

### Tabulka 23-1: Změna PG závitů na metrické

#### Abyste již dnes měli spojení s budoucností

S uplynutím minulého tisíciletí byl starý známý závit PG (ocelový pancéřový – trubkový závit) nahrazen metrickým závitem. Dne 31. 12. 1999 přestala platit DIN 46320 pro vývodky s PG závitem.

Na její místo nastoupila evropská norma IEC 62444 pro metrické závity. To znamená, že pro nová zařízení/přístroje se od roku 2000 mají používat již jen kabelové vývodky s metrickými přípojovacími závity.

Tento přechod se však netýká pouze vývodků, nýbrž také všech skříňových systémů a zařízení, do kterých se musí zavádět kabely a vodiče.

Velikosti PG7 až PG48 se nahrazují závity M12 až M63. Do normy byly nyní zahrnuty také další velikosti, takže je pokryt rozsah od M6 do M110.

ZVEI (Zentralverband Elektrotechnik- und Elektroindustrie e.V. = Centrální svaz elektrotechnického a elektronického průmyslu) poukazuje na to, že evropská bezpečnostní norma IEC 62444 se musí používat nejpozději od března 2001. Současně se v březnu 2001 stáhla zkušební norma VDE 0619 pro vývodky se závitem PG.

IEC 62444 je bezpečnostní norma a již ne konstrukční normou se stanovením rozměrů jako DIN 46319, resp. DIN 46320.

To znamená, že funkce požadované od kabelové vývodky je možné realizovat bez omezení předepsanými tvary, například:

- odlehčení tahu
- krytí
- odolnost proti nárazu
- teplotní rozsah.

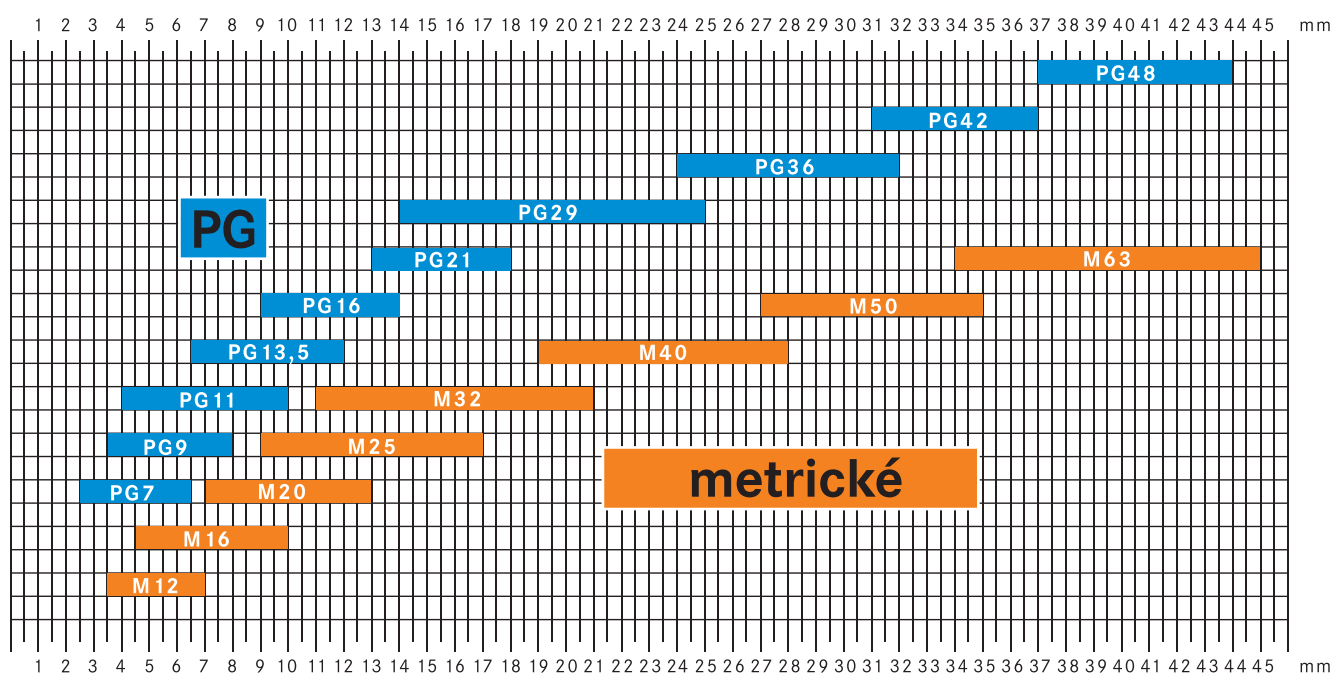
Požadavky IEC 62444 jsme s našimi kabelovými vývodkami SKINTOP® a SKINDICHT® realizovali. Vývodky SKINTOP® v metrickém provedení mají všechny výhody osvědčené řady SKINTOP®: jednoduchá, rychlá a bezpečná montáž, optimální tahové odlehčení, ochrana proti vibracím, velké rozsahy sevření a utěsnění s krytím IP 68.

