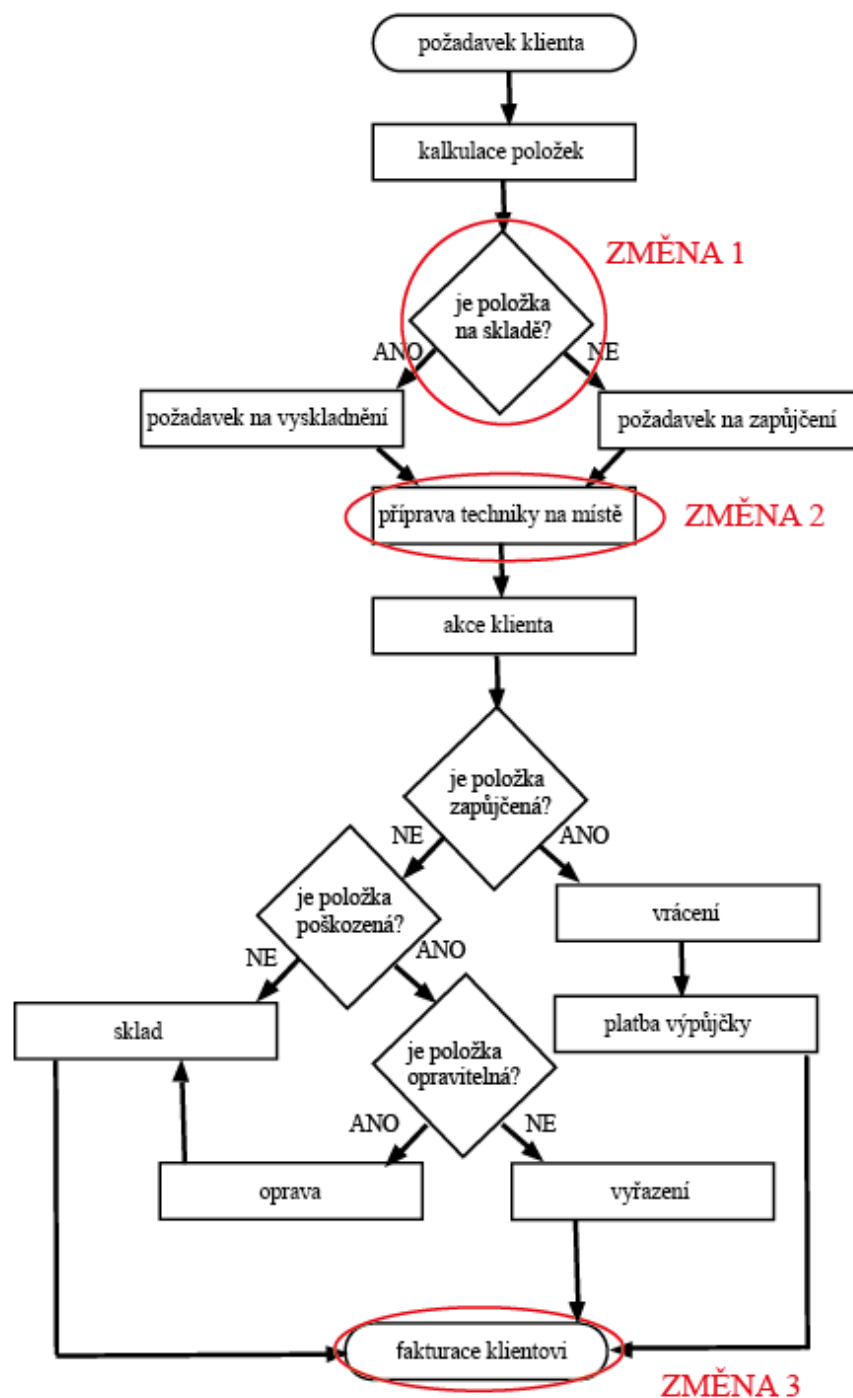
V této části jsou popsány změny, kterými aplikace rozšířeného využití technologie čárových kódů, nebo zavedení RFID technologie ovlivní stávající systém. Změny ovlivňují stávající systém na 3 úrovních: úrovni procesů, fyzické infrastruktury a infrastruktury dat.

3.2.1 Změny procesů

Změny jsou následující:

- změna 1 – zjišťování dostupnosti položky na skladě,
- změna 2 – příprava techniky,
- změna 3 – fakturace klientovi,
- změna 4 – provádění inventur,
- změna 5 – zajišťování bezpečnosti,
- změna 6 – provádění auditů (interní kontroly),
- změna 7 – naskladňování nových položek.

První 3 změny jsou znázorněny níže na diagramu procesu pohybu skladových položek.



Obrázek 14 - Body změny procesů (autor)

Změna 1 – při zjišťování dostupnosti položek na skladě by bylo možné nahlédnout do aplikace zobrazující stav položek na skladě. Byl by tak jasně patrný počet položek k dispozici a počet momentálně nedostupných skladových položek (ať už z důvodu využívání na akci klienta, nebo kvůli provádění oprav). Tato aplikace by mohla být zastoupena rezervačním systémem reprezentujícím data zjištěná systémem čárových kódů, nebo RFID systémem. Další možností je využití samostatné aplikace určené právě pro účel skladové

logistiky oddělení audiovizuální techniky. Při zjištění, že položka dostupná je, by pracovník připravující podklady pro přípravu techniky zadal tyto položky do výše zmíněného systému a položky by byly blokovány po dobu konání akce. V případě zjištění, že položka na skladu není dostupná, by byl postup stejný jako doposud – zaměstnanec by vytvořil objednávku na zápůjčku techniky od dodavatele.

Změna 2 – zaměstnanci připravující položky na vyskladnění a převezení na místo akce by obdrželi výstup elektronického systému se seznamem položek k vyskladnění. Systém lineárních kódů, nebo RFID systém by zaručil kontrolu vyskladňování položek. V případě, že by zaměstnanci nevyskladnili požadované položky, případně vyskladnili položky, které požadované nebyly, by byli zaměstnanci elektronickým systémem upozorněni. Vyskladněné položky by tak doplnili bez nutnosti vracet se zpět do skladu z místa akce.

Změna 3 – při fakturování využití audiovizuální techniky by bylo díky novému systému možné vygenerovat seznam poskytnutých skladových položek (položek vyskladněných v době akce) a tento seznam využít jako podklad pro fakturaci. Byl by patrný rozdíl mezi původně plánovaným rozsahem poskytované audiovizuální techniky a skutečným stavem. Tento rozdíl je v praxi způsobený například doobjednáváním dalších položek klientem přímo při konání akce, nebo bezprostředně před ní. Problematický by byl souběh více akcí konaných ve stejném termínu. Položky, které by byly rozdílem mezi původně objednanou a skutečně využitou audiovizuální technikou by bylo nutné přiřadit některé z akcí.

Změna 4 – při provádění inventur by bylo možné využít soupis techniky na skladě z nově zaváděného systému a tím se přesvědčit, že dané položky se skutečně na skladě nachází. Pokud by toto nebylo považováno za dostatečnou kontrolu, v případě zavedení RFID technologie by bylo možné využít ručních RFID čteček pro načtení tagů v prostoru skladu. Tento způsob by byl značně efektivnější než provádění inventur pomocí načítání čárových kódů, nebylo by nutné skladové položky vyjímat z ochranných obalů, případně ze skladovacích míst v regálech. Ruční čtečkou by bylo možné načítat také položky v budově, které nejsou v době inventur umístěny na skladě. Pokud by došlo k rozšíření systému čárových kódů a bylo by nutné načítat při inventuře položky ve skladu, nedošlo by v tomto bodu změnu ke změně.

Změna 5 – RFID technologie je možné využít také pro zajišťování bezpečnosti. Jednou z možností aplikovatelných pro sklad audiovizuální techniky je možnost kontroly výstupů (např. jednou za týden), které by obsahovaly seznam skladových položek nacházejících se mimo sklad, které se zároveň nenachází v žádném z aktuálně platných seznamů skladových položek využívaných na akcích. Stejný princip by bylo možné využít také v případě využití čárových kódů, tento systém by ale bylo možné obejít snadněji, než RFID systém. Čárové kódy

by stačilo nenačíst. V případě zavedení RFID by bylo nutné pro obejití systému zajistit nenačtení automaticky načítaného tagu.

Změna 6 – při provádění interní kontroly poskytování audiovizuální techniky by bylo možné dle záznamu vyskladňování položek kontrolovat, zdali byla poskytována pouze audiovizuální technika vyfakturovaná klientovi, případně byla technika vynášena za účelem provádění údržby a oprav. Jak již bylo zmíněno v předchozím bodě, RFID systém poskytuje vyšší stupeň ochrany před nežádoucím jednáním než systém využívající lineárních čárových kódů.

Změna 7 – pokud by byl zaveden RFID systém, při naskladnění nové položky by bylo nutné na ni aplikovat RFID tag. V případě využití čárových kódů by štítky byly aplikovány jako dosavadně. Obě varianty vyžadují také zanesení skladové položky do databáze majetku.

3.2.2 Změny fyzické infrastruktury

Při rozšíření technologie čárových kódů, nebo zavádění RFID technologie, je nutné mít na paměti potřebné změny ve fyzické infrastruktuře. Mezi tyto změny patří:

- aplikace tagů na skladové položky (u čárových kódů ke změně nedochází),
- instalace čtečky/čteček čárových, nebo RFID kódů, které musí být napájené a připojené na informační síť podniku,
- instalace dalších prvků sítě, díky kterým je možné zpracovávat informace získané z čteček, případně využití již stávající infrastruktury i pro tento účel (servery, pracovní stanice, tablety, apod.).

Sklad audiovizuální techniky KCP je připraven na aplikaci RFID technologie i rozšíření technologie lineárních čárových kódů – je zde možnost napájení pro čtečky, stejně tak i připojení k internetu. Další prvky sítě by bylo možné zajistit stávající infrastrukturou.

3.2.3 Změny infrastruktury dat

Změny infrastruktury dat jsou úzce spojeny se změnami procesů, proto bude využito stejných bodů jako v části 3.2.1 Změny procesů. V následujících změnách je zmiňován současný rezervační systém KCP. Je nutné zvážit možnost využití tohoto existujícího systému. Možnost realizace provázání s daty ze systému lineárních kódů, nebo RFID systému je sporná, proto je nutné vždy uvažovat také o možnosti využití samostatné aplikace.

- Změna 1 zjišťování dostupnosti položky na skladě – vedení informací o dostupnosti položek na skladě by bylo možné v samostatné aplikaci s uživatelským rozhraním, případně by mohla být data využívána stávajícím rezervačním systémem. V obou případech by byly aplikace napojeny na data ze systému čárových kódů / RFID systému.

