Neosazené PCB a vzdušná vlhkost

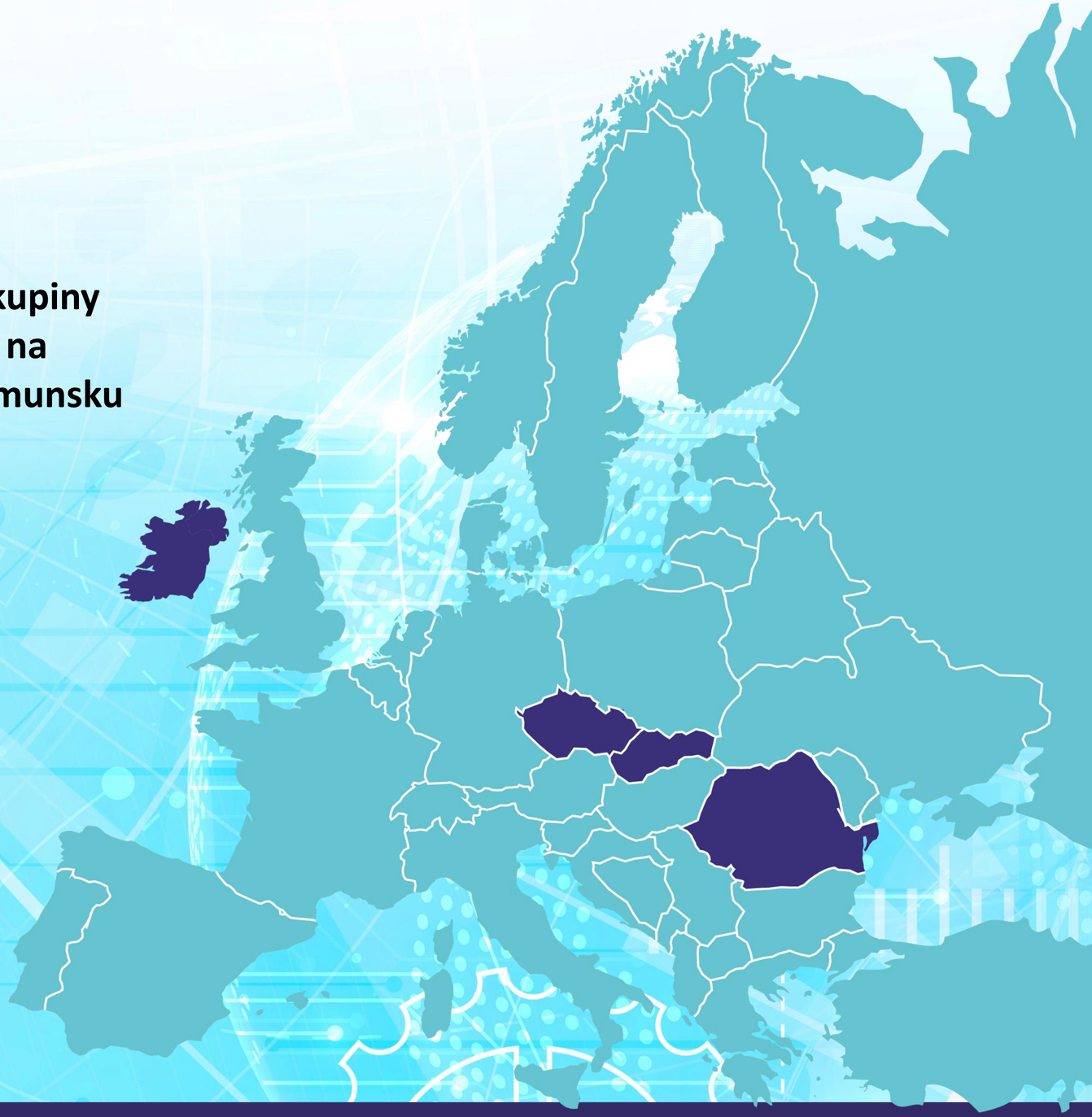
Jiří Dostál

IPC & Irish Technology Days

Dašice, Czech Republic 16.10. 2025

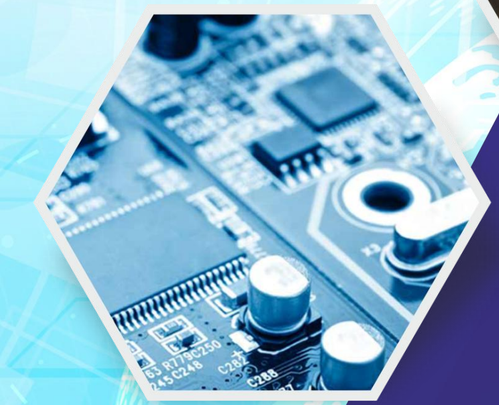
REALTIME TECHNOLOGIES,s.r.o. je hrdým členem skupiny Realtime Technologies Group, která aktivně působí na trzích v Irsku, České republice, na Slovensku a v Rumunsku a nabízí špičkové elektronické služby a produkty.

