

# Ochrana součástek proti statickému náboji a vlhkosti

Kvalifikační kurs

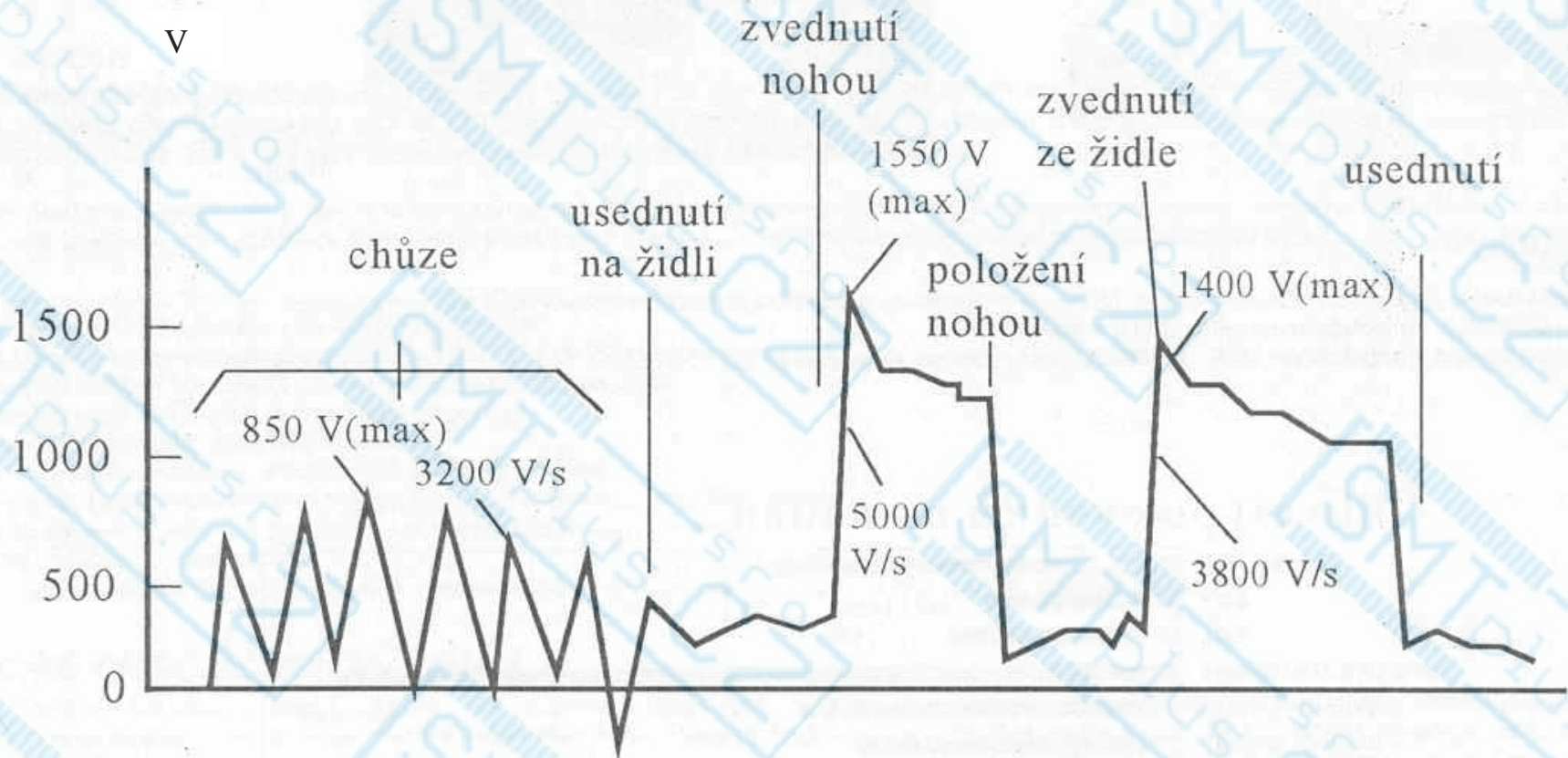
Doc. Ing. Josef Šandera Ph.D.

[www.smtplus.cz](http://www.smtplus.cz)

# Princip vzniku statického náboje

- ❑ Elektrostatický náboj vzniká v důsledku existence nadbytku částic které nesou nejmenší možný elementární náboj (elektrony - záporný náboj, protony - kladný náboj), Část nosičů elektrického náboje může při dotyku povrchových ploch dvou objektů volně přecházet z jednoho na druhý. Počet přenesených nábojů záleží na vlastnostech materiálu prostředí a povrchu.
- ❑ Statická elektřina se vytváří v důsledku používání plastických hmot při výrobě oděvů, nábytku, krytů, zařízení, na povrchových úpravách apod. Náboj vzniká při pohybu plastových dílů, nebo při pohybu člověka.
- ❑ *Elektrostatické napětí kolem 3000V cítíme rukou, od 5000V je výboj slyšet a viditelný výboj bývá při hodnotách kolem 10 000V.*

