



ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

Fakulta elektrotechnická
Katedra elektroenergetiky

Oteplení silových rozvaděčů

Warming power distributors

Bakalářská práce

Studijní program: Elektrotechnika, energetika a management
Studijní obor: Aplikovaná elektrotechnika

Vedoucí práce: Ing. Ivan Cimbolínek

Josef Bartoniček

Praha 2016

České vysoké učení technické v Praze
Fakulta elektrotechnická

katedra elektroenergetiky

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Student: **Josef Bartoniček**

Studijní program: Elektrotechnika, energetika a management
Obor: Aplikovaná elektrotechnika

Název tématu: **Oteplení silových rozváděčů**

Pokyny pro vypracování:

1. Druhy rozváděčů a jejich použití v technické praxi.
2. Problematika silových rozváděčů.
3. Zátížitelnost silových rozváděčů s ohledem na oteplení.
4. Výpočet oteplení zvoleného typu rozváděče.
5. Praktické ověření tepelných výpočtů měřeními.

Seznam odborné literatury:

- [1] Herzik Zdeněk, Stanovení oteplení rozváděčů výpočtem
- [2] ČSN EN 614 39-1 ed.2
- [3] ČSN EN 33 2000-4-41 ed.2
- [4] ČSN EN 62 305-1 ed.2

Vedoucí: Ing. Ivan Cimbolínek

Platnost zadání: do konce zimního semestru 2017/2018

L.S.

doc. Ing. Zdeněk Müller, Ph.D.
vedoucí katedry

prof. Ing. Pavel Ripka, CSc.
děkan

V Praze dne 18. 4. 2016

Abstrakt

Předkládaná bakalářská práce je zaměřena na řešení problematiky oteplení silových rozváděčů nízkého napětí. Předkládá přehled o různých typech rozváděčů a jejich použití v technické praxi. Uvádí důležité technické normy ČSN, které se používají při výrobě rozváděčů a při výpočtu oteplení. Práce předkládá možné postupy k výpočtu oteplení rozváděčů pomocí normativních výpočtů a softwarové podpory. Zahrnuje praktickou ukázkou měření oteplení částí rozváděče termokamerou, nikoli jako celého rozváděče. V závěru práce je doporučeno kombinovat všechny předložené metody týkající se oteplení rozváděče k dosažení co nejlepších výsledků v praxi.

Klíčová slova

Rozváděč, výpočet oteplení, normy ČSN, zatížitelnost, měření, ztrátový výkon, tepelný tok, teplota, komponenty, certifikace, prohlášení o shodě, termokamera.

Abstract

This bachelor thesis deals with solutions of an issue of warming low voltage power distributors. Thesis reviews power distributors types and their practical usage. Important technical Czech Standards, dealing with manufacture of power distributors and with warming calculation. Thesis includes possible methods calculating warming of power distributors using standardized calculations and software support. Practical demonstration of temperature measuring is provided using thermographic camera and focusing on parts of power distributor. In conclusion it is recommended to combine all listed methods dealing with warming of power distributors in order to achieve the best possible results applicable in practice.

Key words

Distributor, calculation of warming, Czech standards, rating, measurement, power dissipation, heat flux, temperature, components, certification, declaration of conformity, thermographic camera

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem předloženou práci vypracoval samostatně a že jsem uvedl veškeré použité informační zdroje v souladu s Metodickým pokynem o dodržování etických principů při přípravě vysokoškolských závěrečných prací.

.....
Podpis

V Praze dne 18.5.2016

Josef Bartoníček

Poděkování

Tímto bych rád poděkoval vedoucímu bakalářské práce Ing. Ivanu Cimbolincovi za cenné profesionální rady, připomínky a metodické vedení práce. Dále bych rád poděkoval kolegům z firmy INSTALACE Praha za poskytnuté podklady, praktické informace a cenné rady k vypracování této práce. Rád bych ještě poděkoval Ing. Stanislavu Mrázovi z firmy ATICO Praha za zhotovení snímků termokamerou při měření rozváděče.

Obsah

| | |
|---|-----------|
| ÚVOD | 8 |
| 1 DRUHY ROZVÁDĚČŮ A JEJICH POUŽITÍ V TECHNICKÉ PRAXI | 9 |
| 1.1 TYPY A POUŽITÍ ROZVÁDĚČŮ..... | 9 |
| 1.1.1 Příklady | 11 |
| 1.2 KOMPONENTY | 13 |
| 1.3 NÁVRH ROZVÁDĚČE | 16 |
| 1.4 ATESTY ROZVÁDĚČŮ | 18 |
| 2 PROBLEMATIKA NOREM SILOVÝCH ROZVÁDĚČŮ | 19 |
| 2.1 NORMY ČSN PRO VÝROBU ROZVÁDĚČŮ | 19 |
| 3 ZATÍŽITELNOST SILOVÝCH ROZVÁDĚČŮ S OHLEDEM NA OTEPLENÍ | 22 |
| 3.1 POJEM A STANOVENÍ VELIKOSTI ZATÍŽITELNOSTI ROZVÁDĚČE | 22 |
| 3.1.1 Důležité pojmy pro stanovení zatížitelnosti | 22 |
| 3.2 SOFTWAREVÁ PODPORA PRO OVĚŘENÍ NÁVRHU ROZVÁDĚČE..... | 23 |
| 3.2.1 Schrack Design..... | 23 |
| 3.2.2 Eaton E-CONFIG Software..... | 24 |
| 3.2.3 Rittal Therm 6.3..... | 24 |
| 4 VÝPOČET OTEPLENÍ ROZVÁDĚČE..... | 27 |
| 4.1 POPIS PROBLÉMU | 27 |
| 4.2 ZDROJE TEPLA A TEPELNÉ TOKY V ROZVÁDĚČI..... | 28 |
| 4.3 ÚČINNÝ CHLADÍCÍ POVRCH ROZVÁDĚČE | 29 |
| 4.4 VÝKONOVÉ ZTRÁTY PRVKŮ ROZVÁDĚČE..... | 30 |
| 4.5 VÝPOČET VÝKONOVÝCH ZTRÁT SBĚRNICOVÝCH SYSTÉMŮ | 31 |
| 4.6 PŘÍKLAD VÝPOČTU | 31 |
| 5 PRAKTICKÉ OVĚŘENÍ TEPELNÝCH VÝPOČTŮ MĚŘENÍM..... | 33 |
| 5.1 VLASTNÍ MĚŘENÍ OTEPLENÍ ROZVÁDĚČE TERMOKAMEROU | 33 |
| 5.2 PRAKTICKÝ VÝSLEDEK MĚŘENÍ OTEPLENÍ ROZVÁDĚČE | 33 |
| 5.3 ZHODNOCENÍ MĚŘENÍ OTEPLENÍ TERMOKAMEROU | 42 |
| ZÁVĚR..... | 43 |
| SEZNAM LITERATURY A INFORMAČNÍCH ZDROJŮ..... | 44 |
| SEZNAM OBRÁZKŮ A TABULEK..... | 46 |
| PŘÍLOHY | 1 |

Seznam symbolů a zkratek

- P_{ztr} - ztrátový výkon vnitřního vybavení rozvaděče (W)
 P_{in} - elektrický výkon, vstupující do rozvaděče (W)
 P_{out} - elektrický výkon, vystupující z rozvaděče (W)
 P_z - je výkonovou ztrátou (W)
 ϑ_i - vnitřní teplota ($^{\circ}\text{C}$)
 ϑ_e - vnější teplota ($^{\circ}\text{C}$)
 ϑ_{ip} - teplota vnitřního povrchu krytu ($^{\circ}\text{C}$)
 ϑ_{cp} - teplota vnějšího povrchu krytu ($^{\circ}\text{C}$)
 Φ - tepelný tok (W)
 A - plocha rozhraní (m^2)
 K - součinitel prostupu tepla ($\text{Wm}^{-2}\text{K}^{-1}$)
 I - provozní (resp. jmenovitý) proud sběrnice (A)
 R - odpor jednoho metru sběrnice ($\text{m}\Omega/\text{m}$)
 l - celkovou délku sběrnice, protékanou proudem I (m)
 k - konstanta krytu (-)
 d - součinitel respektující počet vodorovných přepážek v krytu rozvaděče (W)
 IP - stupeň ochrany před dotykem živých částí a vniknutím cizích těles a vody
 IK - stupeň ochrany před mechanickými rázy

Úvod

Práce se věnuje problematice výpočtu oteplení silového rozváděče nízkého napětí. Toto téma jsem si vybral, protože se domnívám, že je potřeba věnovat této problematice větší pozornost. Důvod pozornosti shledávám v tom, že oteplení rozváděčů má vliv na správný chod nejen samotných rozváděčů, ale má vliv i na koncová zařízení. V technické praxi se tomuto tématu věnuje řada technických norem ČSN, které mají návaznost na vlastní výrobu rozváděče. Při rozumném dodržení podmínek zákazníka lze při projektování rozváděče využít nejen těchto norem, ale i například softwarovou podporu. Tyto programy jsou nedílnou součástí projektanta a výrobce rozváděče. Pro lepší přehlednost a uvedení tématu „rozdávěč“ uvedu přehled druhů rozváděčů a jejich použití v praxi.

Úkolem práce je zjistit, jak se nejlépe vypočítá a následně ověřit výpočet oteplení zvoleného rozváděče. Pro vlastní výpočet oteplení rozváděče budou použity technické normy ČSN a pro ověření výpočtu oteplení bude provedeno měření termokamerou oteplení částí rozváděče. Měřením termokamerou zjistíme, které prvky rozváděče nejvíce sálají teplo do okolí. Na základě porovnání těchto tepelných zón s katalogem od výrobce těchto prvků doporučí možné řešení pro odstranění případných závad.

1 Druhy rozváděčů a jejich použití v technické praxi

Rozváděče mají široké uplatnění v elektrotechnické praxi. Jsou nedílnou součástí budov pro rozvod a řízení energie a technologií. Současné uplatnění rozváděčů a množství použitých druhů je natolik široké, že by určitě přesáhly tuto odbornou práci. Proto v této kapitole uvedu pouze nejčastější aplikace v technické praxi¹.

1.1 Typy a použití rozváděčů

O použití konkrétního typu rozváděče rozhoduje velké množství okolností, mezi které patří např. umístění, funkce, napájení, atd. Následující přehled tyto okolnosti shrnuje.

- **Dle umístění se používají rozváděče:**

- Vnitřní
- Vnější – v praxi se pro lepší ochranu rozváděče v některých případech montují speciální střechy

- **Dle funkce se používají rozváděče:**

- | | |
|---|----------------------------------|
| - Hlavní (viz obr. 1) | - Společné spotřeby |
| - Podružné | - MaR - Měření a regulace |
| - Bytové | - IT technika |
| - Elektroměrové | - Staveništní |
| - Požární | - USM – Univerzální skříň měření |
| - SHZ – Stabilní hasicí zařízení (viz obr. 3) | - a další kombinace a druhy |

- **Dle napájení se používají rozváděče:**

- Zálohované
- Z části zálohované
- Nezálohované

¹ Jako praktickou ukázkou jednotlivých typů rozváděčů uvedu fotografie z výroby rozváděčů firmy INSTALACE Praha.



Obrázek 1 Hlavní rozváděč RH, 9 polí, $I_n=1200A$, detaily polí rozváděče a pohled na řadu polí

Popis: vlevo nahoře je detail otevřeného prvního pole, shora zakrytý hlavní jistič, viditelné ventilátory; vpravo nahoře je detail hlavního jističe v prvním poli Schneider Electric Masterpact; vlevo dole je pohled na první čtyři pole rozváděče RH, viditelné větrací mřížky; vpravo dole je detail pátého pole s modulovými digitálními elektroměry a řadové svorky umístěnými na DIN-liště; v horní části toho samého obrázku je vidět měděná pasovina (rozměr 60x10mm) určená pro připojení vodiče PEN

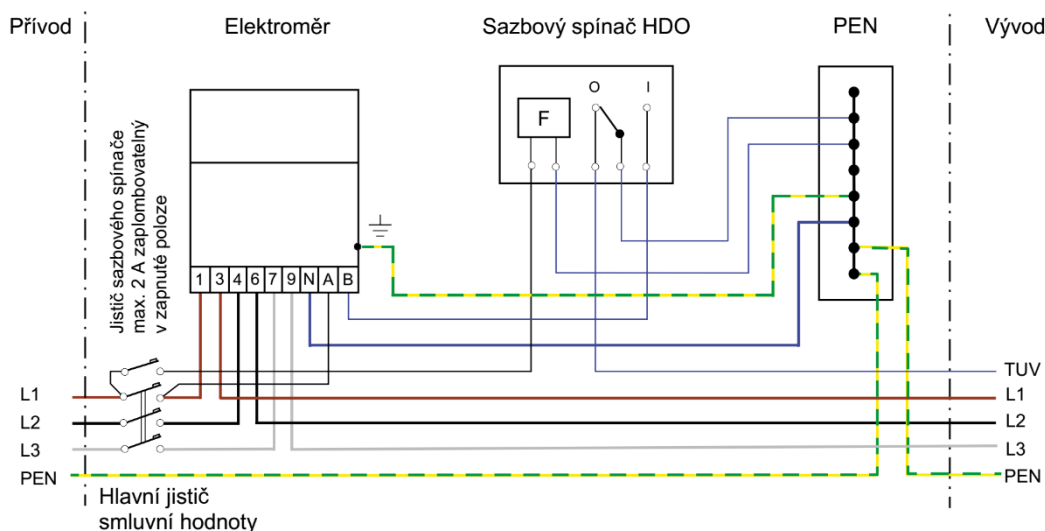
Zdroj: fotodokumentace firmy INSTALACE Praha, rok 2014

1.1.1 Příklady

1.1.1.1 Elektroměrové rozváděče

Elektroměrové rozváděče se umísťují na vstupu přívodního kabelu do bytového nebo nebytového objektu a slouží k měření odebrané elektrické energie. Konstruují se podle požadavků distribučních energetických firem, jimiž na trhu České Republiky jsou PRE-Distribuce, ČEZ-Distribuce a E-ON-Distribuce. Tyto požadavky jsou uvedeny v přípojovacích podmínkách jednotlivých distribučních firem. Podle normy musí být umístěny na veřejně přístupném místě, například v plotě objektu, ve vnější stěně domu, na sloupu, na kterém odbočuje vedení do měřeného objektu. U bytových domů s více byty pak jsou elektroměrové rozváděče umístěny ve společných prostorách domu. Nejčastěji se nachází společný rozváděč s více elektroměry vždy na každém podlaží. Elektroměrové rozváděče smějí obsahovat pouze hlavní jistič (jistič před elektroměrem), elektroměr, poskytnutý energetickou společností a případně přijímač HDO. Prostor připojení kabelů je zakrytován a zaplombován. Smyslem umístění elektroměrových rozváděčů ve volně přístupných prostorách je pochopitelně možnost odečtu stavu elektroměru i v nepřítomnosti zákazníka. V současnosti se v těchto rozváděcích využívají digitální elektroměry a speciální moduly, které již umí posílat data přes GSM signál k příslušné distribuční energetické firmě.

Schéma zapojení měření s třífázovým dvousazbovým elektroměrem a jednopovelovým přijímačem HDO v síti TN.



Pozn.: V případě montáže měřidel v provedení třídy ochrany II není ochranný vodič mezi měřidlem a PEN vyžadován.

Obrázek 2 Příklad zapojení elektroměrového rozváděče

Zdroj: E-ON Distribuce, (chyba v obr. 2 „sazbový spínač HDO“) zdroj [12]

1.1.1.2 Bytové rozváděče

Bytové rozváděče obsahují přístroje nutné k chodu rodinného domu nebo bytu. V provedení modulárních přístrojů pro montáž na DIN-lištu zde mohou být umístěny:

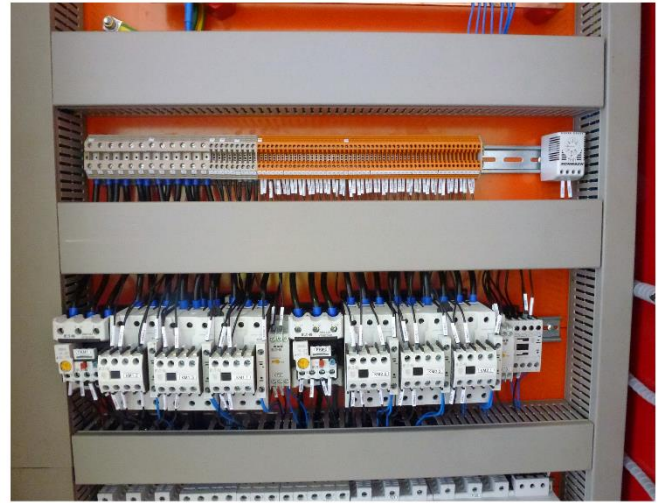
- hlavní vypínač – ve formě vypínače, jističe
- jednofázové a třífázové jističe různých charakteristik
- proudové chrániče (čtyř pólové) a jističe s proudovým chráničem většinou typu AC (citlivé na střídavé proudy) s reziduálním proudem 30mA
- převážně 2. stupeň přepětové ochrany, ale může se vyskytnout i kombinace 1. a 2. stupně přepětové ochrany v modulovém provedení (stupeň 3. je umístěn u spotřebičů)
- zvonkový transformátor, napáječ domovního telefonu
- modulové stykače, které spíná přijímač HDO, který je umístěn v elektroměrovém rozváděči pro ovládání topení či bojleru (až troj systémové)
- řadové svorky pro napojení silových vodičů a napojení dalších podružných rozváděčů

Pokud je v objektu instalována nějaká forma sběrniceového ovládání (KNX/EIB nebo CAN-bus) jsou ovládací a napájecí přístroje sběrnice také v bytovém rozváděči. Je praktické mít v rozváděči jednu jednofázovou zásuvku v provedení na DIN-lištu pro případné opravářské práce, která je jistěná samostatným jističem.

