

# **Tvorba technologicko-výrobnej dokumentácie pre výrobu vybranej elektronickej súčiastky**

Bc. Rastislav Červeňan

---

Diplomová práce  
2013



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně  
Fakulta technologická

---

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně

Fakulta technologická

Ústav výrobního inženýrství

akademický rok: 2012/2013

## ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: Bc. Rastislav Červeňan  
Osobní číslo: T11740  
Studijní program: N3909 Procesní inženýrství  
Studijní obor: Řízení jakosti  
Forma studia: kombinovaná

Téma práce: Tvorba technologicko-výrobní dokumentace pro výrobu vybrané elektronické součástky

Zásady pro vypracování:

1. Vypracujte přehled literárních poznatků z oblasti procesů tvorby technické a technologické přípravy výroby
2. Provedte analýzu současného stavu zabezpečení procesů povrchové montáže technologické dokumentace ve společnosti Neways Slovakia a.s.
3. Vypracujte technologicko-výrobní dokumentace pro výrobu vybrané elektronické součástky
4. Vyhodnocení návrhu a závěry

Rozsah diplomové práce:

Rozsah příloh:

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

Seznam odborné literatury:

1. Abel, M., SMT Technologie povrchové montáže, nakladatelství Platan, 2000, ISBN 80-902733-1-9
2. Ruža, V., Pájení, SNTL, 1988, DDT 621.791.3
3. Zelenka, A., Král, M., Projektování výrobních systémů, ČVUT, Praha 1995, ISBN 80-01-01302-2
4. Pecht, M. G., Soldering processes and equipments, CALCE Electronic Packaging Research Center, 1993, ISBN 0-471-59167-X
5. IPC-E-610 Cz, Kritéria přijatelnosti elektronických sestav, 2010, ISBN 978-1-61193-027-6

Vedoucí diplomové práce: **prof. Ing. Ivan Letko, CSc.**  
Ústav výrobního inženýrství

Datum zadání diplomové práce: **8. února 2013**

Termín odevzdání diplomové práce: **10. května 2013**

Ve Zlíně dne 11. února 2013

  
doc. Ing. Roman Čermák, Ph.D.  
děkan



  
prof. Ing. Berenika Hausnerová, Ph.D.  
ředitel ústavu

## PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že

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

Ve Zlíně .....

.....

---

<sup>1)</sup> zákon č. 111/1998 Sb. o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších právních předpisů, § 47 Zveřejňování závěrečných prací:

(1) Vysoká škola nevýdělečně zveřejňuje disertační, diplomové, bakalářské a rigorózní práce, u kterých proběhla obhajoba, včetně posudků oponentů a výsledku obhajoby prostřednictvím databáze kvalifikačních prací, kterou spravuje. Způsob zveřejnění stanoví vnitřní předpis vysoké školy.

(2) Disertační, diplomové, bakalářské a rigorózní práce odevzdané uchazečem k obhajobě musí být též nejméně pět pracovních dnů před konáním obhajoby zveřejněny k nahlížení veřejnosti v místě určeném vnitřním předpisem vysoké školy nebo není-li tak určeno, v místě pracoviště vysoké školy, kde se má konat obhajoba práce. Každý si může ze zveřejněné práce pořizovat na své náklady výpisy, opisy nebo rozmnoženiny.

(3) Platí, že odevzdáním práce autor souhlasí se zveřejněním své práce podle tohoto zákona, bez ohledu na výsledek obhajoby.

<sup>2)</sup> zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, § 35 odst. 3:

(3) Do práva autorského také nezasahuje škola nebo školské či vzdělávací zařízení, užije-li nikoli za účelem přímého nebo nepřímého hospodářského nebo obchodního prospěchu k výuce nebo k vlastní potřebě dílo vytvořené žákem nebo studentem ke splnění školních nebo studijních povinností vyplývajících z jeho právního vztahu ke škole nebo školskému či vzdělávacího zařízení (školní dílo).

<sup>3)</sup> zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, § 60 Školní dílo:

(1) Škola nebo školské či vzdělávací zařízení mají za obvyklých podmínek právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla (§ 35 odst. 3). Odpírá-li autor takového díla udělit svolení bez vážného důvodu, mohou se tyto osoby domáhat nahrazení chybějícího projevu jeho vůle u soudu. Ustanovení § 35 odst. 3 zůstává nedotčeno.

(2) Není-li sjednáno jinak, může autor školního díla své dílo užít či poskytnout jinému licenci, není-li to v rozporu s oprávněnými zájmy školy nebo školského či vzdělávacího zařízení.

(3) Škola nebo školské či vzdělávací zařízení jsou oprávněny požadovat, aby jim autor školního díla z výdělku jím dosaženého v souvislosti s užitím díla či poskytnutím licence podle odstavce 2 přiměřeně přispěl na úhradu nákladů, které na vytvoření díla vynaložily, a to podle okolností až do jejich skutečné výše; přitom se přihlédne k výši výdělku dosaženého školou nebo školským či vzdělávacím zařízením z užití školního díla podle odstavce 1.

## **ABSTRAKT**

Práca sa zaoberá tvorbou technologicko-výrobnej dokumentácie pre vybranú elektronickú súčiastku, konkrétne v spoločnosti Neways Slovakia a.s.. V prvej časti sa zaoberá oboznámením sa s technickou prípravou výroby. Následne sa venuje technológii povrchovej montáže, jej výrobným postupom, požiadavkám a technologickým operáciám. V praktickej časti sa venuje spracovaniu TPV v spoločnosti Neways Slovakia a.s. a oboznámeniu sa s výrobnými procesmi SMD v spoločnosti. Cieľom práce je vypracovanie Technologicko-výrobnej dokumentácie pre výrobu súčiastky 611066352 Generator Board, analyzovať vypracovanie technologicko-výrobnej dokumentácie a navrhnúť prípadné zmeny zabezpečujúce požiadavky kvality výroby.

**Kľúčové slová:** technologicko-výrobná dokumentácia, komponent, spájka, výrobný proces, technológia, montáž,

## **ABSTRACT**

The Thesis deals with the making of technological-production documentation of certain electronic component, specifically at company Neways Slovakia, a.s. The first part describes technological set-up of production at theoretical level. Then deals with the surface mount technology, its manufacturing process, requirements and technological operations. The practical part is devoted to the processing of TPV at Neways Slovakia a.s. company and familiarizing with production process of SMD. The aim the Thesis is elaboration of technological-manufacturing documentation for production of parts for 611066352 Generator Board, to analyze the elaboration of technological-manufacturing documentation and to propose possible changes providing production quality requirements

**Keywords:** technological-production documentation, component, solder, production process, technology, assembly,

Touto cestou vyslovujem poďakovanie prof. Ing. Ivanovi Letkovi CSc. za pomoc, odborné vedenie, cenné rady a pripomienky pri vypracovaní mojej diplomovej práce a taktiež poďakovanie za odbornú pomoc a spoluprácu Ing. Igorovi Novákovi so spoločnosti Neways Slovakia a.s..

Prehlasujem, že odovzdaná verzia diplomovej práce a verzie elektronická, nahraná do IS/STAG sú totožné.

# OBSAH

|  |           |
|--|-----------|
| <b>ÚVOD</b> .....  | <b>10</b> |
| <b>I TEORETICKÁ ČASŤ</b> .....                                   | <b>11</b> |
| <b>1 TECHNICKÁ PRÍPRAVA VÝROBY</b> .....                         | <b>12</b> |
| 1.1 KONŠTRUKČNÁ PRÍPRAVA VÝROBY (KPV) .....                      | 12        |
| 1.2 TECHNOLOGICKÁ PRÍPRAVA VÝROBY (TLGPV) .....                  | 13        |
| 1.2.1 Technologická dokumentácia.....                            | 14        |
| <b>2 SMT - TECHNOLOGIA POVRCHOVEJ MONTÁŽE</b> .....              | <b>16</b> |
| 2.1 TECHNOLOGICKÉ POSTUPY SMT .....                              | 18        |
| 2.1.1 Komplexná montážna linka.....                              | 20        |
| 2.2 SPÁJKA, TAVIDLÁ A SPÁJKOVANÝ SPOJ .....                      | 21        |
| 2.2.1 Kvalita spájkovaných spojov .....                          | 21        |
| 2.2.2 Eutektická spájka a fázový diagram spájky .....            | 22        |
| 2.2.3 Technické požiadavky na spájkované spoje s SMD .....       | 23        |
| 2.3 RIEŠENIE NÁVRHU DPS .....                                    | 25        |
| 2.4 NANÁŠANIE SPÁJKOVACEJ PASTY .....                            | 25        |
| 2.4.1 Nanášanie spájkovacej pasty šablónou .....                 | 26        |
| 2.5 LEPIDLÁ PRE SMD .....  | 30        |
| 2.5.1 Požadované vlastnosti SMD lepidiel .....                   | 30        |
| 2.5.2 Nanášanie SMD lepidla.....                                 | 31        |
| 2.6 PROGRAMOVANIE A OSADZOVANIE KOMPONENTOV SMD .....            | 32        |
| 2.6.1 Kategórie osadzovania SMD.....                             | 32        |
| 2.6.2 Presnosť osadzovania a jej opakovateľnosť .....            | 34        |
| 2.6.3 Činitele ovplyvňujúce presnosť osadzovania.....            | 34        |
| 2.6.4 Konštrukčné riešenia presnosti osadzovania.....            | 34        |
| 2.6.5 Systémy videnia .....                                      | 35        |
| 2.6.6 Rýchlosť osadzovania .....                                 | 36        |
| 2.6.7 Programovanie osadzovacích automatov .....                 | 37        |
| 2.7 TECHNOLOGIE SPÁJKOVANIA SMD .....                            | 38        |
| 2.8 KONDUKČNÉ SPÁJKOVANIE CÍNOVOU VLNOU .....                    | 38        |
| 2.8.1 Operácie pri spájkovaní cínovou vlnou.....                 | 41        |
| 2.8.2 Aktivácia spájkovaných prvkov .....                        | 42        |
| 2.8.3 Predohrev .....  | 42        |
| 2.9 KONVEKČNÉ SPÁJKOVANIE PRETAVENÍM „REFLOW“ .....              | 43        |
| 2.10 KONTROLA SPÁJKOVANIA DPS.....                               | 44        |
| <b>II PRAKTICKÁ ČASŤ</b> .....                                   | <b>46</b> |
| <b>3 PREDMET ČINNOSTI SPOLOČNOSTI NEWAYS SLOVAKIA A.S.</b> ..... | <b>47</b> |
| 3.1 VÝROBNÉ PROCESY NEWAYS SLOVAKIA A.S.....                     | 47        |
| 3.2 SPRACOVANIE TPV V NSK .....                                  | 48        |
| 3.2.1 Výrobný postup s uvedením normy času .....                 | 48        |
| 3.2.2 Príprava materiálu do výroby.....                          | 49        |
| 3.3 PROCESY SMT VÝROBY V NSK.....                                | 51        |
| 3.3.1 Materiál flow – výrobná linka.....                         | 51        |



|          |  |           |
|----------|--|-----------|
| 3.3.2    | Spracovanie SMD pasty / lepidla .....                    | 51        |
| 3.3.3    | SMD spájkovacia pasta a lepidlo v NSK .....              | 52        |
| 3.3.4    | SMD šablóny používané v NSK .....                        | 53        |
| 3.3.5    | Tvorba programu pre osadzovacie automaty .....           | 54        |
| 3.3.6    | Osadzovanie komponentov SMD .....                        | 55        |
| 3.3.7    | Spájkovanie „Reflow“ v NSK.....                          | 57        |
| 3.3.8    | Automatická optická inšpekcia DPS v NSK.....             | 59        |
| 3.3.9    | Spájkovanie cínovou vlnou v NSK.....                     | 60        |
| <b>4</b> | <b>VYPRACOVANIE TVD PRE VÝROBU SÚČIASTKY 611066352</b>   |           |
|          | <b>GENERATOR BOARD.....</b>                              | <b>61</b> |
| 4.1      | OPERÁCIE PRE SPRACOVANIE DOKUMENTÁCIE A TVORBU TVD ..... | 61        |
| 4.2      | TECHNOLOGICKÝ POPIS VÝROBKU .....                        | 62        |
| 4.3      | SPRACOVANIE KALKULAČNÉHO HÁRKA .....                     | 69        |
| 4.4      | SPRACOVANIE A NASTAVENIE PROCESOV VÝROBY PODĽA TVD ..... | 70        |
| <b>5</b> | <b>NÁVRHY ZMIEN VÝROBY SÚČIASTKY 611066352 GENERATOR</b> |           |
|          | <b>BOARD.....</b>  | <b>82</b> |
|          | <b>ZÁVER .....</b>                                       | <b>84</b> |
|          | <b>ZOZNAM POUŽITEJ LITERATÚRY .....</b>                  | <b>85</b> |
|          | <b>ZOZNAM POUŽITÝCH SYMBOLOV A SKRATIEK.....</b>         | <b>87</b> |
|          | <b>ZOZNAM OBRÁZKOV .....</b>                             | <b>88</b> |
|          | <b>ZOZNAM TABULIEK .....</b>                             | <b>90</b> |
|          | <b>ZOZNAM PRÍLOH.....</b>                                | <b>91</b> |

## ÚVOD

Elektrotechnika predstavuje dynamicky sa rozvíjajúcu oblasť techniky, ktorá podmieňuje automatizáciu v priemysle. Nové technológie a prístupy v elektrotechnike a obzvlášť zavádzanie mikroelektroniky a informačných technológií, vedú k neustále sa zvyšujúcim nárokom na elektrotechnických pracovníkov, inžinierov a odborníkov. Tieto nároky si vyžadujú neustále udržiavať a obnovovať vedomosti na aktuálnej úrovni. Súčasné vysoké požiadavky na výkonnosť, spoľahlivosť, dizajn, funkčnosť, ekologickú nezávadnosť a účinnosť výrobkov určujú ich cenu. O týchto vlastnostiach sa rozhoduje vo významnej miere už v predvýrobných etapách pri tvorbe výrobných dokumentácie.

Na úvod mojej práce som sa venoval spracovaniu poznatkov z prípravy výroby členenia a spracovania technicko-výrobnej dokumentácie a jej vplyvu na výrobný proces. Následne som spracoval teórie technológie povrchovej montáže dosiek plošných spojov. Najskôr som sa zameril na oboznámenie sa z poznatkami o spájke a spájkovanom spoji so zameraním na technické požiadavky spájkovaných spojov s komponentmi SMD. Ďalej som sa venoval poznatkom o riešení a navrhovaní DPS, spôsobu nanášania spájkovacej SMD pasty a lepidla na dosky plošných spojov pomocou šablóny, kde som popísal základné princípy nanášania spájkovacej SMD pasty a lepidla. V nasledujúcom kroku mojej práce som spracoval teóriu programovania osadzovacích automatov a nimi osádzaných SMD komponentov, kde som spomenul rôzne technológie osadzovania komponentov na DPS. Opísal som systémy videnia SMD automatov a princípy riadenia a programovania automatizovanej linky pre osadzovanie dosiek plošných spojov. Ďalej som sa v práci zameril na spracovanie technológií spájkovania SMD. Najskôr som popísal princípy kondukčného spájkovania cínovou vlnou a operácie pri spájkovaní vlnou. Následne som uviedol poznatky z konvekčného spájkovania pretavením. Na záver prvej časti mojej práce som sa venoval kontrole spájkovania DPS.

V druhej časti práce som v krátkosti uviedol predmet činnosti spoločnosti Neways Slovakia a.s.. Následne som sa venoval spracovaniu technicko-výrobnej dokumentácie (TVD) v spoločnosti a jednotlivým krokom jej spracovania. V práci som ďalej riešil jednotlivé procesy výroby a ich riešenie v spoločnosti. Ďalším bodom mojej práce bolo spracovanie TVD pre vybranú súčiastku a nastavenie procesov výroby v súlade s požiadavkami zákazníka. Záverom mojej práce som zhodnotil výsledné spracovanie TVD, nastavenie procesov a odporučil som spoločnosti Neways Slovakia a.s. kroky pre zlepšenie procesov výroby.

## **I. TEORETICKÁ ČASŤ**

# 1 TECHNICKÁ PŘÍPRAVA VÝROBY

„Technickou přípravu výroby je možné definovat jako súhrn činností a technicko-organizačných opatrení, ktoré je nutné vo firme vykonať ešte pred začiatkom výroby výrobku. Uvedené činnosti sú zamerané hlavne na prípravu a spracovanie technickej (konštrukčnej, technologickej a projekčnej) dokumentácie a dokumentácie pre zabezpečenie materiálno-technického vybavenia výrobného procesu, t.j. pre realizáciu výrobných úloh, ktoré vyplývajú z technicko-hospodárskych plánov a plánov technického rozvoja [1].“

Technická príprava výroby (TPV) má využívať takých konštrukčných, technologických a projekčných variantov riešenia, ktoré zabezpečia maximálnu možnú produktivitu práce a efektívnosť výrobných procesov najmä z hľadiska úspor materiálov, energií, pracovných síl, výrobných nákladov, prácnosti, ale aj skrátenie priebežných dôb ako TPV, tak výroby samotnej. Dodržanie týchto zásad v praxi znamená rešpektovať vzájomné systémové vzťahy jednotlivých etáp, činností a prvkov výrobných procesov a systémov. [2]

Samotnú technickú prípravu možno rozdeliť na samotné etapy, konštrukčnú, technologickú a projekčnú, alebo do dvoch obsahových častí, t.j. konštruovanie a technologické projektovanie, ktoré majú na seba jednoznačné nadväznosti. Koordinačným prvkom v rámci TPV je technologická príprava výroby (TlgPV), kde sa prelínajú vzájomné väzby medzi konštrukciou, technológiou a projektom, t.j. časovú a priestorovú štruktúru výrobného procesu, organizácií, plánovaním a riadením výroby. Konštrukčná a technologická príprava výroby tvoria hlavné články TPV. Svojou činnosťou významne ovplyvňujú úroveň výrobkov i technicko-organizačnú úroveň výrobných systémov a určujú smery inovačných procesov výrobnotechnickej základne. V týchto útvaroch vznikajú základné podklady a informácie, ktoré sú ďalej spracovávané v ostatných útvaroch TPV. Zabezpečenie požiadaviek kladených na TPV, predpokladá racionálnu spoluprácu všetkých útvarov, ktoré zaisťujú a realizujú výrobu. [3]

## 1.1 Konštrukčná príprava výroby (KPV)

Dizajn výrobku najprv vyžaduje dôkladné pochopenie funkcie a výkonu ktorý sa očakáva od výrobku. Výrobok a jeho predpokladané použitie, musí byť jasne definované, na základe analýzy trhu a možnosti uplatnenia výrobku na trhu a spracované do návrhu výrobku.[4]

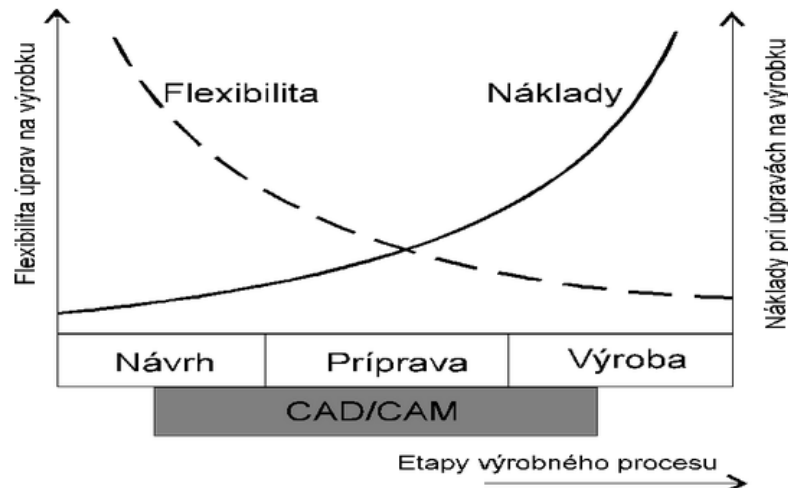
Ako uvádza Novák-Marcinčin (2002) „Úlohou konštrukčnej prípravy výroby je navrhnúť vhodnú funkciu, tvar, rozmery a dizajn výrobku z hľadiska potrieb budúcich užívateľov s prihliadnutím na platné bezpečnostné, hygienické, požiarne a ekologické predpisy a aktuálne technické normy. Konštrukčná príprava výroby sa realizuje na konštrukčných oddeleniach firmy a jej hlavnou úlohou je realizovať konštrukčnú dokumentáciu (potrebné výkresy a technické správy) [1]“.

Konštrukčnú dokumentáciu tvoria *grafické a textové dokumenty*, ktoré podľa účelu jednotlivu alebo spoločne s inými dokumentmi určujú zloženie a usporiadanie výrobku, obsahujú údaje nevyhnutné na jeho vývoj, výrobu, kontrolu, preberanie, dodávku, prevádzku a opravy.[5]

## 1.2 Technologická príprava výroby (TlgPV)

Technologickú prípravu výroby môžeme charakterizovať ako súhrn technicko-organizačných činností a opatrení zameraných na spracovanie výrobnej dokumentácie a podkladov pre materiálové vybavenie výrobného procesu náradím a prípravkami. Výrobná dokumentácia obsahuje súbor záväzných technicko-organizačných a ekonomických informácií (údajov) potrebných pre zaistenie racionálnej výroby z hľadiska navrhovaných spôsobov, najmä technológie výroby, kontroly, organizácie a ekonomiky práce.[1]

Návrh výrobku je často spojený s prípravou a analýzou fyzikálnych modelov výrobku ako pomôcka pre štúdium faktorov, ako sú sily, vychýlenie a optimálne tvary dielu. Nutnosť takých modelov závisí od zložitosti produktu. V súčasnosti tvorba a štúdium analytických modelov je výrazne uľahčená vďaka počítačovým softwarom podporovaného modelovania a navrhovania (CAD), počítačom podporované inžinierstvo (CAE), a automatizovanej výroby (CAM) techniky. [4]



Obrázok 1 Závislosť nákladov a flexibility v etapách návrh – príprava - výroba

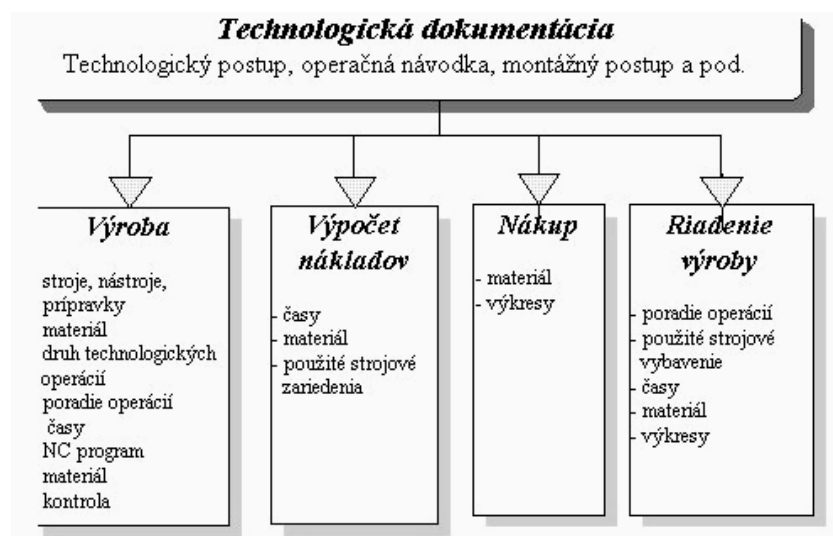
Zdroj: <http://fstroj.utc.sk/web/kma/student/ca/kap7/Image64.gif>

### 1.2.1 Technologická dokumentácia

Na základe *technologických postupov* je realizovaný výrobný proces ako súbor nezávislých činností, pretvárajúcich základný materiál na výslednú súčiastku. Technologické postupy sú súčasťou výrobných procesov pri výrobe jednotlivých súčiastok, pri *montáži* finálnych súčiastok, pri výrobe a ostrení náradia a pod. Určuje potrebné výrobné zariadenia, nástroje, prípravky, meradlá a technologické podmienky tak, aby súčiastka bola podľa daného technologického postupu vyrobiteľná hospodárne a spĺňala kvalitatívne a kvantitatívne požiadavky dané technickou dokumentáciou. Je to predpis použitých strojných a pomocných zariadení, ktoré sa zúčastňujú výroby súčiastky a takisto predpis technologických podmienok za akých pracujú jednotlivé strojné zariadenia. Technologický postup je výsledkom práce technológa v rámci TlgPV. Obdobne ako technický výkres, je aj technologický postup závažný pre výrobu. Svojevoľná zmena technologických podmienok počas výroby súčiastky sa klasifikuje ako porušenie technologickej disciplíny. Na obrázku č.2 je zobrazenie členenia technologickej dokumentácie. Technologický postup musí obsahovať informácie týkajúce sa:

- súčiastky (vyrábané plochy),
- výrobných prostriedkov (stroj, nástroj),
- pomocných prostriedkov (prípravok, meradlo),

- metódy použitia výrobných prostriedkov (technologická respektíve montážna operácia),
- poradia technologických operácií,
- parametrov použitej metódy (technologické parametre),
- operačné časy jednotlivých technologických operácií
- ,druhy nástroja (pre NC programovanie),
- pomocných procesov (chladenie, mazanie a pod). [6]



Obrázok 2 Technologická dokumentácia a jej význam

Zdroj: [http://fstroj.utc.sk/web/kma/student/atpv/capp\\_a.htm](http://fstroj.utc.sk/web/kma/student/atpv/capp_a.htm)

## 2 SMT – TECHNOLOGIA POVRCHOVEJ MONTÁŽE

Pri klasickej montáži sú vývodové súčiastky po predchádzajúcom natvarovaní a ostrihaní zasúvané do prekovených alebo neprekovených dier dosky s plošnými spojmi a následne spájkované zo strán spojov. Technika povrchovej montáže predpokladá využitie bezvývodových súčiastok, prípadne súčiastok s vývodmi, ktoré sa spájkujú priamo na povrch dosky s plošnými spojmi. Takéto súčiastky môžu mať podstatne menšie rozmery a vyššiu hustotu vývodov. V súčasnej dobe sú k dispozícii kompletné rady súčiastok ako pasívnych (rezistory, kondenzátory, cievky, trimre), tak i aktívnych (tranzistory, diódy, integrované obvody), vrátane rôznych typov päťíc a konektorov.

Technika povrchovej montáže je tak stále využívanjšia pre výhody, ktoré je možné zhrnúť do niekoľkých bodov:

- Zmenšenie rozmerov a hmotnosti dosky s plošnými spojmi
- Zmenšenie počtu prekovených dier spájkovacích plôšok
- Vyššia pracovná frekvencia (kratšie prívody súčiastok a vzdialenosti vôbec)
- Jednoduché osadzovanie dosiek pomocou automatov
- Vyššia spoľahlivosť, nižšia cena osadenej dosky. [7]

Z nástupom novej priemyselnej technológie vznikli nové medzinárodné skratky v obore elektrotechniky a elektroniky:

- SMT (Surface Mount Technology) = Technológia povrchovej montáže,
- SMA (Surface Mount Assembly) = Povrchová Montáž,
- SMD (Surface Mount Device) = Súčiastka pre povrchovú montáž.

Hlavným rysom metódy SMT je, že elektronické súčiastky, často miniatúrnejšie než doposiaľ bežne používané súčiastky a to buď úplne bez vývodov (ktoré v podstate predstavujú plošné kontakty), alebo s veľmi krátkymi vývodmi nových typov, sú osadzované automatickými strojmi a elektricky pripojované na povrch tzv. montážnych substrátov jedno alebo viacvrstvého prevedenia dosky plošných spojov (DPS). Týmto sa technológia SMT líši od bežného spôsobu montáže elektronických súčiastok vo funkčné celky na DPS s predvŕtanými, vyrazenými alebo pokovanými otvormi, do ktorých sú tieto súčiastky zasúvané, fixované a elektricky prepojené. Technológia SMT osádzania elektronických systémov a podsystémov je prakticky vhodná pre všetky typy elektronických súčiastok, t.j. pasívne ( kondenzátory, rezistory, indukčnosti, konektory) i aktívne sú-



čiasťky všetkých typov v diskreťnej i integrovanej podobe, zapuzdrené ale i tzv. otvorené.

Technologický postup SMT má niekoľko fáz:

- *Nanášanie spájkovacej pasty resp. lepidla* - slúžiaceho na vytvorenie kovového vodivého spoja medzi komponentom a DPS pretavením alebo predbežnú fixáciu komponentu na DPS v prípade lepidla.
- *Osadenie komponentov* - ručné osadenie alebo osadenie komponentov automatickými strojmi na DPS
- *Strojné spájkovanie* – súčiasťky sú trvale mechanicky fixované a elektricky prepojené niektorým zo známych alebo modifikovaných technologických procesov strojného spájkovania, prípadne pri použití vodivého tmelu alebo lepidla, ich vytvrdnutím,
- *Optická kontrola osadenia súčiasťok a spájkovaných spojov* – vizuálne alebo plne automaticky technickým zariadením na automatickú optickú kontrolu (AOI),
- *Testovanie* - elektronické celky testované, premeriavané a prevádzkanie výstupnej kontroly ich technických parametrov. [8]

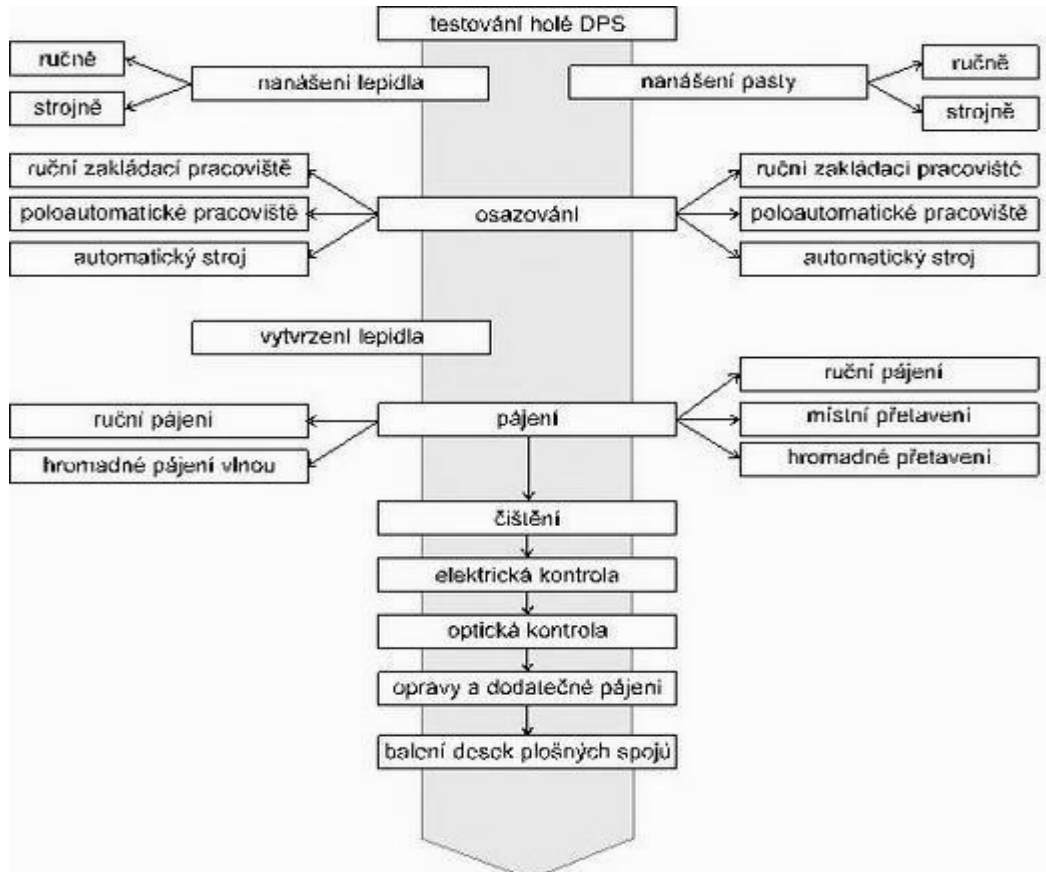
Zásadný obrat v montážnych technológiách nastal so zavedením novej technológie spájkovania *pretavením (reflow)* do sériovej výroby. Spájka je nanášaná na kontaktné plošky DPS vopred v podobe pasty (sieťotlačou, šablónou alebo dávkovačom). Do nej sú osadzované súčiasťky a nakoniec je takto osadená doska plošných spojov ohriata na teplotu, ktorá zaistí pretavenie spájky. Vzhľadom k tomu, že nie vždy máme k dispozícii všetky súčiasťky v prevedení pre povrchovú montáž, môže byť kombinované spájkovanie pretavením s ručným spájkovaním.

U zložitejších obvodov sa často používa zmiešaná montáž. Tu sú použité oba typy súčiasťtok. Pod podmienkou striktného dodržania pravidla osadenia SMD z jednej strany a klasickými súčiasťkami zo strany druhej je možno použiť *kondukčné* spájkovanie cínovou vlnou (*wave soldering*). Pri obojstrannej montáži SMD a jednostrannej montáži klasických súčiasťtok je nutné kombinovať pretavenie so spájkovaním cínovou vlnou.

I keď sa technika osadzovania DPS povrchovou montážou zavádza hlavne z dôvodov vyššej produktivity výroby zavedením osadzovacích automatov, presadzuje sa SMT stále viac i v prototypovej a malosériovej konštrukcii a tiež v amatérskej praxi.

Pre hromadné spájkovanie veľkých sérií DPS sa niekoľko rokov používa technológia spájkovania cínovou vlnou. Pri spájkovaní súčiastok pre povrchovú montáž pomocou tejto metódy je nutné súčiastky vopred na DPS prilepiť. [7]

Na obrázku č.3 je zobrazený prierez technológie montáže komponentov na DPS.



Obrázok 3 Technológia montáže

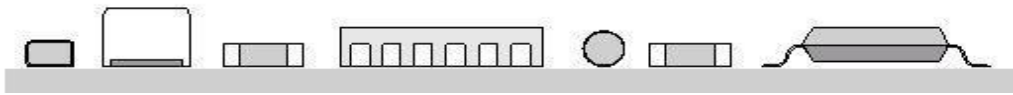
Zdroj: <http://www.smtcentrum.cz/fotogalerie/65/>

## 2.1 Technologické postupy SMT

Z hľadiska technickej realizácie výroby je kombinované osadzovanie najzložitejšou metódou montáže. Aj v tomto prípade je možná kombinácia klasickej technológie s SMD osadenými z jednej alebo oboch strán. Vývodové súčiastky sú spájkované vlnou. SMD na strane spájkovania môžu byť tiež spájkované vlnou ale odporúča sa použiť komponenty vhodné k ponoreniu do tekutej spájky.