- Změna 2 příprava techniky – seznam položek by mohl být generován samostatnou aplikací, nebo rezervačním systémem.
- Změna 3 fakturace klientovi – výstupy pro vytvoření faktury by mohly být generovány samostatnou aplikací, nebo rezervačním systémem.
- Změna 4 provádění inventur – informace o dostupnosti položek na skladu audiovizuální techniky by mohly být zajišťovány samostatnou aplikací, nebo rezervačním systémem. Při provádění inventur za použití ruční čtečky by tato čtečka byla napojena do stávající infrastruktury s možností výběru módu provádění inventur.
- Změna 5 zajišťování bezpečnosti – výstupy pro kontrolu by mohly být generovány samostatnou aplikací, nebo rezervačním systémem.
- Změna 6 provádění auditů – výstupy pro interní audit by byly zajišťovány samostatnou aplikací, nebo rezervačním systémem.
- Změna 7 naskladňování nových položek – položky by byly zanášeny do databáze rezervačního systému, v případě zavedení samostatné aplikace i do databáze této aplikace. Data by také mohla být sdílena.

3.3 Návrh rozšíření technologie lineárních čárových kódů

Jak již bylo zmíněno dříve, v současné době jsou skladové položky v KCP označovány pomocí lineárního čárového kódu struktury kódu 128 (viz obrázek 15). Tento kód je využíván při každoroční inventarizaci dlouhodobého majetku. Pro každodenní provoz v oddělení audiovizuální techniky čárové kódy využívány nejsou.



Obrázek 15 Příklad kódu 128 (Kodys, 2021)

Vzhledem k tomu, že všechny skladové položky jsou již tímto kódem označovány, je zde potenciál pro další využití. Pro skladovou evidenci by bylo možné načítat kódy při vyskladňování položky a následně při navrácení položky zpět na sklad. Jak již bylo zmíněno dříve, informace o prezenci položek na skladě by byla zobrazována v rezervačním systému, případně samostatném programu.

Problematické při využívání čárových kódů je nutnost viditelnosti kódu pro jeho načtení. Vzhledem k tomu, že jsou položky obvykle uchovávány v ochranných

obalech, je nutné položky pro načtení z ochranných obalů vyjmout, s čímž je spojena časová prodleva. Tento systém také neobsahuje pokročilejší prvky zajištění bezpečnosti, pokud položka není načtena při vyskladnění, není patrné, že se nachází mimo prostor skladu.

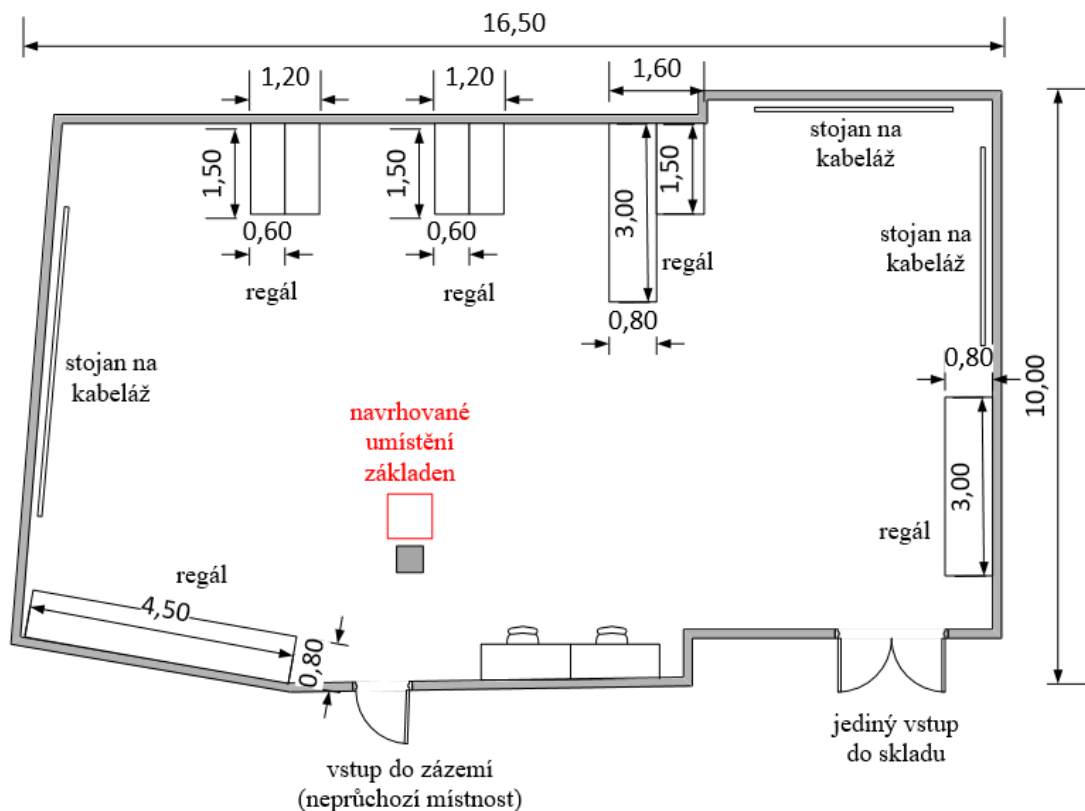
3.3.1 Čtečka

Pro realizaci návrhu je nutný nákup laserové čtečky. Při vyskladňování skladových položek obvykle pracuje více zaměstnanců současně. Proto je navrhováno zakoupit více ručních laserových čteček. Zaměstnancům by bylo doporučeno skladové položky načítat při vyskladňování z regálu, nikoliv až při východu ze skladu (pro předcházení opomenutí načtení některé položky).



Obrázek 16 - Bezdrátová laserová čtečka (Codeware, 2022)

Vzhledem k tomu, že je předpokládán pohyb zaměstnanců se čtečkami v rámci celého prostoru skladu, je navrhováno využití bezdrátových čteček s dobíjecí baterií (viz obrázek 16). Běžné čtečky tohoto typu komunikují se základnami pomocí bluetooth až na vzdálenost 100 m, což je vyhovující pro prostory skladu. Informace získané čtečkou jsou přenášeny do základny, která poté data přenáší k dalšímu zpracování. Tato základna slouží také pro nabíjení přenosné čtečky. Navrhované umístění základen vzhledem k dosahu čteček je zobrazeno na obrázku 17, při takovémto umístění je možné využít i čtečky s dosahem 10 m.



Obrázek 17 Navrhované umístění základen čteček – rozměry v metrech (autor)

Tabulka 4 obsahuje informace o vybraných čtečkách určených pro načítání kódu 128 vhodných pro prostředí skladu. Jedná se o čtečky s dobíjecími bateriemi, které jsou nabíjeni umístěným čtečky do dobíjecího stojanu (základny). Tyto základny komunikují se čtečkou na bázi technologie bluetooth.

Vyskladňování zpravidla netrvá déle než hodinu, proto jsou výdrže baterií čteček zmíněných v tabulce 4 postačující. Vyskladňování je prováděno většinou během pracovního dne (9:00 – 17:30), mimo tuto dobu je možné čtečky nabíjet. Čtečky je možné nabíjet rovněž během dne, když není vyskladňování prováděno. Jak již bylo zmíněno, vzhledem k navrhovanému umístění základen je dosah signálu všech zmíněných čteček dostatečný. Také minimální kontrast kódu je dostatečný, v případě, že by čárový kód některého zařízení vybledl natolik, že by nebyl pro čtečku čitelný, je možné ho lehce nahradit kódem novým.

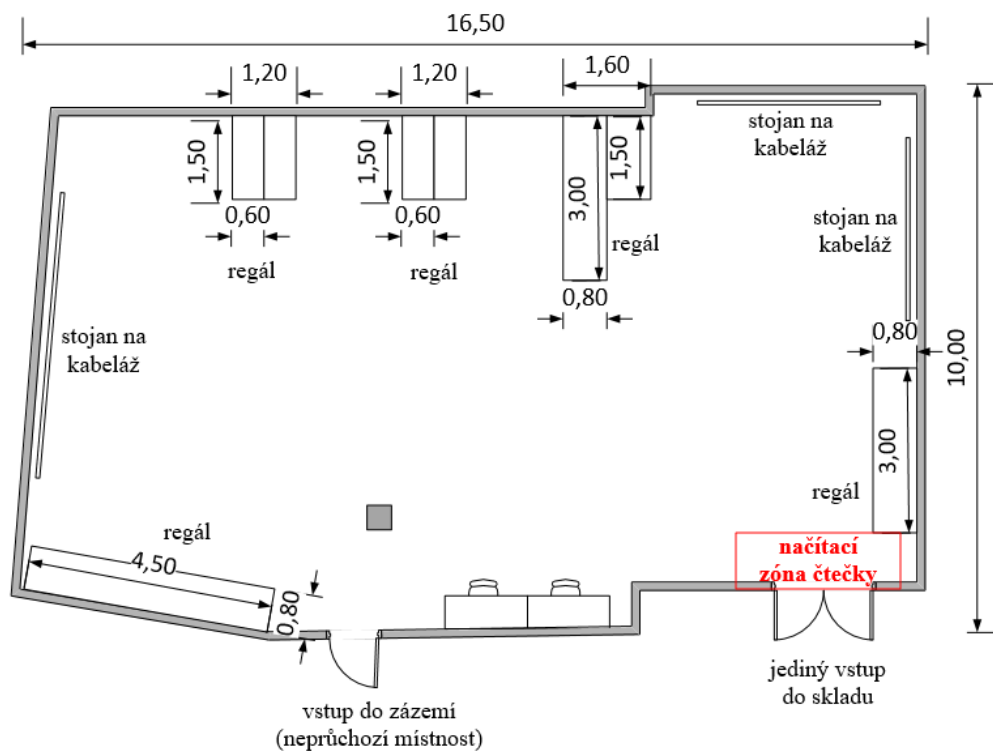
Tabulka 4 Vybrané čtečky čárových kódů

Název zařízení	Výdrž baterie zařízení v provozu	Doba nabíjení	Dosah signálu čtečky k základně	Minimální kontrast kódu
Zebex Z-3392BT Plus	8 h	6 h	100 m	30%
CipherLab 2560	24 h	5 h	100 m	15%
Opticon OPC-3301i	48 h	3 h	10 m	32%
Honeywell Voyager	12 h	4 h	30 m	10%
Zebra LI4278	72 h	24 h	100 m	15%

Zdroj: Codeware (2022)

3.4 Návrh využití RFID technologie – RFID brána

První možností aplikace RFID technologie je umístění RFID čtečky coby brány do vstupu skladu (sklad má pouze jeden vstup, dvoukřídlé dveře o šířce 1,8 m) – viz obrázek 18. RFID čtečka by zaznamenávala průchody tagů na položkách, které by byly vynášeny a vnášeny zpět zaměstnanci. Vstup do skladu by tak musel být nepřetržitě monitorován. Zaměstnanci obvykle vynášejí více položek v jednom okamžiku. Dochází tak dlouhým prodlevám, kdy není zaznamenán jediný průchod tagu a následně v relativně krátké době projde načítací zónou čtečky větší množství tagů (až desítky).