1.1.1.3 Požární rozváděče

Slouží k napájení, řízení a komunikaci s EPS (elektronický požární systém). V tomto systému jsou sprinklery, požární klapky a často bývá v kombinaci s nouzovým osvětlením v případě poruchy. Jako přívodní i ovládací kabely se používají kabely s funkcí při požáru, aby byla zaručena správná funkce i při vzniku požáru (v řádu několika desítek minut). Tyto kabely mají značení CXKH-R (V). V současnosti se využívá komunikace po sběrnících KNX/EIB nebo CAN-bus v rámci celého objektu.

Dále napájejí rozváděče, které mají označení SHZ (Stabilní hasicí zařízení). Tyto rozváděče mají za účel spustit a udržovat hasicí systém budovy do doby než přijede hasicí záchranný sbor a poté souběžně pomáhat dohasit požár. Obrázek č. 3 ilustruje, jak takový rozváděč vypadá. Velmi oblíbená červená barva se používá pro lepší rozlišení mezi ostatními rozváděči v rozvodnách především pro obsluhu. Dále je na témže obrázku zobrazeno „srdce“ rozváděče, které představují silové výkonové stykače. Tyto stykače spínají čerpadla a motory vzduchotechniky, které mají při požáru zajišťovat onu funkci „Stabilního hasicího zařízení“.



Obrázek 3 Rozváděč R04-SHZ, 2. pole

Popis: vlevo je celkový pohled na rozváděč, na dveřích jsou viditelné ovládací a signalizační přístroje, včetně ampérmetru a voltmetru (nahore uprostřed), rozváděč je osazen hl. jističem s vypínací cívkou, kterou lze vypnout i pomocí stop tlačítka (žlutý ochranný límec a červené hříbové tlačítko s aretací – dole uprostřed) vpravo je detail na řadové svorkovnice (horní řada) a výkonové stykače s pomocnými kontakty a tepelnými relé (dolní řada)

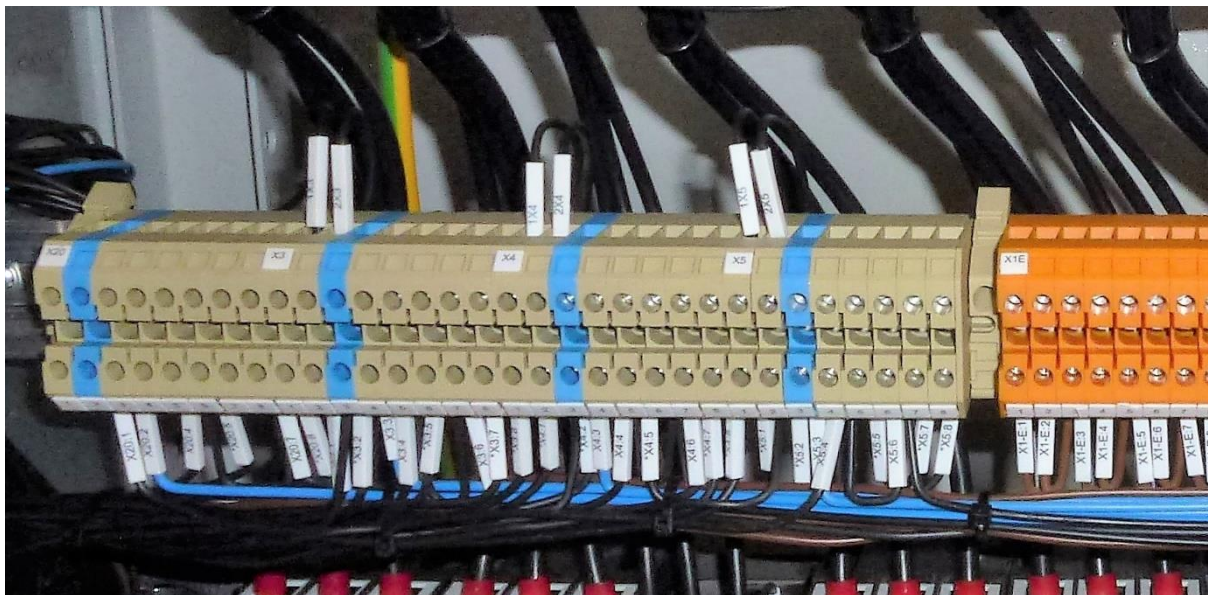
Zdroj: fotodokumentace firmy INSTALACE Praha, rok 2015

1.2 Komponenty

Ve většině silových rozváděčů se používají modulární přístroje na univerzální přístrojovou lištu, která nese v technické praxi označení DIN-lišta.

- **Modulární komponenty**

- Jističe různých charakteristik (B, C, D)
- Proudové chrániče (2 a 4 pólové)
- Přepětové ochrany (1, 2, 3 stupeň)
- Pojistkové odpínače pro válcové a trubičkové pojistky
- Zdroje menších výkonů (např. transformátory 230V / 24V, AC/DC, výkonů cca až 50VA)
- Spínací hodiny, soumrakové spínače
- Impulzní, instalační relé a stykače
- Měřicí přístroje (např. elektroměry, voltmetry, multimetry)
- Přístroje pro dálkovou komunikaci (např. Ethernet, KNX, CAN-bus, GSM, aj.)
- Řadové svorky (detail viz obr. 4)
- Zkratovací svorkovnice
- Svorkovnice PE a N



Obrázek 4. Detail řadových svorek

Popis: obrázek zobrazuje detail značení řadových svorek pomocí speciálních značících štítků (každý výrobce má unikátní systém značení svorek); jako doplňující značení pro přehlednější a praktičtější vlastní zapojování se používají nálečky s popisem, které se navléknou na vodiče; barevné odlišení svorek také hraje svoji zásadní roli při zapojování; firma INSTALACE Praha používá béžové, šedé svorky pro fázové napětí, modré svorky pro nulový vodič N a oranžové svorky pro napětí menší než 50V.

Zdroj: fotodokumentace firmy INSTALACE Praha, rok 2016

- **Nemodulární komponenty**

- Výkonové jističe/vypínače (tzv. Deiony – přejaté označení od firmy OEZ)
- Zdroje větších výkonů (např. transformátory 230V / 24V AC/DC, 120VA)
- Výkonové vzduchové stykače
- Pojistkové odpojovače pro nožové pojistky
- Měděná pásovina, která se montuje na nosné izolátory nebo do speciálních držáků
- Měřicí transformátory proudu a napětí

Firma Schneider Electric vyvinula jiný princip vypínání zkratu. **Využívá odpínání zátěže na dvou místech, a tudíž razantně omezí zkratové proudy**, které by mohli téci při zkratu výkonovým jističem. Tento mechanismus se standardně montuje do výkonových jističů NSX pro proudové hodnoty 100A až do 630A. Na obrázku č. 5 je zobrazen výkonový jistič NSX, výše zmíněný mechanismus a detail jističe s možností připojení pomocných kontaktů a další signalizace.



Obrázek 5 Výkonový jistič Schneider Electric NSX

Popis: vlevo je vidět vlastní výkonový jistič NSX; uprostřed je vidět mechanismus, který odpojuje zátěž na dvou místech; vpravo je tento jistič bez předního krytu a je zde vidět možné prostory pro připojení dalších pomocných kontaktů a signalizace.

Zdroj: internetové stránky firmy Schneider Electric [18], [19], [20]

- **Výzbroj rozváděčové skříně – vnitřní a vnější komponenty**

- Vlastní konstrukce (většinou dodávaná vcelku)
- Dveře s klikou a se zámekem (zámků je na výběr vícero druhů)
- Krycí panely (záleží na uvažovaném krytí tj. min IP 40/20)
- Hlavní vypínač (většinou jako hříbové tlačítko s aretací v provedení na dveřích)
- Podstavec většinou výšky 100mm
- Střecha pouze pro venkovní použití
- Prostor s vývodkami nebo gumovou přírubou pro průchod kabelů
- Identifikační štítek (dříve výrobní štítek na vnitřní straně dveří)
- Název rozváděče a výrobce rozváděče
- Informační a výstražné nálepky (blesky)
- Signálky, ovladače a kapsa na výkresy
- Protipožární úprava, např. EI-30 nebo EW-30 (většinou speciální úprava ve dveřích)

- **Přední výrobci přístrojů, skříní a příslušenství pro rozváděče**

- | | | |
|----------------|----------------|----------------------|
| - ABB | - HENSEL | - SEZ – Dolný Kubín, |
| - DCK | - KOPOS Kolín | Krompachy |
| Holoubkov | - LEGRAND | - SCHMATL |
| - DEHN | - OEZ Letohrad | - SCHNEIDER Electric |
| - EATON | - RITTAL | - SCHRACK |
| - FINDER | - SALTEK | - SIEMENS |
| - GHW Traiding | - SCAME | - WAGO |
| - HAGER | | - WEIDMULLER |

1.3 Návrh rozváděče

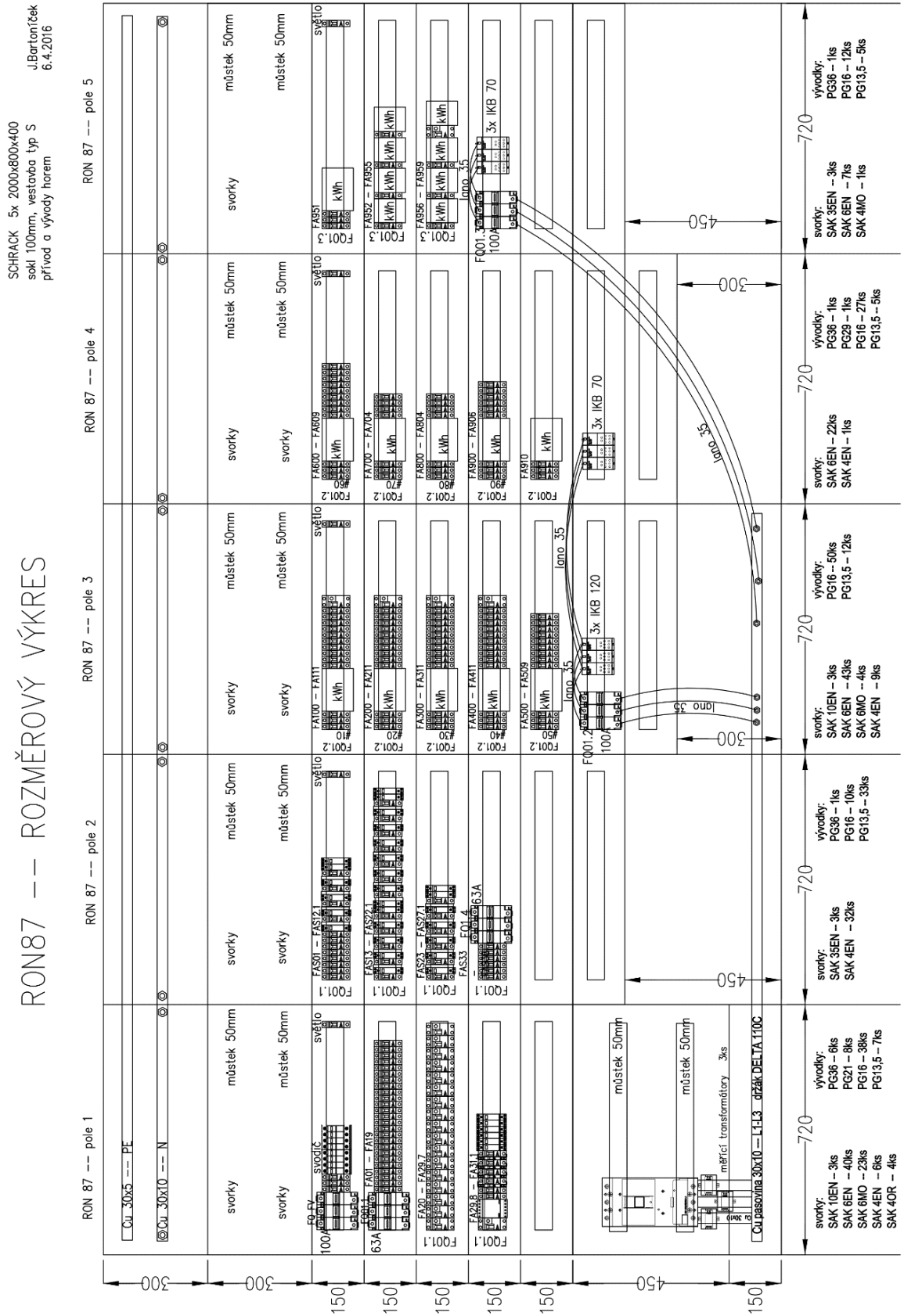
Dle projektu a požadavků zákazníka (investora) se do výroby rozváděčů dostane výkres požadovaného rozváděče. V projektu se určí základní parametry nutné k výrobě, které určí údaje, které se objeví mj. na identifikačním štítku. V závislosti na rozsáhlosti celkového objektu se vyrábějí všechny rozváděče ze stejného materiálu, který je vybrán z tendru společností potenciálních k dodání materiálu do celého objektu (potažmo zakázky).

Výkres a veškerá dostupná dokumentace je v tuto chvíli nejpodstatnější a nejdůležitější pro vlastní výrobu. Je zde zakresleno veškeré zapojení pomocí schématických značek a popisků. Z výkresu se vypíše materiál s nahlédnutím k následujícím okolnostem:

- typ sítě - převážně typ TNC-S nebo TNS (TNC pro elektroměrové rozváděče)
- velikost zkratového proudu I_{cw} - běžně mezi 6kA až 15kA (tato zkratová odolnost se vztahuje především na kovové zkraty nikoli elektrické oblouky)
- krytí IP - běžně IP40/20 nebo IP 40/00
- vývody a přívody – vše spodem či horem nebo jejich kombinace
- barva skříně a typ – běžně ocelovo-plechová skříň barvy RAL 7530
- údaj o velikosti rozváděče a jeho umístění v rozvodně či v místnosti (rozdávěče jsou dle konstrukce skříňové, nástěnné či zapuštěné)
- požadavek na rezervu

Pokud není rozměrový výkres rozváděče součástí projektu je vhodné tento dokument vytvořit. Pro vlastní výrobu je tento rozměrový výkres velmi důležitý a většinou řeší navíc detaily, které nejsou ve vlastním projektu zahrnuty a tak zvaně se spoléhá na výrobce rozváděče, že si s danými detaily poradí. Rozměrový výkres zahrnuje většinu již výše zmíněných okolností a měl by být součástí výrobní dokumentace rozváděče a tudíž i celého projektu skutečného provedení.

Na obrázku č. 6 je znázorněna ukázka skutečného rozměrového výkresu. Rozváděč RON87 má pět polí ($I_n=630A$). Skříně jsou od firmy Schrack Technik se speciální vestavbou S pro rozváděče se jmenovitým proudem nad 250A. Přívod a vývody má tento rozváděč vedené shora. V horní části je viditelné rozdělení rozváděče na jednotlivá pole a jejich rozměry. Ve spodní části jsou přehledné tabulky s počty svorek a vývodek opět pro jednotlivá pole. Od levé části jsou okótovány velikosti zákrytových panelů s výřezem pro modulové přístroje (výřez výšky 45mm a šířky dle montážních možností skříně) a případně panely bez výřezu. V dolní části je znázorněn způsob uchycení fázové měděné pásoviny na speciální držáky Delta a také napojení fázových vodičů na jednotlivé jistící komponenty. V horní části je navrženo uchycení měděné pásoviny PE na další speciální držáky a pásoviny N na nosné izolátory. V jednotlivých polích jsou rozděleny komponenty včetně umístění řadových svorek, dle výkresu rozváděče.