- *osádzanie z jednej strany* - prvým výrobným krokom je aplikácia spájkovacej pasty na DPS. Najčastejšie sa používa sieťotlač cez šablónu alebo pomocou disperzera. Nasleduje osádzanie súčiastok prevádzané strojom, pracujúceho na princípe sekvenčného osádzania (pick & place – uchoť a polož) a môže spracovať celý sortiment súčiastok. Nasleduje spájkovanie pretavením ktorá spočíva v pretavení spájkovacej pasty pomocou zdroja tepelnej energie, napr. teplovzdušný ohrev alebo infračervené žiarenie.

#### SMT jednostranná DPS

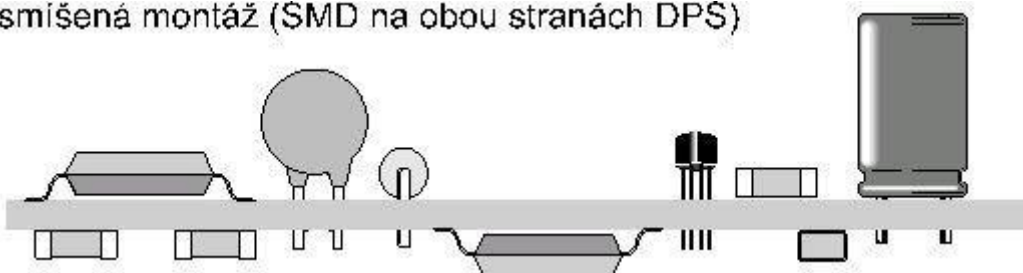


Obrázok 4 Jednostranná technológia osadzovania SMD

Zdroj: <http://www.smtcentrum.cz/fotogalerie/65/>

- *osádzanie z oboch strán DPS* - Používajú sa dva postupy osádzania oboch strán DPS. Prvým je montáž SMD po oboch stranách DPS. Nanesením spájkovacej pasty na stranu súčiastok DPS (strana TOP), osadením súčiastkami a prvým pretavením. Nanesením spájkovacej pasty na strane spájkovania DPS (strana BOT), osadením SMD a druhým pretavením. Teplotný profil spájkovania pretavením, musí byť nastavený tak, aby nedošlo k odspájkovaniu už zaspájkovaných SMD. [11]

#### smiešaná montáž (SMD na oboch stranách DPS)



Obrázok 5 Zmiešaná obojstranná technológia osadzovania

Zdroj: <http://www.smtcentrum.cz/fotogalerie/65/>

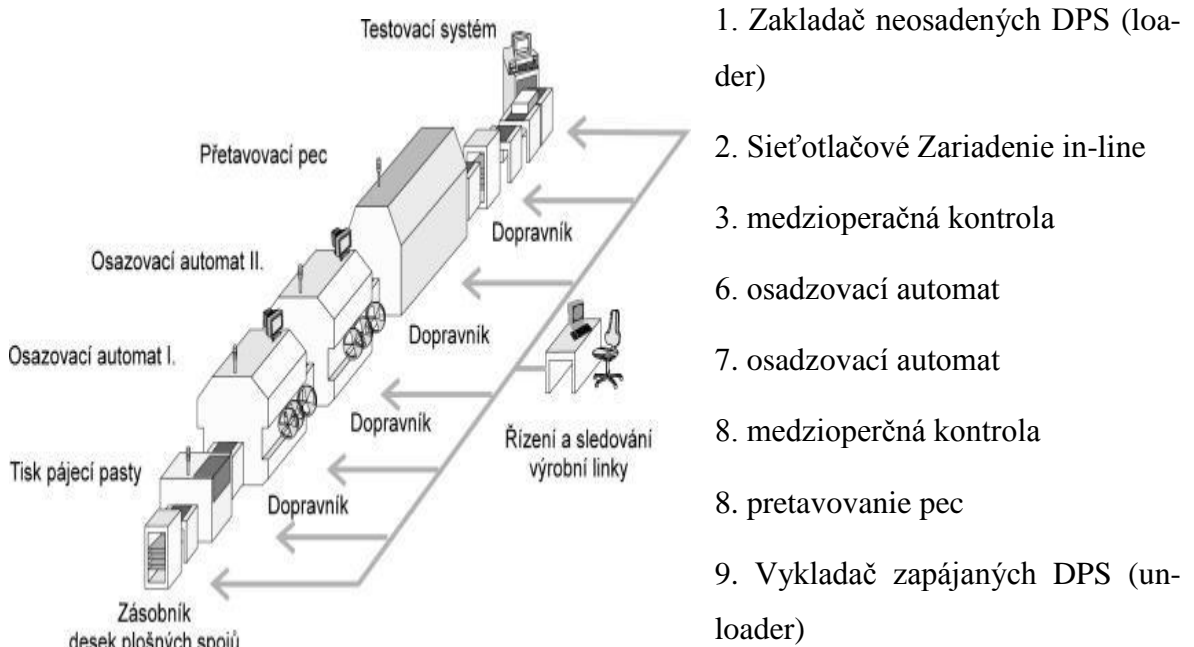
### 2.1.1 Komplexná montážna linka

Montáž súčiastok podľa vyššie uvedených postupov prebieha v technologických linkách. Zariadenia sú usporiadané logicky podľa typického technologického toku, ktorý si vyžaduje zodpovedajúci charakter výroby aj typ montáže. Neexistuje teda šablóna, podľa ktorej sa vykonáva konfigurácia výrobní linky. Cieľom je minimalizácia výrobných nákladov, maximálna kvalita produkcie aj maximálna efektivita procesu. Faktory, ktoré sa podieľajú na dosiahnutí týchto cieľov sú:

- Materiálové vstupy
- Úroveň technologického Zariadenia
- Technologický proces
- Organizačné schopnosti ľudí

Previazanosť týchto faktorov vo výrobných procesoch je nevyhnutná a je označovaná ako technologická integrácia. [11]

Usporiadanie jednoduchšej automatizovanej technologickej linky na povrchovú montáž vybavenú na spájkovanie pretavením:



Obrázok 6 Zostava SMD osadzovacej linky

Zdroj: <http://www.smtcentrum.cz/organizace-vyrobní-linky/organizace-vyrobní-linky/>

## 2.2 Spájka, tavidlá a spájkovaný spoj

Kovy môžu byť spojené mnohými technológiami, vrátane mechanického upevnenia, pomocou matice, skrutky alebo nitmi a hutníckym zvaraním a spájkovaním. Z týchto techník, metalurgické upevnenie poskytuje najlepšie elektrické a tepelno-vodivé vlastnosti a môže byť použité na vytvorenie vonkajšieho prostredia spoja, tesnenia okolo spojovacích kovov. Medzi hutníckymi technikami sa spájkovanie líši od zvarania v tom, že iba spojovací kov (spájka) sa roztaví a vytvorí väzbu. Pri zvaraní sa samotné spojované kovy spoja pri vysokých teplotách a vytvoria väzbu. Mäkké spájkovanie vyžaduje nízke teploty (do 400 °C) k roztaveniu spojovacieho kovu (spájky) a vytvoreniu spoja. Je to tiež hutnícka technológia s teplotným rozsahom praktickým pre spájanie elektronických zostáv. Relatívne nízke náklady na spájkovanie zliatin a jednoduchosť výroby urobili spájkovanie ekonomicky životaschopným procesom spojovania pre hromadnú výrobu v elektronike. Ako technológia spájajúca kovy pre elektronické zostavy, spájkovanie má mnoho výhod, vrátane nízkych pracovných teplôt, dobré elektrické a tepelno-vodivé vlastnosti tak, aby vydržali tepelno-mechanické a vibračné zaťaženie, a jednoduchú automatizáciu pre sériovú výrobu najrôznejších zostáv. [9]

Spájkovanie definujeme ako spôsob metalurgického spojovania dvoch kovov tretím roztaveným kovom- spájkou. Povrchové atómy základného kovu sa dostanú do styku s atómami roztavenej spájky v takej vzdialenosti, že sa vytvoria podmienky pre účinok adhézných a kohéznych síl (adhézia = priľnavosť, kohézia – súdržnosť). Súčasne dochádza k rozpusteniu a difúzii niektorých prvkov spojovaných materiálov. Vzniká tak medzifázové rozhranie medzi pevným a tekutým kovom. Vo väčšine prípadov vznikajú prechodové oblasti o určitej hrúbke, ktoré majú len mechanické, chemické a fyzikálne vlastnosti. [11]

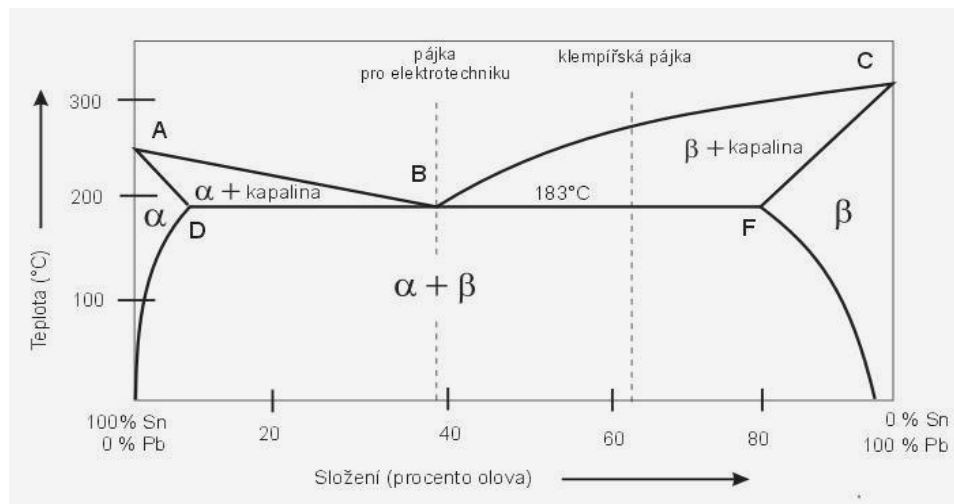
### 2.2.1 Kvalita spájkovaných spojov

Kvalita spájkovaných spojov osadených DPS patrí medzi najdôležitejšie činitele elektro-technickej výroby, Musí byť presne definované, ktorý spájkovaný spoj je prípustný a ktorý nie. Kritéria prípustnosti sú nutné ako pre optickú kontrolu vykonávanú pracovníkom tak pre automatickú optickú kontrolu kamerového, laserového, prípadne röntgenového zariadenia. Parametre pre spájkované spoje uvádzajú rôzne elektrotechnické normy ako napr. IPC-Sm-782.

### 2.2.2 Eutektická spájka a fázový diagram spájky

V elektrotechnickom priemysle je najčastejším materiálom pre vytvorenie elektrických spojov na osadených DPS spájka SN/Pb. Spájka predstavuje radu kovov a zliatin os nízkym bodom tavenia.

Zliatina je zmes dvoch alebo viacerých kovov. Väčšina zliatin sa vyrába v kvapalnej fáze a vytvára štruktúru počas tuhnutia. Pomer skladobných kovov a konečnú kryštalickú štruktúru zliatiny ovplyvňuje spôsob jej tuhnutia. Štandardné priemyselné zliatiny sú založené na systémoch, kde sú kovy v kvapalnom stave plne zmiešateľné. Vzájomná rozpustnosť kovov v kvapalnej fáze ešte ale nezaručuje, že kovy pri tuhnutí vytvoria homogénnu pevnú väzbu.



Obrázok 7 Fázový diagram spájky

Zdroj: [http://www.smtcentrum.cz/data/Images/galleries/big/eutekticka-pajka\\_128556967214.927.JPG](http://www.smtcentrum.cz/data/Images/galleries/big/eutekticka-pajka_128556967214.927.JPG)

Cín a olovo sú predstavitelia najbežnejšej skupiny dvojítých zliatin, tých, ktoré vykazujú čiastočnú vzájomnú rozpustnosť. Z toho dôvodu existujú dve oblasti fázového diagramu (alfa a beta), ktoré predstavujú jednotlivé fázy kryštalickej štruktúry v dôsledku horných medzí rozpustnosti pre cín a olovo, a pri prekročení olova v cínu. V prípade komerčných spájok nie sú tieto zliatiny relevantné.

Dve ďalšie zóny, ABC a BCF predstavujú oblasti, kedy je zliatina "kašovitá", inak povedané obsahuje ako tekutú, tak tuhú fázu. Oblasť BCF: kryštály kompozície beta sa budú tvoriť, zatiaľ čo zvyšok zliatiny je ešte kvapalný. Tieto kryštály budú narastať do dendri-

tických štruktúr do tej doby, než zliatina úplne stuhne. Potom bude zrnitá štruktúra pozostávať z beta dendritických jadier v alfa kryštálovej matici. Pretože alfa kryštály vznikajú prakticky okamžite, ako teplota zliatiny klesne pod 183 °C, majú tendenciu byť malé. Výsledná zliatina je známa ako hrubozrnná štruktúra (veľká beta, malá alfa) a má sklon byť mechanicky slabšia a so zlou elektrickou vodivosťou.

Napriek tomu má svoje využitie. Dobrým príkladom je klampiarska spájkovačka (34% Sn/66% Pb). V tomto prípade nie je elektrická vodivosť kritériom, a dlhodobjšia kašovitá fáza je výhodou pri výrobe spájkovaných škár.

Eutektická spájka je najvhodnejšia pre elektronický priemysel. Eutektická spájka (alebo zliatiny len pár percent od tohto bodu) je jedinou kombináciou, ktorá prechádza z kvapalnej fázy do fázy pevnej prakticky okamžite (bod B na diagrame). Rovnako má najnižšiu teplotu tavenia a to 183°C. Výsledná kryštalická štruktúra pozostáva z drobných zrn rovnakej veľkosti alfa a beta (pretože mala obmedzenú dobu k rastu) bez náznaku dendritických jadier, ktoré potenciálne znižujú pevnosť. Táto jemnozrnná štruktúra zároveň udržiava vysoký stupeň elektrickej vodivosti. [11]

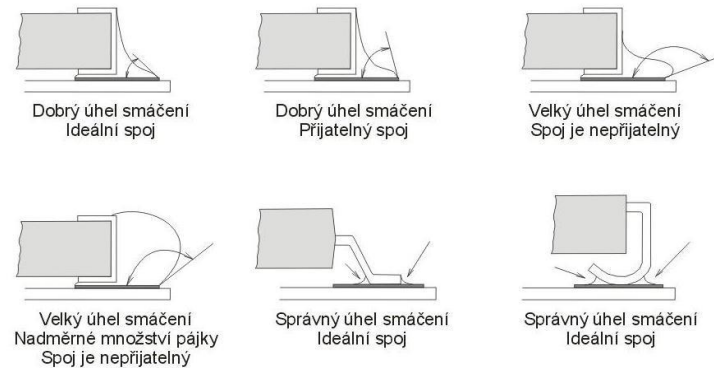
### 2.2.3 Technické požiadavky na spájkované spoje s SMD

Na charakter prípadných väd spájkovaných spojov má vplyv typ použitej technológie (spájkovanie vlnou, pretavením a ručné spájkovanie). Požiadavky na vlastnosti spájkovaného spoja SMD uvádza norma IPC-A-610.

Kritéria pre posudzovanie spájkovaného spoja:

- *Povlak spájky* – je rovnomerne lesklý na celej strane spoja. Povrch spájkovaného spoja musí byť hladký, neprerušovaný a pravidelný. Musí byť kovovo čistý bez kráterov, vrubov a trhlín.
- *Kužel' spoja* – musí byť uzavretý s konkávnou krivkou, stykový uhol ostrý.
- *Obrysy a hrany* – vývody musia byť znateľné

Pre všetky spájkované spoje SMD všeobecne platí, že spájkovaný spoj musí vytvoriť tvar ako na obr. 8.



Obrázok 8 Typy puzdier SMD

Zdroj:[http://www.smtcentrum.cz/data/Images/galleries/big/typy-pouzder-smd2\\_1275634028703.jpg](http://www.smtcentrum.cz/data/Images/galleries/big/typy-pouzder-smd2_1275634028703.jpg)

SMD s vývodmi mimo telo komponentu je možné spájkovať oboma metódami, spájkovaním cínovou vlnou i pretavením. Musia byť ale dodržané určité pravidlá návrhu DPS.

V bežnej praxi je možné spájkovať cínovou vlnou za splnenia podmienok vhodného návrhu DPS a súčiastok s rozstupom aspoň 0,635mm. Podľa výrobcov tzv., dutej vlny možno spájkovať dokonca súčiastky s rozstupom 0,4mm. Pri použití technológie pretavením je možné spracovať všetky súčiastky vyrábané v súčasnej dobe. Výnimku môžu tvoriť iba súčiastky, ktoré neznesú tepelnú záťaž spájkovania cínovou vlnou alebo pretavením. Tie sa musia spájkovať ručne, prípadne za použitia spájky s nižšou teplotou tavenia.

Kvalita spájkovaných spojov osadených DPS patrí medzi najdôležitejšie činitele elektro-technickej výroby, Musí byť presne definované, ktorý spájkovaný spoj je prípustný a ktorý nie. Kritéria prípustnosti sú nutné ako pre optickú kontrolu vykonávanú pracovníkom tak pre automatickú optickú kontrolu kamerového, laserového, prípadne röntgenového zariadenia. Parametre pre spájkované spoje uvádzajú rôzne elektrotechnické normy ako napr. IPC-Sm-782. [11]



### 2.3 Riešenie návrhu DPS

Táto problematika je obsahom Spoločnej normy pre elektrotechniku SNE 2151 – Obrázce spájkovacích plôšok pre povrchovú montáž. Pri tvorbe otláčkov puzdier SMD súčiastok je nutné správne definovať predovšetkým:

- Spájkovacie plôšky – je vhodné dbať na odporúčenie katalógových listov a aplikačných správ pre danú súčiastku respektíve typ jeho puzdra, kde spravidla býva uvedený vhodný rozmer a umiestnenie spájkovacích plôšok.
- Nespájkovacia maska – rozmer nespájkovacej masky, respektíve jej odstup od spájkovacích plôšok je daný triedami presnosti.
- Plocha pre nanosenie spájkovacej pasty – pre spájkovanie tavením sa musia nadefinovať plôšky, na ktoré bude nanosená spájkovacia pasta. Veľkosť plôšok pre spájkovaciú pastu sa odporúča zvoliť o 10 až 20% menšiu než je rozmer plôšok vo vrstve medi.
- Miesto pre lepidlo – pre spájkovanie vlnou je nutné nadefinovať miesto, kam bude metódou sieťotlače alebo dávkovačom nanosené lepidlo (u rozmernejších súčiastok niekoľko miest). Nanášanie dávkovačom je vhodnejšie, lebo veľkosť dávky je možné určiť výšku kvapiek lepidla pre každú súčiastku zvlášť.
- Referenčný bod – pre uchytenie súčiastky osadzovacím automatom. Tento bod sa spravidla stanovuje do geometrického stredu

Plocha vymedzujúca obrys súčiastky – tento obrys býva spravidla väčší než je vlastný rozmer súčiastok. Obzvlášť pri spájkovaní vlnou je nutné dodržať minimálne vzájomné odstupy súčiastok. Ich porušenie by mohlo znamenať, že niektoré spájkovacie plôšky budú v „tieni“ vlny a nebudú správne prispájkované. [7]

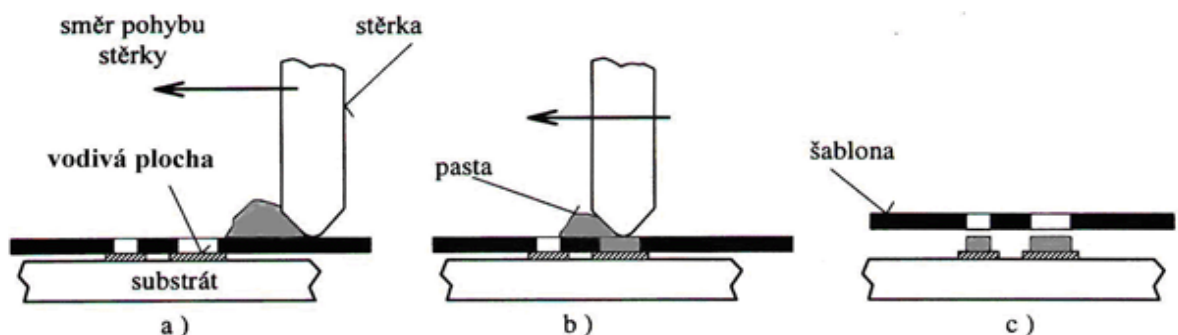
### 2.4 Nanášanie spájkovacej pasty

Reológia spájkovacej pasty má priamy vplyv na to, ako sa spájka chová počas tlače na DPS:

- ako rýchlo sa dostane do "fungujúcej" konzistencie,
- ako dobre vyplní otvory v šablóne,
- ako dobre sa chová na šablóne,
- ako dobre odoláva prepadu,
- rýchlosť ktorou môže byť nanášaná ... atď. [11]

### 2.4.1 Nanášanie spájkovacej pasty šablónou

Nanášanie spájkovacej pasty šablónou je svojou základnou podstatou obdoba sieťotlače. Rozdiel je v prevedení šablóny, ktorej motív určený na tlač je vytvorený v pevnom (tuhom) materiály, najčastejšie z ocele. Šablóna sa prikladá kontaktne priamo na substrát, takže hodnota odtrhu sa po celú dobu tlače rovná nule. Vlastný odtrh šablóny od substrátu (anglicky "snap-off") je vykonaný mechanickým pohybom, spravidla stola nanášacieho stroja, až po ukončení pohybu stierky a teda po nanosení pasty do voľného priestoru (motívu) v šablóne. Po odtrhnutí je pasta príslušného tvaru zodpovedajúceho nanášanému motívu prenesená na substrát. Z toho vyplýva, že tlačené motívy musia byť natoľko uzavreté plochy aby nebola narušená tuhosť šablóny. Rýchlosť odtrhnutia musí byť dostatočná preto, aby sa šablóna dobre oddelila od nanesej pasty a aby zostal zachovaný nanesený obrazec ( $\sim 10 \text{ mm/s}$ ). Tri postupné základné kroky pri nanášaní spájkovacej pasty na DPS šablónou sú znázornené obrázku. Pri samotnom nanášaní je šablóna uchytená do rámu podobne ako sito v prípade sieťotlače, a pasta je vtlačaná do otvoru šablóny. Rozdiel oproti sieťotlače je v tom, že šablóna je priložená priamo na substrát, takže výška nanesej vrstvy zodpovedá jej hrúbke.



Obrázok 9 Základný postup nanášania spájkovacej pasty nanášaním cez kovovú šablónu - a) stav pred tlačou; b) tlač pohybov stierky; c) konečný stav po tlači

Zdroj: <http://www.umel.feec.vutbr.cz/~vasko/multimedialni-ucebnice/depozice-a-osazovani/>

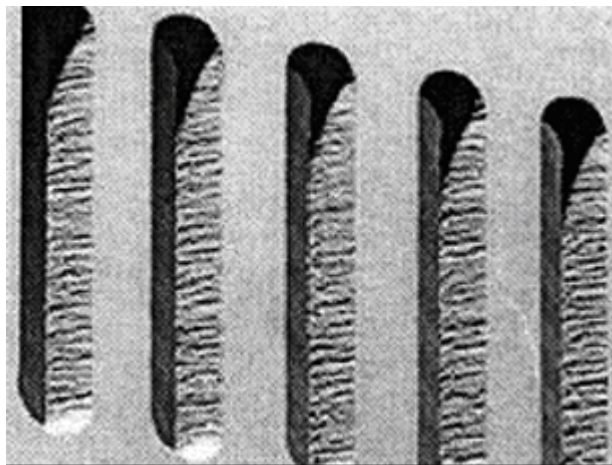
Veľkosť voľných plôch v šablóne (pri nanášaní spájkovacie pasty je súhlasná s veľkosťou spájkovacích plôšok) a hrúbka šablóny definuje množstvo nanesej pasty. Používané hrúbky šablón sa volia podľa veľkosti a usporiadania spájkovacích plôšok, a to od bežne používaného prevedenia s hrúbkou 0,15 mm (používa sa pri pasívnych komponentoch kvádrového a valcového tvaru, napr. kondenzátory, rezistory, a pod.), až po minimálne

hrúbky 0,1 mm (pre komponenty s veľmi malými spájkovacími plôškami ako sú napríklad "Fine Pitch", u ktorých je rozstup vývodov 0,5 mm a menej).

Pre výrobu šablón sa používajú predovšetkým nasledujúce technológie:

- chemické leptanie,
- elektro-galvanické nanášanie,
- polymérne,
- laserové rezanie.

Šablóny rezané laserom sú vyrábané známym princípom opracovania kovov úzkym laserovým lúčom kruhového tvaru ( YAG laser). Táto metóda ponúka vytváranie veľmi presných motívov o rozmeroch menších ako  $100\mu\text{m}$ , dosahovaná presnosť je  $\pm 10\mu\text{m}$ . Tento spôsob vytvára mierne kónický profil otvoru, s ohľadom na ostrenie zväzku do ohniska na hornej strane budúce šablóny (lúč mieri pri rezaní zospodu), čo je určitou výhodou, pretože umožňuje lepšie priechod pasty šablónou predovšetkým u úzkych tvarov motívov. Vnútorne strany šablóny niekedy bývajú ešte upravované elektrickým leštením (dosahuje sa presnosti až  $\pm 2\mu\text{m}$ ). Cena je závislá od počtu otvorov, avšak v porovnaní s leptanými maskami je výrazne vyššia. [13]



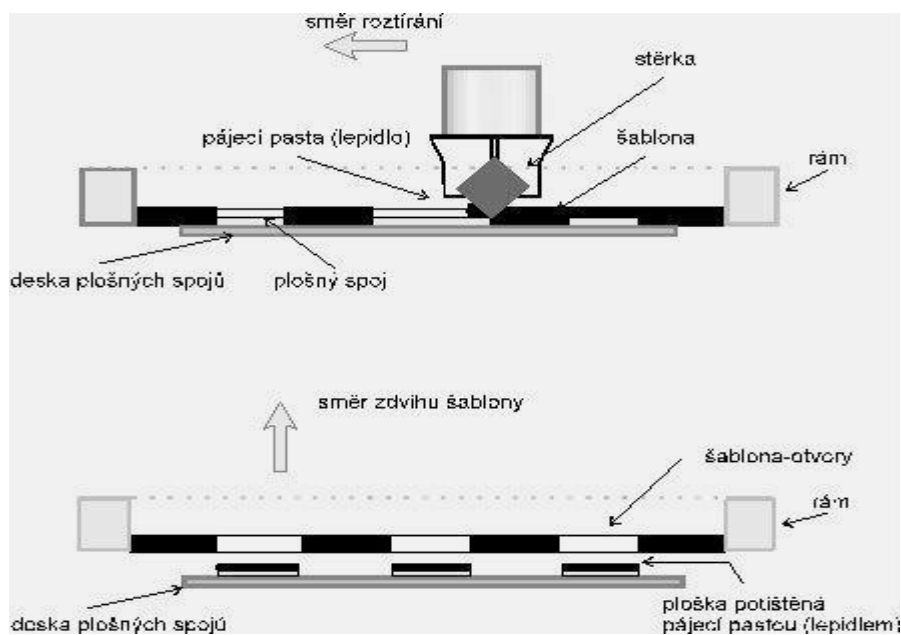
Obrázok 10 Laserom vyrezaná šablóna

Zdroj: <http://www.umel.feec.vutbr.cz/~vasko/multimedialni-ucebnice/depozice-a-osazovani/>

Ako popisuje M. Abel, pri tejto metóde sa vrstva pasty na jednej strane dosky plošných spojov nanáša jedným prechodom stierky. Stierka tlačí spájkovacia pastu cez kovovú šablónu, ktorá obsahuje obrazec, ktorý má byť vytlačený na dosku plošných spojov.

Stierka pretláča spájkovacia pastu cez otvory v šablóne na dosku plošných spojov. Kovová šablóna je buď pripevnená priamo k upevňovacím rámu, alebo je zalepená do rámu so sitom. Keďže kovové šablóny sú podstatne menej elastické než sitá, nedochádza k priehybu, tzn. šablóna plne spočíva na doske plošných spojov. Stierka je zhotovená z tvrdej gumy (prípadne z kovu), pretože pri použití mäkkých materiálov by dochádzalo k značnému oderu v ostrých rohoch výrezov.

Tlač cez šablónu. V prvej fáze sa šablóna presne priloží na dosku plošných spojov. Potom sa pasta rozotrie rovnomerným pohybom stierky. V poslednom kroku sa šablóna zdvihne (obr.11).



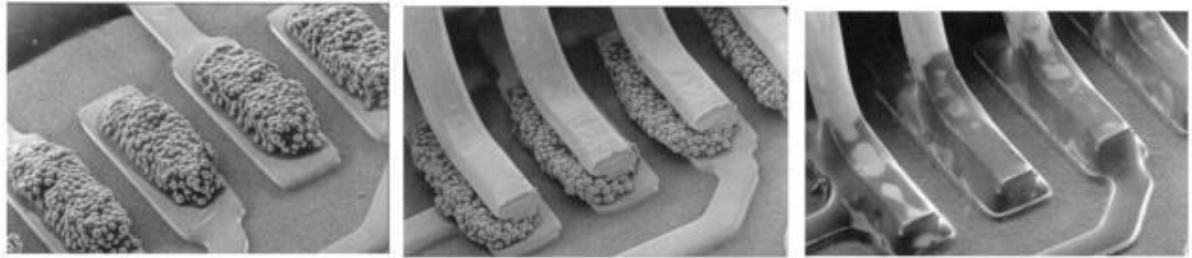
Obrázok 11 Tlač cez šablónu

<http://www.smtcentrum.cz/fotogalerie/76/>

Aby nedochádzalo k presakovaniu pasty pod šablónu a neskorším možným skratom a guľičkám spájky, musí spájkovacia maska dokonale sedieť na spájkovacích plôškach. Spájkovacia pasta sa tak nedostane pod úroveň spájkovacej plôšky. Nanesenie pasty na pozície komponentov fine-pitch je ťažšie, pretože relatívne malá plôška spájkovacej pasty vyžaduje relatívne veľkú výšku nanesej pasty. Môžeme zvoliť niekoľko riešení:

- *predĺženie plôšky* na zväčšenie povrchovej plochy a teda naniest' väčší objem pasty pre danú hrúbku šablóny. To samozrejme spôsobí nárast plochy dosky plošného spoja.

- redukcia výrezu plôšky na šablóne, napr. spájkovacie plôšky s rozstupom 0,3 mm, široké zvyčajne 0,2 mm, môžu byť nanášané šablónou s otvormi širokými 0,15mm.

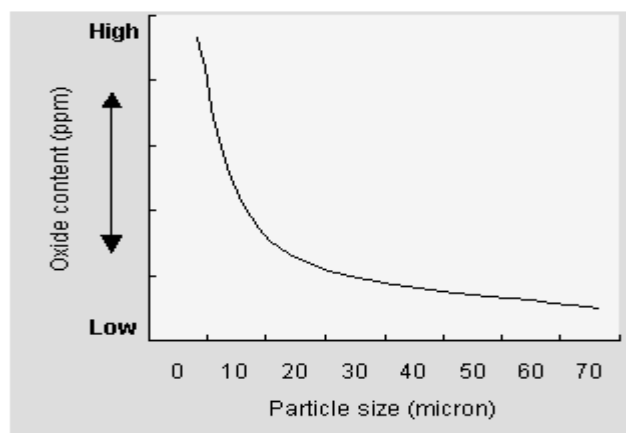


Obrázok 12 Tlač cez šablónu

Zdroj: <http://www.smtcentrum.cz/fotogalerie/76/>

Pri tlači jemných rozstupom vzniká nebezpečenstvo zalepenia šablóny pastou (z dôvodu povrchového napätia), pretože povrchová plocha stien otvoru šablóny je väčšia ako plocha spájkovanej plôšky. Riešenie tohto problému spočíva v správnej kombinácii pasty, geometrii spájkovaných plôšok a tvaru šablóny.

Rozmery otvoru šablóny pre jemný rozstup (fin pitch) musia byť také, aby najmenej polovica spájkovacích guľôčok presne pasovala do otvoru šablóny. Je nutné starostlivo vybrať pastu s prihliadnutím na prípadný obsah oxidov, pretože pasta s menšími guľôčkami má relatívne väčší povrch. Čím väčší povrch, tým viac vzniká oxidov. Rovnako sa nesmie zabúdať, že pasta zasychá. Ak zaschne malé množstvo pasty v rohu otvoru šablóny s jemným rozstupom počas výroby, bude to mať značný vplyv na nanášaný objem pasty. [11]



Obrázok 13 Závislosť medzi veľkosťou zrn spájky a ich oxidácií

Zdroj: [http://www.koki.org/Czech/pajeni\\_02.htm](http://www.koki.org/Czech/pajeni_02.htm)

## 2.5 Lepidlá pre SMD

Rôznorodosť technologických možností siaha od jednostranného osadzovania SMD až k hybridnému osadzovaniu vývodových komponentov a SMD komponentov po oboch stranách DPS. V súvislosti so spôsobom montáže a použitými spájkovacími technikami je nutné niektoré SMD komponenty upevniť na dosku plošných spojov pomocou lepidla. Pri spájkovaní vlnou je použitie lepidla nevyhnutnosťou. V procese spájkovania pretavením je použitie lepidla nutné v prípade prekročenia určitej medze hmotnosti komponentu, ak tento komponent je spájkovaný na strane BOT dosky plošných spojov. [11]

### 2.5.1 Požadované vlastnosti SMD lepidiel

Lepidlá používané v elektrotechnickej praxi možno rozdeliť na dve hlavné skupiny:

- *Elektricky vodivé* – používajú sa na vytvorenie vodivého spoja
- *Elektricky nevodivé* – ich primárnou funkciou je fixácia SMD na dosku plošných spojov. Používajú sa prevažne jednozložkové lepidlá na epoxidovej alebo akrylátovej báze. Tieto lepidlá sú vytvrdiviteľné približne po 5-10min. pri teplote 120°C. [11]

Kritériá pre klasifikáciu lepidiel SMT:

- *Charakteristické vlastnosti* – lepidlá musia byť farebné, aby boli dobre viditeľné a aby bolo možné lepšie testovať kvapky lepidla. Lepidlo sa plní do zásobníkov bez vzniku plynových bublín, aby mohli byť spracovávané dávkovacím zariadením.
- *Navlhavosť* – lepidlo nesmie navlháť. Pri navlhnutí by mohlo dôjsť k zmene povrchového odporu a podstatných elektrických vlastností elektrického obvodu na DPS.
- *Lepenie komponentov* – použité lepidlo musí zabezpečiť určitú silu prilepenia SMD k doske plošných spojov.
- *Spracovateľnosť* – na lepidlá sú taktiež kladené určité požiadavky, pokiaľ ide o ich spracovateľnosť. Skúsenosti ukázali, že je nutné dodržiavať skladovacie požiadavky, pokiaľ sa jedná o ich spracovateľnosť. Skúsenosti ukázali nevyhnutnosť dodržiavania skladovacích podmienok stanovených výrobcami lepidiel. Štandardne sa skladujú lepidlá pri teplote 5 -8°C, max. po dobu 6 mesiacov. Po nanosení lepidla na DPS sa vyžaduje jeho vytvrdenie približne do 8 hodín. V priebehu tejto doby musí byť trvalo zabezpečená dobrá spracovateľnosť. Komponenty je potrebné osadiť bezprostredne po nanosení lepidla. Pri kompenzácii nepravidelností výrobných

procesov musí lepidlo v SMT umožniť osádzanie zvyčajne do 3 hodín po jeho nanesení na DPS.