Obrázek 18 Umístění RFID brány ve skladu – rozměry v metrech (autor)

Jako doplněk je možné zvolit i ruční čtečku, která může být využívána při provádění inventur, jak již bylo zmíněno v části 3.2.1 Změny procesů.

3.4.1 Čtečka

Navrhovaná čtečka má formu RFID brány umístěné při vstupu do skladu. Vzhledem k rozměrům vstupu (180 cm šířka) je vhodné zvolit čtečku pracující s UHF. Je možné využít integrované čtečky s anténami, vyrobené přímo za účelem funkce RFID brány, jak je zobrazeno na obrázku 19.



Obrázek 19 RFID brána továrně vyrobená (FlexiRay, 2021)

V případě řešení na obrázku 20 se nejedná o integrovanou RFID bránu, ale o umístění antén RFID čtečky do dveřního prostoru. Toto řešení je druhou možností aplikace RFID brány ke vstupu do skladu audiovizuální techniky.



Obrázek 20 RFID brána s anténami připevněnými k zárubním (Atlas RFID Store, 2022)

Dále jsou popsána vybraná zařízení vhodná pro aplikaci ve skladu audiovizuální techniky. Codeware (2022) popisuje vlastnosti např. těchto zařízení:

- **Impinj xArray RFID brána** – integrovaná RFID brána, obsahuje 52 antén rozmístěných do 9 sektorů zajišťujících načtení tagů v různých polohách vůči bráně. Jediná brána tohoto typu má rozsah až 139 m² pro zjištění přítomnosti tagu. Směr pohybu tagu je brána schopna zachytit až do vzdálenosti 1,5 m po ose x a y. Maximální rychlost načítání tagů je 1100 tagů / s, což značně převyšuje požadovanou rychlost. Pro potřeby skladu by stačilo jedno zařízení tohoto typu.
- **Impinj xSpan RFID brána** – integrovaná RFID brána s 13 anténami ve 3 sektorech zajišťuje načtení tagů procházejících v různých pozicích vůči bráně. Podporuje obousměrné sledování pohybu tagů po jedné ose, je tak možné sledovat pohyb tagů ze skladu a zpět. Načítací zóna má obdélníkový tvar s pokrytím až 93 m². Maximální rychlost načítání tagů 1100 tagů / s. Pro účel sledování skladu postačí jedno takovéto zařízení.
- **Impinj R420 Speedway Revolution, RFID čtečka** – čtečka s nutností dokoupení antén. Maximální rychlost načítání tagů – 1100 tagů / s. Čtečka podporuje funkci autopilot, která automaticky optimalizuje nastavení čtečky, a umožňuje plnou aktivaci čtečky až ve chvíli, kdy se v načítací zóně nachází tag. Při umístění brány v prostoru vchodu širokého 1,8 m je výhodné využít prahovou (threshold) anténu Impinj. Antény jsou lineárně polarizované, je proto vhodné umístit 2 po stranách vchodu a jednu nad vchod (viz obrázek 20). Tvar načítací zóny antény je zobrazen na obrázku 21.



Obrázek 21 Načítací zóna prahové antény Impinj (Codeware, 2022)

- **Zebra FX7500 4-port, RFID čtečka** – čtečka určena pro správu majetku v rámci budovy, která neposkytuje žádné další přidané funkce. Rychlost načítání tagů až 1200 tagů / s. Vhodné je doplnit ji cirkulárně polarizovanou anténou Zebra AN620, díky které

je možné načíst tagy v různých pozicích. Vzhledem k vysokému zisku antény 4 dBi postačí jedna anténa.

3.4.2 Tagy

RFID tagy musí využívat stejné frekvenční pásmo jako čtečka. Proto je nutné zvolit UHF tagy. Tagy využívané v rámci budovy KCP, kde panují běžné teplotní podmínky i vlhkost, nebudou významně namáhány, proto je možné zvolit běžné tagy bez nutnosti vyšší odolnosti. Skladové položky mají povrch z různých materiálů. V některých případech se jedná o položky s plastovým povrchem, na které je možné umístit běžné tagy. Pro aplikaci na zařízení z kovu je nutné zvážit, zdali jsou vybrané tagy určeny na různorodé povrchy, včetně kovových.

Rozměr tagu musí být odpovídající vzhledem k rozměru položky. Přitom je třeba mít na paměti, že čím menší tag je zvolen, tím nižší je čtecí vzdálenost tagu. Vzhledem k povaze skladových položek je doporučeno připevňovat tagy pomocí lepidla (některé tagy jsou již vyrobeny jako samolepící). Pro účely sledování pohybu skladových položek jsou postačující pasivní RFID tagy, informace o skladových položkách je možné ukládat do databáze, informace jsou poté propojeny s položkou pomocí jedinečného identifikátoru tagu.

Jak uvádí Codeware (2022), vhodnou variantou tagů aplikovatelných na různorodé povrchy jsou tagy ve formě štítků Zebra Silverline classic M4i, Zebra Silverline micro M4i, Zebra Silverline slim M4i, nebo Zebra Silverline blade. Všechny zmíněné typy tagů jsou kódovatelné. Tagy Zebra Silverline řady M4i jsou vhodné pro sledování majetku vyrobeného z tvrdého materiálu. Lze je aplikovat i na zakřivené plochy. Rozměry tagů jsou 10 x 4 cm (classic), 4,5 x 1,3 cm (micro) a 10 x 1,3 cm (slim), čtecí vzdálenost tagů dosahuje až 5 m (classic), 1,5 m (micro) a 4 m (slim).



Obrázek 22 Potištěné štítky Zebra Silverline M4i (Codeware, 2022)

Tagy Zebra Silverline blade jsou určeny pro označování majetku, včetně elektronických zařízení a jsou plně funkční na rozmanitých površích včetně kovových. Oproti modelu classic nabývají menších rozměrů: 6 x 2,5 cm. Načíst je lze až na vzdálenost 4,5 m.

Pro potisk štítků je možné využít vlastní RFID tiskárny. Tiskárna je schopná RFID tagy nejen potisknout zadaným textem nebo grafikou, ale také tagy kódovat (tiskárna obsahuje kodér). Zvážit nákup tiskárny je nutné zároveň s výběrem vhodných tagů (štítků). Tiskárny nejsou univerzální – obvykle je možné je využívat pouze pro určitý typ / typy tagů.

3.4.3 Shrnutí

Při zavedení RFID technologie – RFID brány do systému sledování skladových položek je tedy třeba se věnovat následujícím bodům:

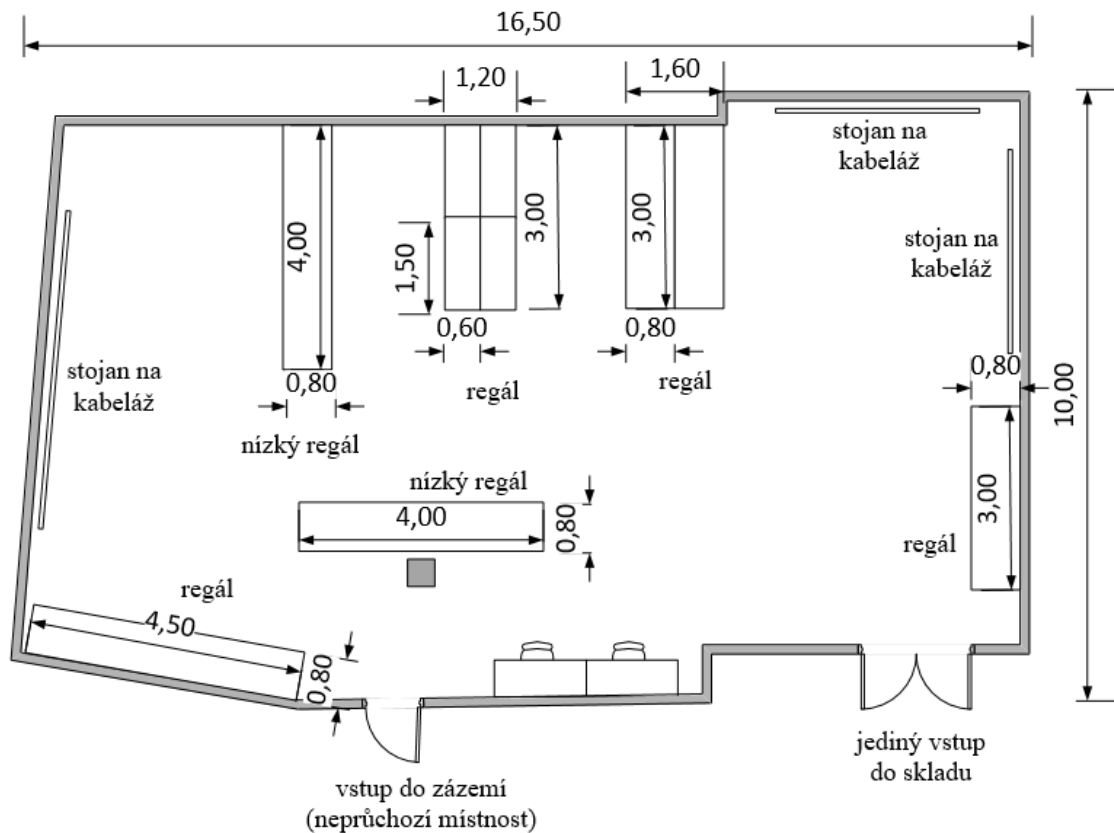
- pořízení middleware a software, včetně možných potřebných přizpůsobení pro prostředí, ve kterém budou využívány,
- úprava stávající fyzické a datové infrastruktury,
- pořízení RFID čtečky s anténami,
- pořízení potřebného počátečního počtu tagů,
- případně pořízení tiskárny RFID tagů.

3.5 Návrh využití RFID technologie – smart shelf

Druhé řešení na bázi RFID je založeno na technologii smart shelf (chytrý regál). Při využití tohoto řešení jsou skladové položky uloženy v regálech monitorovanými anténami RFID čtečky. Každá police v regálu má obvykle vlastní anténu. Antény mohou být zabudovány přímo do polic regálu, nebo mohou být umístěny následně do již existujícího regálu. V případě skladu audiovizuální techniky již sklad regály vybaven je, je proto výhodnější zařízení smart shelf doinstalovat do stávajícího zařízení skladu.

Ve skladu audiovizuální techniky se nacházejí mimo jiné i položky umístěné v rozměrných ochranných obalech, které nabývají rozměrů až 100 x 160 x 60 cm. Tyto ochranné boxy není možné kvůli jejich hmotnosti umísťovat do regálů. Z těchto důvodů jsou umístěny volně v prostoru skladu. Při využití technologie smart shelf jsou volně uložené položky problematické, nebyly by načteny žádnou z antén a nacházely by se tak mimo evidenci. Tento problém by bylo možné vyřešit zavedením míst nazvaných na Obrázku 23 „nízký regál“. Jednalo by se o ohraničená místa, která by byla pokryta načítací zónou antény, potažmo čtečky. Boxy by bylo možné umístit do těchto zón bez nutnosti je zvedat. V případě nutnosti rozšířit

sklad z kapacitních důvodů by bylo možné nad tato místa umístit regál pro ukládání menších skladových položek.