# Špičkové hodnoty napětí při pohybu osob ( RH 65% )



# Špičkové hodnoty napětí při pohybu osob

Typická generovaná statická napětí

Zdroj	10-20% vlhkost	65-90% vlhkost
Chůze po koberci	35 000 voltů	1 500 voltů
Chůze po podlahové krytině z PVC	12 000 voltů	250 voltů
Pracovník u pracovního stolu	6 000 voltů	100 voltů
PVC obálky (pracovní pokyny)	7 000 voltů	600 voltů
Sáčky z umělé hmoty zvednuté z pracovního stolu	20 000 voltů	1 200 voltů
Pracovní židle s pěnovou vycpávkou	18 000 voltů	1 500 voltů

Zdroj: Norma IPC 610

# Normy ČSN EN 100 015-1 až 4

## Ochrana elektrostaticky citlivých součástek

Norma obsahuje,

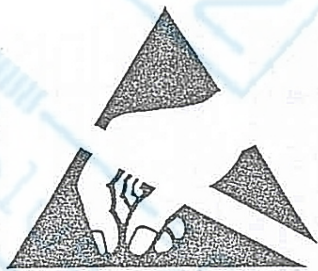
- a) všeobecné požadavky,
- b) požadavky na podmínky nízké vlhkosti,
- c) požadavky na čisté prostory,
- d) požadavky na vysokonapěťové prostředí.

Toto také řeší norma IPC610.

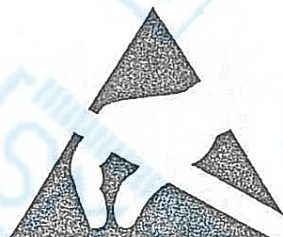
# Charakteristika a konstrukce prostorů pro práci s elektrostatickými součástkami

- ❑ Všechny podlahy, pracovní plochy nábytek, přepravní zařízení, dopravní pásy, oděv a obuv pracovníků a další předměty v prostoru musí splňovat podmínky určité elektrostatické vodivosti (podlahy  $5 \times 10^4$  až  $1 \times 10^6 \Omega$  )
- ❑ pomocí elektrostatických závor musí být zajištěno, že se do prostoru nedostane jakýkoliv předmět a osoba s elektrostatickým nábojem,
- ❑ tyto podmínky se musí periodicky kontrolovat.
- ❑ Pro osoby, které vstupují do pracovního prostoru musí být zřízena kontrolní místa,
- ❑ Je třeba dodržovat relativní vlhkost vzduchu nad 30 %.

# Označení EPA - elektrostaticky chráněného prostoru



Výstražný symbol podle EN 100 015



Zjednodušený výstražný symbol podle EN 100 015



MIL STD 129J/Symbol

Starý typ výstražného symbolu na ESD citlivé součástky



ESD protective symbol (EOS/ESD Assoc.)

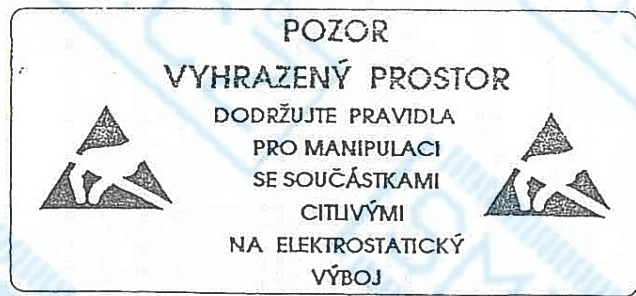


JEDEC-14/symbol

Výstražné symboly podle specifikací JEDEC a EOS/ESD Assoc.

Označení součástek a prostorů citlivých na elektrostatický náboj. Jedná se o černou kresbu, nebo písmo na žlutém podkladě (signální žlutá). Toto označení musí být uvedeno na:

- všech sestavách, krytech, vnitřních obalech a podsestavách.
- Tabule vyhrazené prostory (minimální rozměr 300 x 150 mm ).



Výstražné označení na vstupu na zajištěné pracoviště

Zdroj:Pavel Mužík, 3M Praha Příručka citlivých elektronických součástek proti elektrostatickému náboji.

# Označení EPA - elektrostaticky chráněného prostoru



①

1) Symbol citlivosti vůči ESD. Označení, že příslušné sestava, nebo součástky je náchylná vůči ESD.

2) Symbol ochrany vůči ESD. Označení položek, které poskytují speciální ochranu vůči ESD.