- 1996 – IRELAND
  REALTIME TECHNOLOGIES Ltd.
- 2003 – CZECH REPUBLIC
  REALTIME TECHNOLOGIES, s.r.o.
- 2009 – SLOVAK REPUBLIC
  REALTIME TECHNOLOGIES SK, s.r.o.
- 2017 – ROMANIA
  REALTIME TECHNOLOGIES RO, s.r.l.



RealTime TECHNOLOGIES

- IPC TRAINING CENTER
- DISTRIBUTION
- CONFORMAL COATING
- REWORK PCB
- SUSTAINABILITY



IPC®

IPC BUILD ELECTRONICS BETTER

Global Electronics Association

ELECTRONICS ECOSYSTEM

MAT

MATERIALS
Solder; Chemicals; Discrete Components.

PCB

PCB
Board manufacturers.

WHM

HARNESS
Connectors and cables.

EMS

EMS
Assembly and Manufacturing Services.

SEM

SEMICONDUCTOR
This ecosystem includes Fabs; Foundries; Substrates; OSAT

OEM

OEM/Prime
Conceives, Designs, Delivers the System

SUP

SUPPLIERS
Equipment providers automate production systems: equipment, software

CERTIFIKOVANÉ IPC A ESD ŠKOLENÍ

Global Electronics Association

IPC ACCREDITED Training Center

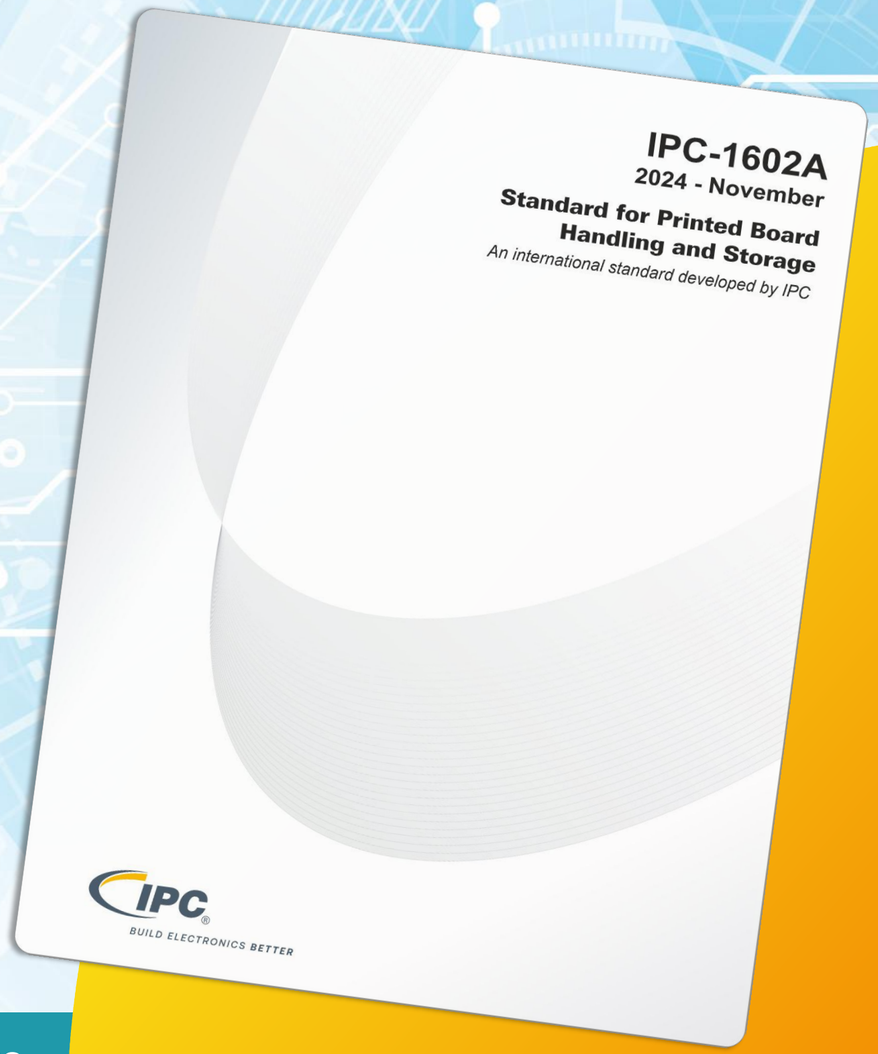
Jsme oficiálním IPC školícím centrem s více než 20 lety zkušeností, které nabízí certifikovaná školení a poradenství pro elektrotechnický průmysl v ČR i celé Evropě

