

Problematika ESD (ElektroStatic Discharge),



tedy elektrostatičkého výboje

Elektrostatičké výboj vzniká všude kolem nás tím, že:

- každý materiál se snaží dostat do **rovnováhy**;
- elektrostatičké náboj, který se do materiálu dostane, se též snaží vybit, aby dosáhl rovnováhy;
- když se dva různě nabitě materiály dostanou do vzájemné blízkosti, nastane elektrostatičké výboj **ESD**;
- lidské tělo se jako dobrý „kondenzátor“ automaticky vybije, dostane-li se do kontaktu s materiálem, který může elektrostatičké náboj přijmout;
- **země**, jako velký nenabitý „rezervoár“ s relativně dobrou vodivostí, může **náboj** bez problémů vždy **přijmout**.

Vědci v dávné minulosti objevili jev, který se nazývá **triboelektřické nabíjení se materiálu**. Podle této teorie se materiály nabíjejí:

- vzájemným **třením**,
- **oddělením** jednoho materiálu od druhého.

Materiály přitom dělíme na ty, které elektrony lehce ztrácejí (+), a na materiály, které je lehce přijímají (-). Podle toho je můžeme seřadit do tabulky. Pro názornost jsou některé často používané stavební materiály uvedeny v tabulce č. 1.

Přitom platí, že elektrostatičké výboj mezi materiály je o to větší, čím dále od sebe se v tabulce nacházejí.

Suchý vzduch velikost náboje zvyšuje.

Tabulka 1:

Nabíjející se pozitivně (+)
Sklo
Nylon
Bavlna
Hliník
Papír
Ocel
Guma
Měď
Stříbro
Polyester
Celuloid
Polyuretan
Polypropylen
PVC
Silikon
Teflon
Nabíjející se negativně (-)

Tabulka 2:

Iépe popsat vlhkost a napětí např. RH>70% ve Voltch	RH > 70% Volt	RH < 20% Volt
Osoba kráčeující po textilní podlahovině	1 500	35 000
Osoba kráčeující po PVC podlahovině	250	1 200
Zdvihnutí plastového sáčku z lavice	600	20 000
Odlepení dvou lepicích pásek	1 500	12 000
Otevření plastového obalu	600	7 000



Tabulka č. 2 ukazuje příklady vzniku velikosti elektrostatičké náboje v závislosti na vlhkosti vzduchu.

Co je elektrostatičké výboj?

Vzniká:

- dotykem/přiblížením opačně nabitých částí materiálů,
 - dotykem/přiblížením se nabitěho materiálu k uzemnění,
- přitom člověk náboj o velikosti 3000 V slyší a 5000 V i vidí. Člověk může být nositelem náboje velikosti až 10 000 V, ale náboj už o velikosti 5 V může zničit elektronickou součástku, např. při její výrobě nebo manipulaci s ní.

Elektrostatičké výboj **představuje nebezpečí**, a to od výroby až po obslužný servis. Dopad elektrostatičké náboje může být:



- **katastrofický** (výbuch) – muniční sklady, raketoplán Challenger...;
- **destrukční** pro materiál – výroba elektronických čipů, ale ovlivňuje i důležité měřicí přístroje, např. na operačních sálech nemocnic, což může zapříčinit nesprávné rozhodnutí z důvodu špatně naměřené hodnoty životně důležitých funkcí pacienta;
- **nepříjemný** (obtěžující) – kancelář.

Proto všude, kde je to možné, je třeba vzniku tohoto náboje předcházet, například **výrobou ESD odolných produktů**, nebo snižováním či odstraněním příčin vzniku elektrostatického náboje, jako např.:

- zvyšováním vodivosti podlahových krytin;
- zvyšováním vodivosti materiálu podkladové konstrukce;
- zvyšováním relativní vlhkosti podkladu;
- zvyšováním relativní vlhkosti vzduchu v prostoru;
- používáním židlí s vhodným čalouněním;
- nošením vhodné obuvi;
- nošením vhodného oblečení;
- používáním vhodných čisticích metod.