Samozřejmě u nás získáte také odpovídající doplňkové díly, jako:

- SKINTOP® GMP-GL-M matice
- SKINDICHT® SM-M matice
- SKINTOP® SD-M prachotěsný uzávěr
- SKINTOP® DV-M těsnicí uzávěr
- kovové a plastové zaslepovací zátky
- těsnicí O-kroužky
- adaptéry
- a mnohé další

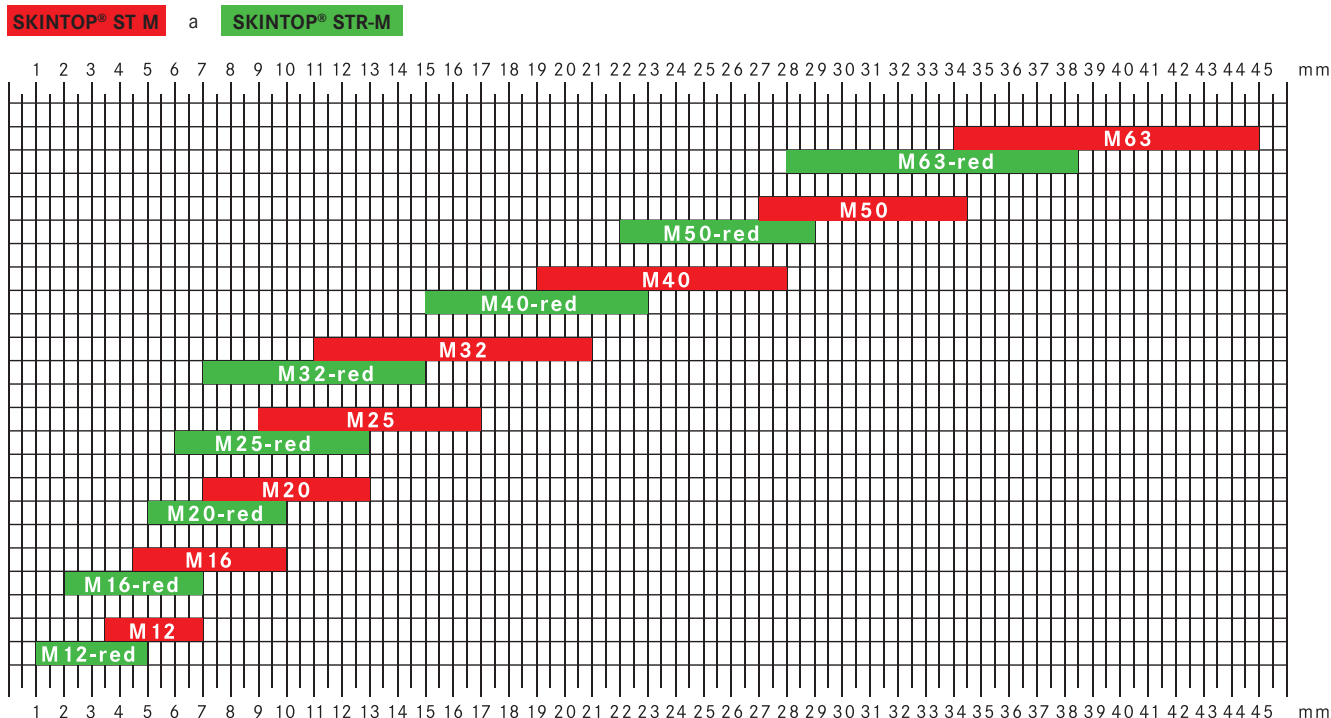
### Srovnávací tabulka rozsahů sevření kabelových vývodků SKINTOP® s přípojovacími závity PG a M

