

Univerzita Pardubice

Dopravní fakulta Jana Pernera

Logistika SMD materiálu ve výrobní společnosti

Ondřej Novotný

Bakalářská práce

2018

Univerzita Pardubice
Dopravní fakulta Jana Pernera
Akademický rok: 2017/2018

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Ondřej Novotný**
Osobní číslo: **D15676**
Studijní program: **B3709 Dopravní technologie a spoje**
Studijní obor: **Technologie a řízení dopravy: Logistické technologie**
Název tématu: **Logistika SMD materiálu ve výrobní společnosti**
Zadávající katedra: **Katedra technologie a řízení dopravy**

Z á s a d y p r o v y p r a c o v á n í :

Úvod

1. Analýza logistiky SMD materiálu ve společnosti Mikroelektronika spol. s r. o.
2. Návrhy na zlepšení logistiky SMD materiálu
3. Zhodnocení předložených návrhů

Závěr

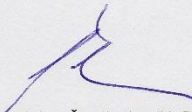
Rozsah grafických prací: **3 - 4**
Rozsah pracovní zprávy: **30 - 40**
Forma zpracování bakalářské práce: **tištěná**

Seznam odborné literatury:


1. ŠANDERA, Josef. Návrh plošných spojů pro povrchovou montáž. Praha: BEN technická literatura, 2006. ISBN 80-7300-181-0
2. MOJŽÍŠ, Vlastislav. Logistické technologie. Pardubice: Univerzita Pardubice, 2003. ISBN 80-7194-469-6
3. SVOBODA, Vladimír a Patrik LATÝN. Logistika. Vyd. 2., přeprac. Praha: Vydavatelství ČVUT, 2003. ISBN 80-01-02735-X
4. SIXTA, Josef a Václav MACÁT. Logistika: teorie a praxe. Brno: CP Books, 2005. ISBN 80-251-0573-3

Vedoucí bakalářské práce: **Ing. Tomáš Kučera**
Katedra technologie a řízení dopravy

Datum zadání bakalářské práce: **2. února 2018**
Termín odevzdání bakalářské práce: **18. května 2018**


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

L.S.


doc. Ing. Jaromír Široký, Ph.D.
vedoucí katedry

V Pardubicích dne 3. února 2018

Prohlašuji:

Tuto práci jsem vypracoval samostatně. Veškeré literární prameny a informace, které jsem v práci využil, jsou uvedeny v seznamu použité literatury.

Byl jsem seznámen s tím, že se na moji práci vztahují práva a povinnosti vyplývající ze zákona č. 121/2000 Sb., autorský zákon, 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 § 47 b 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. 9/2012, bude práce zveřejněna v Univerzitní knihovně a prostřednictvím Digitální knihovny Univerzity Pardubice.

V Pardubicích dne 14. 5. 2018

Ondřej Novotný

Děkuji Ing. Tomáši Kučerovi za pomoc při vedení bakalářské práce. Mé poděkování patří též Ing. Jaroslavu Pánkovi a Tomáši Kulhavému ze společnosti Mikroelektronika spol. s r. o., Vysoké Mýto za spolupráci při získávání údajů pro praktickou část práce a cenné rady.

ANOTACE

Tato bakalářská práce se zabývá logistikou SMD materiálu ve výrobní společnosti Mikroelektronika spol. s r. o., Vysoké Mýto. Cílem této práce je charakterizovat společnost Mikroelektronika spol. s r. o. a analyzovat logistiku SMD materiálu.

KLÍČOVÁ SLOVA

SMD materiály, traceability, logistika, skladování

TITLE

Logistics of SMD material in manufacturing company

ANNOTATION

This bachelor thesis deals with SMD material logistics in the manufacturing company Mikroelektronika spol. s r. o., Vysoké Mýto. The aim of this work is to characterize Mikroelektronika spol. s r. o. and to analyze SMD material logistics.

KEYWORDS

SMD materials, traceability, logistics, warehousing

OBSAH

SEZNAM OBRÁZKŮ	8
SEZNAM TABULEK	9
SEZNAM ZKRATEK	10
ÚVOD	11
1 Analýza logistiky SMD materiálu ve společnosti Mikroelektronika spol. s r. o.	12
1.1 Charakteristika společnosti Mikroelektronika spol. s r. o.	12
1.2 Předmět činnosti společnosti Mikroelektronika	12
1.3 Výrobky	14
1.4 Logistika SMD materiálu ve společnosti.....	16
1.4.1 SMD materiál a práce s ním	16
1.4.2 Plošný spoj	19
1.4.3 Kontrola kvality dodaného materiálu	20
1.4.4 Požadavky na skladování	21
1.4.5 Výdej materiálu do výroby	22
1.4.6 Počítání zbytkového množství v balení.....	23
1.4.7 Zabezpečení nespotřebovaných materiálů citlivých na vlhkost	24
2 Návrhy na zlepšení logistiky SMD materiálu.....	26
2.1 Výtahové systémy.....	26
2.1.1 Horizontální karusely	27
2.1.2 Vertikální systémy.....	28
2.2 Terminálové čtečky čárových kódů.....	36
2.3 Počítačky SMD materiálu.....	40
3 Zhodnocení předložených návrhů.....	43
ZÁVĚR	45
SEZNAM POUŽITÝCH INFORMAČNÍCH ZDROJŮ	46

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1 Vozidlové označovače jízdenek a karetní validátory	14
Obrázek 2 Vozidlové a stacionární jízdenkové automaty	15
Obrázek 3 Typy vývodů SMD součástek	18
Obrázek 4 Typy pouzder SMD součástek	19
Obrázek 5 Deska plošných spojů	19
Obrázek 6 Štítek označující součástku	21
Obrázek 7 Optické počítačí zařízení	23
Obrázek 8 Rentgenové počítačí zařízení	24
Obrázek 9 Sušící box	25
Obrázek 10 Horizontální karusel	27
Obrázek 11 Kardex Remstar Vertical Buffer Module	29
Obrázek 12 Kardex Remstar Shuttle XP	30
Obrázek 13 Kardex Remstar Megamat RS	31
Obrázek 14 Datalogic Skorpio X3	37
Obrázek 15 Motorola MC9200-G 2D	38
Obrázek 16 Zebra TC8000 Standard ER 2D	39

SEZNAM TABULEK

Tabulka 1 Doby vyskladnění THT materiálu	33
Tabulka 2 Měření vychystávání SMD materiálu	35
Tabulka 3 Časy počítání SMD součástek	41

SEZNAM ZKRATEK

CQS – Certifikační orgán pro systémy jakosti

Cu – chemická zkratka pro měď

ČAOVD – Česká asociace organizátorů veřejné dopravy

DHL – společnost poskytující mezinárodní poštovní, kurýrní a logistické služby

EAN – European Article Number, mezinárodní číslo obchodní položky

FIFO – First in first out, v překladu první dovnitř, první ven

GPS – Global Positioning System, globální polohový systém

LED – Light-Emitting Diode, elektroluminiscenční dioda

MSL – moisture sensitivity level, stupeň citlivosti na vlhkost

Ni – chemická zkratka pro nikl

PLCC – plastic leaded chip carrier, typ SMD pouzdra

QR – Quick response, kód rychlé reakce

RFID – Radio Frequency Identification, identifikace na rádiové frekvenci

SDP – Sdružení dopravních podniků České republiky

SDT – Sdružení pro dopravní telematiku

SOD – small outline diode, typ SMD pouzdra

SOIC – small outline integrated circuit, typ SMD pouzdra

SOT – small outline transistor, typ SMD pouzdra

SW – software, programové vybavení počítače

THT – Through-hole-technology, způsob montáže elektronických přístrojů

UITP – světová organizace provozovatelů veřejné dopravy

URL – Uniform Resource Locator, jednotná adresa zdroje

Wi-Fi – Wireless Ethernet Compatibility Alliance, technologie bezdrátové komunikace v počítačových sítích

ÚVOD

Tato bakalářská práce se zabývá logistikou SMD materiálu ve výrobní společnosti Mikroelektronika spol. s r. o., Vysoké Mýto. SMD (z angl. surface mount device) komponenty jsou elektronické součástky určené pro povrchovou montáž plošných spojů.

V současné době je trh s elektronickými součástkami velice vytížen a jednotlivý dodavatelé prodlužují dodací lhůty jednotlivých součástek. Aby mohla společnost Mikroelektronika pružně reagovat na požadavky zákazníků, je nucena se předzásobit těmi součástkami, které mají nejdelší dodací lhůty. To s sebou nese zvýšené požadavky na organizaci nákupu součástek, jejich evidenci a skladování.

Nakoupené a skladované součástky váží velké finanční prostředky. Společnost tedy klade velký důraz na jejich evidenci, optimalizaci všech operací s nimi prováděných a hledá nové způsoby, jak minimalizovat další náklady s pohybem materiálu spojenými. Těmito náklady je hlavně lidská práce. Snížení podílu lidské práce může být realizováno využitím nových technologií používaných v logistické praxi, změnou organizace skladu, nebo odstraněním nadbytečných a nevyužívaných technologií.

První kapitola má úkol charakterizovat společnost Mikroelektronika spol. s r. o. a analyzovat logistiku SMD materiálu (popis elektronických součástek, skladování, výdej materiálu do výroby, vracení nespotřebovaného materiálu na sklad, traceabilita materiálu).

Druhá část se pokusí navrhnout zlepšení současného stavu několika možnými způsoby. Budou zvažovány nové procesy automatizace skladování, větší zapojení informačních technologií v procesu skladování a zefektivnění současného způsobu počítání nespotřebovaných součástek.

Poslední částí práce je zhodnocení předložených návrhů, kde budou zhodnoceny přínosy jednotlivých návrhů na zlepšení a současně posouzena jejich realizovatelnost.

1 ANALÝZA LOGISTIKY SMD MATERIÁLU VE SPOLEČNOSTI MIKROELEKTRONIKA SPOL. S R. O.

V této kapitole bude charakterizována samotná společnost a její výrobky, ale především analyzována logistika SMD materiálu.

1.1 Charakteristika společnosti Mikroelektronika spol. s r. o.

Společnost Mikroelektronika spol. s r. o. (dále jen Mikroelektronika) byla založena v roce 1991 a hlavním oborem činnosti byl vývoj a výroba řídicí a měřicí auto-elektroniky. Později se svými produkty začala specializovat na výdej jízdenek a program odbavovacích zařízení pro veřejnou dopravu. Postupem času se sortiment výrobků rozšiřoval tak, aby byl schopen pokrýt veškeré potřeby městských, příměstských i linkových dopravců. Díky neustálému a pokrokovému vývoji nových zařízení se společnost podílela na zrodu prvních odbavovacích systémů založených na bezkontaktních čipových kartách u nás i v zahraničí (od roku 1997) a i první platby pomocí bezkontaktní platební karty v kontinentální Evropě byly realizovány v roce 2014 v zařízeních Mikroelektroniky (1).

V průběhu svého vývoje se společnost začala čím dál více prosazovat na zahraničních trzích, o čemž svědčí také ocenění Exportér roku 2000 a 2007 v soutěži Exportní cena DHL, které společnost získala. DHL je společnost poskytující mezinárodní poštovní, kurýrní a logistické služby. Patří ke světové špičce mezi dopravci a je hlavně zakladatelem této ceny. Díky zahraničním zkušenostem v Mikroelektronice také docházelo k postupné změně z dodavatele jednotlivých zařízení na dodavatele komplexních odbavovacích systémů. Členství v asociacích jako například UITP (světová organizace provozovatelů veřejné dopravy), SDT (Sdružení pro dopravní telematiku), Česká asociace pro čipové karty, Sdružení dopravních podniků, ČAOVD (Česká asociace organizátorů veřejné dopravy) atd. napomáhá možnosti aktivně se podílet na formování budoucnosti veřejné dopravy (1).

V roce 2007 začala stavba nového sídla společnosti ve Vysokém Mýtě, které je vybaveno nejmodernějšími technologiemi pro vývoj, testování a výrobu elektroniky. Dnes zaměstnává přibližně 260 vysoce kvalifikovaných pracovníků (1).