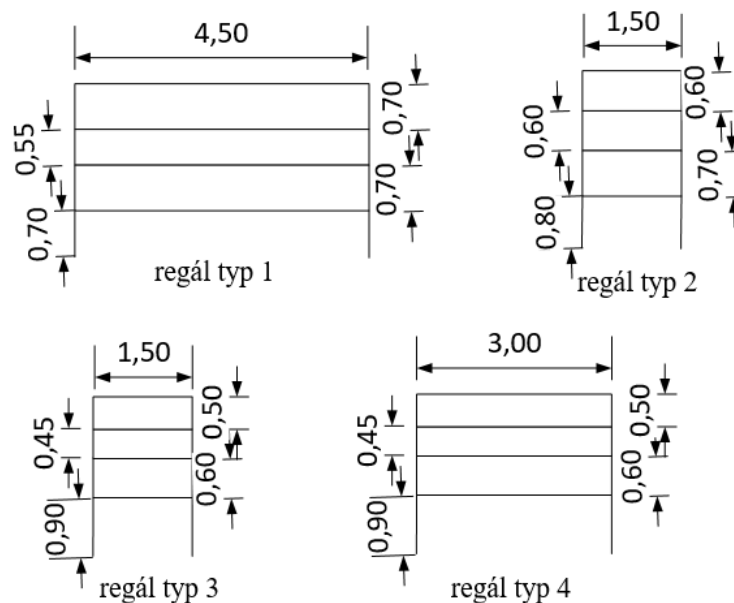


Obrázek 23 Úprava skladu pro aplikaci technologie smart shelf – rozměry v metrech (autor)

3.5.1 Čtečka

Vzhledem k rozměrům skladových položek mohou být tagy umísťovány ve větší vzdálenosti od antény čtečky, je proto vhodnější využít technologie UHF. Jak již bylo zmíněno v části 1.3.6 Smart shelf (chytrý regál), k některým typům čteček je možné připojit až 32 antén (případně je možné využít přepínač pro propojení antén do jedné skupiny a dále pak propojit přepínač s čtečkou).

Vzhledem k tomu, že při aplikaci technologie smart shelf budou doplňovány stávající regály anténami a čtečkou, je nutné zohlednit jejich rozměry. Obrázek 24 schematicky zobrazuje typy regálu využitých ve skladu audiovizuální techniky.



Obrázek 24 Typy užívaných regálů – rozměry v metrech (autor)

Jak bylo zmíněno v části 1.3.6 Smart shelf (chytrý regál), RFID antény pro zařízení smart shelf obvykle mívají dosah až 3 m, některé typy ještě více. Pro snížení nákladů na antény pracuje návrh s možností přemístění regálů typu 2 a 3 tak, aby vytvořili jeden rozměrnější regál s délkou 3 m, jak je zobrazeno na obrázku 23. Po tomto sloučení sklad obsahuje: 1x regál typu 1, 1x regál typu 2 s délkou 3m a 4x regál typu 4.

Dále jsou v návrhu pro ilustraci využívány antény SF2 společnosti FlexiRay (viz obrázek 25). Namísto těchto antén je ovšem možné využít i jiných antén obdobných parametrů. Tyto antény je možné připevnit přímo k bočnici regálu. Jak uvádí FlexiRay (2021) mají formu pásku s délkou 11 cm, 51 cm, 76,5 cm, nebo 100 cm a šířkou 11 cm. Načítací zóna těchto antén má tvar kvádra s dosahem až 5 m (v délce 5 m již není signál antény příliš silný). Položky s tagem umístěné v regálu by se tak nacházely v načítací zóně čtečky.



Obrázek 25 Antény FlexiRay (FlexiRay, 2021)

Vzhledem k rozměrům a počtu regálů by bylo vhodné zakoupit tyto počty antén:

- 19 x anténa s délkou 51 cm,
- 5 x anténa s délkou 76,5 cm,
- 2x anténa s délkou 100 cm.

Dále je navrhováno zakoupit přepínače, díky kterým je možné signál z více antén sloučit a dále propojit přepínač se čtečkou. Díky přepínačům není třeba propojovat každou anténu se čtečkou odděleně, není nutná rozsáhlá kabelová infrastruktura. Vzhledem k tomu, že řešení FlexiRay (2021) nabízí pouze čtečky s již vestavěnou anténou, je nutné zvolit čtečku od jiného výrobce. Čtečku, kterou je možné využít pro vyšší počet antén, nabízí například společnost Kathrein. Jak uvádí Kathrein (2022), do čtečky RRU 1400 s rychlostí 500 tagů / s je možné kaskádově s využitím přepojovačů zapojit až 32 antén. Čtečka má pouze 4 vstupy, proto je nutné při využití tohoto zařízení seskupit antény do 4 přepojovačů.

Společnost Kathrein nabízí také antény pro zařízení smart shelf. Jak uvádí Kathrein (2022) pro řešení smart shelf je vhodná anténa SmartShelf Antenna Unit. Načítací zóna tohoto typu zařízení dosahuje maximálně 3 m, proto by pro pokrytí všech regálů bylo nutné zakoupit 32 antén. I pro tyto antény je možné využít čtečku RRU 1400.

3.5.2 Tagy

Tagy určené pro zařízení „smart shelf“ mají společné vlastnosti s tagy zmíněnými v části 3.5.1 Doporučená technologická zařízení. Shrnutí těchto vlastností:

- frekvence – UHF,
- prostředí, ve kterém budou využívány – uvnitř budovy, bez vyššího namáhání,
- materiál – tagy jsou umísťovány na položky plastové i kovové,
- způsob připevnění – lepidlem,
- pasivita / aktivita tagu – zvolen pasivní tag.

Vzhledem k obdobným požadavkům na tagy je možné využít i pro toto řešení tagy Zebra silverline blade, Zebra silverline classic M4i, Zebra Silverine micro M4i a Zebra Silverine slim M4i.

3.5.3 Shrnutí

Při zavedení RFID technologie – smart shelf do systému sledování skladových položek je třeba se věnovat následujícím bodům:

- middleware a software, včetně možných potřebných přizpůsobení pro prostředí, ve kterém budou využívány,

- úprava stávající fyzické a datové infrastruktury,
- pořízení čtečky s anténami (v případě technologie smart shelf je možné zakoupit nejprve pouze vybavení pro některé police pro pilotní projekt a po otestování dokoupit vybavení pro celý sklad),
- pořízení počátečního potřebného množství tagů,
- pořízení tiskárny RFID tagů - štítků (není nezbytně nutné).

4 ZHODNOCENÍ NÁVRHŮ

V této kapitole je nejprve zhodnocena ta část návrhu, která je společná pro všechny 3 navržené varianty (rozšíření lineárních kódů, RFID brána, RFID smart shelf). Dále je pak hodnocena každá část samostatně. V poslední části jsou varianty porovnány. Návrhy jsou hodnoceny z hlediska naplňování požadavků vyjmenovaných v části 3.1 Obecné požadavky na systém a vlastnosti systému. Tyto požadavky vycházejí z vlastností v současnosti zavedeného systému rozebraného v kapitole 2 Analýza systému pro sledování pohybu položek v Kongresovém centru Praha.

4.1 Společná část návrhů

Rozšíření stávajícího využívání čárových kódů, i zavedení RFID technologie, poskytují přehlednější systém v několika rovinách. Jedná se zejména o zlepšení toku informací v rámci audiovizuálního oddělení, ale také směrem ke klientům. Aktuální a celistvé informace o dostupnosti položek na skladě poskytují všechny potřebné podklady pro rozhodnutí, zdali klientovi požadavky lze splnit s využitím skladových položek, nebo zdali je nutné využít zápůjčku položek od dodavatele.

Ke zlepšení dojde také při předávání informací od pracovníka vytvářejícího kalkulace směrem k pracovníkovi vyskladňujícímu položky. Pracovníci mají přehled o tom, kdy bude určitou položku třeba vyskladnit a připravit pro akci klienta, a to přímo z elektronického systému, do kterého pracovník vytvářející kalkulace zadává potřebné informace. Nevzniká tak prostor pro nepřesnost, kdy se potřebné informace nepředají v dostatečném předstihu, nebo předány nejsou vůbec.

Jak již bylo zmíněno, při využívání navrženého systému také dojde ke zjednodušení vytváření podkladů pro fakturaci klientovi. Pokud budou podklady vytvářeny na základě evidence pohybu skladových položek, bude zachyceno skutečné využívání položek, které se může lišit od předpokládaného využití (např. z důvodů doobjednání si určitých položek při konání akce).

Společným rysem návrhů je do určité míry uživatelská přívětivost. Návrhy se neliší ve způsobu nakládání s daty, odlišné jsou způsoby získávání dat. Z pohledu zaměstnanců vychystávajících skladové položky může být vnímáno jako zatěžující používání čteček čárových kódů ro ruční načítání položek. Oproti tomu využití RFID technologie nevyžaduje jejich pozornost při každodenním provádění pracovních úkonů.

4.2 Návrh 1 – Čárové kódy

Tato část obsahuje zhodnocení návrhu rozšíření využití čárových kódů. Tento návrh je (stejně jako ostatní návrhy) hodnocen ze 4 hledisek: finanční náročnosti, efektivity využívání času, kontrolovatelnosti (z pohledu auditora) a bezpečnosti. Tato hlediska jsou provázána, proto není možné je jednoznačně oddělit.

4.2.1 Finanční náročnost

Vzhledem k tomu, že systém identifikace čárovými kódy je již zaveden, rozšíření systému čárových kódů je na vstupní investice méně náročné, než zavádění RFID. Následující tabulka zobrazuje vybrané vhodné čtečky čárových kódů včetně pořizovací ceny.

Tabulka 5 Vybrané čtečky čárových kódů včetně pořizovací ceny

Název zařízení	Cena bez DPH	Výdrž baterie zařízení v provozu	Doba nabíjení	Dosah signálu čtečky k základně	Minimální kontrast kódu
Zebex Z-3392BT Plus	7 844,00 Kč	8 h	6 h	100 m	30%
CipherLab 2560	7 292,00 Kč	24 h	5 h	100 m	15%
Opticon OPC-3301i	4 541,00 Kč	48 h	3 h	10 m	32%
Honeywell Voyager	4 916,00 Kč	12 h	4 h	30 m	10%
Zebra LI4278	7 011,00 Kč	72 h	24 h	100 m	15%

Zdroj: Codeware (2022)

Vyskladňování může provádět zároveň více pracovníků, proto je vhodné zakoupení více zařízení (doporučované množství 4 ks). Vzhledem k tomu, že všechna zařízení odpovídají požadavkům na výdrž baterie, dobu nabíjení, dosah signálu, i minimální kontrast signálu, který je pro čtečku čitelný, předpokládané kritérium výběru je cena. V tomto případě by byla zakoupena čtečka Opticon OPC-3301i v počtu 4 ks.