- *Opravitelnosť* – lepidlo musí umožniť opravu DPS a osadených komponentov bez ich poškodenia.
- *Ekologická bezpečnosť* – chemické zloženie lepidla nesmie mať negatívny vplyv na ľudský organizmus, pri styku pracovníka s lepidlo počas výrobného procesu. Ďalšou požiadavkou je nehorľavosť.

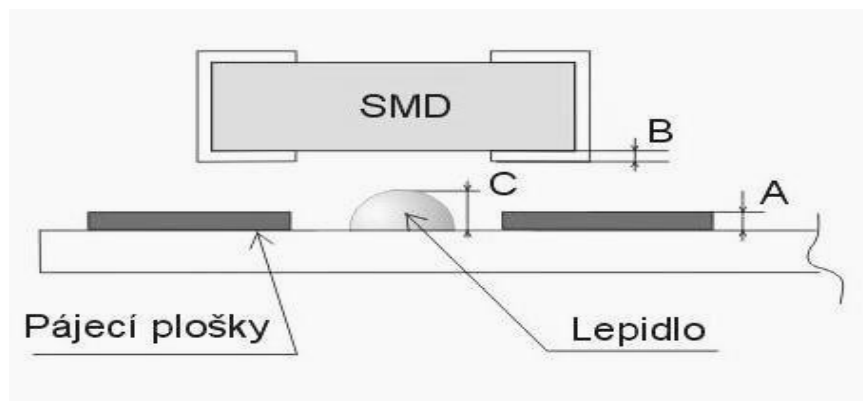
*Odolnosť voči teplotám pri spájkovaní* – je to základný predpoklad použitia lepidla v procese spájkovania.[11]

### 2.5.2 Nanášanie SMD lepidla

Pred nanesením lepidla nie je nutné DPS čistiť. Je však neprípustný kontakt DPS s holou rukou. V technológii povrchovej montáže sa najčastejšie využíva nanášanie lepidla na DPS pomocou dispenzera. Okrem dispenzera sa využíva technológia nanášania lepidla sieťotlačou alebo nanášanie pomocou kolíkov (pin-transfer). Nanášanie lepidla sieťotlačou, prípadne šablónou sa využíva pri jednoduchších motívoch a väčších sériách osádzania DPS. Technológia nanášania lepidla pomocou kolíkov je málo používaná pre svoju prácnosť a dostupnosť lepidiel v malých baleniach.

Proces dávkovania lepidla je charakterizovaný možnosťou prispôsobenia veľkosti kvapky lepidla nanesenej na DPS všetkým typom SMD.

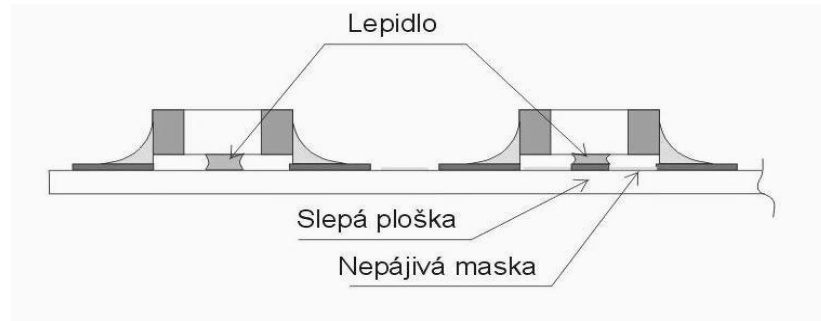
Výška bodky lepidla „C“ sa v ideálnom prípade rovná súčtu výšok metalizácií komponentu a vodivej plošky DPS: „ $C = A + B$ “



Obrázok 14 Ideálna výška kvapky lepidla pod SMD

Zdroj: <http://www.smtcentrum.cz/lepidla-pro-smd/nanaseni-lepidla/>

Zlepšením nanášania lepidla je umiestnenie slepej plôšky medzi spájkovanými plôškami. Tým sa nekuje metalická výška DPS „A“ a zníži sa nanášaný objem lepidla, čím postačí výška „B“ pre nanosenie lepidla. „ $C=B$ “



Obrázok 15 Slepá plôška pod SMD

Zdroj: <http://www.smtcentrum.cz/lepidla-pro-smd/nanaseni-lepidla/>

Spracovateľnosť lepidiel SMD sa mení podľa teploty, preto sa nanášacie zariadenie vybavené regulátorom teploty. Hlavnou podmienkou nanášania lepidla je absolútna čistota spájkovaných plôšok pod SMD od lepidla. [11]

## 2.6 Programovanie a osadzovanie komponentov SMD

Pred spájkovaním je potrebné SMD presne osadiť na určenú pozíciu na DPS. Komponent SMD musí s dostatočnou presnosťou bezpečne dosadnúť na spájkované plôšky. Na plôškach je nanosená spájkovacia pasta (spájkovanie pretavením) alebo je medzi plôškami nanosené lepidlo (spájkovanie vlnou) Požiadavka kvalitného osádzania narastá s počtom osadených komponentov. Osádzanie komponentov je možné pinzetou, manipulátorom alebo výkonným osadzovacím automatom. [11]

### 2.6.1 Kategórie osadzovania SMD

Vzhľadom k tomu že nikdy nie je dopredu známa požiadavka na osádzané SMD, je tiež dôležité kritérium pružnosť stroja pri osádzaní SMD.

Pre osádzanie SMD sa používa niekoľko metód, závislých predovšetkým na počte osádzaných prvkov. Proces osádzania môžeme rozdeliť na niekoľko metód:



- *Ručné osádzanie* - pracovisko pre ručné osádzanie umožňuje rukou vedené osádzovanie
- *Automatické sekvenčné individuálne osádzovanie* – programom riadený osádzovací stroj vyberá jednotlivé komponenty zo zásobníkov a osádza ich jednotlivito na DPS. Tieto systémy sú charakterizované značnou pružnosťou vzhľadom k množstvu a rôznorodosti prevedenia osádzaných komponentov. Systémy pre sekvenčné osádzanie jednotlivých komponentov pracujú na princípe dvoch rôznych úkonov. Táto metóda sa nazýva „pick – and – place“ (uchop a polož).
- *Automatické simultánne osádzovanie* – cieľom je dosiahnutie najvyššej možnej rýchlosti osádzania SMD. Špeciálna osádzacia hlava berie veľký počet komponentov naraz zo zásobníkových modulov a osádza ich všetky súčasne na DPS. Priestorové rozloženie komponentov v zásobníkových moduloch je totožné s rozložením na osadzovanej DPS. Rýchlosť osádzania simultánnych strojov je veľmi vysoká, avšak na úkor flexibility stroja.
- *Automatické sekvenčné / simultánne osádzovanie* – pri osádzovaní je určité množstvo komponentov podané naraz špeciálnou osádzovacou hlavou a potom postupne osádzané na DPS. Osádzovacie hlavy a DPS sa pohybujú voči sebe v pravých uhloch, v danom okamihu sa vždy sprístupní jedna osádzovacia pozícia, čím nasleduje osadenie príslušného komponentu na miesto.

V systémoch osádzania SMD je stúpajúca rýchlosť montáže sprevádzaná klesajúcou pružnosťou čo sa týka počtu, prevedenia a nastavenia komponentov, ktoré možno osádzať a tiež čo sa týka osádzania rôznych DPS. [11]



Obrázok 16 Vzťah medzi rýchlosťou a pružnosťou osádzovacích systémov

Zdroj: <http://www.smtcentrum.cz/data/Images/galleries/big/rozdeleni>

### 2.6.2 Presnosť osadzovania a jej opakovateľnosť

So zvyšujúcou sa intenzitou spracovania komponentov z malou rozstupom kontaktov (fine-pitch) a pasívnych prvkov 0402 (0201; 01005) narastajú aj požiadavky na vyššiu osadzovaciu presnosť. Na vyjadrenie presnosti systémov pre osádzanie SMD sa používajú nasledovné skutočnosti:

- *Presnosť osádzania* berie do úvahy odchýlku medzi skutočnou a cieľovou polohou súčiastok. Patria sem chyby určenia polohy v lineárnych osách, rotačné chyby osádzacích hláv, skrut portálového systému, chyby systému videnia a chyby vystredenia.
- *Presnosť stanovenia polohy* je spojená s rozdielom medzi skutočnou a cieľovou hodnotou lineárnych osí, prípadne polohy osádzacej dýzy. Chyby vycentrovania a rotácie sa neberú do úvahy. Skutočná poloha osadených súčiastok nie je deklarovaná v presnosti stanovenia polohy.

*Opakovateľnosť* berie v úvahu odchýlku od skôr nastavenej polôh, kedykoľvek je táto poloha nastavená. Odchýlka od danej cieľovej polohy nemá žiadny vplyv na opakovateľnosť. [11]

### 2.6.3 Činitele ovplyvňujúce presnosť osadzovania

Presnosť osádzania nie je jediným určujúcim prvkom presnosti osádzania stroja. Celkovú presnosť osádzania priamo ovplyvňujú taktiež:

- Tolerancia a skrut DPS
- Rozmerová presnosť komponentov

Ohnutie vývodov komponentov. [11]

### 2.6.4 Konštrukčné riešenia presnosti osadzovania

Vysokú presnosť osádzania spolu s vysokou dynamikou môžeme dosiahnuť iba vhodnými konštrukčnými opatreniami, pretože vysoké zrýchlenia spôsobujú skrútenie stola osádzacieho automatu, hnacích systémov, a osádzacích hláv, čím klesá presnosť osádzania. K dosiahnutiu vysokej presnosti napomáhajú konštrukčné opatrenia:

- Stabilný stôl osádzacieho automatu a torzne tuhé portály,
- Mechanicky stabilná konštrukcia osádzacej hlavy,

- Priame určovanie polohy meracím systémom s vysokou rozlišovacou schopnosťou pre určovanie polohy a uhlu otáčania,
- Dynamicky akostné prvky regulácie polohy a hnací systém pre všetky osy,
- Možnosť automatickej kalibrácie

Ďalším zabezpečením vysokej presnosti osádzania sú *systemy videnia* rozpoznávajúce polohu DPS a komponentu. [11]

### 2.6.5 Systémy videnia

V systémoch osádzania SMD sa zisťuje poloha značiek a komponentov na DPS opticky, pomocou systémov videnia. Obrazové dáta zosnímané CCD kamerami vyhodnocuje číslíkový systém spracovania obrazu. V súčasnosti sa využívajú pre nasledovné funkcie:

- *Určovanie polohy a natočenia osádzanej DPS* – funkciou je stanoviť presnú polohu DPS v osadzovacom stroji, na základe čoho stroj je schopný upraviť prepočty polohy osádzania súčiastok. Zameraním referenčných značiek na DPS a porovnaním s referenčným systémom súradníc a overení prípadnej deformácie DPS, systém videnia príslušným spôsobom upraví polohy osadenia.

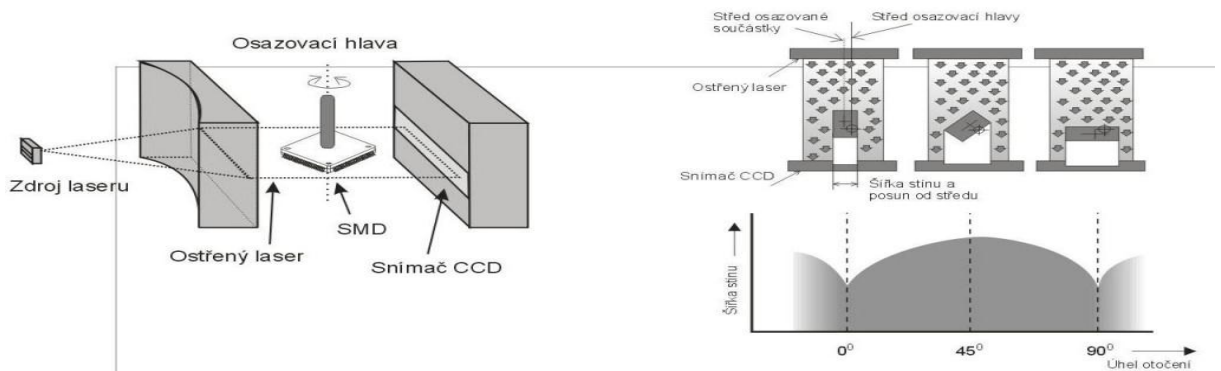


Obrázok 17 Referenčné značky DPS

[http://www.smtcentrum.cz/data/Images/galleries/big/09-rozpoznavani-polohy-desky-plosneho-spoje1\\_128453394578.081.jpg](http://www.smtcentrum.cz/data/Images/galleries/big/09-rozpoznavani-polohy-desky-plosneho-spoje1_128453394578.081.jpg)

Niektoré komponenty (napr. BGA) citlivé na vysokú presnosť osadenia na DPS majú pre zvýšenie presnosti osádzania svoje vlastné referenčné značky na DPS v tesnej blízkosti osádzaných pozícií.

- *Systémy centrovania komponentov – laserom* – komponent je umiestnený v priestore širokého svetelného lúča a vyhodnocuje sa veľkosť tieňa. Vyhodnocovací algoritmus je schopný presne určiť natočenie komponentu. Graf znázorňuje úroveň dopadajúceho svetla na svetelný snímač.



Obrázok 18 Princíp sledovania tieňa komponentu

[http://www.smtcentrum.cz/data/Images/galleries/big/vystredovani-souc\\_128532863014.016.JPG](http://www.smtcentrum.cz/data/Images/galleries/big/vystredovani-souc_128532863014.016.JPG)

- *Určovanie polohy a natočenia osádzaného komponentu – CCD kamerou* – osadzovacia hlava počas trasy s komponentom k osádzanej pozícii na DPS prejde miestom s kamerou, ktorá zosníma reálnu polohu komponentu. Pred osadením hlava prevedie prípadné natočenie vycentrovania komponentu v závislosti na zistenej polohe komponentu.
- *Určovanie miestnych referenčných značiek a komponentov fine-pitch*
- *Kontrolu typu puzdra komponentu*
- *Meranie rovinnosti fine-pitch komponentov.* [11]

### 2.6.6 Rýchlosť osadzovania

Dôležitým faktorom nie je dosiahnuteľná maximálna rýchlosť podľa technických parametrov stroja, deklarovaných výrobcom. Je to rýchlosť osádzania ktorú možno skutočne dosiahnuť v praxi a ktorá zahŕňa i doby potrebné na dopravu DPS, rozpoznanie polohy, zme-

nu výroby, doplňovania komponentov a doby prestojov pri poruchách. Jedným z faktorov ovplyvňujúcim rýchlosť osádzania DPS môže byť optimalizácia usporiadania DPS.[11]

### 2.6.7 Programovanie osadzovacích automatov

Informácie v programe potrebné pre funkčnosť osadzovacieho stroja:

- Ref-des – pozícia komponentu na DPS, súradnice  $x$  a  $y$
- Pozícia zásobníku komponentu v stroji a jeho typ
- Informácie o komponentoch – tvar, názov
- DPS origin – počiatočný bod od ktorého sa odčítajú hodnoty súradníc  $x$  a  $y$  pre osádzané komponenty.

Ďalším krokom je vytvorenie databázy komponentov – typ puzdra, orientácia, rotácia pri osadení.

| Place                               | Pick                                | Tool                                | Glue                     | Pattern                  | Size                     |
|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

Obrázok 19 Programovanie osadzovacích automatov

[http://www.smtcentrum.cz/data/Images/galleries/big/programovani-osazovacich-automatu3\\_1275909677618.jpg](http://www.smtcentrum.cz/data/Images/galleries/big/programovani-osazovacich-automatu3_1275909677618.jpg)

Principiálne poznáme dva spôsoby programovania:

- Ručné programovanie – programovanie na osadzovacom stroji za pomoci reálnej DPS

Prenos CAD dát – súradnice o DPS a osádzaných komponentoch sa prenesú priamo do riadiaceho programu osadzovacieho stroja

## 2.7 Technológie spájkovania SMD

Spájkovaním spájame dva kovy tretím za pôsobenia prenosu tepla rôznymi technológiami.

V zásade sa jedná o tri spôsoby vedenia tepla:

- *Kondukcia* – prenos tepla vedením, teplo postupuje pevným telesom bez zjavného premiestňovania molekúl
- *Radiácia* – žiarením, teleso vyžarovaným elektromagnetickým žiarením ohrieva svoje okolie
- *Konvekcia* – pretavením (*reflow*), prenos tepla v kvapaline resp. plyne. Prírodným alebo mechanicky vyvolaným (ventilátory) prúdením teplého plynu – kvapaliny

Najpoužívanejšie technológie spájkovania v súčasnosti sú *konvečné a kondukčné* spájkovanie. [11]

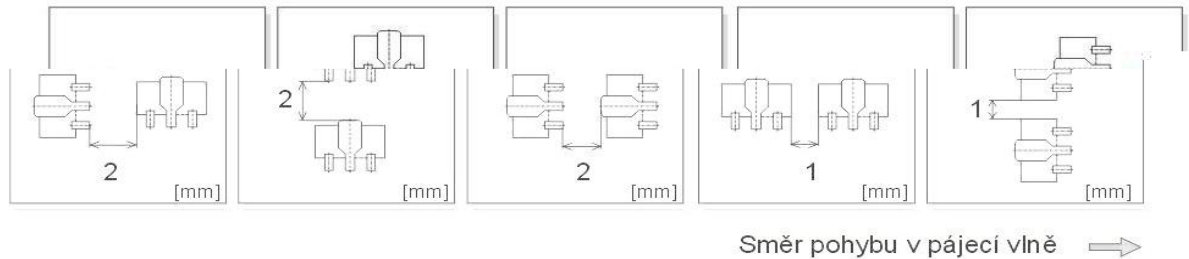
## 2.8 Kondukčné spájkovanie cínovou vlnou

Táto technológia sa v súčasnej dobe používa i pre spájkovanie DPS osadených SMD komponentmi pri zmiešanej alebo i výhradne SMD montáži.

Pri jej aplikovaní je dôležité pamätať hneď na niekoľko aspektov, ako napr. *hustota, výška a sklon* osádzaných komponentov a prípadný *pred ohrev* spájkovaného celku, ktoré ovplyvňujú správanie vlny po prechode cez komponenty. Problémom pri spájkovaní vlnou je taktiež vytváranie skratových mostov medzi jej jednotlivými spojmi. Vzhľadom k tomu, že počas procesu spájkovania vo vlně sú SMD komponenty ponorené do roztavenej spájky pri teplote 260°C, metóda spájkovania vlnou sa vyznačuje veľkým teplotným gradientom, kedy dochádza k tzv. *šoku* komponentov. Tomu možno predísť opäť pred ohrevom DPS. [8]

Vznik nežiadúcich javov, *tieňový efekt a tvorba skratov*: ak sú na DPS umiestnené komponenty s určitou výškou, dochádza z pohľadu smeru priebehu vlny v priestore za nimi k tvoreniu tzv. *hluchých miest*, t.zn. miesta ktoré niesú v styku s dostatočným množstvom spájky. To sa dá eliminovať použitím dvojitej vlny. Pre úplné potlačenie tieňového efektu je nutné upraviť veľkosť spájkovaných plôšok na tieňovej strane a hlavne dodržať minimálnu vzdialenosť komponentov v závislosti na orientácii komponentov vzhľadom na

smer pohybu vlnou. Na vzdialenosť komponentov vplyva i výška samotných komponentov.



Obrázok 20 Doporučenie vyplývajúce zo spôsobu a smeru spájkovania vlnou

Zdroj:<http://www.smtcentrum.cz/navrh-desek-plosnych-spoju/doporuceni-vplyvajici-ze-zpusobu-a-smeru-pajeni-vlnou/>

Tvorba skratov predstavuje nežiadúce vodivé spojenie prevažne medzi vývodmi komponentov s menšou rozstupom – *fine-pitch* ( pod 50 milov). V technológii povrchovej montáže sa jedná o najčastejší druh nezhody. [7]

Vzhľadom k smeru spájkovania vo vlně je potrebné vziať do úvahy orientáciu súčiastok, smer vodičov plošných spojov a medzery medzi jednotlivými prvkami SMD:

- Rozloženie vodičov na strane dosky plošných spojov spájkované vlnou tak, aby nevznikali premostenia spájky. Vodiče orientovať prevažne pozdĺžne v smere spájkovania ( nie je nutné dodržať pri použití nespájkovej masky).
- Výška komponentov na strane spájkovania vlnou podľa použitého zariadenia (napr. max 9,5 mm).

Na stranu spájkovania vlnou neumiestňovať pokovované otvory pod súčiastky. Pri použití pokovovaného otvoru pod prvkom SMD hrozí veľké nebezpečenstvo vniknutiu tavidla počas procesov spájkovania. Takto situované tavidlo takmer nemožno vyčistiť. V budúcnosti môže spôsobiť koróziu. Použitie tzv. bez oplachových tavidiel nie je relevantným východiskom. [15]

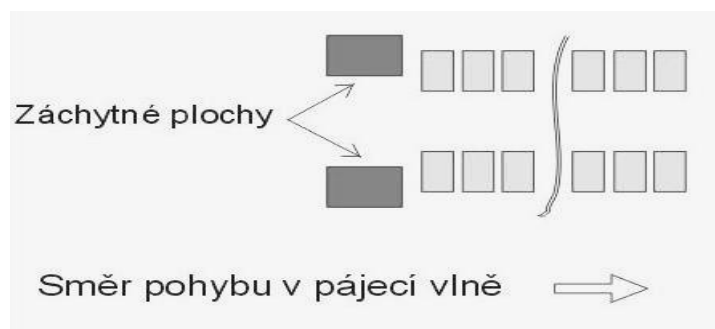
Kvalita spájkovacieho procesu pri spájkovaní vlnou závisí od viacerých faktorov:

- vhodnom návrhu plošného spoja s ohľadom na použité prvky, t.zn. súčiastky, ktoré sa majú spájkovať. To si vyžaduje určité znalosti od konštruktéra z oblasti použitej technológie,

- stanovenie optimálneho procesu spájkovania. Tu je potrebné určiť jednotlivé technologické operácie v procese spájkovania s ohľadom na veľkosť spájkovaného spoja, hustoty integrácie plošného spoja, použité technológie (klasická, SMT alebo zmiešaná) a spracovávaných súčiastok,
- vypracovanie vhodných kontrolných metód pre kontrolu kvality plošného spoja a spájkovaných prvkov. Tento bod v súčasnej dobe je dosť diskutabilný. Kvalita súčiastok a ostatných dielov je na vysokej úrovni. Veľmi dobrú kvalitu možno dosiahnuť aj výberom dobrého a spoľahlivého dodávateľa a spracovaním spájkovaných prvkov v záručnej dobe. Odporúča sa kontrolovať iba staršie spracovávané prvky a prvky vlastnej výroby. [14]

Za plôšky integrovaných obvodov je vhodné umiestniť tzv. záchytné plôšky. Experimentálne sa zistilo, že skraty, ktoré vznikajú pri spájkovaní integrovaných obvodov, sa najviac prejavujú na poslednom páre vývodov v smere spájkovania. Zdôvodnenie je jednoduché: spájka postupne zmáča všetky vývody, bohužiaľ na poslednej plôške má tendenciu urobiť kvapku - dochádza k miernemu hromadeniu spájky čím môže dôjsť ku skratu dvoch posledných plôšok. Ak sa pridá ďalšia, *slepá plôška*, spájka sa nahromadí na nej.

Odporúča sa zvoliť iný tvar slepých plôšok ako je tvar plôšok pre integrovaný obvod, aby nedošlo k nesprávnemu osadeniu. Väčšieho puzdra QFP sa odporúčajú natočiť o 45 °. [11]



Obrázok 21 Smer spájkovania Dps vo vlne

Zdroj:<http://www.smtcentrum.cz/navrh-desek-plosnych-spoju/doporuceni-vplyvajici-ze-zpusobu-a-smeru-pajeni-vlnou/>



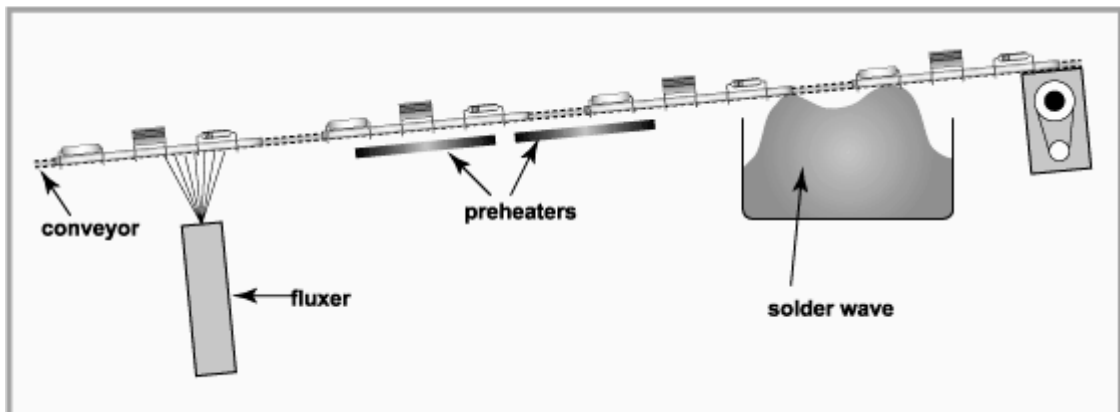
### 2.8.1 Operácie pri spájkovaní cínovou vlnou

Samotný proces spájkovania na vlnu nepredstavuje len zmáčanie objektov na spájkovanie, ale je nutné ich zahriať, spájka musí byť roztavená a je potrebné odstrániť nežiadúce oxidy.

Jednotlivé operácie:

- *Aktivácia spájkovaných prvkov* - najskôr je potrebné vhodne pripraviť všetky predmety na spájkovanie tak, aby prebehlo čo najlepšie. Základný problém je obmedzenie vplyvu oxidov, ktoré vznikajú ako na povrchu cínového kúpeľa, tak sú prítomné na spájkovaných prvkoch,
- *Predohrev* dosky plošných spojov s komponentmi na teplotu okolo 100 ° C, aby nedošlo k nežiaducemu šoku pri kontakte dosky s roztavenou spájkou,
- *Vlastné spájkovanie* vlnou, tzv. spojenie dvoch kovov (komponent a vodivý spoj dosky plošných spojov) roztaveným kovom - spájkovacou zliatinou.

Konštrukčne musia všetky zariadenia pre jednotlivé operácie spĺňať podmienky požiarnej bezpečnosti a hygieny práce. To znamená, mať vhodný odsávací systém alebo filtre, ktoré zaisťujú dokonalý odvod splodín zo zariadenia. Prevádzková miestnosť by mala byť podľa toho upravená. Je potrebné mať na pamäti, že sa tu pracuje s horľavinami a teplota v zariadení dosahuje až 260°C. [11]



Obrázok 6 Zloženie spájkovacej vlny

Zdroj: [http://www.ami.ac.uk/courses/topics/0225\\_wave/](http://www.ami.ac.uk/courses/topics/0225_wave/)

### 2.8.2 Aktivácia spájkovaných prvkov

Aktiváciu spájkovaných prvkov môžeme prevádzať niekoľkými spôsobmi:

- *Chemická dezoxidácia* – najčastejší spôsob aktivácie prvkov pomocou tavidiel pri teplote okolo 250°C. Tavidlo na DPS sa aplikuje po celú dobu procesu spájkovania vo forme jednotnej tenkej vrstvy s konštantnou hustotou pomocou dávkovača (*vl-  
nový, penový, nástrekový a ultrazvukový*),
- *Dezoxidácia ultrazvukom* – vlastná spájkovacia zliatina sa musí pred oxidáciou chrániť interným plynom,
- *Dezoxidácia plazmou* – technológia ionizovaných častíc plynov. [11]

### 2.8.3 Predohrev

Optimálny predohrev musí zabezpečiť aby tavidlo bolo lepkavé, nie mokré a tekuté, ale ani suché a tvrdé. K dosiahnutiu optimálneho predohrevu je potrebné dodržať:

- *Pomalý a rovnomerný nárast* teploty predohrevu
- *Zamedziť poškodeniu* spodnej strany DPS
- Dôsledkom nedosiahnutého predohrevu je *odplyňovanie tavidla*, čím sa spájke zabráni dosiahnutie plochy spoja. [11]

Väčšina systémov poskytuje zvyčajne teplo zosrodu pomocou infračervených žiaričov. Pre prvú fázu predohrevu, sú panely spoločné. Jedná sa o horúce dosky alebo tyče. Pre intenzívnejší ohrev sa zavádzajú novšie kremíkové výbojky ako infračervené žiariče, ktoré sú často uprednostňované z dôvodov:

- Sú ľahko ovládateľné a poskytujú vysoký tepelný výkon
- Majú veľmi krátku dobu odozvy, takže môžu byť zapnuté iba v prípade potreby, čo znižuje prevádzkové náklady
- Rýchla odozva a programovateľnosť je výhodná pre systémy, ktoré potrebujú často meniť ohrev jedného výrobku na druhý - stroje môžu byť naprogramované tak, aby sa parametre menili medzi jednotlivými spájkovanými DPS.
- Možnosť umiestnenia ohrievačov so skleneným krytom, čo zjednodušuje čistenie
- Ľahká vymeniteľnosť [9].

## 2.9 Konvekčné spájkovanie pretavením „reflow“

Spájkovanie pretavením je ďalším významným typom spájkovania. Princíp je opačný ako u spájkovanie vlnou alebo ručného spájkovania kontaktným nástrojom, kedy sa roztavený spájkovací materiál privádza na spájkované miesto. V technológii spájkovania pretavením sa najskôr naniesie spájkovacia materiál na spájkované miesto a potom pôsobením tepelnej energie dochádza k pretaveniu spájkovacieho materiálu. Dôležitým faktorom pre kvalitu spájkovania je nielen voľba správnej metódy a stroje, ale aj spájkovacieho materiálu - spájkovacej pasty.

Technológia osadzovanie do pasty patrí medzi najperspektívnejšie technológie v SMT. Tu je možné spracovať jemné rozstupy (až 0,3 mm). Technológia nevyžaduje žiadne špeciálne postupy pre ochranu súčiastok proti vniknutiu tavidla, žiadne spájkovacia rámčeky, atď. spájkovacími materiálom je tu spájkovacia pasta. Keďže je spájkovacia pasta cca 10-krát drahšie ako rovnaké množstvo spájky v tyčiach, je táto technológia preferovaná u náročnejších výrobkov. Väčšina dosiek s vyššou technologickou úrovňou je dnes spracovávaná "do pasty". Parametre spájkovacie pasty sú kľúčovým prvkom na dosiahnutie bezproblémového spájkovania s dostatočnou kvalitou. [11]

Kolísanie teploty počas reflow spájkovanie musí byť kontrolované a optimalizované. Cieľom je zabezpečiť vysokú kvalitu spájkovaného spoja. Typický reflow profil môžeme rozdeliť na :

- predohrev,
- zmáčanie,
- pretavnie,
- chladiace zóny.

Každá zóna má svoj vlastný ohrev, vlastnosti a rýchlosť. Predohrev býva stanovený od 100 °C do 150 °C, s teplotným gradientom všeobecne 2 až 4°C/sek., pre minimalizáciu tepelných šokov, aby sa dosiahlo spoľahlivé spájkovanie. Zmáčanie sa nazýva niekedy i pre-flow zóna. Hlavným cieľom tejto fázy je úplne vysušiť spájkovaciu pastu a aktivovať tavidlo. V zóne pretavenia sa spájkovacia pasta skutočne topí a úplne tvorí spoj. Správne pretavenia vyžaduje teplotu o 20°C vyššiu, ako je teplota topenia, pre dobre spájkovaný spoj. Doba, na ktorú spájka zostáva nad teplotou topenia pasty sa nazýva čas zmáčania, a je zvyčajne 30 až 60 sekúnd, pre väčšinu pást. Ak je doba zmáčania prekročená, môže nad-

merný ohrev spôsobiť nežiadúcu krehkosť spoja. Avšak, skutočná šírka pásma je závislá na mnohých faktoroch, vrátane spájkovacej pasty, na typoch komponentov a DPS.[9]

## 2.10 Kontrola spájkovania DPS

Požiadavky kvality sú v elektronickom priemysle určené rôznymi normami a predpismi.

V „*IPC-A-610D*“ uvádza zjednotené kritéria kvality pri rozlišovaní zhody a nezhody.

Norma popisuje i triedy kvality:

- **Trieda 1:** Obecná elektronika,
- **Trieda 2:** Priemyslová elektronika,
- **Trieda 3:** Vysoko-spoľahlivá elektronika.

Sled výrobných operácií v technológii osadzovanie a spájkovanie dosiek plošných spojov a medzioperačnej kontroly:

- *Vstupná kontrola*

Na začiatku výroby je nutná kontrola všetkých komponentov výrobkov. Kontrola prebieha podľa vnútropodnikových smerníc. Napr. u elektrických súčiastok sa kontrolujú mechanické rozmery a elektrické menovitej hodnoty. Podľa počtu výrobkov prebieha aj spôsob kontroly, napríklad u sériovej výroby sa nekontrolujú všetky kusy, ale náhodným výberom podľa zadaného kľúča len niekoľko kusov. Ak z náhodne vybraných komponentov určitý počet nevyhovie predpisom, je celá dodávka vrátená dodávateľovi. Vstupná kontrola by mala byť vykonávaná nezávislým orgánom.

- *Optická kontrola - pred reflow*

Táto medzioperačná dielenská kontrola má nasledovať ihneď po osadení a v mnohých prípadoch je vykonávaná pracovníkom, ktorý DPS osadil, a to ručne alebo strojovo. Pracovník kontroluje úplnosť osadených súčiastok.

- *Optická kontrola – po reflow*

Tretia kontrola nasleduje hneď po spájkovacom procese. Kontrola má za úlohu zistiť kvalitu spájkovaných spojov, skraty alebo nezaspájkované súčiastky a prítomnosť všetkých súčiastok (napr. porucha spôsobená odplavením súčiastok). U optických kontrol je potrebné si uvedomiť, že je ovplyvnená ľudským faktorom.