SKINTOP® ST a SKINTOP® ST-M

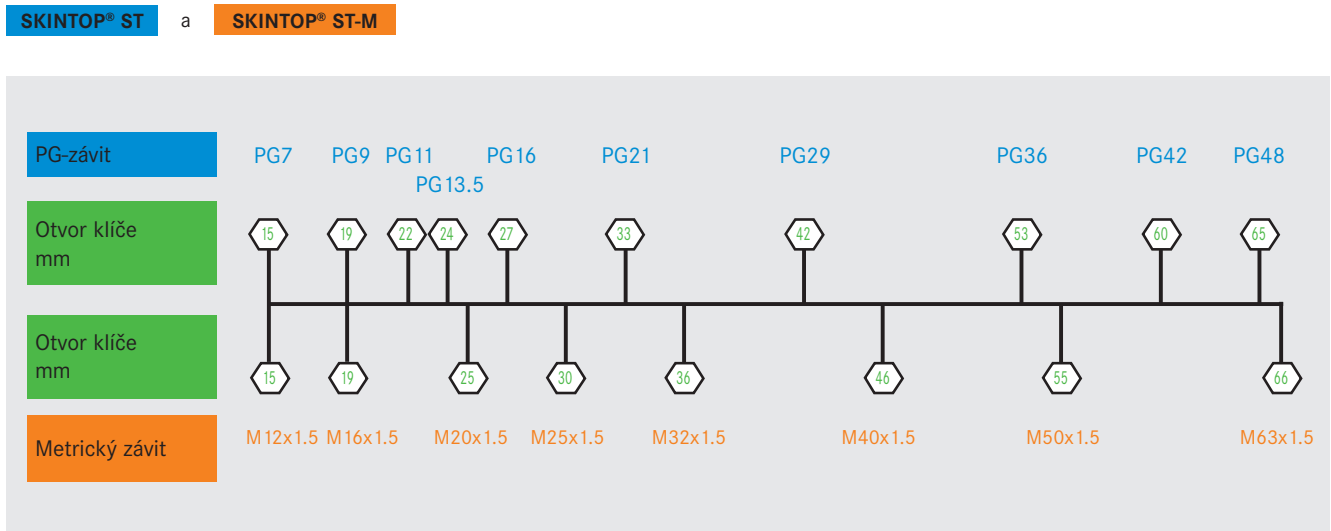


**Tabulka 23-1: Změna PG závitů na metrické**

Rozsahy sevření kabelových vývodků SKINTOP® s metrickými přípojovacími závitů



Srovnání otvorů klíče kabelových vývodků s PG/metrickým přípojovacím závitem



## Tabulka 23-2: Problematika EMC při použití kabelových vývodků

### Optimálně odstíněno

V průmyslovém prostředí mohou motory, ovládací prvky a svařovací automaty silně ovlivňovat elektromagnetické poměry ve svém okolí. Obzvláště problémy vznikají v zařízeních v důsledku dlouhých tras napájecích kabelů popř. kabelů pro přenos dat mezi jednotlivými komponenty, takže je naprosto nutné provést vhodná ochranná opatření.

V důsledku anténního efektu těchto kabelů může dojít k radiovému rušení a užitečný signál (např. z teplotních čidel nebo rotačních snímačů) může být tímto rušením překryt. Výsledkem jsou funkční poruchy připojených přístrojů – od nepozorovaných zkreslení jednotlivých naměřených hodnot až po kompletní výpadek výrobní linky. Opačně mohou také kabely fungovat jako vysílače radiového rušení.

Jako účinné protipatření se osvědčilo zabudování elektromagnetických komponent do uzemněného rozvaděče při současném použití stíněných kabelů. V praxi se ovšem právě místo, kudy je kabel přiváděn do rozvaděče, ukazuje často jako slabina. Nedostatečný kontakt mezi stíněním kabelu a kovovým pláštěm skříně často zmaří žádoucí účinek stínění.