- **IPC-A-610**
- **IPC-7711/21**
- **IPC-A-600**
- **J-STD-001**
- **IPC- WHMA-620**
- **ESD školení**

Problematika skladování PCB a aspekty související

Standard pro manipulaci a skladování PCB

- **IPC-1602A**

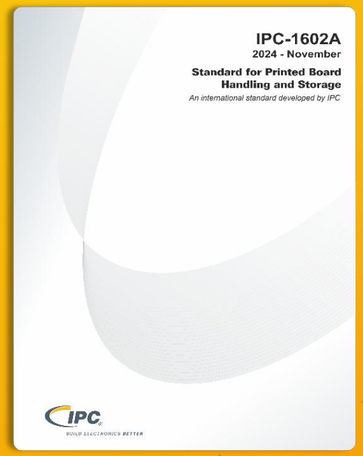


Rozsah a historie

IPC-1602 A
Training Center

Historicky se průmysl plošných spojů spoléhal na vojenské specifikace a směrnice pro definování metod balení, aby se zachovala kvalita a spolehlivost plošných spojů během přepravy a skladování.

Mnoho z těchto dokumentů je však zastaralých, neúplných, nezabývá se bezolovnatými montážními procesy nebo se nevztahuje na novější lamináty či konečné povrchové úpravy.



- **IPC-1601- 8/2010**
- **IPC-1602 - 4/2020**
- **IPC-1602 A – 11/2024**

MSL vs. PCB

IPC-1602 A
Training Center

- Na rozdíl od norem, které se vztahují na mikroobvody citlivé na vlhkost a další elektronické součástky (např. IPC-J-STD-020, IPC-J-STD-033, IPC-J-STD-075), tato norma neobsahuje požadavky na testování nebo charakterizaci úrovně citlivosti na vlhkost, životnost podlahy nebo odstraňování vlhkosti vypalováním.

- Charakterizace nebo testování citlivosti na vlhkost pro konkrétní návrh plošných spojů je často nepraktické, protože se desky v mnoha důležitých ohledech liší od součástek citlivých na vlhkost.

- Rychlost absorpce vlhkosti plošných spojů a jejich citlivost na poškození vlhkostí se liší v závislosti na tloušťce desky, rozložení měděných prvků, konstrukčních materiálech a dalších vlastnostech specifických pro daný návrh desky.

- Návrhy plošných spojů jsou navíc obvykle jedinečné pro konkrétního uživatele a používají se v mnohem menším množství než součástky, které jsou do nich sestaveny.

Termíny a definice

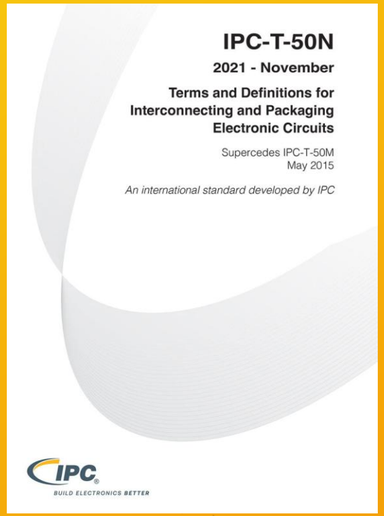
IPC-1602 A
Training Center

1.8.2 Suché balení Balení, které se skládá z vysoušecího materiálu a karty indikátoru vlhkosti (HIC) utěsněné s deskami plošných spojů uvnitř sáčku s bariérou proti vlhkosti (MBB) (viz 4.2).

1.8.3 Životnost desky Maximální kumulativní doba, po kterou může být deska plošných spojů vystavena okolním podmínkám (≤ 30 ºC/60 % relativní vlhkosti) před hromadným pájením, po vyjmutí ze suchého balení (sáček s bariérou proti vlhkosti (MBB) s vysoušecím prostředkem a kartou indikátoru vlhkosti (HIC)), suchém skladování (suchý dusík nebo exsikátor), laminovacím stohem nebo suchém vypalování. Pokud je překročena životnost desky plošných spojů, může být překročen maximální přijatelný obsah vlhkosti (MAMC, viz 3.3.6).