- *Kontrola vlastných funkcií jednotlivých DPS*

Nastavenie požadovaných parametrov na špeciálnych jednoúčelových prístrojoch alebo jednotlivých meradlách po odstránení všetkých väd (technologických, funkčných), skratu, zamenených súčiastok, chybných súčiastok, chýbajúcich súčiastok, atď.

- *Závěrečný funkčný test zostavy*

Nastavenie a kontrola všetkých požadovaných technických parametrov celku. Prípadné opravy jednotlivých DPS nezachytených 4. kontrolou. Závěrečný funkčný test zostavy.

- *Výstupná kontrola*

Teraz je zmapované celá technológia výroby. Ako už bolo povedané, nie je možné vyrábať bez chýb. Prehľad výrobných vad', alebo aj vad', spôsobených technológiou a jej nedokonalostí, uvádzajú nasledujúce prehľady. [16]

## **II. PRAKTICKÁ ČASŤ**

### 3 PREDMET ČINNOSTI SPOLOČNOSTI NEWAYS SLOVAKIA A.S.

Neways Slovakia a.s. je súčasťou nadnárodného holdingu NEWAYS Electronics International N.V. Zaoberá sa výrobou v elektrotechnickom priemysle, konkrétne elektromechanická montáž, osadzovanie a spájkovanie doskových plošných spojov, montáž káblových zväzkov, montáž skupín a podskupín elektronických zostáv a systémov pre automobilový, telekomunikačný, vojenský, zdravotný a ostatný priemysel. Neways Electronics International N.V. má výrobné závody v Európe a v Ázii. V roku 2007 odkúpil holding Neways celý podiel spoločnosti Neways Slovakia a.s. a stal sa výhradným vlastníkom Neways Slovakia a.s..



Obrázok 23 Hlavná budova spoločnosti NEWAYS

#### 3.1 Procesy Neways Slovakia a.s.

Procesy vstupujúce do výroby SMD v NSK

- Spracovanie podkladov k dokumentácii TVD
- Príprava materiálu do výroby
- Procesy SMD – procesy povrchovej montáže komponentov
- Procesy THT – procesy montáže komponentov cez vodivé prechody DPS
- Touch-up – kontrola a čistenie spájkovaných kontaktov DPS
- Testovanie DPS
- Balenie a expedícia

## 3.2 Spracovanie TVD

Spracovanie TVD a technologických podkladov dodaných od zákazníka vykonávajú v Neways Slovakia a.s. pracovníci oddelenia EN na základe zákazkového listu - objednávky, vydaného LOG. Základom je dokument "Technologický popis výrobku". Na jeho prvej strane QF 66 Technologický popis výrobku - Krycí list sú zaznamenané všetky potrebné údaje o výrobku, t.j. názov výrobku, identifikačné číslo výrobku, číslo výtlačku, číslo revízie, vykonané zmeny,...

Zoznam dokumentov potrebných pre výrobu na divízii DPS :

- výrobný postup s uvedením normy času - technický dokument obsahujúci identifikačné údaje a pracovný predpis pre zhotovenie vyrábaného produktu,
- rozpiska materiálu všetkých podzostáv pre jeden kus výrobku – receptúra
- technické výkresy – dokument, ktorý zobrazuje tvar výrobku alebo časti zostavy výrobku, určuje toleranciu komponentu, rozmer a ďalšie technické podmienky,
- montážny predpis, ak je špecifikovaný zákazníkom
- baliaci list, ak je špecifikovaný zákazníkom
- rozpiska materiálu pre zákazku ( na danú objednávku)
- testovací predpis, ak sa testovanie vyžaduje (zabezpečí oddelenie testovania)

Rozsah TVD je daný zložitou výrobku. Ak je podkladom pre vytvorenie TVD technická dokumentácia od zákazníka, potom táto musí obsahovať minimálne technický výkres, rozpisku materiálu pre jeden kus, prípadne ďalšie technické špecifikácie. Ak sa jedná o výrobu pre zahraničného zákazníka, sú podklady v cudzom jazyku, príslušný technológ zabezpečí preklad potrebných častí do slovenského jazyka. Štruktúra a formát TVD spracovanej v informačnom systéme BAAN je daná aktuálnym nastavením informačného systému BAAN. EN zodpovedá za jej zrozumiteľnosť, kompletnosť a preloženie vybraných častí do slovenského jazyka.

### 3.2.1 Výrobný postup s uvedením normy času

Výrobný postup je technický dokument obsahujúci identifikačné údaje a pracovný predpis pre zhotovenie vyrábaného produktu.

- Pokiaľ sa operácia skladá z niekoľkých úkonov, zapisuje sa každý úkon na samostatný riadok pod seba.



- Všetky režijné operácie, (príprava materiálu, kontrola) sa uvádzajú v technologickom postupe s číslom operácie..
- Súčasťou výrobného postupu je stanovenie kontroly.
- Časové údaje pre výrobné operácie konkrétnej objednávky sú vytlačené zo systému BAAN na samostatnom liste. Hodinová norma konkrétnej operácie je uvedená vo výrobnom postupe.

### 3.2.2 Príprava materiálu do výroby

Príprava materiálu sa riadi rozpiskou materiálu pre zákazku ( na danú objednávku) - . Jej hlavnou úlohou je na základe receptúry stanoviť požadované množstvá použitých komponentov pre konkrétnu zákazku. Rozpiska materiálu obsahuje všetky použité komponenty pre dané množstvo výrobkov v objednávke i aktuálny stav materiálu v skladovom hospodárstve. Okrem názvu súčiastky, skladového čísla a čísla výkresu môže uvádzať ďalšie údaje, ako je napríklad doporučený dodávateľ, objednávkové číslo u tohto dodávateľa. Vyplňuje ju technológ, ktorý zodpovedá za jej úplnosť a správnosť. Rozpiska materiálu v Neways Slovakia a.s. je tvorená v skladovom hospodárskom systéme BAAN.

V rozpiske materiálu je taktiež uvedený kód operácie procesu osádzania komponentu. Kód určuje proces v ktorom má byť komponent použitý:

- SMT
- THT osádzanie

Materiálová rozpiska je spracovávaná z materiálového listu BOM (kusovníka). Kusovník (BOM) v systéme Baan, napomáha pri poznaní:

- Funkčnosti modulu
- vzťahu modulu s ďalšími modulmi
- Funkčnosti modulu obchodných objektov
- Zatriedenie postupov
- Výsledky postupov
- relácií, ktoré sa vzťahujú k postupu
- nastavenie ďalších vzťahujúcich sa procesov

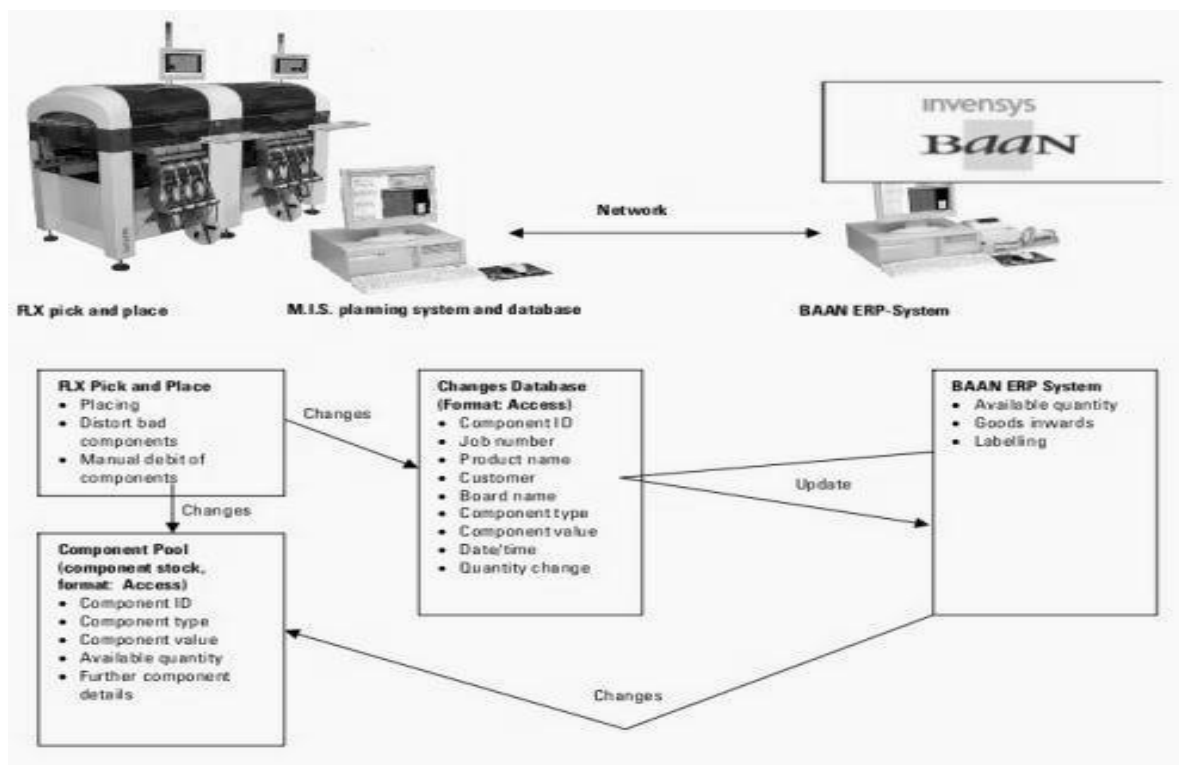
Materiálový list výroby (BOM) je popis štruktúry produktu. Je to zoznam dielov potrebných na výrobu položky, spolu s detailmi, ako je prvá operácia, pri ktorej sa používa položka a koľko prvkov je potrebných pre danú položku (viacúrovňové štruktúry). Štruktúra produktu definovaného v module rozpisky sa používa v celom Baane ERP ako základ pre výrobné procesy. Pri definovaní materiálového listu sa definuje každá úroveň samostatne.

Najnižšia úroveň v materiálovom kusovníku sa skladá z nakupovaných dielov. BOM sa používa na definovanie produktovej štruktúry položiek a plánov a údaje ako sú:

- ktoré (kritické) komponenty sa používajú na výrobu položky,
- aké operácie sa používajú na zostavenie položky,
- v akom vzťahu sú plánované položky k ostatným.

Medzi základné údaje, ktoré BOM používa patrí:

- Súčasť položky
- Operácia, v ktorých sú použité zložky (voliteľne)
- Sklady
- Plánovanie položiek
- Ktoré položky sú definované ako kritické



Obrázok 24 Komunikačná sieť systému BAAN

<http://www.essemtec.com/product.aspx/Management-Information-Software/MIS-database-connection-with-BAAN-ERP-system/?ArtNr=MIS-Baan>

### 3.3 Procesy SMT výroby v NSK

V Neways Slovakia a.s. sa využívajú všetky súčasné možnosti kombinácie SMD procesov výroby. Tomu podlieha i spracovanie TVD.

- Klasická montáž súčiastok do dier, spájkovanie vlnou.
- Zmiešaná montáž súčiastok s drôtovými vývodmi a súčiastok pre povrchovú montáž spájkovaných vlnou.
- Aplikácia súčiastok pre povrchovú montáž spájkovaných pretavením.
- Povrchová montáž súčiastok spájkovaných pretavením včítane mnoho-vývodových puzdier s malým rozstupom vývodov (QFP, Fine Pitch).
- Montáž rôznych druhov čipov a špeciálnych puzdier (Flip Chip, BGA, 0402 apod.).

#### 3.3.1 Materiál flow – výrobná linka

Výrobné procesy SMT:

- Príprava materiálu na základe súpisu materiálu
- Nanesenie SMD spájkovacej pasty / SMA lepidla na DPS
- Osadenie DPS komponentmi SMD
- Spájkovanie DPS procesom spájkovania reflow
- AOI– automatická optická inšpekcia
- Nanesenie SMT pasty / SMA lepidla na stranu BOT
- Osadenie DPS komponentmi SMD
- AOI– automatická optická inšpekcia
- THT osádzanie komponentov
- Spájkovanie vlnou
- Touch up - opravy
- Funkčné Testovanie DPS
- Balenie / expedícia

#### 3.3.2 Spracovanie a nanášanie SMD pasty / SMA lepidla

Uskladnenie a spracovanie SMD pasty/lepidla vo výrobe SMT v Neways Slovakia a.s. zodpovedá predpisom stanovených výrobcov danej pasty/lepidla. Nanášanie SMT pasty a lepidla v NSK sa prevádza na nanášacích strojoch *DEK Horizon 03iX* cez *ALPHA®CUT*

šablóny, nanášacími kovovými stierkami (Alpha ® stierky <sup>TM</sup>). Sledované parametre v procese printovania na stroji *DEK Horizon 03iX*:

- Rýchlosť nanášania
- Tlak stierok
- Kontaktná výška
- Oddelovacia rýchlosť
- Frekvencia čistenia šablóny
- Teplota a vlhkosť miestnosti

Rýchlosť tlače - rýchlosť nanášania je závislá hlavne od typu pasty, na frekvencii nanášania, teplote, veku pasty, rozchode nanášaných plôšok a stierok.

- Prívelká rýchlosť môže viesť k trhaniu pasty a k rozmazanej tlači na DPS.
- Nízka rýchlosť môže spôsobiť nízku kvalitu tlače a opotrebeniu stierok

Prítlak stierok – nízky tlak stierok nemôže byť využitý ako náhrada zlého podloženia DPS. Takéto riešenie môže mať za následok zníženie kvality tlače a poškodenie šablóny. Je potrebný dostatočný kontakt DPS a šablóny. Kontaktná výška – medzi DPS a šablónou sa štandardne používa 0mm. Dôležité je aby stroj bol skalibrovaný a zodpovedal nastaveným hodnotám. Teplota a vlhkosť – ovplyvňujú vlastnosti pasty. Zvyčajne sa odporúča proces tlače pri teplote 20 – 25°C. Vysoká vlhkosť môže viesť k absorpcii vlhkosti pastou a k následnej tvorbe nežiadúcich gulôčok. Dôležité údaje pri tvorbe programu pre stroja *DEK Horizon 03i*:

- Rozmer DPS v osi X a v osi Y,
- Pozícia referenčných bodov na DPS,
- Tvar a rozmer referenčných bodov na DPS,
- Hrúbka DPS,
- Pozícia ustavenia šablóny v stroji.

### 3.3.3 SMD spájkovacia pasta a lepidlo v NSK

*SMD spájkovacia pasta* – pre nové projekty je požiadavka zákazníka na zavedenie do výrobného procesu bezolovnatú (LF) SMD spájkovaciú pastu *Multicore 96SC LF318 AGS88,5V* (príloha č.1).

Označenie pasty predstavuje:

- 96SC – obsah kovových zložiek pasty - 95.5%Sn; 3.8%Ag; 0.7%Cu
- LF318 – typ pasty (bez olovo) – typ tavidla
- AGS kód pre veľkosť kovových zŕn spájkovacej pasty (20-45  $\mu\text{m}$ )
- 88,5V – obsah kovov (%)

Obsah kovov ovplyvňuje vlastnosti spájkovacej pasty:

Vyšší obsah kovov → vyššia viskozita

- + Vyššia priľnavosť
- - Nižšia maximálna rýchlosť tlače

Veľkosť zŕn → vyššia viskozita

- + Vyššia priľnavosť
- + Lepšie parametre pre tlač
- + Vhodná pre šablóny s menšími otvormi vhodných
- - Viac spájkovacích gulôčok
- - Kratšia životnosť

*SMD lepidlo* – v procese výroby SMT sa v NSK používa lepidlo na báze epoxidu - *Loctite® 3616TM*

### 3.3.4 SMD šablóny používané v NSK

V NSK procesoch SMT výroby sa nanášajú SMD spájkovacie pasty a SMA lepidlá cez ALPHA® šablónu laserom vyrezávanú s integrovaným i neintegrovaným rámom . Tieto šablóny sú vyrobené s použitím CAD / CAM riadenia procesu vysoko presného XY-rezania laserom. Otvory vytvorené pomocou tejto techniky môžu mať i lichobežníkovú geometriu. Pri návrhu šablóny sa používajú na spracovanie všetky štandardné CAD/CAM typy súborov ako: *Gerber, Gerber-X, Barco DPF, ODB++, DXF, HPGL*.

*Materiál používaný na šablóny:*

- Nerezová oceľ 302/304 fólia

*Hrúbka šablón:*

- 100, 125, 150, 175, 200 a 250 ( $\mu\text{m}$ )

*Prevedenie referenčných bodov:*

- laserové gravírovanie

- všetky tvary a veľkosti podľa dizajnu DPS

*Rozmer a typ prevedenia SMD šablón:*

- ALPHA TETRA šablóny 4-stranový upínací systém pre ALPHA TETRA rám
- ALPHA TETRA VectorGuard™ rám – šablóna je zalisovaná po obvode do typizovaného hliníkového rámu pre zvýšenie pevnosti a rýchlejšiemu uchyteniu.
- ALPHA TETRA Bond™ rám - kompatibilné s VectorGuard™

#### CONDITIONAL PRODUCT SPECIFICATIONS

| ALPHA CUT Stencils                |   |
|-----------------------------------|---|
| Manufacturing Technique:          | Laser Cutting   |
| Material:                         | 302/304 Stainless Steel (> 350VH)   |
| Minimum Aperture Size:            | ≥ 50 μm (≥ 2.0 mil)   |
| Minimum Bar Width:                | ≥ 100 μm (≥ 4.0 mil)  |
| Aperture Size Accuracy*:          | ± 12.5 μm (± 0.5 mil) ≥ 4 Sigma (≥ Cpk 1.33)  |
| Positional Accuracy*:             | ± 25 μm over 432 mm (± 1.0 mil over 17") ≥ 4 Sigma (≥ Cpk 1.33)                       |
| Available Thickness:              | 100 - 125 - 150 - 175 - 200 - 250 - 300 μm (4 - 5 - 6 - 7 - 8 - 9 - 10 - 11 - 12 mil) |
| Stepped Area Capability:          | Yes (Squeegee and/or PCB Side)  |
| Tolerance on Thickness:           | ± 5%  |
| Maximum Frame Size:               | 760 x 1000 mm (29" x 39") – select availability                                       |
| Maximum Image Size:               | 600 x 800 mm (23" x 31") – select availability  |
| Aperture Shape:                   | Tapered 6 - 25 μm (0.2 – 1.0 mil)   |
| Recommended Pitch:                | Pitch ≥ 0.4 mm (≥ 16 mil)   |
| Compatibility with Frame Systems: | Yes   |

Obrázok 25 Základné údaje o SMD šablóne

[http://www.solderconnection.com/stencils\\_tetrabond.php](http://www.solderconnection.com/stencils_tetrabond.php)

### 3.3.5 Tvorba programu pre osadzovacie automaty

V Neways Slovakia a.s. sa na programovanie SMT osadzovacích automatov využíva softvér spoločnosti Mentor Graphics: *Valor® MSS Process Preparation*.

Valor MSS Príprava Procesu je modul pre kompletne technické riešenie DfX, zlepšovanie procesu a projekčné prípravu pre osadzovanie DPS. Zlepšuje účinnosť a kvalitu osadzovania DPS s prostriedkami, ako sú optimalizácia analýzy DFA, BOM validácia, návrh šablóny, SMT programovanie a vyváženie SMT výrobnéj linky.

Valor MSS Príprava Procesu uľahčuje kompletne nastavenie výrobnéj linky pre nový produkt, usmerňovanie toku SMT, THT a ďalšie výrobné procesy. Softvér možno ľahko nastaviť pre daný typ užívateľa a konkrétny technologický tok výroby.

Modul vytvára technické výstupy pre každý produkt, na základe centrálnej databázy inžinierskych údajov, ODB ++,materiálovej súpiske a definícií výrobného procesu. Pomocou spoločného dátového modelu, zaisťuje koordinované, bezchybné výstupy pre montáž, testovanie a kontrolu. Hlavné úlohy:

- Kontrola výrobného procesu po jednotlivých krokoch,
- Schopnosť rozpoznať a čítať akýkoľvek typ súboru dát CAD, BOM, AVL a CPL, ODB++, Gerber,
- Prevod CPN na IPN pomocou vytvorenia databázovej knižnice,
- Validácia CAD dát a BOM materiálovej rozpisky, možnosť opravy hrubých chýb,
- Nastavenie vyváženia výrobnéj linky,
- Spoločný set-up,
- Optimalizácia podávačov SMD,
- Optimalizácia SMT programov,
- Virtuálne zobrazenie osádzania,
- Zjednotenie návrhu šablóny,
- Skúšobné a kontrolné programy,
- Optimalizovanie ICT fixtúry,
- Plánovanie ručnej montáže,
- Dokumentácia a technologické postupy,
- Rýchle generovanie a optimalizovanie definovaných výrobných procesov. [17]

### 3.3.6 Osadzovanie komponentov SMD

Požiadavky na osádzanie SMD komponentov sa riadia podľa normy IPC-610 ktorá predpisuje:

- Maximálny bočný presah
- SMD anomálie
- Poškodenie súčiastok

Ďalšie požiadavky na osadzovací proces:

- Maximálna rýchlosť osádzania
- Minimalizácia nezhôd vo výrobnom procese

Osadzovacia SMD linka v Neways Slovakia sa skladá z osadzovacích automatov Assembleon AX501 a AX201.

*AX501* - Pomocou kombinácie CPR robotov a SPR robotov, sa môže osadzovacia kapacita meniť od 30.000 komponentov/hodina až po 121.000 komponentov/hodina. Automat osádza komponenty od 01005 až do 45 x 45 mm fine-pitch, s presnosťou umiestnenia až do 35µm (pre laser) alebo 30 µm (pre kameru). V Neways Slovakia je osadzovací automat v prevedení:

- 18x *CPR* (Compact placement robot) s Lasérovou jednotkou komponentov do 17.5x17.5mm
- 1x *SPR* (Standard placement robot) s kamerou „*LFOV*“ komponenty do 45x45mm alebo 165x23mm

#### Assembléon A-Series Specification

| Model  | AX-501                                       | AX-301                                       | AX-201  |
|--|--|--|---|
| Maximum output per hour                              | 165k   | 99k  | 18k   |
| IPC 9850 output per hour                             | 36k to 130k                                  | 36k to 78k                                   | 11k   |
| Placing accuracy at 3 sigma                          | 40 microns                                   | 40 microns                                   | 20 microns                                      |
| Interspacing   | 80 microns                                   | 80 microns                                   | 80 microns                                      |
| Component range                                      | 0.4 x 0.2mm (01005) to 45mm x 45mm           | 0.4 x 0.2mm (01005) to 45mm x 45mm           | 0.4 x 0.2mm (01005) to 130mm x 79mm             |
| Maximum component height                             | 10.5mm                                       | 10.5mm                                       | 40mm  |
| Toolbit exchange                                     | Automatic nozzle exchange                    | Automatic nozzle exchange                    | Automatic nozzle exchange                       |
| Maximum board size (L x W)                           | 515 x 390mm<br>515 x 457mm with restrictions | 515 x 390mm<br>515 x 457mm with restrictions | 515 x 457mm                                     |
| Minimum board size (L x W)                           | 50 x 50mm<br>50 x 25mm optional              | 50 x 50mm<br>50 x 25mm optional              | 50 x 50mm<br>50 x 25mm optional                 |
| Board thickness                                      | 0.3 to 6mm<br>10mm (optional)                | 0.3 to 6mm<br>10mm (optional)                | 0.3 to 6mm<br>10mm (optional)                   |
| Board transport direction                            | Left-right, right-left                       | Left-right, right-left                       | Left-right, right-left                          |
| Feeding positions                                    | 260 twin tapes, 130 single tapes, 47 trays   | 1560 twin tapes, 78 single tapes, 47 trays   | 212 twin tapes, 106 single tapes, 376 trays     |
| Placement force                                      | 1.5 to 8N                                    | 1.5 to 8N                                    | 0.9 to 40N<br>Lower force possible upon request |
| Footprint (L x W) (incl. front side feeder trolleys) | 3720 x 2285 mm                               | 2760 x 2285mm                                | 1852 x 2265mm                                   |
| Single-sided operation                               | yes  | yes  | yes   |

Obrázok 26 Špecifikácia osadzovacích automatov Assembleon AX

<http://www.prosestechnology.com/assembleon.html>

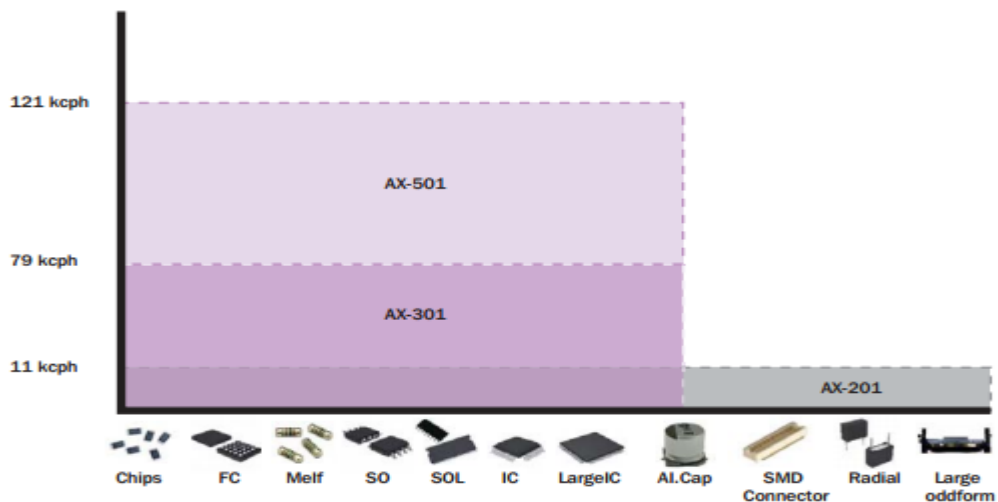


*Assembleon AX201* – Osadzovací automat SMD s multifunkčnými vozíkmi spĺňa všetky výrobné požiadavky, pri zachovaní vysokej osadzovacej rýchlosti a presnosti osadenia na 20µm . Bezproblémovo osádza „fine pitch“ komponenty, komponenty puzdier QFP, BGA, CSP µBGA do výšky 40 mm s osadzovacím tlakom od 0,9 do 40 N, vrátane komponentov THT.

V Neways Slovakia a.s. je osadzovací automat *Assembleon AX201* v konfigurácii 2x „LFOV“ kamera pre komponenty do 45x45mm alebo 165x23mm.

## A-Series

Output IPC 9850(A)



Obrázok 27 Možnosti osadzovania SMD automatmi rady AX

<http://www.assembleon.com/images/User%20data/Downloads/Products/A-Series%20brochure%20January%202013.pdf>

### 3.3.7 Spájkovanie „Reflow“ v NSK

Reflow spájkovanie v NSK sa prevádza na Reflow peci *Victronics Soltec MR933+*.

Technické údaje o MR933+ v NSK:

- 9x výhrevné zóny TOP+BOT,
- Dopravníkový systém – reťazový, hlavný + pomocný,
- 3x chladiace zóny TOP+BOT,
- Pripojenie N<sub>2</sub> a O<sub>2</sub>
- Maximálny teplotný rozdiel medzi

Nastavenie a kontrola spájkovacieho profilu na Reflow spájkovacej peci MR933+ sa v Neways Slovakia a.s. prevádza pomocou profilometra „Solderstar Neptune 6“.

Nastaviteľné parametre pri tvorbe reflow profilu pomocou Solderstar Neptune 6:

- Názov teplotného profilu
- Reflow pec - výrobca, typ,
- SMD pasta – výrobca typ,
- Nastavenie teploty na výhrevných a chladiacich zónach, rýchlosť dopravníka,
- Nastavenie počtu meraných kanálov,

Nastavenie požadovaných parametrov SMD pasty / SMA lepidla podľa typu média:

- Typ média
- Teplotný spád nábehu (T ramp-up)
- Čas zmáčania (soak time)
- Teplotné rozpätie pre zmáčanie
- Čas skvapanenia (liquidus time)
- Teplota skvapanenia
- Maximálna teplota (peak temperature)
- Teplotný spád poklesu z T max. (T ramp-down)

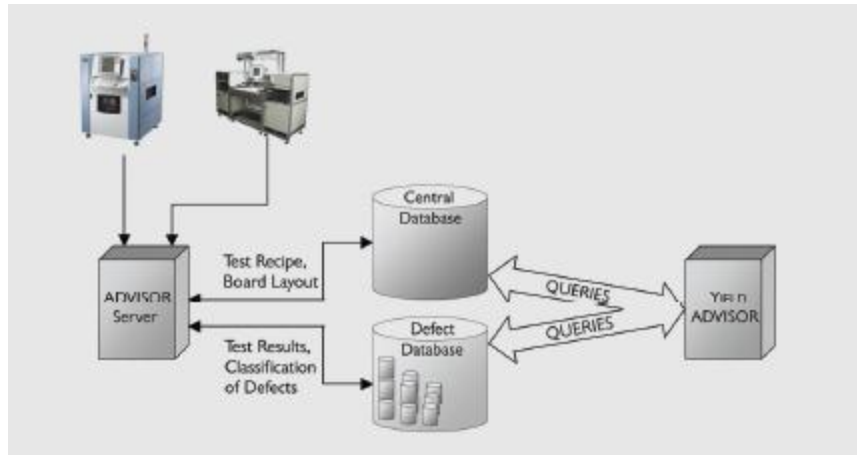
Teplotný profil spájkovania „Reflow“ je nastavený na základe požiadaviek parametrov spájkovania uvedených v tabuľke 1.

Tabuľka 1 Požadované parametre spájkovania pretavením LF výroby

| SAC 305/405 alloys                   | component | paste      | process    | PCB      | customer | Total      |
|--------------------------------------|-----------|------------|------------|----------|----------|------------|
| T ramp-up 20C - 120/140/160          | < 3C/sec  | <10C/sec   | <10C/sec   | <10C/sec | ?        | lowest     |
| time from 20C to T <sub>liq</sub>    | -         | 150 - 240  | -          | -        | ?        | 150 - 240  |
| pre-heat temp soak                   | -         | -          | -          | -        | ?        | -          |
| T ramp-down T <sub>peak</sub> - 210C | < 6C/sec  | <10C/sec   | <10C/sec   | <10C/sec | ?        | lowest     |
| Min T <sub>peak</sub> SAC 305/405*   | -         | 230 -> 235 | 230 -> 235 | -        | ?        | 230 -> 235 |
| max T <sub>peak</sub>                | ? - 280   | 280        | -          | 260/280  | ?        | ? - 280    |
| time T>T <sub>liq</sub>              | -         | -          | < 90 sec   | -        | ?        | < 90 sec   |

### 3.3.8 Automatická optická inspekcia DPS v NSK

Kontrola osadenia kvality spájkovania v NSK sa prevádza na stroji AOI (automatická optická inspekcia) „*Vantage™ S22 Plus*“. Systém pracuje s databázou komponentov a im prideleným inšpekciám. Systém pracuje s centrálnou DB komponentov na obr. 29:



Obrázok 28 Systém prepojenia AOI

<http://www.orprovision.com/downloadSite/documentation/marketing/VantageS22Plus-en-large.pdf>

Každý komponent v programe má zadaný určitý typ inšpekcie na základe ktorej je vyhodnocovaná jeho:

- Prítomnosť,
- Rotácia,
- Polarita,
- Spájkovaný spoj,
- Správnosť komponentu a iné.

Systém pracuje na princípe snímania DPS pomocou špecializovanej stacionárnej 3-D optickej hlavy ktorá zamestnáva rad vysoko výkonných kamier: jedna hore a štyri pod uhlom pre primárnu kontrolu.