Obrázek 6 Příklad rozměrového výkresu rozváděče

Zdroj: pracovní podklady pro montáž rozváděče firmy INSTALACE Praha, rok 2016

1.4 Atesty rozváděčů

Po vypsání materiálu a následném objednání materiálu se pomocí rozměrového výkresu začne rozváděč vyrábět. Tento rozměrový výkres může a nemusí být součástí původního projektu, ale pro vlastní výrobu je nezbytný. Po výrobě se musí daný rozváděč prozkoušet a opatřit následujícími dokumenty s kladným hodnocením, že rozváděč úspěšně splňuje všechna kritéria, dle norem [3]. V rámci dokončení zakázky se spolu s rozváděčem odevzdává zákazníkovi výrobní dokumentace rozváděče, která se většinou liší od původního projektu včetně následujících dokumentů:

1. *ES Prohlášení o shodě dle ČSN EN ISO/EC 17050 a podle zákona č.22/97 Sb. v platném znění (příloha č. 1)*
2. *Kusové ověření dle ČSN EN 61439-1 ed.2 (příloha č. 2)*
3. *Krycí list – charakteristiky rozhraní (příloha č. 3)*

Dále je ještě výrobce rozváděče povinen vypracovat následující dokumenty, ale ty neodevzdá spolu s rozváděčem zákazníkovi. V případě kontroly od ČOI (Česká obchodní inspekce), TIČR (Technická inspekce České Republiky) nebo dalších kontrolních orgánů je výrobce rozváděčů povinen tyto dokumenty poskytnout k nahlédnutí:

4. *Ověření návrhu dle ČSN EN 61439-1 ed.2 (příloha č. 4)*
Může obsahovat: výpočet zkratové odolnosti (pouze u rozváděčů se zkratovým proudem o hodnotě $I_{cw} \geq 15\text{kA}$)
5. *Výpočet oteplení rozváděče (příloha č. 5)*
 - Výpočet bude podrobně probrán ve čtvrté kapitole

Všechny tyto dokumenty si výrobce rozváděče archivuje minimálně 10 let včetně aktuální výrobní dokumentace rozváděče. Záruka na rozváděče většinou bývá 5 let.

Další speciální certifikaci na prázdné skříně rozváděčů (a další výrobky, které se musí zkoušet) vydává EZÚ (Energetický zkušební ústav), která platí většinou 5 let a vydává se podle platných norem s datem vystavení. Po vypršení platnosti se znovu vydá nový certifikát opět dle platných norem v aktuálním znění.

Certifikaci a zkoušení rozváděče se věnuje celá jedna norma ČSN EN 61439-1 ed.2 a tudíž nebudu v této práci rozvádět postup jednotlivých měření a zkoušek, ale pouze uvedu tyto dokumenty jako příklad v příloze této práce. Atesty rozváděče uvedené v příloze se vztahují k měřenému rozváděči R2F + RSP2F, více v kapitole č. 5.

2 Problematika norem silových rozváděčů

Technické normy nejsou dle zákona závazné, ale pouze doporučené. V případě složitých projektů nebo výrobků jako jsou například rozváděče, se musí dodržovat pro dodržení bezpečnosti při vlastní výrobě platné technické normy. Výrobek musí mít v příslušné výrobní dokumentaci zmíněné všechny technické normy, podle kterých se vyráběl.

Norma, která se týká výpočtu oteplení je **ČSN IEC 890 + A1 - Metoda stanovení oteplení extrapolací pro částečně typově zkoušené rozváděče (PTTA) pro spínací a řídicí zařízení nízkého napětí (platná od 1. 5. 1998)**. Bude podrobně popsána v kapitole č. 4. v rámci výpočtu oteplení rozváděče.

2.1 Normy ČSN pro výrobu rozváděčů

V současnosti již neplatí normy řady ČSN EN 60 439-X (X je zástupný znak pro konkrétní normu z řady). Tato řada norem je plně nahrazena normami z řady ČSN EN 61 439-X. Normám ČSN EN 61 439-1 *Rozváděče nízkého napětí – Část 1: Všeobecná ustanovení* a ČSN EN 61 439-2 *Rozváděče nízkého napětí – Část 2: Výkonové rozváděče* byly v roce 2012 vydány už v druhé edici. Jedná se samozřejmě o tzv. harmonizované normy, tzn. české znění je obsahově shodné s normami platnými v ostatních zemích EU. Uvedené normy definují rozváděč nízkého napětí (dále jen nn) jako: kombinaci jednoho nebo více spínacích přístrojů nn spolu s přidruženými řídicími, měřicími, signalizačními, ochrannými, regulačními zařízeními, se všemi vnitřními elektrickými a mechanickými propojeními a konstrukčními částmi. Normy dále stanoví mj., že každý rozváděč musí být označen identifikačním (dříve výrobním) štítkem, znakem CE a musí pro něj být zpracováno ES prohlášení o shodě a dalšími dokumenty. [3]

Proces harmonizace našich norem s normami evropskými, který započal v roce 2011, byl ukončen 3. 1. 2016, kdy byla zrušena poslední ze souběžně platících norem ČSN EN 60439-5 ed.2 (35 4107) z května 2007.

- **ČSN EN 61439-1 ed.2 (35 7107) - Rozváděče nízkého napětí – Část 1: Všeobecná ustanovení**
ÚNMZ – S účinností od 23. 9. 2014 se nahrazuje ČSN EN 61439-1 (35 7107) z října 2010, která do uvedeného data platí souběžně s touto normou. [17]

Účelem této normy je harmonizovat, pokud je to proveditelné, všechna ustanovení a požadavky všeobecného charakteru, platná pro rozváděče nízkého napětí (dále jen rozváděče), aby se dosáhlo jednotnosti požadavků a ověřování pro rozváděče a aby se vyloučila potřeba ověřování podle jiných norem. Všechny požadavky různých norem pro rozváděče, které je možné považovat za všeobecné, byly tedy shromážděny v této základní normě spolu se specifickými aspekty, které mají velkou důležitost a použití, např. oteplení, dielektrické vlastnosti atd. [3]

- **ČSN EN 61439-2 ed.2 (35 7107) - Rozváděče nízkého napětí – Část 2: Výkonové rozváděče**

ÚNMZ – S účinností od 23. 9. 2014 se nahrazuje ČSN EN 61439-2 (35 7107) z října 2010, která do uvedeného data platí souběžně s touto normou. [17]

Tato norma platí pro stabilní nebo mobilní, kryté nebo nekryté rozváděče, jejichž jmenovité napětí nepřesahuje 1 000 V u střídavého proudu nebo 1 500 V u stejnosměrného proudu. Jsou určeny pro používání v souvislosti s výrobou, přenosem, rozvodem a přeměnou elektrické energie, a pro řízení elektrických spotřebičů. [4]

- **ČSN EN 61439-3 (35 7107) - Rozváděče nízkého napětí – Část 3: Rozvodnice určené k provozování laiky (DBO)**

ÚNMZ – S účinností od 22. 3. 2015 se nahrazuje ČSN EN 60439-3 (35 7107) z února 1995, která do uvedeného data platí souběžně s touto normou. [17]

Tato norma definuje specifické požadavky na rozvodnice určené k provozování laiky (DBO). [5]

- **ČSN EN 61439-4 (35 7107) - Rozváděče nízkého napětí – Část 4: Zvláštní požadavky na staveništní rozváděče (ACS)**

ÚNMZ – S účinností od 20. 12. 2015 se nahrazuje ČSN EN 60439-4 ed. 2 (35 7107) z května 2005, která do uvedeného data platí souběžně s touto normou. [17]

Tato norma definuje specifické požadavky na rozváděče nízkého napětí, určené pro používání na staveništních a podobných místech. [6]

- **ČSN EN 61439-5 (35 7107) - Rozváděče nízkého napětí – Část 5: Rozváděče pro veřejné distribuční sítě**

ÚNMZ – Touto normou se nahrazuje ČSN EN 61439-5 ed. 2 (35 7107) z července 2015. S účinností od 29. 9. 2017 se nahrazuje ČSN EN 61439-5 (35 7107) ze září 2011, která do uvedeného data platí souběžně s touto normou. [17]

Tato norma uvádí specifické požadavky na distribuční rozváděče pro veřejné elektrické sítě (PENDA), což jsou stabilní rozváděče ověřené ověřovacími zkouškami definovanými v této normě. Tyto rozváděče se používají pro rozvod elektrické energie v trojfázových systémech (typická rozvodná síť je na obrázku 101). Na nekryté rozváděče se tato norma nevztahuje. Tato norma má stanovit definice a specifikovat provozní podmínky, konstrukční požadavky, technické charakteristiky a zkoušky pro PENDA. Parametry sítě mohou vyžadovat zkoušky při vyšších výkonnostních úrovních. [7]

- **ČSN EN 61439-6 (35 7107) - Rozváděče nízkého napětí – Část 6: Přípojnicové rozvody**

ÚNMZ – S účinností od 27. 6. 2015 se nahrazuje ČSN EN 60439-2 ed. 2 (35 7107) z února 2001, která do uvedeného data platí souběžně s touto normou. [17]

Tato norma stanovuje provozní podmínky, konstrukční požadavky, technické charakteristiky a požadavky na ověření přípojnicových rozvodů. [8]

- **ČSN EN 61439-0 (35 7107) - Rozváděče nízkého napětí – Část 0: Návod na specifikaci rozváděčů**

ÚNMZ – datum vydání květen 2015, datum účinnosti červen 2016 [17]

Tato norma obsahuje dokument informativního charakteru, přijatý v souladu se směrnicemi ISO/IEC, část 1, jako technická zpráva (TR) s označením IEC/TR 61439- 0:2013. Překlad byl zajištěn Úřadem pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví. UPOZORNĚNÍ: Převzetí TR do národních norem členů ISO/IEC není povinné a tato TR nemusí být převzata na národní úrovni jako normativní dokument. [9]

- **ČSN EN 33 2000-4-41 ed.2 - Elektrické instalace nízkého napětí – Část 4-41: Ochranná opatření pro zajištění bezpečnosti – Ochrana před úrazem elektrickým proudem**

ÚNMZ – S účinností od 1. 2. 2009 se nahrazuje ČSN 33 2000-4-41 z února 2000, která do uvedeného data platí společně s touto normou. [17]

Tato norma stanoví základní požadavky na ochranná opatření, která je nutno v elektrických instalacích o napětí do 1 000 V provést, aby byla zajištěna ochrana osob před úrazem elektrickým proudem. Je založena na EN 61140, která je základní normou bezpečnosti, jež se uplatňuje na ochranu osob a hospodářských zvířat. Norma EN 61140 je určena k tomu, aby určila základní principy a požadavky, které jsou společné pro elektrické instalace a zařízení, nebo které jsou potřebné pro koordinaci těchto požadavků. Tato norma stanovuje podrobnější pravidla a požadavky na ochranu v elektrických instalacích, a to především v případě poruchy na elektrickém předmětu nebo připojovaném zařízení. Zabývá se také uplatněním a koordinací těchto požadavků ve vztahu k vnějším vlivům. Uvádí též pro určité případy požadavky na uplatnění doplňkové ochrany. [10]

- **ČSN EN 62305-1 ed.2 (34 1390) - Ochrana před bleskem – Část 1: Obecné principy**

ÚNMZ – S účinností od 13. 1. 2014 se nahrazuje ČSN EN 62305-1 z listopadu 2006, která do uvedeného data platí souběžně s touto normou. [17]

Tato část IEC 62305 poskytuje obecné principy, které by měly být respektovány při ochraně staveb před bleskem, včetně jejich instalací a obsahu, stejně jako osob. Tato norma není určena pro:

- železniční systémy
- dopravní prostředky, lodě, letadla, námořní instalace
- podzemní vysokotlaká potrubí
- potrubí, silnoproudá elektrická a telekomunikační vedení, která nejsou připojena ke stavbám

Tyto systémy obvykle podléhají zvláštním předpisům vydávaným různými konkrétními orgány. [11]

3 Zatížitelnost silových rozváděčů s ohledem na oteplení

V této kapitole se budu zabývat pojmy, jako jsou proudová zatížitelnost, součinitel soudobosti a ověření návrhu.

3.1 Pojem a stanovení velikosti zatížitelnosti rozváděče

Proudová zatížitelnost rozváděče je definována jako maximální proud, který může být trvale veden bez poškození nebo zvýšeného nebezpečí poruchy v důsledku nadměrného oteplení nebo jiných mechanismů. Proudové zatížitelnosti jsou ověřovány podle standardní hodnoty teploty okolí a oteplení. Uživatelé mohou specifikovat nižší nebo vyšší teploty okolí, pokud to jejich aplikace vyžaduje. [15]

3.1.1 Důležité pojmy pro stanovení zatížitelnosti

- **Jmenovitý proud I_{nA}**

Jmenovitý proud rozváděče je maximální zatěžovací proud, pro který je rozváděč navržen a který má rozvádět. Je menší než součet jmenovitých proudů přírodních obvodů v rozváděči, které pracují paralelně, a než celkový proud, který může hlavní přípojnice rozvádět v konkrétním uspořádání rozváděče.

- **Jmenovitý proud obvodů I_{nC}**

Pro tuto konkrétní aplikaci má uživatel specifikovat jmenovitý proud všech přírodních a výstupních obvodů, které jsou požadovány v rozváděči. Výrobce potom zvolí příslušné součásti pro dosažení těchto jmenovitých proudů tak, že vezme v úvahu jmenovité hodnoty přístrojů v obvodu, jejich rozmístění a použití v rozváděči.

- **Součinitel soudobosti (RDF)**

Všechny obvody v rozváděči jsou jednotlivě schopné vést trvale jmenovitý proud, který je jim přiřazen, avšak proudová zatížitelnost jakéhokoliv obvodu může být ovlivněna sousedními obvody. Tato tepelná interakce je taková, že pokud má skupina sousedních obvodů v rozváděči pracovat při jmenovitém proudu současně, je nutné významné snížení výkonu součástí, aby se zajistilo, že nedojde k nadměrnému oteplení.

V praxi je velmi nepravděpodobné, že bude požadováno, aby všechny obvody, nebo skupina sousedních obvodů v rozváděči vedly svůj jmenovitý proud trvale a současně. V typické aplikaci se značně liší typ a charakter zátěží. Některé obvody budou dimenzovány na základě nárazových proudů a přerušovaných nebo krátkodobých zatížení. Pragmatickým přístupem k této situaci vyskytující se v praxi je nesoudobost. Bere se v úvahu, že všechny výstupní obvody nebudou normálně plně zatíženy

ve stejné době, a tím se vyloučí potřeba zajistit pro konkrétní aplikaci nadměrně dimenzované zařízení. Součinitel soudobosti specifikuje podmínky průměrného zatížení, pro něž je navržen rozváděč, nebo skupina obvodů v rozváděči. Součinitel soudobosti může být specifikován uživatelem tak, aby odpovídal aplikaci, nebo může být stanoven výrobcem, pro: skupiny obvodů či celý rozváděč.

Podle IEC 890, tak i dle starší normy ČSN 35 7107 byl součinitel soudobosti roven jedné. Tato norma byla nahrazena normou ČSN EN 61439-1 ed.2 a v ní se uvažuje použití činitele soudobosti přímo do výpočtu oteplení rozváděče. S tímto ustanovením se výpočet „značně“ zjednodušuje. Součinitel soudobosti určuje projektant a případně výrobce rozváděče.

- **Poměr průřezu nulového vodiče k fázovým vodičům**

Ve většině trojfázových sítí je zatížení na třech fázích přijatelně vyvážené. To má obvykle za následek, že proud v nulovém vodiči je mnohem nižší než v odpovídajících fázích. Některá zatížení, zejména ta s významnými harmonickými složkami, mohou však vést ke zvýšeným proudům v nulovém vodiči. Průřez nulového vodiče bude v případě obvodů s průřezem fázového vodiče do 16 mm² včetně 100 % průřezu odpovídajících fází. Uživatel může specifikovat jiný poměr, je-li to považováno za nutné pro aplikaci. [15]

3.2 Softwarová podpora pro ověření návrhu rozváděče

V této podkapitole uvedu několik softwarových programů, které si vyvinuli firmy, dodávající komponenty k výrobě rozváděčů nebo firmy, které se specializují na technickou podporu a softwarové inženýrství. Uvedené programy mají za účel pomoci projektantům či výrobcům rozváděčů zjednodušit návrh rozváděče při zachování platných norem pro výrobu a výpočet oteplení rozváděčů.

3.2.1 Schrack Design

Schrack Design je softwarový nástroj, který Vám pomůže snadno a spolehlivě navrhnout elektrické rozváděče nízkého napětí podle aktuálních norem ČSN EN 61439-1, 2, 3 a ČSN IEC 890+A1. Součástí programu je kompletní produktová databáze komponentů Schrack Technik (jistice, chrániče, skříně pro rozváděče, aj.), která je pravidelně aktualizovaná. Ukázka programu je znázorněna na obrázku č. 7. Mezi neuvedené nevýhody patří nemožnost přidání materiálu od jiných firem, které se vyskytují v rozváděči. Většinou se skladba materiálu tvoří od různých výrobců.

