

## Prepät'ové ochrany na napájacie siete a komunikačné linky v priemysle

Ing. Vlastimil TICHÝ, SALTEK s.r.o., Ústí nad Labem, ČR

---

---

Průmyslová výroba v dnešní době stojí na prahu tzv. čtvrté průmyslové revoluce. Říká se jí také Průmysl 4.0, což je označení pro současný trend digitalizace a s ní související automatizace výroby a změn na trhu ráce.

Zavádět se bude pomocí metod strojového vnímání, autokonfigurace a autodiagnostiky a s počítačovým spojením strojů a dílů. Produkty i stroje dostanou čipy, pomocí nichž je bude možné kontrolovat a obsluhovat přes internet. Dále se budou využívat cloudová úložiště, 3D tisk, datová centra, automatické hlášení problémů či „chytré sklady“, které samy informují o docházejících zásobách.

Toto vše s sebou nese zvýšené nároky na napájecí sítě a komunikační linky, na jejich bezporuchový provoz. Díky tomu nabývá na důležitosti ochrana slaboproudých systémů a rozvodů napájecích linek před přepětím. Je to dáno velikostí slaboproudých signálů na úrovni jednotek voltů a na stále větší miniaturizaci slaboproudých systémů a s tím související odolnosti proti rušivým vlivům a také s tím související bezporuchový chod napájecích linek a jejich neovlivňování slaboproudých systémů.

Současná legislativa již toto řeší v obecné rovině a na ní potom navazují technické standardy (normy), které tuto problematiku řeší po technické stránce.

**Přijetím zákona** o elektromagnetické kompatibilitě (EMC) (EU 30/2014) **SK: Zákon č. 264/1999 Zb.**, byl přesunut problém odolnosti elektronických systémů z roviny pouze **technické** i do roviny **legislativní**. Každý dodavatel **musí dle zákona** jednak zajistit **dostatečnou odolnost** dodávaného zařízení (**přístroj, pevná instalace, řídicí systém atd.**) a jeho funkčnost i za přítomnosti rušivých signálů. A jednak zajistit, že dodávané zařízení **nebude rušit** okolí nad úrovní, kterou povoluje norma.

**Cílem výše uvedených dokumentů je zejména:**

- **realizovat opatření, která tato rizika anulují, nebo alespoň omezí...**
- **zajistit vysokou provozuschopnost zařízení v podmínkách, pro něž je určeno.**

Oba tyto cíle zajišťují u elektrických a elektronických zařízení **přepět'ové ochrany (SPD) a odrušovací filtry**. SPD nemají význam pouze pro snížení rizika zničení zařízení, ale mají též podstatný podíl na bezporuchovém a bezvýpadkovém chodu zařízení a systémů přesně v duchu definice EMC, že zařízení „...budou bez přijatelného zhoršení fungovat v přítomnosti elektromagnetického rušení, které je běžné vzhledem k účelu jejich použití“.

Laciné řešení této problematiky, jak ukazuje praxe, není někdy pouze nedostatečné, ale i nebezpečné.

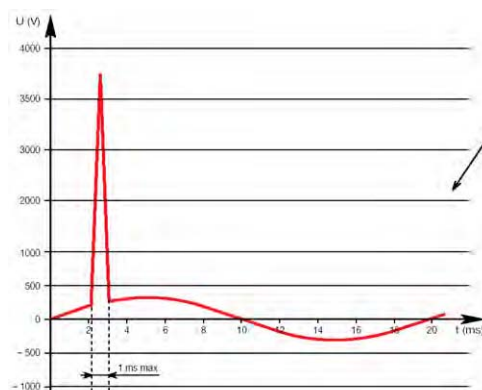
## Normy, zákony a doporučení

- **Požadavky na chráněná zařízení** – odolnost proti přepětí
  - Nařízení vlády SR č. **127/2016** o technických požadavcích na výrobky z hlediska jejich elektromagnetické kompatibility (*nově SMĚR NICE EVROPSKÉHO PARLAMENTU A RADY 2014/30/EU ze dne 26. února 2014 o harmonizaci právních předpisů členských států týkajících se elektromagnetické kompatibility*)
  - **STN EN 61000-6-1** Elektromagnetická kompatibilita (EMC) - Část 6-1: Kmenové normy - Odolnost - Prostředí obytné, obchodní a lehkého průmyslu
  - **STN EN 61000-6-2** Elektromagnetická kompatibilita (EMC) - Část 6-2: Kmenové normy - Odolnost pro průmyslové prostředí
  - **STN EN 61000-4-4** Elektromagnetická kompatibilita (EMC) – část 4-4: Zkušební a měřicí technika – Rychlé elektrické přechodné jevy/skupiny impulsů – Zkouška odolnosti
  - **STN EN 61000-4-5** Elektromagnetická kompatibilita (EMC) – část 4-5: Zkušební a měřicí technika – Rázový impuls – Zkouška odolnosti
  - Doporučení ITU-T K.xxx – Ochrana před rušením
- **Aplikace ochrany před přepětím** - instalace SPD, provedení pospojování a uzemnění
  - **STN P CLC/TS 61643-22 (IEC (CLC/TS) 61643-22)** Ochrany před přepětím nízkého napětí – Část 22: Ochrany před přepětím zapojené v telekomunikačních a signalizačních sítích – zásady pro výběr a instalaci
  - **STN EN 62305-4** Ochrana před bleskem – Část 4: Elektrické a elektronické systémy ve stavbách
  - **STN EN 50174-2** Informační technologie - Instalace kabelových rozvodů - Část 2: Projektová příprava a výstavba v budovách
  - **STN EN 50310** Použití společné soustavy pospojování a zemnění v budovách vybavených zařízeními informační technologie
  - **STN 33 2000-4-444** Elektrické instalace nízkého napětí – Část 4-444: Bezpečnost – Ochrana před napěťovým a elektromagnetickým rušením
  - Doporučení ITU-T K.xx – Ochrana před rušením

Přepětí, která atakují různé slaboproudé systémy, jsou nejen atmosférického původu, ale také vznikají používáním různých technologií v instalacích. Ve své podstatě se jedná o spínací jevy při spínání nebo odpínání různých nelineárních zátěží.

## Zdroje přepětí

- Přepětí – napětí, které přesáhne maximální provozní napětí „systému“, nebezpečné je přechodné (rázové, impulsní, transientní) přepětí, které dosahuje vysokých amplitud (kV a více) ve velmi krátkém čase (ns ÷  $\mu$ s).
- Zdroji přechodného přepětí jsou:
  - Atmosférické přepětí (LEMP)
  - Spínací jevy (SEMP)
  - Elektrostatický výboj (ESD)



**Atmosférické přepětí** ohrožuje, díky jejich rozlehlosti, především napájecí sítě. Přímý úder blesku do napájecích sítí je málo pravděpodobný, ale blízký úder blesku je vzhledem k četnosti mnohem nebezpečnější. Jeho vliv se může projevit na dané technologii až do velké vzdálenosti. Ta je závislá na místních poměrech, tj. zda se jedná o zástavbu nebo ne.