Celková pořizovací cena: 18 641 Kč bez DPH.

Při rozšíření systému je také nutné počítat s náklady na software a potřebné úpravy stávajícího informačního systému. Tyto položky není možné vyčíslit, ani kvalifikovaně odhadnout. Pro systém čárových kódů jsou tyto náklady srovnatelné s náklady při aplikaci RFID.

Další náklady jsou spojeny s provozem systému. Mezi provozní náklady lze zařadit spotřebu energie, údržbu, opravy, případné nahrazení zařízení a licence software. Předmětem této diplomové práce není úplné vyčíslení provozních nákladů, pro jejich vyčíslení nejsou známy potřebné informace.

Rozšíření systému čárových kódů poskytuje také finanční úspory. Jedna z úspor pramení z možnosti provádění inventur majetku načtením kódů přímo zaměstnanci audiovizuální oddělení. Pro vyčíslení úspory nejsou k dispozici potřebná data, není možné určit jaká část z obnosu vynaloženého na inventarizaci externí firmou je vyvolána inventarizací skladových položek audiovizuální techniky.

Další úspory pramení ze zvýšení efektivity z časového hlediska (viz část 4.2.2 Efektivita z časového hlediska), snížení chybovosti, která způsobuje nutnost odškodnit klienta a efektivnější nakládání se skladovými položkami (předcházení situaci, kdy neinformovaný zaměstnanec mylně nabyde dojmu, že daná položka na skladě není a proto položku zapůjčí od dodavatele, a daná položka zůstane nevyužita na skladě).

4.2.2 Efektivita z časového hlediska

Rozšíření využívání čárových kódů zefektivní práci se skladovými položkami několika způsoby. První z nich je časová úspora díky kontrole vyskladňování techniky. Při korektním využívání systému zaměstnanci systém poskytuje informaci, zdali jsou vyskladněny všechny potřebné položky, případně jestli nejsou vyskladněny položky, které vyskladněny být nemají. Tato kontrola snižuje pravděpodobnost, že se zaměstnanci budou muset pro skladové položky vracet zpět do skladu.

Navrhovaný systém poskytuje informace o prezenci položek na skladě. Díky této informaci se sníží nejasnosti ohledně momentální polohy položky, což opět zefektivní provoz. Rozšíření systému čárových kódů oproti stávajícímu systému, nebo zavedení RFID technologie vyžaduje čas zaměstnanců strávený načítáním skladových položek.

4.2.3 Kontrola nad pohybem skladových položek

Požadavek na kontrolu nad pohybem skladových položek byl vznesen interním auditorem. Aktuální systém neposkytuje potřebná data pro provádění auditu a kontroly, zdali není poskytována audiovizuální technika bezplatně, případně není klientům účtována nevyužitá technika. Načítání čárových kódů poskytuje tato data pouze částečně. Existuje kontrola pohybu načítaných položek. Pokud se zaměstnanec rozhodne systém sabotovat a položku záměrně při vyskladnění nenačte, auditor tuto skutečnost nezjistí. Může dojít také k záměrnému načtení položky, která vyskladněna není.

4.2.4 Bezpečnost

Rozšíření využívání čárových kódů splňuje částečně také požadavek na zajištění bezpečnosti skladových položek. Pokud je položka načtena pro vyskladnění,

ale ne pro opětovné naskladnění po delší dobu, než by tomu tak mělo být, jsou zaměstnanci upozorněni a mohou udělat potřebná opatření. V některých případech může dojít ke zjištění, že došlo k opomenutí načtení položky. V případě ztráty položky, případně jejího odcizení je včasné upozornění přínosem. Pokud dojde k záměrnému nenačtení položky za účelem odcizení ze skladu, není tento systém schopný odcizení detekovat. Možnost krádeže ze skladu se zužuje pouze na zaměstnance s přístupem do skladu.

4.3 Návrh 2 – RFID brána

Tato část obsahuje zhodnocení návrhu zavedení RFID technologie, konkrétně RFID brány. Návrh je (stejně jako ostatní návrhy) hodnocen ze 4 hledisek: finanční náročnosti, efektivity využívání času, kontrolovatelnosti (z pohledu auditora) a bezpečnosti. Tato hlediska jsou provázána, proto není možné je jednoznačně oddělit.

4.3.1 Finanční náročnost

V části 3.4.1 Čtečka je rozebrán výběr čteček s anténami vhodnými pro vytvoření RFID brány v prostředí skladu audiovizuální techniky. Tabulka 6 obsahuje jejich přehled s cenami realizace.

Tabulka 6 Vybrané RFID čtečky s naceněním řešení

Název zařízení	Typ zařízení	Rychlost načítání	Celková cena řešení
Impinj xArray RFID brána	Integrovaná RFID brána, 52 antén v 9 sektorech	1100 tagů / s	84 969 Kč bez DPH
Impinj xSpan RFID brána	Integrovaná RFID brána, 13 antén ve 3 sektorech	1100 tagů / s	74 441 Kč bez DPH
Impinj R420 Speedway Revolution RFID čtečka se 3 anténami Impinj threshold	RFID čtečka se 3 lineárně polarizovanými anténami	1100 tagů / s	72 211 Kč bez DPH
Zebra FX7500 4-port RFID čtečka s anténou Zebra AN 620	RFID čtečka s 1 cirkulárně polarizovanou anténou	1200 tagů / s	31 557 Kč bez DPH

Zdroj: Codeware (2022)

Průměrná celková pořizovací cena čtečky s anténami je 65 793,5 Kč bez DPH.

Při zavedení nového systému je také nutné počítat s náklady na software, middleware a potřebné úpravy stávajícího informačního systému. Tyto položky není možné vyčíslit, ani kvalifikovaně odhadnout. Pro RFID systém jsou tyto náklady srovnatelné s náklady při rozšíření využití čárových kódů.

Další nákladovou položkou jsou tagy. Při zavedení RFID technologie se jedná o počáteční investici pro označení všech skladových položek. Jedná se také o provozní náklad, je třeba označit nová zařízení, případně vyměnit nefunkční tagy. Výběr vhodných tagů

byl proveden v části 3.4.2 Tagy. Tabulka 7 zobrazuje cenu tagů. Jako počáteční investice je počítáno pořízení jednoho balení od každého typu tagu pro vyzkoušení jejich vlastností a možnosti umístit na skladové položky tagy, které nejlépe velikostně odpovídají. Tímto nákupem vznikne rovněž zásoba tagů pro určité období.

Tabulka 7 Ceny vybraných tagů

Název tagu	Čtecí vzdálenost	Cena za balení bez DPH	Počet kusů v balení	Cena za kus bez DPH
Zebra Silverline classic M4i	5 m	7 450,00 Kč	350	21,30 Kč
Zebra Silverline slim M4i	4 m	8 368,00 Kč	800	10,50 Kč
Zebra Silverline micro M4i	1,5 m	6 278,00 Kč	800	7,80 Kč
Zebra Silverline blade	4,5 m	8 648,00 Kč	500	17,30 Kč

Zdroj: Codeware (2022)

Celková pořizovací cena tagů je 30 744 Kč bez DPH.

Jak již bylo uvedeno u předchozího návrhu, další náklady jsou spojeny s provozem systému. Mezi provozní náklady lze zařadit spotřebu energie, údržbu, opravy a případné nahrazení zařízení, licence software a middleware. Předmětem této diplomové práce není úplné vyčíslení provozních nákladů, pro jejich vyčíslení nejsou známy potřebné informace.

Další položkou, která není nezbytně nutná, je tiskárna RFID tagů. Jak uvádí Codeware (2022), cena vhodného modelu pro vybrané tagy Zebra ZQ630 je 39 363 Kč bez DPH.

Zavedení RFID technologie, v tomto případě RFID brány, poskytuje také finanční úspory. Jedna z úspor pramení z možnosti provádění inventur majetku přímo zaměstnanci audiovizuální oddělení, ať už ruční RFID čtečkou (kterou by bylo nutné začlenit do nákladů), nebo na základě informací získaných pomocí RFID brány. Pro vyčíslení úspory nejsou k dispozici potřebná data, není možné určit jaká část z obnosu vynaloženého na inventarizaci externí firmou je vyvolána inventarizací skladových položek audiovizuální techniky.

Obdobně jako u návrhu rozšíření čárových kódů, úspory pramení také ze zvýšení efektivity z časového hlediska (jak je více rozebráno v části 4.3.2 Efektivita z časového hlediska), snížení chybovosti, která způsobuje nutnost odškodnit klienta a vyššího využívání skladových položek.

4.3.2 Efektivita z časového hlediska

Zavedení RFID technologie, konkrétně RFID brány, zefektivňuje práci zaměstnanců. Jedním z důvodů, proč k úspoře dochází, je provádění kontroly vyskladněné techniky. Systém zaměstnanci poskytuje informaci, zdali jsou vyskladněny všechny potřebné položky, případně

zdali nejsou vyskladněny položky, které vyskladněny být nemají. Tato kontrola při korektním způsobu využívání systému eliminuje nutnost vracení se do skladu za účelem doplnění chybějících položek. Navrhovaný systém také poskytuje informace o dostupnosti položek na skladě. Tato informace snižuje nejasnosti ohledně polohy položky a tím opět zefektivňuje práci.

RFID technologie na rozdíl od technologie čárových kódů nevyžaduje načítání položek zaměstnanci, k načtení dochází automaticky. Vzniká tak časová úspora oproti návrhu v části 4.2 Návrh 1 – Čárové kódy. Kromě běžného provozu vzniká tato úspora také při inventarizaci majetku, kdy je možné využít data získaná pomocí RFID brány, nebo ruční RFID čtečky.

4.3.3 Kontrola nad pohybem skladových položek

Interní auditor v současnosti postrádá data, na základě kterých by mohl provádět kontrolu. RFID technologie tato data může poskytnout. Díky výpisu tagů (potažmo položek), které procházely branou směrem ze skladu, a zpět, je možné určit, kdy byly skladové položky využívány. Oproti řešení v části 4.2 Návrh 1 – Čárové kódy je systém složitější sabotovat. Řešení pomocí rozšíření využívání čárových kódů vyžaduje aktivní načítání kódů pracovníky. Zaznamenávání pohybu pomocí RFID je oproti tomu pro pracovníky pasivní, aktivita musí být vynaložena při snaze systém obejít.

4.3.4 Bezpečnost

Zabepečení skladových položek je díky zavedení RFID technologie na vyšší úrovni. Je patrné, které položky se nacházejí mimo sklad v době, kdy nemají, a proto je zde možnost ztráty, či záměrného odcizení. Pracovníci jsou systémem na tuto skutečnost upozorněni a mohou podniknout nutná opatření. Jak již bylo popsáno v části 4.3.3 Kontrola nad pohybem skladových položek, RFID systém poskytuje vyšší stupeň zabezpečení než využití čárových kódů.

