



Prúdové chrániče, revízie a časté chyby v elektroinštaláciách

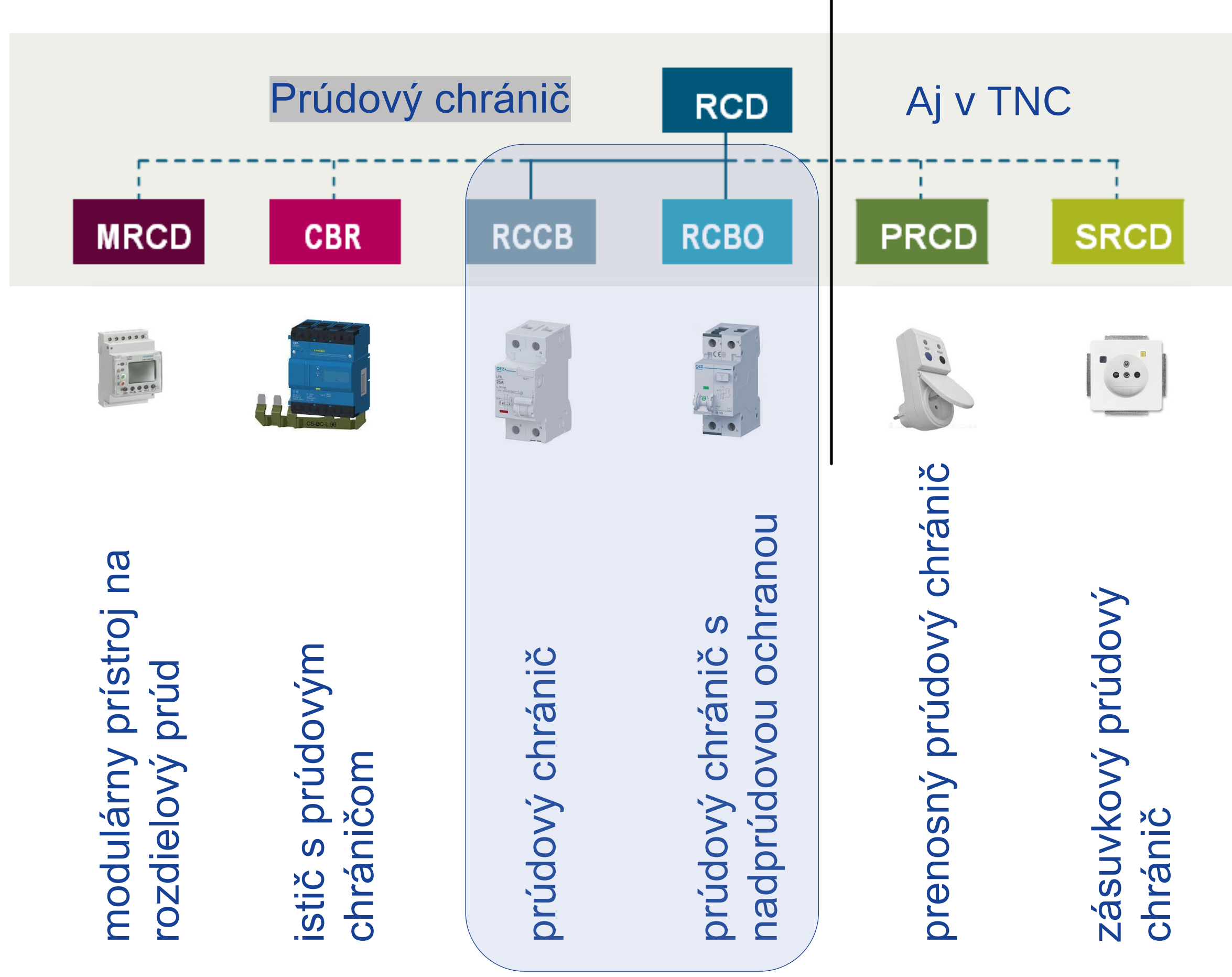
Obsah

- Prúdové chrániče
- Revízie inštalácií s prúdovými chráničmi
- Chyby z praxe

Definícia a funkcia

- Prúdový chránič (**RCD** – residual current device) je mechanický spínací prístroj na zapínanie, vedenie a vypínanie prúdu pri normálnej prevádzke a na rozpájanie kontaktov ak rozdielový prúd presiahne stanovenú hodnotu. (530.3.19 STN 33 2000-5-53)
- Použitie ako:
 - **prostriedok na doplnkovú ochranu** (415.1)
 - **Základná ochrana** (izolácia alebo zábrany alebo kryty) $I_{\Delta n} \leq 30 \text{ mA}$
 - **Ochrana pri poruche** (samočinné odpojenie napájania) $I_{\Delta n} \leq 30 \text{ mA}$
(nemôže byť použitý ako jediný prvok a nenahrádza ostatné ochranné opatrenia 411-414)
 - **prostriedok na ochranu pri poruche** (415.1)
 - **Samočinné odpojenie napájania** (ak istiaci prvok nezaistí vypnutie v stanovenom čase – vysoká Z_s)
 $I_{\Delta n}$ podľa potreby
 - **prostriedok na ochranu proti požiaru**
 - **Prúdový chránič** $I_{\Delta n} \leq 300 \text{ mA}$
- Musí zaistiť odpojenie všetkých pracovných vodičov (aj N) (531.3.1)

Rozdelenie



Princíp fungovania prúdového chrániča typu B, B+

A – spúšť

M – mechanické tlačidlo

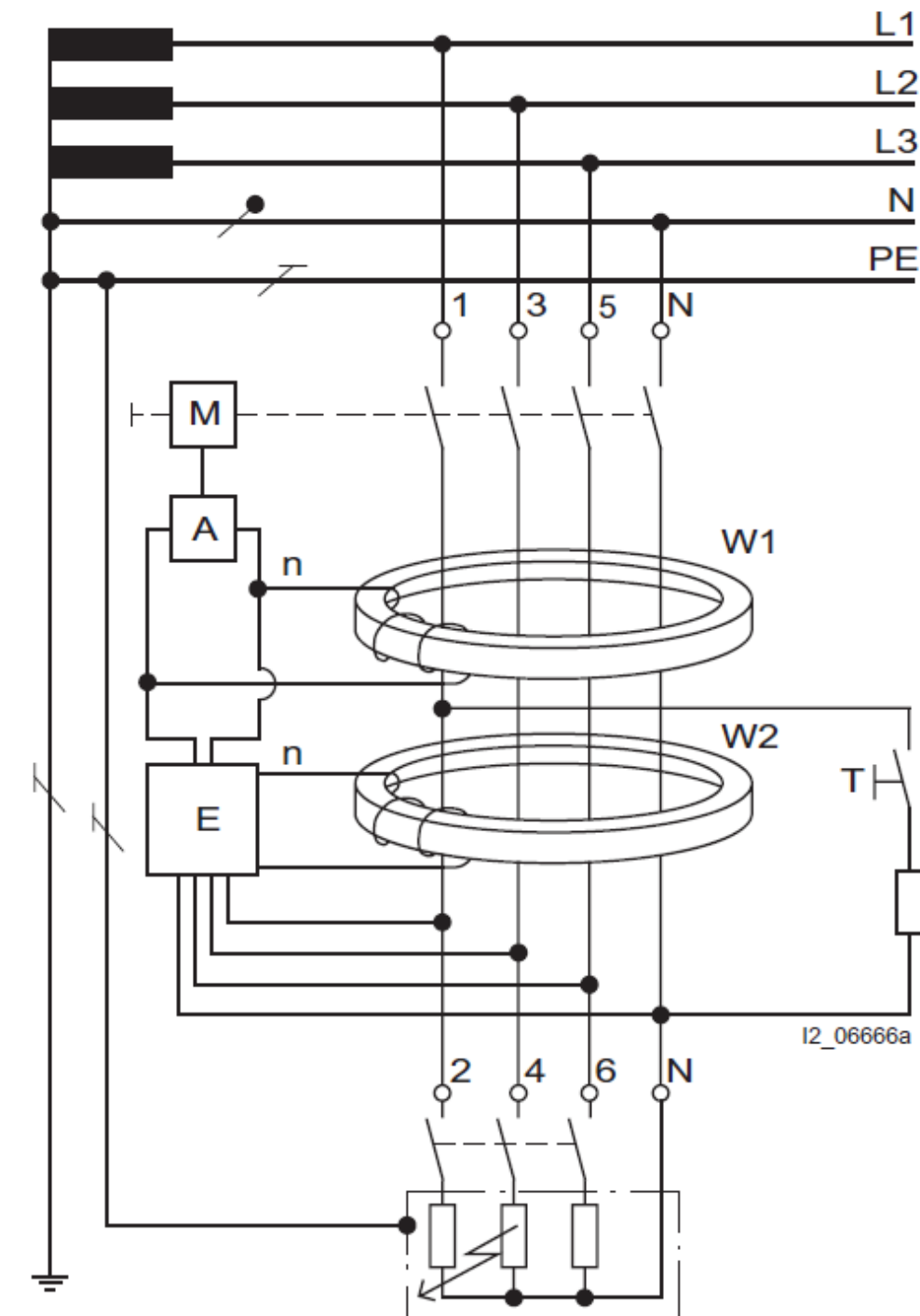
E – elektronika pre vypnutie pri hladkých jednosmerných rozdielových prúdoch

T – skúšobné tlačidlo

n – sekundárne vinutie

W1 – súčtový prúdový transformátor pre zachytenie rozdielových prúdov so sínusovým priebehom

W2 – súčtový prúdový transformátor pre zachytenie hladkých DC rozdielových prúdov

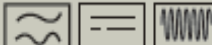


Typy prúdových chráničov – podľa citlivosti na druh prúdu

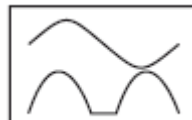
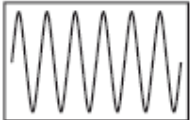
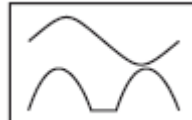
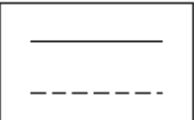
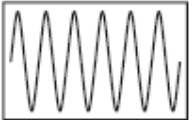
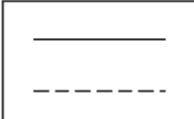
- **typ AC** reaguje iba na striedavú zložku **sínusového** rozdielového prúdu, pulzujúca jednosmerná zložka môže mať za následok zníženie citlivosti (vo viacerých krajinách Európy je zakázaný)
- **typ A** reaguje na striedavé sínusové a pulzujúce jednosmerné rozdielové prúdy
DC $I_{\Delta \max} = 6 \text{ mA}$
- **typ F** – jedná sa o špeciálne vyhotovenie typu A. Je vhodný na detekciu rozdielových prúdov s frekvenciou až do 1 kHz. Má krátkodobé oneskorenie vypnutia (použité frekvenčných meničov – práčky, čerpadlá, ...)
DC $I_{\Delta \max} = 10 \text{ mA}$
- **typ B (B+)** reaguje okrem striedavých a pulzujúcich jednosmerných prúdov aj na hladké **jednosmerné rozdielové prúdy**. Prúdové chrániče tohto druhu sú vhodné pre použitie v trojfázových striedavých systémoch 50/60 Hz, **nie však v jednosmerných systémoch alebo kde sa frekvencia mení**, ako napr. na výstupnej strane frekvenčného meniča. Hodnoty vypnutia sú definované do 2 kHz (20 kHz).

Typy prúdových chráničov – podľa citlivosti na druh prúdu

Prúdové chrániče sa líšia schopnosťou detekcie rôznych foriem rozdielových prúdov (531.3.3)

Různé typy proudových chráničů podle funkce						
Typ proudu	Typ AC 	Typ A 	Typ F 	Typ B 	Typ B+ 	Vybavovací proud
	■	■	■	■	■	$0.5 - 1.0 I_{\Delta n}$
		■	■	■	■	$0.35 - 1.4 I_{\Delta n}$
		■	■	■	■	Úhel 135° $0.11 - 1.4 I_{\Delta n}$
		■	■	■	■	max. $1.4 I_{\Delta n}$ + 6 mA (Typ A) + 10 mA (Typ F) + $0.4 I_{\Delta n}$ (Typ B/B+)
			■	■	■	$0.5 - 1.4 I_{\Delta n}$
				■	■	$0.5 - 2.0 I_{\Delta n}$

• Označovanie prúdových chráničov

- typ AC 
- typ A 
- typ F  
- typ B   
- typ B+   

Typy prúdových chráničov podľa časovej závislosti

- ☐ • bez oneskorenia, chránič pre všeobecné použitie
- ☐ **G** • vyhotovenie **G** s dobou nepôsobenia min. 10 ms,
chránič so zvýšenou odolnosťou proti nežiadúcim vypnutiam,
(rázová odolnosť chráničov Minia typu **S** proti rázovému prúdu (vlna 8/20 μ s) je 3 kA)
- ☐ **K** • vyhotovenie **K** (VDE) podobné ako **G** (ÖVE E 8601)
- ☐ **S** • vyhotovenie **S** selektívne, s dobou nepôsobenia nim. 40 ms,
(rázová odolnosť chráničov Minia typu **S** proti rázovému prúdu (vlna 8/20 μ s) je 5 kA)

U selektívneho chrániča nie je zaručené vypnutie do 0,4 s!

Nemôže byť použitý ako doplnková ochrana prúdovým chráničom podľa 415.1

Voľba a inštalácia prúdových chráničov

- Typ prúdového chrániča sa volí vzhľadom na vlastnosti zariadení v inštalácii a prúdy v ochrannom vodiči.
- Obvody musia byť rozdelené tak: (STN 33 2000-1, 314.1)
 - aby sa vyhlo nebezpečenstvu a minimalizovali sa následky poruchy
 - aby sa bralo do úvahy nebezpečenstvo, ktoré môže vzniknúť pri poruche
 - aby sa znížila možnosť nežiadúceho vypínania RCD z dôvodu nadmerných prúdov v ochrannom vodiči, ktoré nie sú zapríčinené poruchou (každý spotrebič max. 3,5 mA)
- Povinné prúdové chrániče na: (STN 33 2000-4-41, 411)
 - Zásuvky do 32 A pre laikov na všeobecné použitie (411.3.3)
 - Mobilné zariadenia do 32 A na vonkajšie použitie (411.3.3)
 - Svetelné obvody v objektoch na bývanie (411.3.4)
- V prípade jednosmerného prúdu v ochrannom vodiči > 6 mA sa musia zvoliť vhodné ochranné prístroje, napríklad prúdové chrániče (RCD) typu **B** (elektrické zariadenia do 4 kVA s vidlicovým pripojením musia byť skonštruované tak, aby jednosmerná zložka prúdu ochranného vodiča bola najviac 6 mA (7.6.3.4 STN EN 61140))

Voľba a inštalácia prúdových chráničov

- Chrániče sa musia zvoliť a inštalovať tak, aby sa obmedzilo riziko nežiadúceho vypínania (531.3.2)
 - Rozčlenenie do skupín s individuálnymi RCD (súčet prúdov ochranným vodičom nesmie byť väčší ako $0,3 I_{\Delta n}$ (RCD môžu vypnúť od $0,5 I_{\Delta n}$)
 - RCD s časovým oneskorením sa povoľuje ak sú splnené požiadavky z STN 33 2000-4-41
 - V prípade prechodných javov sa môže vyskytnúť vypnutie RCD ako dôsledok nabitia premostovacích kondenzátorov alebo iných elektromagnetických rušení.
- V striedavých inštaláciách musia byť použité iba RCD vyhovujúce:
 - EN 61008-1 a EN 61008-2-1 pre RCCB alebo
 - EN 61009-1 a EN 61009-2-1 pre RCBO alebo
 - EN 62423 pre RCCB a RCBO
 - Ak sú prístupné iba poučeným alebo znalým osobám, tak aj EN 60947-2 pre CRB a MRCD
- Inštalovanie SPD typu 1 sa na vývodovej strane RCD neodporúča. (534.4.7)
- Ak majú RCD na vývodovej strane SPD, musia byť odolné voči rázovým prúdom aspoň 3 kA (vlna 8/20)
- Pri zapájaní prúdových chráničov za sebou sa musí dodržať selektivita $3x I_{\Delta n}$ medzi jednotlivými stupňami – priemyselné chrániče (MRCD, CRB) majú možnosť nastavenia veľkosti rozdielových prúdov a časového oneskorenia.
- Chrániče musia byť istené proti preťaženiu aj proti skratu.