**U technologického přepětí** – přepětí spínací – se jedná hlavně o spínací jevy vznikající na nelineárních zátěžích. Dále jsou to síťové poruchy ať už zemní spojení či zkrat.

Šíření všech těchto nežádoucích signálů se děje buď po drátě, tj. galvanická vazba, nebo kapacitní případně induktivní vazbou, a nebo vzduchem, což bývá nejčastější jev, který má vliv i na systémy, které nejsou napájeny z distribuční sítě, a pro svoji činnost používají autonomní zdroje elektrické energie např. baterie, PV články atd.

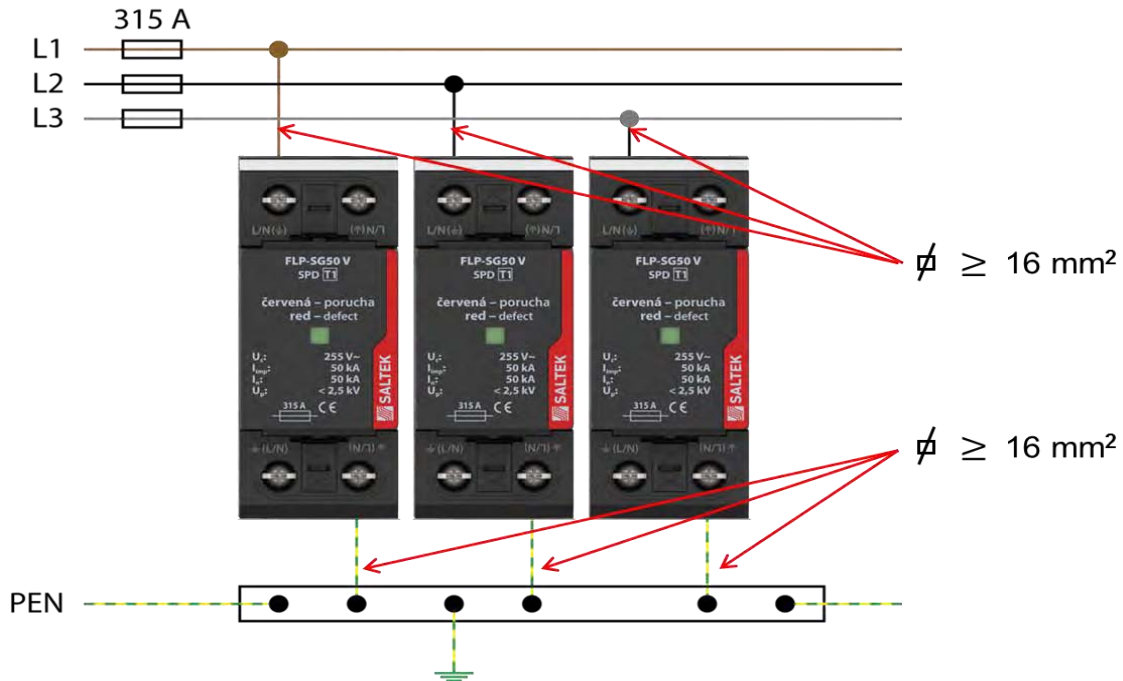
Výše uvedenou problematikou se zabývá celá řada norem včetně nařízení vlády.

Norma **STN EN 62305-4** udává minimální průřezy pro součásti pospojování.

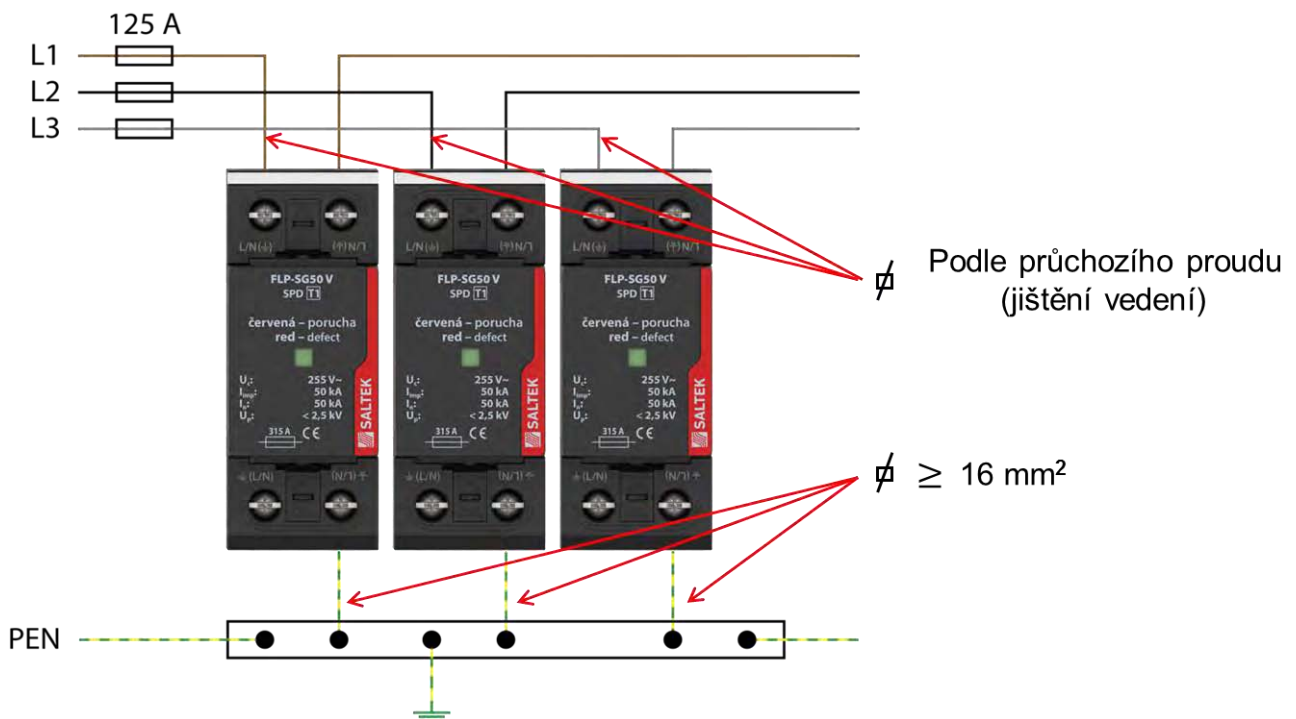
Součást pospojování		Materiál	průřez (mm <sup>2</sup> )
Hlavní zemnicí (ochranná) přípojnice (HOP) - přípojnice pospojování (měď nebo pozinkovaná ocel)		Cu, Fe	50
Propojení hlavní zemnicí (ochranné) přípojnice se zemnicem		Cu	16
		Fe	50
Propojení cizích neživých vodivých částí s hlavní zemnicí (ochrannou) přípojnicí		Cu	6
Připojovací vodiče svodičů (SPD) k přípojnici pospojování (Poznámka: ST je kategorizace SPD pro signálové a telekomunikační linky - používáno společností SALTEK)	SPD typ 1	Cu	16
	ST 1	Cu	5
	SPD typ 2	Cu	6
	ST 2	Cu	3
	SPD typ 3	Cu	1
	ST 3	Cu	1