1.2 Předmět činnosti společnosti Mikroelektronika

Jedním z hlavních předmětů činnosti vybrané společnosti je vývoj a výroba odbavovacích systémů. To představuje dodávky platebních a identifikačních systémů pro

veřejný sektor, kde hlavní část tvoří systémy pro veřejnou dopravu. Komplexní odbavovací systém poskytuje služby pro cestující spojené s úhradou jízdného a provozovatelé poskytuje úplnou správu systému pomocí řídicího a informačního softwaru. Mezi hlavní součásti odbavovacích systémů patří jízdenkové označovače, karetní terminály ve vozidlech, palubní počítače, řídicí software a automaty na výdej jízdních dokladů. Dále také vybavení předprodejních, dispečerských a revizorských pracovišť. Jako příslušenství lze systém doplnit o turnikety, elektronické informační panely, počítačidla cestujících a lokalizační systémy (1).

V dnešní době se ale moderní odbavovací systémy, a to založené především na čipových kartách, nesoustředí pouze na oblast veřejné dopravy, ale tvoří městské systémy, zahrnující platbu, komunikaci a identifikaci v městských institucích, knihovnách, školách, nemocnicích a sportovních zařízeních. Celý systém je tvořen tak, aby obyvatelé i návštěvníci mohli pohodlně využívat nabízených služeb s jedinou kartou, a zároveň se mohl rozšiřovat a rozvíjet i v komerčním sektoru (1).

Dalším předmětem činnosti společnosti je výroba elektroniky na zakázku. Díky zkušenostem a technologickému zázemí při výrobě odbavovacích zařízení poskytuje kompletní vývoj a výrobu elektroniky na zakázku od jednotlivých součástek až po celá zařízení. Výroba probíhá pomocí povrchové i klasické montáže pájením v reflow peci, pájecí vlnou, ručně i selektivní technologií. Na SMT (surface mount technology) linkách, tedy linkách pro povrchovou montáž, je produktivita až 100 000 elektronických součástek za hodinu. Příkladem výroby je třeba jistíci elektronika, elektronika pro autobusy, elektronika pro satelitní zařízení, klimatizační technika a zdravotní technika pro společnosti, jako jsou Iveco-Irisbus, Siemens, Advantech, Fischer Scientific a další (1).

Velice důležitý je zároveň zákaznický servis. Mikroelektronika nabízí svým zákazníkům program kompletní poprodejní péče, který obsahuje pohotovostní servis, helpdesk, online nástroje a přístup do klientské sekce webových stránek. Pravidelné setkávání s uživateli a hodnocení služeb pomáhá k neustálému zlepšování služeb (1).

V roce 2001 Mikroelektronika získala certifikát CQS o shodě systému kvality s normou ČSN EN ISO 9001:2001 (systém managementu jakosti) pro procesy vývoj, výroba, prodej a servis systémů. Od června 2004 také pro proces výroby osazených desek plošných spojů. Roku 2011 byl zaveden systém managementu bezpečnosti informací dle ČSN ISO/EIC 27001:2006 (systém managementu bezpečnosti informací) a zároveň získali certifikát od Národního bezpečnostního úřadu – osvědčení pro podnikatele dle zákona č. 412/2005 Sb. V červenci roku

2015 bylo provedeno rozšíření certifikace na integrovaný systém, který je ve shodě s normami ČSN EN ISO 14001:2005 (systém enviromentálního managementu) a ČSN OHSAS 18001:2008 (systém managementu bezpečnosti a ochrany zdraví při práci), což prokazuje, že veškeré činnosti mají zohledněny své vlivy na životní prostředí a bezpečnost práce (1).

1.3 Výrobky

Společnost Mikroelektronika nabízí celou škálu produktů, se kterými je možné se setkat při užívání veřejné dopravy. Mezi nejčtenější patří jednoznačně validátory v dopravních prostředcích, které jsou zobrazeny na obrázku 1, jelikož jich má každé vozidlo zpravidla několik. Samotné validátory mají samozřejmě několik variant podle požadavků zákazníků. Jako základ by se dal v dnešní době označit označovač papírových jízdenek s jehličkovou tiskárnou. Papírové jízdenky dnes však postupně nahrazují čipové karty a také bezkontaktní platební karty. Z tohoto důvodu existují varianty, které umožňují jak označení jízdenky, tak validaci bezkontaktních karet. Také terminály pro validaci karet i tisk jízdních dokladů, nebo pouze na validaci karet (2).



Obrázek 1 Vozidlové označovače jízdenek a karetní validátory

Zdroj: (2)

Další významné a velice časté produkty, se kterými je možné se v dopravě setkat, jsou automaty na výdej jízdenek zobrazené na obrázku 2. Rozlišujeme automaty stacionární a mobilní. Stacionární jsou vhodné pro použití na zastávkách, v obchodních centrech a jiných místech a mobilní se užívají v dopravních prostředcích. Mobilní automaty poskytují možnost zakoupení jízdního dokladu přímo v dopravním prostředku a liší se zejména konstrukcí, která plně respektuje požadavky na umístění přímo ve vozidle. Těmito zásadními odchylkami od stacionárních automatů je napájení z palubní sítě vozidla (nízké napětí s ochranou proti přepětí u drážních vozidel) odolnost proti rychlým změnám teplot, odolnost proti otřesům a hlavně konstrukce, která neohrozí cestujícího. Akceptovanými způsoby platby se tyto automaty plně vyrovnají automatům stacionárním (2).

Stacionární automaty jsou připraveny na instalaci ve venkovním prostředí. Odolávají chladu, teplu i vlhku. Napájeny jsou převážně ze sítě 230 V, ale některé pracují i z baterií, které se nabíjejí v noci z napájení veřejného osvětlení. Oproti vozidlovým automatům nabízejí stacionární automaty mnohem širší spektrum služeb v závislosti na použitém modelu a požadavek zákazníka. Nabízí jak vydávání jízdních dokladů s akceptací všech druhů plateb (včetně vrácení mincí i bankovek), tak také výdej bezkontaktních karet, umožňují nahrávání dat na karty a další. Veliký důraz je také kladen na ochranu proti vandalismu a krádeži (2).



Obrázek 2 Vozidlové a stacionární jízdenkové automaty

Zdroj: (2)

Nezbytnou součástí vozidla hromadné dopravy je palubní počítač. Je to zařízení, které ovládá podle nastavených algoritmů (nebo umožňuje řidiči ovládat ručně) různé systémy

ve vozidle. Těmi jsou zejména hlasová a datová komunikace, hlásiče pro nevidomé, řízení preference na křižovatkách, informační tabule, odbavovací a kamerové systémy a další. Mohou také obsahovat zařízení pro výdej jízdních dokladů (2).

1.4 Logistika SMD materiálu ve společnosti

Tento oddíl popisuje celou cestu materiálu společností:

- Příjem a kontrola kvality materiálu.
- Naskladnění materiálu.
- Výdej materiálu do výroby.
- Přepočítání nespotřebovaného materiálu a jeho opětovné zaskladnění.

SMD materiál objednaný od dodavatele doručí přepravní společnost na stanoviště příjmu zboží a kontroly. První operací je vstupní kontrola (zda bylo doručeno zboží, které bylo objednáno a zda je v požadovaném množství). V závislosti na zkušenosti s dodavatelem materiálu se buď provádí detailní počítání jednotlivých součástek, nebo pouze kontrola počtu zásobníků. Zde je materiál zaveden do informačního systému a je mu vygenerována příslušná „šarže“, ve které je zakódováno datum přijetí materiálu a číslo pořadí zásobníku při naskladňování. Zároveň také systém materiálu automaticky přiřadí lokaci ve skladu na základě jeho druhu. Když se jedná o materiál, který v systému ještě nikdy nebyl, nebo na této pozici není volné místo, přiřazuje se místo ve skladu ručně podle volné pozice. Pokud typ množství dodaného zboží odpovídá objednanému SMD materiálu, postupuje ke kontrolnímu stanovišti.

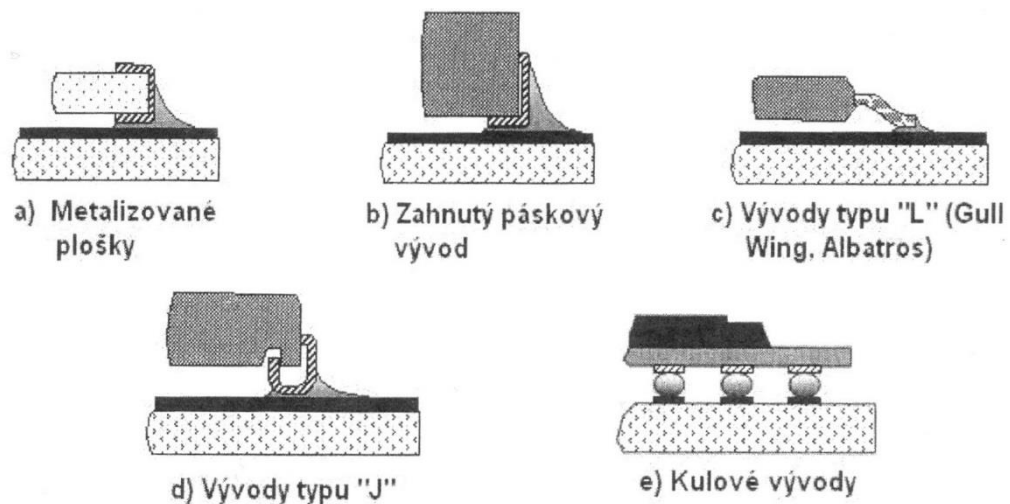
1.4.1 SMD materiál a práce s ním

SMD materiál jsou součástky určené pro povrchovou montáž technologií SMT (surface mount technology). SMT je technologie, která vznikla v 80. letech 20. století a jedná se o montáž, při které se jednotlivé elektronické součástky pájením osazují na povrch plošného spoje. SMD součástky mají zpravidla rozměry cca 30 až 60 % velikosti běžných elektronických součástek a přívody se bez úprav pájí přímo na plošný spoj. Dělí se na základní 3 skupiny podle jejich funkce: aktivní součástky, pasivní součástky a konstrukční součástky. Zatímco aktivní součástky samy vyvíjejí nějakou činnost, klasický zástupce je například procesorový či paměťový čip, tranzistor nebo dioda, pasivní součástky jsou zejména odpory a kondenzátory. Mezi konstrukční součástky se řadí konektory, chladiče, vypínače a mnoho dalších. Zejména kvůli rozměrům součástek se téměř nepoužívá ruční osazování, ale osazování automaty technologií SMT (3).

Existují různé osazovací systémy, ale základní princip je u všech stejný. Součástka je osazovací hlavou uchopena, vystředěna do požadované polohy k pájení a vsazena na kontaktní plošky desky plošného spoje. Přichycení na tuto desku plošného spoje zabezpečuje speciální pájecí pasta, která součástku nejen „přilepí“, ale obsahuje i tavidlo, které v dalších krocích zajistí vodivé spojení kontaktů součástky s kontaktními ploškami desky plošného spoje. Tomuto způsobu osazování se říká „pick and place“, neboli vezmi a umísti. Jednotlivé součástky jsou umístěny v zásobníku, který je vložen do modulu obsahujícího další zásobníky. Jeho hlavním úkolem je zajistit ve správný okamžik připravenost odpovídající součástky k odběru. Konstrukce zásobníků se liší na základě způsobu balení součástek. Zásobníky mohou být například páskové (kotoučové), vibrační, vířivé nebo tyčové. Součástky jsou uchopovány vakuovou pipetou na osazovací hlavě a vystředění je prováděno buď mechanicky pomocí upevňovacích čelistí, nebo opticky pomocí optického zaměřovacího systému (4).

