

OCHRANA PŘED PŘEPĚTÍM A OCHRANA OSOB  
s ohledem na trakci, trakční vozidla a trakční zařízení

Elektronické systémy jsou stále citlivější na vzrůstající elektromagnetické rušení, které může způsobit ovlivnění, selhání nebo i destrukci systému. Proto je dnes použití svodičů přepětí již nutností. (viz ČSN EN 62305).

Stejnoseměrné trakční sítě se nikdy nepoužívaly jako distribuční rozvod, ale v současné době se ve velké míře používají pro napájení různých zařízení v blízkosti trolejbusových a tramvajových tratí. Jsou to např. výhybky, napáječe jízdenkových automatů, napáječe kamer, osvětlení zastávek, hlasové systémy a také zabezpečovací zařízení, mazníky a ohřev výhybek apod.

S napájením těchto zařízení byly vždy negativní zkušenosti z hlediska přechodových a spínacích jevů, které způsobovaly napěťové špičky na vedení. U DC trakčních sítí zařízení také ovlivňuje používání trakce AC/DC, případně řízení měničů s IGBT tranzistory.

K ochraně zařízení napájených z DC trakční sítě nestačí pouze použití svodičů přepětí, které jsou přímo součástí zařízení, ale ochrana musí být provedena důsledně třístupňově s ohledem na nestandardní přepěťové špičky na vedení.

**Zdroje přepětí:**

- přímý, nebo nepřímý úder blesku do trakčních vedení, budov měníren, vedení vn, které napájejí měnírny. Indukce do trakčních zařízení.
- přejezdy děličů (i pod výkonem)
- rekuperace (brzdění pod děličem), krátké, ale energeticky náročné špičky
- rekuperace a přejezdy děličů mezi měnírnami (nejhorší případ)
- spínání úseků v měnírnách
- vznik přepětí v usměrňovačích a jejich vzájemné působení v měnírnách



K ochraně měníren, trakčních vedení, zařízení i trakčních vozidel se úspěšně používá omezovač přepětí PSP 1/10/III českého výrobce ACERHK.

Omezovač je tvořen sloupcem varistorů, které jsou umístěny ve sklolaminátové trubce a celý omezovač je zalit do silikono-kaučukového pouzdra.

$U_{ref}$  (napětí, při kterém začíná varistorem protékat proud 3 mA) se pohybuje kolem 1,7 kV při jmenovitém výbojovém proudu 10 kA. U nově vyráběného typu PSP 1/10/III SL je  $U_{ref}$  sníženo až na 1,3 kV. Zbytkové napětí je 3,3 kV (resp. 2,5 kV u typu SL).

### Trakční měnírny



Při návrhu ochrany proti přepětí je potřeba uvažovat o svodičích jak na straně vn tak i nn. Na straně vn by tuto problematiku měl řešit rozvodný závod dodávající el. energii. Na straně nn za trafem by měly být umístěny svodiče bleskových proudů typ 1, které ochrání vstup do měnírny od spínacích přepětí (manipulace na vn) a od atmosférických přepětí (úderů blesku a indukce do vedení).

Na DC straně za usměrňovači v jednotlivých sekcích je vhodné nasadit svodiče přepětí typ 1+2 (např. PIV-720 DC / 1000 DC českého výrobce HAKEL), které omezují přepětí, vznikající na trakčním vedení a ovlivňuje tak zpětně DC stranu usměrňovače.

### Trakční vedení

Na tramvajovém vedení je omezovač PSP nasazen přímo na stožárech mezi trolej a kolej. Na trolejbusovém vedení potom mezi plus pól a zem a mezi mínus pól a zem.

U trolejbusových trakcí doporučujeme také nasadit svodiče přepětí na koncích trakčních vedení (smýčky) mezi póly + a - pro omezení příčného přepětí.

### Vozidla

Na trolejbusích a tramvajích se používá stejný typ omezovačů, jako na vedení.