## Norma ČSN (STN) 33 2000 5-534 ed.2 řeší průřezy přípojovacích vodičů pro jednotlivé typy ochran:

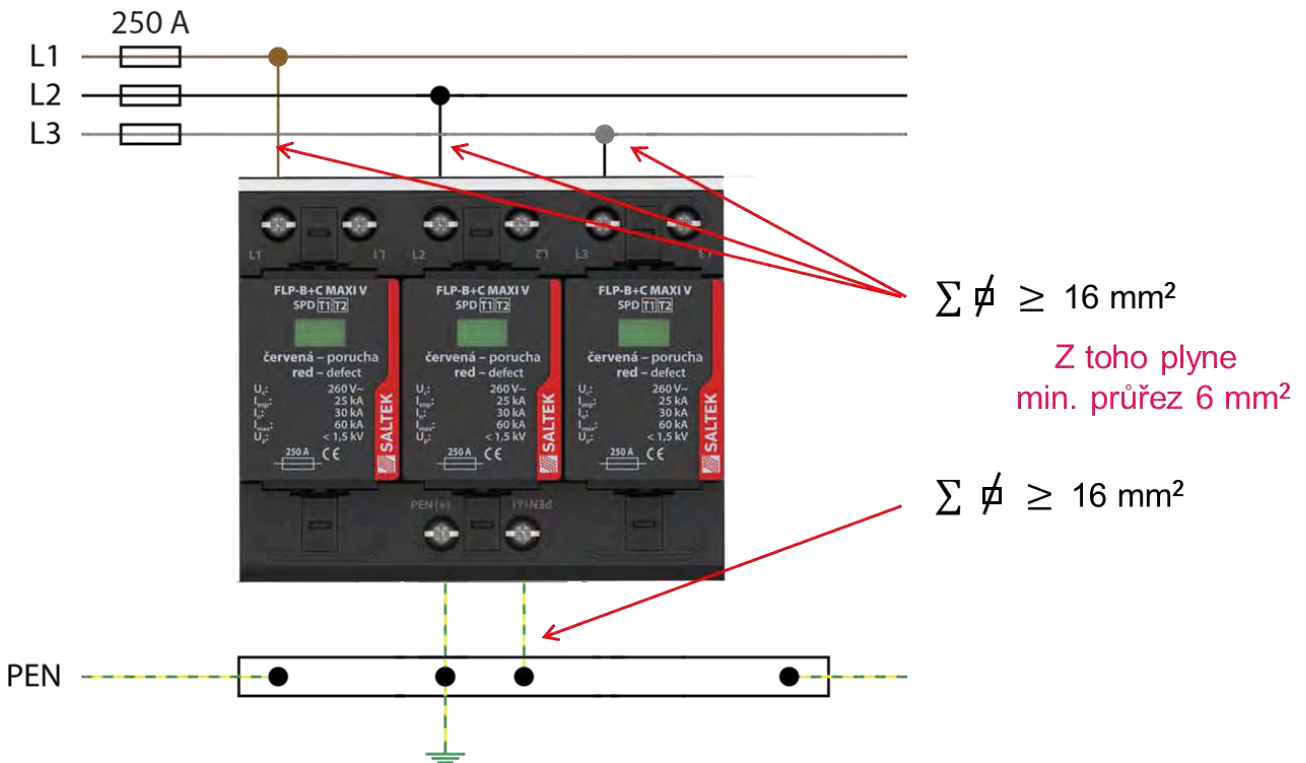
### SPD typ 1 paralelní zapojení (zapojení do „T“), jednopólové SPD



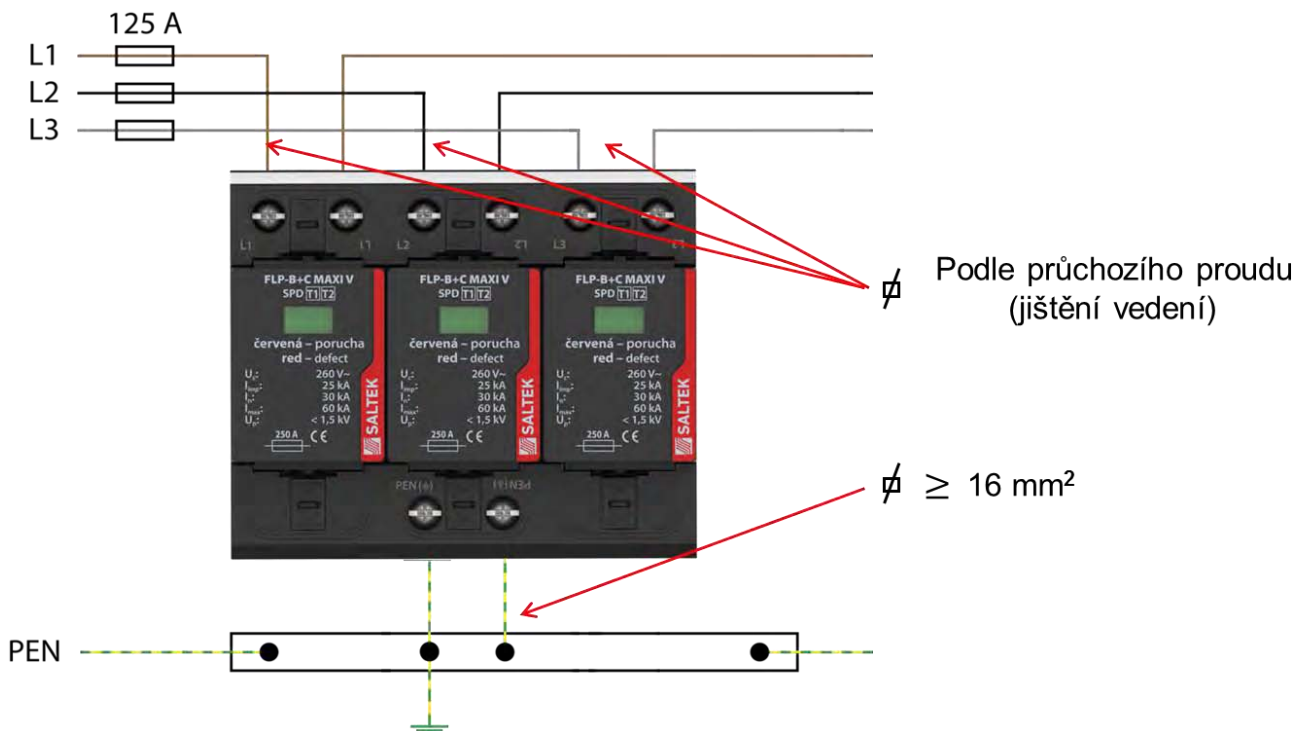
### SPD typ 1 sériové zapojení (zapojení do „V“), jednopólové SPD