Jakmile jsou součástky na místě, dochází ke spojení součástek pájením. V minulosti bylo dominantní pájení součástek vlnou. Toto se používalo hlavně pro vývodové součástky. Tato metoda umožňovala i vysoký stupeň automatizace realizující velký počet spojů v relativně konstantních podmínkách. Dnes dominantním typem je pájení přetavením. Princip spočívá v tom, že je pájka ve formě pasty nanесena na pájecí vodivou plochu předem. Poté se na ni osadí součástky a pasta se přetaví vyšší teplotou, než je bod tání pájky. U tohoto způsobu je velice důležitý teplotní průběh pájení. Ten ovlivňuje kvalitu spoje, ale také spolehlivost a životnost. Existuje několik způsobů pájení přetavením. Jsou to například pájení infračerveným zářením, horkým vzduchem nebo plynem, nebo také pájení laserem (4).

Používané materiály jsou slitina niklu a oceli (42 % Ni), které mají vyšší tuhost a mechanickou odolnost, nebo slitina mědi a niklu (98 % Cu a 2 % Ni), které zase lépe chladí součástku a nejsou magnetické. Z hlediska tvaru přívodu mezi základní tvary patří vývody typu „L“ a „J“, zahnuté páskové vývody, kulové vývody a metalizované plošky, které jsou znázorněny na obrázku 3 (3).

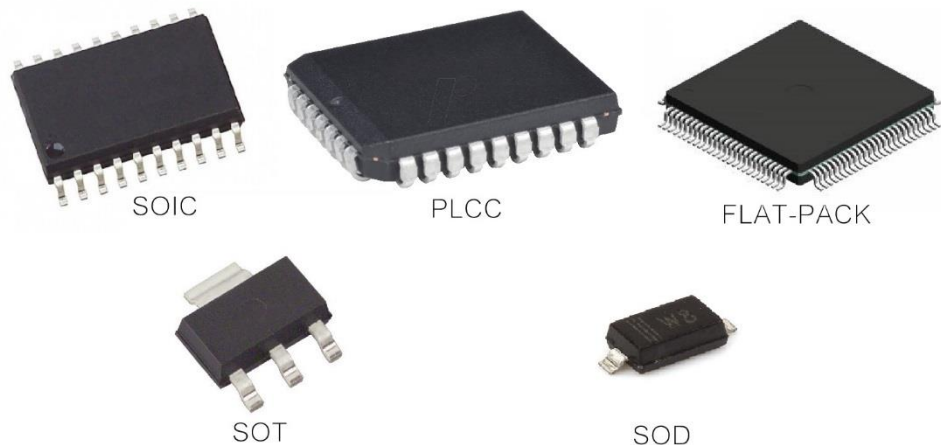


Obrázek 3 Typy vývodů SMD součástek

Zdroj: (3)

Všechny tyto součástky musí být konstruovány tak, aby na svém povrchu byly schopny odolávat bez poškození teplotě 260 °C po dobu 10 vteřin, jelikož dochází k přímému kontaktu s pájkou, nebo jsou vystaveny teplotě, která způsobí roztavení pájecí pasty. Existuje několik druhů pouzder pro nejrůznější SMD součástky a ty definují, jaký typ pájení je pro dané pouzdro vhodný, nebo nevhodný (3).

Druhů pouzder je celá řada, pro představu je v následujícím odstavci uvedeno několik základních. Prvním druhem je pouzdro SOIC (small outline integrated circuit), což v překladu znamená malý obrysový integrovaný obvod, někdy také označován pouze zkratkou SO. Jedná se o plastová pouzdra s vývody po obou delších stranách tvaru „L“ nebo „J“. Využití mají zejména v hodinkách. Dalším typem je PLCC (plastic leaded chip carrier), což lze volně přeložit jako plastový nosič čipů. Jedná se o plastová pouzdra s vývody typu „J“ a jejich hlavní výhodou je levnost a možnost umístění do patič. Proto jsou také velice rozšířené. Osazují se do pasty a nedoporučuje se pájení vlnou. Velice rozšířený typ je také FLAT-PACK používaný například pro rezistory nebo kondenzátory. Tato pouzdra jsou levná a mají nízkou montážní výšku. Nízká montážní výška je důvod, proč montáž a demontáž vyžaduje použití speciálních nástrojů. Pro osazování se používají horkovzdušné metody. Tranzistory nebo také diody mají pouzdra typu SOT (small outline transistor), v překladu malý obrysový transistor, nebo SOD (small outline diode), malá obrysová dioda (3). Tyto typy pouzder jsou znázorněny na obrázku 4.

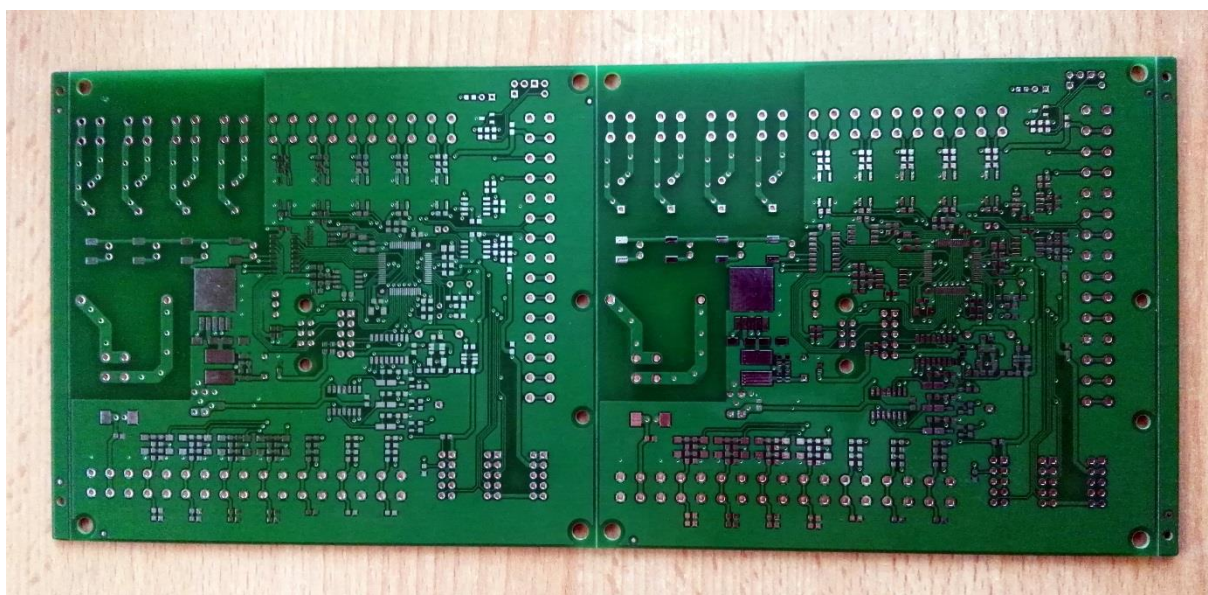


Obrázek 4 Typy pouzder SMD součástek

Zdroj: (8, 9, 11, 12)

1.4.2 Plošný spoj

Plošný spoj, respektive deska plošných spojů, zobrazený na obrázku 5, slouží k mechanickému připevnění a elektrickému propojení součástek. Elektrické a mechanické vlastnosti desek plošných spojů ovlivňuje materiál, ze kterého je deska vyrobena. Desky mohou být jednostranné, dvoustranné, nebo vícevrstvé. Používané materiály na nosnou podložku se dělí na organické a anorganické. Organické materiály vynikají dobrými mechanickými vlastnostmi, relativně nízkou cenou a snadným zpracováním. To je jeden z důvodů, proč jsou používané nejčastěji. Mezi tyto materiály patří například papír, grafitová vlákna, nebo skleněná vlákna, která jsou vakuově impregnována. Anorganické materiály jsou neohebné a používají se



Obrázek 5 Deska plošných spojů

Zdroj: Autor

pro speciální konstrukce. Nejpoužívanější je keramika s nízkou teplotou zpracování a beryliová nebo korundová keramika (3).

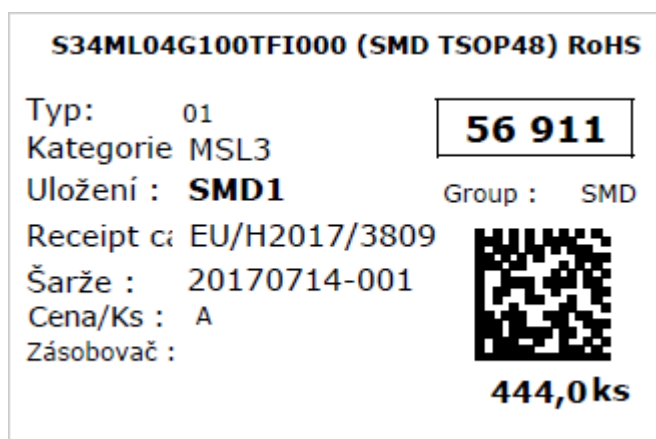
Pro výrobu vodivého motivu se používá jednostranně nebo oboustranně mědí plátovaný izolační materiál a spoje jsou realizovány odleptáním přebytečné mědi. Vícevrstvé desky jsou vyráběny buď postupným nanášením izolačních laminátů a kovových vrstev na základní jádro, nebo laminací dílčích dvoustranných desek. Motivy jednotlivých vrstev jsou propojeny prokovenými otvory (3).

1.4.3 Kontrola kvality dodaného materiálu

Na pracovišti vstupní kontroly se kontroluje jakost dodaného zboží. Náhodně se vybere jedno z balení a otestuje se. Vždy platí, že se může testovat pouze jeden druh zboží najednou z důvodu prevence záměn a jiných chyb. Množství otestovaných kusů by mělo být minimálně 1 % z počtu dodaných kusů, avšak v případě SMD součástek, které jsou v zásobnících po stovkách až tisících kusech, se kontrolují krajní součástky v každém zásobníku. Postup testu kvality se liší pro různé druhy materiálu. Testovaný materiál se kontroluje na základě průvodní listiny, kde jsou oddělením kvality určeny pro každý typ součástky parametry, které se mají kontrolovat, dále je zde uvedena metoda či postupy vlastní kontroly. Například desky plošných spojů se musí vždy kontrolovat v rukavicích, jelikož otisky prstů by mohly svou mastnotou (ale i pH) způsobit problémové pájení součástek. Nejprve se provádí vizuální kontrola, které má odhalit nedokonalosti, jako jsou třeba praskliny, oděry a jiná mechanická poškození, ale také kód vyražený na desce, který musí odpovídat kódu požadované součástky.

Ke každé dodávce desek plošných spojů dodavatel přikládá výbrus, na kterém lze v případě potřeby pod lupou nebo mikroskopem zkontrolovat počet vrstev a tloušťku jednotlivých vrstev. Následně probíhá kontrola s listem specifikací a výkresem. Na základě toho se kontrolují rozměry desky, tloušťka desky, počet a poloha otvorů, a tak dále. Pokud jsou součástky baleny vakuově ve fólii, otevřené balení kvůli kontrole se musí na závěr zase vakuově zabalit a zatavit. Je to z důvodu zabránění vniknutí vlhkosti, na kterou jsou některé součástky náchylné. Kontrola součástek SMD probíhá velmi podobně. Zde ale kvůli rozměrům součástek není tak snadná vizuální kontrola. Provádí se kontrola kódu na součástce, zda souhlasí označení, měří se rozměry posuvným měřítkem a měří se odpor digitálním multimetrem pro SMD součástky. Zkontrolovaný materiál se v systému potvrdí jako připravený, vylepí se na něj štítky (obrázek 6) a vloží se do zóny pro naskladnění, ze které se později provádí vlastní zaskladnění.

Pokud dodaný materiál nesplňuje požadavky, nebo je poškozen, je nutné zahájit reklamaci. Nejprve je založen reklamační protokol, do kterého se zadává konkrétní nedostatek, například nedostatečný počet kusů, praskliny, škrábance, oloupaná maska desky plošného spoje, nebo poškozený displej. Pokud je to možné, poškození součástky se nafotí, nebo natočí na video. Tento protokol se poté e-mailem pošle dodavateli a problémové součástky se umístí do skladu vadného zboží. Na základě komunikace pak dodavatel rozhodne, co se bude s výrobky dále dělat. Buď požaduje zboží zpět a pošle nové, nebo o poškozené zboží nemá zájem a musí se ekologicky zlikvidovat.