4.4 Návrh 3 – Smart shelf

Tato část obsahuje zhodnocení návrhu zavedení RFID technologie, konkrétně metody smart shelf. Návrh je (stejně jako ostatní návrhy) hodnocen ze 4 hledisek: finanční náročnosti, efektivity využívání času, kontrolovatelnosti (z pohledu auditora) a bezpečnosti. Tato hlediska jsou provázána, proto není možné je jednoznačně oddělit.

4.4.1 Finanční náročnost

V části 3.5.1 Čtečka jsou rozebrána dvě konkrétní řešení typu smart shelf. Vyčíslit je možné řešení od firmy Kathrein, Tabulka 8 uvádí ceny tohoto řešení.

Tabulka 8 Cena řešení smart shelf

Položka	Cena za ks bez DPH	Počet ks	Cena celkem bez DPH
Čtečka	19 953,00 Kč	1	19 953,00 Kč
Anténa	48 001,25 Kč	32	192 005,00 Kč
Přepínač	5 000,00 Kč	4	20 000,00 Kč
CELKEM			231 958,00 Kč

Zdroj: Cisper Electronics (2022)

Ostatní náklady i úspory plynoucí ze zavedení RFID smart shlef jsou obdobná jako u návrhu využívající RFID brány (viz část 4.3.1 Finanční náročnost).

4.4.2 Efektivita z časového hlediska

Využití systému RFID smart shelf a dat z něj získaných pro zefektivnění práce zaměstnanců audiovizuálního oddělení je obdobné jako u návrhu využívající RFID brány (viz část 4.3.2).

4.4.3 Kontrola nad pohybem skladových položek

Informace potřebné pro audit poskytování skladových položek je možné získat ze systému smart shelf. Tento systém poskytuje informaci o prezenci položky v místě uložení (regálu), době opuštění místa, a době návratu. Pokud by chtěl některý zaměstnanec systém obejít, nepostačí mu položku nenačíst jako v případě využití čárového kódu, nebo zamezit načtení tagu jako v případě RFID brány. Bylo by nutné tag oddělit od položky a na místě uložení tag ponechat bez položky.

4.4.4 Bezpečnost

Zařízení typu smart shelf je možné využít také jako prvek zabezpečení. V případě, kdy položka opustí místo uložení v době, kdy k jejímu vyskladnění nemá dojít, jsou pracovníci systémem na tuto skutečnost upozorněni, a mohou podniknout nutná opatření. Jak již bylo popsáno v části 4.4.3 Kontrola nad pohybem skladových položek, zařízení smart shelf poskytuje zabezpečení na vyšší úrovni, než systém čárových kódů, a jiným způsobem než RFID brána.

4.5 Porovnání návrhů

Porovnání návrhů je prováděno z pohledu 6 kritérií, požadovaných pro systém. Jsou to kritéria finanční náročnosti, uživatelské přívětivosti, efektivity z časového hlediska,

přehlednosti, kontroly nad pohybem a bezpečnosti. Vzhledem k tomu, že většina kritérií jsou kvalitativní povahy, je pro porovnání využito metody pořadí. Pořadí je určeno na základě hodnocení obsaženého výše v této kapitole.

Tabulka 9 Porovnání návrhů metodou pořadí

	Návrh 1 čárové kódy	Návrh 2 RFID brána	Návrh 3 RFID smart shelf
Finanční náročnost	1	2	3
Uživatelská přívětivost	3	1,5	1,5
Efektivita z časového hlediska	3	1,5	1,5
Přehlednost	2	2	2
Kontrola nad pohybem	3	1,5	1,5
Bezpečnost	3	1,5	1,5
SOUČET	15	10	11
CELKOVÉ POŘADÍ	3	1	2

Zdroj: autor

Na základě porovnání návrhů je nejlépe hodnocen návrh RFID brány. Toto porovnání je subjektivní. Výběr nejvhodnější varianty Kongresovým centrem Praha může být odlišný např. kvůli preferenci některých kritérií. Tyto preference nejsou dostupnou informací.

ZÁVĚR

Tato diplomová práce se věnovala problematice vnitropodnikového sledování pohybu skladových položek a využití technologických řešení za tímto účelem. V první kapitole byla shrnuta teoretická východiska, která byla následně využita pro analýzu současného stavu, návrhy aplikace technologických řešení a zhodnocení návrhů.

Ve druhé kapitole byl analyzován současný systém sledování pohybu skladových položek v Kongresovém centru Praha, oddělení audiovizuální techniky. Na základě analýzy byly zformulovány silné a slabé stránky systému, příležitosti a hrozby. Tyto informace byly využity pro definování obecných požadavků na nový systém s využitím technologických řešení.

Třetí kapitola se zabývala návrhy systému, který odpovídá těmto požadavkům. Nejprve byly navrženy změny stávajících procesů, fyzické infrastruktury a infrastruktury dat, které aplikace technologických zařízení vyvolá. Dále praktická část obsahuje tři inovativní návrhy řešení. První z návrhů byl založen na rozšíření využívání již zavedených čárových kódů formátu 128. Zahrnoval využívání ručních čteček čárových kódů a doporučoval konkrétní zařízení vhodná pro využívání v prostředí skladu audiovizuální techniky.

Druhý z návrhů se věnoval využití RFID technologie, konkrétně RFID brány. Byla doporučena vhodná zařízení, integrované RFID brány, nebo RFID čtečky s anténami umístěné do prostoru vstupu do skladu.

Třetí návrh využíval také RFID technologie, ovšem s metodou smart shelf. V návrhu bylo popsáno přesné umístění antén pro vytvoření smart shelf ve stávajících regálech skladu, stejně tak typy antén a čteček vhodných pro aplikaci smart shelf. Pro druhý i třetí návrh byl doporučen také typ tagů.

Ve čtvrté kapitole byly návrhy zhodnoceny a porovnány. Nejdříve byla zhodnocena společná část návrhů, poté každý ze tří návrhů samostatně. Nahlíženo na ně bylo z pohledu finanční náročnosti, efektivity z časového hlediska, míry kontroly nad pohybem a zajišťování bezpečnosti. Návrhy byly z těchto hledisek také porovnány a nejlepší ohodnocení získal návrh RFID brány.

POUŽITÁ LITERATURA

- ANDERSON, Larry, 2021. Five Ways RFID Readers Can Secure Your Marketplace. *RFID Journal Online* [online]. [cit. 2021-11-02]. Dostupné z: <https://www.rfidjournal.com/whitepaper/five-ways-rfid-readers-can-secure-your-marketplace>
- ATLAS RFID STORE, 2022. *Times-7 SlimLine A8065 Combo Doorway Portal Solution (FCC/ETSI)* [online]. [cit. 2022-04-03]. Dostupné z: <https://www.atlasrfidstore.com/times-7-slimline-a8065-combo-doorway-portal-solution-fcc-etsi/>
- CISPER ELECTRONICS, 2022. *Dedicated distribution* [online]. [cit. 2022-04-16]. Dostupné z: <https://www.cisper.nl/en>
- CODEWARE, 2022. *Automatická identifikace a RFID* [online]. [cit. 2022-04-10]. Dostupné z: <https://www.codeware.cz/>
- FLEXIRAY, 2021. *FlexiRay products* [online]. [cit. 2022-04-03]. Dostupné z: <https://www.flexiray.com/products/>
- FUNCODE, 2016. QRCode Reader for SmartPhone. *Funcode* [online]. [cit. 2022-01-01]. Dostupné z: https://www.funcode-tech.com/Fun2D_QRCode_Reader_for_SmartPhone_en.html#
- GROS, Ivan, 2016. *Velká kniha logistiky*. Praha: Vysoká škola chemicko-technologická v Praze. ISBN 978-80-7080-952-5.
- GS1, 2015. *Lineární čárové kódy* [online]. Praha: GS1 Czech Republic, [cit. 2022-01-23]. Dostupné z: <https://www.gs1cz.org/media/volne-dostupne-brozury/publikace-linearni-carove-kody.pdf>
- HOZAK, Kurt a Olajumoke AWE, 2018. Finding the RFID Signal in the Noise. *RFID Journal Online* [online]. [cit. 2021-12-04]. Dostupné z: <https://www.rfidjournal.com/finding-the-rfid-signal-in-the-noise>
- INDIAMART, 2021. Handheld Wired Esky Auto-Sensing Laser Barcode Reader Scanner. *Indiamart* [online]. [cit. 2021-12-12]. Dostupné z: <https://www.indiamart.com/proddetail/esky-auto-sensing-laser-barcode-reader-scanner-21860032662.html>
- KATHREIN, 2022. *SmartShelf Antennas* [online]. [cit. 2022-04-10]. Dostupné z: <https://www.kathrein-solutions.com/products/rfid/antennas/smartshelf-antennas>
- KODYS, 2021. EAN 13 a EAN 8 - nejznámější čárový kód pro zboží v obchodní síti. *KODYS* [online]. [cit. 2021-11-01]. Dostupné z: <https://www.kodys.cz/technologie/carovy-kod/ean-13-ean-8>
- KODYS, 2022. RFID brány. *KODYS* [online]. 2022 [cit. 2022-01-02]. Dostupné z: <https://www.automatizace-kodys.cz/produkty/reseni-s-rfid/rfid-brany>