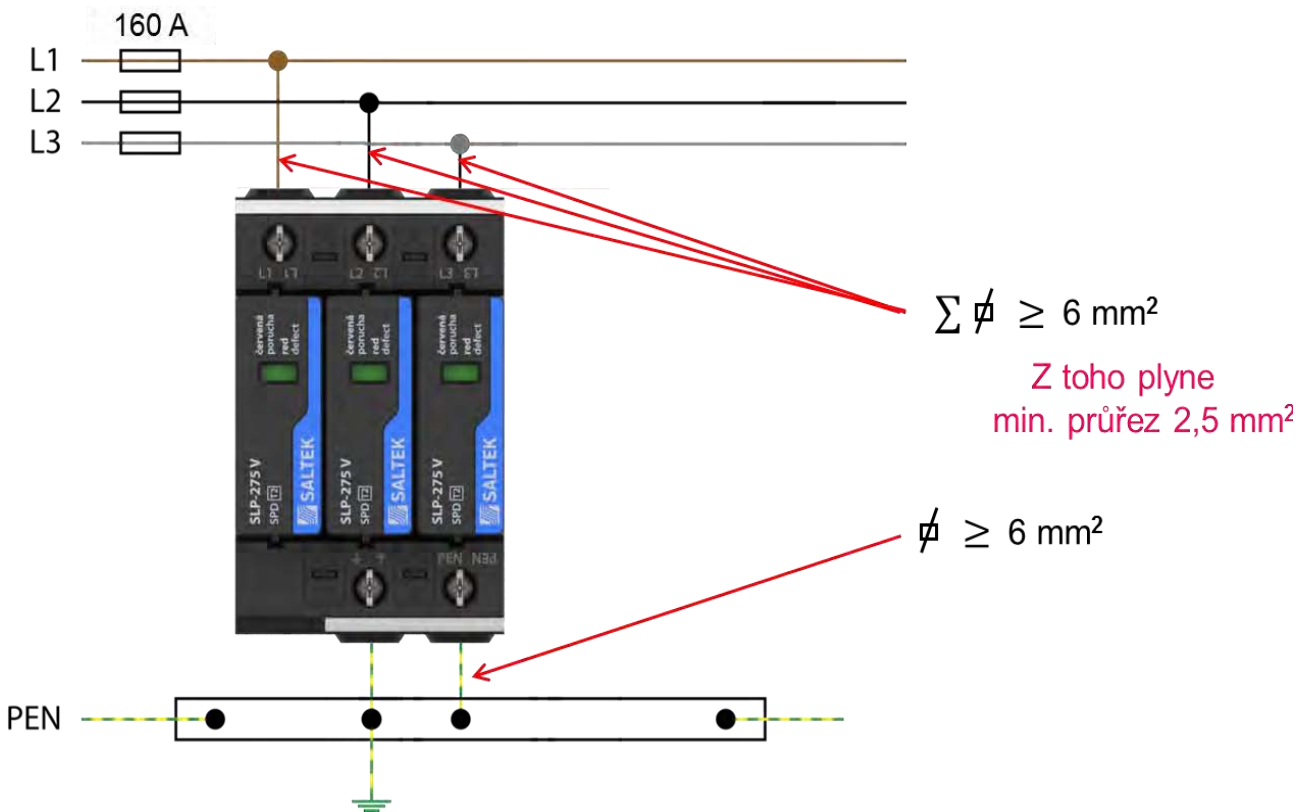
**SPD typ 1+2** paralelní zapojení (zapojení do „T“), **třípólové SPD**



**SPD typ 1+2** sériové zapojení (zapojení do „V“), **třípólové SPD**



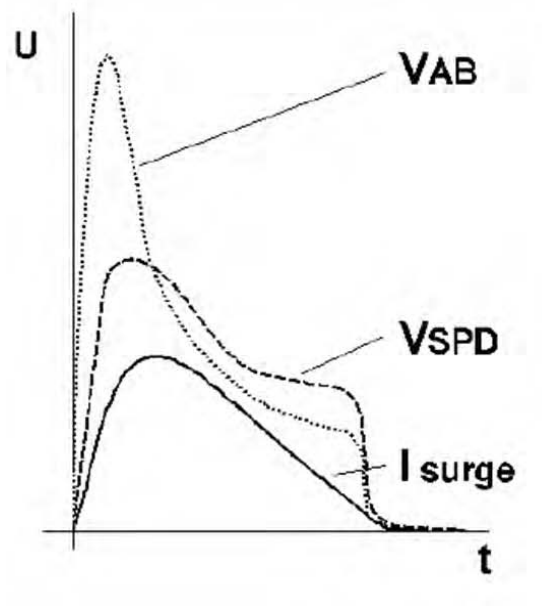
**SPD typ 2** paralelní zapojení (zapojení do „T“), **třípólové SPD**