Obrázek 6 Štítek označující součástku

Zdroj: (1)

Na obrázku 6 je zobrazen štítek, na kterém je zaznamenán název materiálu, typ, kategorie (která mimo jiné definuje požadavky na skladování, které budou ještě zmíněny), šarže materiálu, cenová skupina A, která definuje hodnotu materiálu, 2D kód pro načtení čtečkou a kód označující skladové místo (v tomto případě 56 911). Číslo 001 v šarži znázorňuje, že tento den byl tento zásobník naskladněn jako první. To je důležité z důvodu uplatňování metody FIFO (first in first out), jejíž podstatou je pohyb materiálu, kde první naskladňovaný materiál je první vyskladňovaný. Štítky mají různou barvu podle roku naskladnění. Takto je vizuálně odlišeno, ve kterém roce byl tento materiál naskladněn.

Je-li zbývající materiál správně ošetřený a zabalený, je umístěn do zóny pro naskladnění. Jeho naskladnění není aktivováno senzoricky, nebo pomocí SW aplikace, ale na základě vizuální kontroly zóny pro naskladnění na kontrolním stanovišti.

1.4.4 Požadavky na skladování

Kategorie materiálu je velice důležitá, jelikož každý materiál má jiné požadavky na skladování. Špatné skladovací podmínky mohou znamenat nežádoucí změnu vlastností,

například zhoršenou pájitelnost přívodů. Pokud je kategorie materiálu označena písmenem N, znamená to, že materiál není citlivý na prostředí a nemá žádné zvýšené nároky na skladování. Kategorie MSL3, která je uvedena na vzorovém štítku na obrázku 6 už ale vyšší nároky má. MSL je anglická zkratka pro moisture sensitivity level neboli volně přeloženo úroveň citlivosti na vlhkost. Těchto úrovní je hned několik a jsou rozděleny podle času, který mohou součástky strávit mimo obal. Úroveň jedna nemá podmínku pro čas, ale materiál musí být skladován při teplotě do 30 °C a relativní vlhkosti do 85 %. V poslední úrovni šest se musí součástky před použitím vždy vysušit a zapájet v časovém limitu. Podmínky v této úrovni musí být: teplota do 30 °C a relativní vlhkosti do 60 %. Kategorie MSL3 neboli úroveň tři znamená, že součástka může být mimo obal maximálně 168 hodin při teplotě do 30 °C a relativní vlhkosti do 60 %. Tyto součástky musí být chráněny před vlhkostí z důvodu zabránění jevu, kterému se říká popcorn effect neboli popcornový efekt. K tomuto jevu dochází v případě zbytkové vlhkosti v součástce. Pokud je pak tato součástka vybrána k pájení na desku plošného spoje, je při pájení vystavena velké změně teplot za krátký čas. Výsledkem je přeměna vlhkosti v páru, rozpínání součástky, až nakonec její poškození (3).

1.4.5 Výdej materiálu do výroby

Na základě výrobní průvodky se vyskladňuje materiál ze skladu pomocí tzv. „převodky.“ Ta se tiskne z evidenčního systému v případě požadavku z výroby. Převodka obsahuje informace o tom, kde se materiál nachází a kdo si ho vyžádal, kdy je zboží požadováno, název vyráběného zboží, kód zboží a počet kusů. Dále také především výrobou požadovaný seznam součástek ze skladu, kde je uveden název součástky, množství a umístění ve skladu. Jak již bylo v textu uvedeno, materiál se vyskladňuje na základě metody FIFO. S touto vytištěnou převodkou poté pracovník chodí po skladu a vychystává jednotlivé položky. Když je převodka přichystána, vychystaný materiál se vloží do přepravní jednotky a je přemístěn do výroby.

Takto připravený materiál je následně vložen do osazovacího automatu, který si součástky postupně odebírá. Po ukončení výroby se zásobníky s materiálem vyjmou z automatu a nespoteřovaný materiál se vloží do přepravní jednotky a čeká na vrácení do skladu. Tam však dříve, než se uloží na svou pozici, proběhne přepočítání jednotlivých součástek v zásobnících, z důvodu podrobného přehledu o stavu materiálu.

1.4.6 Počítání zbytkového množství v balení

Součástky, které zůstaly nespotřebovány, jsou vráceny zpět. Je nutné znát jejich přesný počet. V současné době společnost Mikroelektronika používá dvě metody způsobu počítání.

Optické počítání se provádí tak, že se kotouče se součástkami usadí na dva trny pro odvíjení. Počítačka je schopna počítání vzestupně i sestupně. Převíjení kotoučů zajišťuje motorový pohon. Po odpočítání zadaného množství součástek se počítání automaticky zastaví. Počítací ústrojí, přes které je pás se součástkami protahován, je vybaven optickou kontrolou přítomnosti součástky, která funguje na principu laserové optické brány tak, že paprsek protíná střed SMD součástky v průhledném zásobníku.

Detekce funguje spolehlivě i v případě neprůhledného zásobníku, který v každém prolisu obsahuje díрку. Zde probíhá detekce chybějící součástky tak, že dírka v prolisu zásobníku je odkryta a pokud prolis neobsahuje součástku, dírka propustí laserový paprsek. V případě staršího modelu, zobrazeného na obrázku 7, se musí po sečtení součástek výsledný počet zaznamenat ručně a napsat na kotouč. Novější zařízení SAM SMD chip counter, neboli SAM počítačka SMD čipů, funguje na stejném principu, jen s tím rozdílem, že je k němu



Obrázek 7 Optické počítací zařízení

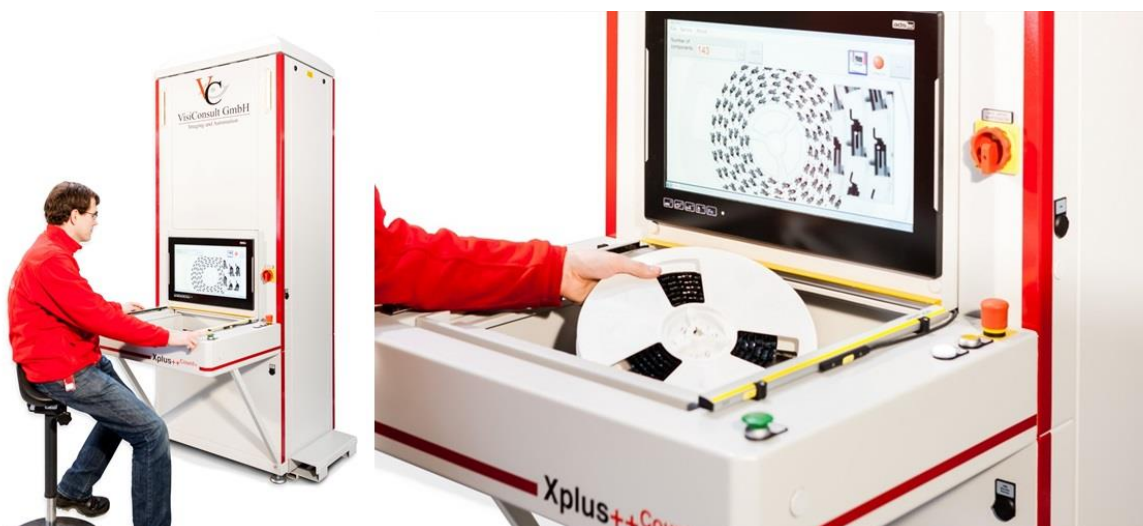
Zdroj: (13)

připojena čtečka čárových kódů pro načtení kódu součástek, které mají být počítány a kódu pracovníka, který počítání provádí. Připojena je také tiskárna pro tisk štítků s názvem součástky, novým počtem dílů a jménem zodpovědného pracovníka.

Nejmodernější zařízení funguje na naprosto odlišném principu. Toto zařízení se jmenuje XRHCount od výrobce VisiConsult a je zobrazeno na obrázku 8. Jedná se o rentgenové

zařízení. Tento nový systém představuje výraznou úsporu zejména v podobě času nutného pro vlastní počítání. Proces počítání probíhá tak, že se nejprve do systému zadá osoba, která počítání provádí. Následně je načten štítek součástky s 2D kódem a následně se už jen celý kotouč vloží do přihrádky a aktivuje počítání. Kotouč v přihrádce je zasunut do přístroje, kde jsou jednotlivé součástky přepočítány pomocí rentgenového záření.

Na obrazovce zařízení se zobrazí rentgenový snímek kotouče a snímek detailu, na kterém je znázorněno, jaké body systém vyhodnotil jako součástky. Díky tomu je možnost vizuální kontroly, zda systém detekoval všechny součástky. Následně opět vyjede přihrádka s kotoučem, tiskárna vytiskne štítek s novým počtem kusů, který je nalepen na kotouč a systém automaticky ve skladovém systému zaznamená aktuální počet kusů dané součástky.



Obrázek 8 Rentgenové počítací zařízení

Zdroj: (6)

1.4.7 Zabezpečení nespotřebovaných materiálů citlivých na vlhkost

Součástky v kategorii MSL3 a vyšší jsou od výrobce zabaleny v obalech se silikagelem a terčíkovým indikátorem vlhkosti. Problematické je však rozdělování obalu a zpracování pouze části celku. Aby se minimalizovaly ztráty v důsledku degradování kvality materiálu, jsou tyto rozbalené materiály vkládány do dry boxu neboli sušící skříně, která součástky za určitých podmínek vysuší a tím nedojde k jejich degradaci. Společnost Mikroelektronika má tyto boxy dva, jeden je součástí výrobní haly a druhý je ve skladu. Tento „skladový“ box má název Dry Cabinet IV od výrobce MP elektronik a je znázorněn na obrázku 9. Je schopen maximální teploty 60 °C a dokáže udržet nastavenou relativní vlhkost s přesností $\pm 0,8 \%$ (5). Pro tento typ skříně je definována určitá doba, po kterou se musí daný materiál sušit. Po uplynutí této

doby musí být materiál vložen do obalu a ten je následně vakuově vysán a zataven. Takto ošetřený materiál je možné opět skladovat v běžném policovém regálu jako ostatní materiály.

Z důvodu přesného přehledu o dobách sušení jednotlivých materiálů a zároveň o přehledu jaké materiály se v boxu právě nachází, vyvinula si společnost Mikroelektronika vlastní software s názvem MikroDry Trace. Do něj se informace o materiálu vloží načtením štítku na kotouči čtečkou a software okamžitě ví, které součástky to jsou a jak dlouho se musí sušit. Na obrazovce je vidět seznam veškerého materiálu v dry boxu a vedle jeho názvu i čas jaký ještě zbývá do konce vysoušení a stavová hláška, která je zároveň barevně odlišena.



Obrázek 9 Sušící box

Zdroj: (5)

2 NÁVRHY NA ZLEPŠENÍ LOGISTIKY SMD MATERIÁLU

Tato kapitola má za úkol popsat jednotlivé návrhy na zlepšení logistiky SMD materiálu, které byly zjištěny při popisu analytické části práce. Na základě informací o logistických procesech ve společnosti Mikroelektronika lze návrhy na zlepšení rozčlenit do tří oblastí: zvýšení efektivity stávajících zařízení na počítání SMD materiálu, zpřesnění vychystávání materiálu pomocí terminálových čteček čárových kódů a zrychlení a zjednodušení vychystávání a skladování materiálu pomocí výtahových systémů.

Vzhledem k velkým zakázkám, které společnost v současné době realizuje a které jsou velmi náročné na montážní prostor, nabízí se myšlenka na stavební úpravy skladových prostor. Stavební úpravy mohou být buď drobné, ve smyslu reorganizace skladových regálů, nebo rozsáhlé ve smyslu rozšíření stávajících, nebo budování nových skladových prostor. Vzhledem k tomu, že skladové prostory společnosti byly rozšířeny před cca dvěma lety při rozšiřování výrobních prostor a že sklad není možné přeuspořádat do podoby, která by přinesla zásadní zefektivnění a úsporu místa, není toto řešení reálné.