Zde je vhodné použít kabelové vývodky SKINTOP® a SKINDICHT® od společnosti LAPP. Speciálně vývodky SKINTOP® MS-SC-M a SKINTOP® MS-M BRUSH se vyznačují vedle jednoduché manipulace výbornými vlastnostmi z hlediska elektromagnetické kompatibility. Umožňují přivedení kabelů různých konstrukcí ve velkém rozsahu průměrů.

### Koncepty stínění

V průmyslové oblasti je nutno rozlišovat rušivé veličiny v podstatě na ty, které se vztahují ke kabelům a ty, které souvisí s jinými elektromagnetickými poli. Rušivé vlivy způsobené poli, např. vyzářené přímo z desky s plošnými spoji elektroniky nebo naopak vlivy na ni působící, je možno účinně utlmit montáží elektrických popř. elektronických komponent do uzavřených kovových pouzder, např. rozvaděčů. Pokud nejsou v této skříní větší otvory, vzniká Faradayova klec, která zajišťuje účinnou ochranu vůči elektromagnetickým rušivým účinkům.

V průmyslové praxi je tento druh stínění spojen zpravidla s velmi vysokými náklady a u pohyblivých částí strojů těžce realizovatelný. Jako alternativa slouží stíněné kabely. Kvalita stínicího účinku přitom silně závisí na konstrukci a hustotě stínicího opletu. Navíc je nutno použitím vhodných mechanických upevňovacích prvků dosáhnout co možná nejideálnějšího spojení stínění kabelu se stěnou skříně, aby se zabránilo pronikání rušivého signálu procházejícího stíněním kabelu. Rozhodující je přitom svodový odpor, tedy odpor, který zachytí a svede poruchovou vlnu na kabelu, pokud se objeví na rozhraní kabel - skříně.

### Požadavky na praxi

Z pohledu elektromagnetické kompatibility vyplývá tedy pro praxi řada požadavků na ideální kontakt:

- Spojení mezi stíněním kabelu a potenciálem pláště skříně musí být nízkoohmové. K tomu je nutno zajistit co největší kontaktní plochu. V ideálním případě tvoří stínění kabelu spolu s pláštěm skříně uzavřený spoj a představuje v podstatě pokračování skříně, aniž by vznikaly nějaké otvory.
- Spojení musí mít nízkou indukčnost. To znamená, že stínění kabelu je nutno přivést ke skříně co nejkratší cestou a s co největším průřezem. Přednostně je potřeba zvolit takový způsob spojení, který zcela obepíná vnitřní vodiče (viz předcházející). Často používané postupy, při nichž se kabel přivede do vnitřní části skříně, kde se jeho stínění někde připojí, přičemž se stínicí oplet prodlouží často tenkým lankovým vodičem, jsou pro účinnost stínění zcela nedostatečné.
- Pro praktické použití je žádoucí jednoduchá manipulace a příjemná montáž. Montáž musí být elektromontérem bez problémů proveditelná.

### SKINTOP® a SKINDICHT®

Kabelové vývodky SKINTOP®, resp. SKINDICHT® poskytují vedle bezvadného mechanického kontaktu požadované nízkoohmové a nízkoindukční spojení. Tyto kabelové vývodky pro snadnou montáž jsou dodávány v různých velikostech a provedeních. V případě vývodky SKINDICHT® SHVE-M je stínění kabelu stlačeno mezi uzemňovací hrdlo a těsnicí kónus a umožňuje tak velkoplošné kontaktní spojení obepínající vodiče kolem dokola. U vývodky SKINTOP® MS-SC-M je kontakt zajištěn cylindricky uspořádanými kontaktními pružinami, u vývodky SKINTOP® MS-M BRUSH dochází ke kontaktu se stíněním pomocí celoovodového (360°) EMC kartáče. Proto je nutno provést odpláštění kabelu pouze v oblasti kontaktů, rozpletení stínicího opletu není nutné.