**Norma ČSN CLC/TS 61643-12 vliv délky připojovacích vodičů**

**Optimální ochrana proti přepětí – podmínky**

- délka vodičů – co nejkratší -  $\Sigma l \leq 0,5 \text{ m}$
- žádné smyčky



**Indukčnost vodičů** – předpoklad 1  $\mu\text{H/m}$

**Pulz** – strmost 1  $\text{kA}/\mu\text{s}$

**Úbytek na vodiči** – cca 1  $\text{kV/m}$

**Pokud je strmost pulzu  $di/dt$  větší, potom i hodnota úbytku se zvýší**



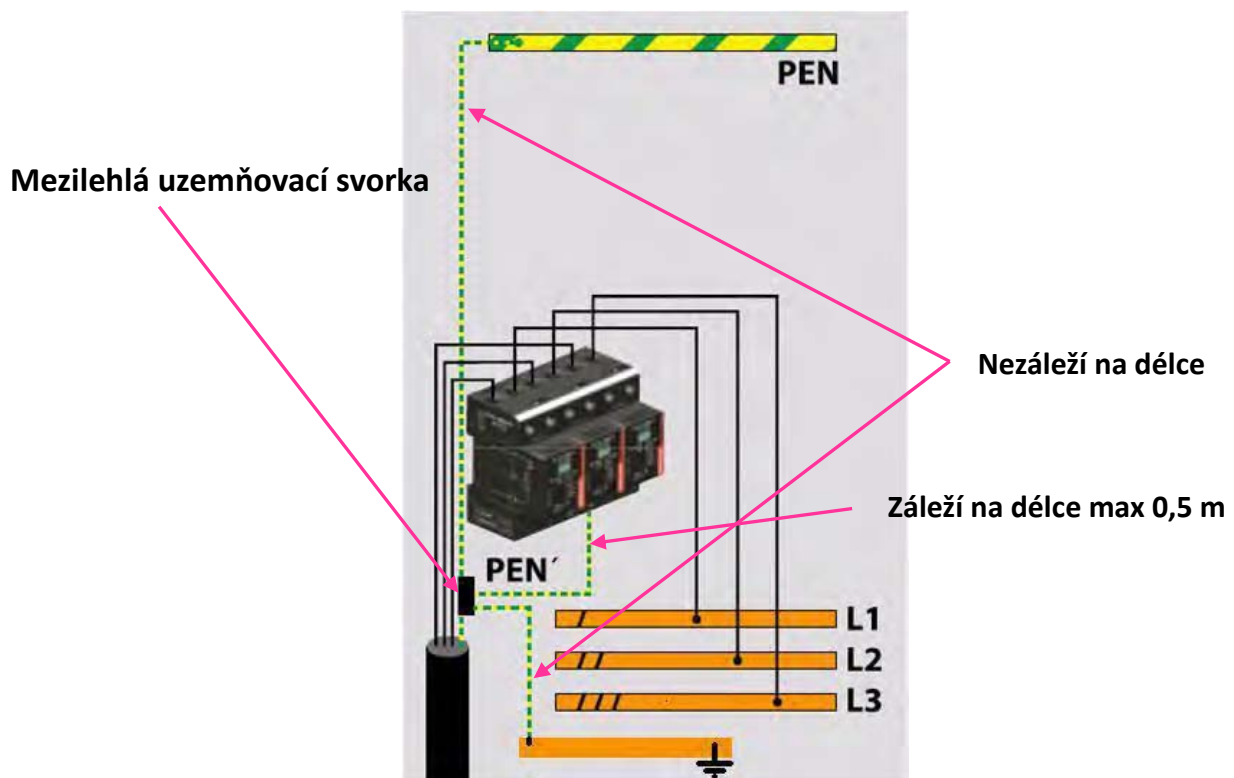
## Norma ČSN (STN) 33 2000-5-534 ed. 2 délka přívodních vodičů

- čl. 534.4.8 –veškeré vodiče a propojení k příslušnému vedení musí být co nejkratší a co nejrovnější a je nutné se vyhnout jakýmkoliv kabelovým smyčkám
- Musí se zvážit a zajistit omezení celkové délky vodičů mezi připojovacími body SPD na hodnotu, která je menší než **0,5m**
- Jestliže celková délka překračuje 0,5m potom je nutné provést jedno z následujících opatření:
  - 1) zvolit SPD s nižší  $U_p$  tak aby byly splněny podmínky ochrany
  - 2) instalace další koordinované ochrany tak, aby se přizpůsobila hodnota  $U_p$  jmenovitému impulznímu napětí  $U_w$  zařízení
  - 3) přidání mezilehlé uzemňovací svorky

### Praktické řešení

#### Zapojení do „V“

#### Bod 3 – přidání mezilehlé uzemňovací svorky



## Norma ČSN CLC/TS 61643-12 vliv odrazů na ochrannou vzdálenost

- **Ochrana specifického zařízení** – SPD je třeba instalovat co nejbližší
- Je-li vzdálenost **SPD – SPD** nebo **SPD – zařízení** - příliš velká, vznikají odrazy, které mohou technologii nebo izolaci na vedení zničit.
- Napětí  $U_P$  může být až **dvojnásobné**. Toto zdvojnásobení nastane pokud zařízení je vnitřně odpojeno nebo má vysokou vstupní impedanci (impedanční nepřizpůsobení).
- Na odrazy není třeba brát zřetel pokud vzdálenost je menší jak **10 m**.
- Z toho plyne, že po cca 10m nebo na nejbližším vhodném místě je třeba umístit SPD.
- Ochranná vzdálenost SPD je vždy snížena v důsledku napětí indukované bleskovým proudem ve smyčce stávajícího obvodu - z toho plyne – vzdálenost SPD – technologie nesmí být větší jak **5m**.

## Cenelec technická specifikace CLC/TS 50539-12 dimenzování

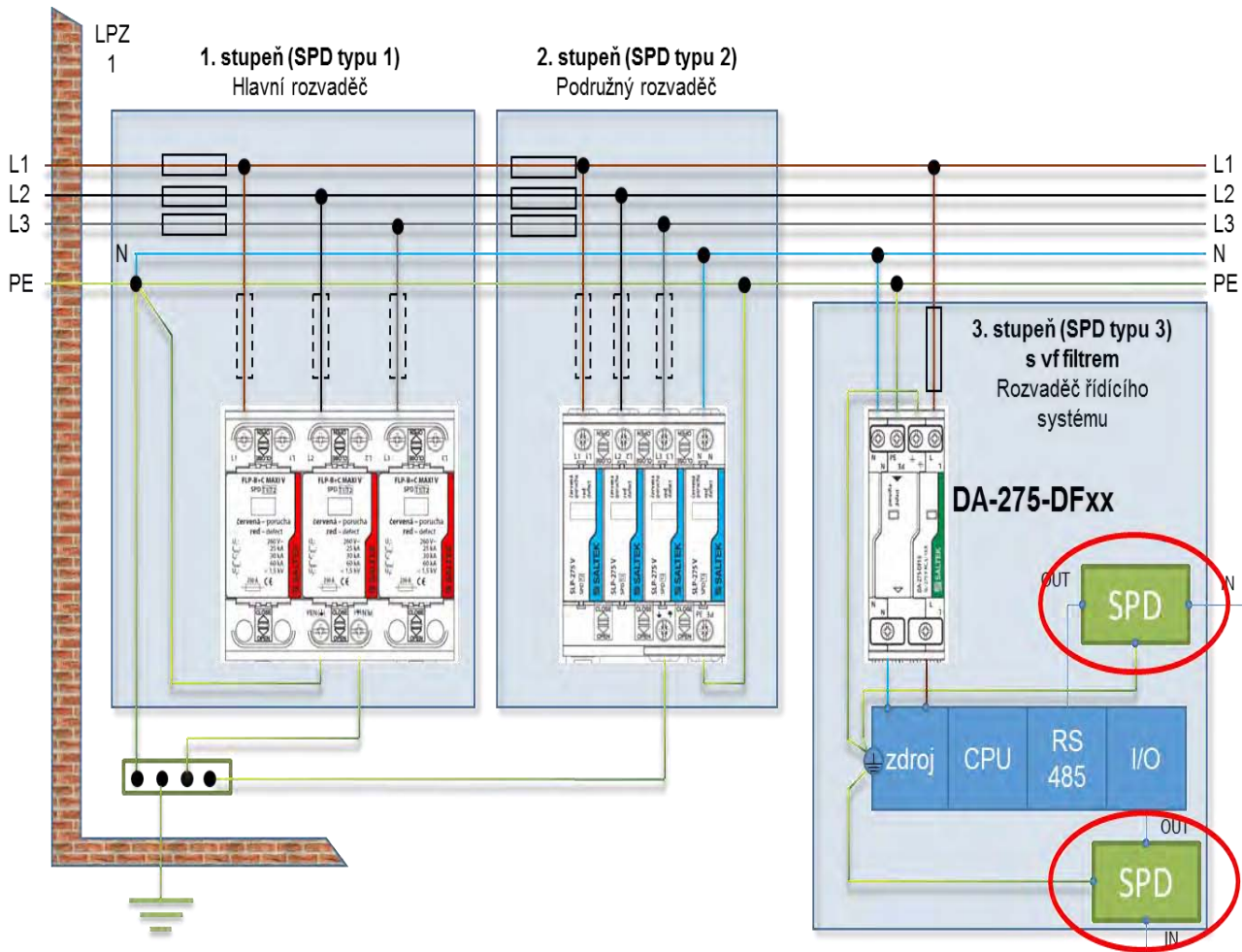
### SPD typ 1 (1+2)