- KONGRESOVÉ CENTRUM PRAHA, A. S., 2019. *Dlouhodobý majetek*. Praha: Kongresové centrum Praha, a. s.
- KONGRESOVÉ CENTRUM PRAHA, A. S., 2020. *Inventarizace majetku a závazků*. Praha: Kongresové centrum Praha, a. s.
- KONGRESOVÉ CENTRUM PRAHA, A. S., 2021a. *Popisy pracovní činnosti*. Praha: Kongresové centrum Praha, a. s.
- KONGRESOVÉ CENTRUM PRAHA, A. S., 2021b. *Ostraha a bezpečnostní režim objektu*. Praha: Kongresové centrum Praha, a. s.
- KONGRESOVÉ CENTRUM PRAHA, A. S., 2021c. *Soupis dlouhodobého majetku střediska*. Praha: Kongresové centrum Praha, a. s.
- KONGRESOVÉ CENTRUM PRAHA, A. S., 2022a. Plány pater. *Kongresové centrum Praha, a. s.* [online]. [cit. 2022-02-02]. Dostupné z: <https://www.praguecc.cz/cz/planky-a-vystavni-rastry>
- KONGRESOVÉ CENTRUM PRAHA, A. S., 2022b. Náš příběh. *Kongresové centrum Praha, a. s.* [online]. [cit. 2022-03-05]. Dostupné z: <https://www.praguecc.cz/cz/nas-pribeh>
- KONGRESOVÉ CENTRUM PRAHA, A. S., 2022c. Virtuální a hybridní eventy. *Kongresové centrum Praha, a. s.* [online]. [cit. 2022-03-05]. Dostupné z: <https://www.praguecc.cz/cz/hybridni-a-virtualni-eventy>
- KONGRESOVÉ CENTRUM PRAHA, A. S., 2022d. Proč Kongresové centrum. *Kongresové centrum Praha, a. s.* [online]. [cit. 2022-03-05]. Dostupné z: <https://www.praguecc.cz/cz/proc-kongresove-centrum>
- KONGRESOVÉ CENTRUM PRAHA, A. S., 2022e. *Vzor kalkulace audiovizuální techniky*. Praha: Kongresové centrum Praha a. s.
- KONGRESOVÉ CENTRUM PRAHA, A. S., 2022f. *Plán vývoje rezervačního systému*. Praha: Kongresové centrum Praha a. s.
- LAHIRI, Sandip, 2006. *RFID sourcebook*. Upper Saddle River: IBM Press/Pearson. ISBN 978-0132762021.
- LAKSHMANAN, Arvind, 2019. Active RFID Tag with Better Tracking Range for Automotive Applications. In: 2019 2nd International Conference of Intelligent Robotic and Control Engineering (IRCE 2019): sborník příspěvků z konference [online]. Singapore: IEEE [cit. 2022-01-23]. Dostupné z: <https://www.webofscience.com/wos/woscc/full-record/WOS:000681571600033>
- MONTANARI, 2021. Sledovací systém s technologií RFID. *Montanari* [online]. [cit. 2021-11-02]. Dostupné z: <https://www.montanariengineering.com/cz/laundry-solutions/systemy-pro-izeni-a-dohled/sledovaci-system-s-technologie-rfid/>

- NICHOLS, Megan, 2021. Five Promising Uses for RFID in Warehouses. *RFID Journal Online* [online]. [cit. 2021-12-22]. Dostupné z: <https://www.rfidjournal.com/five-promising-uses-for-rfid-in-warehouses>
- RIS, 2017. Top Considerations for RFID Tag Selection in Your Retail Project. *RIS* [online]. [cit. 2022-01-02]. Dostupné z: <https://risnews.com/top-considerations-rfid-tag-selection-your-retail-project>
- ROBERTI, Mark, 2004. Vendor to Foxhole Tracking. *RFID Journal Online* [online]. [cit. 2021-11-28]. Dostupné z: <https://www.rfidjournal.com/vendor-to-foxhole-tracking>
- SANDOVAL, Reyes a J.L.S. Perez, 2005. Mobile RFID reader with database wireless synchronization. In: 2005 2nd International Conference on Electrical & Electronics Engineering (ICEEE): sborník příspěvků z konference [online]. Mexico city: IEEE [cit. 2022-01-23]. Dostupné z: <https://www.webofscience.com/wos/woscc/full-record/WOS:000234262200002>
- SICK, 2014. New: RFID reading gate - Knowing where the goods are – track and trace in distribution logistics and returns management. *SICK* [online]. [cit. 2022-01-02]. Dostupné z: https://www.sick.com/cz/cs/new-rfid-reading-gate-knowing-where-the-goods-are-track-and-trace-in-distribution-logistics-and-returns-management/w/press-2014_CeMAT_RFU620_RFGS/
- STRUMBERGER, Ivana et al., 2018. Bare Bones Fireworks Algorithm for the RFID Network Planning Problem. In: 2018 IEEE Congress on Evolutionary Computation (CEC): sborník příspěvků z konference [online]. Rio de Janeiro: IEEE [cit. 2022-01-23]. Dostupné z: <https://www.webofscience.com/wos/woscc/full-record/WOS:000451175500280>
- SWEDBERG, Claire, 2020a. Turck RFID Gate Identifies Precise Location, Direction for Warehouses, Factories. *RFID Journal Online* [online]. [cit. 2022-01-02]. Dostupné z: <https://www.rfidjournal.com/turck-rfid-gate-identifies-precise-location-direction-for-warehouses-factories>
- SWEDBERG, Claire, 2020b. Kathrein Targets Logistics for Smart Shelf Solution. *RFID Journal Online* [online]. [cit. 2021-12-12]. Dostupné z: <https://www.rfidjournal.com/vendor-to-foxhole-tracking>
- SWEENEY, Patrick, 2005. *RFID For Dummies*. Indianapolis: John Wiley and sons. ISBN 978-0764579103.
- TRAUB, Ken, 2016. EPC Memory vs. User Memory. *RFID Journal Online* [online]. [cit. 2022-01-02]. Dostupné z: <https://www.rfidjournal.com/epc-memory-vs-user-memory>
- ZAINO, Jennifer, 2007. How to Perform an RFID Site Survey. *RFID Journal Online* [online]. [cit. 2021-11-30]. Dostupné z: <https://www.rfidjournal.com/how-to-perform-an-rfid-site-survey>

SEZNAM TABULEK

Tabulka 1 Časté chyby při realizaci symbolů.....	25
Tabulka 2 Vzdálenosti místností od skladu při využití výtahu M.....	33
Tabulka 3 Vzdálenosti místností od skladu při využití výtahu K	34
Tabulka 4 Vybrané čtečky čárových kódů	49
Tabulka 5 Vybrané čtečky čárových kódů včetně pořizovací ceny	59
Tabulka 6 Vybrané RFID čtečky s naceněním řešení	61
Tabulka 7 Ceny vybraných tagů.....	62
Tabulka 8 Cena řešení smart shelf.....	64
Tabulka 9 Porovnání návrhů metodou pořadí	65

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1 Čárový kód.....	11
Obrázek 2 QR kód, Data Matric kód, PDF 417 kód, Aztec kód.....	12
Obrázek 3 Brána RFID čteček.....	14
Obrázek 4 RFID tag.....	15
Obrázek 5 RFID brána.....	18
Obrázek 6 Smart shelf	19
Obrázek 7 Ruční laserová čtečka	24
Obrázek 8 Kongresové centrum Praha	28
Obrázek 9 Příklad využití audiovizuální techniky	29
Obrázek 10 Štítek na zvukové kartě.....	30
Obrázek 11 Plánek skladu - rozměry v metrech.....	32
Obrázek 12 Vývojový diagram činností souvisejících s pohybem skladových položek.....	36
Obrázek 13 Graf časové náročnosti provádění inventur v měsíci lednu.....	37
Obrázek 14 - Body změny procesů	43
Obrázek 15 Příklad kódu 128.....	46
Obrázek 16 - Bezdrátová laserová čtečka	47
Obrázek 17 Navrhované umístění základen čteček – rozměry v metrech.....	48
Obrázek 18 Umístění RFID brány ve skladu – rozměry v metrech	49
Obrázek 19 RFID brána továrně vyrobená.....	50
Obrázek 20 RFID brána s anténami připevněnými k zárubním.....	50
Obrázek 21 Načítací zóna prahové antény Impinj	51
Obrázek 22 Potištěné štítky Zebra Silverline M4i	52
Obrázek 23 Úprava skladu pro aplikaci technologie smart shelf – rozměry v metrech.....	54
Obrázek 24 Typy užívaných regálů – rozměry v metrech	55
Obrázek 25 Antény FlexiRay	55

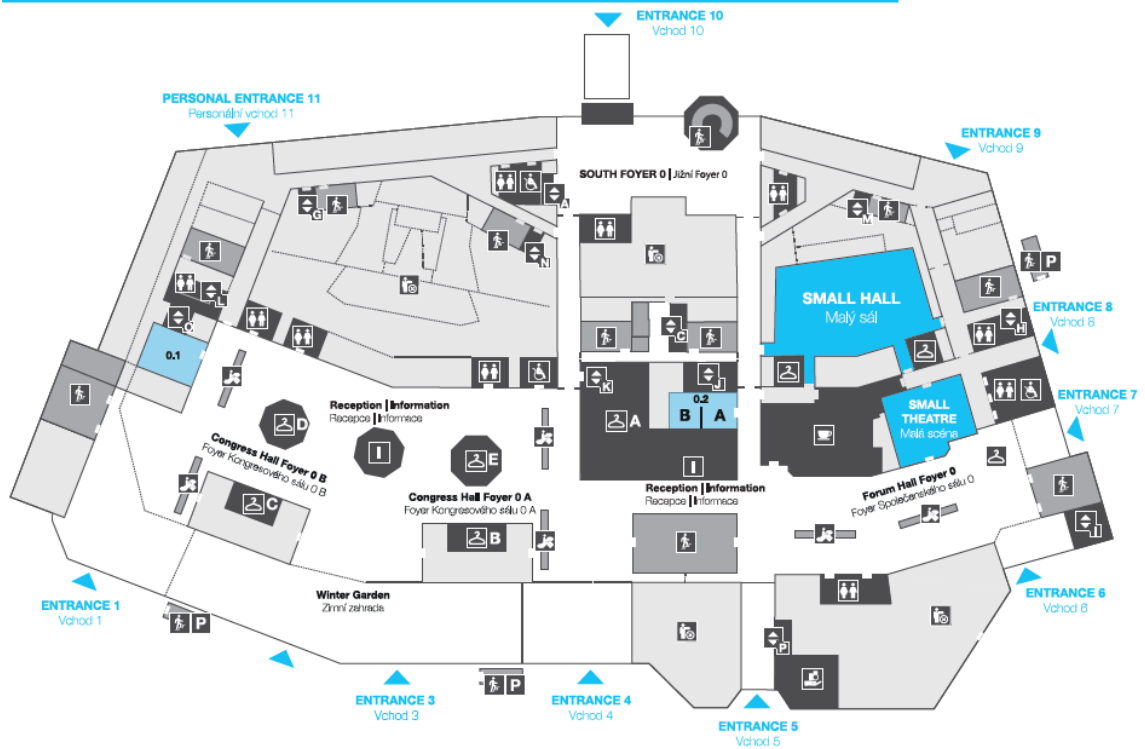
SEZNAM ZKRATEK

CRM	Customer relationship management Management vztahů se zákazníky
DSP	Digital signal processor Digitální signální procesor
EAN	European Article Numbering System Evropský systém číslování výrobku
EPC	Electronic Product Code Elektronický kód produktu
ERP	Enterprise resource planning Plánování podnikových zdrojů
KCP	Kongresové centrum Praha
PDF	Portable Data Format Přenosný formát dat
RFID	Radio Frequency Identification Radiofrekvenční identifikace
SCM	Supply chain management Management dodavatelského řetězce
SNMP	Simple network management protocol
UHF	Ultra high frequency Velmi vysoká frekvence
UPC	Uniform product code Jednotný kód produktu
WMS	Warehouse management system Systém řízení skladu