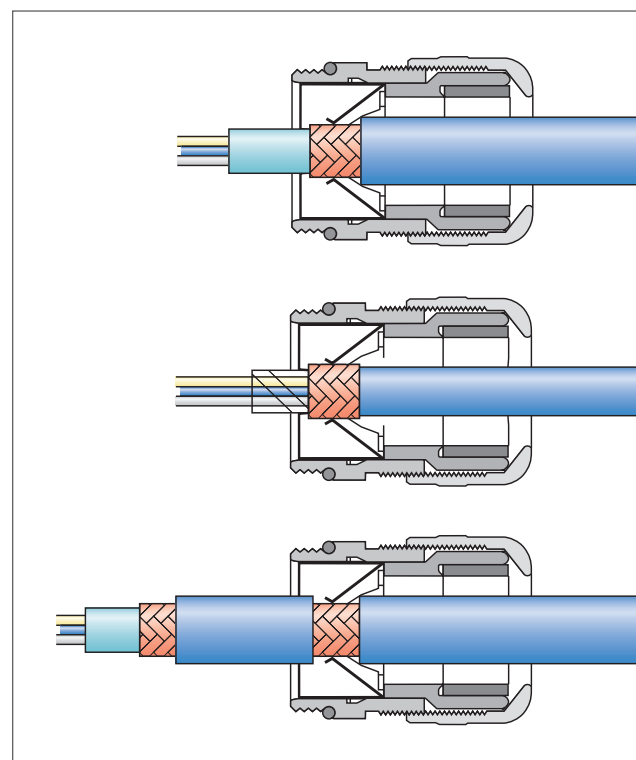
Kvůli přehlednosti se tento příspěvek soustředí na vývodky SKINTOP® MS-SC-M. Jejich vynikající stínicí vlastnosti byly prokázány řadou měření. Protože nejsou pro kabelové vývodky definovány normami žádné speciální měřicí postupy, budou v další části příspěvku představeny dvě možné měřicí metody a jejich vyhodnocení.

### Svodový odpor, útlum svodu

Jako charakteristická veličina pro určení kvality připojení kabelu na stěnu skříně (vztažný potenciál) bude měřen svodový odpor RA v závislosti na frekvenci. Z toho je zřejmé, do jaké míry může být sveden náboj na stínění kabelu vůči potenciálu skříně.

Aby bylo možno stanovit činitel útlumu stínění kabelu, počítá se útlum svodu. K tomu je nutno vypočítat hodnotu napětí na svodovém odporu v poměru k hodnotě maximálního možného napětí na vztažném systému 50 Ω. Dostaneme tak útlum svodu:

$$aA \text{ (v dB)} = 20 \log (2RA / (2RA + 50 \text{ W})).$$



## Tabulka 23-2: Problematika EMC při použití kabelových vývodků

	Triaxiální měřicí metoda	Měření svodového odporu
Použití	Páry konektorů a stíněné kabely	Kabelové vývodky
Parametry měření	Vazební odpor vypočítaný z velikosti útlumu stínění	Svodový odpor naměřený přímo
Odkaz na pozdější využití	Popis stínících poměrů: jak dobře je potlačeno rušení vyzařované do okolí nebo naopak přijímané z okolních polí	Popis, jak dobře jsou odvedena rušení, která se nacházejí na stínění, do uzemnění (např. stěny skříně)

### Triaxiální metoda

U triaxiální metody se měření provádí ve shodě s normou VG 95373, část 40 nebo část 41. Tato uspořádání, při kterých se používá koaxiální umístění kabelu v měřicí trubce (proto triaxiální), používají konektorové spojení (zásuvka/zástrčka), popř. se pro posouzení kabelu používá kabel určité definované délky. K posouzení stínícího účinku konektorů na základě vlastností jejich materiálů a konstrukce se zjišťuje míra útlumu stínění aS a vazebního odporu ZK podle vzorce:  $aS = 20 \log(50 \Omega / ZK)$ . Předpokladem měření podle těchto norem je pevné stínění použitého přívodního kabelu (zpravidla pomocí trubky). Získáme tak hodnoty útlumu stínění téměř 100 dB, které lze v praktických aplikacích na stěně rozvaděče v jednotlivých případech stěží dosáhnout nebo nelze dosáhnout vůbec.

### Srovnání obou metod měření

Aby bylo možno pomocí výsledků měření reálně popsat uvedené výrobky, používá se výše popsané měření svodového odporu a jeho přepočítání na útlum stínění (viz tabulka).