Pokud není LPL známa, předpokládá se nejhorší případ			Sítě nízkého napětí										
LPL	Maximální proud příslušný k LPL	Počet vodičů (n)	TT			TN-C	TN-S			IT bez nulového vodiče	IT s nulovým vodičem		
			Režim připojení				Režim připojení			Režim připojení			
			CT1		CT2		CT1		CT2	CT1		CT2	
			L-PE N-PE	L-N	N-PE	L-PEN	L-PE N-PE	L-N	N-PE	L-PE	L-N	N-PE	
1 nebo neznámá	200 kA		$I_{imp}$ (kA)										
		5	N/A	N/A	N/A	N/A	20,0	20,0	80,0	N/A	N/A	N/A	
		4	25,0	25,0	100,0	25,0	N/A	N/A	N/A	N/A	25,0	100,0	
		3	N/A	N/A	N/A	N/A	33,3	33,3	66,7	33,3	N/A	N/A	
		2	50,0	50,0	100,0	50,0	N/A	N/A	N/A	N/A	50,0	100,0	
2	150 kA		$I_{imp}$ (kA)										
		5	N/A	N/A	N/A	N/A	15,0	15,0	60,0	N/A	N/A	N/A	
		4	18,8	18,8	75,0	18,8	N/A	N/A	N/A	N/A	18,8	75,0	
		3	N/A	N/A	N/A	N/A	25,0	25,0	50,0	25,0	N/A	N/A	
		2	37,5	37,5	75,0	37,5	N/A	N/A	N/A	N/A	37,5	75,0	
3 nebo 4	100 kA		$I_{imp}$ (kA)										
		5	N/A	N/A	N/A	N/A	10,0	10,0	40,0	N/A	N/A	N/A	
		4	12,5	12,5	50,0	12,5	N/A	N/A	N/A	N/A	12,5	50,0	
		3	N/A	N/A	N/A	N/A	16,7	16,7	33,3	16,7	N/A	N/A	
		2	25,0	25,0	50,0	25,0	N/A	N/A	N/A	N/A	25,0	50,0	

POZNÁMKA: CT1- zapojení X+0; CT2-zapojení X+1



## Ochrana řídicích systémů ze strany dat:

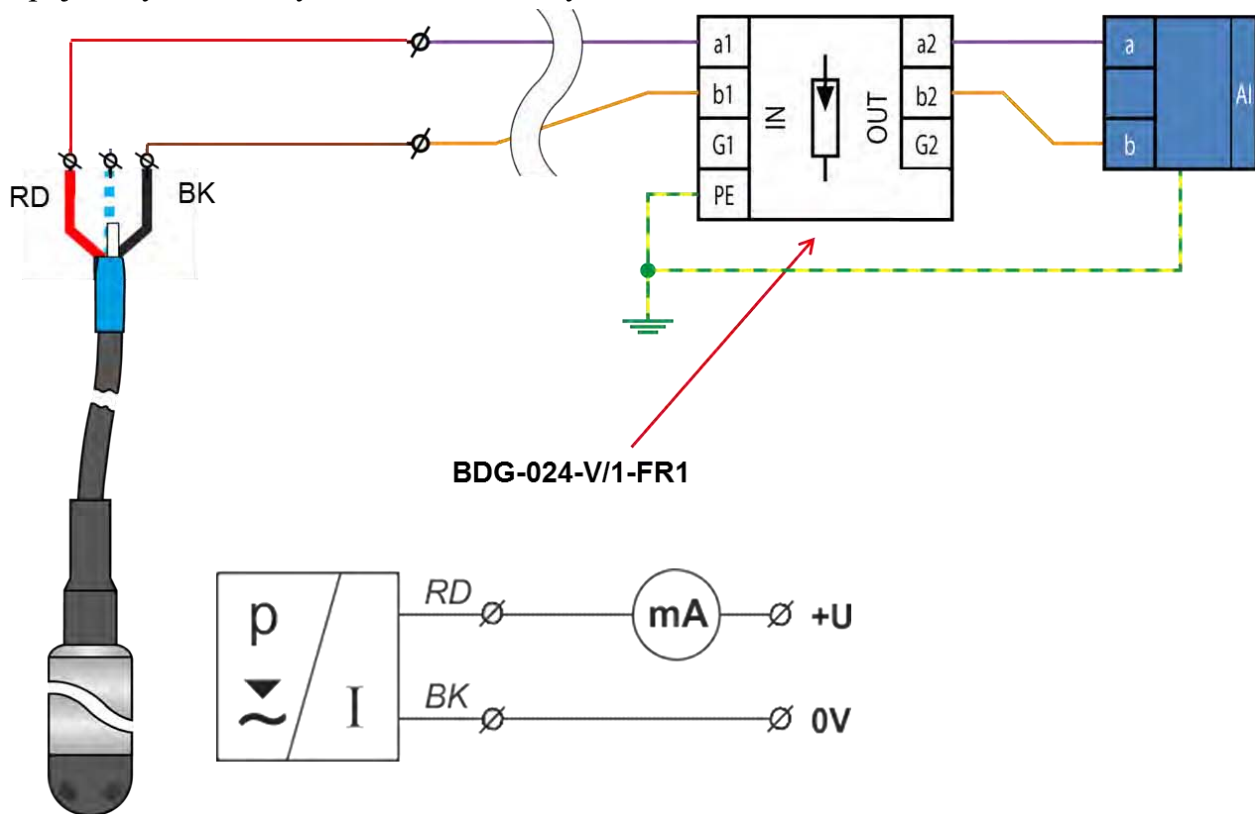


## Slaboproudé ochrany pro různé typy komunikačních linek včetně příkladů použití:

- **pro MaR** - ochrany řady DM, BD, BDM, BDG ve vyjímatelném provedení, jako řadová svorka nebo do rozpojovacích LSA lišt
- **pro EZS, EPS, PZTS** - ochrany řady DM, BD, BDM, BDG ve vyjímatelném provedení
- **pro ETHERNET** - ochrany řady DL
- **pro kamerové systémy** - ochrany řady VL a DL