2.1 Výtahové systémy

Jeden z možných návrhů na změnu a zlepšení se týká výtahových systémů. Hned na úvod je nutné podotknout, že tyto systémy by nebyly využívány pouze pro SMD materiál, ale také pro THT materiál, což je zkratka anglického názvu through-hole-technology, tedy součástky, jejichž vývody se prostrčí skrz otvory v desce plošného spoje a pájí se na druhé straně. Výtahové systémy dokáží, jednak zefektivnit vychystávání a skladování materiálu, ale také výrazně šetřit skladovou plochu, která lze využít jiným způsobem. Současné policové regály sice plní svou funkci, ale toto řešení není příliš efektivní. I když má pracovník přesně popsanou lokaci materiálu ve skladu, občas se nevyvaruje tomu, že materiál hledá. Když se k tomu ještě přičte doba, kterou trvá přesun pracovníka mezi jednotlivými pozicemi vyskladňovaného materiálu, nebo doba, kterou pracovník potřebuje k přepočítání součástek, které vyskladňuje, nebo musí s materiálem dojít k váze, aby mohl materiál navážít, jedná se o dlouhou dobu, ze které je efektivní pouze malá část.

Další nevýhoda policových skladů je samotné rozmístění polic. Z hlediska úspory skladové plochy je snaha o co možná nejvyšší regály. To ale způsobuje potíže, jelikož je vyskladňování prováděno pracovníkem ručně. Znamená to lezení po schůdkách, a tedy nebezpečí pádu, nebo upuštění materiálu na zem při slézání ze schůdků. Zároveň z důvodu

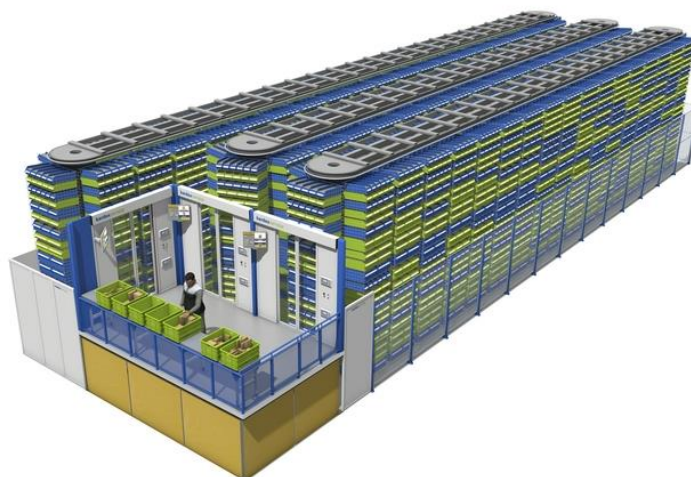
snadné manipulace se zbožím musí mít police určitý rozestup mezi sebou, a to způsobuje značnou nevyužitou plochu.

Tyto problémy řeší výtahové systémy. Jejich základním principem je „zboží k člověku.“ To znamená, že člověk nemusí obcházet jednotlivé policové regály a hledat materiál, ale v systému si zadá, jaký materiál chce a automatické výtahové zařízení mu ho přiveze. Na trhu je velké množství druhů výtahů i výrobců. Mezi nejznámější je možné zařadit například Kasys, Kardex Remstar nebo Jungheinrich. Dále budou popisovány zařízení společnosti Kardex Remstar z důvodu dostupnosti dostatku informací a technických parametrů.

Obecně je možné tyto výtahové systémy roztrždit na vertikální a horizontální. Zatímco vertikální jsou konstruovány na co nejefektivnější využití výšky skladu, horizontální využívají celou délku skladu. Všechny tyto systémy mají stejný cíl, maximální efektivitu vychystávání materiálu, flexibilitu uspořádání, a co největší úsporu jak času, prostor nebo elektrické energie.

2.1.1 Horizontální karusely

Horizontální karusel funguje tak, že jednotlivé nastavitelné police jsou pevně spojeny a otáčejí se kolem své osy kolmé k zemi, přičemž jsou poháněny motorem. Toto zařízení je znázorněno na obrázku 10. Pracovník tedy v systému zadá požadavek na určitý materiál a celý policový systém se otočí o patřičnou co nejkratší vzdálenost, aby mohl pracovník



Obrázek 10 Horizontální karusel

Zdroj: (14)

z přístupového otvoru vyskladnit materiál. To eliminuje nutnost pracovníka chodit po skladu s vozíkem a postupně vyskladňovat, což vede k významné úspoře času. Zároveň to výrazně šetří skladovou plochu, jelikož je schopen skladovat materiál s maximální hustotou a odpadá nutnost manipulačních ulic mezi regály. Pracovník je schopen vše vykonat z jednoho přístupového otvoru. Výhoda tohoto zařízení tedy spočívá v možnosti maximálně využít plochu skladu a usnadňuje a zrychluje skladování materiálu. Hlavní nevýhodou tohoto zařízení je fakt, že oproti vertikálním systémům zabírá velkou plochu, což není vždy žádoucí (21).

2.1.2 Vertikální systémy

Vertikální výtahové systémy lze rozdělit na dvě skupiny, výtahové a karuselové (páternosterové). Páternosterové systémy pracují stejně jako horizontální karusely, jen u vertikálních není osa otáčení kolmá k zemi, ale rovnoběžná se zemí. Chová se tedy úplně stejně jako páternosterový osobní výtah. Stejně jako u horizontálních systémů, i zde je pracovník schopen svou práci vykonat z jednoho přístupového otvoru. Vertikální systémy šetří skladovou plochu ještě mnohem víc, jelikož jsou konstruovány do výšky. Tyto systémy mohou být různě vysoké, v závislosti na druhu a výrobci. V případě potřeby je lze instalovat vně budovy, přičemž přístup ke skladovanému materiálu probíhá přes otvor ve zdi.

Na základě dostupných informací, konkrétních požadavků a podmínek se jeví jako nejvhodnější vertikální výtahový systém. Podstata zakladače spočívá v řadách polic v co nejmenších rozestupech pro maximální skladovací kapacitu. Uprostřed zakladače se nachází extraktor, který se po zadání pokynu obsluhou přemístí na požadovanou pozici, uchopí polici a přemístí ji k obslužnému otvoru. Ten lze vytvořit v libovolné výšce a velikosti pro maximální ergonomii. Tento systém je vhodný zejména pro maloobrátkové zboží, jelikož umožňuje velice efektivní vychystávání mnoha druhů zboží v malém množství. Díky eliminaci nutnosti pohybu obsluhy mezi skladovými regály dokáže tento systém, podle údajů výrobce, ušetřit až 60 % času potřebného na vyskladnění dané převodky ze skladu a tím se logicky zvýší vychystávací výkon (22).

Další výhodou je možnost pohybu dvou polic najednou. Obsluha zadá do systému požadavek na dané police s materiálem, a zatímco vychystává materiál z jedné, do pozadí se jí připraví další a pak se pouze vymění. To představuje další úsporu času, jelikož pracovník nemusí čekat, zatímco zařízení vymění jednotlivé police. Jednotný výdejový otvor má také výhodu v tom, že je snadné ho monitorovat a v případě identifikace pracovníka před manipulací se zařízením pomáhá k ochraně zásob. Jako volitelné vybavení je možné zvolit například další

výdejní otvory v případě přístupu v různých patrech místnosti, čtečku čárových kódů pro identifikaci, odběr a potvrzení zakázky, optickou signalizaci stavů, potvrzovací tlačítka, RFID pro přihlašování uživatelů a příprava pro požárně bezpečnostní zařízení. Pro zvýšení produkce je možné integrovat řešení Pick-to-light, při kterém jsou ve výdejovém otvoru zabudovány systémy světelné indikace, laserové nebo LED (22).

Kardex Remstar Vertical Buffer Module



Obrázek 11 Kardex Remstar Vertical Buffer Module

Zdroj: (15)

Vertical Buffer Module od společnosti Kardex Remstar je, jak je z názvu patrné, vertikální výtahový systém. Je vhodný pro skladování náhradních dílů, nářadí, drobných a maloobjemových dílů a další. Svou konstrukcí se od jiných zařízení v této kategorii odlišuje zejména konstrukcí výdejního otvoru a zároveň nahrazením polic boxy, jak je znázorněno na obrázku 11. Zde je výdejní otvor konstruován tak, že základním prvkem je otočný stůl, který má sklon 20° a tím usnadňuje obsluhu. Otočný je z toho důvodu, že zatímco obsluha vychystává jednu převodku, systém již připravuje další. Jakmile je jedna operace ukončena, stůl se otočí o 180°, kde je připraven další box. Již použitý box je mezitím vrácen na svou pozici a místo něj může být připraven další (23).

Tyto boxy mohou mít rozměry 600 x 400 mm a maximální zatížení boxu je 35 kg. Celkové rozměry zařízení jsou velice variabilní, šířka může být od 1 920 až po 10 470 mm v krocích, výška 3 000 mm až 12 000 mm v krocích po 100 mm a hloubka 2 350 mm. Rychlost pohybu může být až 3 m/s a zrychlení 3 m/s² (23).

Kardex Remstar Shuttle XP



Obrázek 12 Kardex Remstar Shuttle XP

Zdroj: (16)

Kardex Remstar Shuttle XP je zařízení technicky velice podobné Vertical Buffer Module. Hlavní rozdíl je ale právě ve způsobu zaskladňování a výdejním otvoru. Výdejní otvor zde totiž není nakloněn. Toto zařízení je zobrazeno na obrázku 12. Ve výdejním otvoru se nachází automatické dveře, které zajišťují bezpečnost obsluhy, ochranu zboží a snižují emise hluku. Při zadání požadavku požadovaná police vyjede a zavřou se za ní dveře. Zatímco pracovník vychystává materiál, za dveřmi se může již připravit další police a pak se pouze vymění podobně jako v předchozím zařízení. Umístění výdejního otvoru může být libovolné a dá se tedy přizpůsobit tělesné výšce pracovníků pro maximální ergonomii (24).

Šířka tohoto zařízení se může pohybovat v rozmezí 1 580 až 4 380 mm, výška 2 550 až 30 050 mm a hloubka 2 312 až 4 292 mm. Výška se zde také může volit po 100 mm krocích. Rozměry polic mohou být 1 250 až 4 050 mm na šířku a hloubka může být 610 až 1 270 mm. Výška skladového místa se může měnit po krocích 25 mm a minimální vzdálenost polic je 75 mm. Maximální povolené zatížení se liší podle zvoleného typu, ale může být až 1 000 kg. Rychlost pohybu může být 2 m/s. Toto zařízení navíc může být uzpůsobeno pro chlazení a mrazení až do $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ nebo vyhříváno až do $+60\text{ }^{\circ}\text{C}$. Může mít kontrolovanou atmosféru pro

5 nebo 10% relativní vlhkost vzduchu, může mít integrovanou požární ochranu a může mít ochranu před výbuchem (24).

Kardex Remstar Megamat RS



Obrázek 13 Kardex Remstar Megamat RS

Zdroj: (17)

Megamat RS je páternosterový vertikální skladovací systém, který je vyobrazen na obrázku 13. Všechny police jsou spojeny na samo napínacím řetězu a pohybují se kolem dokola podle horizontální osy otáčení. Rozměry toho zařízení mohou být 1 875 až 4 275 mm na šířku, 1 270 až 1 670 mm na hloubku a 2 360 až 10 010 mm na výšku. Police mohou mít šířku 1 250 až 3 650 mm, výšku 225 až 491 mm a hloubku 428 až 628 mm. Maximální zatížení police je 350 kg. Výhodami tohoto zařízení jsou vysoká rychlost pohybu karuselu, a tedy krátké přístupové časy ke zboží, flexibilní koncepce polic, nízká spotřeba energie, nebo nouzový ruční pohon v případě výpadku proudu. Mezi hlavní nevýhodu se dá zařadit zejména nutnost pohybovat všemi policemi při požadavku na vychystání jedné (25).