Zapojenie prúdových chráničov - elektromobilita

- Platí súbor STN EN IEC 61851 a ostatné pridružené normy.
- Na bezpečné odpojenie, spínanie a ovládanie platí STN 33 2000-5-53.
- Každý napájací bod so striedavým napätím sa musí chrániť samostatným istením a prúdovým chráničom 30 mA, aspoň typu A. Ak je na nabíjacej stanici zásuvka alebo konektor spĺňajúci požiadavky IEC 62196 musia sa prijať dodatočné ochranné opatrenia:
 - RCD typu B alebo
 - RCD typu A spolu s prístrojom na detegovanie rozdielového jednosmerného prúdu podľa IEC 62955 alebo
 - RCD typu F spolu s prístrojom na detegovanie rozdielového jednosmerného prúdu podľa IEC 62955
- Musí sa zachovať selektivita medzi prúdovými chráničmi v napájacom bode a vyššie v obvode.

Zapojenie prúdových chráničov - elektromobilita

- Každý napájací bod musí mať samostatný prúdový chránič
- 30 mA, typ aspoň A

Ak je na napájacom zariadení zásuvka,

- musí byť chránič typu B
- alebo typu A so zaistením max. 6 mA jednosmerného prúdu
- Chrániče môžu byť v inštalácii alebo v nabíjacom zariadení, alebo na oboch miestach.
- Použité chrániče musia byť napäťovo nezávislé. (čl. 531.3.4 v STN 33 2000-5-53)



Odborné prehliadky a odborné skúšky (revízie)

- Pred uvedením zariadenia do prevádzky sa musí vykonať odborná prehliadka a odborná skúška.
- Pri OPaOS sa kontroluje a overuje stav bezpečnosti elektrickej inštalácie.
- Legislatívny rámec OPaOS: §9 ods. a) zákona č. 124/2006 Z. z.

Postup revízie

- Kontrola dokumentácie
- Prehliadka
- Meranie a skúšanie
- Vyhodnotenie a spracovanie výsledkov

Všetky skúšky a merania sa musia vykonať v súlade s STN 33 2000-6

- Použitie riešenia podľa normy STN sa považuje v zmysle §38, ods. 1 a 3 zákona č. 124/2006 Z. z. za splnenie požiadaviek na zaistenia BOZP, tieto povinnosti možno splniť aj iným preukázateľne primeraným spôsobom.
- Východisková revízia musí obsahovať porovnanie výsledkov a konštatovanie, že boli splnené požiadavky IEC 60364 (STN 33 2000).

Odborné prehliadky a odborné skúšky (revízie)

Kontrola dokumentácie

- Povinnosť vypracovať projekt (nová inštalácia): **§4 zákona 124/2006 Z. z.**
- Povinnosť mať dokumentáciu skutočného vyhotovenia: **§13 zákona 124/2006 Z. z.**
- Povinnosť dodať konštrukčnú dokumentáciu k elektroinštalácii: **§5 a §6 vyhl. 508/2009 Z. z.**
- Obsah KD je špecifikovaný v: **prílohách 2 a 3 vyhl. 508/2009 Z. z.**
- **Protokol u určení vonkajších vplyvov** podľa STN 33 2000-5-51, STN EN IEC 60079-10-1
- **Dokumentácia od rozvádzačov**
 - STN EN IEC 61439-1 (35 7107): 2023 *Nízkonapäťové rozvádzače. Časť 1: Všeobecné pravidlá*
 - STN EN IEC 61439-2 (35 7107): 2022 *Nízkonapäťové rozvádzače. Časť 2: Výkonové (priemyselné) rozvádzače*
 - STN EN 61439-3 (35 7107): 2012 *Nízkonapäťové rozvádzače. Časť 3: Rozvodnice určené na obsluhu laikmi (DBO)*
- **Každý rozvádzač je výrobok**
- **Zákon č. 56/2018 Z. z.** o posudzovaní zhody výrobku, sprístupňovaní určeného výrobku na trhu
- **Nariadenie vlády č. 148/2016 Z. z.** o sprístupňovaní elektrického zariadenia určeného na používanie v rámci určitých limitov napätia na trhu
 - v §6 určuje povinnosti výrobcu,
 - v § 12 postup EU vyhlásenia o zhode a v prílohe 4 jeho obsah.
 - Obsah technickej dokumentácie k elektrickému zariadeniu je špecifikovaný v prílohe 3

Odborné prehliadky a odborné skúšky (revízie)

- **Prehliadka**

- Pred samotnými skúšaním je nutná prehliadka zariadenia podľa postupov v STN 33 2000-6 (6.4.2).
- Musí sa potvrdiť, že elektrické zariadenia sú správne vybrané, nainštalované a nie sú poškodené.
- Musí obsahovať aspoň kontrolu náležitostí podľa 6.4.2.3 STN 33 2000-6 a všetky požiadavky platné na osobitné priestory
- Prehliadka je závislá od dokumentácie

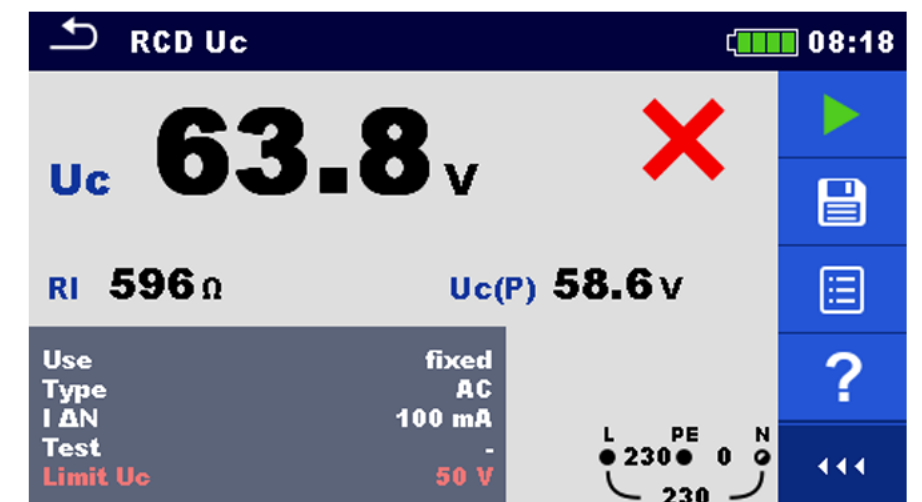
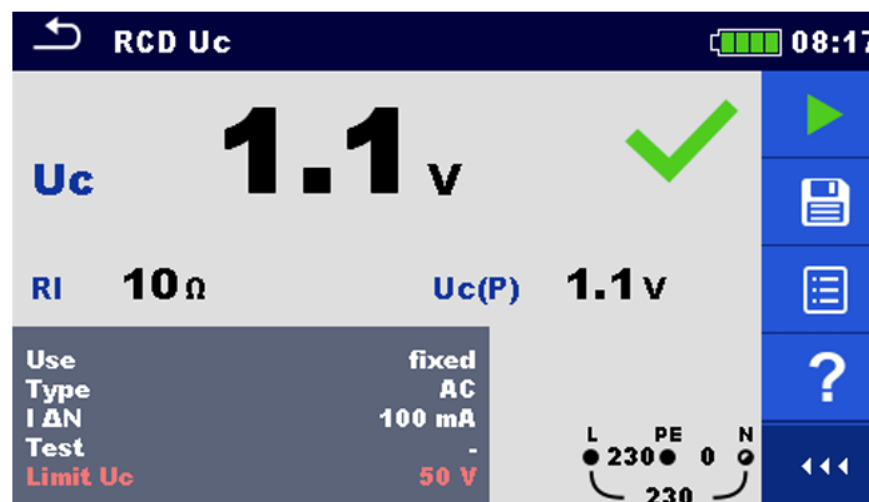
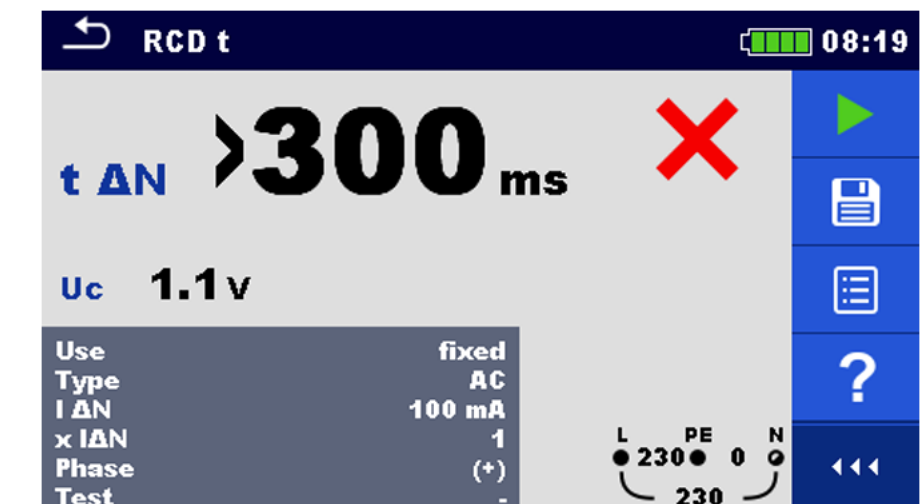
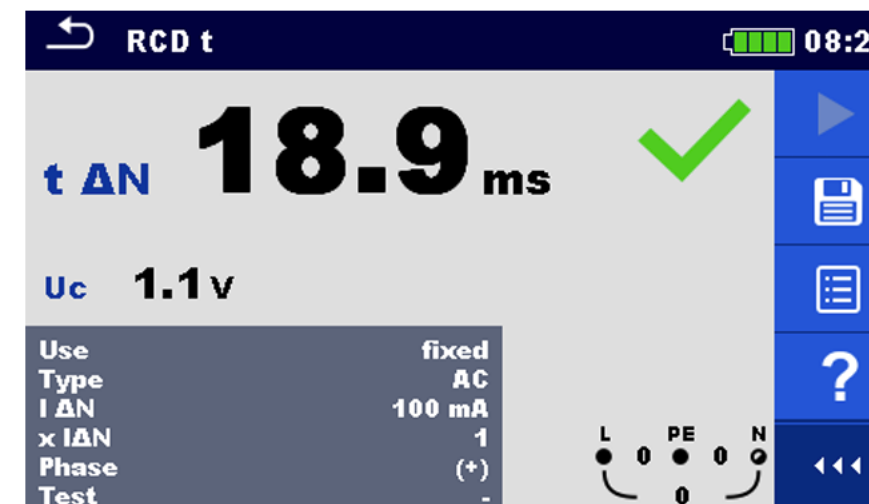
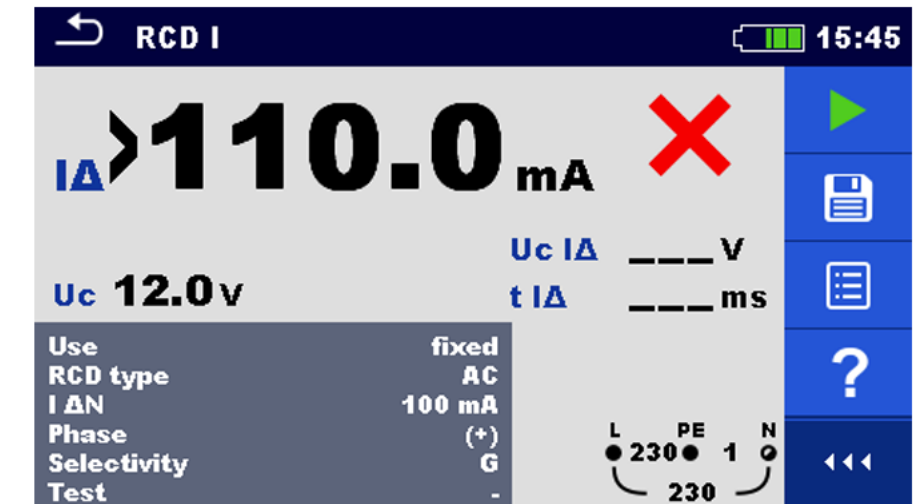
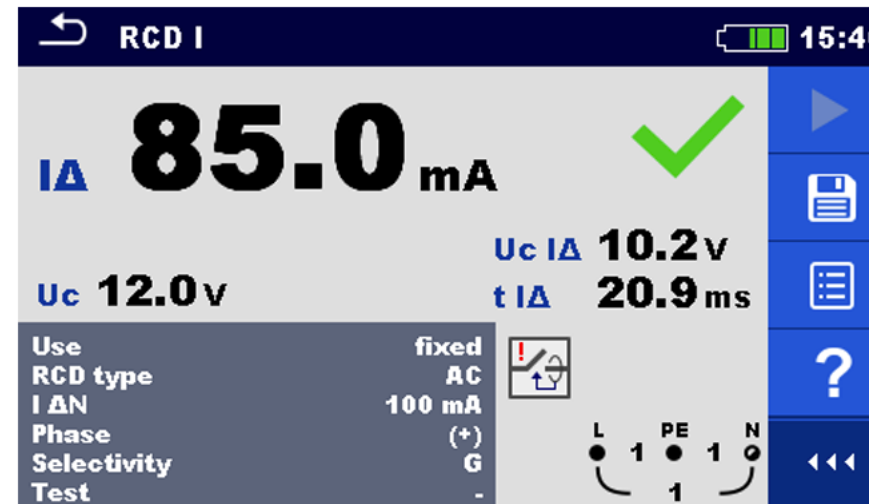
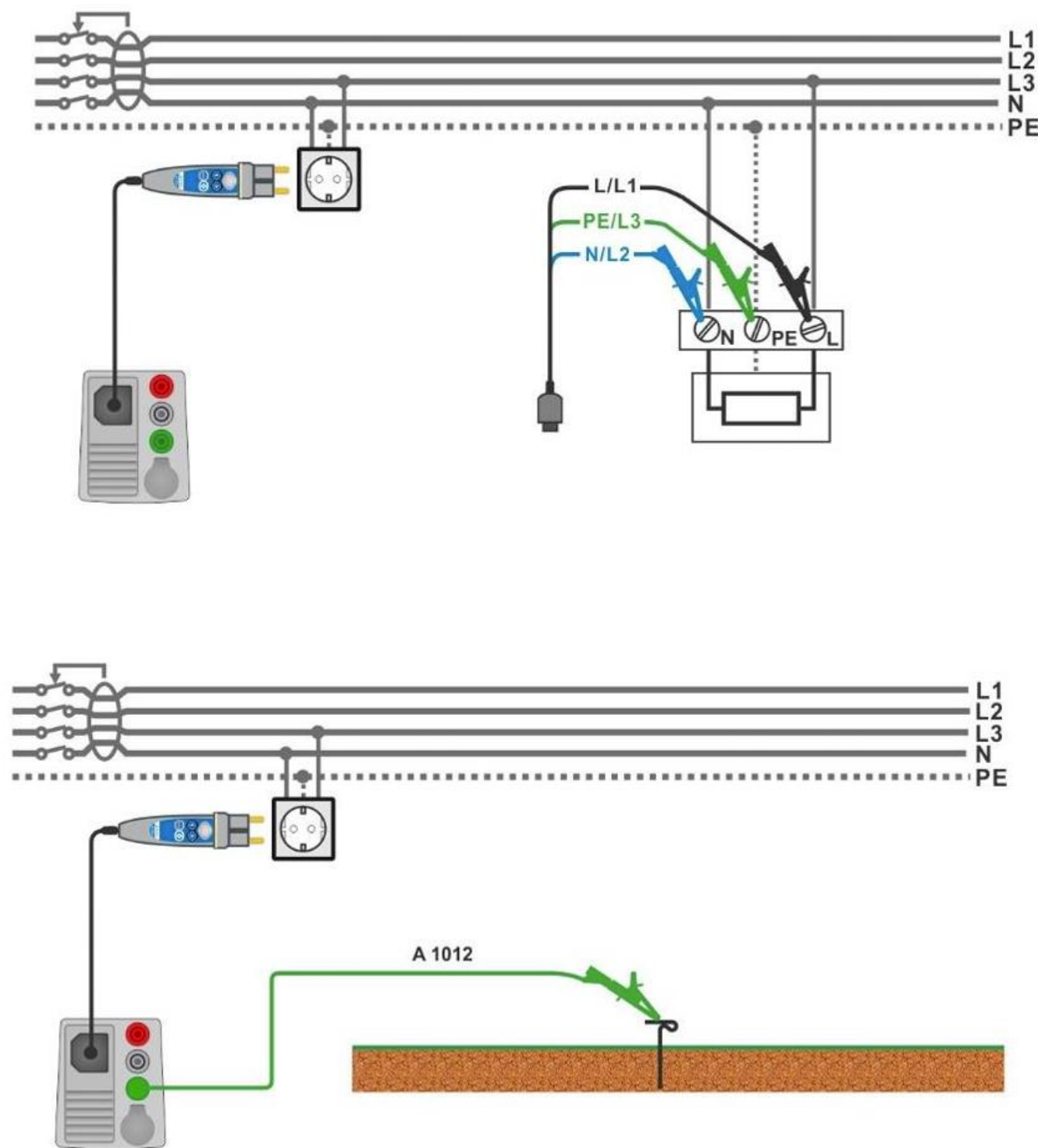
- **Skúšanie a meranie** (Skúšky sa vykonávajú po prehliadke a overení informácií popísaných vyššie.)