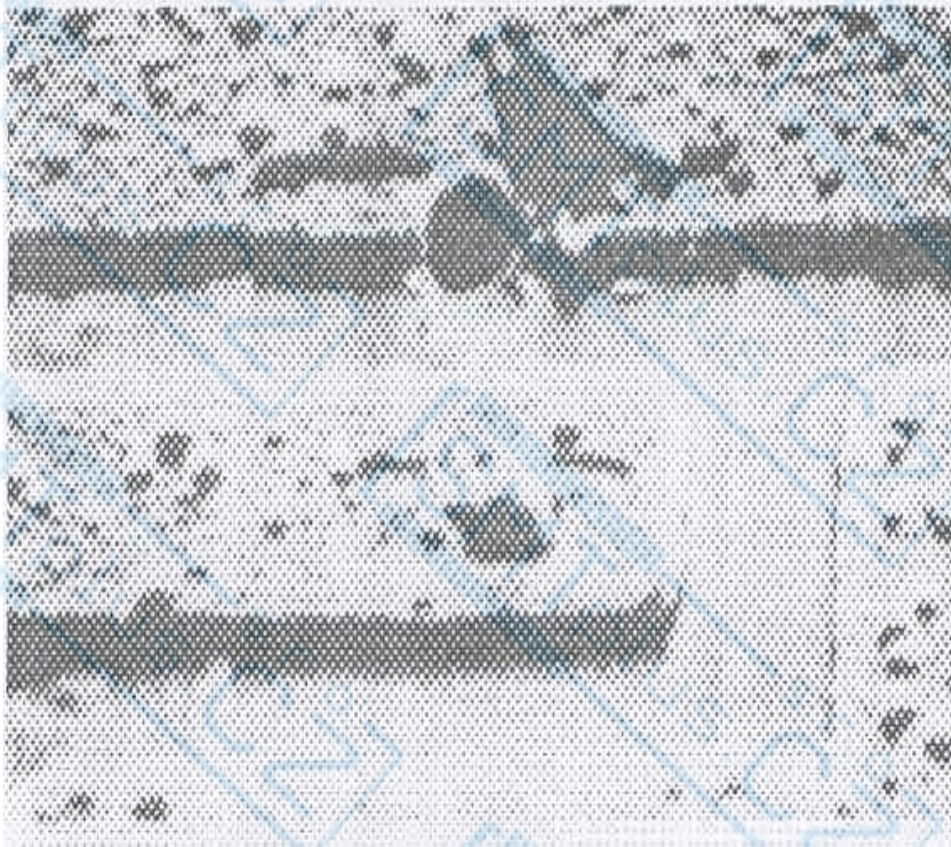
②

Zdroj: Norma IPC 610

# Citlivost polovodičů na statickou elektřinu (1)

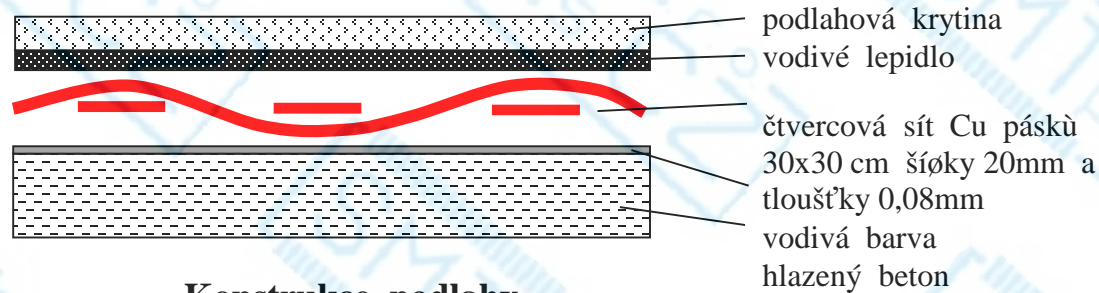
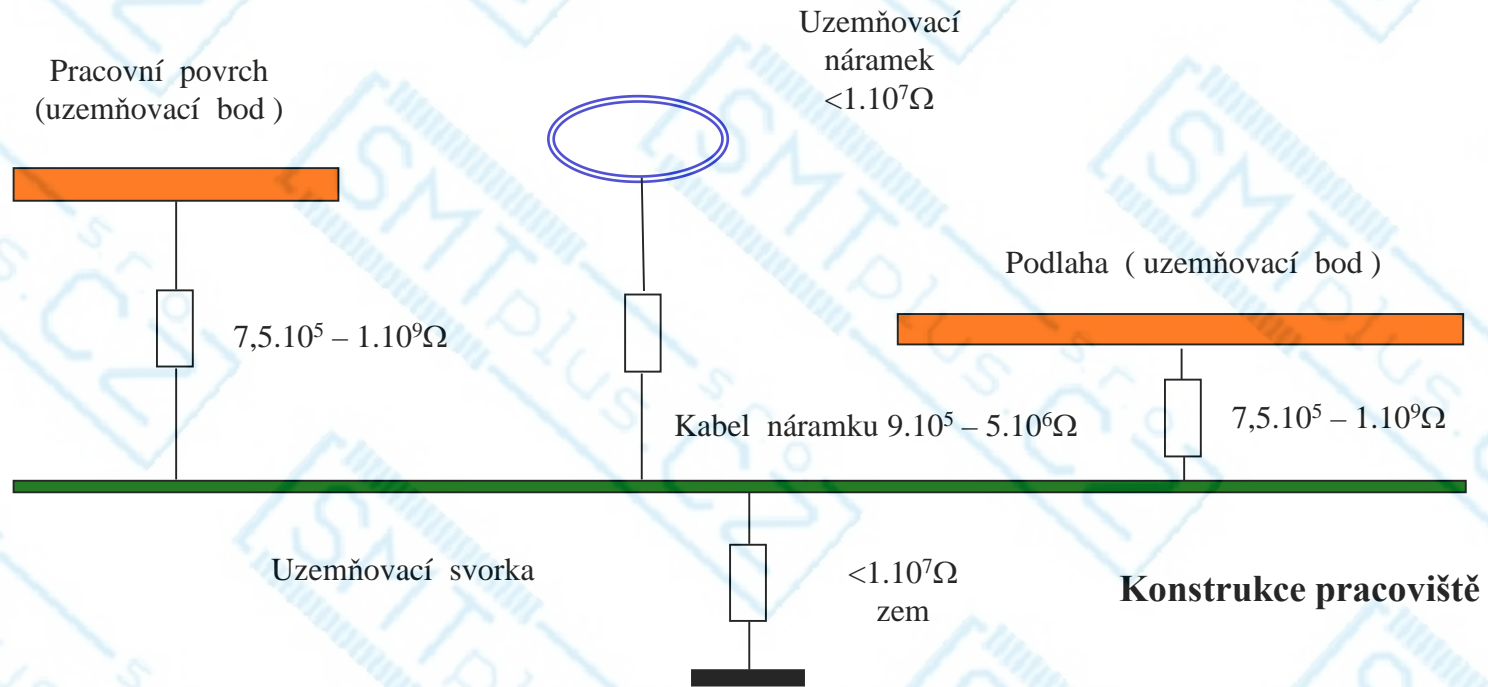
<b>Technologie</b>	<b>Rozsah citlivosti na ESD [V]</b>	<b>Typická pouzdra</b>
Schotky TTL	1000 - 2500	SO, SOL
ECL	500 - 1500	SO, SOL
Bipolární transistory	380 - 70000	pouzdra SOT23 a další
Tenkovrstvé resistory	300 - 3000	
Schotky diody	300 - 2500	SOD80, SOD87
CMOS	250 - 3000	SO, SOL, Flat-Pack, PLCC
JFET	140 - 7000	4 a více vývodů (SOT 143)
EPROM	100	TSO, SOJ
GaAFET	100 - 300	
MOSFET	100 - 200	
VMOS	30 - 1800	Flat-Pack, PLCC