Je nutné zdůraznit, že ochrana proti elektrostatickému náboji je ucelený systém a problematika podlah je jen jednou jeho součástí. Při ochraně pracoviště (obr. 1) je třeba řešit celou řadu souvisejících faktorů:

- | | |
|-------------------------------|--------------------------------|
| • materiál podlahové krytiny, | • systém vozíků, |
| • systém skladovacích obalů, | • regálový systém, |
| • systém napájení proudem, | • uzemnění pracoviště (stolu), |
| • testery náramků a obuvi, | • balicí materiál, |
| • materiál pracovního stolu, | • uzemňovací náramky (obr. 2), |
| • vodivou obuv, | • vodivý oděv, |
| | • židle. |



Obr. 1



Obr. 2

ESD podlahové krytiny

Představují elektrostatický náboj rozptylující podlahoviny (ElektroStatic Dissipative flooring).

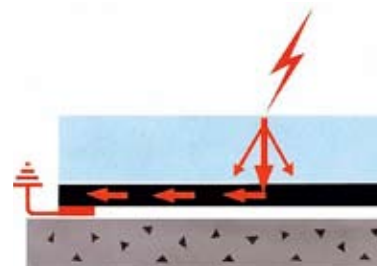
Podle normy IEC 61340-4-1 je elektrostatická klasifikace podlahovin následovná:

- elektrostaticky vodivé podlahoviny (Electrostatic Conductive Flooring – ECF)
odpor materiálu $R \leq 10^6 \Omega$;
- elektrostatický náboj rozptylující podlahoviny (Dissipative Flooring – DIF)
 $10^6 \leq R \leq 10^9 \Omega$;
- podlahovina se sníženým elektrostatickým nábojem – astatická podlahovina (Astatic Flooring – ASF). Ty vyhovují elektrostatickému náboji vyvolanému pochozím testem, což znamená, že se mohou nabít jen na náboj $< 2 \text{ kV}$.

1. Elektrostaticky vodivé podlahoviny (ECF)

- Vodivá podlahovina má relativně **nízký odpor (vysokou vodivost)** a rychle odvede nahromaděný elektrostatický náboj.
- Odpor vůči **zemi** (uzemnění) v Ω je charakteristická veličina, která předurčuje oblasti jejich použití.
- Pro elektrostaticky **vodivou** podlahovinu je to **$R \leq 10^6 \Omega$** .

Obr. 3:
Cesta elektrostatického náboje k uzemnění.



Obr. 4:
Vyvedení Cu sběrače na stěnu.



Oblasti použití ECF:

- sklady s výbušninami nebo s hořlavinami,
- výroba/manipulace s elektronickými součástkami (obr. 5),
- operační sály nemocnic (úroveň předepisuje výrobce zařízení) nebo sály s rentgeny (obr. 6),
- hygienicky čisté prostory (elektrostatický náboj nehromadí prach),
- špičkové laboratoře (high-tech).



2. Elektrostatický náboj rozptylující podlahoviny (DIF) – antistatické

- DIF podlahovina má nastavený odpor (vodivost) na řízený odvod nahromaděného elektrostatického náboje.
- Pro DIF podlahovinu je hodnota odporu vůči zemi $10^6 \leq R \leq 10^9 \Omega$.
- Při stejném nahromaděném množství náboje trvá vybití déle než u ECF.

Oblasti použití DIF:

- velká výpočetní střediska (ne se stolními PC počítači),
- telefonní ústředny (obr. 7),
- velké operačních středisek elektráren, jaderných reaktorů...