VeriFast21-stanica opráv, slúži na overenie väd zistených a zhromaždených systémom AOI-Vantage S22 Plus:

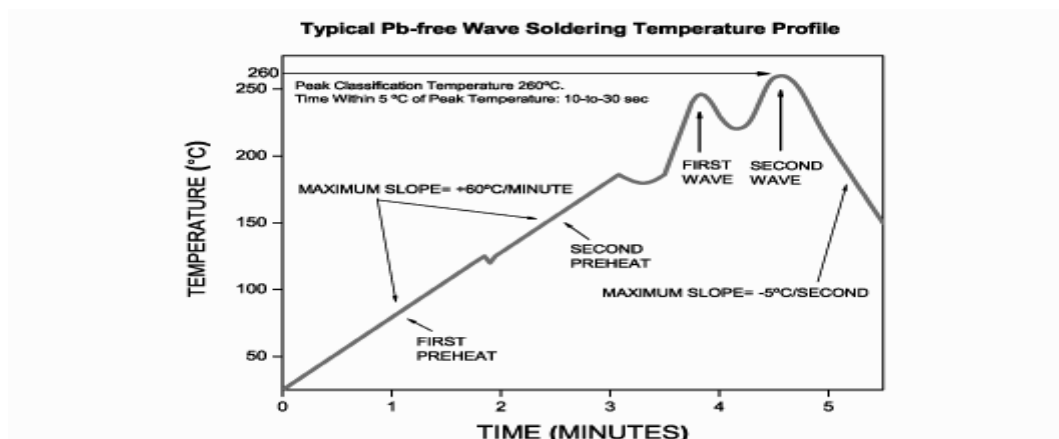
- poskytuje prehľadným spôsobom všetky informácie potrebné na identifikáciu väd na doske, ktoré možno klasifikovať ako reálnu chybu alebo falošný alarm,

- podporuje výber dosiek na opravu pomocou čítania čiarových kódov, ručného zadania sériového čísla, alebo výber zo zoznamu,
- podporuje odosielanie dát do Yield Advisor (register záznamov kvality)

### 3.3.9 Spájkovanie cínovou vlnou v NSK

Kondukčné spájkovanie vlnou v NSK sa prevádza na spájkovacej vlne „*Vitronics Soltec Delta Wave 5*“. Základné technické údaje:

- Dopravník - nastavený na jednotnú šírku pre štandardizovaný rozmer rámov DPS
- Nástrek taviva dýzami
  - nastaviteľná šírka nástreku
  - rýchlosť nástreku
  - množstvo
- Predohrev - nastaviteľné 3 zóny:
  - Kalrodové tyče 1. zóna
  - Ohrev vzduchom 2.zóna
  - Infračervené žiariče 3.zóna
- Dvojitá vlna
  - chip vlna
  - hlavná vlna

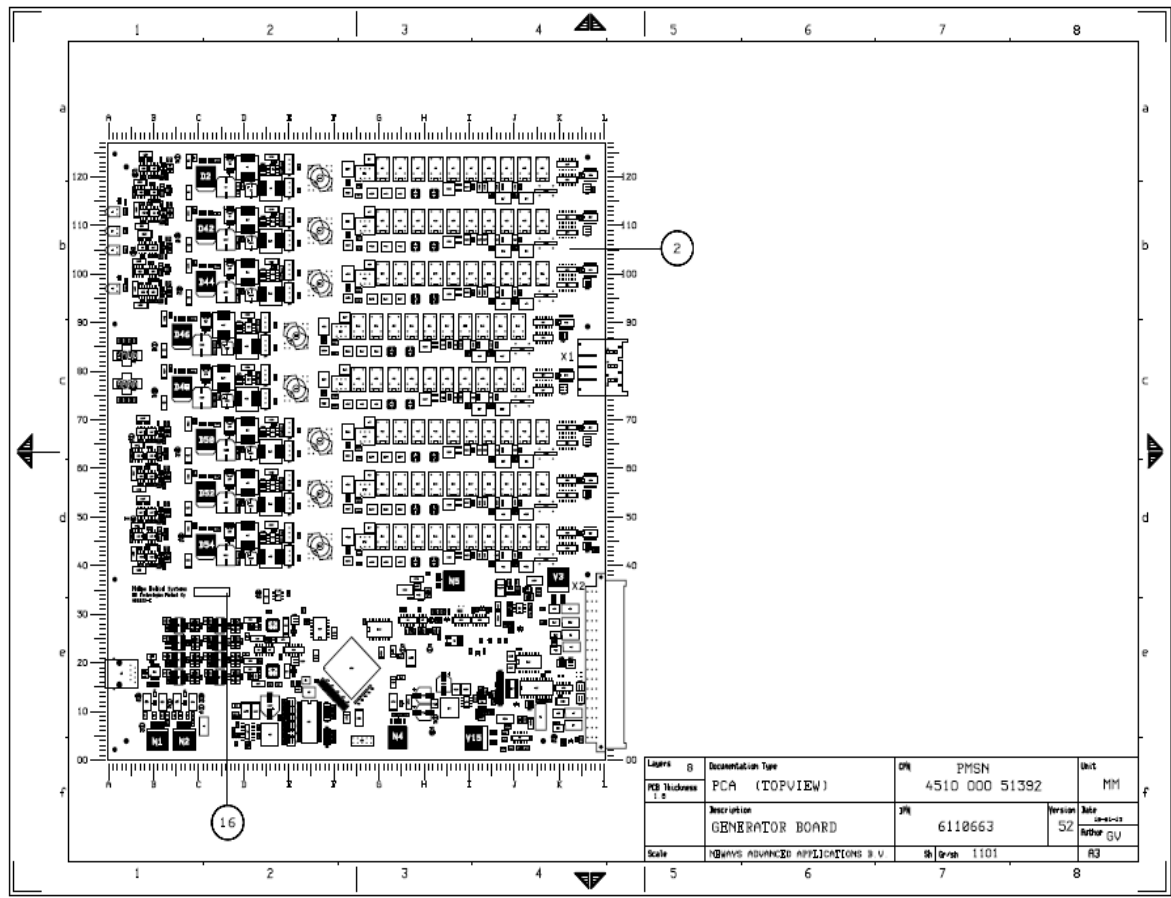


Obrázok 29 Typický Lead Free profil spájkovania cínovou vlnou

<http://www.centalsemi.com/product/leadfree/solderprofile.aspx>

Teplota vlny pre všetky projekty "Lead Free" je nastavená na 265C. V LF spájkovacej vlne v NSK sa používa spájka "Cookson SAC405" [95/Sn, 4/Pb, 0,5/Cu], tavivo sa používa do spájkovacej vlny tavivo "Cookson EF6000". V prílohe č. 2 je výsledný nameraný spájkovací profil na cínovej vlne.

## 4. VYPRACOVANIE TVD PRE VÝROBU SÚČIASTKY 611066352 - GENERATOR BOARD



### 4.1 Operácie pre spracovanie dokumentácie a tvorbu TVD

- Export dát výrobku z informačného systému BAAN 150 – zákazníka NAA do xls. Súboru,
- Rozdelenie údajov po jednotlivých operáciách,
- Kontrola dát výrobných operácií v informačnom systéme BAAN 320 – Neways Slovakia a.s. podľa OIL - originálnych dát projektu od zákazníka,
- Spracovanie operácií v systéme BAAN 320 uvedených v OIL pre výrobu v NSK,
- Spracovanie dát operácií a kalkulácií pracovných časov v systéme BAAN 320 podľa kalkulačného hárka a interných predpisov kalkulácie výroby v NSK, (príloha)
- Vydanie TPV pre výrobné procesy v NSK,
- Vydanie súpisu materiálu na základe kalkulácie podľa danej objednávky,



| Date : 09-04-13 [12:42]      |      | VÝROBNÉ POSTUPY (STRUČNE)   |         |       |            |                |          | Page : 1      |              |
|------------------------------|------|---|---------|-------|------------|----------------|----------|---------------|--------------|
| NEWAYS SLOVAKIA              |      |   |         |       |            |                |          | Company : 320 |              |
| Operation                    | Task | Description   | Wrk Ctr | Mach. | Setup Time | Pr.Rate /[Hou] | Run Time | Man Occup     | Mach. Occup. |
| Manufactured Item: 611066352 |      | <b>GENERATOR BOARD</b>  |         |       |            |                |          | 1 ks          |              |
| Routing : 001 standart       |      |   |         |       |            |                |          |               |              |
| Standard Routing : No        |      |   |         |       |            |                |          |               |              |
| 110/ 1                       | 1100 | <b>Preberanie/Checking</b>  | 110     |       | 0          | 0              | 0.000    | 1.00          | 0.00         |
|                              |      | Celkovo 149 druhov/1433ks SMD komponentov vratane DPS.<br>Celkovo 25 druhov/171ks HMT komponentov vratane stitka.   |         |       |            |                |          |               |              |
| 112/ 1                       | 1120 | <b>Vychystavanie/Picking</b>  | 110     |       | 969        | 0              | 0.000    | 1.00          | 0.00         |
|                              |      | Rozdelenie komponentov podla materialovych rozpisiek<br>SMT,Preshaping,Premouting,Inleggen,Namontage,Pressfit.  |         |       |            |                |          |               |              |
| 120/ 1                       | 1200 | <b>SMT MANPOWER</b>   | 120     |       | 0          | 5              | 0.000    | 1.00          | 0.00         |
| 126/ 1                       | 1262 | <b>SMT TOP-AX</b>   | 126     | 126   | 17         | 19             | 3.162    | 0.00          | 1.00         |
|                              |      | !!! BEZOLOVNATA TECHNOLOGIA !!!<br>Celkom osadit 137 druhov/1054ks SMD komponentov.<br>Cislo sablony: 500840400 - pasta   |         |       |            |                |          |               |              |
| 127/ 1                       | 1270 | <b>AOI SMT test</b>   | 127     | 127   | 0          | 20             | 3.000    | 1.00          | 1.00         |
|                              |      | Vykonat 100% AOI kontrolu DPS strany TOP a BOT.   |         |       |            |                |          |               |              |
| 128/ 1                       | 1264 | <b>SMT BOTTOM-AX</b>  | 126     | 126   | 17         | 53             | 1.134    | 0.00          | 1.00         |
|                              |      | !!! BEZOLOVNATA TECHNOLOGIA !!!<br>Celkom osadit 26 druhov/378ks SMD komponentov.<br>Cislo sablony: 500843800 - lepidlo   |         |       |            |                |          |               |              |
| 131/ 1                       | 1310 | <b>Tvarovanie/Preshaping</b>  | 130     |       | 0          | 36             | 1.667    | 1.00          | 0.00         |
|                              |      | Tvarovanie HMT komponentov podla materialovej rozpisky<br>Preshaping.<br>Komponenty na poz.V4, V5, V7, V8, V12, V13, V17, V18, V22, V23, V27, V28, V32, V33, V37, V38<br>tvarovat do 1,5mm /radial strih/.<br>Komponenty na poz.H1, H3, H4, H5<br>tvarovat do 1,5mm /radial strih/.   |         |       |            |                |          |               |              |
| 139/ 1                       | 1390 | <b>Predmontaz/Premounting</b>   | 130     |       | 0          | 60             | 1.000    | 1.00          | 0.00         |
|                              |      | POZOR! DPS UZ MUSI BYT OSADENA PRESSFITOVYM KONEKTOROM poz.X1 !!!<br>Zo strany TOP osadit nadoraz konektor na poz.X2 a prinitovat ho dvojicou nitov poz."8".<br>Konektor na poz.X4 osadit na DPS zo strany TOP nadoraz a dva krajne fixacne piny ohnut v pravom uhle smerom dovnutra k DPS.   |         |       |            |                |          |               |              |
| 141/ 1                       | 1410 | <b>Osadzanie/Handmounting</b>   | 140     |       | 0          | 3              | 20.867   | 1.00          | 0.00         |
|                              |      | !!! BEZOLOVNATA TECHNOLOGIA !!!<br>POZOR! DPS UZ MUSI BYT OSADENA PRESSFITOVYM KONEKTOROM poz.X1 !!!<br>Osadzovanie na stroji ROYONIC-120.<br>1 solo DPS v specialnom spajkovacom rame 500840350.<br>Celkom osadit 9 druhov HMT komponentov, t.j. 147 osadenych suciastok na 1 DPS.<br>POZOR, cierne a cervene testovacie ocka musia byt orientovane podla textu pozicie na DPS tak, ze priechodnost<br>Odpory na poz.R134, R259, R350, R353, R355, R357, R440, R529 musia byt umiestnene do otvorov, medzi ktorymi je napisana ich pozicia na DPS<br>Upresnenie: pod siluetu komponentu vyznacenu na DPS.<br>Komponenty zatazit pripravkami do cinovej vny, aby stali kolmo na DPS!<br>Zelene LED diody poz.H1,H3,H4,H5 zatazit do cinovej vny pieskovym vreckom!<br>Poznamka: ak DPS osadzaju dvaja pracovníci mimo Royonic, je nutne osadzat material nasledovne, aby nedoslo k zamene<br>-oranzove policka v rozpiske Inleggen - 1.pracovnik<br>-zlte policka v rozpiske Inleggen - 2.pracovnik |         |       |            |                |          |               |              |

| Date : 09-04-13 [12:42]      |      | VÝROBNÉ POSTUPY (STRUČNE)   |         |       |            |                | Page : 2      |               |              |             |
|------------------------------|------|---|---------|-------|------------|----------------|---------------|---------------|--------------|-------------|
| NEWAYS SLOVAKIA              |      |   |         |       |            |                | Company : 320 |               |              |             |
| Operation                    | Task | Description   | Wrk Ctr | Mach. | Setup Time | Pr.Rate /[Hou] | Run Time      | Man Occup     | Mach. Occup. |             |
| Manufactured Item: 611066352 |      | GENERATOR BOARD   |         |       | 1 ks       |                |               |               |              |             |
| Routing : 001 standart       |      |   |         |       |            |                |               |               |              |             |
| Standard Routing : No        |      |   |         |       |            |                |               |               |              |             |
| 152/ 1                       | 1520 | <b>Cinova vlna/Solder wave</b><br>!!! BEZOLOVNATA TECHNOLOGIA !!!<br>Spajkovanie solo DPS v specialnom spajkovacom rame 500840350.<br>-pressfitovy konektor poz.X1 smeruje dozadu!  | 152     | 152   | 0          | 75             | 0.800         | 1.00          | 1.00         |             |
| 153/ 1                       | 1530 | <b>Pressfit</b><br>POZOR: TUTO OPERACIU VYKONAT HNED PO SMT OSADENI !!!<br>Pozor na manipulaciu s osadenou DPS!<br>Nalisovat konektor poz.X1 orientovane do DPS zo strany TOP.<br>/pouzit pripravky Boventool 500388700 a PF-Fixture 500840200/<br>Kontrola spravnosti vyhotovenia pressfitu.   | 150     |       | 0          | 120            | 0.500         | 1.00          | 0.00         |             |
| 155/ 1                       | 1550 | <b>Touch up</b><br>!!! BEZOLOVNATA TECHNOLOGIA !!!<br>Vizualna kontrola kvality spajkovania, pritomnosti a orientacie komponentov podla IPC2.<br>Dizka vyvodov tvarovanych komponentov do 1,5mm!<br>POZOR na manipulaciu s vykonovymi rezistormi, aby nedoslo k ich ohnutiu a poskodeniu!<br>Pri manipulacii s DPS pouzitie vyvysenu podlozku na stol!  | 150     |       | 0          | 60             | 1.000         | 1.00          | 0.00         |             |
| 157/ 1                       | 1570 | <b>Pomontaz/Final mounting</b><br>- dvojicu list nalepit na DPS zo strany BOT pomocou obojstrannej pasky poz. "13"<br><br>Paska musi mat rovnaku sirku a dlzku ako lista!<br>Lista musi byt orientovana uzsuou castou smerom nahor a nesmie prekryvat merne (via) otvory<br>-nalepit stitok poz."16" na DPS zo strany TOP podla vykresu<br>- zo strany TOP osadit pomocou lisu a pripravkov svetlovodive plastove komponenty pre poz.H77 a H78<br>POZOR na to, aby sa tieto komponenty neposkodili a nezlomili!!!<br>-zo strany TOP namontovat uholnik poz."5" pomocou skrutky poz."6"<br>(skrutka je zo strany BOT)<br>Medzi uholnik a DPS vloz nylonovu podlozku poz."14"<br>- na predny panel poz."1" namontovat ejectory poz."3"a"4" pomocou dodanych skrutiek. Pouzitie skrutkovic na skrutky<br>Na ejectory namontovat dvojicu collar skrutiek s driekom<br>-namontuj predny panel poz."1" k DPS nasledovne:<br>-2x skrutka poz."6" zo strany BOT<br>-DPS<br>-2x nylonova podlozka poz."14"<br>-tieto skrutky poz."6" zaskrutkovat do ejectorov poz."3"a"4"<br>-pomocou skrutky poz."6" upevni predny panel k uholniku poz."5"<br><br>POZOR, aby nedoslo k mechanickemu poskodeniu svetlovodov!!! | 150     |       | 0          | 12             | 5.167         | 1.00          | 0.00         |             |
| 181/ 1                       | 1810 | <b>Balenie/Packing</b><br>POZOR na manipulaciu s vykonovymi rezistormi, aby nedoslo k ich ohnutiu a poskodeniu!<br><br>DPS balit do sackov a krabic podla mat.rozpisky Verpakken.<br>DPS balit jednotlivy do ESD sackov poz."1001" o rozmere 56x36cm.<br>Takto zabalene DPS dalej balit do kartonovych krabic poz."1000" po 11 kusov a krabice ulozit na paletu.<br>Pri baleni dodrzovat ESD ochranu.   | 180     |       | 0          | 120            | 0.500         | 1.00          | 0.00         |             |
| 185/ 1                       | 1850 | <b>Kontrola/Quality check</b>   | 180     | 180   | 0          | 0              | 0.000         | 1.00          | 0.00         |             |
| 189/ 1                       | 1890 | <b>Expedicia/Expedition</b>   | 180     | 180   | 0          | 0              | 0.000         | 1.00          | 0.00         |             |
| <b>Total:</b>                |      |   |         |       |            |                | <b>1003</b>   | <b>38.797</b> | <b>14.00</b> | <b>4.00</b> |




| Level | Positie | Item      | Description  | StartDate | EndDate | Quantity | UoM | Scrap | WareHouse | Task | Phantom | RefdesQty |
|-------|---------|-----------|--|-----------|---------|----------|-----|-------|-----------|------|---------|-----------|
| 1     | 10/ 1   | 411044690 | DIOs MBRS340T3G DO214AB-2<br>V1, V11, V16, V21, V26, V31, V36, V6  | 1.10.2013 |         | 8        | PC  | 5     | 603       | 20   | N       | 8         |
| 1     | 20/ 1   | 411052350 | RESs 100K 1% 100mW 100PPM 0603<br>R102, R111, R146, R148, R163, R198, R292, R296, R326, R348, R399, R406, R95, R96   | 1.10.2013 |         | 14       | PC  | 5     | 603       | 20   | N       | 14        |
| 1     | 30/ 1   | 411052459 | RESs 120E 1% 100mW 100PPM 0603<br>R100, R99  | 1.10.2013 |         | 2        | PC  | 5     | 603       | 20   | N       | 2         |
| 1     | 40/ 1   | 411052947 | RESs 27E 1% 100mW 100PPM 0603<br>R246, R328, R331  | 1.10.2013 |         | 3        | PC  | 5     | 603       | 20   | N       | 3         |
| 1     | 50/ 1   | 411052978 | RESs 3K3 1% 100mW 100PPM 0603<br>R178, R195, R216, R218, R229, R231, R242, R244, R255, R257, R268, R270, R281, R283, R4, R6  | 1.10.2013 |         | 16       | PC  | 5     | 603       | 20   | N       | 16        |
| 1     | 60/ 1   | 411061369 | RESs 0E 5% 125mW JUMPER 0805<br>R132, R133, R135   | 1.10.2013 |         | 3        | PC  | 5     | 603       | 20   | N       | 3         |
| 1     | 70/ 1   | 411061604 | RESs 100E 1% 125mW 100PPM 0805<br>R104, R12, R153, R154, R155, R165, R166, R167, R168, R169, R170, R171, R172, R182, R31, R315, R56, R57   | 1.10.2013 |         | 18       | PC  | 5     | 603       | 20   | N       | 18        |
| 1     | 80/ 1   | 411061611 | RESs 1K 1% 125mW 100PPM 0805<br>R118, R119, R120, R319   | 1.10.2013 |         | 4        | PC  | 5     | 603       | 20   | N       | 4         |
| 1     | 90/ 1   | 411061642 | RESs 1M 1% 125mW 100PPM 0805<br>R289   | 1.10.2013 |         | 1        | PC  | 5     | 603       | 20   | N       | 1         |
| 1     | 100/ 1  | 411061666 | RESs 1E 1% 125mW 200PPM 0805<br>R105, R106, R122, R123, R139, R140, R152, R156, R157, R173, R174, R190, R191, R37, R62, R7, R8   | 1.10.2013 |         | 17       | PC  | 5     | 603       | 20   | N       | 17        |
| 1     | 110/ 1  | 411061673 | RESs 10E 1% 125mW 200PPM 0805<br>R200, R201, R202, R203, R204, R205, R206, R297, R298, R299, R300, R301, R302, R303, R304, R305, R347, R385, R395, R402  | 1.10.2013 |         | 20       | PC  | 5     | 603       | 20   | N       | 20        |
| 1     | 120/ 1  | 411061956 | RESs 121E 1% 125mW 100PPM 0805<br>R112, R113, R136, R164, R180, R291, R294, R295, R52, R53, R68  | 1.10.2013 |         | 11       | PC  | 10    | 603       | 20   | N       | 11        |
| 1     | 130/ 1  | 411061963 | RESs 1K21 1% 125mW 100PPM 0805<br>R162, R215, R228, R241, R254, R267, R280, R3   | 1.10.2013 |         | 8        | PC  | 10    | 603       | 20   | N       | 8         |
| 1     | 140/ 1  | 411062205 | RESs 150E 1% 125mW 100PPM 0805<br>R336, R337, R338, R365, R366, R367, R368, R369, R370, R371, R375   | 1.10.2013 |         | 11       | PC  | 5     | 603       | 20   | N       | 11        |
| 1     | 150/ 1  | 411062687 | RESs 20K 1% 125mW 100PPM 0805<br>R138, R144, R149, R2, R212, R225, R238, R251, R264, R277  | 1.10.2013 |         | 10       | PC  | 5     | 603       | 20   | N       | 10        |
| 1     | 160/ 1  | 411063011 | RESs 2K4 1% 125mW 100PPM 0805<br>R208, R221, R234, R247, R260, R273, R286, R88   | 1.10.2013 |         | 8        | PC  | 5     | 603       | 20   | N       | 8         |
| 1     | 170/ 1  | 411063103 | RESs 2K61 1% 125mW 100PPM 0805<br>R318   | 1.10.2013 |         | 1        | PC  | 10    | 603       | 20   | N       | 1         |
| 1     | 180/ 1  | 411063431 | RESs 31E6 1% 125mW 100PPM 0805<br>R321   | 1.10.2013 |         | 1        | PC  | 5     | 603       | 20   | N       | 1         |
| 1     | 190/ 1  | 411063462 | RESs 31E6 1% 125mW 100PPM 0805<br>R114, R13, R316, R32   | 1.10.2013 |         | 4        | PC  | 5     | 603       | 20   | N       | 4         |
| 1     | 200/ 1  | 411063776 | RESs 3K83 1% 125mW 100PPM 0805<br>R10, R29   | 1.10.2013 |         | 2        | PC  | 10    | 603       | 20   | N       | 2         |
| 1     | 210/ 1  | 411063813 | RESs 39K 1% 125mW 100PPM 0805<br>R396  | 1.10.2013 |         | 1        | PC  | 5     | 603       | 20   | N       | 1         |
| 1     | 220/ 1  | 411064384 | RESs 511E 1% 125mW 100PPM 0805<br>R183, R184, R185, R186, R187, R188, R189, R199   | 1.10.2013 |         | 8        | PC  | 5     | 603       | 20   | N       | 8         |
| 1     | 230/ 1  | 411064544 | RESs 562K 1% 125mW 100PPM 0805<br>R150   | 1.10.2013 |         | 1        | PC  | 10    | 603       | 20   | N       | 1         |
| 1     | 240/ 1  | 411064803 | RESs 68E1 1% 125mW 100PPM 0805<br>R54, R55   | 1.10.2013 |         | 2        | PC  | 10    | 603       | 20   | N       | 2         |
| 1     | 250/ 1  | 411064889 | RESs 750E 1% 125mW 100PPM 0805<br>R329, R332   | 1.10.2013 |         | 2        | PC  | 5     | 603       | 20   | N       | 2         |
| 1     | 260/ 1  | 411065084 | RESs 825E 1% 125mW 100PPM 0805<br>R403   | 1.10.2013 |         | 1        | PC  | 10    | 603       | 20   | N       | 1         |
| 1     | 270/ 1  | 411065091 | RESs 82K5 1% 125mW 100PPM 0805<br>R400   | 1.10.2013 |         | 1        | PC  | 10    | 603       | 20   | N       | 1         |
| 1     | 280/ 1  | 411091649 | DIOs BAS16 SOT23-3<br>V111, V112, V113, V114, V118, V2   | 1.10.2013 |         | 6        | PC  | 5     | 603       | 20   | N       | 6         |
| 1     | 290/ 1  | 411162998 | ICs 90LV028 SO-8<br>D3, D4, D60  | 1.10.2013 |         | 3        | PC  | 5     | 603       | 20   | N       | 3         |
| 1     | 300/ 1  | 411163117 | ICs LM2596 TO263-5<br>D2, D42, D44, D46, D48, D50, D52, D54  | 1.10.2013 |         | 8        | PC  | 5     | 603       | 20   | N       | 8         |
| 1     | 310/ 1  | 411167078 | CAPCs 1nF 50V 10% X7R 0603<br>C156, C196, C216, C22, C23, C236, C257, C37, C380, C394, C395, C405, C406, C407, C408, C409, C410, C411, C412, C413, C414, C415, C416<br>C417, C418, C419, C427, C428, C429, C43, C430, C431, C432, C433, C434, C435, C436, C437, C438, C439, C44, C440, C441, C442, C450, C451<br>C474, C475, C476, C477, C478, C479, C484, C485, C486, C487, C490, C575, C584, C591, C592, C595, C596, C599, C600, C619, C620, C622, C66 | 1.10.2013 |         | 69       | PC  | 5     | 603       | 20   | N       | 69        |
| 1     | 320/ 1  | 420043236 | CAPCs 1pF 50V 25% C0G 0603<br>C133, C153, C173, C193, C213, C233, C87, C90   | 1.10.2013 |         | 8        | PC  | 5     | 603       | 20   | N       | 8         |
| 1     | 330/ 1  | 411268690 | CAPCs 100nF 50V 10% X7R 0805<br>C1, C120, C139, C182, C201, C253, C256, C269, C272, C285, C288, C301, C304, C317, C320, C333, C336, C342, C349, C352, C528, C529, C530<br>C531, C532, C533, C547, C6, C79, C80, C81, C82   | 1.10.2013 |         | 32       | PC  | 5     | 603       | 20   | N       | 32        |
| 1     | 340/ 1  | 411270044 | ICs DS90LV047ATM NOPB SO-16<br>D59   | 1.10.2013 |         | 1        | PC  | 5     | 603       | 20   | N       | 1         |
| 1     | 350/ 1  | 411321661 | ICs 74LVC244AD SO-20<br>D62  | 1.10.2013 |         | 1        | PC  | 5     | 603       | 20   | N       | 1         |
| 1     | 360/ 1  | 411325775 | ICs SJA1000T/N1 SO-28<br>D14   | 1.10.2013 |         | 1        | PC  | 5     | 603       | 20   | N       | 1         |
| 1     | 370/ 1  | 420043281 | CAPCs 10pF 50V 5% C0G 0603<br>C132, C152, C172, C192, C212, C232, C263, C279, C295, C311, C327, C343, C359, C4, C54, C89   | 1.10.2013 |         | 16       | PC  | 5     | 603       | 20   | N       | 16        |
| 1     | 380/ 1  | 411414189 | CAPCs 10nF 50V 10% X7R 0603<br>C10, C11, C266, C267, C282, C283, C298, C299, C314, C330, C331, C346, C347, C362, C387, C520, C521, C586, C587, C643, C656, C669, C682<br>C695, C707, C708  | 1.10.2013 |         | 26       | PC  | 5     | 603       | 20   | N       | 26        |
| 1     | 390/ 1  | 411420937 | RESs 56E 1% 125mW 100PPM 0805<br>R161, R214, R227, R240, R253, R266, R279, R59   | 1.10.2013 |         | 8        | PC  | 5     | 603       | 20   | N       | 8         |
| 1     | 400/ 1  | 411435924 | RESs 10K 1% 100mW 100PPM 0603<br>R101, R11, R116, R117, R121, R131, R147, R179, R217, R230, R243, R256, R269, R282, R30, R306, R307, R308, R310, R311, R312, R320, R323<br>R325, R333, R339, R342, R343, R346, R376, R405, R407, R444, R445, R446, R447, R464, R465, R466, R5  | 1.10.2013 |         | 40       | PC  | 5     | 603       | 20   | N       | 40        |
| 1     | 410/ 1  | 411450606 | CAPCs 470pF 50V 5% NP0 0603<br>C500, C505  | 1.10.2013 |         | 2        | PC  | 5     | 603       | 20   | N       | 2         |
| 1     | 420/ 1  | 411468779 | RESs 2K 1% 100mW 100PPM 0603<br>R93, R97, R98  | 1.10.2013 |         | 3        | PC  | 5     | 603       | 20   | N       | 3         |

| Level | Positie | Item      | Description  | StartDate | EndDate | Quantity | UoM | Scrap | WareHouse | Task | Phantom | RefdesQty |
|-------|---------|-----------|--|-----------|---------|----------|-----|-------|-----------|------|---------|-----------|
| 1     | 430/ 1  | 411476279 | ICs PCA9555PW TSSOP-24<br>D68, D73, D74, D75, D76, D77, D78, D82   | 1.10.2013 |         | 8        | PC  | 5     | 603       | 20   | N       | 8         |
| 1     | 440/ 1  | 411513011 | ELCOs 47uF 16V 20% 7343-31<br>C83, C84, C85, C86   | 1.10.2013 |         | 4        | PC  | 5     | 603       | 20   | N       | 4         |
| 1     | 450/ 1  | 412019062 | RESs 13K3 1% 125mW 100PPM 0805<br>R398   | 1.10.2013 |         | 1        | PC  | 10    | 603       | 20   | N       | 1         |
| 1     | 460/ 1  | 412019086 | RESs 147K 1% 125mW 100PPM 0805<br>R151   | 1.10.2013 |         | 1        | PC  | 10    | 603       | 20   | N       | 1         |
| 1     | 470/ 1  | 412019444 | RESs 8K25 1% 125mW 100PPM 0805<br>R397   | 1.10.2013 |         | 1        | PC  | 10    | 603       | 20   | N       | 1         |
| 1     | 480/ 1  | 412048444 | TRANSs MMBT3904 SOT23-3<br>V10, V115, V117, V14, V19, V42, V9  | 1.10.2013 |         | 7        | PC  | 5     | 603       | 20   | N       | 7         |
| 1     | 490/ 1  | 412053356 | CAPCs 330pF 100V 5% NP0 1206<br>C526, C580, C611, C616, C627, C632, C638, C644   | 1.10.2013 |         | 8        | PC  | 5     | 603       | 20   | N       | 8         |
| 1     | 500/ 1  | 412053523 | ELCOs 1uF 20V 10% 3216-18<br>C588  | 1.10.2013 |         | 1        | PC  | 0     | 603       | 20   | N       | 1         |
| 1     | 510/ 1  | 412053585 | CAPCs 1uF 25V 80% Y5V 0805<br>C290   | 1.10.2013 |         | 1        | PC  | 5     | 603       | 20   | N       | 1         |
| 1     | 520/ 1  | 412058368 | EMI-FTs 1806 75E<br>L65, L77, L78, L79, L80, L81, L82  | 1.10.2013 |         | 7        | PC  | 5     | 603       | 20   | N       | 7         |
| 1     | 530/ 1  | 412062600 | RESs 68K1 1% 125mW 100PPM 0805<br>R404   | 1.10.2013 |         | 1        | PC  | 5     | 603       | 20   | N       | 1         |
| 1     | 540/ 1  | 412116488 | RESs 2K2 1% 1W 100PPM 1218<br>R373, R374, R382, R383, R388, R389, R390, R394   | 1.10.2013 |         | 8        | PC  | 5     | 603       | 20   | N       | 8         |
| 1     | 550/ 1  | 412146355 | EMI-FTs 1K00 0805 1K<br>L10, L11, L12, L13, L14, L15, L16, L17, L18, L19, L20, L21, L22, L23, L28, L33, L38, L43, L48, L5, L53, L58, L6, L61, L62, L7, L8, L9  | 1.10.2013 |         | 28       | PC  | 5     | 603       | 20   | N       | 28        |
| 1     | 560/ 1  | 412170084 | LEDs 8052 YE<br>H69, H70, H71, H72, H73, H74, H75, H76   | 1.10.2013 |         | 8        | PC  | 5     | 603       | 20   | N       | 8         |
| 1     | 570/ 1  | 412170589 | CAPCs 680pF 100V 5% NP0 1206<br>C524, C525, C578, C579, C582, C583, C614, C615, C625, C626, C630, C631, C636, C637, C641, C642, C653, C654, C655, C657, C658, C659, C660<br>C661   | 1.10.2013 |         | 24       | PC  | 5     | 603       | 20   | N       | 24        |
| 1     | 580/ 1  | 412178677 | ICs MAX6004EUR+T SOT23-3<br>U2, U51, U54, U57, U60, U63, U66, U69  | 1.10.2013 |         | 8        | PC  | 5     | 603       | 20   | N       | 8         |
| 1     | 590/ 1  | 412195049 | CAPCs 470nF 16V 10% X7R 0805<br>C112, C114, C158, C163   | 1.10.2013 |         | 4        | PC  | 5     | 603       | 20   | N       | 4         |
| 1     | 600/ 1  | 412233796 | RESs 118E 1% 125mW 100PPM 0805<br>R137   | 1.10.2013 |         | 1        | PC  | 5     | 603       | 20   | N       | 1         |
| 1     | 610/ 1  | 412238562 | ICs LTC1778EGN#PBF SO-16<br>N6   | 1.10.2013 |         | 1        | PC  | 5     | 603       | 20   | N       | 1         |
| 1     | 620/ 1  | 412250632 | ICs AD5621 SC70-6<br>U1, U50, U53, U56, U59, U62, U65, U68   | 1.10.2013 |         | 8        | PC  | 5     | 603       | 20   | N       | 8         |
| 1     | 630/ 1  | 412265391 | CAPCs 10uF 25V 20% X5R 1812<br>C502, C517  | 1.10.2013 |         | 2        | PC  | 5     | 603       | 20   | N       | 2         |
| 1     | 640/ 1  | 412277660 | ELCOs 47uF 50V 20% 6.3x7.7MM<br>C255, C271, C287, C3, C303, C319, C335, C351   | 1.10.2013 |         | 8        | PC  | 5     | 603       | 20   | N       | 8         |
| 1     | 650/ 1  | 412312644 | ELCOs 220uF 6.3V 20% CASE-A5<br>C501, C506   | 1.10.2013 |         | 2        | PC  | 5     | 603       | 20   | N       | 2         |
| 1     | 660/ 1  | 412317793 | COILs 82nH<br>L101, L116, L123, L126, L129, L132, L135, L138, L26, L31, L36, L4, L41, L46, L51, L56, L74, L83, L84, L85, L86, L87, L88, L93  | 1.10.2013 |         | 24       | PC  | 5     | 603       | 20   | N       | 24        |
| 1     | 670/ 1  | 412336084 | ICs LE33C SO-8<br>D90  | 1.10.2013 |         | 1        | PC  | 5     | 603       | 20   | N       | 1         |
| 1     | 680/ 1  | 412340593 | TRAFOS 0.4-800MHz 75E CD542<br>T10, T3, T4, T5, T6, T7, T8, T9   | 1.10.2013 |         | 8        | PC  | 5     | 603       | 20   | N       | 8         |
| 1     | 690/ 1  | 412374390 | EMI-FTs - 1206 600E 1 FUNCTION<br>L59, L63, L64  | 1.10.2013 |         | 3        | PC  | 5     | 603       | 20   | N       | 3         |
| 1     | 700/ 1  | 412375984 | RESNs 33E 5% 63mW 200PPM 1206<br>R207, R220, R233  | 1.10.2013 |         | 3        | PC  | 5     | 603       | 20   | N       | 3         |
| 1     | 710/ 1  | 412430072 | CAPCs 220nF 25V 10% X7R 0805<br>C507, C573, C605   | 1.10.2013 |         | 3        | PC  | 5     | 603       | 20   | N       | 3         |
| 1     | 720/ 1  | 412431574 | ICs EPCS64SH16N SO-16<br>D57   | 1.10.2013 |         | 1        | PC  | 0     | 603       | 20   | N       | 1         |
| 1     | 730/ 1  | 412456775 | FUSEs 125V 2.5A SLOW<br>F1, F2   | 1.10.2013 |         | 2        | PC  | 5     | 603       | 20   | N       | 2         |
| 1     | 740/ 1  | 412465586 | CAPCs 68pF 100V 5% C0G 0603<br>C100, C102, C113, C119, C122, C138, C141, C143, C160, C162, C179, C181, C198, C200, C203, C534, C537, C540, C543, C546, C549, C552, C555<br>C606, C9  | 1.10.2013 |         | 25       | PC  | 5     | 603       | 20   | N       | 25        |
| 1     | 750/ 1  | 412481500 | ICs ML6554IU SO-16<br>N3   | 1.10.2013 |         | 1        | PC  | 0     | 603       | 20   | N       | 1         |
| 1     | 760/ 1  | 412521022 | CAPCs 100nF 50V -20+80% Y5V 06<br>C104, C105, C106, C107, C108, C110, C124, C125, C126, C127, C128, C130, C134, C135, C14, C145, C146, C147, C148, C149, C15, C150, C154<br>C155, C16, C165, C166, C167, C168, C169, C17, C170, C174, C175, C176, C18, C185, C186, C187, C188, C189, C19, C190, C194, C195, C20, C205<br>C206, C207, C208, C209, C21, C210, C214, C215, C225, C226, C227, C228, C229, C230, C234, C235, C245, C246, C247, C248, C249, C250, C258<br>C261, C262, C264, C265, C273, C274, C277, C278, C28, C280, C281, C289, C29, C293, C294, C296, C297, C30, C305, C306, C309, C31, C310, C312<br>C313, C315, C32, C321, C322, C325, C326, C328, C329, C33, C337, C338, C34, C341, C344, C345, C353, C354, C357, C358, C36, C360, C361, C363<br>C365, C366, C367, C368, C369, C370, C371, C372, C375, C376, C378, C379, C38, C381, C382, C383, C384, C385, C388, C390, C391, C392, C393<br>C397, C399, C40, C400, C401, C402, C403, C404, C41, C42, C422, C423, C424, C425, C426, C443, C444, C445, C446, C447, C448, C449, C45, C452<br>C453, C454, C455, C456, C457, C458, C459, C460, C461, C462, C463, C464, C465, C468, C469, C47, C470, C471, C472, C473, C48, C480, C481<br>C482, C483, C488, C489, C494, C495, C497, C498, C5, C504, C51, C55, C57, C574, C58, C589, C590, C593, C594, C597, C60, C601, C602, C603<br>C604, C607, C608, C609, C61, C610, C617, C618, C62, C621, C63, C64, C68, C69, C7, C705, C71, C72, C74, C75, C77, C78, C88, C91, C92, C94 | 1.10.2013 |         | 238      | PC  | 5     | 603       | 20   | N       | 238       |
| 1     | 770/ 1  | 412547961 | TRANSs FDS6982AS SO-8<br>V41   | 1.10.2013 |         | 1        | PC  | 5     | 603       | 20   | N       | 1         |
| 1     | 780/ 1  | 412551609 | RESs 1K 0.1% 100mW 10PPM 0805<br>R1, R103, R110, R115, R128, R129, R130, R14, R17, R18, R181, R197, R21, R211, R22, R224, R237, R25, R250, R26, R263, R276, R290, R293<br>R327, R33, R330, R34, R379, R380, R381, R384, R386, R39, R391, R392, R393, R40, R420, R421, R422, R423, R424, R425, R43, R44, R443, R48<br>R49, R67, R9  | 1.10.2013 |         | 51       | PC  | 5     | 603       | 20   | N       | 51        |
| 1     | 790/ 1  | 420005838 | COILs 3.3uH<br>L60   | 1.10.2013 |         | 1        | PC  | 5     | 603       | 20   | N       | 1         |
| 1     | 800/ 1  | 420008419 | TRANSs IRF540NSTRLPBF D2PAK-3<br>V15, V3   | 1.10.2013 |         | 2        | PC  | 5     | 603       | 20   | N       | 2         |