1.8.4 Karta indikátoru vlhkosti (HIC) Indikátor relativní vlhkosti ve formě karty s natištěnými usazeninami chemikálií citlivých na vlhkost, obvykle jako kulaté tečky uspořádané v pořadí, přičemž každá z nich mění barvu při vyšší relativní vlhkosti. Barva se změní (v závislosti na chemikáliích, buď z modré na růžovou nebo z hnědé na azurovou), když vlhkost překročí hodnotu vytištěnou na tečce. Když vlhkost klesne, barva se změní zpět (na modrou nebo hnědou).

1.8.6 Vak s ochranou proti vlhkosti (MBB) Vak určený k omezení propustnosti vodní páry a používaný k balení zařízení citlivých na vlhkost. MBB je vyroben z materiálu s nízkou propustností vodní páry (WVTR) (viz 4.2.1). MBB obsahuje metalizovanou vrstvu (hliník), díky které je sáček lesklý a neprůhledný.


IPC-T-50N
2021 - November
Terms and Definitions for Interconnecting and Packaging Electronic Circuits
Supercedes IPC-T-50M
May 2015
An international standard developed by IPC

Vysušení

IPC-1602 A
Training Center

3.4 Vysušení – přesušení pro odstranění vlhkosti

Pokud byla překročena doba na pracovišti nebo maximální povolená životnost desky (MAMC), může být nutné provést přesušení , aby se odstranila veškerá zbytková vlhkost, která mohla být absorbována do desky plošných spojů, než je vystavena profilu pájení sestavy.
Vypalování může být také nutné pro rozsáhlé opravy pájení.

Problémy vysušení

IPC-1602 A
Training Center

3.4.1.2 Oxidační účinky Za určitých okolností se může stát nepájitelným i povrch, který obvykle není náchylný k oxidaci. U bezproudového niklování/imerzního zlata (ENIG) může kyslík nakonec proniknout tenkou vrstvou zlata a oxidovat podkladový nikl. Částečné oxidaci lze zabránit vypalováním v prostředí s nízkým obsahem kyslíku, například ve vakuové nebo dusíkem inertní peci, se 100 ppm kyslíku nebo méně.

3.4.1.3 Vlivy na difuzi pevných látek Vypalování urychluje difuzi pevných látek mezi kovy a zvyšuje růst intermetalických látek. To může vést k „slabému kolenu“ nebo jiným problémům s pájitelností, pokud intermetalická vrstva dosáhne povrchu a oxiduje. Informace o rychlostech difuze viz IPC-HDBK-001.

Problémy vysušení

IPC-1602 A
Training Center

3.4.1.4 Vlivy na povrchové úpravy stříbra ponořením do cínu. Během vysušení se stříbro zakaluje, pokud je ve vzduchu přítomna síra nebo chlor nebo pokud kontaminuje peci. Zakalení se stává viditelným, když dosáhne tloušťky přibližně 5 nm, ale pájitelnost se snižuje, dokud nedosáhne přibližně 50 nm.
Pokud je zakalení viditelné i po vypalování, je třeba ověřit pájitelnost.

3.4.1.5 Vlivy na povrchové úpravy ponořením do cínu. Doba pájitelnosti ponoření do cínu závisí na tloušťce, ale typická je 12 měsíců (viz IPC-4554). Vysušení zvyšuje růst intermetalických sloučenin CuSn, čímž zkracuje dobu pájitelnosti.

Vysušení může způsobit, že deska s plošnými spoji bude nepájitelná, zejména pokud se již blíží konci své doby pájitelnosti. Před vysušením desek s plošnými spoji s ponořením do cínu může být vhodné vysušit vzorek v cílové době a teplotě a poté ověřit pájitelnost.