Hlavní výhody a přednosti programu:

- **Návrh podle normy IEC 890+A1: Výpočtem tepelných ztrát v souladu s výše uvedenou normou se zajistí bezpečná funkce rozváděče**
- Kompletní průvodní dokumentace: Všechny požadované informace o výrobcích **včetně všech ověřovacích certifikátů** lze vytisknout společně s kompletní dokumentací rozváděče
- Provázanost s e-shopem: Schrack Design umožňuje získat kompletní technické parametry a informace o výrobcích Schrack včetně objednání jednotlivých komponent [13]

3.2.2 Eaton E-CONFIG Software

E-Config je výrobní software pro přípravu cenových informací, technických specifikací, nabídek, objednávek, konfiguraci výrobků a návrh rozváděčů Eaton. Program lze využít mimo jiné pro nalezení ceny výrobku. Ukázka programu je znázorněna na obrázku č. 8. Mezi neuvedené výhody patří možnost při přidávání materiálu od jiných firem, dopsat k daným komponentům ztrátový výkon. Většinou se skladba materiálu tvoří od různých výrobců a tudíž i ztrátové výkony jsou různé.

Program umožňuje vytvořit:

- seznam výrobků
- sestavy
- **návrh rozváděčů, jejich osazení, výpočet hmotnosti a oteplení rozváděče**
- dokumentaci – technické specifikace, cenová relace
- export do excelu a pdf, nastavení doplňkových parametrů
- paralelní zpracování více projektů
- databáze rozváděčů, výrobků a jejich částí [14]

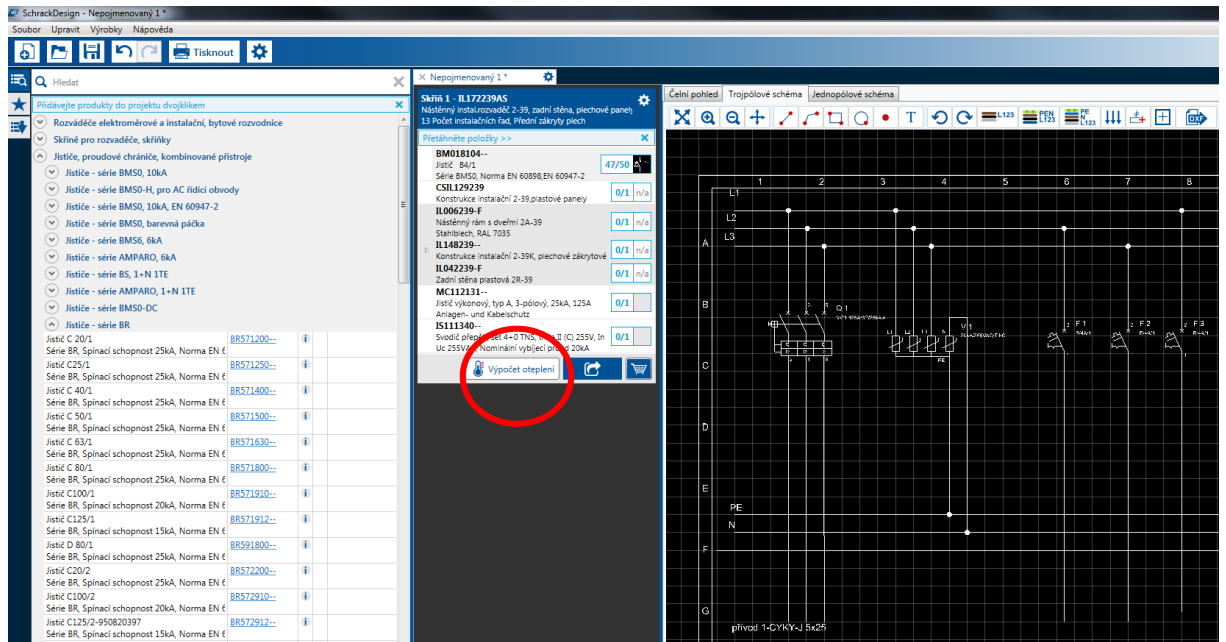
3.2.3 Rittal Therm 6.3

Náročný výpočet potřeby klimatizace přebírá v celém rozsahu software Therm. Snadno ovladatelné uživatelské rozhraní umožňuje uživateli správně dimenzovat nároky na klimatizaci. Výsledkem propočtu je podrobná dokumentace, kterou můžete snadno vytisknout nebo zkopírovat do textového editoru. To vám dává maximální jistotu při propočtu klimatizačních komponent.

Všechna vyhodnocení jsou založena na ustanoveních mezinárodních norem IEC/TR3 60890 AMD 1 a DIN 3168 pro chladicí jednotky rozváděčových skříní. Ověření oteplení dle požadavků normy ČSN EN 61439 lze vygenerovat pomocí jednoho tlačítka. Ukázka programu je na obrázku č. 9.

Obsah vytvořené dokumentace programem a další výhody:

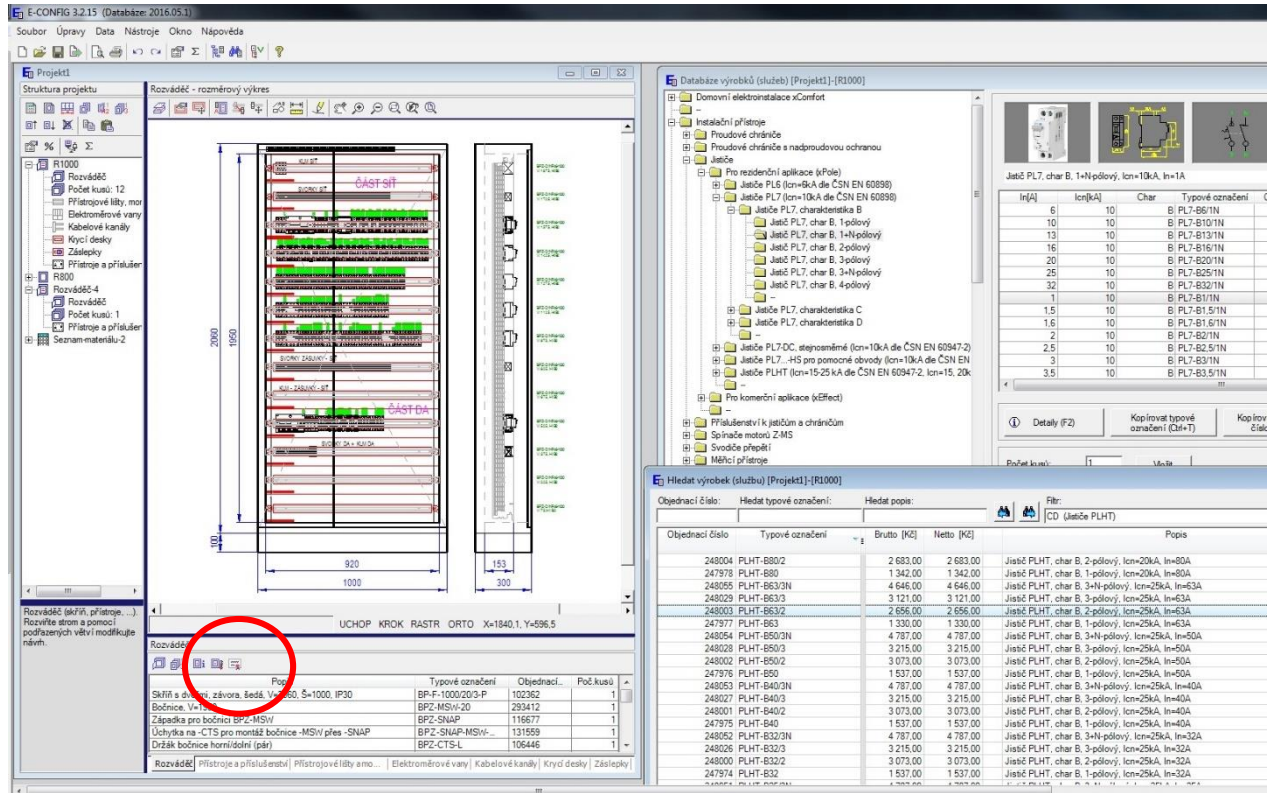
- **Vypočtený povrch rozváděče**
- **Vyzařovaný výkon uvolněný do okolí nebo absorbovaný z vnějšku**
- **Potřebný chladicí výkon vypočtený na tomto základě**
- **Vnitřní teplota skříně bez chlazení**
- **Návrh možných alternativ**
- Schopnost práce v síti a obsahuje 16 jazyků
- **Editovatelná databáze se ztrátovými výkony standardních komponent**
- Propočty probíhají v souladu s normami IEC/TR3 60890 AMD 1 a DIN 3168
- Výsledky lze se všemi údaji vytisknout nebo uložit jako soubor a dále zpracovávat v textovém editoru
- **Možnost současného propočtu více rozváděčů [16.1]**



Obrázek 7 Ukázka programu Schrack Design

Popis: vlevo je katalogový výběr všech komponentů od firmy Schrack; uprostřed je vlastní náplň rozváděče a všech komponentů vložených z katalogu, v tomto poli je možnost provést výpočet oteplení (viz červené označení); vpravo je přepínání mezi jednotlivými okny, kde je možnost nakreslit výkres rozváděče v jednopólové, třípólovém schématu nebo si zobrazit přímo čelní pohled s umístěnými komponenty.

Zdroj: vlastní použití programu ve firmě INSTALACE Praha v praxi

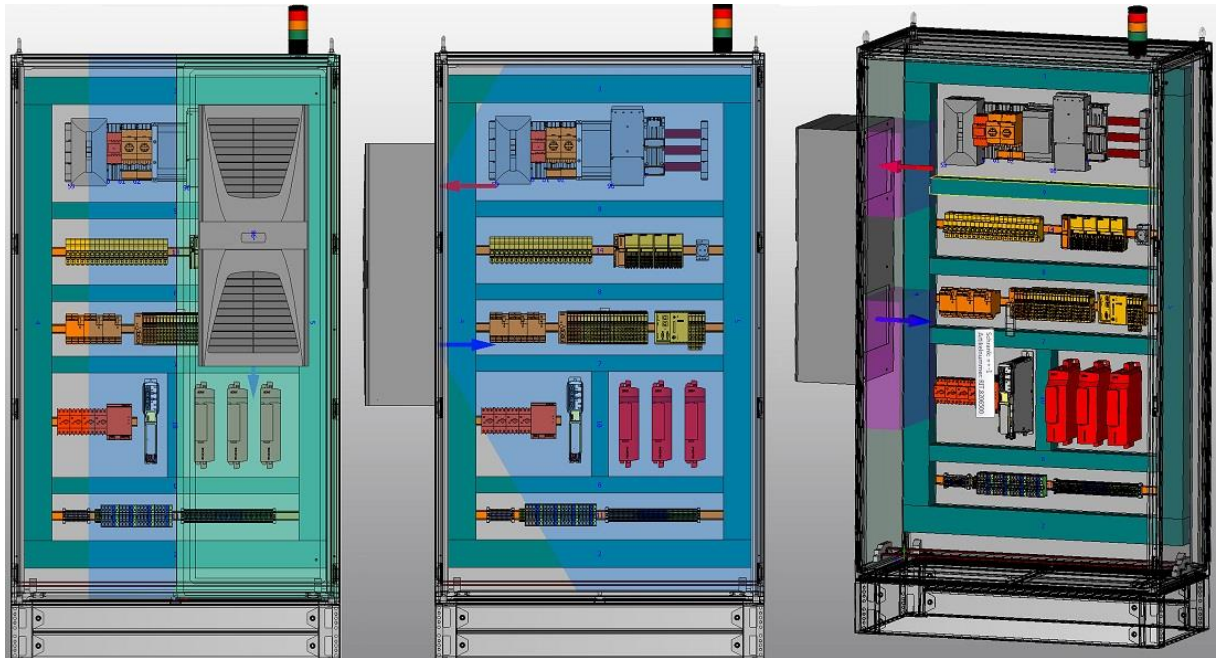


Obrázek 8 Ukázka programu Eaton E-Config

Popis: vlevo se nachází návrh rozložení komponentů v rozváděči, včetně možnosti výpočtu oteplení (viz červené

označení) a vytvoření ověření návrhu a dalších atestů rozváděče; vpravo nahoře je stromová struktura databáze výrobku dle různých kategorií užití, včetně zobrazení obrázků a brutto ceny; vpravo dole se nachází další možnost výběru komponentů s možností vyhledávání dle různých kritérií.

Zdroj: vlastní použití programu ve firmě INSTALACE Praha v praxi



Obrázek 9 Ukázka programu Rittal Therm

Popis: *vlevo*: instalace chladič jednotky na dveře, optimálně chlazená oblast nedosahuje ke stěně rozváděčové skříně; *uprostřed*: instalace chladič jednotky na levé bočnici, všechny komponenty se nacházejí v optimálně chlazené oblasti; *vpravo*: v prostoru určenému pro proudění vzduchu se nenacházejí žádné překážky.

Zdroj: webové stránky firmy Rittal [16.2].

4 Výpočet oteplení rozváděče

4.1 Popis problému

Tuto kapitolu věnuji výpočtu oteplení rozváděče dle normy:

ČSN IEC 890 +A1 35 7110 - Metoda stanovení oteplení extrapolací pro částečně typově zkoušené rozváděče (PTTA) pro spínací a řídicí zařízení nízkého napětí. (platná od 1. 5. 1998) [17]

Anotace normy dle ÚNMZ:

„ČSN IEC 890 +A1 Následující metoda platí pro kryté PTTA nebo pro pole PTTA oddělená mezistěnami bez umělého větrání. POZNÁMKY 1 Vliv materiálů, které se obvykle používají pro kryty, jakož i tloušťek stěn krytů na ustálené teploty je zanedbatelný. Metoda platí pro kryty vyrobené z ocelového plechu, hliníkového plechu, litiny, izolačního materiálu a podobných materiálů. U nekrytých a panelových PTTA není nutné žádné stanovení oteplení, je-li zřejmé, že nejsou pravděpodobné žádné nadměrné teploty vzduchu. Navržená metoda je určena pro stanovení oteplení vzduchu uvnitř krytu. POZNÁMKA - Teplota vzduchu uvnitř krytu je rovná teplotě okolního vzduchu vně krytu zvýšené o oteplení vzduchu uvnitř krytu, způsobené tepelnými ztrátami instalovaného zařízení. Není-li stanoveno jinak, teplota okolního vzduchu vně PTTA je teplota vzduchu, stanovená pro vnitřní instalaci PTTA (průměrná hodnota za 24 h) 35 °C. Jestliže teplota okolního vzduchu vně PTTA na místě použití překračuje 35 °C, tato vyšší teplota je považována za teplotu okolního vzduchu PTTA.“ [2]

Jak je vidět, tak tato norma sice platí, ale stále používá termíny PTTA, které nové normy již nepoužívají, nicméně to na postupu výpočtu nic nemění.

Tepelné ztráty jsou doprovodným jevem každého rozváděče. Jejich příčinou je ztrátový výkon proudových obvodů, vyvolaných průchodem elektrického proudu. Důsledkem je pak nárůst teploty jednotlivých elementů proudové dráhy.

Teplotní rozdíl mezi proudovými obvody a vnitřním prostorem rozváděče vyvolá přestup tepla a nárůst vnitřní teploty. Následným přestupem tepla mezi vnitřním prostorem rozváděče a okolním prostředím se po určité době vytvoří tepelná rovnováha s ustáleným rozložením teploty. Cílem tepelného návrhu elektrického zařízení je dosáhnout takového rozložení teploty, při němž by nebyly za normálních provozních podmínek překročeny tepelné meze, stanovené pro jeho jednotlivé části. [1], [23]

4.2 Zdroje tepla a tepelné toky v rozváděči

Každá část proudovodné dráhy vyrobená z klasických materiálů, klade průchodu elektrického proudu odpor. Činná složka tohoto odporu způsobuje výkonové (P) a energetické (E) ztráty, které lze vyjádřit vztahy:

$$P = R \cdot I^2 \text{ [W]} \quad (1)$$

$$E = P \cdot t \text{ [J]} \quad (2)$$

Vnějším projevem ztrátové energie je nárůst teploty proudovodné dráhy. Teplotní rozdíl mezi proudovodnou dráhou a okolním prostředím vyvolá tepelný tok Φ proudovodné dráhy do vnitřního prostředí rozváděče. Zvýšení vnitřní teploty rozváděče má za následek ohřev jeho krytu a vznik tepelného toku mezi krytem a vnějším prostředím (obr. 10). Rozložení teplot na rozhraní vnitřního a vnějšího prostředí rozváděče je ovlivněno tepelnou vodivostí použitého

materiálu a tepelně výměnnými pochody v mezní povrchové vrstvě uvnitř a vně krytu. Typické rozložení teplot na rozhraní dvou prostředí je znázorněno na (obr. 11.). Velikost tepelného toku procházejícího krytem rozváděče je ovlivněna teplotní diferencí mezi vnitřním a vnějším prostředím, součinitelem prostupu tepla krytu K a jeho plochu.