| Level | Positie | Item      | Description   | StartDate | EndDate | Quantity | UoM | Scrap | WareHouse | Task | Phantom | RefdesQty |
|-------|---------|-----------|---|-----------|---------|----------|-----|-------|-----------|------|---------|-----------|
| 1     | 810/ 1  | 420015974 | F3, F4<br>0154002.DRT 2A fuse with fuseb  | 1.10.2013 |         | 2        | PC  | 5     | 603       | 20   | N       | 2         |
| 1     | 820/ 1  | 420020633 | ICs AD8021 SO-8<br>U10, U19, U20, U24, U25, U29, U30, U34, U35, U39, U4, U40, U44, U45, U49, U5, U52, U55, U58, U61, U64, U67, U70, U9  | 1.10.2013 |         | 24       | PC  | 5     | 603       | 20   | N       | 24        |
| 1     | 830/ 1  | 420020954 | ICs LT1085 D2PAK-3<br>N2  | 1.10.2013 |         | 1        | PC  | 5     | 603       | 20   | N       | 1         |
| 1     | 840/ 1  | 420021395 | SWs B3SN-3112P -<br>S1  | 1.10.2013 |         | 1        | PC  | 5     | 603       | 20   | N       | 1         |
| 1     | 850/ 1  | 420021739 | ICs MIC29152WU D2PAK-5<br>N5  | 1.10.2013 |         | 1        | PC  | 5     | 603       | 20   | N       | 1         |
| 1     | 860/ 1  | 420021746 | ICs LMS1587CSX-ADJ/NOPB TO263-<br>N1  | 1.10.2013 |         | 1        | PC  | 5     | 603       | 20   | N       | 1         |
| 1     | 870/ 1  | 420021753 | ICs CY74FCT244ATSOCT SO-20<br>D64   | 1.10.2013 |         | 1        | PC  | 5     | 603       | 20   | N       | 1         |
| 1     | 880/ 1  | 420021777 | ICs TPS2491DGSR SO-10<br>A3   | 1.10.2013 |         | 1        | PC  | 5     | 603       | 20   | N       | 1         |
| 1     | 890/ 1  | 420021784 | ICs TPS2330IDR SO-14<br>A6  | 1.10.2013 |         | 1        | PC  | 5     | 603       | 20   | N       | 1         |
| 1     | 900/ 1  | 420021814 | ELCOs 820uF 6.3V 20%<br>C377  | 1.10.2013 |         | 1        | PC  | 5     | 603       | 20   | N       | 1         |
| 1     | 910/ 1  | 420021821 | ELCOs 10uF 25V 20%<br>C503  | 1.10.2013 |         | 1        | PC  | 5     | 603       | 20   | N       | 1         |
| 1     | 920/ 1  | 420021845 | ICs EP2C50F484C6N FBGA-484<br>D13   | 1.10.2013 |         | 1        | PC  | 0     | 603       | 20   | N       | 1         |
| 1     | 930/ 1  | 420021852 | ICs MAX3221ECAE+T PDSO-16<br>D55  | 1.10.2013 |         | 1        | PC  | 0     | 603       | 20   | N       | 1         |
| 1     | 940/ 1  | 420021869 | ICs LP3883ESX-1.2/NOPB TO263-5<br>N4  | 1.10.2013 |         | 1        | PC  | 5     | 603       | 20   | N       | 1         |
| 1     | 950/ 1  | 420021876 | ICs TC4423AVOA713 SO-8<br>D1, D41, D43, D45, D47, D49, D51, D53   | 1.10.2013 |         | 8        | PC  | 5     | 603       | 20   | N       | 8         |
| 1     | 960/ 1  | 420021883 | ELCOs 22uF 16V 10% 2412<br>C389, C396, C420, C421, C466, C467, C548   | 1.10.2013 |         | 7        | PC  | 5     | 603       | 20   | N       | 7         |
| 1     | 970/ 1  | 420021890 | ELCOs 100 uF 10V 10% 2917<br>C386, C398   | 1.10.2013 |         | 2        | PC  | 5     | 603       | 20   | N       | 2         |
| 1     | 980/ 1  | 420021906 | ELCOs 10 uF 25V 20% 2412<br>C103, C109, C12, C129, C13, C144, C151, C164, C171, C184, C191, C204, C211, C224, C231, C24, C244, C25, C251, C252, C259, C26, C260, C268<br>C275, C276, C284, C291, C292, C300, C307, C308, C316, C323, C324, C332, C339, C340, C348, C35, C355, C356, C364, C49, C491, C493, C52<br>C53, C585, C598, C65, C706, C95 | 1.10.2013 |         | 53       | PC  | 5     | 603       | 20   | N       | 53        |
| 1     | 990/ 1  | 420021913 | ICs AD9229ABCPZ-50 LFCSP-48<br>U3, U6   | 1.10.2013 |         | 2        | PC  | 0     | 603       | 20   | N       | 2         |
| 1     | 1000/ 1 | 420021920 | ICs ADG621BRMZ-REEL MSOP-10<br>U12, U21, U22, U23, U27, U32, U37, U42, U47, U71, U72, U73, U74, U8  | 1.10.2013 |         | 14       | PC  | 5     | 603       | 20   | N       | 14        |
| 1     | 1010/ 1 | 420021937 | ELCOs 330 uF 6.3V 10% 2917<br>C373, C374, C492, C496  | 1.10.2013 |         | 4        | PC  | 5     | 603       | 20   | N       | 4         |
| 1     | 1020/ 1 | 420021944 | ICs MAX8216CSD+T SO-14<br>A2  | 1.10.2013 |         | 1        | PC  | 5     | 603       | 20   | N       | 1         |
| 1     | 1030/ 1 | 420021951 | CAPCs 4.7 uF 6.3V 20% X5R 0805<br>C27, C508, C59  | 1.10.2013 |         | 3        | PC  | 5     | 603       | 20   | N       | 3         |
| 1     | 1040/ 1 | 420021968 | ICs MAX6303CSA+T SO-8<br>A4   | 1.10.2013 |         | 1        | PC  | 5     | 603       | 20   | N       | 1         |
| 1     | 1050/ 1 | 420021975 | ICs MAX6710IUT+T SOT23-6<br>A1  | 1.10.2013 |         | 1        | PC  | 5     | 603       | 20   | N       | 1         |
| 1     | 1060/ 1 | 420021982 | ICs QS32X861Q1G QVSOP-48<br>D67   | 1.10.2013 |         | 1        | PC  | 5     | 603       | 20   | N       | 1         |
| 1     | 1070/ 1 | 420021999 | RESs 464E 0.1% 100mW 10PPM 080<br>R107, R108, R109, R124, R125, R126, R141, R142, R143, R158, R159, R160, R175, R176, R177, R192, R193, R194, R36, R46, R60, R61, R63, R64  | 1.10.2013 |         | 24       | PC  | 5     | 603       | 20   | N       | 24        |
| 1     | 1080/ 1 | 420022255 | ICs 74VHC04M SOIC-14<br>D63   | 1.10.2013 |         | 1        | PC  | 5     | 603       | 20   | N       | 1         |
| 1     | 1090/ 1 | 420022545 | ICs 74LCX08M SOIC-14<br>D56   | 1.10.2013 |         | 1        | PC  | 5     | 603       | 20   | N       | 1         |
| 1     | 1100/ 1 | 420024020 | ICs MT46V16M16P-6T:M TSOP-60<br>D16   | 1.10.2013 |         | 1        | PC  | 0     | 603       | 20   | N       | 1         |
| 1     | 1110/ 1 | 420024044 | ICs TJA1041T/VM SO-14<br>D15  | 1.10.2013 |         | 1        | PC  | 5     | 603       | 20   | N       | 1         |
| 1     | 1120/ 1 | 420024051 | RESs 47E 5% 62.5mW 200PPM 1206<br>R75, R77, R78, R79, R84, R85, R86, R87, R91, R92  | 1.10.2013 |         | 10       | PC  | 5     | 603       | 20   | N       | 10        |
| 1     | 1130/ 1 | 420024068 | RESs 100E 5% 62.5mW 200PPM 120<br>R334, R335  | 1.10.2013 |         | 2        | PC  | 5     | 603       | 20   | N       | 2         |
| 1     | 1140/ 1 | 420024075 | RESs 10K 5% 62.5mW 200PPM 1206<br>R127, R209, R210, R222, R223, R235, R236, R248, R249, R261, R262, R272, R274, R275, R285, R287, R288, R309, R313, R314, R317, R324, R340<br>R341, R344, R345, R377, R378, R537, R66, R76, R94   | 1.10.2013 |         | 32       | PC  | 5     | 603       | 20   | N       | 32        |
| 1     | 1150/ 1 | 420024082 | RESs 10E 5% 62.5mW 200PPM 1206<br>R71, R72, R73, R74, R90   | 1.10.2013 |         | 5        | PC  | 5     | 603       | 20   | N       | 5         |
| 1     | 1160/ 1 | 420024099 | RESs 22E 5% 62.5mW 200PPM 1206<br>R80, R81, R82, R83, R89   | 1.10.2013 |         | 5        | PC  | 5     | 603       | 20   | N       | 5         |
| 1     | 1170/ 1 | 420024105 | COILs 0.33uH<br>L100, L104, L109, L114, L119, L71, L91, L96   | 1.10.2013 |         | 8        | PC  | 5     | 603       | 20   | N       | 8         |
| 1     | 1180/ 1 | 420024112 | COILs 0.56uH<br>L103, L108, L113, L118, L70, L90, L95, L99  | 1.10.2013 |         | 8        | PC  | 5     | 603       | 20   | N       | 8         |
| 1     | 1190/ 1 | 420024129 | OSCs 50MHz 636-4<br>G2  | 1.10.2013 |         | 1        | PC  | 5     | 603       | 20   | N       | 1         |
| 1     | 1200/ 1 | 420024136 | X-TALS 16MHz SMX-4<br>G1  | 1.10.2013 |         | 1        | PC  | 5     | 603       | 20   | N       | 1         |
| 1     | 1210/ 1 | 420024143 | COILs 22nH<br>L67, L68  | 1.10.2013 |         | 2        | PC  | 5     | 603       | 20   | N       | 2         |
| 1     | 1220/ 1 | 420024150 | DIOs 1PS79SB70 SC79-2<br>D10, D11, D12, D17, D18, D19, D20, D21, D22, D23, D24, D25, D26, D27, D28, D29, D30, D31, D32, D33, D34, D35, D36, D37, D38, D39, D40<br>D5, D6, D7, D72, D8, D9   | 1.10.2013 |         | 33       | PC  | 5     | 603       | 20   | N       | 33        |
| 1     | 1230/ 1 | 420024167 | DIOs CMDSH-3 TR SOD323-2<br>D58   | 1.10.2013 |         | 1        | PC  | 5     | 603       | 20   | N       | 1         |

| Level | Positie | Item      | Description  | StartDate | EndDate | Quantity | UoM | Scrap | WareHouse | Task | Phantom | RefdesQty |
|-------|---------|-----------|--|-----------|---------|----------|-----|-------|-----------|------|---------|-----------|
| 1     | 1240/   | 420024174 | RESs 5E11 1% 125mW 200PPM 0805<br>R145, R213, R226, R239, R252, R265, R278, R58  | 1.10.2013 |         | 8        | PC  | 5     | 603       | 20   | N       | 8         |
| 1     | 1250/   | 420043137 | COILs 1.2uH<br>L105, L110, L115, L72, L73, L76, L92, L97   | 1.10.2013 |         | 8        | PC  | 5     | 603       | 20   | N       | 8         |
| 1     | 1260/   | 420043144 | COILs 1uH<br>L102, L107, L112, L117, L128, L130, L131, L133, L134, L136, L137, L139, L27, L3, L32, L37, L42, L47, L52, L57, L69, L89, L94, L98   | 1.10.2013 |         | 24       | PC  | 5     | 603       | 20   | N       | 24        |
| 1     | 1270/   | 420043212 | RESs 34E8 1% 125mW 100PPM 0805<br>R15, R16, R19, R20, R23, R24, R27, R28, R35, R38, R41, R42, R45, R47, R50, R51   | 1.10.2013 |         | 16       | PC  | 5     | 603       | 20   | N       | 16        |
| 1     | 1280/   | 420043250 | EMI-FTs 1uF 0805 50M<br>Z1, Z2   | 1.10.2013 |         | 2        | PC  | 5     | 603       | 20   | N       | 2         |
| 1     | 1290/   | 420043267 | RESs 7mE 1% 2W 100PPM 2512<br>R387   | 1.10.2013 |         | 1        | PC  | 5     | 603       | 20   | N       | 1         |
| 1     | 1300/   | 420043304 | CAPCs 15pF 50V 5% C0G 0603<br>C131, C39, C46, C50, C56, C67, C70, C73, C76, C93  | 1.10.2013 |         | 10       | PC  | 5     | 603       | 20   | N       | 10        |
| 1     | 1310/   | 420043311 | COILs 1.8uH<br>L66   | 1.10.2013 |         | 1        | PC  | 5     | 603       | 20   | N       | 1         |
| 1     | 1320/   | 420043328 | RESs 3K 1% 100mW 100PPM 0603<br>R196, R219, R232, R245, R258, R271, R284, R322, R359, R360, R361, R362, R363, R364, R372, R65  | 1.10.2013 |         | 16       | PC  | 5     | 603       | 20   | N       | 16        |
| 1     | 1330/   | 420043373 | CAPCs 20pF 50V 2% C0G 0805<br>C519, C559, C561, C563, C565, C567, C569, C571   | 1.10.2013 |         | 8        | PC  | 5     | 603       | 20   | N       | 8         |
| 1     | 1340/   | 420043397 | CAPCs 240pF 50V 2% C0G 0805<br>C117, C137, C157, C177, C197, C217, C237, C558, C560, C562, C564, C566, C568, C570, C572, C96   | 1.10.2013 |         | 16       | PC  | 5     | 603       | 20   | N       | 16        |
| 1     | 1350/   | 420043403 | CAPCs 2.7nF 100V 5% C0G 1210<br>C523, C577, C581, C613, C624, C629, C634, C640   | 1.10.2013 |         | 8        | PC  | 5     | 603       | 20   | N       | 8         |
| 1     | 1360/   | 420043434 | CAPCs 100pF 100V 5% C0G 0603<br>C115, C116, C218, C219, C220, C221, C222, C223, C238, C239, C240, C241, C242, C243, C499, C509, C510, C511, C512, C513, C514, C515, C516<br>C645, C646, C647, C648, C649, C650, C651, C652, C97, C98 | 1.10.2013 |         | 33       | PC  | 5     | 603       | 20   | N       | 33        |
| 1     | 1370/   | 420043441 | CAPCs 22pF 100V 5% C0G 0603<br>C662, C663, C664, C665, C666, C667, C668, C671, C672, C673, C674, C675, C676, C677, C678  | 1.10.2013 |         | 16       | PC  | 5     | 603       | 20   | N       | 16        |
| 1     | 1380/   | 420043465 | CAPCs 6.8pF 100V 5% C0G 0603<br>C101, C111, C118, C121, C123, C140, C142, C159, C161, C178, C180, C183, C199, C202, C679, C683, C686, C689, C692, C696, C699, C702, C8<br>C99  | 1.10.2013 |         | 24       | PC  | 5     | 603       | 20   | N       | 24        |
| 1     | 1390/   | 420043472 | CAPCs 5.6nF 100V 5% C0G 1825<br>C522, C527, C576, C612, C623, C628, C633, C639   | 1.10.2013 |         | 8        | PC  | 5     | 603       | 20   | N       | 8         |
| 1     | 1400/   | 420043519 | DIOs SMCJ48A DO214AB-2<br>D91  | 1.10.2013 |         | 1        | PC  | 5     | 603       | 20   | N       | 1         |
| 1     | 1410/   | 420043533 | ICs THS4211DR SO-8<br>U11, U13, U14, U15, U16, U17, U18, U7  | 1.10.2013 |         | 8        | PC  | 5     | 603       | 20   | N       | 8         |
| 1     | 1420/   | 420043540 | TRANSs DS2003CMX/NOPB SO-16<br>D61, D65, D66, D69, D70, D71, D79, D80, D81, D83, D84, D85, D86, D87, D88, D89  | 1.10.2013 |         | 16       | PC  | 5     | 603       | 20   | N       | 16        |
| 1     | 1430/   | 420090193 | FUSEs 125V 2A FAST<br>F10, F5  | 1.10.2013 |         | 2        | PC  | 5     | 603       | 20   | N       | 2         |
| 1     | 1440/   | 420095907 | RESs 0.025E 1% 2W 100PPM 2512<br>R401  | 1.10.2013 |         | 1        | PC  | 5     | 603       | 20   | N       | 1         |
| 1     | 1450/   | 420110273 | COILs 33uH<br>L1, L2, L24, L25, L29, L30, L34, L35, L39, L40, L44, L45, L49, L50, L54, L55   | 1.10.2013 |         | 16       | PC  | 5     | 603       | 20   | N       | 16        |
| 1     | 1460/   | 420110594 | ELCOs 220uF 50V 20% CASE-G<br>C2, C254, C270, C286, C302, C318, C334, C350   | 1.10.2013 |         | 8        | PC  | 5     | 603       | 20   | N       | 8         |
| 1     | 1470/   | 412466736 | CAPCs 22uF 16V 20% X5R 1210<br>C518  | 1.10.2013 |         | 1        | PC  | 5     | 603       | 20   | N       | 1         |
| 1     | 1480/   | 420207478 | FUSEs 125V 5A<br>F11   | 1.10.2013 |         | 1        | PC  | 5     | 603       | 20   | N       | 1         |
| 1     | 1490/   | 610959251 | GENERATOR PCB<br>(0002)  | 1.10.2013 |         | 1        | PC  | 0     | 603       | 20   | N       | 1         |
| 1     | 7000/   | 500840400 | Stencil: 2291  | 25-01-13  |         | 0        | PC  | 0     | FIX       | 20   | N       | 1         |
| 1     | 7010/   | 500840350 | Soldeermal 280x322.3   | 25-01-13  |         | 0        | PC  | 0     | FIX       | 43   | N       | 1         |
| 1     | 7040/   | 500843800 | Stencil: 6002  | 25-01-13  |         | 0        | PC  | 0     | FIX       | 20   | N       | 1         |

4.3 Spracovanie kalkulačného hárka 611066352

|  |                                    | KALKULAČNÝ HÁROK / CALCULATION SHEET |      |                      |          | date: 7.4.2013  |  |
|---|------------------------------------|--------------------------------------|------|----------------------|----------|---|--|
|   |                                    |                                      |      |                      |          | created and valid since: 23.6.2008                                |  |
| customer: NAA   |                                    | product ID num ber: 611066352        |      | batch size : 200 EOQ |          |   |  |
| SMD part  | SMD TOP:                           | quantity of components:              | 1054 | x 0,180" / 60        | 3,1620   | min   |  |
|   | REMARKS:                           |                                      |      |                      |          |   |  |
| SMD part  | SMD BOTTOM:                        | quantity of components:              | 378  | x 0,180" / 60        | 1,1340   | min   |  |
|   | REMARKS:                           |                                      |      |                      |          |   |  |
| PRESHAPING  | ax. component in reel              |                                      | x    | " / 60 =             | 0,0000   | min   | REMARKS:   |
|   | rad. component in reel             |                                      | x    | " / 60 =             | 0,0000   | min   |  |
|   | axial in reel incl. kink           |                                      | x    | " / 60 =             | 0,0000   | min   |  |
|   | pneu cutting / preshaping by hand. | 20                                   | x    | 5" / 60 =            | 1,6667   | min   | all pos.V... pos.H1, H3-H5                       |
|   | kink by hand (1leg)                |                                      | x    | " / 60 =             | 0,0000   | min   |  |
|   | cutting by tool                    |                                      | x    | " / 60 =             | 0,0000   | min   |  |
|   | hand cutting of leads              |                                      | x    | " / 60 =             | 0,0000   | min   |  |
|   |                                    |                                      |      |                      |          | TOTAL time per operation:   | 1,6667 min                                       |
| PREMOUNTING   | masking:                           |                                      | x    | " / 60 =             | 0,0000   | min   | REMARKS:   |
|   | riveting:                          | 2                                    | x    | 20" / 60 =           | 0,6667   | min   | rivets for pos.X2 (pos."8")                      |
|   | mech. mounting:                    | 2                                    | x    | 10" / 60 =           | 0,3333   | min   | pos.X2, posX4 incl bending                       |
|   | mounting and hand soldering:       |                                      | x    | " / 60 =             | 0,0000   | min   |  |
|   | glueing:                           |                                      | x    | " / 60 =             | 0,0000   | min   |  |
|   |                                    |                                      | x    | " / 60 =             | 0,0000   | min   |  |
|   |                                    | masking part of PCB connection       |      | x                    | " / 60 = | 0,0000  | min  |
|   |                                    |                                      |      |                      |          | TOTAL time per operation:   | 1,0000 min                                       |
| ASSEMBLING  | PCB to frame:                      | 1                                    | x    | 10" / 60 =           | 0,1667   | min   | REMARKS:   |
|   | not oriented:                      |                                      | x    | " / 60 =             | 0,0000   | min   |  |
|   | oriented:                          | 139                                  | x    | 8" / 60 =            | 18,5333  | min   | relays, coils, test points, trafos               |
|   | not oriented:                      | 8                                    | x    | 5" / 60 =            | 0,6667   | min   | resistors 50E 3W                                 |
|   | connectors / trafo:                |                                      | x    | " / 60 =             | 0,0000   | min   |  |
|   | check of position:                 | 1                                    | x    | 30" / 60 =           | 0,5000   | min   |  |
|   | roynonic manipulation:             | 1                                    | x    | 60" / 60 =           | 1,0000   | min   |  |
|   |                                    |                                      |      |                      |          | TOTAL time per operation:   | 20,8667 min                                      |
| SOLDER WAVE   | 1 PCB in solder frame:             | 1                                    | x    | 48" / 60 =           | 0,8000   | min   | REMARKS:   |
|   | 2 PCBs in solder frame:            |                                      | x    | " / 60 =             | 0,0000   | min   |  |
|   | 3 PCBs in solder frame:            |                                      | x    | " / 60 =             | 0,0000   | min   |  |
|   | 4 PCBs in solder frame:            |                                      | x    | " / 60 =             | 0,0000   | min   |  |
|   | 6 PCBs in solder frame:            |                                      | x    | " / 60 =             | 0,0000   | min   |  |
|   |                                    |                                      |      |                      |          | TOTAL time per operation:   | 0,8000 min                                       |
| TOUCH UP  | checking soldering SOL:            | 1                                    | x    | 30" / 60 =           | 0,5000   | min   | REMARKS:   |
|   | checking soldering COM:            |                                      | x    | " / 60 =             | 0,0000   | min   |  |
|   | checking SMD BOT:                  | 1                                    | x    | 30" / 60 =           | 0,5000   | min   |  |
|   | unmasking:                         |                                      | x    | " / 60 =             | 0,0000   | min   |  |
|   | mech. mounting:                    |                                      | x    | " / 60 =             | 0,0000   | min   |  |
|   | mech. mounting:                    |                                      | x    | " / 60 =             | 0,0000   | min   |  |
|   | sticker:                           |                                      | x    | " / 60 =             | 0,0000   | min   |  |
|   | manipulation:                      |                                      | x    | " / 60 =             | 0,0000   | min   |  |
|   | PRESSFIT                           | 1                                    | x    | 30" / 60 =           | 0,5000   | min   | pos.X1   |
|   |                                    | unplac ing:                          |      | x                    | " / 60 = | 0,0000  | min  |
|   |                                    |                                      |      |                      |          | TOTAL time per operation:   | 1,5000 min                                       |
| TEST  | RF test:                           |                                      | sec  |                      | 0,0000   | min   |  |
|   | REMARKS:                           |                                      |      |                      |          |   | 0,0000 min                                       |
|   | FUNCTIONAL test:                   |                                      | sec  |                      | 0,0000   | min   |  |
|   |                                    |                                      |      |                      |          | 0,0000 min  |  |
| FINAL MOUNTING  | hand soldering+plac ing:           |                                      | x    | " / 60 =             | 0,0000   | min   | REMARKS:   |
|   | mech. mounting:                    | 5                                    | x    | 60" / 60 =           | 5,0000   | min   | ejectors, front panel, light pipes, cover plates |
|   | crimping:                          |                                      | x    | " / 60 =             | 0,0000   | min   |  |
|   | cutting:                           |                                      | x    | " / 60 =             | 0,0000   | min   |  |
|   | plac ing:                          |                                      | x    | " / 60 =             | 0,0000   | min   |  |
|   | varnishing:                        |                                      | x    | " / 60 =             | 0,0000   | min   |  |
|   | riveting+soldering of rivets:      |                                      | x    | " / 60 =             | 0,0000   | min   |  |
|   | manipulation:                      |                                      | x    | " / 60 =             | 0,0000   | min   |  |
|   | sticker:                           | 1                                    | x    | 10" / 60 =           | 0,1667   | min   | pos."16"   |
|   |                                    |                                      | x    | " / 60 =             | 0,0000   | min   |  |
|   |                                    |                                      |      |                      |          | TOTAL time per operation:   | 5,1667 min                                       |
| PAC KING  |                                    | 30                                   | sec  |                      | 0,5000   | min   |  |
|   |                                    |                                      |      |                      |          | TOTAL time per operation:   | 0,5000 min                                       |
|   |                                    |                                      |      |                      |          | TOTAL SMD TIME  | 4,2960 min                                       |
|   |                                    |                                      |      |                      |          | SMT AOI test  | 3,0000 min                                       |
|   |                                    |                                      |      |                      |          | GOODS (flux, solder, SMD paste):                                  | 0,0 min  |
|   |                                    |                                      |      |                      |          | HMT RUNNING TIME  | 31,5000 min                                      |
|   |                                    |                                      |      |                      |          | TOTAL TIME per PRODUCT incl. SMD TIME, and MEDIA COSTS for Baan : | 38,7960 min                                      |

#### 4.4 Spracovanie a nastavenie procesov SMT podľa TPV

- Tvorba programu nanášacieho zariadenia DEK Horizon 03Ix

| 611 066 352 - GENERATOR BOARD         |            |                         |                |                                 |          |
|---------------------------------------|------------|-------------------------|----------------|---------------------------------|----------|
| Výrobná Linka:                        |            | 32-NSK-AX-01            |                |                                 |          |
| Stroj pre nanášanie SMD pasty/lepidla |            | DEK Horizon 03Ix        |                | S.N.:                           | 265013   |
| Program strana TOP:                   |            | 611 066 352Top          |                | Dátum:                          | 4.4.2013 |
| SMD Médium:                           |            | SMD Pasta               | Typ:           | Multicore 96 SC LF318 AGS 88.5V |          |
| číslo šablóny:                        |            | AH25029                 |                |                                 |          |
| Stierky (60°):                        |            | 300mm                   | Typ:           | Zelené                          |          |
| Názov programu pre printovanie TOP:   |            |                         | 611 066 352Top |                                 |          |
| Dĺžka Dps:                            | 281,0mm    | Hrúbka DP S:            | 1,6mm          | Limit prednej tlačce:           | 0,0mm    |
| Šírka Dps:                            | 323,0mm    | Nástroj:                | Gridlok        | Limit zadnej tlačce:            | 0,0mm    |
| Fiduciál Dps 1 X                      | 274,0mm    | Zadná rýchlosť tlačce:  | 40,0mm/s       | Čistiaci mód:                   | MV/S     |
| Fiduciál Dps 1 Y                      | 7,5mm      | Predná rýchlosť tlačce: | 40,0mm/s       | Miera čistenia:                 | 15Dps    |
| Fiduciál Dps 2 X                      | 12,0mm     | Predný tlak:            | 6,0kg          | Oddeľovacia rýchlosť:           | 10,0mm/s |
| Fiduciál Dps 2 Y                      | 319,0mm    | Zadný Tlak:             | 6,0kg          | Oddeľovacia vzdialenosť:        | 3,0mm    |
| Centrovanie šablóny:                  | 282mm-23"L |                         |                |                                 |          |
| Program strana BOT:                   |            | 611 066 352Bot          |                | Dátum:                          | 4.4.2013 |
| SMD Médium:                           |            | SMD Lepidlo             | Typ:           | Multicore Chipbonder 3616       |          |
| číslo šablóny:                        |            | AH25030                 |                |                                 |          |
| Stierky (60°):                        |            | 300mm                   | Typ:           | Zelené                          |          |
| Názov programu pre printovanie BOT:   |            |                         | 611 066 352Bot |                                 |          |
| Dĺžka Dps:                            | 281,0mm    | Hrúbka DP S:            | 1,6mm          | Limit prednej tlačce:           | 0,0mm    |
| Šírka Dps:                            | 323,0mm    | Nástroj:                | Gridlok        | Limit zadnej tlačce:            | 0,0mm    |
| Fiduciál Dps 1 X                      | 10,5mm     | Zadná rýchlosť tlačce:  | 60,0mm/s       | Čistiaci mód:                   | MV/S     |
| Fiduciál Dps 1 Y                      | 8,0mm      | Predná rýchlosť tlačce: | 60,0mm/s       | Miera čistenia:                 | 15Dps    |
| Fiduciál Dps 2 X                      | 270,0mm    | Predný tlak:            | 6,0kg          | Oddeľovacia rýchlosť:           | 10,0mm/s |
| Fiduciál Dps 2 Y                      | 318,0mm    | Zadný Tlak:             | 6,0kg          | Oddeľovacia vzdialenosť:        | 3,0mm    |
| Centrovanie šablóny:                  | 282mm-23"L |                         |                |                                 |          |
| Zodpovednosť:                         |            |                         |                |                                 |          |