# Citlivost polovodičů na statickou elektřinu (2)



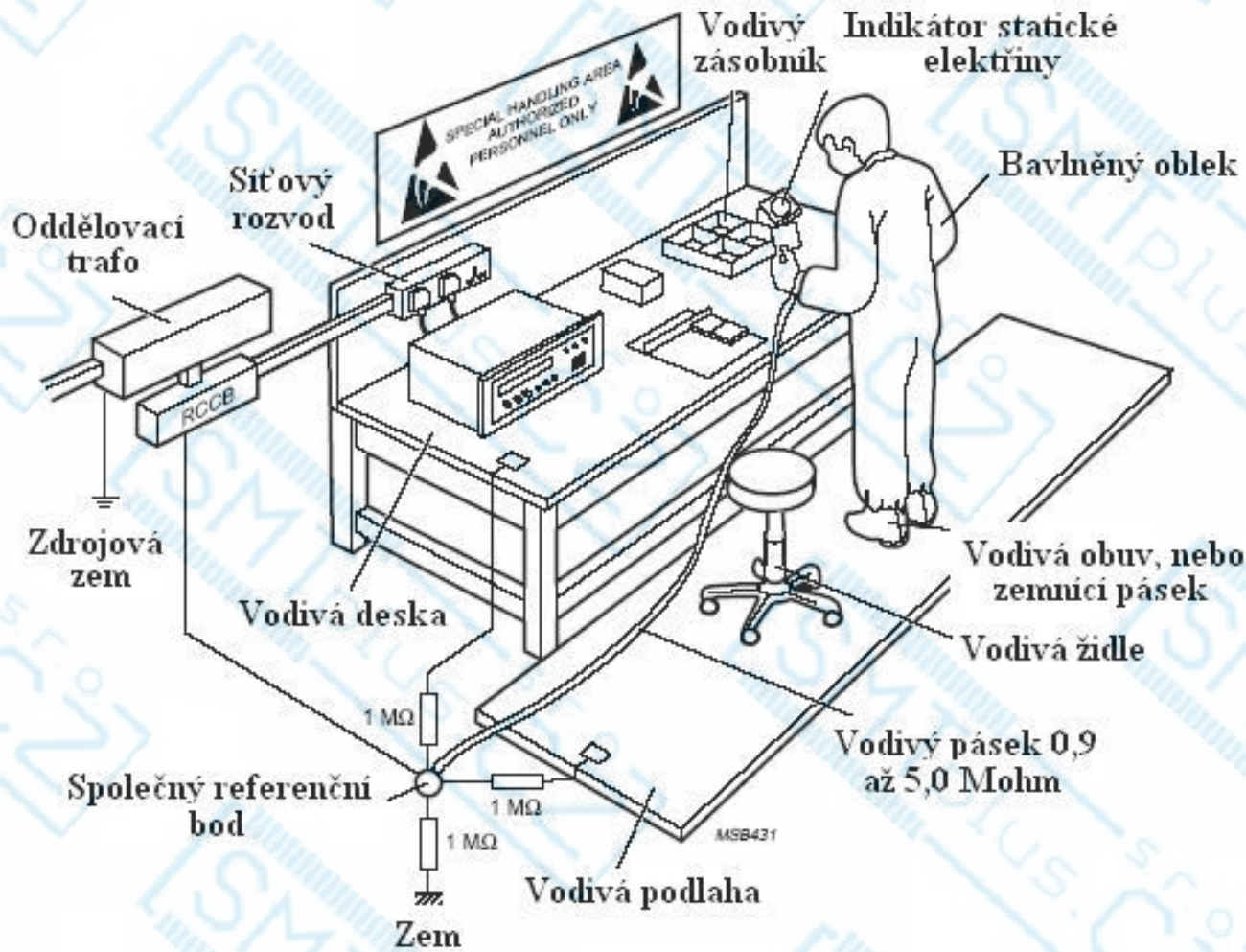
MOS struktura zničená statickým nábojem

# Provedení antistatického pracoviště

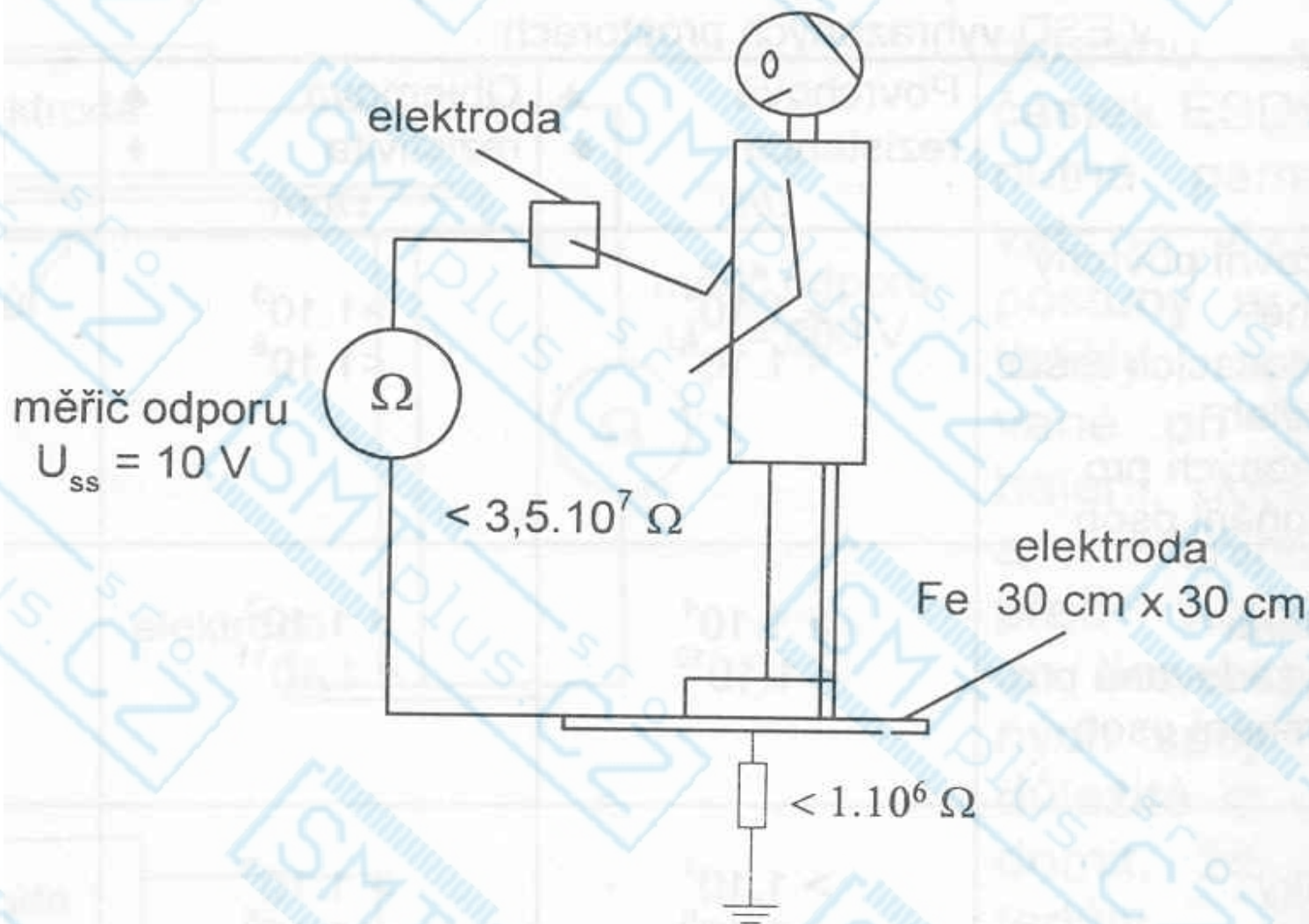


**Konstrukce podlahy**

# Antistatické pracoviště



# Kontrolní stanoviště při vstupu do ESD vyhrazeného prostoru.



# Zásady manipulace v EPA prostorách

- Je třeba používat elektrostatický uzemněný náramek. Ten musí mít dobrý kontakt s pokožkou a nesmí překážet při práci. Při denním používání záleží na životnosti náramku a kroucené šňůry, není vhodné používat kovové (Ni) náramky kvůli alergii na nikl.
- Povrch stolu musí být vodivý.
- Používat předepsané pracovní oděvy a obuv.
- Používat zemnicí pásek na obuvi, používá se tehdy pokud pracovník musí přecházet.

# Transport a manipulace s DPS a součástkami

- V originálních obalech je manipulace bez omezení, pokud je vyndáme je třeba je dát do antistatických obalů,
- rozbalování kontejnerů obsahujících elektrostaticky citlivé součástky, nebo sestavy se musí provádět pouze v prostorách EPA a to takovým způsobem, aby nemohlo dojít ke generaci elektrostatického náboje (pásky neodtrhovat, pouze rozřezávat),
- pracoviště pro vstupní test musí být zajištěné proti staticce,
- součástky a DPS předávat do výroby pouze v antistatických obalech** (ne všichni pracovníci jsou seznámeni s antistatickými opatřeními),
- ve výrobě se elektrostaticky citlivý materiál musí zásadně zpracovávat na řádně zajištěných místech s řádným elektrostatickým označením, totéž platí o meziskladech.

# Elektrostaticky vhodné materiály

Co je to odpor na čtverec