### Komplexní řešení

Při komplexním řešení je nutné nasadit svodiče přepětí v měnírnách a rovnoměrně po celém trakčním vedení, u výhybek, i u zařízení, které mění napětí z trakční sítě na malé napětí. Jako ochranu před indukcí je nutno do elektronických zařízení nasadit svodiče přepětí typ 3, pokud takový svodič již neobsahují. Je nutno ochránit všechny vstupy do chráněného zařízení jako např. proudové smýčky a datové vstupy. Nasazením svodičů na vozidlech se dále zvýší ochrana proti přepětí.

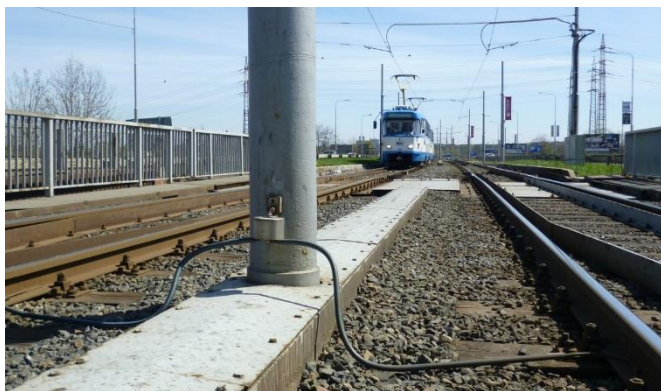
Použití svodičů přepětí výrazně omezí jak provozní přepětí, tak indukce od atmosférických přepětí a zvýší spolehlivost celé provozované soustavy.

### Omezovače nízkého napětí

HL120 je omezovač nízkého napětí (low voltage limiter LVL dle EN 50122-1 ed.2) určený k ochraně neživých částí kovových konstrukcí v AC ev. DC trakčních systémech. Využívá se pro účinnou ochranu osob, které se mohou dostat do kontaktu s těmito částmi při úderu blesku nebo při poruchách trakčního vedení. HL se instaluje přímo na chráněnou stavební konstrukci (pomocí dvou šroubů M12) tak, aby v případě jeho aktivace bylo vytvářeno vodivé spojení mezi touto konstrukcí a kolejíštěm. Princip konstrukce HL je založen na paralelním propojení tří nelineárních prvků (1 ks

vysokoenergetický metal-oxidový varistor MOV plus 2 ks vysokovýkonový tyristor), které jsou zabudovány do pouzdra z nerezové oceli. V případě aktivace HL bleskovým proudem event. proudem vzniklým kontaktem chráněné kovové konstrukce na př. se spadlým trolejovým vedením je v prvním okamžiku tento proud zkratován do kolejiště rychlou reakcí MOV (standardně uváděná doba jeho reakce je 25 nsec). Maximální hodnota amplitudy tohoto proudu může být až 40 kA (10/350). Po dobu aktivace MOV na něm vzniká úbytek napětí (voltage protection level VPL) cca 500 V.

Aby teplo uvolňované v MOV nepoškodilo jeho strukturu, je v hardware HL zabudován zpoždovací člen, který za cca 1 msec zapálí oba vestavěné vysokovýkonové tyristory, přičemž toto zapálení je odvozováno od VPL na varistoru. Podle polaritě napětí na MOV je aktivován příslušný tyristor ze zabudované dvojice a převezme proud který doposud sváděl aktivovaný



chráněného zařízení. Důležitým požadavkem na HL je předpoklad vzniku interního zkratu v případě napěťového, proudového nebo tepelného přetížení vestavěného MOV, což je v konstrukci HL splněno.

MOV. Podle okamžité aktuální hodnoty procházejícího proudu pak úbytek napětí na tomto tyristoru může být v rozsahu 1÷3 V. Pokud je vzniklý aktivační proud významně menší než max. pracovní proud použitého tyristoru, může tento proces trvat i desítky vteřin, typická hodnota je 300 A/60 sec. reverzibilně, což odpovídá prošlému náboji cca 18000 Asec.

Po dobu aktivace tyristoru na něm vzniká velká výkonová ztráta, proto je konstrukce pouzdra HL řešena na principu odvádění uvolňovaného tepla do jeho kovového obvodového pláště a dále přes tento plášť do konstrukce