Kvantitativně lze tepelný tok popsat výrazem:

$$\Phi = A \cdot K \cdot (\vartheta_i - \vartheta_c) \text{ [W]} \quad (3);$$

Φ – tepelný tok (W)

A – plocha rozhraní (m²)

K – součinitel prostupu tepla (Wm⁻²K⁻¹)

ϑ_i – teplota vnitřního prostředí

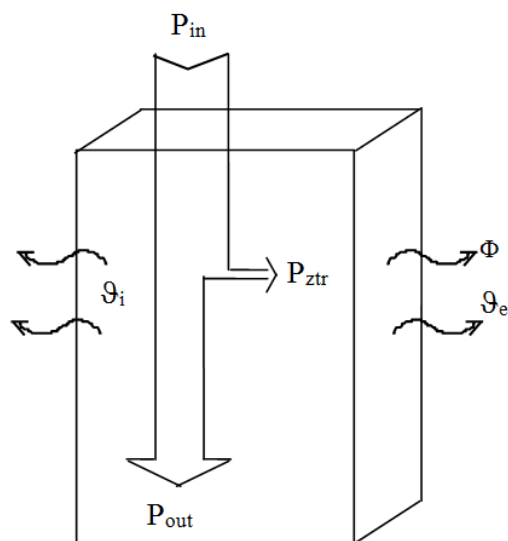
ϑ_c – teplota vnějšího prostředí

Výpočet tepelného toku dle předchozího vztahu není na první pohled komplikovaný, avšak v praktických aplikacích je problematické určení součinitele tepla K .

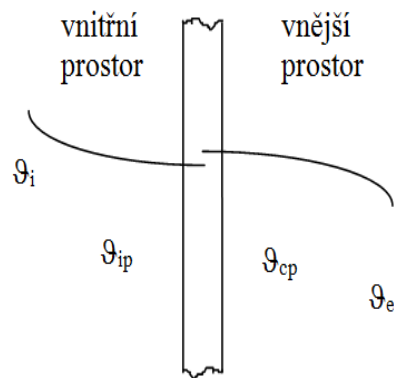
Je to dáno tím, že rozváděče mohou být instalovány

různými způsoby (volně stojící, nástěnné, rohové, řadová zástavba volně stojící, rozváděče zcela obestavěné a podobně). Z těchto důvodů nelze výpočet tepelného toku provádět pouze na základě znalosti součinitele prostupu krytu, ale je nutné respektovat i způsob instalace rozváděče a tepelně vyzařovací vlastnosti jeho dílčích ploch A_{oi} . [1], [23]

Zdroj: uvedené obrázky č. 10, 11 jsou převzaty ze zdroje [23]



Obrázek 10 Tepelné toky v rozváděči



stěna krytu rozváděče

Obrázek 11 Rozložení teploty na rozhraní vnitřního a vnějšího prostoru rozváděče

Význam symbolů použitých v obrázcích č. 7 a 8:

P_{in} - elektrický výkon, vstupující do rozváděče (W)

ϑ_e - vnější teplota (°C)

P_{ztr} - ztrátový výkon vnitřního vybavení rozváděče (W)

ϑ_{ip} - teplota vnitřního povrchu krytu (°C)

P_{out} - elektrický výkon, vystupující z rozváděče (W)

ϑ_{cp} - teplota vnějšího povrchu krytu (°C)

ϑ_i - vnitřní teplota (°C)

Φ - tepelný tok (W)

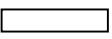

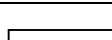
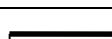
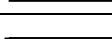
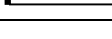
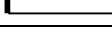
4.3 Účinný chladicí povrch rozváděče

Na základě řady měření byly stanoveny tzv. součinitele povrchu b_i , umožňující respektovat změněné podmínky způsobem instalace pro prostup tepla dílčími plochami A_{oi} a tím přejít do skutečných „geometrických“ ploch krytů k tzv. účinným chladicím plochám A_{ei} . Výpočet tepelného toku pomocí účinných chladicích ploch umožňuje pracovat se součinitelem prostupu tepla K materiálu, použitého na výrobu krytu rozváděče. Výsledná účinná chladicí plocha krytu A_e je pak dána výrazem:

$$A_e = \sum_{i=1}^{i=n} A_{oi} \cdot b_i \quad (4)$$

| Způsob instalace (umístění) rozváděče | Součinitel b_i |
|--|-------------------|
| Kryt je shora přístupný | 1,4 |
| Kryt je shora nepřístupný (např. u vestavěných rozváděčů) | 0,7 |
| svislý povrch krytu (přední, boční nebo zadní panel) je přístupný | 0,9 |
| Zadní a boční přístup povrch je nepřístupný (např. při montáži na stěnu) | 0,5 |
| Boční povrchy v případě řadových rozváděčů jsou nepřístupné | 0,5 |
| Dno rozváděče | nebere se v úvahu |

Tabulka 1 Součinitele povrchu b_i pro různé způsoby instalace rozváděče

| Symbol | Způsob zástavby | Vztah pro výpočet účinného chladicího povrchu A_e |
|---|--|---|
|  | Samostatné kryty přístupné ze všech stran | $A_e = 1,8 \cdot H \cdot (B + T) + 1,4 \cdot B \cdot T$ |
|  | Samostatné kryty pro montáže ke zdi | $A_e = 1,8 \cdot T \cdot H + 1,4 \cdot B \cdot (H + T)$ |
|  | Samostatný kryt umístěný bokem ke zdi | $A_e = 1,4 \cdot T \cdot (B + H) + 1,8 \cdot B \cdot H$ |
|  | Samostatný kryt umístěný v rohu | $A_e = 1,4 \cdot H \cdot (B + T) + 1,4 \cdot B \cdot T$ |
|  | Volně stojící řadový rozváděč | $A_e = 1,8 \cdot H \cdot B + 1,4 \cdot B \cdot T + T \cdot H$ |
|  | Řadový rozváděč pro montáž do zdi (vrch přístupný) | $A_e = 1,4 \cdot B \cdot (H + T) + H \cdot T$ |
|  | Řadový rozváděč pro montáž do zdi (vrch nepřístupný) | $A_e = 1,4 \cdot B \cdot H + 0,7 \cdot B \cdot T + T \cdot H$ |

Tabulka 2 Účinný chladicí povrch krytu pro různé způsoby zástavby rozváděče

Popis tabulky: šířka krytu B, výška krytu H, hloubka krytu T, specifikováno dle IEC 890

Zdroj: obě uvedené tabulky (1, 2) jsou ze zdroje [1]

Zavedení parametrů účinného chladicího A_e umožňuje provést výpočet tepelného toku z krytu do okolního prostředí na základě součinitele přestupu tepla K použitého krytu. Typické hodnoty tohoto součinitele jsou následující:

- pro celoplechový kryt rozváděče: $K_{Fe} \cong 5,5 \text{ (Wm}^{-2}\text{K}^{-1}\text{)}$
- pro plastový kryt rozváděče: $K_{plast} \cong 3,5 \text{ (Wm}^{-2}\text{K}^{-1}\text{)}$

Kryt o účinném chladícím povrchu A_e tak vlastně reprezentuje volně stojící kryt, který má stejné ochlazovací vlastnosti, jako zastavěný kryt o ploše A_0 dané jeho geometrickými rozměry. Tepelný tok Φ z krytu rozváděče do okolního prostředí je roven ztrátové energii prošlé za jednotku času plochou krytu. V ustáleném teplotním stavu je číselně roven vnitřnímu ztrátovému výkonu P_{ztr} .

$$\Phi = A_e \cdot K (\vartheta_i - \vartheta_e) \quad (5);$$

Z předchozího vztahu lze jednoduchou úpravou vyjádřit vnitřní teplotu ϑ_i . Tento výpočet vnitřní teploty je však zatížen značnou chybou, neboť nerespektuje její rozložení uvnitř rozváděče. Proto je nutné použít postupu dle dokumentu IEC 890. [1], [23]

4.4 Výkonové ztráty prvků rozváděče

Pro výpočet oteplení rozváděče je nutné znát výkonovou ztrátu jednotlivých prvků, z nichž je rozváděč sestaven. Při výpočtu dle metodiky uvedené v dokumentu IEC 890 se vychází z výkonové ztráty, vznikající při namáhání jednotlivých prvků jejich jmenovitým proudem. Celková výkonová ztráta je dána součtem ztrát všech prvků a je výchozí hodnotou pro výpočet oteplení. Tato hodnota se ještě násobí činitelem soudobosti (viz kapitola 3.1.1). V současnosti bývá v katalogích výrobků různých firem publikován údaj o ztrátovém výkonu prvků.

| Počet pólů / jm. proud | 1P | 1P+N | 2P | 3P | 3P+N |
|---------------------------|---|------|------|------|------|
| $I_n [A]$ | Ztrátový výkon na přístroj $\Delta P [W]$ | | | | |
| 6 | 1,8 | 2 | 3,6 | 5,5 | 5,6 |
| 10 | 1,9 | 2,1 | 3,9 | 5,9 | 6,1 |
| 16 | 2,2 | 2,6 | 4,7 | 6,9 | 7,2 |
| 20 | 3,2 | 3,6 | 6,6 | 9,8 | 10,1 |
| 25 | 3 | 3,5 | 6,4 | 9,4 | 9,7 |
| 32 | 3,7 | 4,4 | 8,1 | 12,1 | 12,5 |
| 40 | 3,4 | 4,1 | 7,5 | 11,2 | 11,5 |
| 50 | 4,5 | 5,4 | 9,9 | 14,9 | 15,3 |
| 63 | 5,2 | 6,3 | 11,5 | 17,2 | 17,7 |

Tabulka 3 Ztrátové výkony jističů firmy Schrack

Zdroj: katalog firmy Schrack Technik, strana 2 [24]

4.5 Výpočet výkonových ztrát sběrníkových systémů

Protože jmenovité proudy sběrnic se dosti podstatně mění v závislosti na teplotě okolí, úpravě jejich povrchů, počtu paralelně spojených vodičů a přípustného oteplení, je výhodné místo komplikovaného tabelárního vyjádření výkonové ztráty pro jednotlivé případy aplikací použít jednoduchého výpočtu. Pro sběrníkové systémy taktéž existují tabulky ztrátových výkonů pro jednotlivé druhy, které se v praxi používají do rozváděčů. V této práci tyto tabulky neuvádím, protože jsou dostupné v normách. [1], [23]

V případě, že je znám střídavý odpor jednotkové délky sběrníkového systému, lze výkonové ztráty počítat pomocí vztahu:

$$P_z = \frac{I^2 \cdot r \cdot L}{1000} \quad (6);$$

Kde P_z je výkonovou ztrátou (W)
 I provozní (resp. jmenovitý) proud sběrnice,
 r odpor jednoho metru sběrnice ($m\Omega/m$) - měrný odpor sběrnice
 L celkovou délku sběrnice, protékanou proudem I

4.6 Příklad výpočtu

Volně stojící rozváděč **R2F+RSP2F** u zdi z ocelového plechu bez vnitřních přepážek má rozměry:

- šířka B : 1,2 m, výška H : 2,06 m, hloubka T : 0,3 m.

Jaká bude vnitřní teplota rozvaděče, je-li součinitel prostupu tepla jeho krytu

$K = 5,5 \text{ Wm}^{-2}\text{K}^{-1}$, teplota okolí $\vartheta_e = 25 \text{ }^\circ\text{C}$ a vnitřní ztrátový výkon $P_{ztr} = 150 \text{ W}$.

Výpočet:

a) Účinný chladicí povrch krytu je (tab. 2)

$$A_e = 1,8 \cdot T \cdot H + 1,4 \cdot B \cdot (H + T)$$

Po dosazení do výrazu vyjde:

$$A_e = 1,8 \cdot 0,3 \cdot 2,06 + 1,4 \cdot 1,2 \cdot (2,06 + 0,3) = \underline{5,07 \text{ m}^2}$$

Výpočet průměrné vnitřní teploty:

$$\vartheta_i = \frac{\Phi}{A_e \cdot K} + \vartheta_e = \frac{150}{5,07 \cdot 5,5} + 25 = \underline{30,37 \text{ }^\circ\text{C}}$$

b) Výpočet dle IEC 890

Oteplení ve střední výšce $\Delta\vartheta_{0,5}$:

$$\Delta\vartheta_{0,5} = k \cdot d \cdot P_{ztr}^x$$

Význam jednotlivých symbolů:

k - konstanta krytu (v našem případě $K = 0,18$),

d - součinitel respektující počet vodorovných přepážek v krytu rozvaděče (W),

P_{ztr} - ztrátový výkon vnitřního vybavení skříně (uzavřená, větraná v našem případě $x = 0,804$).

Po číselném dosazení:

$$\Delta\vartheta_{0,5} = 0,18 \cdot 1 \cdot 150_{ztr}^{0,804} = \underline{10,11 \text{ °C}}$$

Teplota ve střední části rozváděče:

$$\vartheta_{0,5} = \vartheta_i + \Delta\vartheta_{0,5} = 25 + 10,11 = \underline{35,11 \text{ °C}}$$

Oteplení v horní části rozváděče $\Delta\vartheta_{1,0}$ vychází z oteplení ve střední části $\Delta\vartheta_{0,5}$ a je dáno vztahem:

$\Delta\vartheta_{1,0} = c \cdot \Delta\vartheta_{0,5}$, kde c je součinitel rozložení i -te teploty, závislý na výšce krytu, ploše základny a způsobu stavby. V našem případě je $c = 1,48$.

Po číselném dosazení vyjde:

$$\Delta\vartheta_{1,0} = 1,48 \cdot 10,11 = 14,96 \text{ °C}$$

a teplota v horní části rozváděče bude:

$$\vartheta_{1,0} = \vartheta_e + \Delta\vartheta_{1,0} = 25 + 14,96 = \underline{39,96 \text{ °C}}$$

V porovnání s výpočtem bez uvážení vzorců vycházející z normy IEC890 vychází oteplení o 9,5 °C vyšší a zjednodušený výpočet ve variantě a) je zatížen chybou větší než 20%.

Nutno podotknout, že ztrátový výkon rozváděče není v tomto případě počítán se součinitelem soudobosti rovným 1, ale dle výpočtu oteplení rozváděče (v příloze č.2) se tento součinitel rovná 0,15.

Při výpočtu pomocí programu, který používáme ve firmě (Klimša – Rozváděče verze 3.0) [28] vyšlo oteplení rozváděče 30,75°C (příloha č. 5). To odpovídá výpočtové variantě a).

Veškeré koeficienty jsem použil ze zdrojů [1], [23]

5 Praktické ověření tepelných výpočtů měřením

Hlavní důvod měření oteplení termokamerou je čistě praktický. Většinou dochází ke kontrole provozovaného zařízení po poruše nebo při špatném stavu daného zařízení. **Mezi hledané závady patří hlavně oteplení poruchových míst, kde se zjistí např. neutažené vodiče ve svorkách či zjištění jiného místa kde vzniká neúměrně velký přechodový odpor.** Termokamera je na tato měření velmi vhodná, protože se může měřit při zapnutém stavu zařízení. Při zapnutém stavu průchod proudu ohřeje ono porušené místo a na termokameře se zobrazí jako místo se zvýšenou teplotou oproti okolí.