- Spracovanie dát a tvorba programu pre osadzovacie automaty Assembleon AX 501 a AX 201 a vydanie dokumentov osadzovacieho programu „Setup Feeder Report“ pre AX501

| Feeder Setup Report   |           |          |               |                   |  |   |                   |          |   |
|---|-----------|----------|---------------|-------------------|--|---|-------------------|----------|---|
| Line: 32-NSK-AX-01  |           |          |               |                   |  |   |                   |          | 1 |
| Station: 32-NSK-AX501-01  |           |          |               |                   |  |   |                   |          |   |
| Session: 611066352  |           |          |               |                   |  |   |                   |          |   |
| Programmer: Rastislav Cervenak                                  |           |          |               |                   |  |   |                   |          |   |
| Date: 4/1/2013  |           |          |               |                   |  |   |                   |          |   |
| Panel Layout 1: 611066352 (Top)                                 |           |          |               |                   | Panel Layout 2: 611066352 (Bottom)                                 |   |                   |          |   |
| Panel Layout 1: 611066352 (Top) - Fiducials and Bad Board Marks |           |          |               |                   | Panel Layout 2: 611066352 (Bottom) - Fiducials and Bad Board Marks |   |                   |          |   |
| Board / Panel   | Symbol    | Name     | Type          | Location          | Board / Panel  | Symbol  | Location          |          |   |
| 611066352() - 1485  | r1000     | r1000    | Panel         | 10.55mm, 317.05mm | 611066352() - 1485   | r1000   | 10.55mm, 317.05mm |          |   |
| 611066352() - 1485  | r1000     | r1000    | Panel         | 271.55mm, 6.05mm  | 611066352() - 1485   | r1000   | 271.55mm, 6.05mm  |          |   |
| 611066352() - 1485  | r1000     | r1000    | Panel         | 7.05mm, 19.55mm   | 611066352() - 1485   | r1000   | 7.05mm, 19.55mm   |          |   |
| Carrier   | Feeder No | Slot     | Pallet        | Part Number       | Part Image   | RefDes List   | Shape Name        | Quantity |   |
| 1   | ITF2_08   | 1-Left   | *P*412053523* | 412053523         |  | (PL1 :C588)   | TANT3216MOLDED-1  | 1        |   |
| 1   | ITF2_08   | 2-Left   | *P*411468779* | 411468779         |  | (PL2 :R93,R97-R98)  | R0603             | 3        |   |
| 1   | ITF2_08   | 3-Left   | *P*412170084* | 412170084         |  | (PL1 :H69-H76)  | LED2X1X1          | 8        |   |
| 1   | ITF2_08   | 4-Left   | *P*420043236* | 420043236         |  | (PL1 :C87,C90,C133,C153,C173,C193,C213,C233)  | C0603             | 8        |   |
| 1   | ITF2_08   | 5-Left   | *P*420043281* | 420043281         |  | (PL1 :C54,C89,C132,C152,C172,C192,C212,C232)<br>(PL2 :C4,C263,C279,C295,C311,C327,C343,C359)  | C0603             | 16       |   |
| 1   | ITF2_08   | 9-Left   | *P*411052978* | 411052978         |  | (PL2 :R4,R6,R178,R195,R216,R218,R229,R231,R242,R244,R255,R257,R268,R270,R281,R283)  | R0603             | 16       |   |
| 1   | ITF2_08   | 10-Left  | *P*411061369* | 411061369         |  | (PL1 :R132) (PL2 :R133,R135)  | R0805             | 3        |   |
| 1   | ITF2_12   | 12-Right | *P*420043533* | 420043533         |  | (PL1 :U7,U11,U13-U18)   | SO08              | 8        |   |
| 1   | ITF2_12   | 13-Left  | *P*420021876* | 420021876         |  | (PL1 :D1,D41,D43,D45,D47,D49,D51,D53)   | SO08              | 8        |   |
| 1   | ITF2_08   | 15-Left  | *P*412019086* | 412019086         |  | (PL1 :R151)   | R0805             | 1        |   |
| 1   | ITF2_08   | 16-Left  | *P*412375984* | 412375984         |  | (PL1 :R207,R220,R233)   | R1206NET          | 3        |   |
| 1   | ITF2_08   | 17-Left  | *P*411167078* | 411167078         |  | (PL1 :C37,C66,C380,C490,C584,C599-C600,C619,C622) (PL2 :C22-C23,C43-C44,C156,C196,C216,C236,C257,C394-C395,C405-C419,C427-C442,C450-C451,C474-C479,C484-C487,C575,C591-C592,C595-C596,C620) | R0603             | 69       |   |
| 1   | ITF2_08   | 18-Left  | *P*411065084* | 411065084         |  | (PL1 :R403)   | R0805             | 1        |   |
| 1   | ITF2_08   | 19-Left  | *P*412466736* | 412466736         |  | (PL1 :C518)   | C1210-1           | 1        |   |
| 1   | ITF2_16   | 23-Right | *P*420043540* | 420043540         |  | (PL1 :D61,D65-D66,D69-D71,D79-D81,D83-D89)  | SO16              | 16       |   |
| 1   | ITF2_08   | 24-Left  | *P*412053585* | 412053585         |  | (PL2 :C290)   | C0805-1           | 1        |   |
| 1   | ITF2_08   | 25-Left  | *P*412062600* | 412062600         |  | (PL1 :R404)   | R0805             | 1        |   |
| 1   | ITF2_08   | 26-Left  | *P*412195049* | 412195049         |  | (PL1 :C112,C114,C158,C163)  | C0805             | 4        |   |
| 1   | ITF2_08   | 27-Left  | *P*412374390* | 412374390         |  | (PL1 :L59,L63-L64)  | EMI-1206          | 3        |   |

| Feeder Setup Report   |            |          |               |                   |  |   |                 |                   |   |
|---|------------|----------|---------------|-------------------|--|---|-----------------|-------------------|---|
| Line: 32-NSK-AX-01  |            |          |               |                   |  |   |                 |                   | 2 |
| Station: 32-NSK-AX501-01  |            |          |               |                   |  |   |                 |                   |   |
| Session: 611066352  |            |          |               |                   |  |   |                 |                   |   |
| Programmer: Rastislav Cervenak                                  |            |          |               |                   |  |   |                 |                   |   |
| Date: 4/1/2013  |            |          |               |                   |  |   |                 |                   |   |
| Panel Layout 1: 611066352 (Top)                                 |            |          |               |                   | Panel Layout 2: 611066352 (Bottom)                                 |   |                 |                   |   |
| Panel Layout 1: 611066352 (Top) - Fiducials and Bad Board Marks |            |          |               |                   | Panel Layout 2: 611066352 (Bottom) - Fiducials and Bad Board Marks |   |                 |                   |   |
| Board / Panel   | Symbol     | Name     | Type          | Location          |  | Board / Panel   | Symbol          | Location          |   |
| 611066352() - 1485  | r1000      | r1000    | Panel         | 10.55mm, 317.05mm |  | 611066352() - 1485  | r1000           | 10.55mm, 317.05mm |   |
| 611066352() - 1485  | r1000      | r1000    | Panel         | 271.55mm, 6.05mm  |  | 611066352() - 1485  | r1000           | 271.55mm, 6.05mm  |   |
| 611066352() - 1485  | r1000      | r1000    | Panel         | 7.05mm, 19.55mm   |  | 611066352() - 1485  | r1000           | 7.05mm, 19.55mm   |   |
| Carrier   | Feeder No. | Slot     | Part          | Part Number       | Part Image   | RefDes List   | Shape Name      | Quantity          |   |
| 2   | ITF2_08    | 1-Left   | *P*411065091* | 411065091         |  | (PL1 :R400)   | R0805           | 1                 |   |
| 2   | ITF2_08    | 2-Left   | *P*420024051* | 420024051         |  | (PL1 :R75,R77-R79,R84-R87,R91-R92)  | R1206NET        | 10                |   |
| 2   | ITF2_08    | 3-Left   | *P*411414189* | 411414189         |  | (PL1 :C11,C267,C283,C299,C331,C347,C387,C520-C521,C586-C587,C643,C656,C669,C682,C695,C707-C708)<br>(PL2 :C10,C286,C282,C298,C314,C330,C346,C362)  | C0603           | 26                |   |
| 2   | ITF2_08    | 4-Left   | *P*412170589* | 412170589         |  | (PL1 :C524-C525,C578-C579,C582-C583,C614-C615,C625-C626,C630-C631,C636-C637,C641-C642,C653-C655,C657-C661)  | C1206-1         | 24                |   |
| 2   | ITF2_08    | 5-Left   | *P*420021975* | 420021975         |  | (PL1 :A1)   | SOT23-6-1       | 1                 |   |
| 2   | ITF2_08    | 9-Left   | *P*420043441* | 420043441         |  | (PL1 :C662-C668,C670-C676)  | C0603           | 16                |   |
| 2   | ITF2_08    | 10-Left  | *P*420043465* | 420043465         |  | (PL1 :C8,C99,C101,C111,C118,C121,C123,C140,C142,C159,C161,C178,C180,C183,C199,C202,C679,C683,C686,C689,C692,C696,C699,C702)   | C0603           | 24                |   |
| 2   | ITF2_08    | 11-Left  | *P*412521022* | 412521022         |  | (PL1 :C29-C30,C41,C45,C47-C48,C51,C55,C57-C58,C60-C61,C68-C69,C71-C72,C74-C75,C77-C78,C104-C106,C108,C110,C124-C126,C130,C145-C147,C150,C154,C165-C167,C170,C185-C188,C190,C194,C205-C207,C210,C225-C227,C230,C234,C245-C247,C250,C305-C306,C315,C321-C322,C337-C338,C353-C354,C363,C365-C370,C376,C385,C388,C443,C445,C447,C498,C504,C597,C601-C604,C618,C705)<br>(PL2 :C7,C14,C16-C21,C32-C33,C36,C38,C40,C42,C258,C261,C264-C265,C273-C274,C280-C281,C289,C293-C294,C296,C309-C310,C312-C313,C325-C326,C329,C344,C357,C361,C390,C393,C399-C400,C402-C404,C422-C424,C426,C448-C449,C453-C457,C460-C464,C468,C470,C472-C473,C480-C483,C574,C589-C590,C593-C594,C621) | C0603           | 161               |   |
| 2   | ITF2_08    | 12-Left  | *P*420024150* | 420024150         |  | (PL1 :D5-D12,D17-D40,D72)   | SC79_2          | 33                |   |
| 2   | ITF2_08    | 13-Left  | *P*412178677* | 412178677         |  | (PL2 :U2,U51,U54,U57,U60,U63,U66,U69)   | SOT23           | 8                 |   |
| 2   | ITF2_08    | 15-Left  | *P*411061666* | 411061666         |  | (PL1 :R7-R8,R37,R62,R105-R106,R122-R123,R139-R140,R152,R156-R157,R173-R174,R190-R191)   | R0805           | 17                |   |
| 2   | ITF2_08    | 16-Left  | *P*411064544* | 411064544         |  | (PL1 :R150)   | R0805           | 1                 |   |
| 2   | ITF2_08    | 17-Left  | *P*411064384* | 411064384         |  | (PL1 :R183-R189,R199)   | R0805           | 8                 |   |
| 2   | ITF2_08    | 18-Left  | *P*411061963* | 411061963         |  | (PL2 :R3,R162,R215,R228,R241,R254,R267,R280)  | R0805           | 8                 |   |
| 2   | ITF2_08    | 19-Left  | *P*411052459* | 411052459         |  | (PL1 :R99-R100)   | R0603           | 2                 |   |
| 2   | ITF2_12    | 23-Right | *P*420020633* | 420020633         |  | (PL1 :U4-U5,U9-U10,U19-U20,U24-U25,U29-U30,U34-U35,U39-U40,U44-U45)<br>(PL2 :U49,U52,U55,U58,U61,U64,U67,U70)   | S008            | 24                |   |
| 2   | ITF2_12    | 24-Left  | *P*420021920* | 420021920         |  | (PL1 :U8,U12,U21-U23,U27,U32,U37,U42,U47,U71-U74)   | MS OP10         | 14                |   |
| 2   | ITF2_12    | 26-Right | *P*412058368* | 412058368         |  | (PL1 :L65,L77-L82)  | EMI-FILTER-1806 | 7                 |   |
| 2   | ITF2_12    | 27-Left  | *P*412265391* | 412265391         |  | (PL1 :C502,C517)  | C1812-1         | 2                 |   |






















| Feeder Setup Report   |            |          |               |                   |  |   |                  |                   |   |
|---|------------|----------|---------------|-------------------|--|---|------------------|-------------------|---|
| Line: 32-NSK-AX-01  |            |          |               |                   |  |   |                  |                   | 3 |
| Station: 32-NSK-AX501-01  |            |          |               |                   |  |   |                  |                   |   |
| Session: 611066352  |            |          |               |                   |  |   |                  |                   |   |
| Programmer: Rastislav Cervenak                                  |            |          |               |                   |  |   |                  |                   |   |
| Date: 4/1/2013  |            |          |               |                   |  |   |                  |                   |   |
| Panel Layout 1: 611066352 (Top)                                 |            |          |               |                   | Panel Layout 2: 611066352 (Bottom)                                 |   |                  |                   |   |
| Panel Layout 1: 611066352 (Top) - Fiducials and Bad Board Marks |            |          |               |                   | Panel Layout 2: 611066352 (Bottom) - Fiducials and Bad Board Marks |   |                  |                   |   |
| Board / Panel   | Symbol     | Name     | Type          | Location          |  | Board / Panel   | Symbol           | Location          |   |
| 611066352() - 1485  | r1000      | r1000    | Panel         | 10.55mm, 317.05mm |  | 611066352() - 1485  | r1000            | 10.55mm, 317.05mm |   |
| 611066352() - 1485  | r1000      | r1000    | Panel         | 271.55mm, 6.05mm  |  | 611066352() - 1485  | r1000            | 271.55mm, 6.05mm  |   |
| 611066352() - 1485  | r1000      | r1000    | Panel         | 7.05mm, 19.55mm   |  | 611066352() - 1485  | r1000            | 7.05mm, 19.55mm   |   |
| Carrier   | Feeder No. | Slot     | Pallet        | Part Number       | Part Image   | RefDes List   | Shape Name       | Quantity          |   |
| 3   | ITF2_08    | 1-Left   | *P*412430072* | 412430072         |  | (PL1 :C507,C573,C605)   | C0805            | 3                 |   |
| 3   | ITF2_08    | 2-Left   | *P*411091649* | 411091649         |  | (PL1 :V2,V111-V114,V118)  | SOT23-3-1        | 6                 |   |
| 3   | ITF2_08    | 3-Left   | *P*411435924* | 411435924         |  | (PL1 :R11,R30,R101,R117,R131,R147,R320,R323,R325,R333,R339,R343,R346,R376,R405,R407,R444-R447,R464-R466)<br>(PL2 :R5,R116,R121,R179,R217,R230,R243,R256,R269,R282,R306-R308,R310-R312,R342)                                   | R0603            | 40                |   |
| 3   | ITF2_08    | 4-Left   | *P*412551609* | 412551609         |  | (PL1 :R1,R9,R14,R17-R18,R21-R22,R25-R26,R33-R34,R39-R40,R43-R44,R48-R49,R103,R110,R128,R130,R197,R211,R224,R237,R250,R263,R276,R290,R327,R330)<br>(PL2 :R67,R115,R129,R181,R293,R379-R381,R384,R386,R391-R393,R420-R425,R443) | R0805            | 51                |   |
| 3   | ITF2_08    | 5-Left   | *P*420024082* | 420024082         |  | (PL1 :R71-R74,R90)  | R1206NET         | 5                 |   |
| 3   | ITF2_12    | 9-Right  | *P*411513011* | 411513011         |  | (PL1 :C83-C86)  | TANTMOLDED6032-1 | 4                 |   |
| 3   | ITF2_08    | 10-Left  | *P*411062687* | 411062687         |  | (PL1 :R2,R138,R144,R149,R212,R225,R238,R251,R264,R277)  | R0805            | 10                |   |
| 3   | ITF2_08    | 11-Left  | *P*411061956* | 411061956         |  | (PL1 :R52-R53,R112,R136,R164,R291,R295) (PL2 :R68,R113,R180,R294)   | R0805            | 11                |   |
| 3   | ITF2_08    | 12-Left  | *P*411063011* | 411063011         |  | (PL2 :R88,R208,R221,R234,R247,R260,R273,R286)   | R0805            | 8                 |   |
| 3   | ITF2_08    | 13-Left  | *P*411063462* | 411063462         |  | (PL1 :R13,R32,R114,R316)  | R0805            | 4                 |   |
| 3   | ITF2_08    | 15-Left  | *P*420043250* | 420043250         |  | (PL1 :Z1-Z2)  | EMI-FTS-0805     | 2                 |   |
| 3   | ITF2_08    | 16-Left  | *P*420043304* | 420043304         |  | (PL1 :C39,C46,C50,C56,C67,C70,C73,C76,C93,C131)   | C0603            | 10                |   |
| 3   | ITF2_08    | 17-Left  | *P*411268690* | 411268690         |  | (PL1 :C1,C6,C79-C82,C120,C139,C182,C201,C253,C256,C269,C272,C285,C288,C301,C304,C317,C320,C333,C336,C349,C352,C528-C533,C547) (PL2 :C342)   | R0805            | 32                |   |
| 3   | ITF2_08    | 18-Left  | *P*420024075* | 420024075         |  | (PL1 :R66,R76,R127,R210,R223,R236,R249,R262,R272,R275,R285,R288,R309,R313-R314,R317,R324,R340-R341,R344-R345,R377-R378,R537)<br>(PL2 :R94,R209,R222,R235,R248,R261,R274,R287)   | R1206NET         | 32                |   |
| 3   | ITF2_08    | 19-Left  | *P*412465586* | 412465586         |  | (PL1 :C9,C100,C102,C113,C119,C122,C138,C141,C143,C160,C162,C179,C181,C198,C200,C203,C534,C537,C540,C543,C546,C549,C552,C555,C606)   | C0603            | 25                |   |
| 3   | ITF2_12    | 23-Left  | *P*420021777* | 420021777         |  | (PL1 :A3)   | PDSO-05          | 1                 |   |
| 3   | ITF2_12    | 25-Right | *P*420021883* | 420021883         |  | (PL1 :C389,C396,C420-C421,C466-C467,C548)   | TANT6032MOLDED-1 | 7                 |   |
| 3   | ITF2_08    | 26-Left  | *P*411061604* | 411061604         |  | (PL1 :R56-R57,R104,R315) (PL2 :R12,R31,R153-R155,R165-R172,R182)  | R0805            | 18                |   |
| 3   | ITF2_08    | 27-Left  | *P*411061611* | 411061611         |  | (PL1 :R319) (PL2 :R118-R120)  | R0805            | 4                 |   |

| Feeder Setup Report   |            |          |               |                   |  |   |                   |          |   |
|---|------------|----------|---------------|-------------------|--|---|-------------------|----------|---|
| Line: 32-NSK-AX-01  |            |          |               |                   |  |   |                   |          | 4 |
| Station: 32-NSK-AX501-01  |            |          |               |                   |  |   |                   |          |   |
| Session: 611066352  |            |          |               |                   |  |   |                   |          |   |
| Programmer: Rastislav Cervenak                                  |            |          |               |                   |  |   |                   |          |   |
| Date: 4/1/2013  |            |          |               |                   |  |   |                   |          |   |
| Panel Layout 1: 611066352 (Top)                                 |            |          |               |                   | Panel Layout 2: 611066352 (Bottom)                                 |   |                   |          |   |
| Panel Layout 1: 611066352 (Top) - Fiducials and Bad Board Marks |            |          |               |                   | Panel Layout 2: 611066352 (Bottom) - Fiducials and Bad Board Marks |   |                   |          |   |
| Board / Panel   | Symbol     | Name     | Type          | Location          | Board / Panel  | Symbol  | Location          |          |   |
| 611066352() - 1485  | r1000      | r1000    | Panel         | 10.55mm, 317.05mm | 611066352() - 1485   | r1000   | 10.55mm, 317.05mm |          |   |
| 611066352() - 1485  | r1000      | r1000    | Panel         | 271.55mm, 6.05mm  | 611066352() - 1485   | r1000   | 271.55mm, 6.05mm  |          |   |
| 611066352() - 1485  | r1000      | r1000    | Panel         | 7.05mm, 19.55mm   | 611066352() - 1485   | r1000   | 7.05mm, 19.55mm   |          |   |
| Carrier   | Feeder No. | Slot     | Pallet        | Part Number       | Part Image   | RefDes List   | Shape Name        | Quantity |   |
| 4   | ITF2_08    | 1-Left   | *P*411052947* | 411052947         |  | (PL1 :R246,R328,R331)   | R0603             | 3        |   |
| 4   | ITF2_08    | 2-Left   | *P*411064889* | 411064889         |  | (PL1 :R329,R332)  | R0805             | 2        |   |
| 4   | ITF2_08    | 3-Left   | *P*411064803* | 411064803         |  | (PL1 :R54-R55)  | R0805             | 2        |   |
| 4   | ITF2_08    | 4-Left   | *P*411061673* | 411061673         |  | (PL1 :R200-R206,R297-R305,R347,R385,R395,R402)  | R0805             | 20       |   |
| 4   | ITF2_08    | 5-Left   | *P*411063431* | 411063431         |  | (PL1 :R321)   | R0805             | 1        |   |
| 4   | ITF2_08    | 9-Left   | *P*411063776* | 411063776         |  | (PL1 :R10,R29)  | R0805             | 2        |   |
| 4   | ITF2_08    | 10-Left  | *P*411063103* | 411063103         |  | (PL1 :R318)   | R0805             | 1        |   |
| 4   | ITF2_08    | 11-Left  | *P*411063813* | 411063813         |  | (PL1 :R396)   | R0805             | 1        |   |
| 4   | ITF2_08    | 12-Left  | *P*411061642* | 411061642         |  | (PL1 :R289)   | R0805             | 1        |   |
| 4   | ITF2_08    | 13-Left  | *P*411062205* | 411062205         |  | (PL1 :R336-R338,R365-R371,R375)   | R0805             | 11       |   |
| 4   | ITF2_08    | 15-Left  | *P*412019444* | 412019444         |  | (PL1 :R397)   | R0805             | 1        |   |
| 4   | ITF2_08    | 16-Left  | *P*412053356* | 412053356         |  | (PL1 :C526,C580,C611,C616,C627,C632,C638,C644)  | C1206             | 8        |   |
| 4   | ITF2_08    | 17-Left  | *P*412019062* | 412019062         |  | (PL1 :R398)   | R0805             | 1        |   |
| 4   | ITF2_08    | 18-Left  | *P*412233796* | 412233796         |  | (PL1 :R137)   | R0805             | 1        |   |
| 4   | ITF2_12    | 20-Right | *P*420024105* | 420024105         |  | (PL1 :L71,L91,L95,L100,L104,L109,L114,L119)   | COIL-LPS          | 8        |   |
| 4   | ITF2_12    | 23-Right | *P*420021906* | 420021906         |  | (PL1 :C12-C13,C24-C26,C35,C49,C52-C53,C65,C95,C103,C109,C129,C144,C151,C164,C171,C184,C191,C204,C211,C224,C231,C244,C251-C252,C259-C260,C268,C275-C276,C284,C291-C292,C300,C307-C308,C316,C323-C324,C332,C339-C340,C348,C355-C356,C364,C491,C493,C585,C598,C706)  | TANTMOLDED_C-1    | 53       |   |
| 4   | ITF2_08    | 24-Left  | *P*420024068* | 420024068         |  | (PL1 :R334-R335)  | R1206NET          | 2        |   |
| 4   | ITF2_08    | 25-Left  | *P*412250632* | 412250632         |  | (PL2 :U1,U50,U53,U56,U59,U62,U65,U68)   | SC70-6            | 8        |   |
| 4   | ITF2_08    | 26-Left  | *P*420024143* | 420024143         |  | (PL1 :L67-L68)  | COIL-0805         | 2        |   |
| 4   | ITF2_08    | 27-Left  | *P*412521022* | 412521022         |  | (PL1 :C28,C31,C34,C62-C64,C88,C91-C92,C94,C107,C127-C128,C134-C135,C148-C149,C155,C168-C169,C174-C176,C189,C195,C208-C209,C214-C215,C228-C229,C235,C248-C249,C371-C372,C375,C378-C379,C381-C384,C391,C397,C444,C446,C488-C489,C494-C495,C497,C607-C610,C617)<br>(PL2 :C5,C15,C262,C277,C328,C341,C345,C358,C360,C392,C401,C425,C452,C458-C459,C465,C469,C471) | C0603             | 77       |   |

| Feeder Setup Report   |            |          |               |                   |  |  |                   |          |   |
|---|------------|----------|---------------|-------------------|--|--|-------------------|----------|---|
| Line: 32-NSK-AX-01  |            |          |               |                   |  |  |                   |          | 5 |
| Station: 32-NSK-AX501-01  |            |          |               |                   |  |  |                   |          |   |
| Session: 611066352  |            |          |               |                   |  |  |                   |          |   |
| Programmer: Rastislav Cervenak                                  |            |          |               |                   |  |  |                   |          |   |
| Date: 4/1/2013  |            |          |               |                   |  |  |                   |          |   |
| Panel Layout 1: 611066352 (Top)                                 |            |          |               |                   | Panel Layout 2: 611066352 (Bottom)                                 |  |                   |          |   |
| Panel Layout 1: 611066352 (Top) - Fiducials and Bad Board Marks |            |          |               |                   | Panel Layout 2: 611066352 (Bottom) - Fiducials and Bad Board Marks |  |                   |          |   |
| Board / Panel   | Symbol     | Name     | Type          | Location          | Board / Panel  | Symbol   | Location          |          |   |
| 611066352() - 1485  | r1000      | r1000    | Panel         | 10.55mm, 317.05mm | 611066352() - 1485   | r1000  | 10.55mm, 317.05mm |          |   |
| 611066352() - 1485  | r1000      | r1000    | Panel         | 271.55mm, 6.05mm  | 611066352() - 1485   | r1000  | 271.55mm, 6.05mm  |          |   |
| 611066352() - 1485  | r1000      | r1000    | Panel         | 7.05mm, 19.55mm   | 611066352() - 1485   | r1000  | 7.05mm, 19.55mm   |          |   |
| Carrier   | Feeder No. | Slot     | Pallet        | Part Number       | Part Image   | RefDes List  | Shape Name        | Quantity |   |
| 5   | ITF2_08    | 1-Left   | *P*411052350* | 411052350         |  | (P L1 :R102,R148,R326,R348,R399,R406)<br>(P L2 :R95-R96,R111,R146,R163,R198,R292,R296)                             | R0603             | 14       |   |
| 5   | ITF2_12    | 3-Right  | *P*412116488* | 412116488         |  | (P L1 :R373-R374,R382-R383,R388-R390,R394)   | R1218-1           | 8        |   |
| 5   | ITF2_16    | 4-Left   | *P*412340593* | 412340593         |  | (P L1 :T3-T10)   | TRAFO-1           | 8        |   |
| 5   | ITF2_16    | 6-Right  | *P*420021852* | 420021852         |  | (P L1 :D55)  | SSOP16            | 1        |   |
| 5   | ITF2_08    | 9-Left   | *P*420021951* | 420021951         |  | (P L1 :C27,C59,C508)   | C0805-1           | 3        |   |
| 5   | ITF2_08    | 10-Left  | *P*412048444* | 412048444         |  | (P L1 :V9-V10,V14,V19,V42,V115,V117)   | SOT23             | 7        |   |
| 5   | ITF2_08    | 11-Left  | *P*412146355* | 412146355         |  | (P L1 :L5-L23,L28,L33,L38,L43,L48,L53,L58,L61-L62)   | EMI-FTS-0805-LH   | 28       |   |
| 5   | ITF2_08    | 12-Left  | *P*411450606* | 411450606         |  | (P L1 :C500,C505)  | C0603             | 2        |   |
| 5   | ITF2_08    | 13-Left  | *P*411420937* | 411420937         |  | (P L1 :R59,R161,R214,R227,R240,R253,R266,R279)   | R0805             | 8        |   |
| 5   | ITF2_16    | 16-Right | *P*420021982* | 420021982         |  | (P L1 :D67)  | TSSOP48W44        | 1        |   |
| 5   | ITF2_12    | 17-Left  | *P*420043472* | 420043472         |  | (P L1 :C522,C527,C576,C612,C623,C628,C633,C639)  | C1825-1           | 8        |   |
| 5   | ITF2_12    | 19-Right | *P*420043137* | 420043137         |  | (P L1 :L72-L73,L76,L92,L97,L105,L110,L115)   | COIL-1812         | 8        |   |
| 5   | ITF2_12    | 20-Left  | *P*420024112* | 420024112         |  | (P L1 :L70,L90,L95,L99,L103,L108,L113,L118)  | COIL-LPS-1        | 8        |   |
| 5   | ITF2_12    | 22-Right | *P*420043144* | 420043144         |  | (P L1 :L3,L27,L32,L37,L42,L47,L52,L57,L69,L89,L94,L98,L102,L107,L112,L117,L128,L130-L131,L133-L134,L136-L137,L139) | COIL-1812         | 24       |   |
| 5   | TTF_08     | 23-Left  | *P*420043434* | 420043434         |  | (P L1 :C97-C98,C115-C116,C218-C223,C238-C243,C499,C645-C652)<br>(P L2 :C508-C516)                                  | C0603             | 33       |   |
| 5   | TTF_08     | 23-Left  | *P*420043403* | 420043403         |  | (P L1 :C523,C577,C581,C613,C624,C629,C634,C640)  | C1210-2           | 8        |   |
| 5   | TTF_08     | 24-Left  | *P*420021999* | 420021999         |  | (P L2 :R36,R46,R60-R61,R63-R64,R107-R109,R124-R126,R141-R143,R158-R160,R175-R177,R192-R194)                        | R0805             | 24       |   |
| 5   | TTF_08     | 24-Left  | *P*420043373* | 420043373         |  | (P L2 :C519,C559,C561,C563,C565,C567,C569,C571)  | C0805-3           | 8        |   |
| 5   | TTF_08     | 25-Left  | *P*420043212* | 420043212         |  | (P L1 :R15-R16,R19-R20,R23-R24,R27-R28,R35,R38,R41-R42,R45,R47,R50-R51)  | R0805             | 16       |   |
| 5   | TTF_08     | 25-Left  | *P*420024174* | 420024174         |  | (P L1 :R58,R145,R213,R226,R239,R252,R265,R278)   | R0805             | 8        |   |
| 5   | TTF_08     | 26-Left  | *P*420043397* | 420043397         |  | (P L2 :C96,C117,C137,C157,C177,C197,C217,C237,C558,C560,C562,C564,C566,C568,C570,C572)                             | C0805-2           | 16       |   |
| 5   | TTF_08     | 26-Left  | *P*420024099* | 420024099         |  | (P L1 :R80-R83,R89)  | R1206NET-SMALL    | 5        |   |
| 5   | TTF_08     | 27-Left  | *P*420043328* | 420043328         |  | (P L2 :R65,R196,R219,R232,R245,R258,R271,R284,R322,R359-R364,R372)   | R0603             | 16       |   |
| 5   | TTF_08     | 27-Left  | *P*420024167* | 420024167         |  | (P L1 :D58)  | SOD-323-2         | 1        |   |

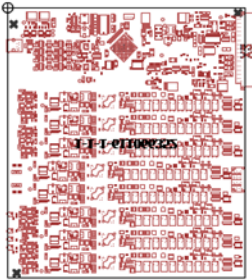
- Vydanie dokumentov osadzovacieho programu „*Setup Feeder Report*“ pre AX201

| Feeder Setup Report   |             |          |              |                   |   |  |              |          |
|---|-------------|----------|--------------|-------------------|---|--|--------------|----------|
| Line: 32-NSK-AX-01  |             |          |              |                   |   |  |              | 1        |
| Station: 32-NSK-AX201-01  |             |          |              |                   |   |  |              |          |
| Session: 611066352Top   |             |          |              |                   |   |  |              |          |
| Programmer: Rastislav Cervenak  |             |          |              |                   |   |  |              |          |
| Date: 4/1/2013  |             |          |              |                   |   |  |              |          |
| Panel Layout 1: 611066352 (Top)   |             |          |              |                   |   |  |              |          |
|  |             |          |              |                   |   |  |              |          |
| Flow Direction:   |             |          |              |                   |   |  |              |          |
| Fiducials and Bad Board Marks   |             |          |              |                   |   |  |              |          |
| Board / Panel   | Symbol      | Name     | Type         | Location          |   |  |              |          |
| 611066352   | r1000       | r1000    | Panel        | 10.55mm, 317.05mm |   |  |              |          |
| 611066352   | r1000       | r1000    | Panel        | 271.55mm, 6.05mm  |   |  |              |          |
| 611066352   | r1000       | r1000    | Panel        | 7.05mm, 19.55mm   |   |  |              |          |
| Carrier   | Feeder Name | Slot     | Pallet       | Part Number       | Part Image  | RefDes List  | Shape Name   | Quantity |
| 1   | ITF2_24     | 2-Left   | *P420021814* | 420021814         |  | (P L1 :C377)   | ELCO-1       | 1        |
| 1   | ITF2_24     | 4-Left   | *P411321661* | 411321661         |  | (P L1 :D62)  | SO20         | 1        |
| 1   | ITF2_24     | 6-Left   | *P411163117* | 411163117         |  | (P L1 :D2,D42,D44,D46,D48,D50,D52,D54)   | TO263_5      | 8        |
| 1   | ITF2_24     | 8-Left   | *P420021753* | 420021753         |  | (P L1 :D64)  | SO20         | 1        |
| 1   | ITF2_24     | 10-Left  | *P420021746* | 420021746         |  | (P L1 :N1)   | TO2633_270   | 1        |
| 1   | ITF2_24     | 12-Left  | *P420020954* | 420020954         |  | (P L1 :N2)   | D2PAK-3      | 1        |
| 1   | ITF2_24     | 14-Right | *P420008419* | 420008419         |  | (P L1 :V3,V15)   | D2PAK-2      | 2        |
| 1   | ITF2_24     | 16-Right | *P412312644* | 412312644         |  | (P L1 :C501,C506)  | ELCO-2       | 2        |
| 1   | ITF2_24     | 18-Right | *P420110273* | 420110273         |  | (P L1 :L1-L2,L24-L25,L29-L30,L34-L35,L39-L40,L44-L45,L49-L50,L54-L55)                          | COIL-2       | 16       |
| 1   | ITF2_24     | 20-Right | *P420110594* | 420110594         |  | (P L1 :C2,C254,C 270,C 286,C302,C318,C334,C350)  | ELCO-3       | 8        |
| 1   | ITF2_24     | 22-Right | *P420021739* | 420021739         |  | (P L1 :N5)   | TO263_5      | 1        |
| 1   | ITF2_16     | 24-Left  | *P411476279* | 411476279         |  | (P L1 :D68,D73-D78,D82)  | TSSOP 24     | 8        |
| 1   | ITF2_16     | 26-Right | *P411044690* | 411044690         |  | (P L1 :V1,V6,V11,V16,V21,V26,V31,V36)  | DO214A B     | 8        |
| 1   | ITF2_12     | 27-Left  | *P412317793* | 412317793         |  | (P L1 :L4,L26,L31,L36,L41,L46,L51,L56,L74,L83-L88,L93,L101,L116,L123,L126,L129,L132,L135,L138) | COIL-1812SMS | 24       |

| Feeder Setup Report   |                      |       |              |                   |   |              |            |          |   |
|---|----------------------|-------|--------------|-------------------|---|--------------|------------|----------|---|
| Line: 32-NSK-AX-01  |                      |       |              |                   |   |              |            |          | 2 |
| Station: 32-NSK-AX201-01  |                      |       |              |                   |   |              |            |          |   |
| Session: 611066352Top   |                      |       |              |                   |   |              |            |          |   |
| Programmer: Rastislav Cervenak  |                      |       |              |                   |   |              |            |          |   |
| Date: 4/1/2013  |                      |       |              |                   |   |              |            |          |   |
| Panel Layout 1: 611066352 (Top)   |                      |       |              |                   |   |              |            |          |   |
| Date: 4/1/2013  |                      |       |              |                   |   |              |            |          |   |
| Panel Layout 1: 611066352 (Top)   |                      |       |              |                   |   |              |            |          |   |
|  |                      |       |              |                   |   |              |            |          |   |
| Flow Direction:   |                      |       |              |                   |   |              |            |          |   |
| Fiducials and Bad Board Marks   |                      |       |              |                   |   |              |            |          |   |
| Board / Panel   | Symbol               | Name  | Type         | Location          |   |              |            |          |   |
| 611066352   | r1000                | r1000 | Panel        | 10.55mm, 317.05mm |   |              |            |          |   |
| 611066352   | r1000                | r1000 | Panel        | 271.55mm, 6.05mm  |   |              |            |          |   |
| 611066352   | r1000                | r1000 | Panel        | 7.05mm, 19.55mm   |   |              |            |          |   |
| Carrier   | Feeder Name          | Slot  | Pallet       | Part Number       | Part Image  | RefDes List  | Shape Name | Quantity |   |
| 2   | A_Series_Tray_Pallet | 1     | *P420021913* | 420021913         |   | (P.L1:U3,U6) | LCSP-48    | 2        |   |
| 2   | A_Series_Tray_Pallet | 1     | *P420024020* | 420024020         |  | (P.L1:D16)   | TSOP60     | 1        |   |
| 2   | A_Series_Tray_Pallet | 1     | *P420021845* | 420021845         |  | (P.L1:D13)   | FBGA-484   | 1        |   |