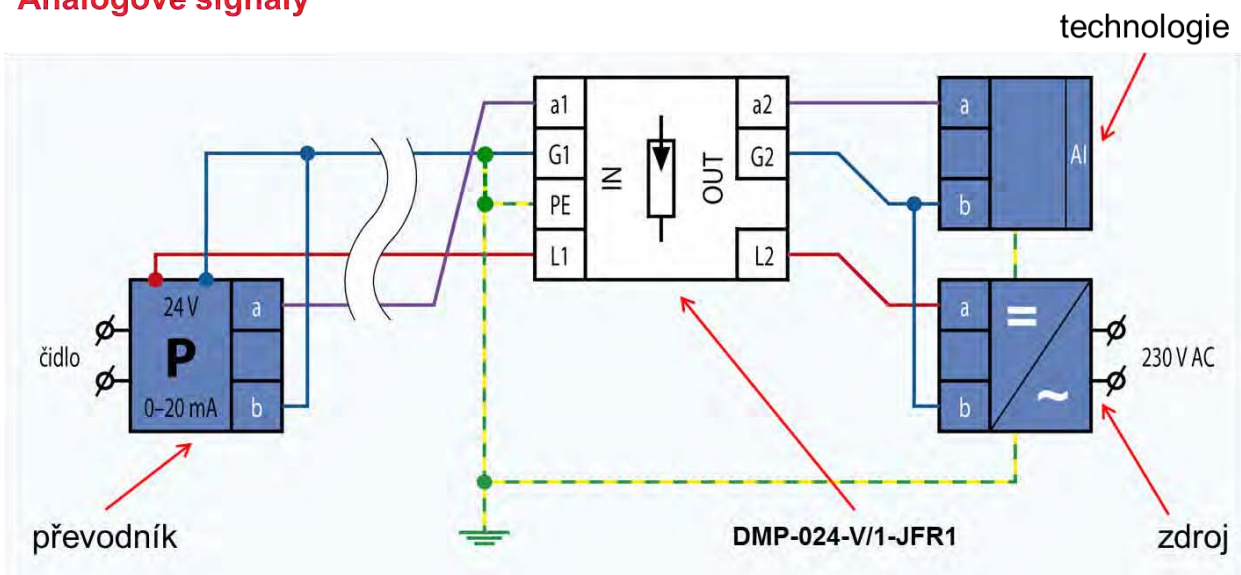
## Příklady pro MaR:

Zapojení hydrostatických snímačů hladiny

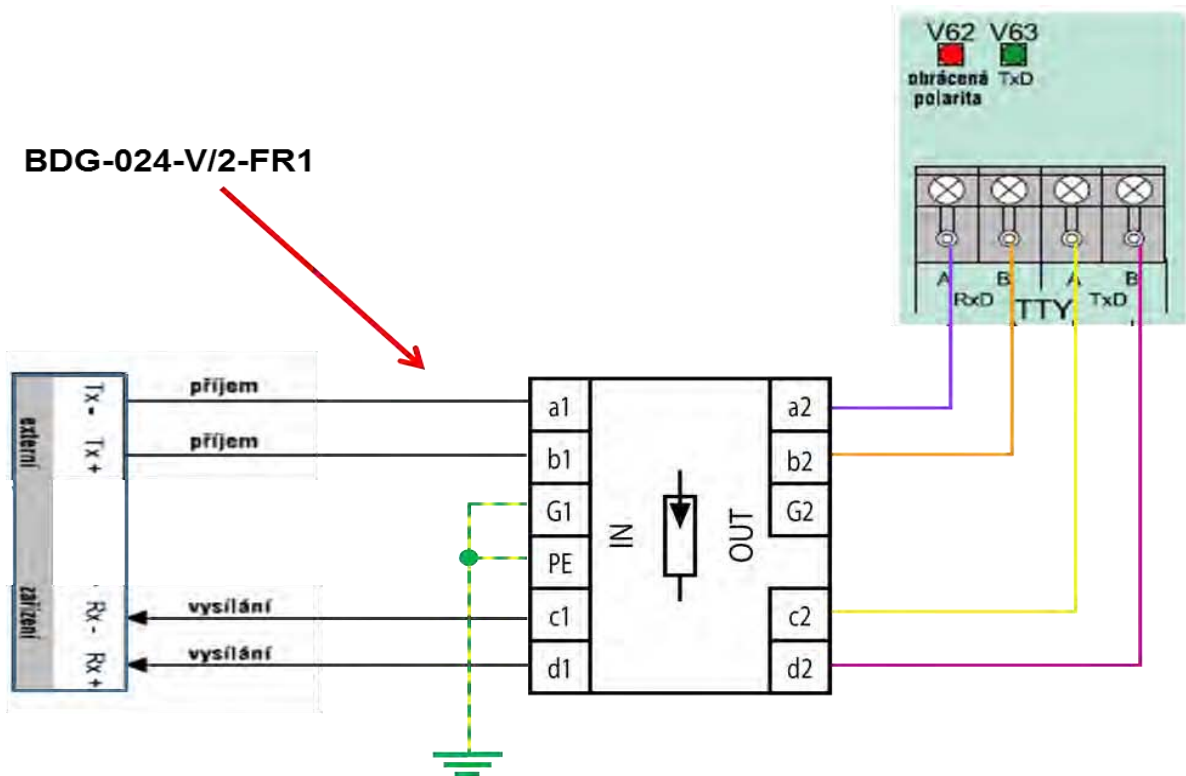


Proudová smyčka 0-20 mA (4-20 mA)