3. Podlahoviny se sníženým elektrostatickým nábojem – astatické podlahoviny (ASF)

- ASF podlahoviny **snižují tvorbu** elektrostatického náboje dotykem, chůzí, vzájemným oddělováním materiálů,
- používají se v místech, kde není potřebná vodivá nebo antistatická podlahovina – zejména **v domácnostech**,
- jsou charakterizované max. velikostí náboje, který vznikne při chůzi,
- pro ASF (elektrostatický náboj vyvolaný pochozím testem) **< 2 kV** podle EN 1815,
- **není potřebné uzemnění** podlahy,
- nahromaděný náboj **se vybije do vzdušné vlhkosti** nebo jemně vlhké podkladové konstrukce – **betonu**.

Oblasti použití ASF:

- domácnosti a jiné veřejné budovy;
- **nesprávné používání** „antistatické“ místo „astatické“ (běžné prostory nepotřebují „antistatickou“ podlahovinu!);
- textilní podlahové krytiny, mají-li vložena vodivá vlákna nebo jsou-li opatřeny speciální povrchovou úpravou, mohou dosáhnout hodnoty $R_1 \leq 10^9 \Omega$ (tzn. povrchový odpor samotné podlahové krytiny). Pokud však taková podlahovina není nalepená na uzemněný vodivý podklad,

nemůže vykazovat charakter antistatické podlahoviny (hodnota R_2 bude vyšší);

- většina **běžných podlahovin** má elektrický odpor $R_1 > 10^{10} \Omega$ a více.

Měření vodivosti podlah

Při testování podlahovin nebo funkčnosti podlah se používají následující metody a normy měření elektrického odporu:

DIN 51953 (stará norma):

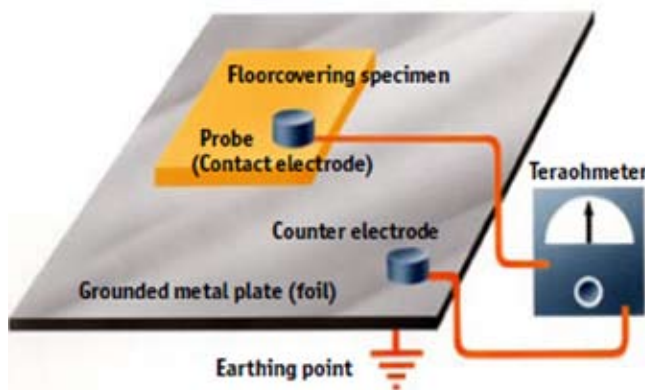
R_A (odpor podlahoviny nenainstalované)

a R_E (odpor nainstalované podlahoviny vůči zemi),

EN 1081 (nová) R_1 , resp. R_2 (viz komentář u textilních podlahových krytin),

VDE 100: Elektrostatická izolace $R_1 \geq 5 \times 10^4 \Omega$.

**Pozn.: Podlahoviny musí mít i izolační vlastnost, aby nedošlo k elektrickému úrazu, zasáhne-li člověka elektrický proud 220/380 V.*



Obr. 8: Měření R_1 .

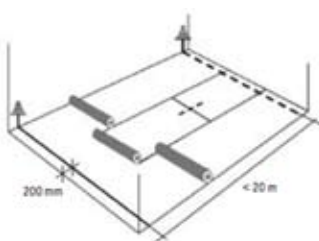
Instalace ESD podlahovin

Téměř všichni výrobci pružných podlahových krytin na stavebním trhu nabízejí i speciální ESD úpravy svých produktů. Pro PVC podlahové krytiny platí doporučení výrobců pro jejich pokládku. Uvádíme jejich stručný souhrn:

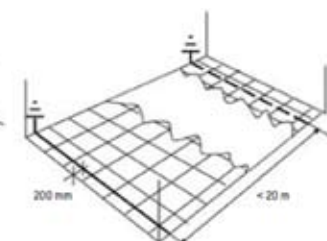
A – Podlahové krytiny s vodivou zadní stranou

Prozatím jediná podlahová krytina na trhu od firmy Tarkett má vodivou spodní stranu, která ji umožňuje pokládat v páscech na standardní (ne vodivé) disperzní lepidlo (obr. 9). Podlahář se tak vyhne problémům s kvalitou vodivosti lepidla, použitým množstvím i s technologií nanášení.