Po podrobném prozkoumání jednotlivých typů zařízení je zřejmé, že nelze jednoznačně vybrat to nejlepší. Vzhledem k rozměrům budovy skladu by byl vhodný jak Vertical Buffer Module, tak Shuttle XP. Obě zařízení se dokážou přizpůsobit prostoru místnosti a svou

konstrukci jsou vhodné pro skladování materiálu, který skladuje společnost Mikroelektronika. Páternoster je sice také možné přizpůsobit místnosti, ale svou konstrukcí má smysl spíše v úzkých vysokých skladech. Z tohoto pohledu je vhodnější Shuttle XP pro konstrukci výdejního otvoru, jelikož velké police s variabilním rozdělením plochy více odpovídají skladovanému materiálu.

Jak již bylo zmíněno, tyto zařízení mají celou řadu výhod, úsporu místa, úsporu času, snížení chybovosti, fyzicky snazší obsluha atd., ale zároveň s sebou nesou několik nezanedbatelných nevýhod. Hlavní nevýhodou jsou zejména počáteční náklady. Tato zařízení mají svou cenu. Pořizovací náklady se pohybují v řádech desítek až stovek tisíc euro v závislosti na velikosti a doplňcích. Pro potřeby THT materiálu se cena pohybuje okolo 90 tisíc euro za věž a pro SMD přibližně 60 tisíc euro. Další nevýhodou může být nutnost školení pracovníků na obsluhu tohoto zařízení, a to s sebou vždy přináší nejen náklady ale zároveň dobu zácvičku obsluhy, než začne být vychystávání materiálu rychlejší a bezchybné. Jako další výraznou nevýhodou lze brát to, že se zařízení musí umět spárovat se současným informačním systémem, což nebývá vždy snadné a laciné, a pokud tato komunikace nebude spolehlivá, zařízení ztrácí své výhody.

Aby bylo možno posoudit, zda je schopno navržené řešení přinést zlepšení logistiky materiálu, bylo po dohodě s pracovníky Mikroelektroniky provedeno měření doby nutné pro uložení materiálu. Tato data jsou společně s dalšími hodnotami, které byly získány od vedoucího skladu, zobrazena a zpracována v následující části kapitoly.

V tabulce 1 jsou uvedeny hodnoty naměřené při měření doby vyskladnění jednotlivých převodků pro THT materiál v období od 1. 1. do 15. 3. (32). V prvním sloupci se nachází pořadové číslo měření, v druhém naměřená hodnota, třetí sloupec obsahuje informaci o počtu vychystávaných položek dané měřené převodky, ve čtvrtém sloupci jsou vypočítány průměrné doby na vychystání jedné položky a v pátém sloupci je popsán způsob vychystávání, jelikož některé položky se vychystávají po celých baleních a jiné se musí počítat, nebo odvažovat.

Tabulka 1 Doby vyskladnění THT materiálu

Číslo měření	Naměřený čas [hh:mm:ss]	Počet položek převodky	Průměrná hodnota na jednu položku	Způsob vychystávání materiálu
1	0:14:46	5	0:02:57	ruční počítání
2	0:13:23	6	0:02:14	ruční počítání
3	0:02:16	1	0:02:16	celé balení
4	0:12:36	3	0:04:12	počítání i vážení
5	0:24:44	6	0:04:08	počítání i vážení
6	0:04:16	1	0:04:16	ruční počítání
7	0:31:14	7	0:04:45	ruční počítání
8	0:24:33	6	0:04:06	ruční počítání
9	0:19:16	6	0:03:13	ruční počítání
10	0:41:17	12	0:03:43	počítání i vážení
11	0:23:11	6	0:03:52	počítání i vážení
12	0:33:18	8	0:04:10	ruční počítání
13	0:16:11	4	0:04:03	celé balení
14	1:11:54	16	0:04:30	počítání i vážení
15	0:27:29	8	0:03:26	ruční počítání

Zdroj: autor

Z výpočtu jednotlivých průměrných hodnot vychystání jedné položky při měření lze spočítat průměrnou hodnotu vychystání jedné položky, která činí 3 minuty a 52 vteřin.

Ze statistiky vedené ve skladu za určitou dobu vyplývá hodnota součtu všech vyskladněných materiálů v tomto období 12 263 ks. Tato hodnota vydělená počtem dní, ve kterých se tyto materiály vyskladňovaly, uvádí hodnotu 245 ks na den po zaokrouhlení na celé kusy. Při počtu dvou pracovníků na plný úvazek a jednoho na částečný to znamená 94 ks na jednoho pracovníka za den, po zaokrouhlení na celé kusy. Když se tento počet 94 ks vynásobí průměrnou hodnotou na vyskladnění jednoho materiálu 3 minuty a 52 vteřin, vyjde celkový potřebný čas na vyskladnění 6 hodin a 5 minut, po zaokrouhlení na celé minuty (32).

Pracovní náplň pracovníků se ale neskládá pouze z vyskladňování materiálu, ale mimo jiné i z doručování vychystaného materiálu do výroby a nespotřebovaného materiálu zpět do skladu. Průměrná doba doručování vychystaného materiálu do výroby činí 2 hodiny a 13 minut za den na osobu, zaokrouhleno na celé minuty. Znamená to tedy, že pracovníci musí sloužit přesčasy, aby splnili svou práci. Průměrná hodnota přesčasů na osobu dle údajů z docházky činí 4 minuty a 25 vteřin za dané období. To znamená, že po sečtení doby potřebné na vyskladnění

materiálu a doby na doručení do výroby vyjde celkový čas, který je reálně potřebný a to 8 hodin a 17 minut, po zaokrouhlení na celé minuty. Při sečtení doby potřebné na vyskladnění materiálu a doby průměrných přesčasů vyjde doba, kterou pracovníci skutečně tráví v práci a to 8 hodin a 4 minuty, po zaokrouhlení na celé minuty. Odečtení času, který je potřebný, od reálného času pracovníků v práci vznikne rozdíl, který je po zaokrouhlení 13 minut, což představuje přibližně čas pro vychystání 4 položek a znázorňuje závislost času vychystávání na typu materiálu (32).

Tato hodnota se dá porovnat s hodnotami vychystání udávané výrobcem automatických výtahových systémů. Výrobce udává dobu pohybu police ze své pozice k obsluze 20 vteřin, stejnou dobu trvá opačný pohyb (24). V případě, že by systém byl vybaven funkcí odvažování, a tedy věděl přesně kolik každá součástka váží, nebylo by potřeba odvažovat referenční množství 10 kusů. Celý proces by se zrychlil a odvažování přesného počtu součástek by trvalo 1,5 minuty. To tedy znamená, že proces vychystání jednoho materiálu by trvalo přibližně 2 minuty a 10 vteřin. Jelikož je to stroj, je možné pracovat s touto frekvencí bez problému celou směnu a systém tedy je schopen vychystat přibližně 28 položek převodky za hodinu, tedy přibližně 224 položek za 8 hodinovou směnu. Po odečtení teoretického počtu vyskladněných položek strojem a počtu reálně vyskladněných položek pracovníkem vznikne rozdíl vyskladněných položek za jednu směnu přibližně 130 kusů.

Ve stejném duchu bylo provedeno měření časů vychystání SMD materiálu. V tomto případě je vychystávání zjednodušeno, jelikož se vyskladňují celé kotouče, nebo zásobníky a není tedy třeba nic přepočítávat nebo odvažovat. Naměřené hodnoty se nachází v tabulce 2.

Tabulka 2 Měření vychystávání SMD materiálu

Číslo měření	Naměřený čas [hh:mm:ss]	Počet položek převodky	Průměrná hodnota na jednu položku
1	0:40:16	35	0:01:09
2	0:30:33	24	0:01:16
3	0:21:26	16	0:01:20
4	1:17:36	58	0:01:20
5	0:13:44	13	0:01:08
6	1:17:15	58	0:01:20
7	1:17:14	57	0:01:35
8	1:17:33	54	0:01:06
9	2:13:08	110	0:01:13
10	1:05:33	42	0:01:54
11	0:22:03	17	0:01:18
12	1:18:54	56	0:01:25
13	1:22:23	62	0:01:20
14	0:22:17	16	0:01:24
15	1:02:22	44	0:01:25

Zdroj: autor

I v tomto případě byly provedeny výpočty pro zjištění současné časové náročnosti vychystávání SMD materiálu. Z výpočtu jednotlivých průměrných hodnot vychystání jedné položky při měření lze spočítat průměrnou hodnotu vychystání jedné položky, která činí 1 minuta a 21 vteřin.

Ze statistiky vedené ve skladu za dané období vyplývá hodnota součtu všech vyskladněných materiálů v tomto období 46 067 ks. Tato hodnota vydělená počtem dní, ve kterých se tyto materiály vyskladňovaly, uvádí hodnotu 921 ks na den po zaokrouhlení na celé kusy. Při počtu čtyř pracovníků na plný úvazek a jednoho na částečný to znamená 209 ks na jednoho pracovníka za den, po zaokrouhlení na celé kusy. Když se tento počet 209 ks vynásobí průměrnou hodnotou na vyskladnění jednoho materiálu 1 minuta a 21 vteřin, vyjde celkový potřebný čas na vyskladnění 4 hodiny a 42 minut, po zaokrouhlení na celé minuty (32).

Ztrátové časy při vracení materiálu do skladu, dohledávání materiálu opravách chyb činí 3 hodiny a 17 minut za den na osobu, zaokrouhleno na celé minuty. Znamená to tedy, že pracovníci musí opět sloužit přesčasy, aby splnili svou práci. Průměrná hodnota přesčasu na osobu dle údajů z docházky činí 2 minuty a 27 vteřin za dané období. To znamená, že po sečtení doby potřebné na vyskladnění materiálu a ztrátových časů vyjde celkový čas, který je reálně

potřebný a to 7 hodin a 59 minut, po zaokrouhlení na celé minuty. Při sečtení běžné pracovní doby a doby průměrných přesčasů vyjde doba, kterou pracovníci skutečně tráví v práci a to 8 hodin a 3 minuty, po zaokrouhlení na celé minuty. Po odečtení teoretického počtu vyskladněných položek strojem a počtu reálně vyskladněných položek pracovníkem vznikne rozdíl vyskladněných položek za jednu směnu přibližně 3 položky (32).

Pro SMD materiály se jedná o totožný systém jako pro THT materiály, a tedy časy vychystávání výtahovým systémem udávané výrobcem jsou totožné s tím rozdílem, že SMD není třeba odvažovat na přesný počet. To znamená, že pohyb zařízení trvá 20 vteřin a fyzické vychystání z police trvá přibližně minutu (24). Celý proces vychystání jedné součástky tedy trvá 1 minutu a 40 vteřin. S tímto časem tedy jeden pracovník za jednu hodinu vyskladní 36 položek, což představuje 288 položek za směnu. Když tento počet porovnáme s počtem položek, které je jeden pracovník schopen vyskladnit za směnu nyní, vyplývá z toho rozdíl 79 položek ve prospěch výtahového systému.

2.2 Terminálové čtečky čárových kódů

Další možností zvýšení efektivity skladování je zavedení terminálových čteček čárových kódů. V současné době musí pracovníci neustále přebíhat mezi skladovými regály a počítačem, hledat v systému požadavky na vyskladnění, tisknout převodní štítky a převodku v papírové podobě. Tento způsob je funkční, ale není příliš efektivní a z důvodu spotřeby velkého množství papíru na tisk převodek ani ekologický. V současné době je ve všech odvětvích snaha o co největší snížení spotřeby papírů, které by nejen šetřilo životní prostředí, ale zároveň snížilo náklady společnosti na nákup papíru, náplně tiskáren, množství tiskáren samotné a náklady na ekologickou likvidaci papíru. Navíc čtečky pomáhají snížit chybovost výdejů a výrazně zkracují dobu vychystávání materiálu.

Nyní musí pracovník se seznamem materiálu na papíře chodit po skladu a hledat pozici materiálu a ručně si odškrtnout co již provedl. Mnohdy se také stane, že se materiál nachází na více skladových pozicích a v tom případě musí pracovník obejít všechny, aby našel ten správný. To představuje mnoho neproduktivních cest pracovníka, které zbytečně zabírají čas. Tento problém řeší terminálové čtečky čárových kódů. Ty dokážou rozeznat typ materiálu a jeho pozici uložení, a především obsahují všechny potřebné informace pro vychystávání materiálu bez nutnosti použití počítače.