### Analogové signály

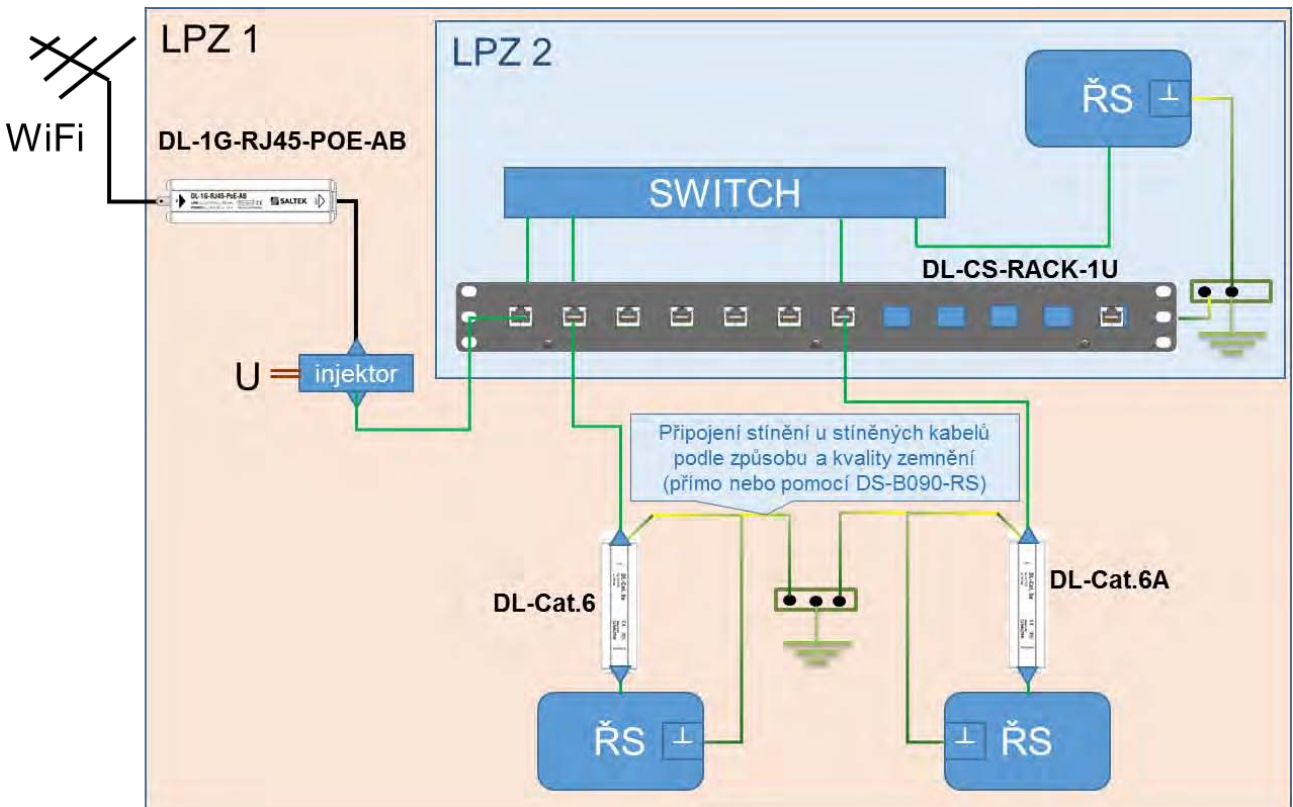


ESSER – ochrana komunikací – rozhraní TTY



**Příklady pro ETHERNET**

Řešení ochrany v síti Ethernet

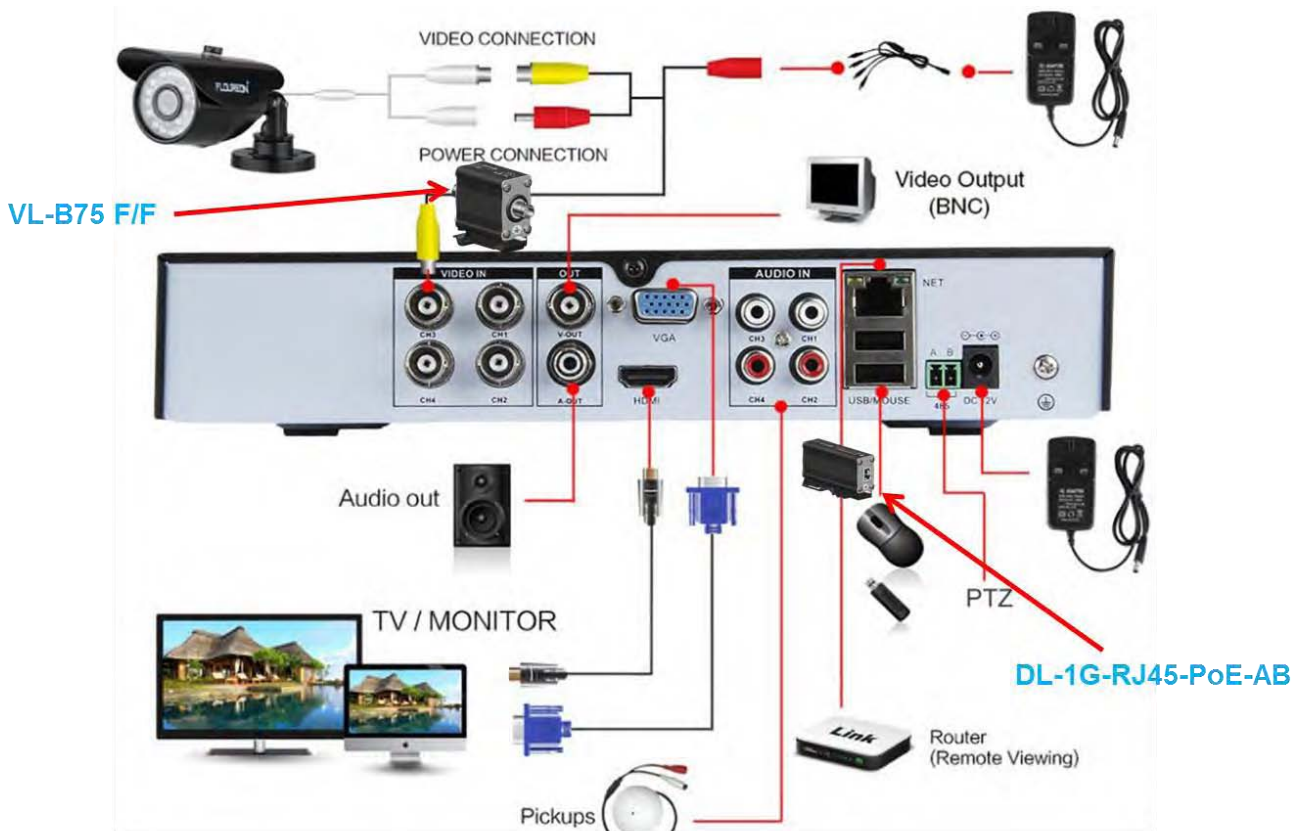


Rychlá volba

Ethernet kabeláž = pouze data bez PoE	DL-Cat.6A
Ethernet kabeláž s PoE = data, libovolné PoE	DL-10G-RJ45-PoE-AB
Obecná strukturovaná kabeláž = data, IP telefony s vyzváněním, napájení a signály do úrovně 58 V <sub>řř</sub>	DL-10G-RJ45-60V

Příklady pro kamerové systémy

Analogový systém



## Příklad ochrany v IP technologii