$$R = \rho \frac{l}{S} = \rho \frac{l}{w \cdot t} = \left( \frac{\rho}{t} \right) \cdot \left( \frac{l}{w} \right)$$

$R/\square$

Počet čtverců

- ❑ Materiály, které jsou přímo ve styku s vývody nesmí mít povrchovou rezistivitu menší jako  $1\text{k}\Omega/\square$ . Musí být zabráněno velkým vybíjecím proudům.
- ❑ Zcela nevhodné je balení součástek do hliníkových fólií.
- ❑ Obaly pro sestavené díly (např. sáčky) musí mít povrchovou rezistivitu větší jako  $1 \cdot 10^8 \Omega/\square$ .

# Obalové materiály - provedení a typy

- ❖ **Černé fólie** Plastická hmota plněná elektricky vodivým materiálem, je elektricky vodivý, chrání proti elektrostatickému poli, dostatečně nechrání proti elektrostatickému výboji (ESD). Používá se na hotové desky. Folie je matná černá.
- ❖ **Růžový polyethylen** (vyjimečně existuje i čiré provedení). Nevytváří triboelektrický náboj (vznikající třením). Citlivou součástku (ESDS) však nechrání proti elektrostatickému poli, nebo náboji. Je vhodný pro použití na zajištěném pracovišti pro balení šroubů, příchytek a podobně.
- ❖ **Folie s kovovou vrstvou uvnitř (metal-in)** jsou pro jedno použití, protože se nedá zkontrolovat stav kovové vrstvy.
- ❖ **Folie s kovovou vrstvou nahoře (metal-out)**. Možno opakovaně použít, je však třeba kontrolovat testováním stav kovové vrstvy. 3M vyrábí pod označením 1900).
- ❖ **Bublinové sáčky a folie** jsou vhodné tam, kde potřebujeme zajistit také mechanickou ochranu. Dělají se také s kovovými vrstvami.
- ❖ **Tvrdé obaly** poskytují ochranu proti triboelektrickému efektu, elektrostatickému poli a náboji a mechanickou ochranu, ochrana je podle doporučení výrobce.