Pozn.: Čtverce se kladou na vodivé lepidlo (obr. 10), protože je třeba zabezpečit přestup náboje mezi čtverci PVC pro nejkratší cestu jeho odvodu k uzemnění.



Obr. 9: Pokládka pásů s vodivou zadní stranou.

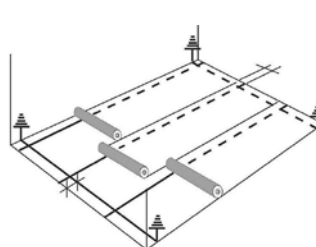


Obr. 10: Pokládka čtverců s vodivou zadní stranou.

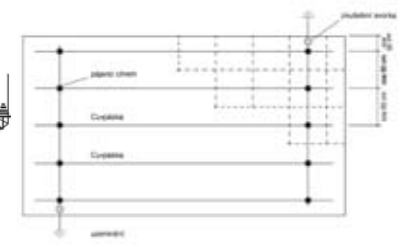
B – Podlahové krytiny bez vodivé zadní strany

Různí výrobci uvádějí v technologii pokládky ESD podlahových krytin jen malé odlišnosti. Podmínky s využitím principu vyšší bezpečnosti můžeme shrnout do následujících bodů:

- používat vodivou penetraci podkladu;
- pokládat na vodivé lepidlo s minimálně desetiletou zárukou vodivosti;
- spoje Cu pásů (sběračů) spojovat cínováním nebo jiným vhodným způsobem zabezpečujícím dostatečné propojení;
- jeden uzemňovací vývod na každých 30 m² podlahy;
- odstup mezi jednotlivými příčnými Cu sběrači:
 - vodivý systém 20 bm,
 - antistatický systém 30 bm;
- odstup sběrače od kraje krátké stěny místnosti min. 200 mm;
- nalepenou podlahovou krytinu zatlačit do lepidla podlahovým válcem pro dobrý vodivý kontakt.



Obr. 11: Pokládka pásů bez vodivé zadní strany.



Obr. 12: Pokládka čtverců bez vodivé zadní strany.

Údržba ESD podlahových krytin

Stejně jako na standardní podlahoviny, i na tyto lze použít technologie pro ruční a strojní běžné a periodické čištění. Je však třeba dbát následujících odlišností:

- na podlahoviny, které potřebují voskování, se musí aplikovat **vosky vodivé/politury**;
- někteří výrobci dodávají na trh ESD podlahoviny s již z výroby nanesenou vodivou PUR vrstvou (např. Tarkett – iQ TORO SC a iQ GRANIT SD, Armstrong DLW – Royal ESD/Conductive),
- ty se nedoporučují voskovat, protože už samotná skladba podlahové krytiny umožňuje bezvoskovou údržbu během celé její životnosti;
- výrobce GAMRAT sice též na podlahovinu Special 43 Plus A aplikuje už ve výrobě vodivý vosk, avšak po jeho sešlapání se ochrannou vrstvou doporučuje obnovit;
- na tuto, stejně jako na ostatní ESD podlahoviny je nutné v případě potřeby použít vodivý vosk, např. ARMSTRONG S-392 STATIC DISSIPATIVE POLISH.

Protokol vodivosti

Po ukončení pokládky podlahové krytiny se ESD podlaha odevzdává s protokolárním měřením vodivosti. Vyhotovují jej oprávněné osoby, které protokol opatří kulatým razítkem.

Ing. Tibor Pásztor,
Cech Podlahárov Slovenska
PRiMAT – Podlahové Centrum, Nitra
www.cechpodlaharov.sk
www.primat-podlahy.sk