Typů terminálových čteček je nepřeberné množství. Základní odlišnost je, na jakém operačním systému pracují, mohou mít buď Android, Windows CE, nebo Windows Mobile.

S informačním systémem mohou komunikovat buď online s radiovým přenosem, nebo jsou offline, kdy jsou data uložena do vlastní paměti a jsou přenesena do počítače po ukončení činnosti. Přenos dat může být uskutečněn pomocí dokovací stanice, která zároveň slouží k dobíjení akumulátorů, nebo pomocí kabelového připojení (29).

Další podstatný parametr je typ snímacího modulu. Snímací moduly mohou snímat buď 1D kód, nebo 2D kód. 1D kód je lineární a nazývá se též čárový, jelikož je tvořen skupinou svislých čar a mezer. Mezi nejznámější 1D kódy patří EAN, Code 128 nebo Code 39. Oproti tomu 2D kódy jsou maticové. Ty mají proti 1D kódům několik výhod. Zásadní výhodou je schopnost obsahu několikanásobně většího množství dat při stejných nebo menších rozměrech. Další výhodou je, že 2D kód je možné přečíst i při poškození kódu, samozřejmě ale pouze do určité míry, zatímco poškozený 1D kód již čitelný není. Nejznámější 2D kód je v dnešní době QR kód, neboli Quick Response, což v překladu znamená rychlou odezvu. Do QR kódu je možné zaznamenávat jak klasický text, nebo URL adresu, GPS souřadnice a podobně. Z toho důvodu jsou snímače na 2D kód lepší, jelikož jsou všestrannější, protože mohou snímat 1D i 2D kód (30, 31).

Mobilní terminály jsou přenosné počítače, které jsou opatřeny snímacím modulem a velkým displejem, který je buď dotykový, nebo nedotykový v kombinaci s klávesnicí. Výrobci těchto zařízení je mnoho, jako příklad je možné uvést třeba Datalogic, Motorola, PIDION, Unitech, nebo Zebra.

Datalogic Skorpio X3

Mobilní terminál Datalogic Skorpio X3 je terminál vhodný pro použití při příjmu zboží, ve skladech nebo pro maloobchody. Toto zařízení je zobrazeno na obrázku 14. Má informační



Obrázek 14 Datalogic Skorpio X3

Zdroj: (18)

system Windows a dotykový displej o velikosti 3,2". Je možnost volby mezi snímačem 1D a 2D. Kapacita baterie je 3000 mAh. Hmotnost tohoto zařízení je 392 g. Je také možný zakoupit ve verzi s rukojetí pro snazší manipulaci. Cena toho zařízení začíná na 18 tisících Kč (26).

Motorola MC9200-G 2D

Tento datový terminál, zobrazený na obrázku 15, je vhodný jak pro využití na výrobní lince, tak pro správu zásob, nebo řízení vozového parku a vojenské účely. Má operační systém Windows. Je schopen snímat jak 1D tak 2D kódy. Vlastní 9,2 cm barevný dotykový displej,



Obrázek 15 Motorola MC9200-G 2D

Zdroj: (19)

konektivitu bluetooth a Wi-Fi a může mít 6 různých rozložení kláves na klávesnici. Hmotnost je 765 g včetně baterie, která má kapacitu 2400 mAh. Cena toho zařízení se pohybuje okolo 46 tisíc Kč (27).

ZEBRA TC8000 Standard ER 2D

Tento mobilní dotykový počítač má operační systém Android, 4" dotykový barevný displej a konektivitu bluetooth a Wi-Fi. Lze využít jak pro skladové hospodářství, tak pro maloobchod a výrobu. Nabízí možnost automatického snímání, tedy je možné ho někam upevnit a snímat kódy pohybem materiálu před snímačem na vzdálenost až 60 cm a tím uvolnit ruce pro snadnější vychystávání. Baterie má kapacitu 6700 mAh, což by podle výrobce mělo

vystačit na 3 směnný provoz a v případě nutnosti se lze baterie jednoduše vyměnit za jinou bez nutnosti vypnutí zařízení, opětovného zapnutí, zdlouhavého přihlašování atd., což výrazně šetří čas. Jelikož nemá hardwarovou klávesnici, jak je možné vidět na obrázku 16, je možné si klávesnici na displeji upravit podle individuálních potřeb. Hmotnost zařízení je 500 g včetně akumulátoru. Cena tohoto zařízení se pohybuje okolo 95 tisíc Kč (28).



Obrázek 16 Zebra TC8000 Standard ER 2D

Zdroj: (20)

Škála těchto zařízení je opravdu široká, zde je uvedeno jen pár představitelů z různých cenových hladin. Při prozkoumání parametrů jsou na první pohled zřejmé některé rozdíly, například v konstrukci. Zatímco zařízení Datalogic má tvar podobný mobilnímu telefonu, ostatní mají tvar pistole, který je více ergonomický. Další odlišnosti jsou ve velikosti displejů a klávesnic. Zde mají zařízení Datalogic a Motorola hardwarové klávesnice, zatímco Zebra softwarovou. Další podstatný rozdíl je ve hmotnostech a kapacitách baterie. Z tohoto pohledu má nejvhodnější vlastnosti Zebra.

Použití terminálových čtecích zařízení by bylo zlepšení z hlediska zjednodušení orientace ve skladu a zpřesnění vychystávání materiálu. Zavedení těchto zařízení by totiž znamenalo změnu v evidenci umístění materiálu ve skladu. V tuto chvíli se totiž materiál při generování šarže přiřadí na určitou lokaci, ovšem často se stane, že se materiál na toto umístění nevejde všechen a v tu chvíli se umístí na jinou lokaci a tato lokace se pouze poznamená do poznámky. Při vychystávání se tedy občas stane, že pracovník jde na určitou pozici, kterou mu

hlásí systém, tam ale požadovaný materiál nenajde, a tak musí zpět k počítači a hledat další záznam o pozici. Změna by v tomto případě znamenala to, že by v systému mohl mít jeden materiál více umístění, ale také by znal všechny předchozí lokace. Díky čtečce by tak měl pracovník přístup ke všem informacím kdekoliv ve skladu, a tudíž ušetřil spoustu cest.

Vychystávání materiálu na základě převodek by tak probíhalo tak, že by si pracovník ve čtečce zvolil požadovanou převodku a bez nutnosti tisku by mohl začít vychystávat. Čtečka by mu ukázala, jakou položku má vychystávat a kde ji najde. Jednotlivé pozice ve skladu by byly opatřeny svým čárovým kódem, a tak by pracovník přišel na příslušnou pozici, sejmul kód pozice a čtečka by mu potvrdila, že se nachází na správném místě, nebo že toho místo není to správné. Pokud je pozice správná, pracovník sejme kód materiálu. Čtečka z kódu pozná, zda se jedná o správný kus z hlediska FIFO a potvrdí, nebo vyvrátí mu jeho volbu. Pokud se jedná o správnou součástku, čtečka uvede počet součástek, které mají být vychystány. Když pracovník ukončí vychystávání, sejme čtečkou kód na pozici a tím celý proces potvrdí. Čtečka mu ukáže pozici dalšího materiálu a celý proces se opakuje, dokud není daná převodka hotová. V případě propracovaného informačního systému a dostatečného provázání se čtečkami se po každém vychystání materiálu do výroby automaticky aktualizuje stav materiálu v systému, což nejen zpřesňuje informace o stavu zásob na skladu v libovolném čase, ale zároveň výrazně zjednodušuje inventury.

I když má zavedení těchto zařízení spoustu výhod, nebude radikálně šetřit čas, ani to neznamená úsporu pracovníka. Výrazně ale zjednoduší celý proces pohybu materiálu ve skladu, což je vždy velmi žádoucí. Vzhledem k rozloze skladu a počtu vychystávaných materiálů se zřejmě nevyplatí terminály v kategorii jako je Zebra TC8000. Mezi nesporné nevýhody těchto zařízení se dá samozřejmě zahrnout nutnost počátečních investic do nákupu těchto zařízení, uživatelský SW pro ně a do pořízení, nebo úpravy skladového SW, který bude s nimi pracovat. Další nevýhoda je nutnost proškolení zaměstnanců na obsluhu těchto zařízení což také představuje náklady průměrně cca 10 000 Kč na osobu.

2.3 Počítačky SMD materiálu

Tato část návrhu na zlepšení se týká počítání SMD materiálu. Ten je buď počítán na kusy do výroby, nebo je v zásobnících z výroby vracen (kdy není znám přesný počet součástek). Tyto počítačky byly již představeny v předchozí analytické kapitole. Tento návrh se netýká zavádění nových technologií, ale zvýšení efektivity současného stavu. Jak již bylo zmíněno, v tuto chvíli společnost Mikroelektronika vlastní 3 počítačací zařízení, dvě optická a jedno nově

zakoupené rentgenové. Vzhledem k množství součástek, které jsou potřeba přepočítat je to příliš.

Nabízí se tedy otázka, jestli by zredukováním počtu zařízení nedošlo ke zlepšení a zefektivnění současného stavu. Optická počítačka je nenahraditelná v případě, kdy je požadováno vydání přesného počtu součástek. A jelikož rentgen umí součástky pouze spočítat, je optická počítačka nezbytná, protože na ní lze odpočítat/odmotat přesný počet. Rentgenové zařízení zase pracuje výrazně rychleji a není tedy potřeba více pracovníků. Porovnání těchto dvou principů – porovnání časů počítání součástek se nachází v tabulce 3. Na levé straně se nachází časy naměřené na rentgenovém zařízení a vpravo časy naměřené na optickém zařízení. Sloupec počet položek představuje počet kotoučů, které byly počítány.

Tabulka 3 Časy počítání SMD součástek

Rentgenové zařízení				Optické zařízení			
Číslo měření	Počet položek	Naměřený čas	Průměr	Číslo měření	Počet položek	Naměřený čas	Průměr
1	14	0:04:35	0:00:20	1	1	0:01:32	0:01:32
2	7	0:03:56	0:00:34	2	1	0:03:43	0:03:43
3	7	0:03:17	0:00:28	3	1	0:01:04	0:01:04
4	8	0:03:22	0:00:25	4	1	0:02:14	0:02:14
5	2	0:03:15	0:01:38	5	1	0:01:19	0:01:19
6	9	0:04:07	0:00:27	6	1	0:00:54	0:00:54
7	7	0:03:39	0:00:31	7	1	0:00:58	0:00:58
8	13	0:04:08	0:00:19	8	1	0:00:46	0:00:46

Zdroj: autor

Průměrný čas počítání jedné položky na rentgenovém zařízení je 35 vteřin, zatímco na optickém zařízení je průměrný čas 1 minuta a 34 vteřin. To znamená rozdíl 58 vteřin, tedy že rentgenové zařízení pracuje přibližně 2,5krát rychleji než optické. Bohužel v tuto chvíli nepracuje rentgenové zařízení spolehlivě. Zatím není vhodně zkalibrováno a nastaveno, a tak se jeho počítání pohybuje na přibližně 88,5% spolehlivosti, dle provedených výpočtů.

Z tohoto důvodu tedy není zatím reálné, aby součástky počítal pouze rentgen, jelikož v případě opakovaného nesprávného počítání rentgenu je provedeno opravné počítání na optickém zařízení. Navíc jak již bylo řečeno, optické zařízení se používá také pro odpočítávání přesného množství součástek. Z toho vyplývá, že v cílovém stavu nebudou potřeba 2 optická zařízení, protože až bude rentgenové zařízení spolehlivé, na občasné odpočítávání přesného počtu součástek bude stačit pouze jedno optické zařízení. To druhé je možné například umístit

na stanoviště kontroly kvality, kde by mohlo sloužit k prvotnímu namátkovému přepočítání nových součástek.