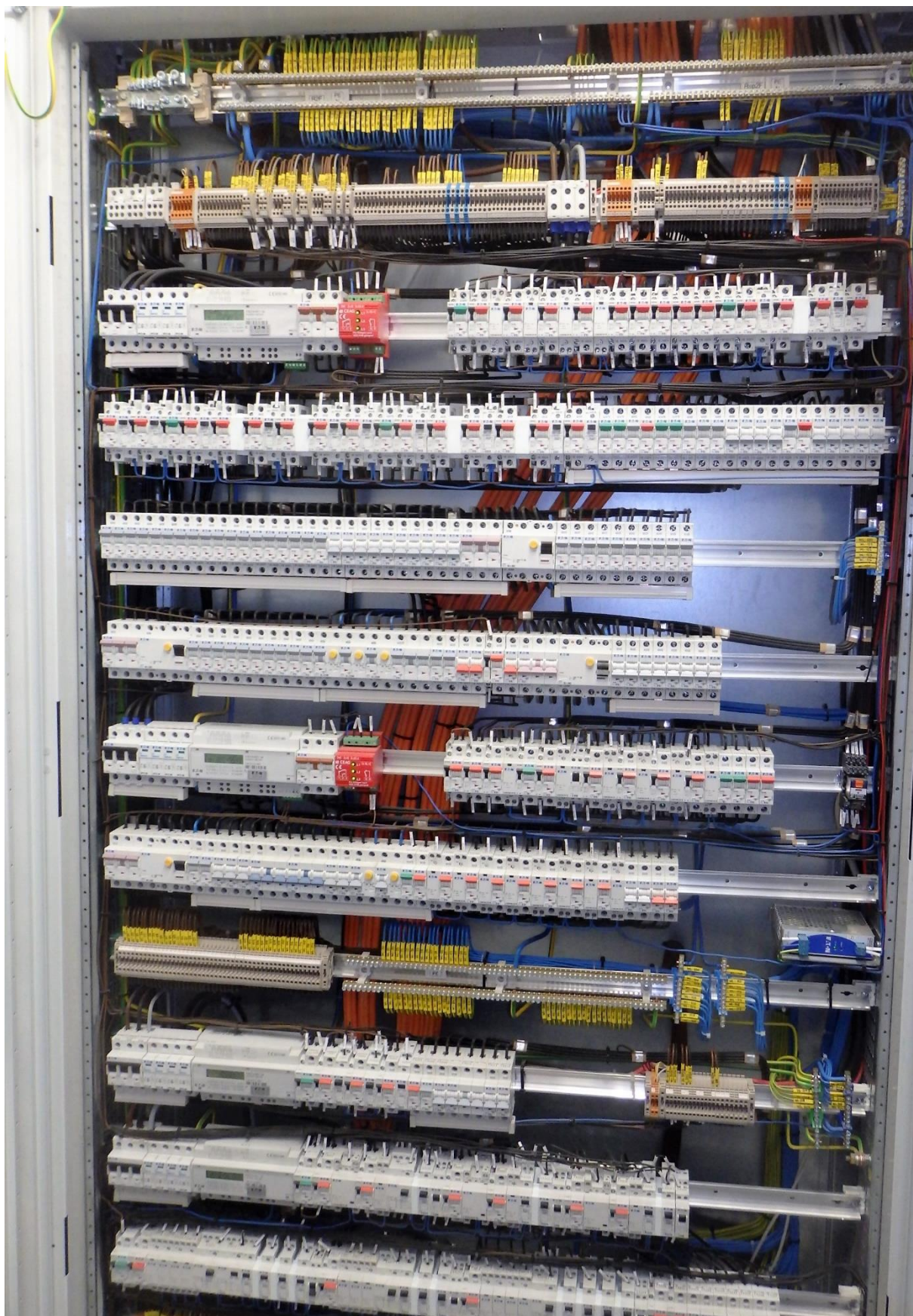
5.1 Vlastní měření oteplení rozváděče termokamerou

Mým úkolem bylo proměřit mnou zvolený rozváděč, který vyrobila firma INSTALACE Praha. Vybral jsem si rozváděč **R2F + RSP2F** (rozváděč je zobrazen na obrázku č. 12), který je v provozu v Administrativním Centru Enterprise v Praze. Daný rozváděč se nachází ve druhém nadzemním podlaží a slouží jako rozváděč společné spotřeby a zároveň jako patrový rozváděč. Je rozdělen do několika sekcí a má jak síťové, tak i zálohované napájení. Vzhledem k rozměrům a náplni jsou ve dveřích umístěny dvě větrací mřížky. (Výkres rozváděče: příloha č. 6, Rozměrové schéma rozváděče: příloha č. 7, Výdejka materiálu: příloha č. 8)

Tento rozváděč jsem měřil s Ing. Stanislavem Mrázem z firmy ATICO Praha, který mi pomohl zhotovit snímky a poskytl mi podklady k termokameře včetně kalibračního listu (příloha č. 9). Termokamera je vyrobena firmou FLIR a její typové číslo je P65 (katalogový list: příloha č. 10). Měření proběhlo 11. 5. 2016. Teplota okolí v rozvodně s rozváděčem R2F + RSP2F byla 19°C. Jako doplňující měření jsme zhotovili snímky rozváděče **RHS2 (6. pole)** v hlavní rozvodně stejného objektu. K tomuto rozváděči není zahrnuta výrobní dokumentace, protože tento rozváděč není předmětem zkoumání této práce.

5.2 Praktický výsledek měření oteplení rozváděče

Jako výsledky měření jsou použity snímky z termokamery. Pro vystihnutí nejvíce sálajících předmětů na snímku v dané zóně jsem vytvořil tabulky č. 4 a 5. Ke snímkům z termokamery jsou pořízeny i fotografie, které zobrazují měřené místo běžnou optikou člověka. Během měření jsem zjistil, že před rozváděčem není dostatek místa pro zhotovení celkového snímku pomocí této termokamery. Termokamera by pro tento celistvý snímek potřebovala aspoň 2m, což z důvodu vzduchotechniky umístěné na protější stěně bylo znemožněno. Celkový měřitelný prostor se tedy zmenšil na 1,5m. Novější typy termokamer by si s touto vzdáleností jistě poradily (lepší zobrazovací technika). Snímky, které jsme pořídili, mají velmi slušnou vypovídající hodnotu o oteplení daných částí rozváděče. Tyto měřené části byli při měření zatíženy, a tudíž se ohřály více nežli okolí a na termokameře byli dobře viditelné. Pro zhodnocení jsou pořízené snímky dostačující.

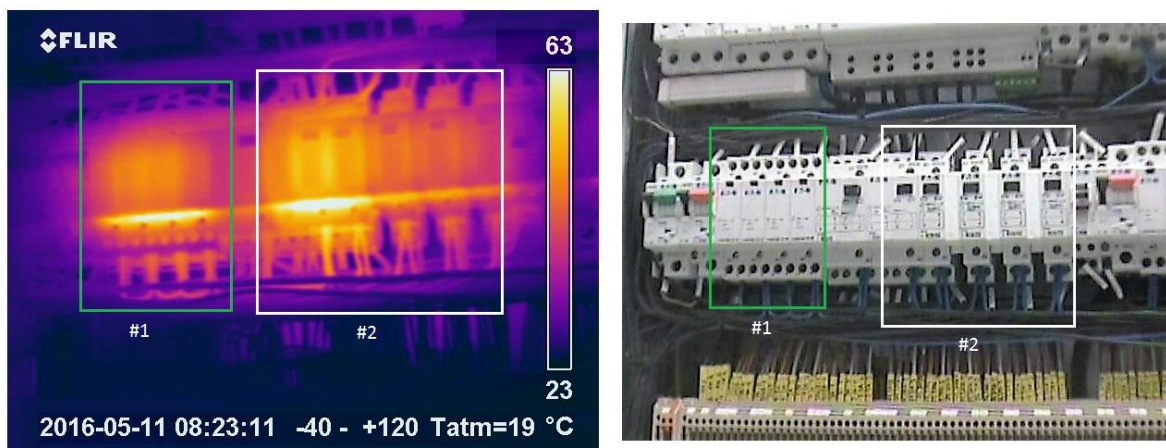


Obrázek 12 Pohled na rozváděč R2F + RSP2F, bez zákrytových panelů

Zdroj: fotodokumentace během měření, Praha, autor: Josef Bartoniček, rok 2016

| Zóna číslo | Nejvyšší teplota [°C] | Předmět nejvíce sálající |
|------------|-----------------------|--|
| #1 | 63 | 4ks Stykačů Eaton Z-SCH 25A, 2 zap. kontakty |
| #2 | 63 | 4ks Instalačních relé Eaton Z-R230/SS, 2 zap. kontakty |
| #3 | 37 | 1ks Instalační relé Eaton Z-R230/SS, 2 zap. kontakty |
| #4 | 37 | 1ks Instalační relé Eaton Z-R230/SS, 2 zap. kontakty |
| #5 | 26 | 1ks Zdroj Eaton PSG60E24RM 230V/24V DC, 60W |
| #6 | 36 | 1ks Řídicí relé CEAG |
| #7 | 41 | 8ks Jističů Eaton PL7 B10A/1P; 8ks Stykačů Z-SCH 25A, 2 zap. kontakty |

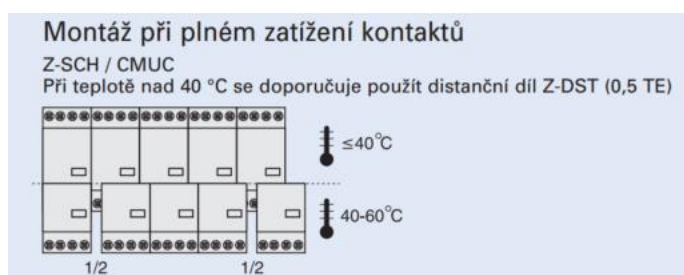
Tabulka 4 Naměřené hodnoty z termokamery pro rozváděč R2F + RSP2F



Obrázek 13 Snímek z termokamery č. 1

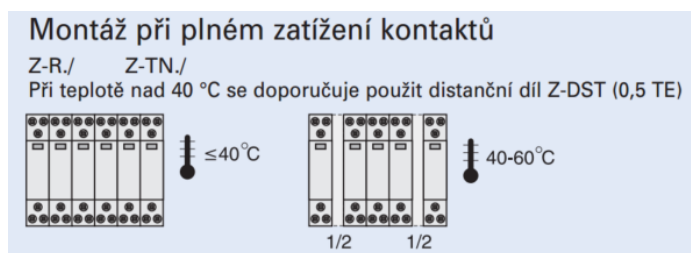
Popis: v zóně #1 jsou vidět zahřáté modulové stykače, které dle stupnice na snímku mohou mít teplotu v nejteplejším bodě (spodní okraj a svorkovnice) až 63°C, což podle katalogových listů výrobce těchto stykačů je už doporučeno dosadit distanční moduly, viz obrázek č. 14.

v zóně #2 jsou vidět zahřátá instalační relé, které mají dle stupnice na snímku teplotu 63°C; a to nejen v místě připojení vodičů, ale i ve střední části vykazují tyto relé teplotu okolo 60°C; což podle katalogových listů výrobce těchto stykačů je už doporučeno dosadit distanční moduly, viz obrázek č. 15.



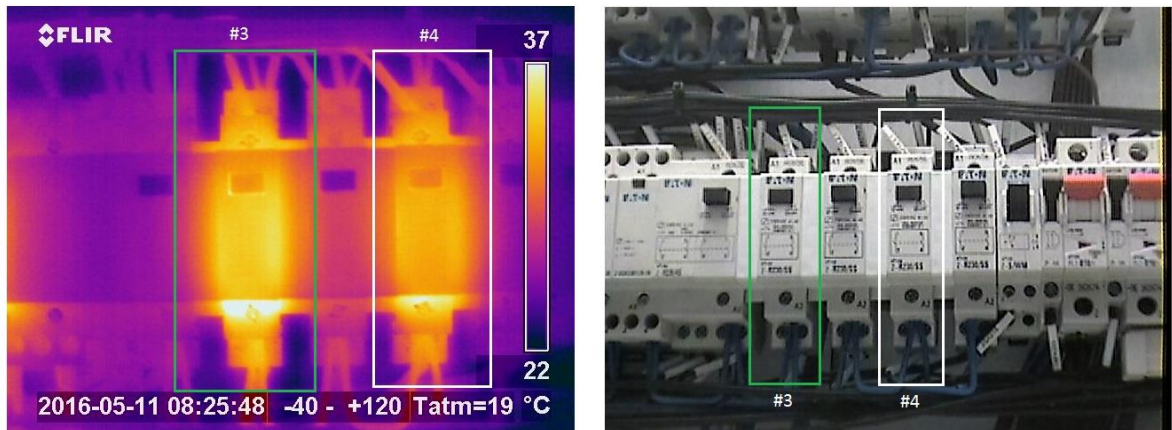
Obrázek 14 Zatížení stykačů Eaton Z-SCH

Zdroj: katalog firmy Eaton, strana 213 [25]



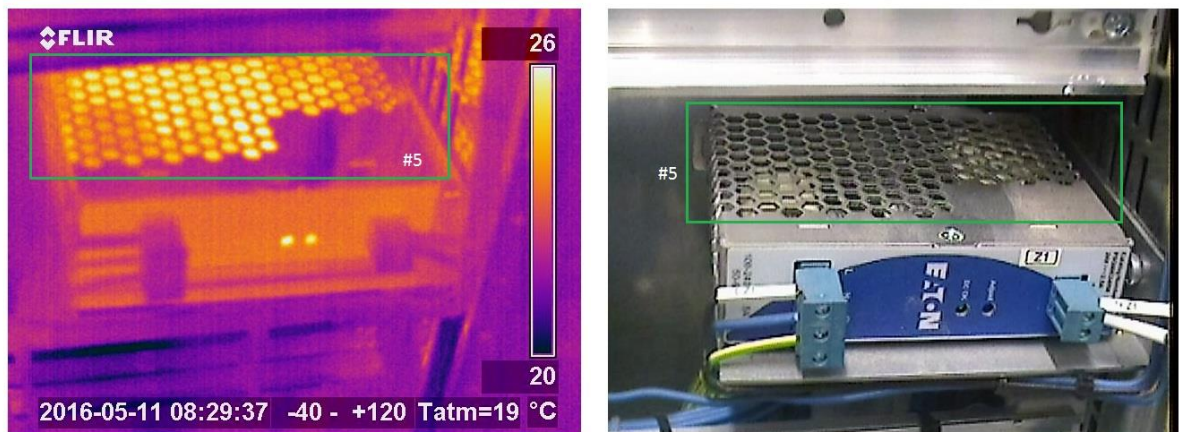
Obrázek 15 Zatížení instalačních relé Eaton

Zdroj: katalog firmy Eaton, strana 211 [25]



Obrázek 16 Snímek z termokamery č. 2

Popis: v zóně #3 a #4 jsou vidět zahřátá instalační relé, které dle stupnice na snímku mohou mít teplotu v nejteplejším bodě (svorkovnice a střed přístroje) až 37°C, což podle katalogových listů výrobce těchto relé je dovolená provozní teplota, která je dle katalogu -20°C až +45°C²

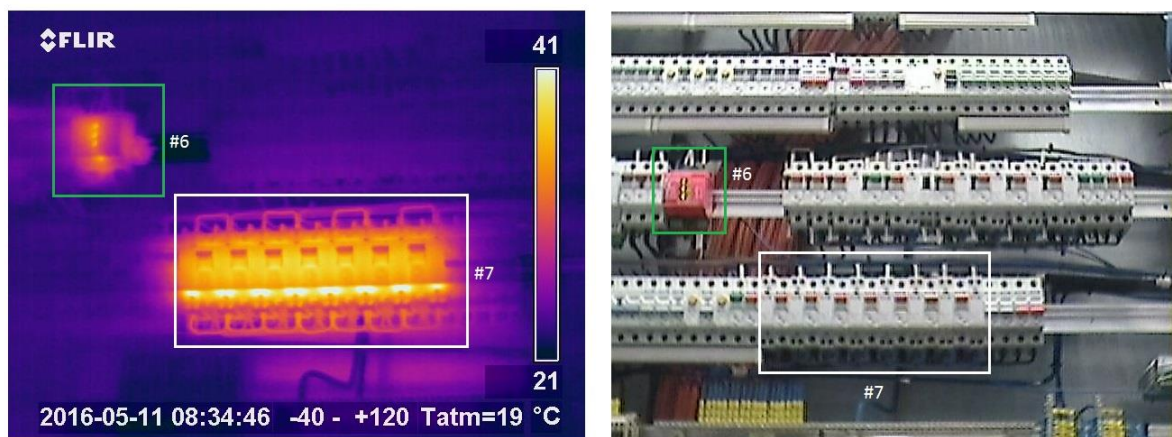


Obrázek 17 Snímek z termokamery č. 3

Popis: v zóně #5 je vidět zahřátý napájecí zdroj, který dle stupnice na snímku může mít teplotu v nejteplejším bodě (tělo přístroje a větrací mřížka) až 26°C, což podle katalogových listů výrobce tohoto zdroje je dovolená provozní teplota, která je dle katalogu³ -20°C až +80°C

² Zdroj: katalog firmy Eaton, strana 212 [25]

³ Zdroj: katalog firmy Eaton, strana V7-T6-5 [21]



Obrázek 18 Snímek z termokamery č. 4

Popis: v zóně #6 je vidět zahřáté hlídací relé CEAG, které dle stupnice na snímku může mít teplotu v nejteplejším bodě (tělo přístroje) až 36°C; v katalogovém listu⁴ výrobce tohoto relé není dovolená provozní teplota uvedena; předpokládám teplotu v rozmezí -20°C až +45°C, tudíž dovolenou provozní teplotu.

v zóně #7 jsou vidět zahřáté jističe a instalační stykače, které dle stupnice na snímku může mít teplotu v nejteplejším bodě (svorkovnice a tělo přístroje) až 41°C, což podle katalogových listů výrobce stykačů je dovolená provozní teplota, která je dle katalogu⁵ -20°C až +45°C, ale pro jističe PL7 je korigovaná hodnota proudu v závislosti na teplotě okolí dána dle obrázku č. 19.

Referenční teplota podle ČSN EN 60898 je 30 °C.