- Spojitosť vodičov (6.4.3.2)
- Izolačný odpor (6.4.3.3)
- Skúšanie izolačného odporu pre SELV, PELV, elektrické oddelenie (6.4.3.4)
- Skúšanie izolačného odporu/impedancie podláh a stien (6.4.3.5) – nie elektrostatika (61340-4-1)!
- Skúška polarít (6.4.3.6) – správnosť zapojenia
- Overenie samočinného odpojenia napájania (6.4.3.7)
- Overenie doplnkovej ochrany (6.4.3.8)
- Skúška sledu fáz (6.4.3.9)
- Funkčné skúšky (6.4.3.10)
- Úbytok napätia (6.4.3.11)

Skúšanie a meranie

- **Overuje sa ochranné opatrenie samočinné odpojenie napájania (411 - 411.3.2) a/alebo doplnková ochrana prúdovým chráničom (415 – 411.3.3, 411.3.4) na základe požiadavky čl. D.6.4.3.7.1 STN 33 2000-6 meracími metódami podľa STN EN IEC 61557-6.**
- **Vypínací prúd (mA)** musí byť podľa hodnoty navrhnutého prúdového chrániča, alebo pri doplnkovej ochrane prúdovým chráničom do 30 mA
$$\text{DC } I_{\Delta \max} = 6 \text{ mA}$$
- **Vypínací čas (ms)** bežný RCD musí vypnúť do 300 ms, selektívny do 500 ms.
- Na overenie odolnosti proti nežiadúcemu vypínaniu sa overuje funkcia nevypínania – pri všeobecných RCD pri skúšobnom prúde 50% $I_{\Delta n}$ nesmie chránič vypnúť 300 ms (pri selektívnom nesmie vypnúť 500 ms)
- V závislosti od typu prúdového chrániča sa na overenie správnosti funkcií FI vykonávajú ďalšie merania podľa postupov v STN EN IEC 61557-6, 61008-1, 61008-2-1, 61009-1, 61009-2-1.

Skúšanie a meranie



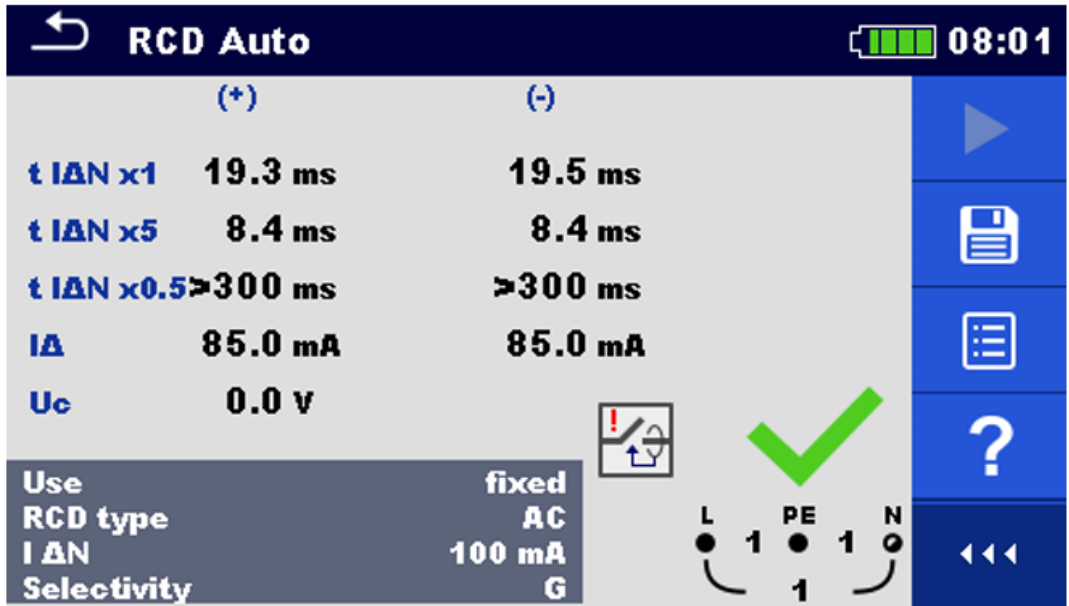
Revízie



Skúšanie a meranie

Automatické sekvenčné meranie prúdových chráničov – poradie testov

- | | |
|--------------------------------------|--|
| • $t_{I_{\Delta n}} \times 1, (+)$ | krok 1 vypínací čas ($I_{\Delta} = I_{\Delta n}, (+)$ positive polarity) |
| • $t_{I_{\Delta n}} \times 1, (-)$ | krok 2 vypínací čas ($I_{\Delta} = I_{\Delta n}, (-)$ negative polarity) |
| • $t_{I_{\Delta n}} \times 5, (+)$ | krok 3 vypínací čas ($I_{\Delta} = 5 \times I_{\Delta n}, (+)$ positive polarity) |
| • $t_{I_{\Delta n}} \times 5, (-)$ | krok 4 vypínací čas ($I_{\Delta} = 5 \times I_{\Delta n}, (-)$ negative polarity) |
| • $t_{I_{\Delta n}} \times 0.5, (+)$ | krok 5 vypínací čas ($I_{\Delta} = \frac{1}{2} \times I_{\Delta n}, (+)$ positive polarity) |
| • $t_{I_{\Delta n}} \times 0.5, (-)$ | krok 6 vypínací čas ($I_{\Delta} = \frac{1}{2} \times I_{\Delta n}, (-)$ negative polarity) |
| • $I_{\Delta} (+)$ | krok 7 vypínací prúd ((+) positive polarity) |
| • $I_{\Delta} (-)$ | krok 8 vypínací prúd ((-) negative polarity) |
| • I_{Δ} d.c. (+) | krok 9 vypínací prúd ((+) positive polarity) |
| • I_{Δ} d,c, (-) | krok 10 vypínací prúd ((-) negative polarity) |
| • U_c | Dotykové napätie pre hodnotené $I_{\Delta n}$ |



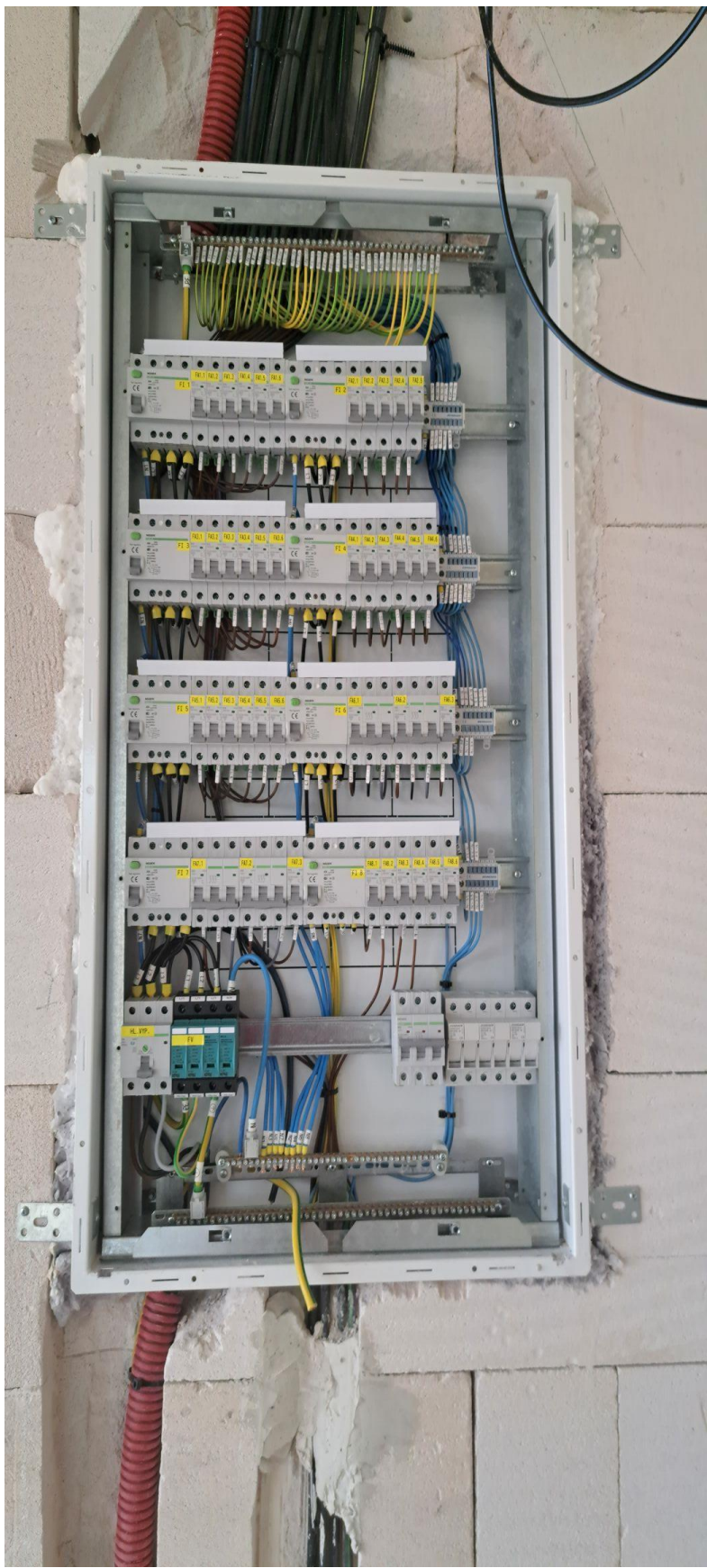
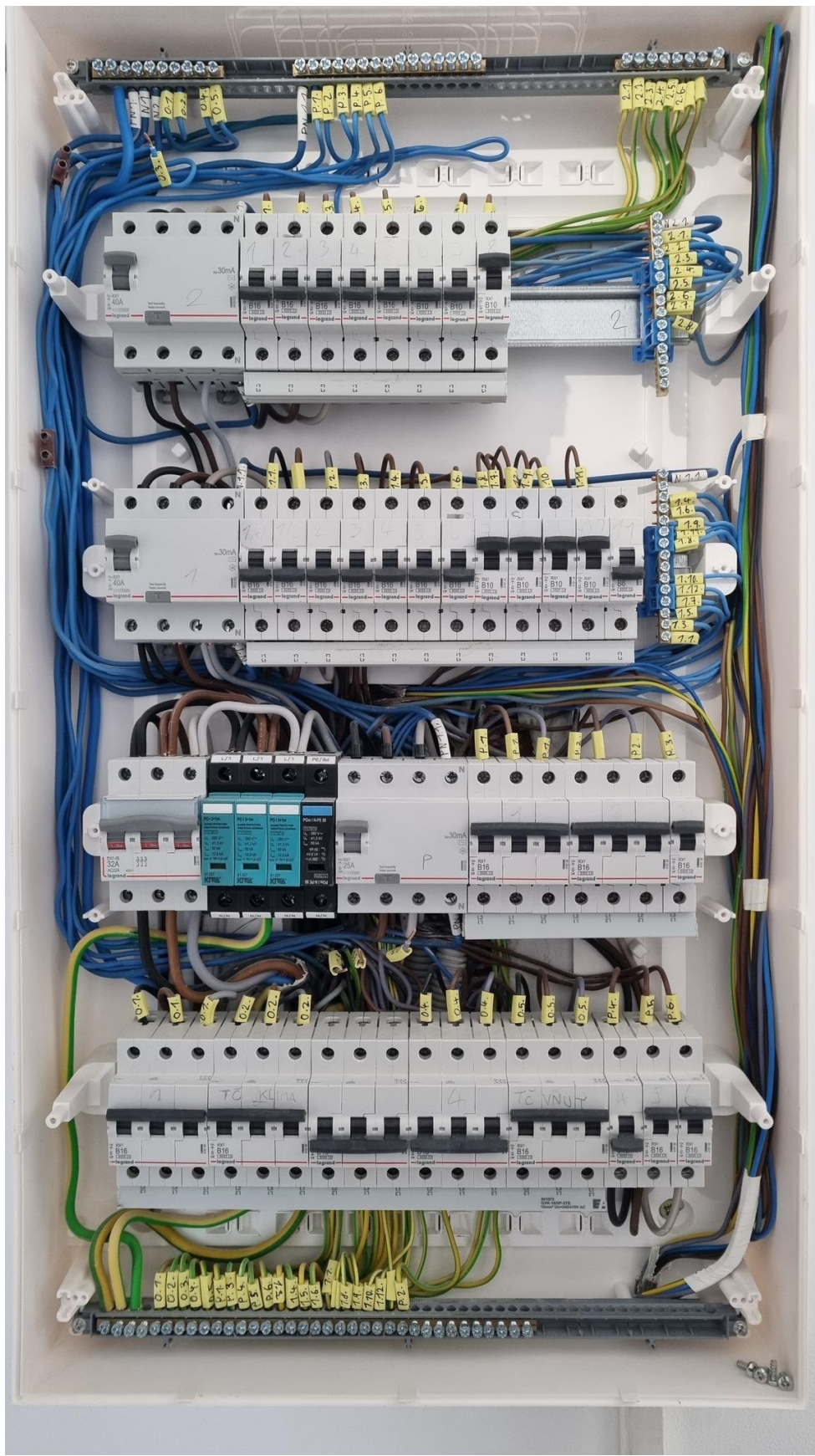
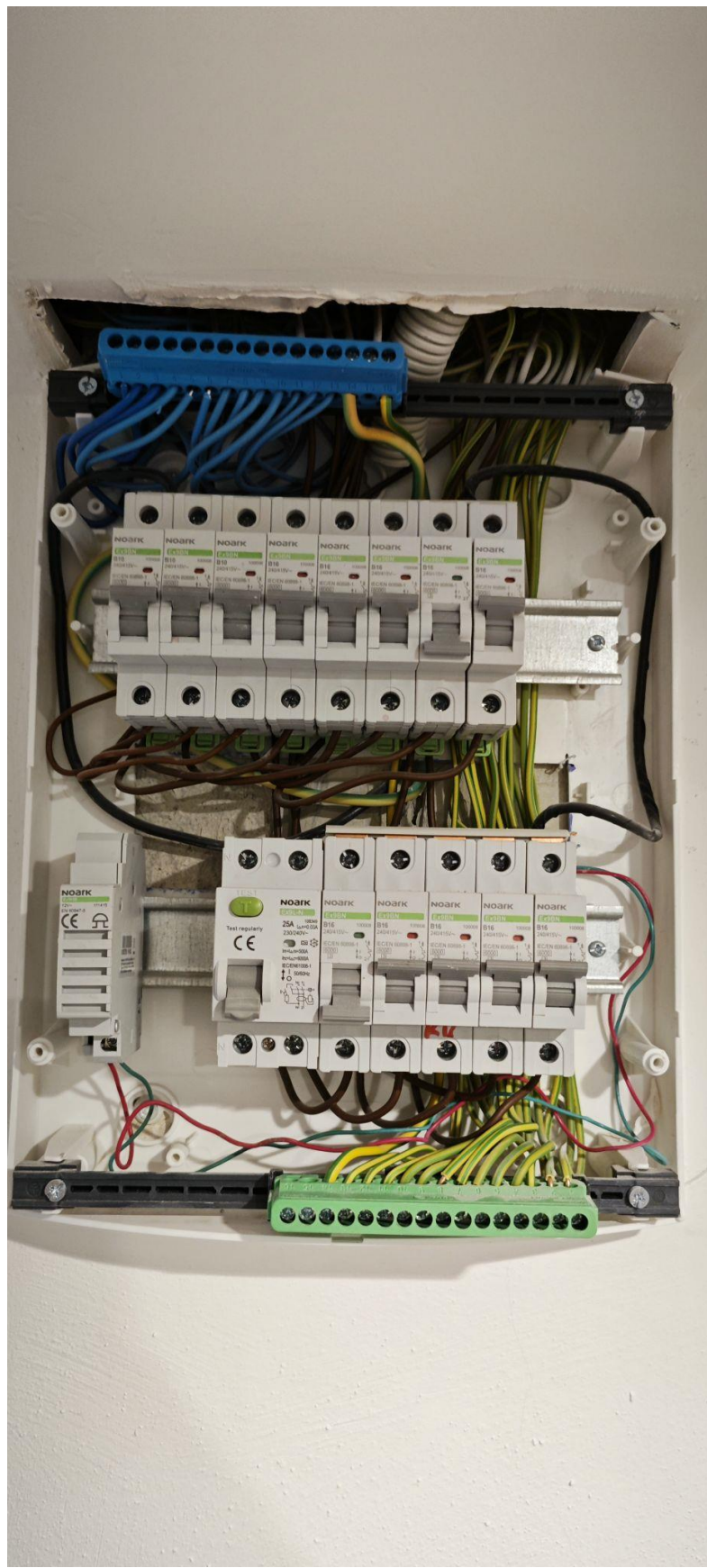
Iba s RCD Typu EV RCD alebo MI RCD