3 ZHODNOCENÍ PŘEDLOŽENÝCH NÁVRHŮ

Tato kapitola má za úkol shrnout všechny návrhy na zlepšení a zhodnotit je. Finančně nejnáročnějším návrhem je bezesporu reorganizace skladových ploch a implementace výtahových systémů. Jak je v předchozí kapitole uvedeno, toto opatření má za cíl zejména eliminaci ztrátových časů při vychystávání materiálu ze skladu a celkové zefektivnění skladování a šetření skladových prostor. Jak dokazují tabulky 1 a 2 a vypočítané hodnoty, k úspoře času by skutečně došlo a výrazně by se zvýšil počet vyskladněných položek, v případě THT o více jak 100 %.

Vzhledem k současnému stavu pracovníků to znamená, že by toto opatření s největší pravděpodobností dokázalo ušetřit jednoho pracovníka a zároveň by eliminovalo potřeby nucených přesčasů. Minimální počet zaměstnanců je 2, jelikož jeden musí toto zařízení obsluhovat a druhý by dopravoval materiál do výroby, nebo vychystával materiál co je uložený na paletách. Toto opatření s sebou však nese vysoké pořizovací náklady v řádech milionů Kč. Pro přesnou kalkulaci nákladů by bylo nutné znát finanční náročnost nutných stavebních úprav, podmínky a omezení těchto úprav a mít k dispozici závazné nabídky dodavatelů všech nutných komponent. Tyto náklady by bylo možné následně porovnat s odhadovanou úsporou lidské pracovní síly. Uvedené náklady a technologické nabídky nejsou buď zkalkulovány, nebo nebyly uvolněny k použití a zveřejnění v této práci.

Dalším návrhem v pořadí z hlediska finanční náročnosti je zavedení terminálových čteček. Cílem tohoto návrhu je omezení nadbytečných cest mezi počítačem s informacemi o místě uložení materiálu a materiálem samotným a s tím spojené omezení ztrátových časů při dohledávání materiálu. Jelikož společnost Mikroelektronika tyto čtečky v současnosti nepoužívá, není tedy možné ověřit, kolik by jejich zavedení představovalo uspořeného času. Zavedení terminálových čteček s sebou nese různá pozitiva a příležitosti. Při zavádění čteček do systému je možné upřesnit v informačním systému umístění materiálu a následně tedy eliminovat dohledávání materiálu po více lokacích.

Přínosem je také samotná možnost vykonávání práce bez nutnosti soustavného vyhledávání položek v počítači a tím výrazné snížení pohybu pracovníků po skladu. Díky přístupu do informačního systému ze čtečky odpadá nutnost jednotlivé převodky tisknout, což šetří náklady na pořízení papíru, tisk a likvidaci papíru a také to šetří životní prostředí. Ani v tomto bodě nebylo možné pracovat s reálnými čísly, protože existují pouze rámcové hrubé odhady nákladů na pořízení těchto systémů. Dosavadní způsob vyskladňování materiálu

neumožňuje nasimulovat cílový stav s použitím terminálových čteček, a tak lze časovou úsporu pouze předpokládat.

Posledním návrhem na zlepšení je počítání nespotřebovaného SMD materiálu, jak je uvedeno v předchozí kapitole. Již aplikovaný pokus o zlepšení zatím nepřinesl slibované výsledky. Na vině je pravděpodobně zatím špatně kalibrovaný a nastavený software. Toto je předmětem jednání mezi společností Mikroelektronika a dodavatelem technologie. Až se podaří tento problém vyřešit, zkrátí se doba nutná pro počítání a odpadne nutnost používání jednoho optického zařízení, což umožní jeho případné využití jinde a zároveň umožní jednomu pracovníkovi vykonávat jinou práci.

ZÁVĚR

Cílem této práce bylo charakterizovat společnost Mikroelektronika spol. s r. o. jako výrobní elektrotechnickou společnost. Popsat předmět její činnosti a její produkty. V další části práce analyzovat logistiku SMD materiálu včetně popisu elektronických součástek, jejich skladování, výdeje materiálu do výroby, vracení nespotřebovaného materiálu na sklad a plné traceability materiálu.

Navazující kapitola navrhovala opatření, která by mohla zlepšit současný stav. Prvním z těchto opatření bylo navržení koncepční změny skladování, představované výtahovými skladovými systémy. Z představených tří koncepcí byl navržen jako nejvhodnější vertikální výtahový systém.

Dalším opatřením, které by jistě přineslo zefektivnění logistiky materiálu, bylo navrženo v této kapitole použití terminálových čteček. Tímto by došlo k nahrazení používání převodek tištěných na papír jejich elektronickou verzí. Kromě úspor na vlastní tisk (papír, tonery, tiskárny) toto opatření by mohlo přinést zkrácení času nutného k vyskladnění a výrazně zjednodušit celý proces vychystávání materiálu.

Posledním uvažovaným způsobem, jak zefektivnit práci s materiálem bylo zavedení rychlejších a spolehlivějších počítaček součástek. Tento způsob zefektivnění práce již společnost Mikroelektronika začala realizovat. Byla zakoupena nová rentgenová počítačka SMD materiálu. Její provoz v době realizace této práce nebyl ještě dobře nastaven a vlastní počítání bylo nepřesné a nespolehlivé. Podle informací vedení skladu společnosti Mikroelektronika výrobce tohoto zařízení přislíbil nápravu. Po zvýšení přesnosti počítání bude možné jedno stávající optické počítací zařízení využít například při příjmu materiálu, kde přispěje ke zpřesnění vstupní kontroly materiálu.

Všechny cíle této práce byly splněny.

SEZNAM POUŽITÝCH INFORMAČNÍCH ZDROJŮ

- (1) MIKROELEKTRONIKA. Interní dokument společnosti. Vysoké Mýto, 2015.
- (2) MIKROELEKTRONIKA.COM. *Produkty | Mikroelektronika spol. s r.o.* [online]. [cit. 2017-11-09]. Dostupné z: <http://www.mikroelektronika.com/produkty>
- (3) ŠANDERA, Josef. *Návrh plošných spojů pro povrchovou montáž*. Praha: BEN – technická literatura, 2006. ISBN 80-7300-181-0.
- (4) SZENDIUCH, Ivan. *Montážní technologie – Povrchová montáž (Surface Mount Technology)* [online]. Brno, 2012 [cit. 2017-11-26]. Dostupné z: [http://www.umel.feec.vutbr.cz/~szend/vyuka/bmts/2012-08A-Mont%C3%A1%C5%BEn%C3%AD%20technologie\(Bc\).pdf](http://www.umel.feec.vutbr.cz/~szend/vyuka/bmts/2012-08A-Mont%C3%A1%C5%BEn%C3%AD%20technologie(Bc).pdf)
- (5) MPELEKTRONIK.CZ. *MP DRY CABINET, sušící skříň* [online]. [cit. 2017-11-09]. Dostupné z: <http://www.mpelektronik.cz/produkty/mp-dry-cabinet-susici-skrin/mp-dry-cabinet/>
- (6) VISICONSULT.DE. *VisiConsult XRHCount* [online]. [cit. 2017-12-02]. Dostupné z: http://opcdn.net/file/M_701/W_137/uploads/image/Untitled21.jpg
- (7) MPELEKTRONIK.CZ. *MP Dry cabinet IV* [online]. [cit. 2017-12-02]. Dostupné z: <http://www.mpelektronik.cz/files/produkty/dry-iv.png?full>
- (8) RHYDOLABZ.COM. *SOD* [online]. [cit. 2017-12-02]. Dostupné z: <http://www.rhydolabz.com/images/31/DIO3132.jpg>
- (9) EBAY.COM. *SOT* [online]. [cit. 2017-12-02]. Dostupné z: <http://i.ebayimg.com/images/i/121132676967-0-1/s-11000.jpg>
- (10) TUTORIALSWEB.COM. *FLAT-PACK* [online]. [cit. 2017-12-02]. Dostupné z: <http://www.tutorialsweb.com/smt/smd-components/smt-ac12.jpg>
- (11) EBAY.COM. *PLCC* [online]. [cit. 2017-12-02]. Dostupné z: <https://i.ebayimg.com/images/g/Hd4AAOSwy4hUTiK4/s-l300.jpg>
- (12) HOBBYTRONICS.CO.UK. *SOIC* [online]. [cit. 2017-12-02]. Dostupné z: <http://www.hobbytronics.co.uk/image/cache/data/soic-20-500x500.jpg>
- (13) ELMISRT.IT. *COUNTY_S_EVO_1* [online]. [cit. 2018-05-05]. Dostupné z: https://www.elmisrl.it/wp-content/uploads/2016/05/county-s_evo_1.jpg
- (14) KARDEX-REMSTAR.CZ. *Horizontal* [online]. [cit. 2018-05-05]. Dostupné z: https://www.kardex-remstar.cz/fileadmin/_migrated/pics/Tall_station_Horizontal_L-Form_3er_double_005.jpg
- (15) I.YTIMG.COM. *Vertical Buffer Module* [online]. [cit. 2018-05-05]. Dostupné

- z: <https://i.ytimg.com/vi/AIHIW1Z15TI/maxresdefault.jpg>
- (16) KARDEX-REMSTAR.CZ. *Horizontální karusely* [online]. [cit. 2018-05-05]. Dostupné z: <https://www.kardex-remstar.cz/cz/automatizovane-skladove-systemy/horizontalni-karusely.html>
- (17) KARDEX-REMSTAR.CZ. *Shuttle XP* [online]. [cit. 2018-05-05]. Dostupné z: <https://www.kardex-remstar.cz/cz/automatizovane-skladove-systemy/vertikalni-vytahove-systemy.html>
- (18) KARDEX-REMSTAR.CZ. *VerticalBufferModule* [online]. [cit. 2018-05-05]. Dostupné z: https://www.kardex-remstar.cz/fileadmin/user_upload/kardex-remstar/pdf/cz/KardexRemstar_VerticalBufferModule_CZ_low_RGB.pdf
- (19) KARDEX-REMSTAR.CZ. *ShuttleXP* [online]. [cit. 2018-05-05]. Dostupné z: https://www.kardex-remstar.cz/fileadmin/user_upload/kardex-remstar/pdf-new/cz/KardexRemstar_ShuttleXP_CZ_low_RGB.pdf
- (20) KARDEX-REMSTAR.CZ. *MegamatRS* [online]. [cit. 2018-05-05]. Dostupné z: https://www.kardex-remstar.cz/fileadmin/user_upload/kardex-remstar/pdf-new/cz/Kardex_Remstar_MegamatRS_CZ.pdf
- (21) MIRONET.CZ. *Datalogic Skorpion X3* [online]. [cit. 2018-05-05]. Dostupné z: <https://www.mironet.cz/datalogic-skorpion-x3-1d-usb-rs232-num-klavesnice-win-ce-60+dp292973/#274424304>
- (22) ESHOP.BARCO.CZ. *Motorola-MC9200G* [online]. [cit. 2018-05-05]. Dostupné z: <http://eshop.barco.cz/motorola-mc9200g-2d>
- (23) KODYS.CZ. *Zebra TC8000* [online]. [cit. 2018-05-05]. Dostupné z: https://www.kodys.cz/produkty/mobilni-terminaly/rucni-prumyslove-terminaly/rucni-terminal-zebra-tc8000?gclid=Cj0KCQjwqYfWBRDPARIsABjQRYwuGfzwDNDwr8SMc2y1F6DUJs6P_w4osdgaHrXhUlmhG7yJ_sew294aAsg6EALw_wcB
- (24) ESHOP.BARCO.CZ. *Datové mobilní terminály, PDA a mobilní čtečky čárových kódů* [online]. [cit. 2018-05-05]. Dostupné z: <http://eshop.barco.cz/datove-mobilni-terminaly-a-mobilni-ctecky-carovych-kodu>
- (25) GABEN.CZ. *Čtečky čárových kódů pro použití ve výrobní logistice* [online]. [cit. 2018-05-05]. Dostupné z: <http://www.gaben.cz/cz/ctecky-carovych-kodu-pro-pouziti-ve-vyrobní-logistice>
- (26) SIXTA, Josef a Václav MAČÁT. *Logistika: teorie a praxe*. Brno: CP Books, 2005. ISBN 80-251-0573-3.

(27) MIKROELEKTRONIKA. Interní měření společnosti. Vysoké Mýto, 2018.