# Elektrické parametry zařizovacích předmětů , pomůcek a oděvních součástí v ESD vyhrazených prostorech.

	<b>Povrchová rezistivita</b> [ $\Omega/\square$ ]	<b>Objemová rezistivita</b> [ $\Omega\text{cm}$ ]	<b>Rezistivita povrch - zem</b> [ $\Omega$ ]	<b>Pokles náboje</b>
<b>Pracovní povrchy včetně skladovacích roštů a podlah potřebných pro uzemnění osob</b>	$>1.10^4$ $<1.10^9$	$>1.10^3$ $<1.10^8$	$>7,5.10^5$ $<1.10^9$	
<b>Podlaha</b>				
<b>nevyžadovaná pro uzemnění osob</b>	$>1.10^4$ $<1.10^{12}$	$>1.10^3$ $<1.10^{11}$	$>7,5.10^5$ $<1.10^{12}$	<b>Z 1000V na 50V za méně než 2s</b>
<b>Vozíky</b>	$>1.10^4$ $<1.10^9$  pouze plošina	$>1.10^3$ $<1.10^8$ <b>pouze plošina</b>	$>7,5.10^5$ $<1.10^9$ <b>rám</b> $< 1.10^{10}$ <b>plošina</b>	
<b>Sedadla</b>	$>1.10^4$ $<1.10^9$	$>1.10^3$ $<1.10^8$	$>7,5.10^5$ $<1.10^{12}$	<b>Z 1000V na 50V za méně než 2 s</b>

# Elektrické parametry zařizovacích předmětů, pomůcek a oděvních součástí v ESD vyhrazených prostorech (pokračování)

	<b>Povrchová rezistivita</b> [ $\Omega/\square$ ]	<b>Objemová rezistivita</b> [ $\Omega\text{cm}$ ]	<b>Rezistivita povrch - zem</b> [ $\Omega$ ]	<b>Pokles náboje</b>
<b>Oděvy</b>	$>7,5 \cdot 10^5$ $<1 \cdot 10^{12}$			<b>Z 1000V na 50V za méně než 2 s<sup>3)</sup></b>
<b>Rukavice a prstové návleky</b>	$>1 \cdot 10^6$	$>1 \cdot 10^5$		
<b>Náramky</b>	$>1 \cdot 10^7$			
<b>Kabely</b>			$>9 \cdot 10^5$ $<5 \cdot 10^6$	
<b>Ruka – vzdálený konec kabelu</b>			$>9 \cdot 10^5$ $<3,5 \cdot 10^7$	
<b>Obuv, vyžaduje-li se pro uzemnění osob</b>			$<3,5 \cdot 10^7$	

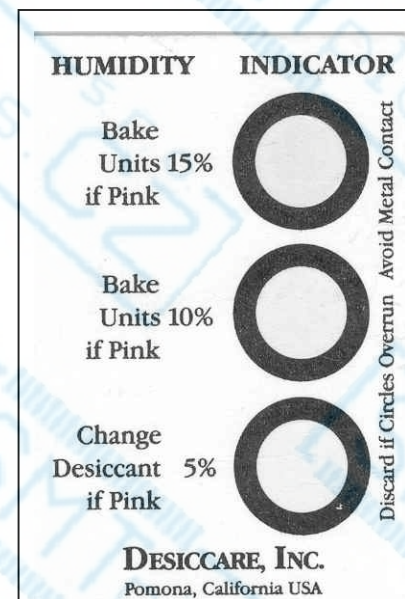
# Citlivost součástek na vlhkost (MSDS- Moisture Sensitive Devices)

- 1) Které typy pouzder jsou citlivé na vlhkost,
  - pouzdra, nebo moduly, které mají organickou podložku ... PBGA, CSP,
  - jsou zapouzdřeny do HYSOLU.
- 2) Jaké poruchy může způsobit vlhkost,
  - při pájení se vlhkost uvolňuje ve formě vodních par, může způsobit kuličkování,
  - v pouzdru se objeví praskliny, nebo v horším případě delaminace podložky,
  - pokud se deska neoplachuje, uvolněná voda rozpustí tavidlo, optická porucha, nebo zhoršení izolačních vlastností.