### Výsledky měření

Byly měřeny kabelové vývodky SKINTOP® MS-SC-M různých velikostí spolu se stíněným kabelem ÖLFLEX® CLASSIC CY s průměrem 6 až 22 mm, a to oběma měřicími metodami, aby bylo možno otestovat a porovnat jejich vypovídací schopnost pro vývodky.

### Měření svodového odporu

Pro změřený svodový odpor byly kabelové vývodky vždy spojeny s ca 10 cm dlouhým kabelem podle obr. 2. Všechny vývodky vykazují při frekvencích do 10 MHz svodový odpor < 1 Ω. Z toho vyplývající hodnoty útlumu jsou přibližně 30 až 50 dB (za předpokladu vztažného systému 50 Ω). Amplitudy vysokofrekvenčních podílů rušení, které se nacházejí v tomto frekvenčním rozsahu, byly utlumeny minimálně 30x, maximálně 300x. Teprve při frekvencích nad 3 až 4 MHz klesá dosažený útlum na hodnoty < 40 dB (100x). Při vyšších frekvencích (100 MHz) se hodnoty svodového odporu pohybují řádově ve velikosti 5 až 10 Ω. Výsledky měření potvrzují předpokládané příznivé vlastnosti pro elektromagnetickou kompatibilitu. Až do vysokých frekvencí je možno realizovat malé svodové odpory, resp. vysoké útlumy svodu. Ve spojení s vhodným stíněním kabelu je tak možno realizovat optimální ochranu vůči rušivým signálům vyskytujícím se v kabelu.

### Triaxiální měření

Měření se uskutečnilo tak, jak je popsáno výše ve shodě s normou VG 95373, postupem KS 01 B. Zapojení měřících obvodů je znázorněno na obr. 3. Stejnoseměrný odpor vývodků činí 1 mΩ, což vede k útlumu stínění, který může podle velikosti a typu vývodky dosáhnout hodnoty > 100 dB.

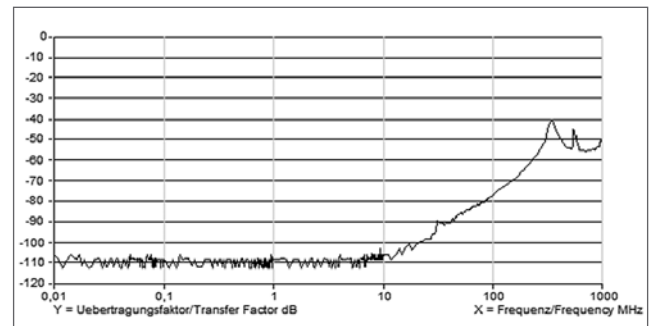
### Porovnání výsledků

Výsledky ukazují podstatný rozdíl mezi útlumem svodu a útlumem stínění u systému s identickými komponenty kabel/vývodka. Křivka útlumu svodu je při tom vůči křivce útlumu stínění posunuta asi o 40 dB téměř paralelně směrem nahoru, tedy směrem k menším hodnotám útlumu (obr. 4). Přesto mají tyto hodnoty větší vypovídací schopnost o rušení, které se týká kabelů, protože útlumy mezi 80 až 100 dB lze v praxi stěží dosáhnout.

### Závěr

Různé měřicí metody dávají různé hodnoty velikosti útlumu a popisují touto hodnotou různé vlastnosti. Na jedné straně popisuje hodnota „útlumu stínění“ skutečnost, jak dobře je potlačeno rušení vyzařované do okolí nebo naopak přijímané z okolních polí (triaxiální metoda), na druhé straně hodnota „útlumu svodu“ vypovídá o tom, jak dobře jsou odvedena rušení, která se nacházejí na stínění, do uzemnění (měření svodového odporu).

Z toho vyplývá, že hodnoty míry útlumu nemohou být bez dalších informací srovnávány. Je možné však vycházet z toho, že hodnoty „útlumu svodu“ mají pro vývodky větší vypovídací hodnotu, protože výsledky triaxiální metody (útlumu stínění) jsou závislé na stínění použitého přívodního kabelu.



Zdroj: Autoři Dr.-Ing. U. Bochtler, Dipl.-Ing. M. Jacobsen, Botronic - Bochtler GmbH, Stuttgart