Vysoušení

Pro usnadnění vysušení a zabránění delaminaci způsobené vlhkostí zvažte následující:

- V návrhu ponechte více měděného reliéfu pro rovinné oblasti mimo jakékoli koplanární vlnovody - z pohledu spotřebitele ne relevatní
- Minimalizujte řady PTH nebo jiné VIA, které mohou způsobit zachycení vlhkosti během mokrého zpracování - z pohledu spotřebitele ne relevatní
- Vysuště tyto sublaminace před dalším cyklem laminace - z pohledu spotřebitele ne relevatní
- Vvsušení po dobu 24 až 72 hodin může být nutné k odstranění zachycené vlhkosti (což pak může vyžadovat nápravná opatření k obnovení pájitelnosti)

Aby se minimalizovalo poškození vnitřních struktur, mělo by se vypalování provádět při teplotě pod Tg laminátu. Vypalování nad 125 °C (105 °C pro OSP) může degradovat konečnou povrchovou úpravu desky plošných spojů, pájecí masku, laminát a všechny sestavené součásti.

IPC-1602 A
Training Center

Balení a desicant

IPC-1602 A
Training Center

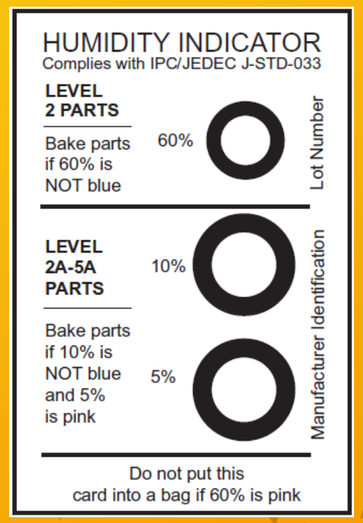
4.2.3 Vysoušecí materiál

Množství a kvalita vybraného vysoušecího materiálu musí být v souladu s normou IPC/JEDEC J-STD-033 a musí být bez síry. Následující rovnice popisuje množství vysoušecího materiálu, které musí být součástí suchého balení:

$$U = (0{,}304 * M * WVTR * A)/D$$

Kde:

U = Množství vysoušecího materiálu v JEDNOTKÁCH, kde jedna jednotka dokáže absorbovat alespoň 2,85 gramu vlhkosti při 20 % relativní vlhkosti a 25 °C.
M = Požadovaná trvanlivost v měsících (viz 3.3.6 pro trvanlivost)
WVTR = Rychlost prostupu vodní páry v gramech/m2 za 24 hodin.
A = Celková exponovaná plocha MBB v decimetrech čtverečních (čtverečních palcích)
D = Množství vody v gramech, které JEDNOTKA vysoušecího materiálu absorbuje při 10 % relativní vlhkosti a 25 °C



Floor life – mimo obal

Table D-1 Recommendations For Printed Board Floor Life And Rework By Baking[1]

Type	Construction[2]	MAMC, %	Floor Life, Hours[1]	Thickness, mm [in.]	Bake Temp.[3]	Min. Bake, Hours[4]
Rigid Double-Sided Per IPC-6012	PTFE/Woven Glass	0.20	168	≤ 2.5 [0.100]	105 ± 5°C	2
Rigid Double-Sided Per IPC-6012	Epoxy/Woven Glass e.g., IPC-4101/26, 126	0.20	168	≤ 2.5 [0.100]	105 ± 5°C	2
Rigid Multilayer Per IPC-6012	Epoxy/Woven Glass e.g., IPC-4101/26, 126	0.20	72	≤ 2.5 [0.100]	105 ± 5°C	4
				> 2.5 to ≤ 4.0 [0.100 – 0.160]	105 ± 5°C	6
Rigid Multilayer Per IPC-6012	Polyimide/Woven Glass e.g., IPC-4101/40, 42	0.20	48	≤ 2.5 [0.100]	105 ± 5°C	4
				> 2.5 to ≤ 4.0 [0.100 – 0.160]	105 ± 5°C	6
Rigid Multilayer Per IPC-6012	Epoxy/Woven Aramid e.g., IPC-4101/50	0.10	24	≤ 2.5 [0.100]	105 ± 5°C	4
				> 2.5 to ≤ 4.0 [0.100 – 0.160]	105 ± 5°C	6
Rigid Multilayer Per IPC-6012	Epoxy/Non-Woven Aramid e.g., IPC-4101/55	0.10	24	≤2.5 [0.100]	105 ± 5°C	4
				> 2.5 to ≤ 4.0 [0.100 – 0.160]	105 ± 5°C	6
Flex Multilayer Per IPC-6013	Polyimide e.g., IPC-4203/1	0.20	4	N/A	85 ± 5°C	3
Rigid-Flex Multilayer Per IPC-6013[5]	Polyimide e.g., IPC-4203/1	0.20	4	N/A	85 ± 5°C	3

IPC-1602 A
Training Center

Děkuji za pozornost

Jiří Dostál

RealTime TECHNOLOGIES