# Citlivost součástek na vlhkost MSDS podle (IPC/JEDEC J-STS-033)

Úrovně citlivosti na vlhkost  
(IPC/JEDEC J-STS-033)

Úroveň	Podmínky skladování (vyjmuta ze sáčku)	
	Čas	Podmínky
1	neomezeno	$\leq 30$ °C/85% RH
2	1 rok	$\leq 30$ °C/60% RH
2a	4 týdny	$\leq 30$ °C/60% RH
3	168 hod.	$\leq 30$ °C/60% RH
4	72 hod.	$\leq 30$ °C/60% RH
5	48 hod.	$\leq 30$ °C/60% RH
5a	24 hod.	$\leq 30$ °C/60% RH
6	Před použitím třeba vysušit v peci a zapájet v časovém limitu	$\leq 30$ °C/60% RH



Indikační terčičky pro stanovení vlhkosti

# Citlivost součástek na vlhkost (MSDS) podle IEC 60749-20-1

## Úrovně citlivosti na vlhkost (IEC 60749-20-1)

Úroveň	Podmínky skladování (vyjmutu ze sáčku)	
	Čas	Podmínky
A1 nebo B1	neomezeno	$\leq 30$ °C/85% RH
B2	1 rok	$\leq 30$ °C/60% RH
B2a	4 týdny	$\leq 30$ °C/60% RH
A2	168 hod.	$\leq 30$ °C/70% RH
B3	168 hod.	$\leq 30$ °C/60% RH
B4	72 hod.	$\leq 30$ °C/60% RH
B5	48 hod	$\leq 30$ °C/60% RH
B5a	24 hod.	$\leq 30$ °C/60% RH
B6	Před použitím třeba vysušit v peci a zapájet v časovém limitu určeném na obalu	

**NOT MOISTURE SENSITIVE** LEVEL

These devices do not require special storage conditions, provided:

- they are maintained at conditions equal to or less than 30 °C/85 % RH, and
- they are solder reflowed at a peak body temperature which does not exceed 225 °C.

NOTE Level and body temperature are defined in IEC 60749-20

Štítek pro úroveň A1 nebo B1

**CAUTION EXTREMELY MOISTURE SENSITIVE** LEVEL  B6

Peak package body temperature : \_\_\_\_\_ °C.  
If blank, see adjacent bar code label

- Must be baked before mounting for 48 hours at 125 °C ± 5 °C in high temperature device containers.


NOTE If device containers cannot be subjected to high temperature or if shorter bake times are desired, reference IEC 60749-30 for bake procedure.

- After baking devices must be mounted within 6 hours at factory conditions of  $\leq 30$  °C/80 % RH.

NOTE Level and body temperature defined by IEC 60749-20.

Štítek pro úroveň A2

**CAUTION This bag contains MOISTURE SENSITIVE DEVICES** LEVEL

 If blank, see adjacent bar code label

- Calculated shelf life in sealed bag : 12 months at <40 °C and <90 % relative humidity (RH).
- Peak package body temperature : \_\_\_\_\_ °C.  
If blank, see adjacent bar code label
- After bag is opened, devices that will be subjected to reflow solder or other high temperature process must be:
  - mounted within \_\_\_\_\_ hours of factory.  
If blank, see adjacent bar code label conditions  $\leq 30$  °C/90 % RH, or
  - stored at <10 % RH.
- Devices require bake, before mounting, if:
  - Humidity indicator card is >10 % when read at 23 °C ± 5 °C;
  - 3a or 3b not met.
- If baking is required, devices may be baked for 48 hours at 125 °C ± 5 °C.


NOTE If device containers cannot be subjected to high temperature or shorter bake times are desired, reference IEC 60749-30 for bake procedure.

Bag seal date : \_\_\_\_\_  
If blank, see adjacent bar code label.

NOTE Level and body temperature defined by IEC 60749-20.

Štítek pro úroveň B2 až B5

**CAUTION This bag contains MOISTURE SENSITIVE DEVICES** LEVEL

 If blank, see adjacent bar code label

- Calculated shelf life in sealed bag : 12 months at <40 °C and <90 % relative humidity (RH).
- Peak package body temperature : \_\_\_\_\_ °C.  
If blank, see adjacent bar code label
- After bag is opened, devices that will be subjected to reflow solder or other high temperature process must be:
  - mounted within \_\_\_\_\_ hours of factory.  
If blank, see adjacent bar code label conditions  $\leq 30$  °C/90 % RH, or
  - stored at <10 % RH.
- Devices require bake, before mounting, if:
  - Humidity indicator card is >10 % when read at 23 °C ± 5 °C;
  - 3a or 3b not met.
- If baking is required, devices may be baked for 48 hours at 125 °C ± 5 °C.

NOTE If device containers cannot be subjected to high temperature or shorter bake times are desired, reference IEC 60749-30 for bake procedure.

Bag seal date : \_\_\_\_\_  
If blank, see adjacent bar code label.

NOTE Level and body temperature defined by IEC 60749-20.

Štítek pro úroveň B6

**Indikační terčíky pro stanovení vlhkosti**

# Vysoušení pouzder

Hlavně plastová pouzdra typu LGA je nutno vysoušet při teplotě 40 až 45 °C po dobu 192 hodin (8dní), nebo při teplotě 125 °C ( $\pm 5$  °C) po dobu 24 hodin.

Není třeba pokud se pouzdro vyjme z originálního ochranném obalu a ihned zpracuje.