Korigované hodnoty jmenovitého proudu v závislosti na okolní teplotě

| I _n [A] | Okolní teplota T [°C] | | | | | | | | | | | | | | | |
|--------------------|-----------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| | -25 | -20 | -10 | 0 | 10 | 20 | 30 | 35 | 40 | 45 | 50 | 55 | 60 | 65 | 70 | 75 |
| 6 | 7.3 | 7.2 | 7.0 | 6.7 | 6.5 | 6.3 | 6.0 | 5.9 | 5.8 | 5.7 | 5.6 | 5.4 | 5.3 | 5.2 | 5.1 | 5.0 |
| 8 | 9.8 | 9.6 | 9.3 | 9.0 | 8.7 | 8.4 | 8.0 | 7.9 | 7.7 | 7.6 | 7.4 | 7.2 | 7.1 | 6.9 | 6.8 | 6.6 |
| 10 | 12 | 12 | 12 | 11 | 11 | 10 | 10 | 9.9 | 9.7 | 9.5 | 9.3 | 9.0 | 8.9 | 8.7 | 8.5 | 8.3 |
| 12 | 15 | 14 | 14 | 13 | 13 | 13 | 12 | 12 | 12 | 11 | 11 | 11 | 11 | 10 | 10 | 10 |

Obrázek 19 Vliv okolní teploty na jističe PL7

Zdroj: katalog firmy Eaton, strana 162 [25]

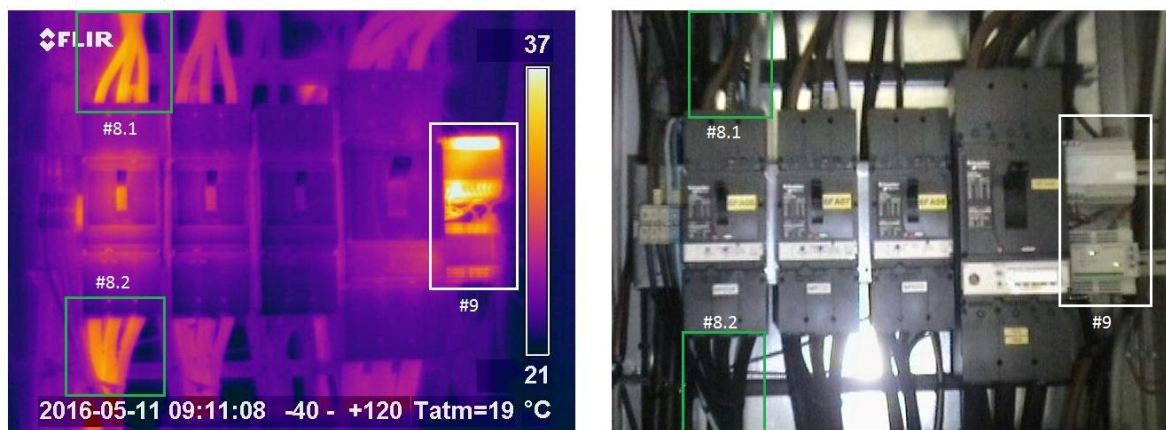
Popis: V našem případě máme v zóně #7 použité jističe PL7/B/10A/1P. Dle obr. 19 je okolní teplotu cca 40°C hodnota korigovaného proudu I=9,7A

⁴ Zdroj: katalogový list relé CEAG [22]

⁵ Zdroj: katalog firmy Eaton, strana 162 [25]

| Zóna číslo | Nejvyšší teplota [°C] | Předmět nejvíce sálající |
|------------|-----------------------|--|
| #8.1, 8.2 | 34 | Fázové vodiče (přesný typ – průřez) připojené na jistič FA06 |
| #9 | 37 | 1ks Napájecí zdroj Schneider Phaseo 230/24V DC, 50W; 1ks Ethernetové rozhraní Schneider PowerLogic EGX100 |
| #10 | 27 | Kabel 1-CYKY-J 5x95mm ² připojený z jističe FA06 na fázovou měděnou sběrnici, rozměr 40x10mm |
| #11 | 27 | Kabel 1-CYKY-J 5x95mm ² připojený z jističe FA06 na fázovou měděnou sběrnici, rozměr 40x10mm |
| #12 | 24 | Kabel 1-CYKY-J 5x95mm ² připojený z jističe FA06 na fázovou měděnou sběrnici, rozměr 40x10mm |
| #13 | 33 | Kabel 1-CYKY-J 5x95mm ² připojený na jistič FA06 |

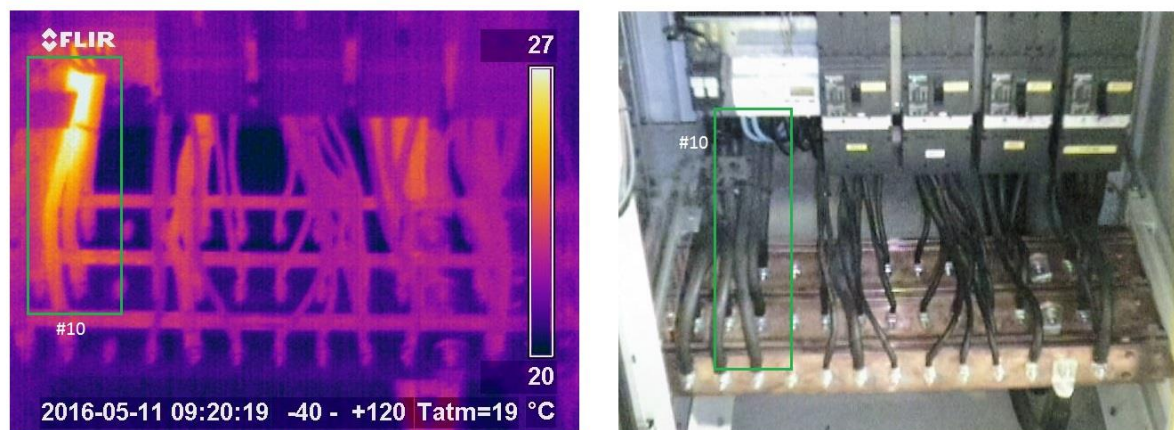
Tabulka 5 Naměřené hodnoty z termokamery pro rozváděč RHS2 - 6. pole



Obrázek 20 Snímek z termokamery č. 5

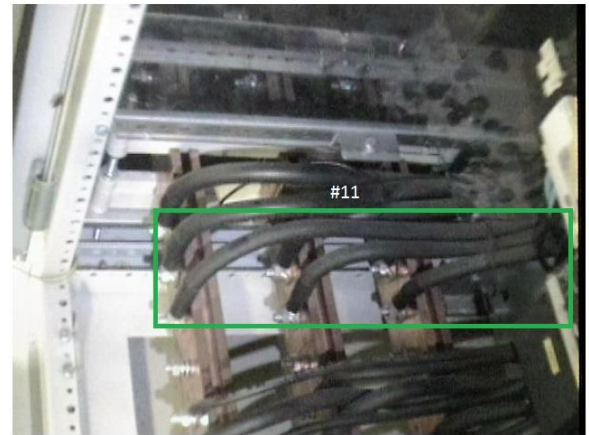
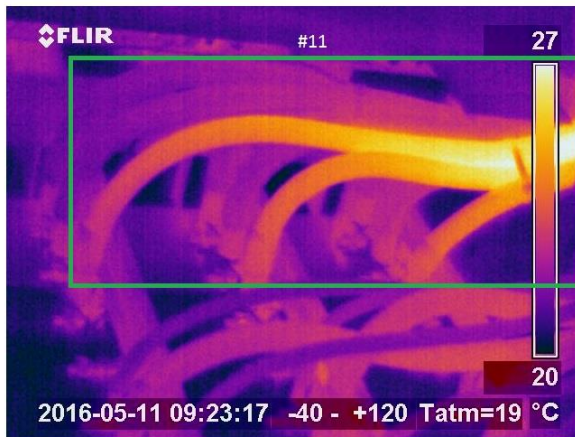
Popis: v zóně #8.1 a #8.2 je vidět zahřátý kabel 1-CYKY 5x95mm², který dle stupnice na snímku může mít teplotu v nejteplejším bodě (tělo kabelu) až 34°C, což podle katalogových listů výrobce tohoto kabelu je dovolená provozní teplota, která je dle katalogu⁶ -30°C až +75°C

v zóně #9 je vidět zahřátý modulární zdroj, který dle stupnice na snímku může mít teplotu v nejteplejším bodě (tělo zdroje a připojovací místa) až 37°C, a dále je zde vidět zahřáté ethernetové rozhraní, které má teplotu přibližně 35°C; u těchto přístrojů jsem nezjišťoval jejich detailní parametry.

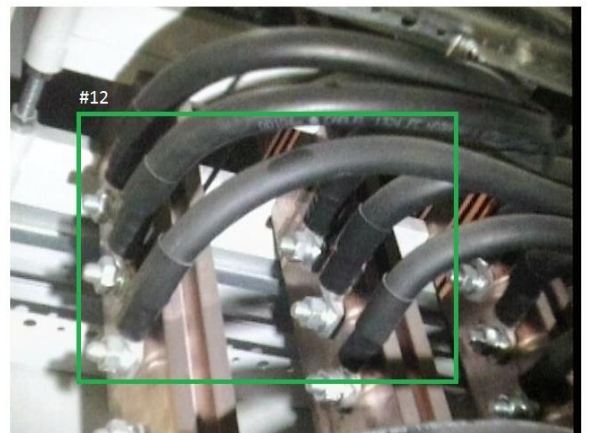
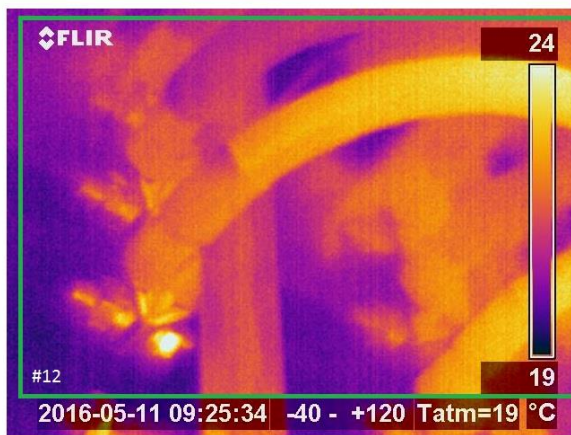


Obrázek 21 Snímek z termokamery č. 6

⁶ Zdroj: katalog firmy NTK-Cables, strana 36 [26]

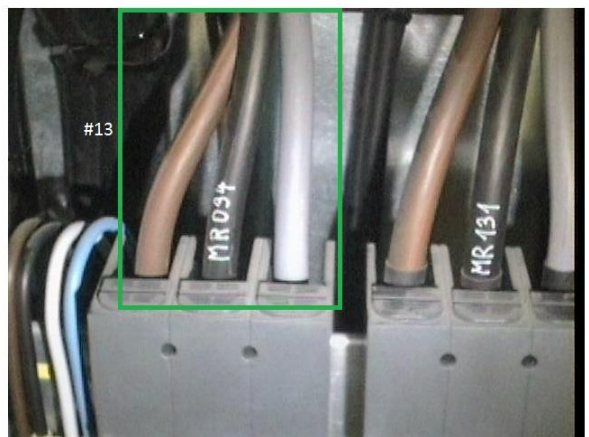
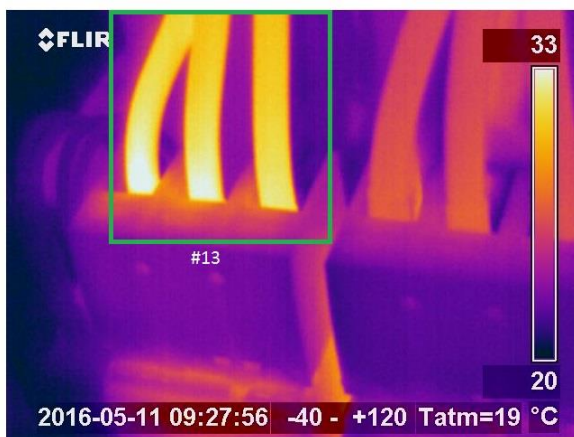


Obrázek 22 Snímek z termokamery č. 7



Obrázek 23 Snímek z termokamery č. 8

Popis: v zóně #10, #11 a #12 je vidět zahřátý kabel 1-CYKY 5x95mm², který dle stupnice na snímku může mít teplotu v nejteplejším bodě (tělo kabelu) až 27°C, což podle katalogových listů výrobce tohoto kabelu je dovolená provozní teplota, která je dle katalogu⁷ -30°C až +75°C



Obrázek 24 Snímek z termokamery č. 9

Popis: v zóně #13 je vidět zahřátý kabel 1-CYKY 5x95mm², který dle stupnice na snímku může mít teplotu v nejteplejším bodě (výstup z jističe FA06) až 37°C, což je obdobný případ jako u snímků č. 6., 7. a 8.

⁷ Zdroj: katalog firmy NTK-Cables, strana 36 [26]

| Jistič číslo | Proudová hodnota jističe | Typ jističe a elektronické spoušti | Zatížení jednotlivých fázových vodičů | | | Změřená průměrná teplota |
|--------------|--------------------------|------------------------------------|---------------------------------------|-------|-------|--------------------------|
| | | | L1 | L2 | L3 | |
| FA06 | 200A | NSX 250N + TM 250D | 100 A | 103 A | 101 A | 37 °C |
| FA07 | 200A | NSX 250N + TM 200D | 52 A | 53 A | 53 A | 30 °C |
| FA08 | 40A | NSX 100N + TM 40D | 1,5 A | 1,5 A | 1,5 A | 23 °C |
| FA09 | 630A | NSX 630N + Micrologic 5A | 70 A | 70 A | 99 A | 28 °C |

Tabulka 6 Naměřené proudové zatížení fázových vodičů v rozváděči RHS2 -6. pole

V tabulce č. 6. je uvedeno proudové zatížení jednotlivých fázových vodičů připojených na výkonové jističe, spolu s naměřenou teplotou termokamerou ze snímku 5.



Obrázek 25 Výkonové jističe v rozváděči RHS2, 6. pole

Popis: dané výkonové jističe jsou popsány v tabulce č. 6, zde je pohled na jejich rozmístění v rozváděči; na obrázku č. 20 jsou zobrazeny snímky z termokamery těchto jističů, kde je znatelné oteplení kabelů připojených na tyto jističe; výše uvedený snímek lépe ilustruje prostorové uspořádání jističů, mezery mezi jističi a je vidět poměr velikostí jednotlivých jističů.

Zdroj: fotodokumentace během měření, Praha, autor: Josef Bartoniček, rok 2016

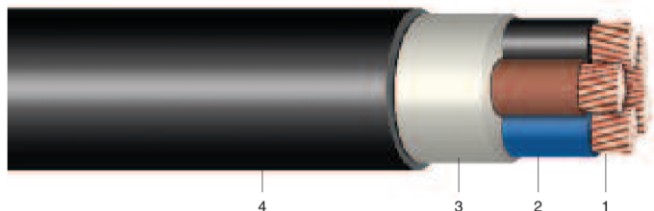
1-CYKY

Instalační kabely s Cu jádrem
/ Installation cables with Cu-conductor



Technická specifikace
/ Standard

TP-KK-133/01



Konstrukce:

1. Měděné jádro
2. PVC izolace
3. Výplňový obal
4. PVC plášť

Construction:

1. Copper conductor
2. PVC insulation
3. Bedding
4. PVC sheath

| | |
|--|-------|
| U_n/U Jmenovité napětí (kV) / Rated voltage | 0,6/1 |
| U_{test} Zkušební napětí (kV) / Test voltage | 4 |
| Max. provoz. teplota při zkratu (°C) / Maximal short-circuit temperature | 160 |
| Provozní teplota jádra (°C) / Operating cond. temperature | 70 |
| Min. teplota pokládky a manipulace s kabelem (°C) Min. temperature for laying and manipulation with cables | -5 |

| | |
|---|---------------------------------|
| Rozsah teplot při provozu (°C) / Temperature range for handling | -35 až +70 / from -35 to +70 |
| Barva izolace / Color of insulation | HD 308 S2 |
| Barva pláště / Color of sheath | černá / black |
| Balení / Packaging | kabelové bubny / cable drums |
| Výrobní závod / Production site | nkt cables Kladno |

Použití:

Pro pevné uložení ve vnitřních a venkovních prostorách, v zemi, v betonu. Kabely jsou odolné proti UV záření a proti šíření plamene dle IEC 60332-1.