Správa o výsledku OPaOS

Obsah správy o OPaOS je definovaný v §16, ods. 2 vyhl. MPSVaR č. 508/2009 Z. .z.

O výsledku odbornej prehliadky a odbornej skúšky sa vyhotoví správa, ktorá obsahuje:

- názov a sídlo prevádzkovateľa s označením prevádzky a jej miesta, v ktorej bola odborná prehliadka a odborná skúška vykonaná,
- dátum vykonania odbornej prehliadky a odbornej skúšky, meno a priezvisko revízneho technika, rozsah a evidenčné číslo jeho osvedčenia,
- druh odbornej prehliadky a odbornej skúšky,
- jednoznačné označenie, druh a technické parametre kontrolovaného vyhradeného technického zariadenia,
- údaje o vykonanom meraní a vyskúšaní vyhradeného technického zariadenia vrátane výrobného čísla alebo evidenčného čísla použitého meracieho prístroja
- údaje o tom, či a ako boli odstránené nedostatky zistené pri predchádzajúcej odbornej prehliadke a odbornej skúške technického zariadenia,
- zistené nedostatky, ktoré sú v rozpore s právnymi predpismi a ostatnými predpismi na zaistenie bezpečnosti a ochrany zdravia pri práci, ich závažnosť z hľadiska bezpečnosti a spoľahlivosti prevádzky a obsluhy vyhradeného technického zariadenia,
- celkové zhodnotenie technického zariadenia s uvedením, či je z hľadiska bezpečnosti spôsobilé ďalšej prevádzky,
- návrh opatrení na odstránenie zistených nedostatkov so zreteľom na ich závažnosť a návrh na odstavenie zariadenia z prevádzky, ak zariadenie bezprostredne ohrozuje život a zdravie,
- meno, priezvisko a podpis revízneho technika,
- názov a číslo oprávnenia zamestnávateľa, ak odbornú prehliadku a odbornú skúšku vykonal zamestnávateľ.

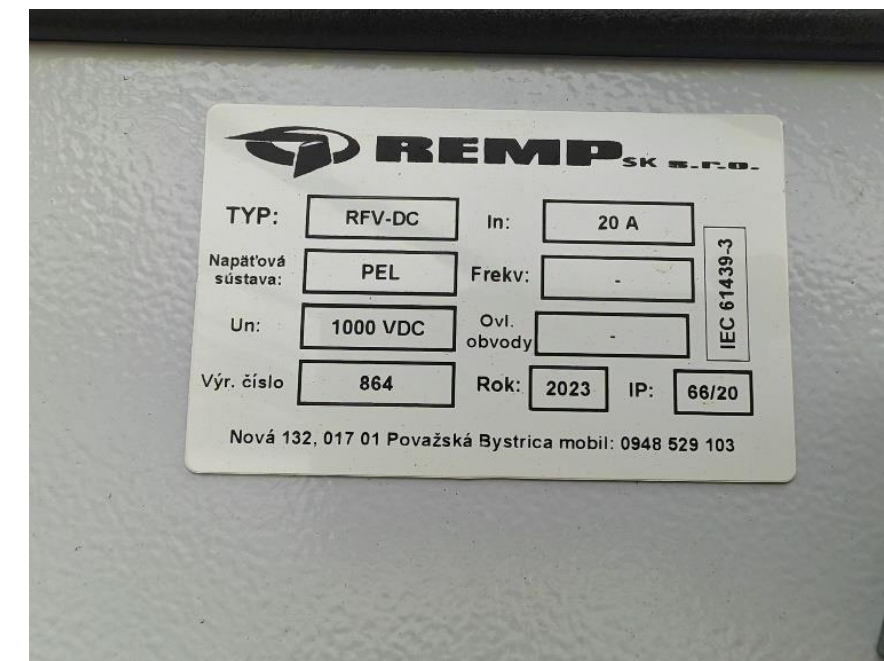


Takto nie

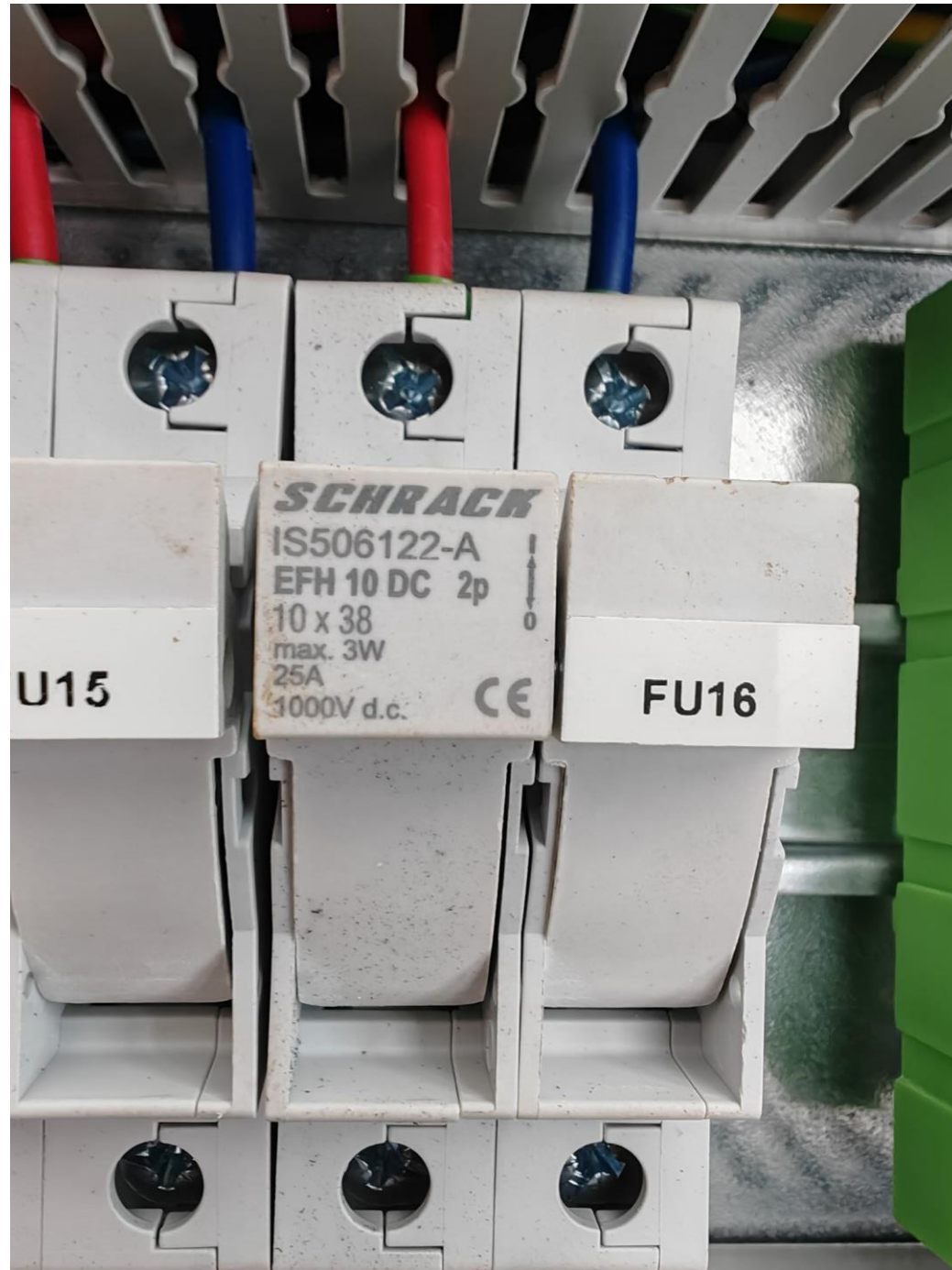


Fotovoltaika:

- DC rozvádzač nie je vyrobený v súlade s STN EN IEC 61439-2
- DC rozvádzač nie je vo vyhotovení triedy II, alebo rovnocennej izolácie, čo je v rozpore s čl. 712.412.101 STN 33 2000-7-712 – porušenie ochranného opatrenia dvojitej alebo zosilnenej izolácie.

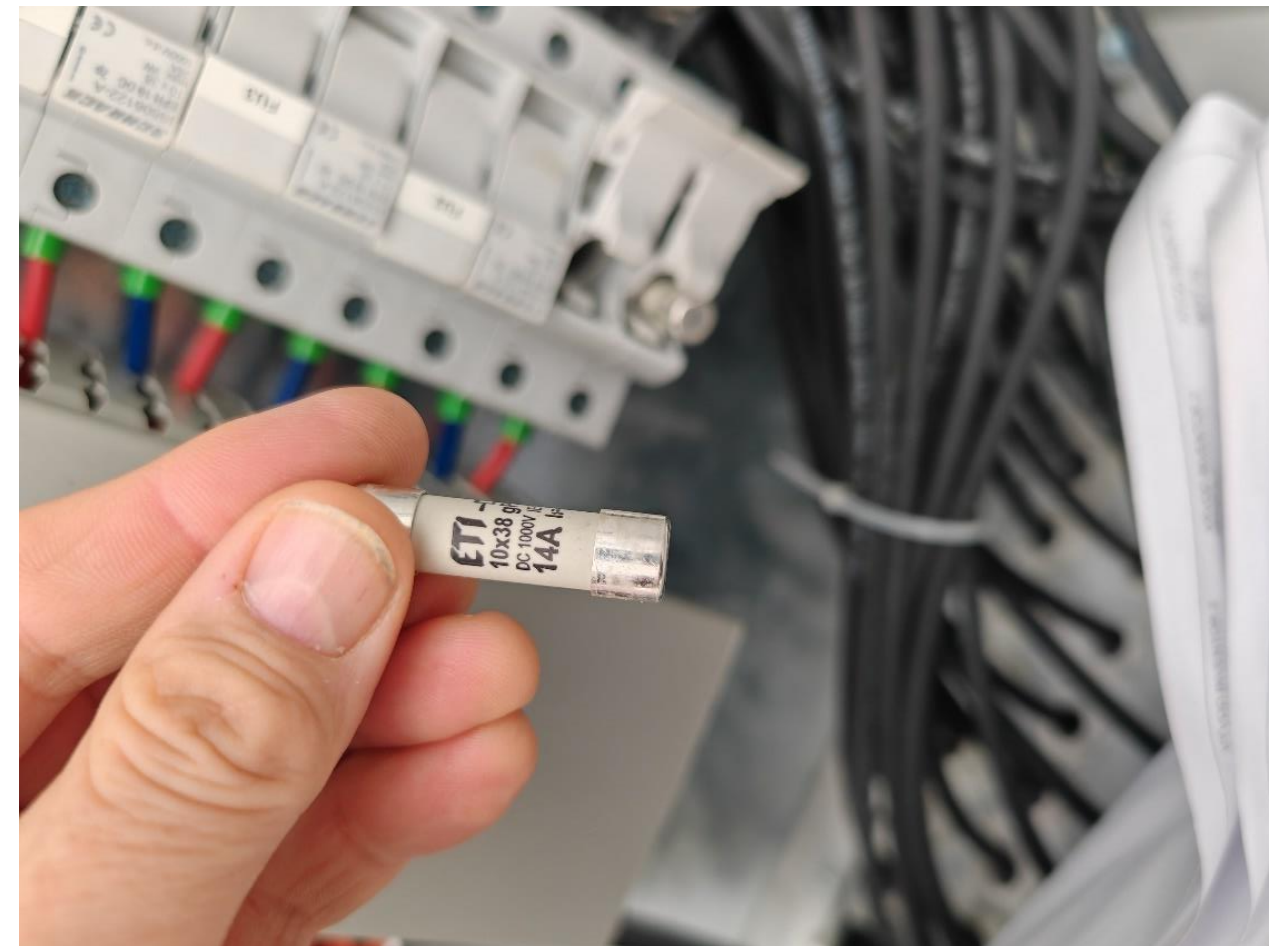


Takto nie



Fotovoltika:

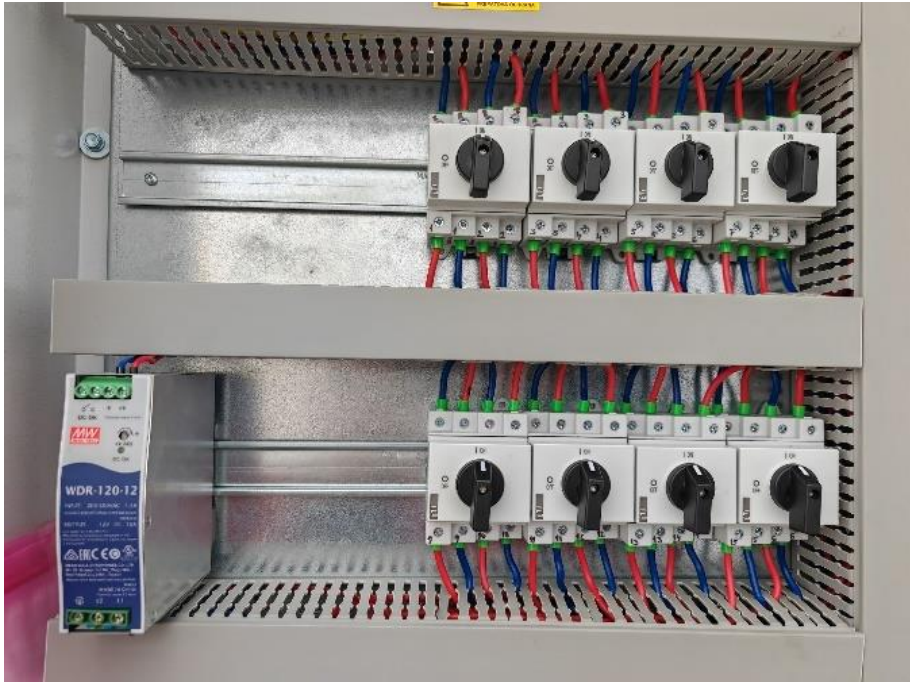
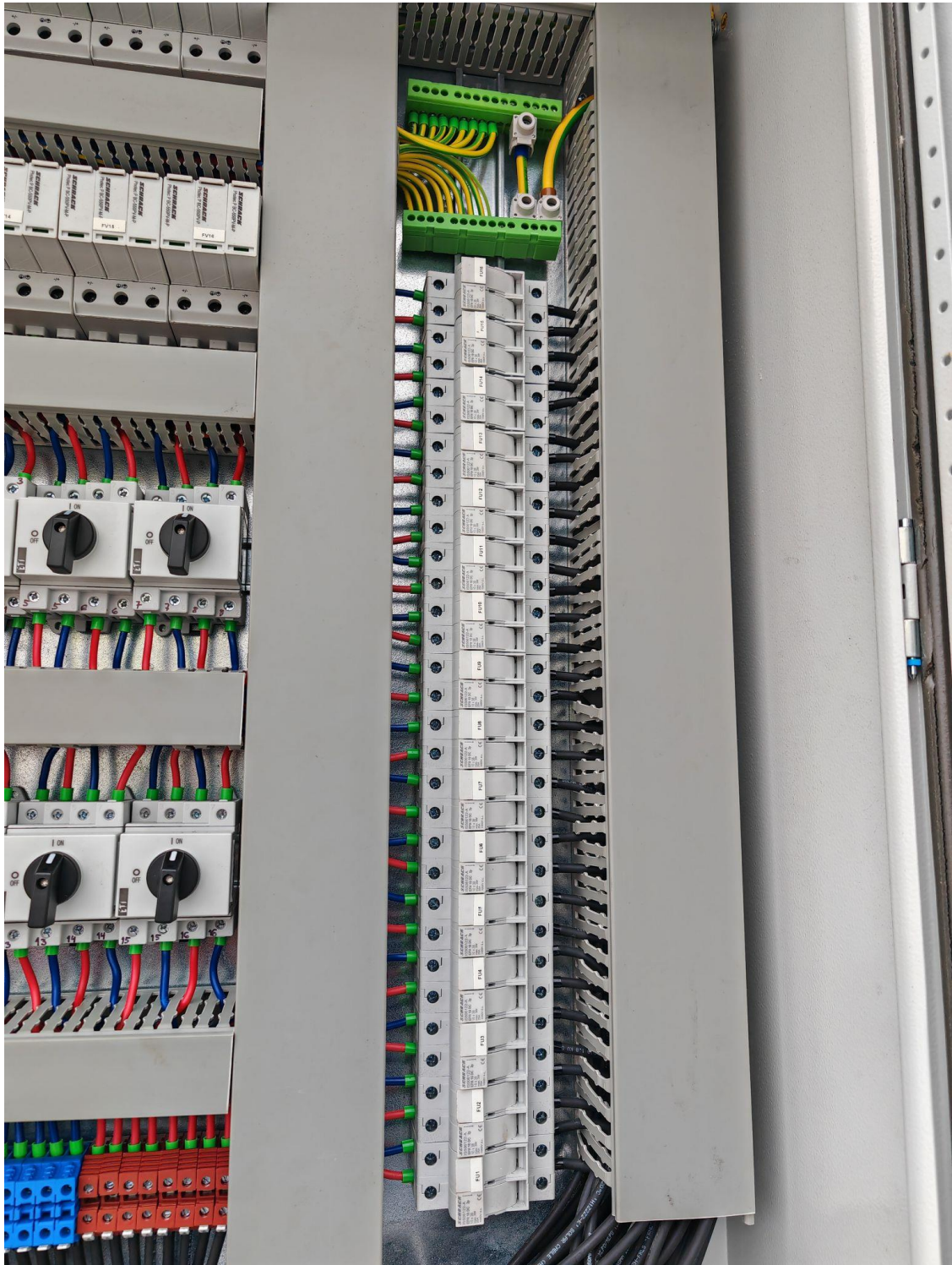
- Istenie DC strany nezodpovedá požiadavkám čl. 712.431.101 STN 33 2000-7-712. Použité poistky sú 14 A a vypočítaný ISCMAX v PD je 14,55 A.

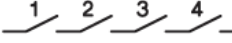


Takto nie

Fotovoltika:

- nie je nainštalovaný vhodný odpínací prvok DC časti, ktorý podľa čl. 712.537.2.2.101 STN 33 2000-7-712 musí mať parametre odpínača alebo ističa



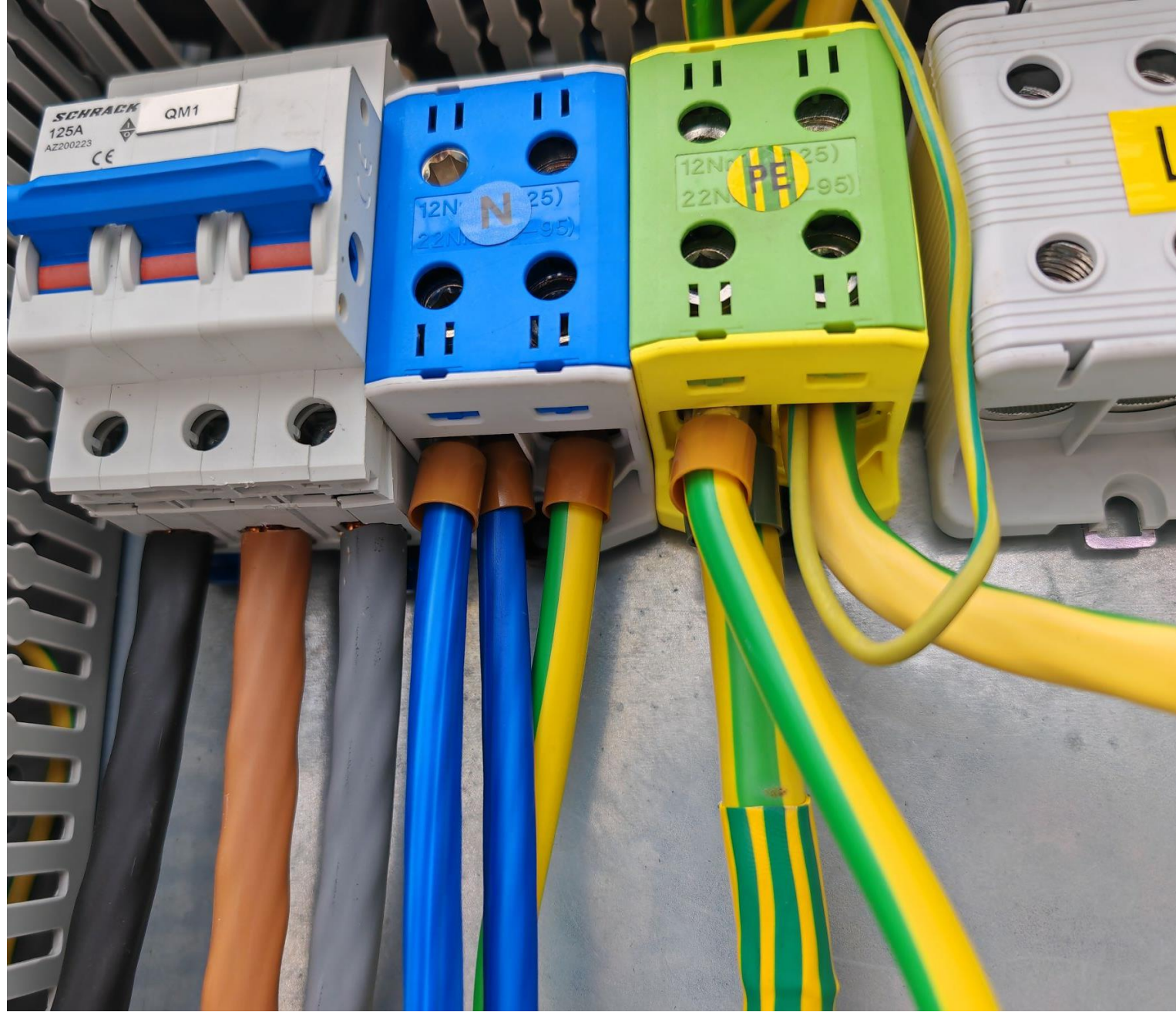
Main contacts		Type	LS16	LS25
Rated operational current I _o DC22B	500V	A	1	1,25
	600V	A	0,5	0,75
	800V	A	0,3	0,4
	1000V	A	0,15	0,2
	1200V	A	-	-
	1500V	A	-	-
	500V	A	7	8
	600V	A	5,5	6
2 poles in series A2	800V	A	2	2,5
	1000V	A	1	1,5
	1200V	A	-	-
	1500V	A	-	-
4 poles in series A4	500V	A	16	25
	600V	A	16	25
	800V	A	11,5	12
	1000V	A	8	9
	1200V	A	-	-
	1500V	A	-	-

Takto nie

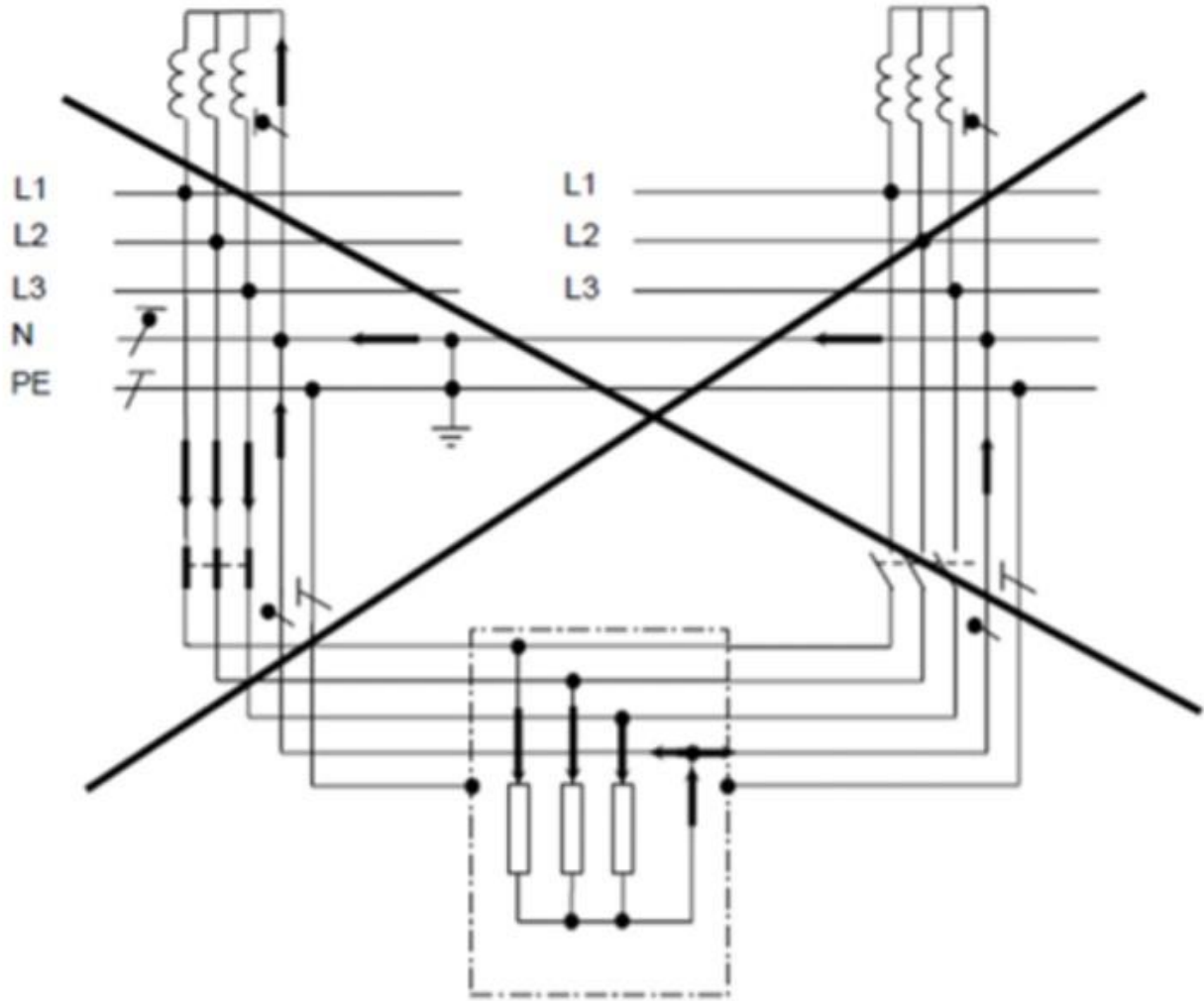


- Umiestnenie SPD v rozvádzači RFV-AC nie je v súlade s pravidlami pre inštaláciu prvkov SPD. Rozpor s čl. 534.4.8 STN 33 2000-5-53.
- Rozvádzač RFV-AC je vyrobený v sústave TN-S, ale existuje vodivé spojenie PE a N vodiča