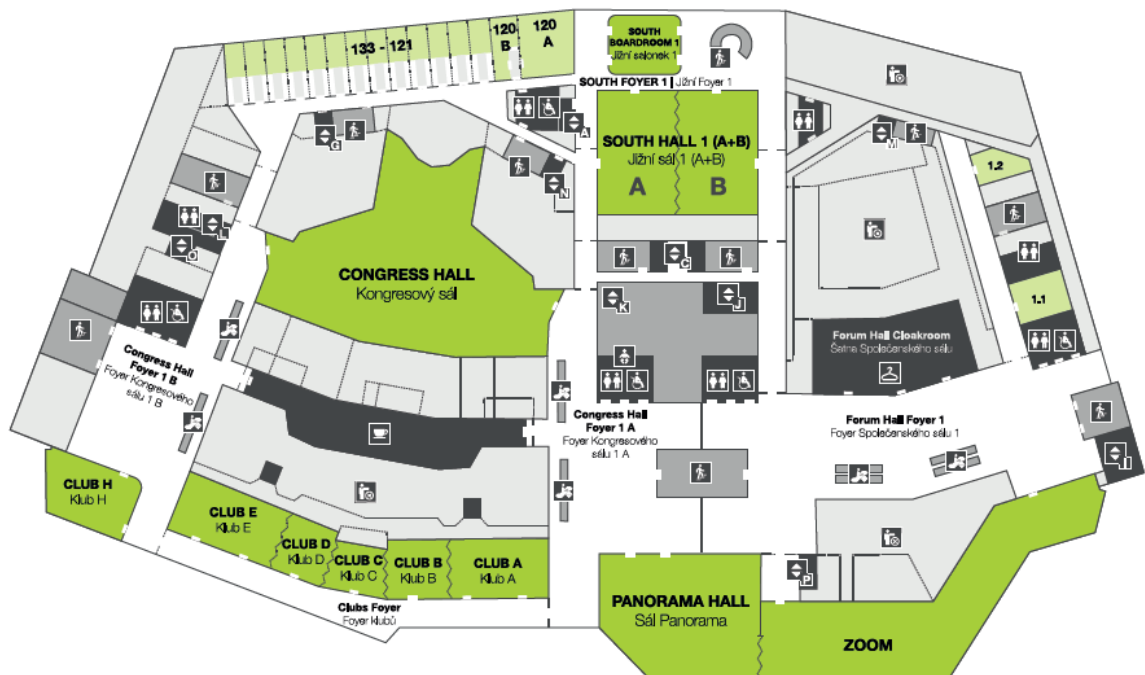
SEZNAM PŘÍLOH

Příloha A Plány pater Kongresové centrum Praha

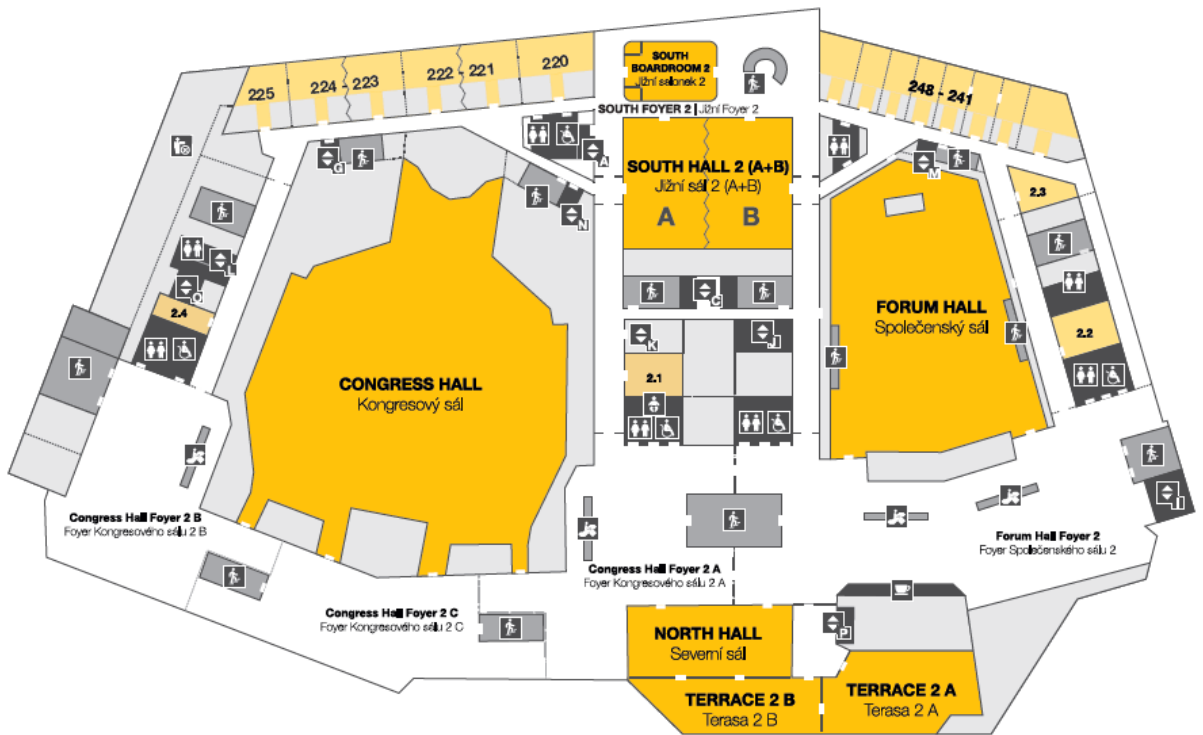
GROUND FLOOR | Přizemí



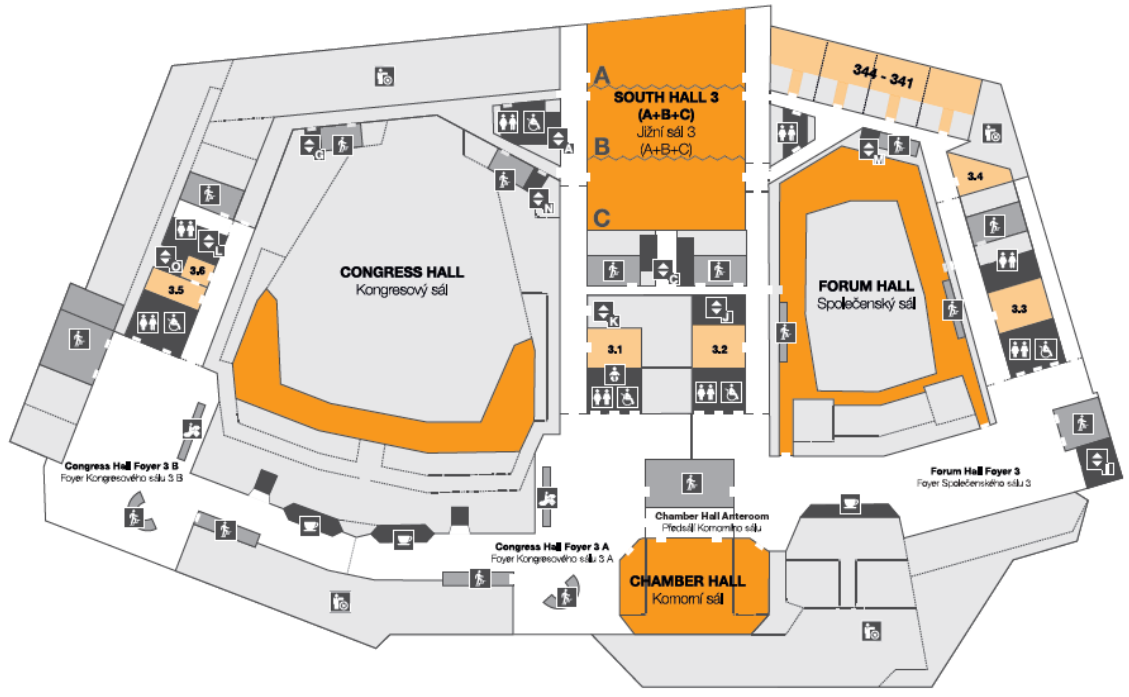
1ST FLOOR | 1. patro



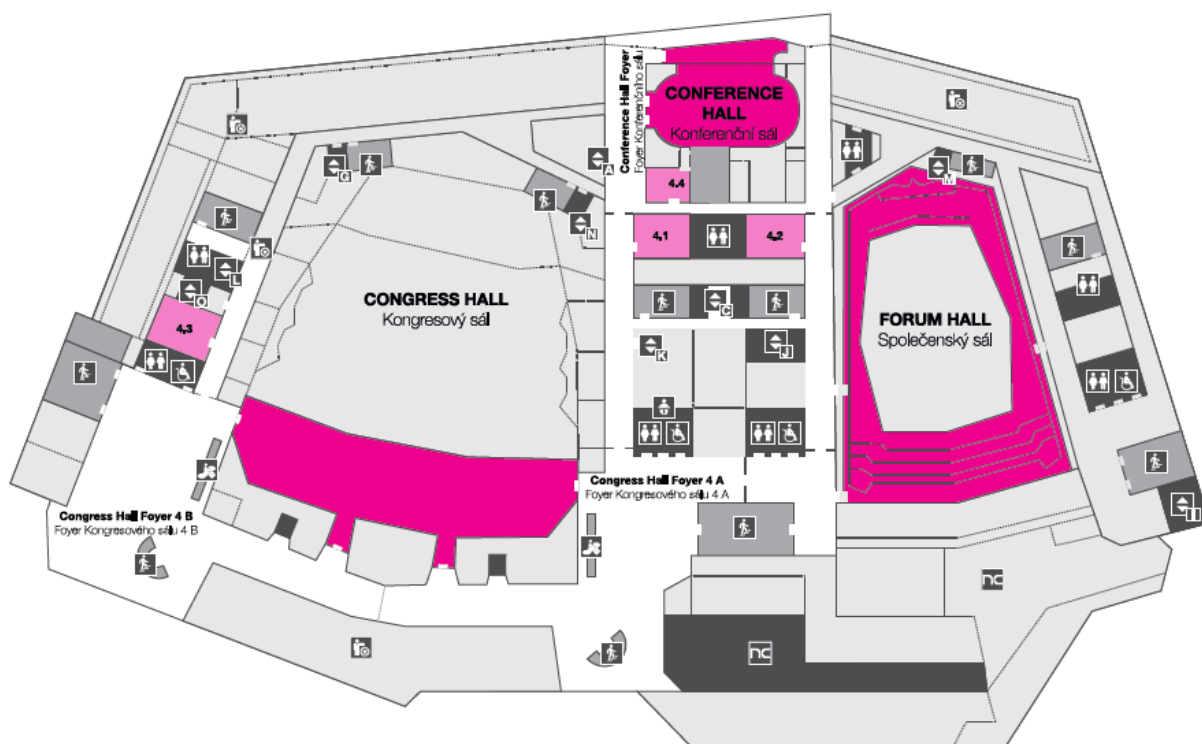
2ND FLOOR | 2. patro



3RD FLOOR | 3. patro



4TH FLOOR | 4. patro



Zdroj: KONGRESOVÉ CENTRUM PRAHA, A. S. (2022a)