**Feeder Setup Report**

Line: 32-NSK-AX-01  
 Station: 32-NSK-AX201-01  
 Session: 611066352Top  
 Programmer: Rastislav Cervenak  
 Date: 4/1/2013  
 Panel Layout 1: 611066352 (Top)  
 Date: 4/1/2013  
 Panel Layout 1: 611066352 (Top)



Flow Direction:

**Fiducials and Bad Board Marks**

| Board / Panel | Symbol | Name  | Type  | Location          |
|---------------|--------|-------|-------|-------------------|
| 611066352     | r1000  | r1000 | Panel | 10.55mm, 317.05mm |
| 611066352     | r1000  | r1000 | Panel | 271.55mm, 6.05mm  |
| 611066352     | r1000  | r1000 | Panel | 7.05mm, 19.55mm   |

| Carrier | Feeder Name | Slot     | Pallet       | Part Number | Part Image | RefDes List                                  | Shape Name       | Quantity |
|---------|-------------|----------|--------------|-------------|------------|--|------------------|----------|
| 3       | ITF2_12     | 3-Right  | *P420043267* | 420043267   |            | (P.L1:R387)                                  | R2512_INDEX_8-H  | 1        |
| 3       | ITF2_12     | 4-Left   | *P420024129* | 420024129   |            | (P.L1:G2)                                    | OSC-RADIAL4      | 1        |
| 3       | ITF2_12     | 6-Right  | *P420021968* | 420021968   |            | (P.L1:A4)                                    | S008             | 1        |
| 3       | ITF2_12     | 7-Left   | *P412547961* | 412547961   |            | (P.L1:V41)                                   | S008             | 1        |
| 3       | ITF2_12     | 9-Right  | *P412336084* | 412336084   |            | (P.L1:D90)                                   | S008             | 1        |
| 3       | ITF2_16     | 10-Left  | *P420090193* | 420090193   |            | (P.L1:F5,F10)                                | FUSE-1           | 2        |
| 3       | ITF2_16     | 12-Right | *P412456775* | 412456775   |            | (P.L1:F1-F2)                                 | FUSE-1           | 2        |
| 3       | ITF2_12     | 13-Left  | *P411162998* | 411162998   |            | (P.L1:D3-D4,D60)                             | S008             | 3        |
| 3       | ITF2_16     | 15-Right | *P412277660* | 412277660   |            | (P.L1:C3,C255,C271,C287,C303,C319,C335,C351) | ELCO-4           | 8        |
| 3       | ITF2_12     | 16-Left  | *P420021937* | 420021937   |            | (P.L1:C373-C374,C492,C496)                   | TANTMOLDED7343-1 | 4        |
| 3       | ITF2_12     | 18-Right | *P420021890* | 420021890   |            | (P.L1:C386,C398)                             | TANT7343MOLDED-1 | 2        |
| 3       | ITF2_16     | 19-Left  | *P420015974* | 420015974   |            | (P.L1:F3-F4)                                 | FUSE-1           | 2        |
| 3       | ITF2_12     | 21-Right | *P412238562* | 412238562   |            | (P.L1:N6)                                    | SSOP16_SMALL     | 1        |
| 3       | ITF2_24     | 22-Left  | *P420043311* | 420043311   |            | (P.L1:L66)                                   | COIL-3           | 1        |
| 3       | ITF2_24     | 24-Left  | *P420021821* | 420021821   |            | (P.L1:C503)                                  | ELCO-2           | 1        |
| 3       | ITF2_24     | 26-Left  | *P420021869* | 420021869   |            | (P.L1:N4)                                    | TO263_5          | 1        |

**Feeder Setup Report**

Line: 32-NSK-AX-01  
 Station: 32-NSK-AX201-01  
 Session: 611066352Top  
 Programmer: Rastislav Cervenak  
 Date: 4/1/2013  
 Panel Layout 1: 611066352 (Top)  
 Date: 4/1/2013  
 Panel Layout 1: 611066352 (Top)



Flow Direction:

**Fiducials and Bad Board Marks**

| Board / Panel | Symbol | Name  | Type  | Location          |
|---------------|--------|-------|-------|-------------------|
| 611066352     | r1000  | r1000 | Panel | 10.55mm, 317.05mm |
| 611066352     | r1000  | r1000 | Panel | 271.55mm, 6.05mm  |
| 611066352     | r1000  | r1000 | Panel | 7.05mm, 19.55mm   |

| Carrier | Feeder Name | Slot     | Pallet       | Part Number | Part Image | RefDes List | Shape Name | Quantity |
|---------|-------------|----------|--------------|-------------|------------|-------------|------------|----------|
| 4       | ITF2_12     | 1-Left   | *P420095907* | 420095907   |            | (P.L1:R401) | R2512      | 1        |
| 4       | ITF2_16     | 3-Right  | *P411270044* | 411270044   |            | (P.L1:D59)  | SO16       | 1        |
| 4       | ITF2_16     | 4-Left   | *P412431574* | 412431574   |            | (P.L1:D57)  | SO16       | 1        |
| 4       | ITF2_16     | 6-Right  | *P412481500* | 412481500   |            | (P.L1:N3)   | SO16       | 1        |
| 4       | ITF2_16     | 7-Left   | *P420021395* | 420021395   |            | (P.L1:S1)   | SWITCH-1   | 1        |
| 4       | ITF2_16     | 9-Right  | *P420021784* | 420021784   |            | (P.L1:A6)   | SOP-14     | 1        |
| 4       | ITF2_16     | 10-Left  | *P420021944* | 420021944   |            | (P.L1:A2)   | SOP-14     | 1        |
| 4       | ITF2_16     | 12-Right | *P420022255* | 420022255   |            | (P.L1:D63)  | SOP-14     | 1        |
| 4       | ITF2_16     | 13-Left  | *P420022545* | 420022545   |            | (P.L1:D56)  | SOP-14     | 1        |
| 4       | ITF2_16     | 14-Left  | *P420043519* | 420043519   |            | (P.L1:D91)  | DIO-1      | 1        |
| 4       | ITF2_16     | 16-Right | *P420207478* | 420207478   |            | (P.L1:F11)  | FUSE-1     | 1        |
| 4       | ITF2_24     | 17-Left  | *P411325775* | 411325775   |            | (P.L1:D14)  | SO28       | 1        |
| 4       | ITF2_24     | 19-Left  | *P420005838* | 420005838   |            | (P.L1:L60)  | COIL-1     | 1        |
| 4       | ITF2_24     | 21-Left  | *P420024044* | 420024044   |            | (P.L1:D15)  | SOP-14     | 1        |
| 4       | ITF2_24     | 23-Left  | *P420024136* | 420024136   |            | (P.L1:G1)   | OSC-4-13X5 | 1        |

- Spracovanie dát a tvorba programu pre proces Konvekčného spájkovania *reflow* na zariadení Vicronics Soltec MR933+

| 611 066 352 - GENERATOR BOARD |       |                           |       |                                  |                       |        |          |
|-------------------------------|-------|---------------------------|-------|----------------------------------|-----------------------|--------|----------|
| Výrobná Linka:                |       | 32-NSK-AX-01              |       |                                  |                       |        |          |
| Spájkovacia pec Reflow        |       | Vicronics Soltec MR933+   |       |                                  | S.N.:                 | 996311 |          |
| Program strana TOP:           |       | SAC1                      |       |                                  |                       | Dátum: | 4.4.2013 |
| SMD Médium:                   |       | SMD Pasta                 | Typ:  | Multicore 96 SC LF318 AGS 88.5V  |                       |        |          |
| Nastavenie zón ohrevu TOP     |       | Nastavenie zón ohrevu BOT |       |                                  | Nastavenie dopravníka |        |          |
| Zóna 1                        | 130°C | Zóna 1                    | 130°C | Rýchlosť dopravníka              | 80cm/min              |        |          |
| Zóna 2                        | 150°C | Zóna 2                    | 150°C | Šírka dopravníka                 | 323mm                 |        |          |
| Zóna 3                        | 170°C | Zóna 3                    | 170°C | Šírka stredového dopravníka      | 150mm                 |        |          |
| Zóna 4                        | 190°C | Zóna 4                    | 190°C |                                  |                       |        |          |
| Zóna 5                        | 210°C | Zóna 5                    | 210°C | Nastavenie frekvencie ventilácie |                       |        |          |
| Zóna 6                        | 230°C | Zóna 6                    | 230°C | First / Last zóna                | 20Hz                  |        |          |
| Zóna 7                        | 250°C | Zóna 7                    | 250°C | Soak zóna                        | 40Hz                  |        |          |
| Zóna 8                        | 250°C | Zóna 8                    | 250°C | Peak zóna                        | 60Hz                  |        |          |
| Zóna 9                        | 250°C | Zóna 9                    | 250°C | Cooling zóna                     | 40Hz                  |        |          |
| Zóna chladenia 1              | 90°C  | Zóna chladenia 1          | 90°C  | Nastavenie plynu                 |                       |        |          |
| Zóna chladenia 2              | 60°C  | Zóna chladenia 2          | 60°C  | O2                               | Nie                   |        |          |
| Zóna chladenia 3              | 40°C  | Zóna chladenia 3          | 40°C  | N2                               | Áno                   |        |          |
| Program strana BOT:           |       | Lepidlo                   |       |                                  |                       | Dátum: | 4.4.2013 |
| SMD Médium:                   |       | SMD Lepidlo               | Typ:  | Multicore Chipbonder 3616        |                       |        |          |
| Nastavenie zón ohrevu TOP     |       | Nastavenie zón ohrevu BOT |       |                                  | Nastavenie dopravníka |        |          |
| Zóna 1                        | 110°C | Zóna 1                    | 110°C | Rýchlosť dopravníka              | 100cm/min             |        |          |
| Zóna 2                        | 150°C | Zóna 2                    | 150°C | Šírka dopravníka                 | 323mm                 |        |          |
| Zóna 3                        | 155°C | Zóna 3                    | 155°C | Šírka stredového dopravníka      | 0mm                   |        |          |
| Zóna 4                        | 155°C | Zóna 4                    | 155°C |                                  |                       |        |          |
| Zóna 5                        | 155°C | Zóna 5                    | 155°C | Nastavenie frekvencie ventilácie |                       |        |          |
| Zóna 6                        | 155°C | Zóna 6                    | 155°C | First / Last zóna                | 20Hz                  |        |          |
| Zóna 7                        | 155°C | Zóna 7                    | 155°C | Soak zóna                        | 40Hz                  |        |          |
| Zóna 8                        | 155°C | Zóna 8                    | 155°C | Peak zóna                        | 60Hz                  |        |          |
| Zóna 9                        | 155°C | Zóna 9                    | 155°C | Cooling zóna                     | 40Hz                  |        |          |
| Zóna chladenia 1              | 90°C  | Zóna chladenia 1          | 90°C  | Nastavenie plynu                 |                       |        |          |
| Zóna chladenia 2              | 60°C  | Zóna chladenia 2          | 60°C  | O2                               | Áno                   |        |          |
| Zóna chladenia 3              | 40°C  | Zóna chladenia 3          | 40°C  | N2                               | Nie                   |        |          |



- Spracovanie dát a tvorba programu pre proces Kondukčného spájkovania na cínovej vlne *Victronics Soltec Delta Wave 5*

| <b>611 066 352 - GENERATOR BOARD</b> |                          |                         |              |
|--------------------------------------|--------------------------|-------------------------|--------------|
| Spájkovacia cínová vlna              | Victronics Soltec wave 7 | S.N.:                   | 451124       |
|                                      |                          |                         |              |
| Program strana TOP:                  | SAC1                     | Dátum:                  | 5.4.2013     |
| spájka                               | ALPHA® Vaculoy           | Typ:                    | SAC405       |
| tavidlo spájky                       | ALPHA® Vaculoy           | Typ:                    | Alpha EF6000 |
| Rýchlosť dopravníka                  | 105cm/min                |                         |              |
|                                      |                          |                         |              |
| Parametre nástreku tavidla           |                          |                         |              |
| Typ tavidla                          | Alpha EF6000             | Dýza:                   | Hlava 1      |
| Rozpätie nástreku tavidla:           | 30mm                     | Rýchlosť nástreku       | 57%          |
| Start nástreku:                      | 60mm                     | Stop nástreku           | 380mm        |
|                                      |                          |                         |              |
| Parametre predohrevu                 |                          |                         |              |
| Nastavenie predohrevu 1              | Kalrodové tyče           | 355 °C                  |              |
| Nastavenie predohrevu 2              | Nútený obeh vzduchu      | 135°C                   |              |
| Nastavenie predohrevu 3              | Infračervené lampy       | 40%                     |              |
|                                      |                          |                         |              |
| Parametre spájkovacej vlny           |                          |                         |              |
| Chip vlna                            | 230rpm                   | Hlavná spájkovacia vlna | 268rpm       |
| Smart vlna                           | 300rpm                   | Teplota spájky          | 265°C        |

## 5 NÁVRHY ZMIEN VÝROBY SÚČIASTKY 611066352 GENERATOR BOARD

Na základe spracovania TPV súčiastky 611066352 Generator Board v spoločnosti Neways Slovakia a.s. podľa požiadaviek zákazníka a výsledkov výrobných procesov vzorkovej výroby som navrhol niekoľko opatrení k zlepšeniu výrobných procesov.

Pri spracovaní technológie som vychádzal z požiadavky zákazníka osadenia SMD komponentov z oboch strán technológiou osadenia komponentov na SMD spájkovaciu pastu „*Multicore 96SC LF318 AGS 88,5V*“ na strane TOP a použitím lepidla „*Multicore Chipbonder 3616*“ na strane BOT dosky plošných spojov. Po osadení komponentmi SMD a osadením komponentov THT nasledovala výrobná operácia spájkovania na cínovej vlne. Výsledok tohto procesu poukázal na závažný nedostatok spôsobený zlým návrhom dosky plošných spojov a jej spájkovacích plôšok SMD strany BOT pre proces spájkovania komponentov SMD cínovou vlnou. Ako som uviedol v časti „*2.8 Kondukčné spájkovanie cínovou vlnou*“ mojej práce, pre spájkovanie cínovou vlnou sa v praxi preukázala nutnosť umiestnenia tzv. záchytných plôšok pre odstránenie nežiadúcich spájkovaných prepojov medzi plôškami (skratov), spôsobených hromadením spájky.

Z tohto dôvodu navrhujem zmenu technologického postupu výroby súčiastky „*611066352 Generator Board*“ osadením SMD komponentov na stranu BOT s použitím SMD spájky „*Multicore 96SC LF318 AGS 88,5V*“ namiesto SMD lepidla „*Multicore Chipbonder 3616*“. Následne navrhujem vykonať dané zmeny v procese prípravy TPV:

- Zmenu operácie 124 v TPV osadenia komponentmi SMD strany BOT s použitím nového média „*Multicore 96SC LF318 AGS 88,5V*“,
- Zmenu v TPV preradením osadenia komponentov SMD pozícií R118, R119, R120, pod operáciu Touch Up, z dôvodu nemožnosti spájkovania pozícií na cínovej vlne s novým spájkovacím rámom pre blízkosť vývodov THT konektora X20,
- Zmenu kalkulačného hárka pre nový postup osadzovania DPS zo strany BOT a zaradenia pozícií R118, R119, R120 SMD komponentov pod výrobnú operáciu Touch Up,

Ďalším bodom môjho spracovania TVD pre výrobu súčiastky 611066352 Generator Board bolo spracovanie nastavenia technologických procesov výroby. Na základe navrhovanej

zmeny výrobných postupov navrhujem vykonať zmeny nastavenia technologických procesov:

- Návrh na novú šablónu pre stranu BOT pre technológiu nanášania spájkovacej SMD pasty na dosku plošných spojov,
- Návrh na zavedenie spracovania dát pre novú šablónu na nanášanie SMD spájkovacej pasty vypracovaním pravidiel návrhu šablón (príloha P3)
- Zmenu programu nanášania média na stranu BOT s dôvodu zmeny technológie výroby súčiastky 611066352 Generator Board,
- Zmenu nastavenia Konvekčného spájkovania pretavením strany BOT s použitím SMD spájkovacej pasty „Multicore 96SC LF318 AGS 88,5V“,
- Navrhnuť nový spájkovací rám v procese spájkovania cínovej vlny pre výrobok 611066352 Generator Board s prekrytím všetkých pozícií komponentov SMD zo strany BOT.

V súčasnosti nie sú súčasťou dokumentácie TPV v NSK dokumenty nastavenia procesov výroby na výrobných zariadeniach okrem dokumentov osadzovacieho programu „*Setup Feeder Report*“ na osadzovacích automatoch SMD. Z hľadiska zabezpečenia prehľadnosti a nezameniteľnosti nastavených parametrov výrobných procesov navrhujem začleniť do TPV a zaviesť evidenciu nastavenia výrobných procesov:

- Nanášania spájkovacej SMD pasty / lepidla,
- Nastavenia procesov konvekčného spájkovania pretavením,
- Nastavenia Kondukčného spájkovania cínovou vlnou.

Prevedenie návrhov zmien v spracovaní TPV súčiastky 611066352 Generator Board a následnom prevedení zmien procesov výroby zabezpečí dodržanie požiadaviek zákazníka na kvalitu výrobných procesov v spoločnosti Neways Slovakia a.s.

## ZÁVER

Cieľom mojej Diplomovej práce bolo vypracovanie technologicko-výrobnej dokumentácie súčiastky 611066352 GENERATOR BOARD v spoločnosti NEWAYS SLOVAKIA a.s..

Pri spracovaní podkladov od zákazníka a tvorbe TVD k danému výrobku som vypracoval technologický popis výroby podľa zadaných požiadaviek od zákazníka spracovaním BOM listu. V prvom rade som skontroloval rozdelenie komponentov a priradených operácií. Následne som spracovaním kalkulačného hárka pomocou kalkulačného listu (príloha P4) spracoval výrobné časy pre jednotlivé operácie. Po vypracovaní TPV pre súčiastku 611066352 Generator Board mojou ďalšou úlohou bolo nastavenie výrobných procesov SMT výroby a spájkovania cínovou vlnou. Pri tvorbe programov a nastavení procesov som postupoval podľa požiadaviek zákazníka spracovaných v TPV súčiastky. Následnou výrobou prototypovej vzorky a jej analýzy som došiel k záverom o potrebe zmien výrobných postupov, ktoré som uviedol vo svojich návrhoch.

Prínosom mojej Diplomovej práce sú návrhy na zmenu TVD podľa požiadaviek zabezpečenia kvality výrobných procesov, sprehľadnenie a evidencia nastavenia výrobných operácií ako i zlepšenie navrhovania SMD šablón pre zabezpečenie kvality nanášania a následného spájkovania SMD komponentov na DPS.

**ZOZNAM POUŽITEJ LITERATURY**

- [1] J. NOVÁK-MARCINČIN. *Technická příprava výroby*. Prešov: FTU TU, 2002. ISBN 80-7099-700-1.
- [2] ZELENKA, Antonín a Milan KOVÁČ. *Projektování výrobních systémů*. Praha: ČVUT, 1995. ISBN 80-01-01302-2.
- [3] ZEMČÍK, Oskar. *Technologická příprava výroby*. Brno: CERM, 2002. ISBN 80-214-2219-X.
- [4] KALPAKJIAN, Serope a Steven R. SCHMID. *Manufacturing engineering and technology*. 5. vyd. Upper Saddle River, New Jersey: Pearson Education, Inc., 2006. ISBN 0-13-148965-8.
- [5] VESELOVSKÝ, Ján a Miroslav KROUPA. *Základy tvorby dokumentácie v elektrotechnike*. Bratislava: ALFA, 1990. ISBN 80-05-00099-5.
- [6] KURIC, Ivan a J. KUBA. *Počítačová podpora návrhu technologickej dokumentácie*. Žilina: EDIS – ŽU, 2002. ISBN 80-7100-925-3.
- [7] ZÁHLAVA, Vít. *Návrh a konstrukce desek plošných spojů*. Praha: nakladatelství ČVUT, 2005. ISBN 80-01-03351-1.
- [8] ŠAVEL, Josef. *Elektrotechnologie: Materiály, technologie a výroba v elektronice a elektrotechnice*. 4. rozšířené vydání. Praha: BEN- technická literatura, 2000. ISBN 80-7300-190-X.
- [9] PECHT, Michael G. *Soldering Process and Equipment*. New York: A Wiley-Interscience Publication, 1993. ISBN 0-471-59167-X.
- [10] ŠANDERA, Josef. *Návrh plošných spojů pro povrchovou montáž*. Praha: BEN-technická literatura, 2006. ISBN 80-7300-181-0.
- [11] ABEL, Martin. *SMT - technologie povrchové montáže*. Pardubice: Nakladatelství PLATAN, 2000. ISBN 80-902733-1-9.
- [12] Organizace výrobní linky. [online]. 07.06.2010 [cit. 2013-04-14]. Dostupné z: <http://www.smtcentrum.cz/organizace-vyrobni-linky/organizace-vyrobni-linky/>
- [13] Technologické procesy v montážních technologiích: Nevakuové depozice materiálů. In: [online]. [cit. 2013-03-30]. DOI: <http://www.umel.feec.vutbr.cz>. Dostupné z: <http://www.umel.feec.vutbr.cz/~vasko/multimedialni-ucebnice/depozice-a-osazovani/>
- [14] Strojní pájení vlnou. In: [online]. 30.07.2010 [cit. 2013-03-31]. Dostupné z: <http://www.smtcentrum.cz/pajeni-vlnou-strojni-pajeni/strojni-pajeni-vlnou/>

- [15] *Doporučení vyplývající ze způsobu a směru pájení vlnou* [online]. 2010 [cit. 2013-03-30]. ISSN <http://www.smtcentrum.cz/>. Dostupné z: <http://www.smtcentrum.cz/navrh-desek-plosnych-spoju/doporuceni-vyplyvajici-ze-zpusobu-a-smeru-pajeni-vlnou/>
- [16] Inspekce a testování. [online]. 31.08.2010 [cit. 2013-04-14]. Dostupné z: <http://www.smtcentrum.cz/kontrolni-systemy/inspekce-a-testovani/>
- [17] Valor® MSS Process Preparation for PCB Assembly and Test. In: [online]. [cit. 2013-04-14]. Dostupné z: <http://www.mentor.com/pcb-manufacturing-assembly/products/valor-mss-process-preparation>

**ZOZNAM POUŽITÝCH SYMBOLOV A SKRATIEK**

|         |  |
|---------|--|
| TVD     | Technicko-výrobná dokumentácia.  |
| TPV     | Technická príprava výroby.   |
| KPV     | Konštrukčná príprava výroby.   |
| TlgPV   | Technologická príprava výroby.   |
| SMT     | Technológia povrchovej montáže (surface mount technology).               |
| SMA     | Povrchová montáž (surface mount assembly).                               |
| SMD     | Súčiastka pre povrchovú montáž (surface mount device).                   |
| DPS     | Doska plošných spojov.   |
| CAD     | Počítačom podporované modelovanie a navrhovanie (computer aided design). |
| CAM     | Počítačom podporovaná výroba (computer aided manufacturing).             |
| CAE     | Počítačom podporované inžinierstvo (computer aided engineering).         |
| NSK     | Neways Slovakia a.s..  |
| AOI     | Automatická optická inšpekcia.   |
| BGA     | Ball grid array.   |
| Ref-des | Pozícia súčiastky (reference designator).                                |
| LF      | Bez olovo (lead free).   |
| BOM     | Materiálová súpiska (build of material).                                 |

## ZOZNAM OBRÁZKOV

Obrázok 1 Závislosť nákladov a flexibility v etapách návrh – príprava – výroba

Obrázok 7 Technologická dokumentácia a jej význam

Obrázok 3 Technológia montáže

Obrázok 4 Jednostranná technológia osadzovania SMD

Obrázok 5 Zmiešaná obojstranná technológia osadzovania

Obrázok 6 Zostava SMD osadzovacej linky

Obrázok 7 Fázový diagram spájky

Obrázok 8 Typy puzdier SMD

Obrázok 9 Základný postup nanášania spájkovacej pasty tlačou cez kovovú šablónu - a) stav pred tlačou; b) tlač pohybom stierky; c) konečný stav po tlači

Obrázok 10 Laserom vyrezaná šablóna

Obrázok 11 Tlač cez šablónu

Obrázok 12 Tlač cez šablónu

Obrázok 13 Závislosť medzi veľkosťou zrn spájky a ich oxidácií

Obrázok 14 Ideálna výška kvapky lepidla pod SMD

Obrázok 15 Slepá plôška pod SMD

Obrázok 16 Vzťah medzi rýchlosťou a pružnosťou osadzovacích systémov

Obrázok 17 Referenčné značky DPS

Obrázok 18 Princíp sledovania tieňa komponentu

Obrázok 19 Programovanie osadzovacích automatov

Obrázok 20 Doporučenie vyplývajúce zo spôsobu a smeru spájkovania vlnou

Obrázok 21 Smer spájkovania Dps vo vlne

Obrázok 8 Zloženie spájkovacej vlny

Obrázok 23 Hlavná budova spoločnosti NEWAYS

Obrázok 24 Komunikačná sieť systému BAAN



Obrázok 25 Základné údaje o SMD šablóne

Obrázok 26 Špecifikácia osadzovacích automatov Assembleon AX

Obrázok 27 Možnosti osadzovania SMD automatmi rady AX

Obrázok 28 Systém prepojenia AOI

Obrázok 29 Typický Lead Free profil spájkovania cínovou vlnou

## ZOZNAM TABULIEK

Tabuľka 2 Požadované parametre spájkovania pretavením LF výroby

## ZOZNAM PRÍLOH

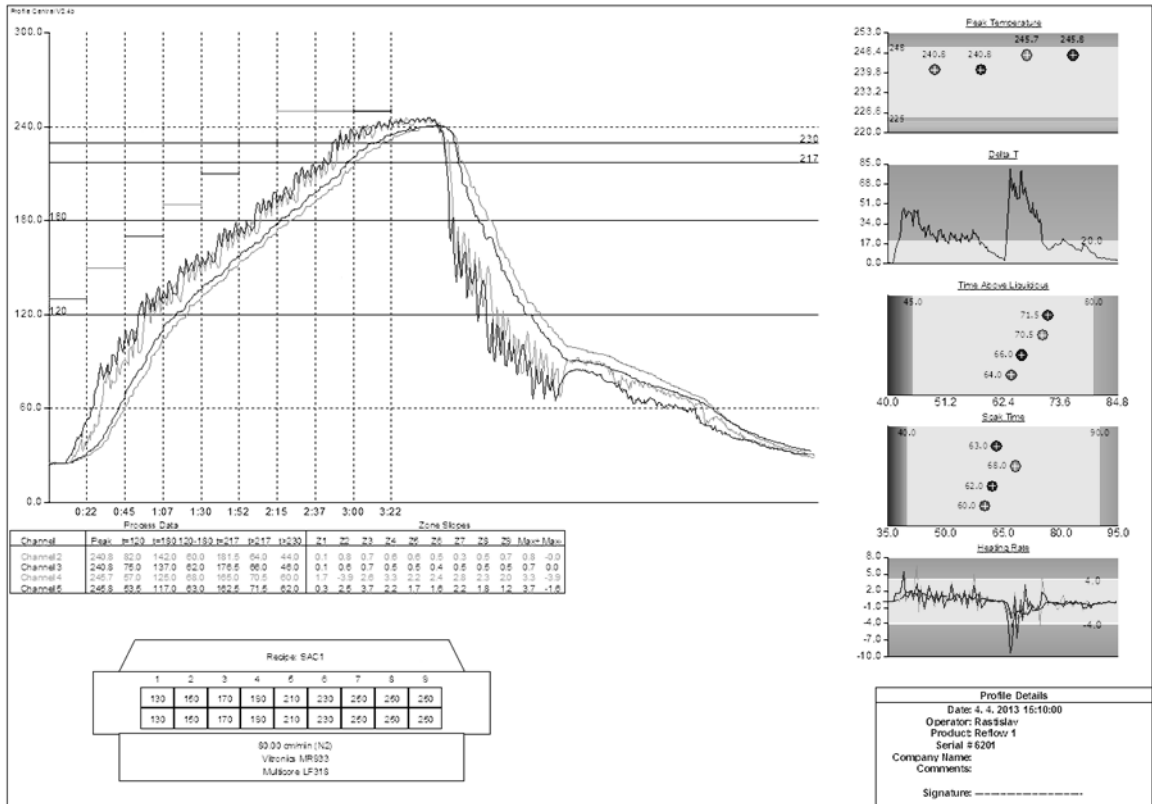
P 1: Nameraný teplotný profil spájkovania pretavením strany TOP

P 2: Nameraný teplotný profil kondukčného spájkovania cínovej vlny projektu 611066352

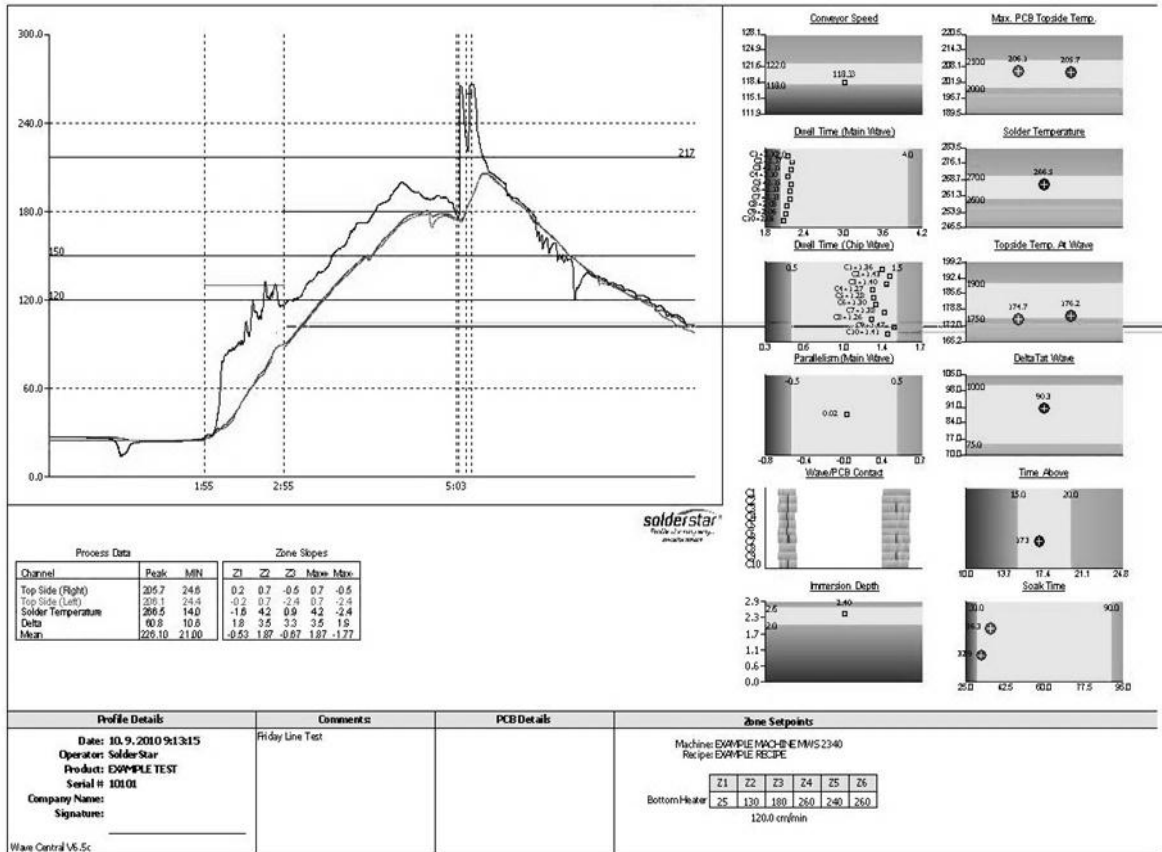
P 3: Pravidlá pre navrhovanie SMT šablón

P 4: Kalkulačný list

# PRÍLOHA P I: NAMERANÝ TEPLOTNÝ PROFIL SPÁJKOVANIA PRETAVENÍM STRANY TOP PROJEKTU 611066352



# PRÍLOHA P 2: NAMERANÝ TEPLOTNÝ PROFIL KONDUKČNÉHO SPÁJKOVANIA CÍNOVEJ VLNY PROJEKTU 611066352





## PRÍLOHA P 4: KALKULAČNÝ LIST

| <b>GENERAL CALCULATION</b>     |   |                   |
|--------------------------------|---|-------------------|
| <b>Operation</b>               |   | <b>Time</b>       |
| <b>Assembling</b>              | SMT                                     | 0,014"/1comp      |
|                                | Touch up                                | 0,4"/1comp        |
| <b>Preshaping</b>              | axial component in reel                 | 1"/1comp          |
|                                | radial component in reel                | 1"/1comp          |
|                                | preshaping by hand (pneumatic cutting)  | 5"/1comp          |
|                                | preshaping component in reel incl. Kink | 5"/1comp          |
|                                | cutting conectors                       | 6"/1comp          |
|                                | kink by hand                            | 6"/1comp          |
|                                | cutting PCB                             | 8"                |
|                                | masking                                 | 8"                |
| <b>Handmounting</b>            | frame                                   | 10"               |
|                                | no orientated component                 | 7"/1comp          |
|                                | orientated component                    | 7"/1comp          |
|                                | ICs (to 22p)                            | 9"/1comp          |
|                                | lcs (up 22p)                            | 11"/1comp         |
| <b>Soldering wave (6frame)</b> | 1 PCB in frame                          | 48"               |
|                                | 2 PCB in frame                          | 24"               |
|                                | 3 PCB in frame                          | 16"               |
|                                | 4 PCB in frame                          | 12"               |
|                                | 5 PCB in frame                          | 10"               |
|                                | 6 PCB in frame                          | 8"                |
|                                | 7 PCB in frame                          | 6"                |
|                                | 8 PCB in frame                          | 5"                |
|                                | 9 PCB in frame                          | 4"                |
|                                | 10 PCB in frame                         | 3"                |
| <b>Touch up - HMT</b>          |   | 8"                |
| <b>Solder side</b>             | Simple                                  | 0,4"/solder joint |
|                                | Dificult                                | 0,5"/solder joint |