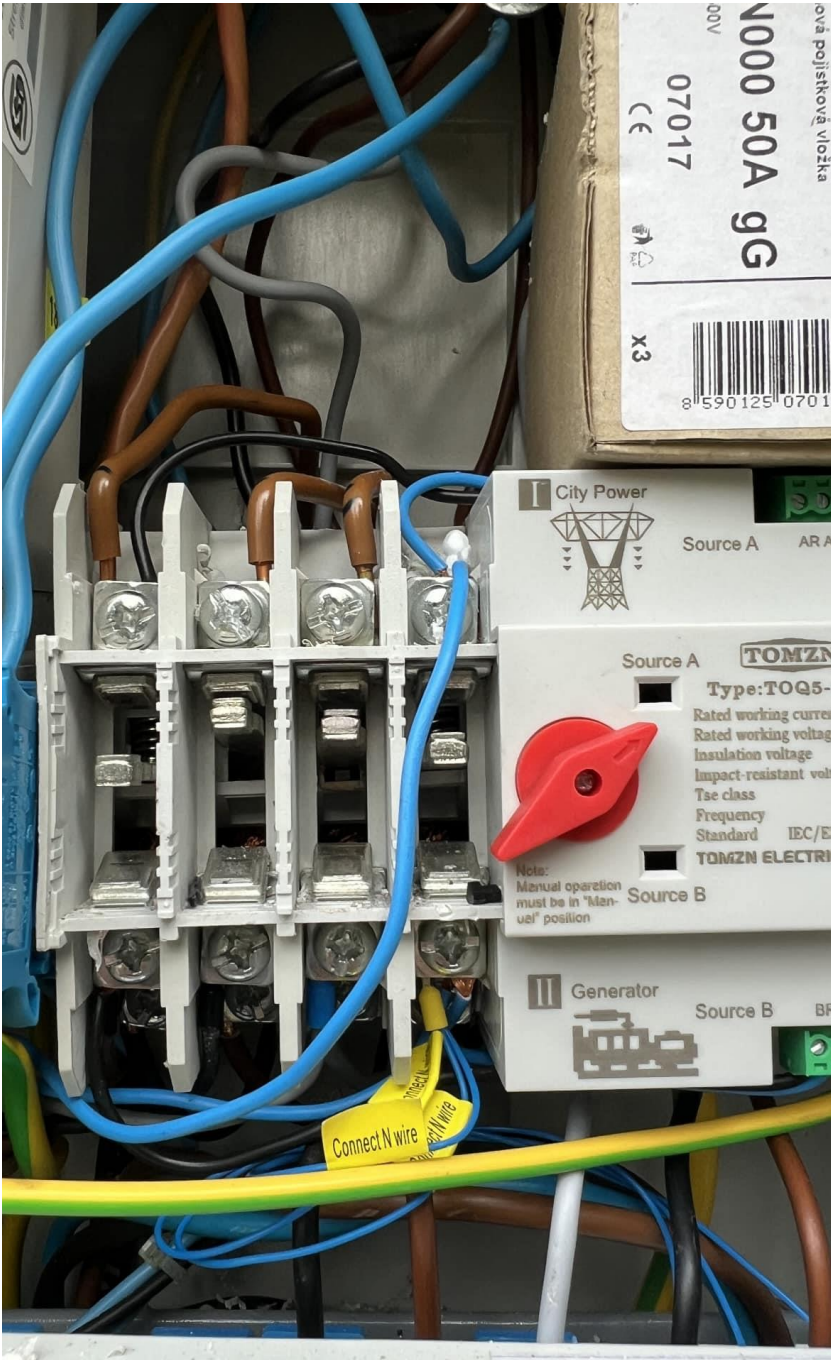
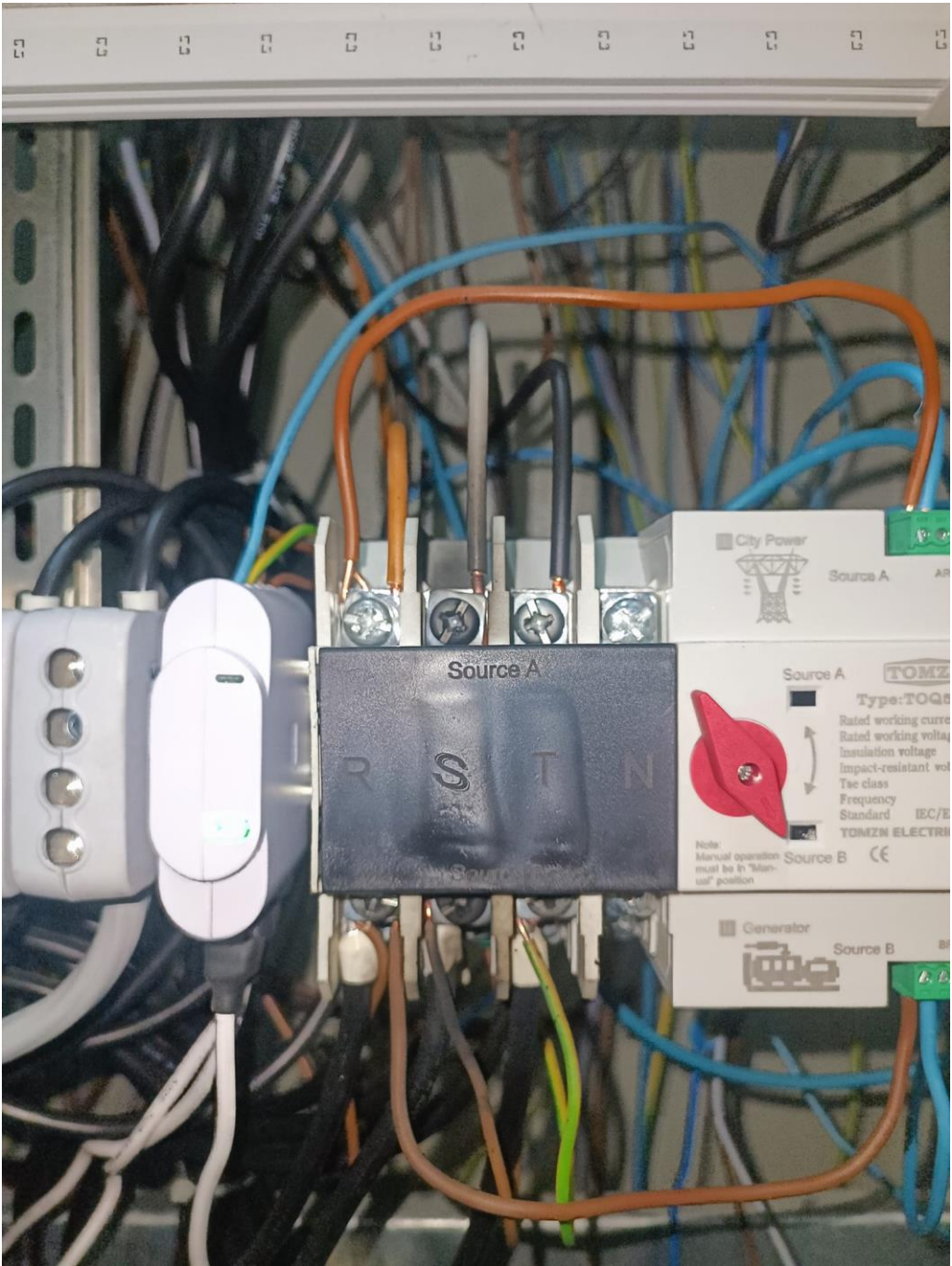
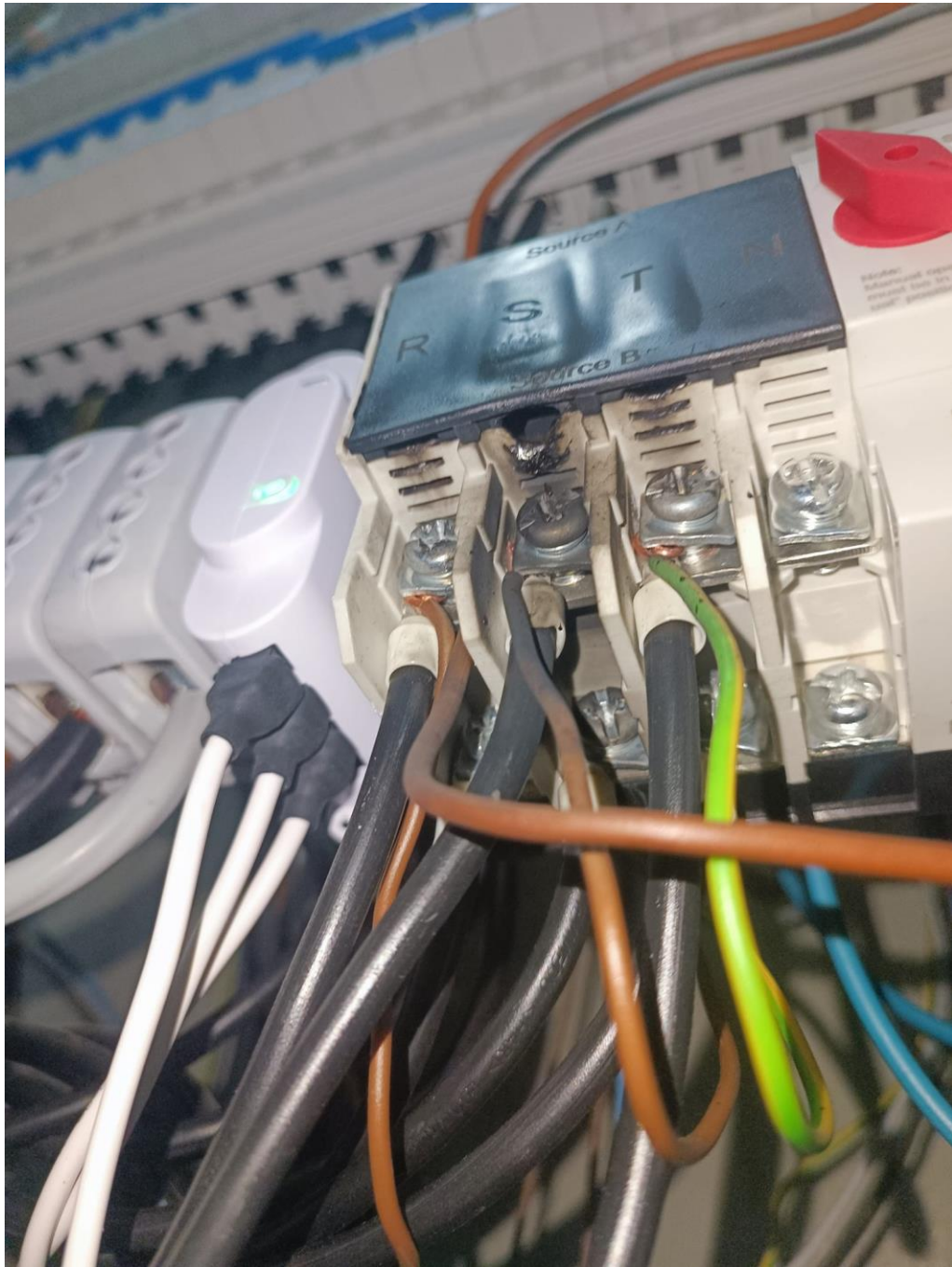
Takto nie



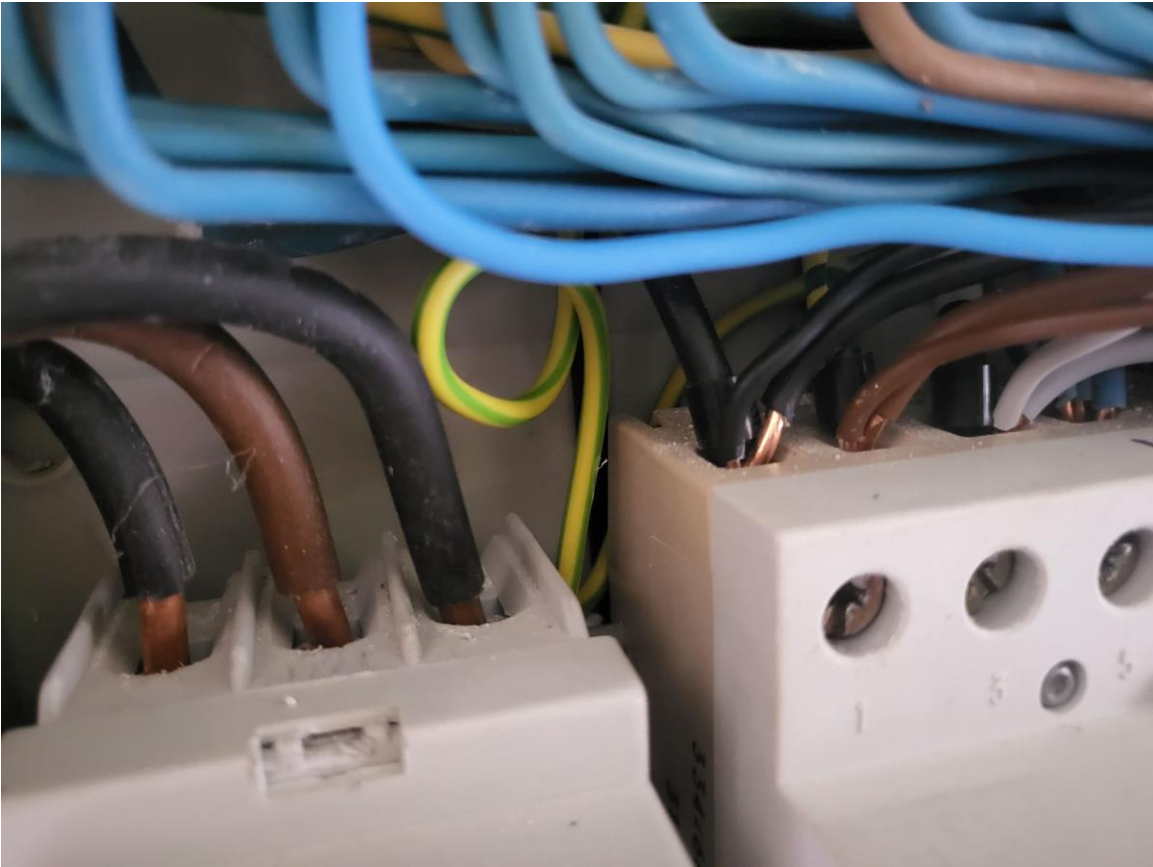
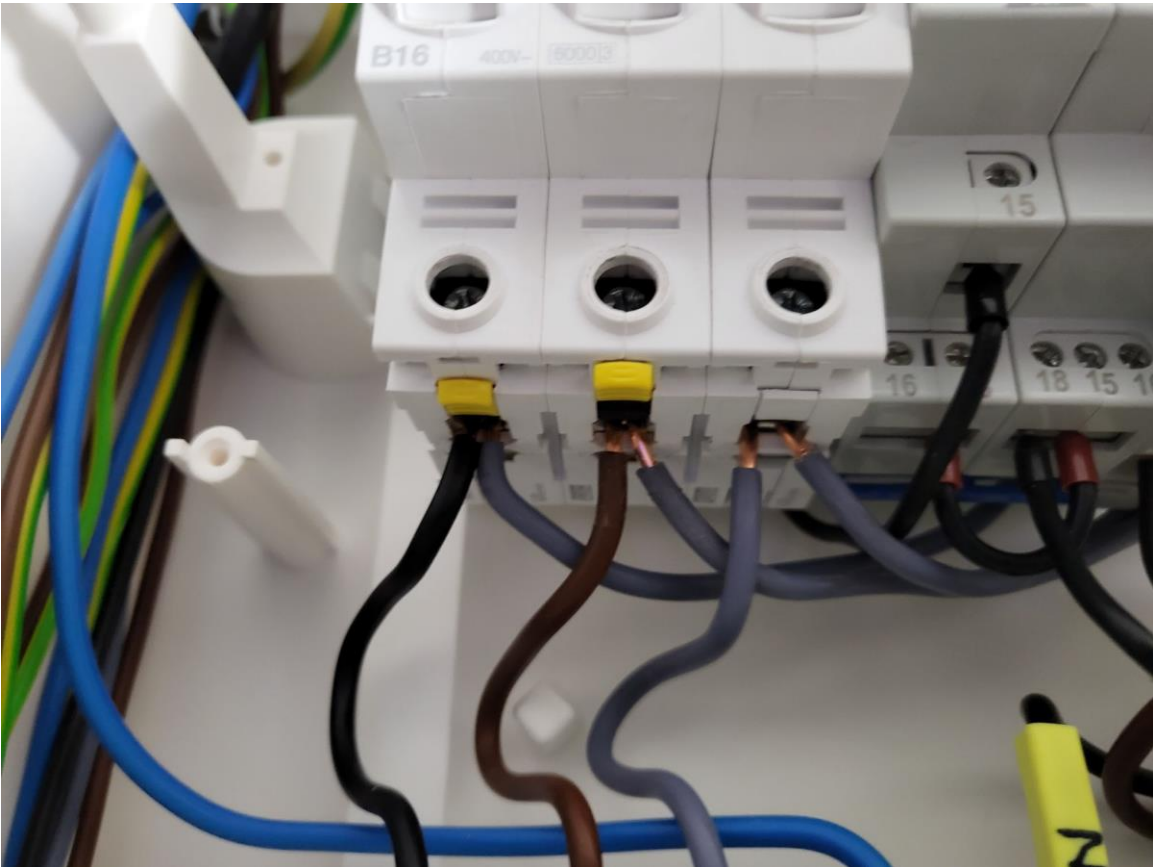
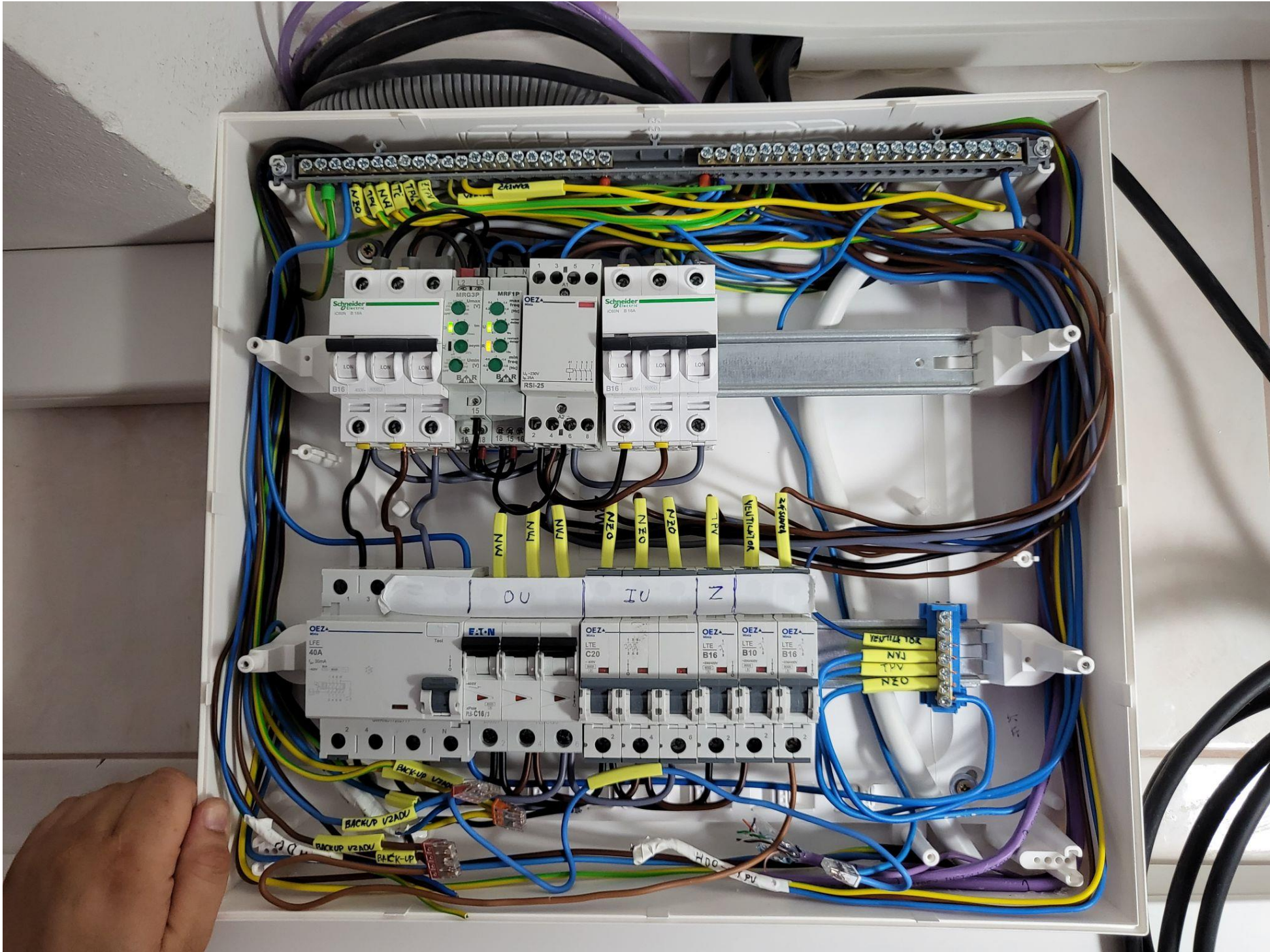
Takto nie



Takto nie



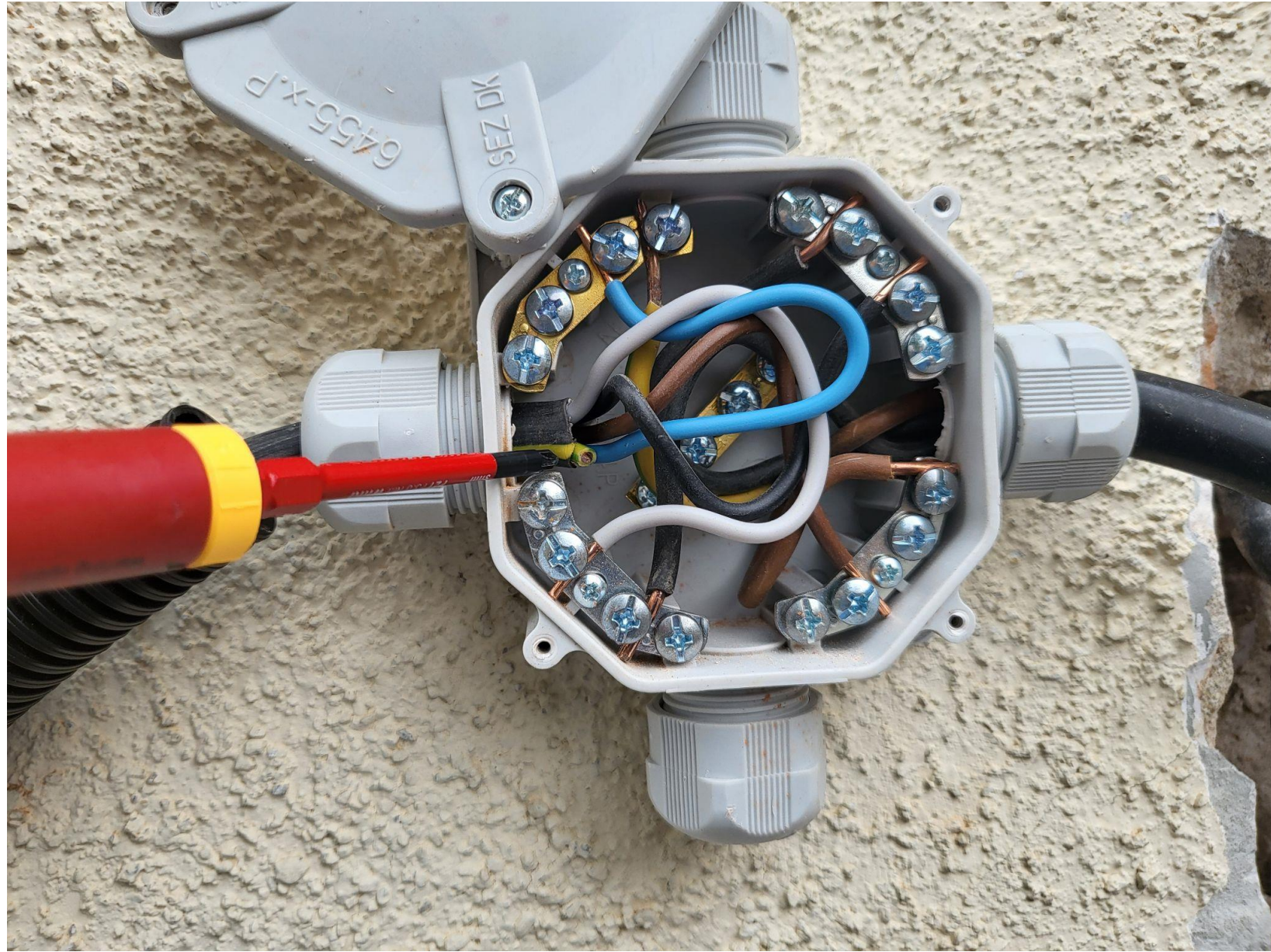
Takto nie



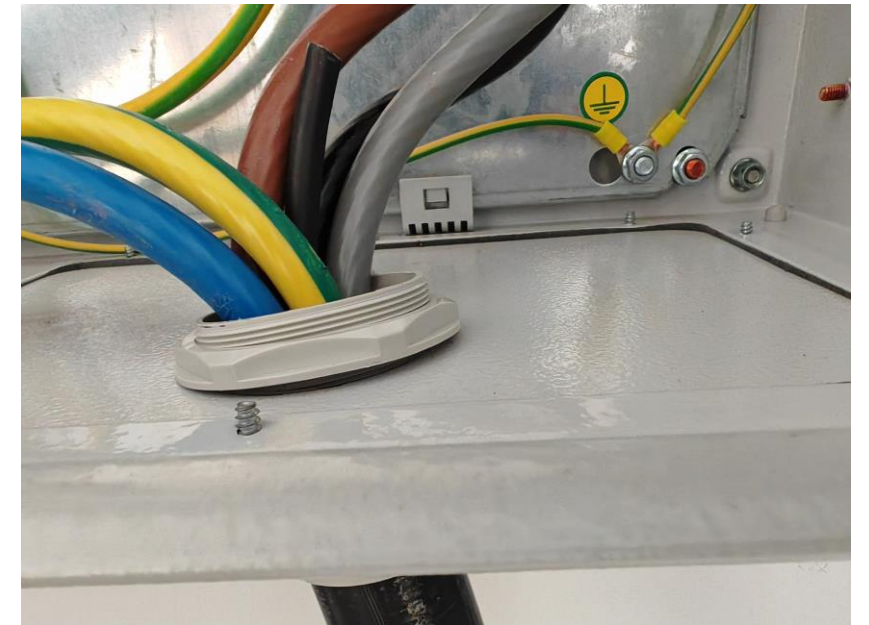
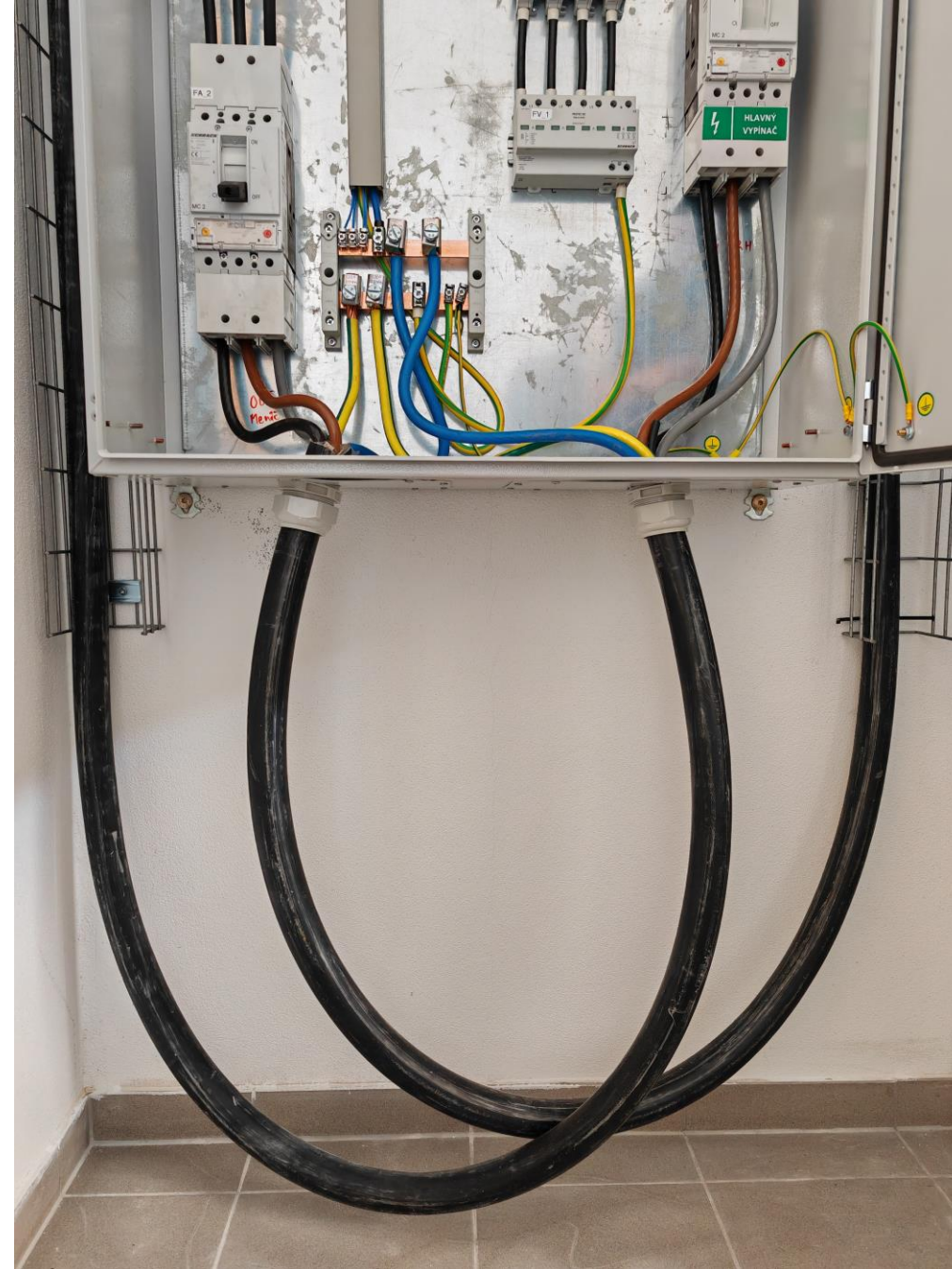
Takto nie



Takto nie



Takto nie



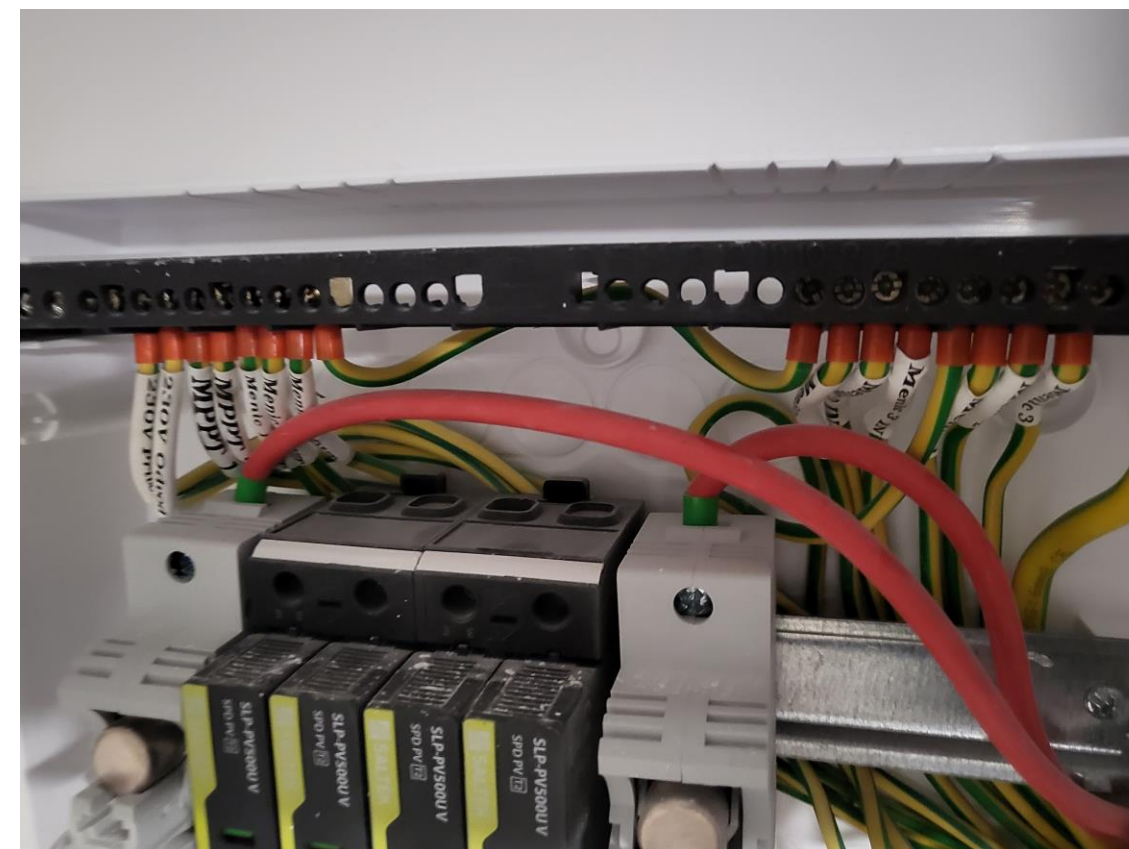
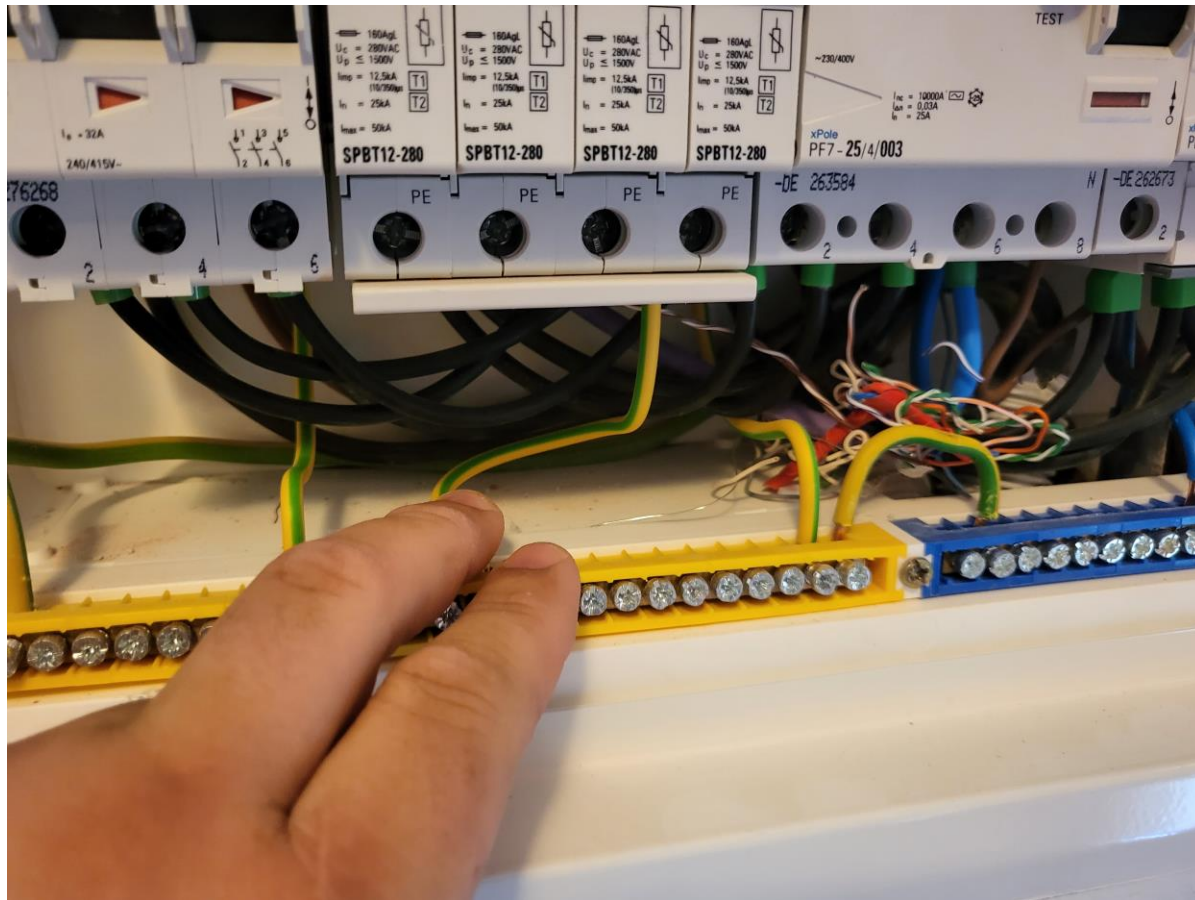
Takto nie



Takto nie

SPD

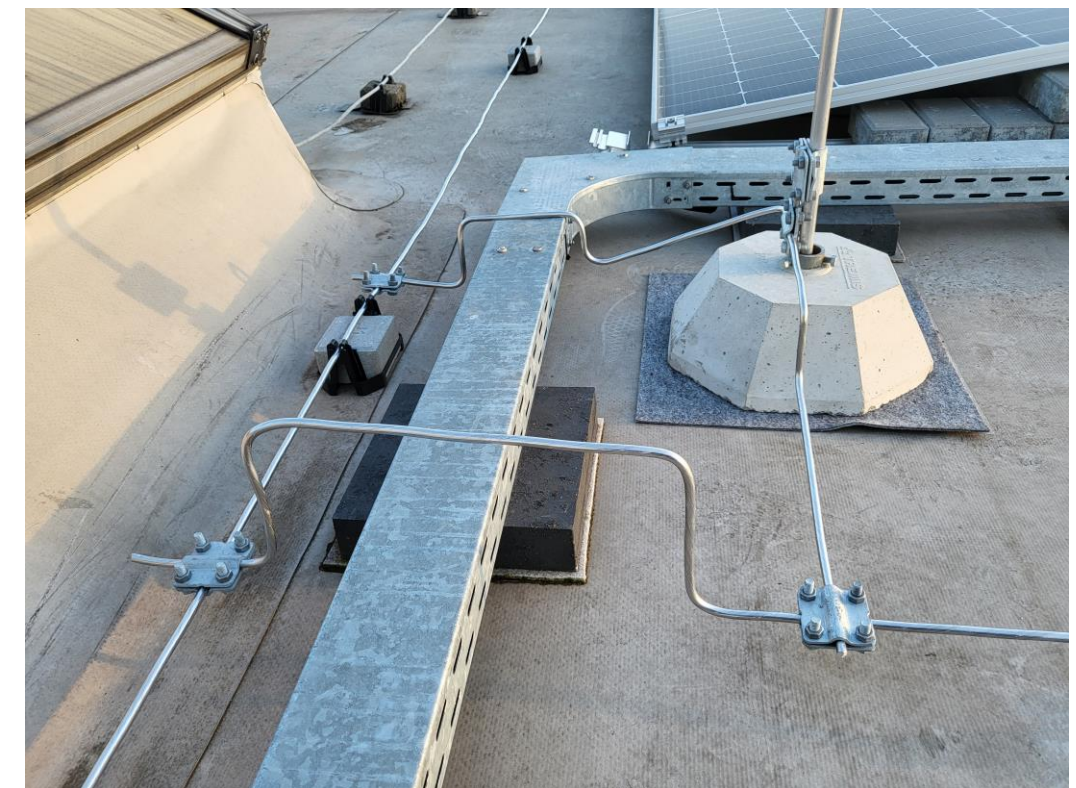
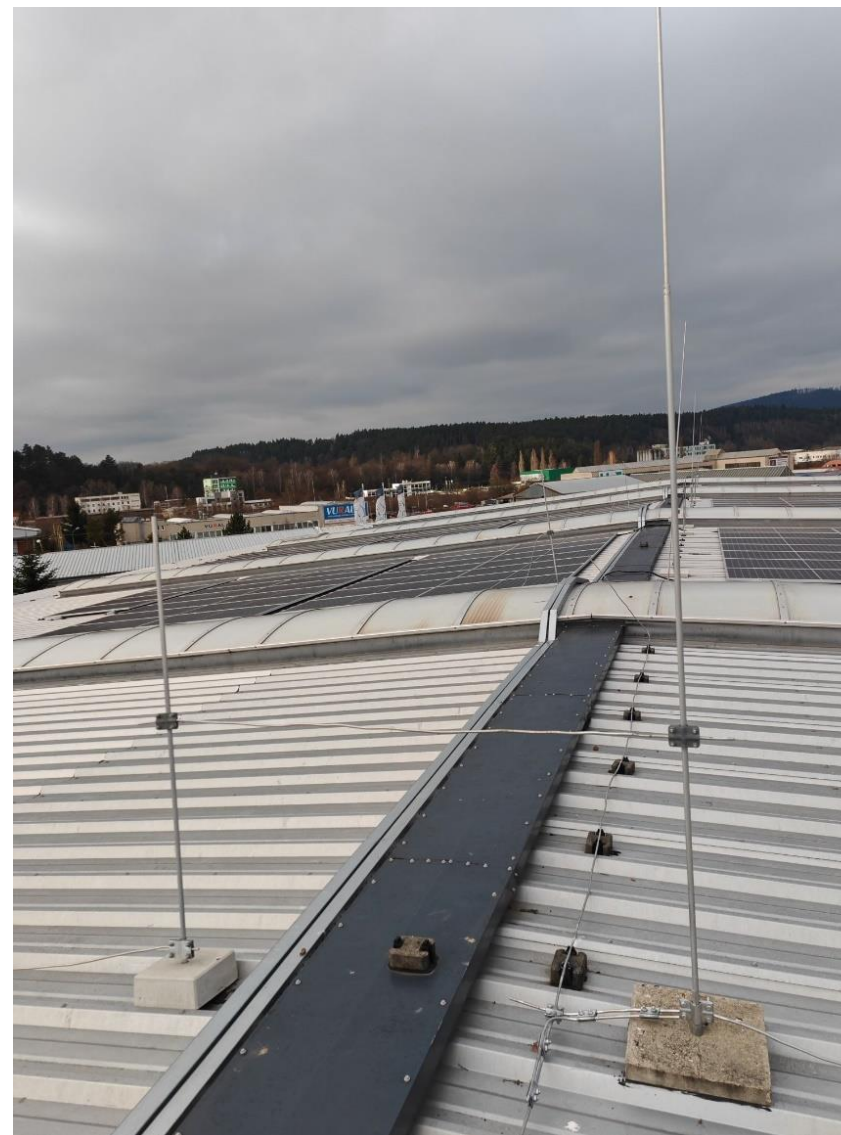
- Nedostatočný prierez
- Nezapojená SPD



Takto nie

LPS

- Dodržaná, či nedodržaná dostatočná vzdialenosť?



Takto nie

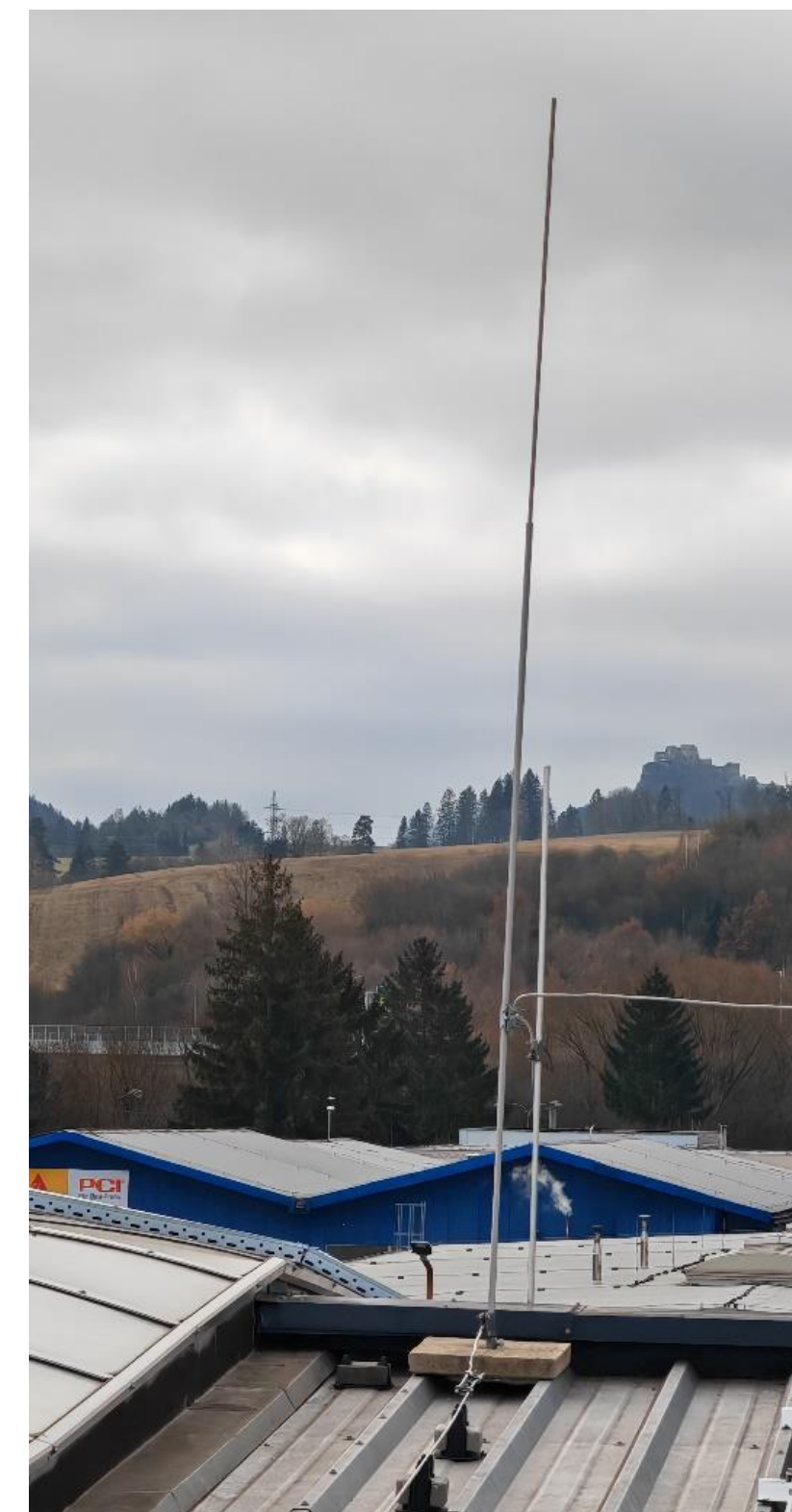
Elektromagnetická indukcia.



Takto nie

LPS

- Statika zachytávacích tyčí



Takto nie



- Zachytávače (tyče) sú pripojené svorkami typu N (50 kA), čo je nedostatočné.
- Pre LPL III a IV je potrebných 100 kA, pre LPL II 150 kA a pre LPL I 200 kA



Ďakujem za pozornosť

Tibor Hanko, HARP, s. r. o.
M. R. Štefánika 178/31
956 41 Uhrovec
+421 948 908 351
tibor.hanko@harp.sk