Application:

The cables are designed for fixed installation both in the ground and in the air. The cables are resistant to flame propagation according to IEC 60332-1.

| Počet žil x průřez jádra (n x mm ²) | Tvar jádra | Průměr inf. (mm) | Hmotnost inf. (kg/km) | Poloměr ohybu (mm) | Činný odpor (Ω/km) | Ekvivalentní zkratový proud (kA) | Časová oteplovací konst. (s) | Zatížitelnost na vzduchu (A) | Zatížitelnost v zemi (A) | Kapacita (μF/km) | Indukčnost (mH/km) | Obsah Cu (kg/km) |
|--|------------------------|---------------------|--------------------------|---------------------|--------------------------------------|-----------------------------------|------------------------------|----------------------------------|-------------------------------------|------------------|---------------------|--------------------|
| Number of cores x cross-section of conductors (n x mm ²) | Shape of the conductor | Diameter appr. (mm) | Cable mass appr. (kg/km) | Radius of bend (mm) | Effect. resist. of conductors (Ω/km) | Short circuit current-equiv. (kA) | Time heating constant (s) | Current carrying cap. in air (A) | Current carrying cap. in ground (A) | Capacity (μF/km) | Inductivity (mH/km) | Content Cu (kg/km) |
| 4x240 | SM | 55 | 10 127 | 660 | 0,075 | 27,600 | 2 012 | 445 | 473 | - | 0,250 | 9 408 |
| 5x25 | RMV | 29 | 1 965 | 350 | 0,727 | 2,880 | 366 | 105 | 132 | - | 0,320 | 1 225 |
| 5x35 | RMV | 31 | 2 399 | 375 | 0,524 | 4,030 | 475 | 129 | 159 | - | 0,310 | 1 715 |
| 5x50 | SM | 33 | 3 002 | 400 | 0,387 | 5,740 | 655 | 157 | 188 | - | 0,310 | 2 450 |
| 5x70 | SM | 38 | 4 105 | 460 | 0,268 | 8,040 | 799 | 199 | 232 | - | 0,300 | 3 430 |
| 5x95 | SM | 42 | 5 495 | 505 | 0,193 | 10,900 | 963 | 246 | 280 | - | 0,272 | 4 655 |
| 5x120 | SM | 47 | 6 870 | 565 | 0,153 | 13,800 | 1 145 | 286 | 318 | - | 0,275 | 5 880 |

Číselné údaje jsou bez záruky a podléhají změnám bez předchozího oznámení. / Numerical data are not guaranteed, and they are subject to changes without notification.

Vliv na životní prostředí: Výrobek neovlivňuje negativně životní prostředí. / Influence on the environment: The product does not have any negative influence on the environment.

Obrázek 26 Katalogový list kabelu 1-CYKY, výrobce NTK-Cables

Zdroj: katalog firmy NTK-Cables, strana 35, 36 [26]

Z tohoto katalogového listu, lze vyčíst, jaká je reálná proudová zatížitelnosti těchto kabelů při způsobu uložení buď na vzduchu či v zemi. Další hodnoty jsou vhodné pro projektanty a výrobce rozváděčů. Dle uvedených hodnot se dají navrhnout např. velikosti vývodků. Např. pro kabel 1-CYKY-J 5x70 je vhodná vývodka od firmy Scame⁸ velikost PG42.

⁸ Zdroj: katalog firmy SCAME, strana 84 [27]

5.3 Zhodnocení měření oteplení termokamerou

Během měření zvoleného rozváděče R2F+RSP2F se ukázalo, že především spínací prvky, které byli podrobeny snímkování termokamerou, opravdu sálají teplo do okolí. V následujících případech (zóny #3, #4, #5, #6, #7) byli naměřené hodnoty v normách (dle katalogu výrobce těchto přístrojů). Tzn., že přístroje mohou dále pracovat při běžném provozu bez dodatečných změn. V jiných případech (zóny #1, #2) se naměřené teploty těchto spínacích prvků dostaly mimo dovolené provozní hodnoty, dle katalogu výrobce. Výrobce uvádí v katalogu doporučené úpravy při zvýšených teplotách. Mezi uvedené úpravy patří přidání distančních modulů mezi dva vzájemně sousedící spínací prvky. Pro následující spínací prvky ze zóny #1 (snímek č. 1) doporučuji doplnění distančních modulů ke snížení teploty do dovolených provozních teplot. U prvků ze zóny #2 už tyto distanční moduly jsou použité, ale přesto naměřené hodnoty nejsou v dovolených hodnotách. V těchto případech doporučuji zvážit výměnu prvku za výkonnější prvek, který by zaručil menší oteplení okolí a zároveň by zvládl větší proudové zatížení.

Ilustrace oteplení dalšího rozváděče RHS2 je zobrazena na snímcích č. 5 až 9. Tento rozváděč je vhodný na ilustraci oteplení silových vodičů připojených na výkonové jističe. Naměřené tepelné hodnoty kabelů jsou dle katalogových listů v korektních mezích provozních teplot. Při daném proudovém zatížení (viz tabulka č. 6) je dobře vidět správné naddimenzování kabelů pro dané odběrné místo v budově. Při bližším zkoumání výše uvedených snímků lze pozorovat kvalitně provedené spoje vodičů na fázové sběrnice. Kvalitně provedený spoj nesálá do okolí přebytečné teplo, které vzniká právě nekvalitně provedenými spoji.

Z výše uvedených závěrů je vidět, že námi vytvořené snímky z termokamery zachycují pouze určité úseky, ale nikoli rozváděč jako celek. Přesto se dá odhadnout, že námi měřený rozváděč „netopil“ tolik, kolik jsem očekával. Tudíž měření termokamerou v tomto případě považuji za nevhodnou metodu pro ověření oteplení tohoto rozváděče. Kdybychom chtěli měřit oteplení rozváděče jako celku a ne jen jeho částí, tak by bylo měření velmi časově a prostorově náročné. I z tohoto důvodu se v praxi také měření moc často neprovádí. Je obvyklé měřit termokamerou přístroje či zařízení, které způsobily poruchu nebo se vyskytují v blízkosti porušeného či možného poruchového místa. Tyto poruchy mohou mít různý charakter, ale v převážné většině se jedná o poruchy tepelného charakteru. Poruchy tohoto charakteru mají většinou elektrický původ. Jedná se především o zkraty, dlouhodobé přetížení, zvýšení přechodových odporů a další závady způsobující oteplení daného místa, které je podrobena měření. Tyto poruchy se nejlépe odhalí právě termokamerou.

Závěr

V práci jsem se zabýval tématem oteplení silových rozváděčů nízkého napětí. Toto téma je natolik složité a rozsáhlé, že se domnívám, že by bylo vhodné podrobit jej detailnějšímu zkoumání, které by umožnilo více úhlů pohledu.

Seznámili jsme se s různými typy rozváděčů a uvedl jsem jejich základní použití v technické praxi. Výroba silových rozváděčů se dle mého názoru řadí mezi opravdu sofistikované odvětví výroby technických výrobků. Výrobce musí brát ohledy na projekt, zákazníka, ale zároveň se musí uživit na trhu práce a při tom všem si udržet určitou kvalitu a hodnotu své práce.

Dalším odvětvím, které nepochybně patří k problematice rozváděčů, jsou technické normy. Tomuto tématu se věnují věhlasní odborníci a je opět natolik složité, rozsáhlé a navíc propojené s dalšími technickými, legislativními a právními úkony. Jak již bylo uvedeno, tak i přesto tuto odbornost nejsou zákonem normy závazné. Avšak pro zaručení bezpečnosti práce a dodržení správných technických postupů je doporučeno dodržovat normy v platném znění.

V rámci zkoumání tématu jsem použil normu pro výpočet oteplení rozváděče. Dle této normy jsem uplatnil dva způsoby výpočtu. Pro další způsob výpočtu jsem použil program, kterým prověřujeme výpočet oteplení ve firmě Instalace Praha. Program vhodně vypočítal ztrátový výkon rozváděče, který jsem použil do výpočtu dle normy.

Další metodou zkoumání problematiky oteplení rozváděčů bylo měření termokamerou na stavbě. Během měření jsem přišel na několik úskalí. Výsledek měření je takový, že není vhodné používat termokameru pro ověření celkového oteplení rozváděče. Daleko vhodnější je při měření termokamerou hledat „slabá“ místa rozváděče, přístroje či zařízení. Hledáním těchto závad se dá předejít možným ztrátám osob a majetku. Nicméně považuji samotné měření termokamerou pro mě osobně, jako velmi přínosné.

Dle mého názoru je vhodné ke zlepšení a eliminaci zbytečných problémů, dodržovat technické postupy a normy, které se v každém technickém oboru vyskytují. Následně bych doporučil důkladnější kontrolu projektů před vlastní výrobou pomocí vhodné kombinace programů na výpočet oteplení. Dalo by se tím zabránit zbytečným a mnohdy neuskutečnitelným změnám v rozváděči. Kvalita projektu odpovídá i kvalitě rozváděče a proto je vhodné dbát zvýšenou pozornost již na začátku při zadávání zakázky. Jako další zlepšení bych doporučil měření termokamerou „slabých míst“ rozváděče po vlastní výrobě a podrobit tato měření důkladné analýze k posouzení závažnosti možné poruchovosti rozváděče.

Vhodná kombinace norem, softwarové podpory, odborné technické zručnosti, perfektních projektů a trochou zdravého rozumu mě vede k závěru.

Jako technik výroby rozváděčů ve firmě Instalace Praha si plně uvědomuji složitost vlastní výroby rozváděčů. Při zohlednění všech okolností, norem, přání zákazníka, přípravy, projektu a dalších úskalí je rozumné konzultovat složitosti a komplikace s dalšími zkušenějšími kolegy.

Seznam literatury a informačních zdrojů

Literatura a technické normy

- [1] HERZIG, Zdeněk. *Stanovení oteplení rozváděčů výpočtem*. Praha: STRO.M, spol. s.r.o., 1995.
- [2] ČSN IEC 890 +A1 35 7110. *Metoda stanovení oteplení extrapolací pro částečně typově zkoušené rozváděče (PTTA) pro spínací a řídicí zařízení nízkého napětí*. 2. vyd. Praha: ÚNMZ, duben 1998
- [3] ČSN EN 61439-1, ed. 2. *Rozváděče nízkého napětí – Část 1: Všeobecná ustanovení*. 2. vyd. Praha: ÚNMZ, květen 2012
- [4] ČSN EN 61439-2, ed. 2. *Rozváděče nízkého napětí – Část 2: Výkonové rozváděče*. 2. vyd. Praha: ÚNMZ, květen 2012
- [5] ČSN EN 61439-3. *Rozváděče nízkého napětí – Část 3: Rozvodnice určené k provozování laicky (DBO)*. 1. vyd. Praha: ÚNMZ, říjen 2012
- [6] ČSN EN 61439-4. *Rozváděče nízkého napětí – Část 4: Zvláštní požadavky na staveništní rozváděče (ACS)*. 1. vyd. Praha: ÚNMZ, srpen 2013
- [7] ČSN EN 61439-5, ed. 2. *Rozváděče nízkého napětí – Část 5: Rozváděče pro veřejné distribuční sítě*. 2. vyd. Praha: ÚNMZ, září 2015
- [8] ČSN EN 61439-6. *Rozváděče nízkého napětí – Část 6: Přípojnicové rozvody*. 1. vyd. Praha: ÚNMZ, únor 2013
- [9] ČSN IEC/TR 61439-0. *Rozváděče nízkého napětí – Část 0: Návod na specifikaci rozváděčů*. 1. vyd. Praha: ÚNMZ, květen 2015
- [10] ČSN EN 33 2000-4-41, ed. 2. *Elektrické instalace nízkého napětí – Část 4-41: Ochranná opatření pro zajištění bezpečnosti – Ochrana před úrazem elektrickým proudem*. 2. vyd. Praha: ÚNMZ, srpen 2007
- [11] ČSN EN 62305-1, ed.2. *Ochrana před bleskem – Část 1: Obecné principy*. 2. vyd. Praha: ÚNMZ, září 20112

Internetové zdroje a katalogy

- [12] Požadavky na umístění, provedení a zapojení měřících souprav u zákazníků a malých výroben s připojovaným výkonem do 250 kW připojených k elektrické síti nízkého napětí, <https://www.eon.cz/-a6627?field=data> [03/2016]
- [13] Schrack Design, Softwarová podpora pro Vaší každodenní práci, <http://www.schrack.cz/schrack-digital/schrack-design/> [03/2016]
- [14] Nový E-Config 3.0, <http://www.profiklubelektrotechniku.cz/novy-e-config-3-0.html> [03/2016]
- [15] Proudová zatížitelnost rozváděče, <http://www.elektroprumysl.cz/casopis/2016/brezen/index.html#30> [04/2016]
- [16.1] Program na výpočet klimatizace rozváděčů, www.rittal.com/cz-cs/content/cs/support/software/projektieren/therm/Therm.jsp#rt-tab-2
- [16.2] Obrázek č. 9 https://www.rittal.com/imf/none/11_1812/ ; [04/2016]
- [17] Podrobné vyhledávání v normách, <https://csnonline.unmz.cz/vyhledavani.aspx> [04/2016]

- [18] Obrázek č. 5 <http://www.schneider-electric.com/en/product-image/63272-compact-nsx> [03/2016]
- [19] Obrázek č. 5 <http://www.fachowyelektryk.pl/images/stories/produkty/compact-nsx-schneider-electric-aparat-z-funkcjami-pomiarowymi/compact-nsx-schneider.jpg> [03/2016]
- [20] Obrázek č. 5 http://www.fachowyelektryk.pl/images/stories/produkty/compact-nsx-schneider-electric-aparat-z-funkcjami-pomiarowymi/compact-nsx-schneider_4.jpg [03/2016]
- [21] Katalogový list, Eaton Power Supplies <http://www.farnell.com/datasheets/1903584.pdf> [05/2016]
- [22] Katalogový list, LP-STAR emergency lighting power supply in a compact design http://www.ceag.de/sites/ceag.de/files/products/datasheets/cooper-ceag-datasheet-three-phase-monitor_22.pdf [05/2016]
- [23] Tepelné ztráty rozváděčů, http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:AVpXSKuAki8J:fei1.vsb.cz/kat410/studium/studijni_materialy/epez/spolecne/Tepelne_ztraty_rozvadecu.doc+&cd=1&hl=cs&ct=clnk&gl=cz [05/2016]
- [24] Katalog Schrack Technik, *Jističe BMSO/Ztrátové výkony*, rok vydání 2009, Praha
- [25] Katalog Eaton, *Instalační přístroje*, rok vydání 2013, Praha
- [26] Katalog NTK-Cables, *Silové vodiče a kabely*, rok vydání 2009, Praha
- [27] Katalog Scame, *Systémy a komponenty pro elektrické instalace*, rok vydání 2011, Praha
- [28] Program Klimša, Rozváděče verze 3.0 http://www.klimsa.cz/index.php?option=com_content&view=article&id=28&Itemid=33 [03/2016]

Fotodokumentace

Veškerá použitá fotodokumentace z firmy INSTALACE, Praha byla vytvořena pracovníky této firmy. Tato dokumentace je zveřejněna se souhlasem pracovníků této firmy.

Seznam obrázků a tabulek

| | |
|--|----|
| OBRÁZEK 1 HLAVNÍ ROZVADĚČ RH, 9 POLÍ, IN=1200A, DETAILS POLÍ ROZVADĚČE A POHLED NA ŘADU POLÍ | 10 |
| OBRÁZEK 2 PŘÍKLAD ZAPOJENÍ ELEKTROMĚROVÉHO ROZVADĚČE | 11 |
| OBRÁZEK 3 ROZVADĚČ R04-SHZ, 2. POLE | 13 |
| OBRÁZEK 4. DETAIL ŘADOVÝCH SVOREK | 14 |
| OBRÁZEK 5 VÝKONOVÝ JISTIČ SCHNEIDER ELECTRIC NSX | 15 |
| OBRÁZEK 6 PŘÍKLAD ROZMĚROVÉHO VÝKRESU ROZVADĚČE | 17 |
| OBRÁZEK 7 UKÁZKA PROGRAMU SCHRACK DESIGN | 25 |
| OBRÁZEK 8 UKÁZKA PROGRAMU EATON E-CONFIG | 25 |
| OBRÁZEK 9 UKÁZKA PROGRAMU RITTAL THERM | 26 |
| OBRÁZEK 10 TEPELNÉ TOKY V ROZVADĚČI | 28 |
| OBRÁZEK 11 ROZLOŽENÍ TEPLoty NA ROZHRAŇÍ VNITŘNÍHO A VNĚJŠÍHO PROSTORU ROZVADĚČE | 28 |
| OBRÁZEK 12 POHLED NA ROZVADĚČ R2F + RSP2F, BEZ ZÁKRYTOVÝCH PANELŮ | 34 |
| OBRÁZEK 13 SNÍMEK Z TERMOKAMERY Č. 1 | 35 |
| OBRÁZEK 14 ZATÍŽENÍ STYKAČŮ EATON Z-SCH | 35 |
| OBRÁZEK 15 ZATÍŽENÍ INSTALAČNÍCH RELÉ EATON | 35 |
| OBRÁZEK 16 SNÍMEK Z TERMOKAMERY Č. 2 | 36 |
| OBRÁZEK 17 SNÍMEK Z TERMOKAMERY Č. 3 | 36 |
| OBRÁZEK 18 SNÍMEK Z TERMOKAMERY Č. 4 | 37 |
| OBRÁZEK 19 VLIV OKOLNÍ TEPLoty NA JISTIČE PL7 | 37 |
| OBRÁZEK 20 SNÍMEK Z TERMOKAMERY Č. 5 | 38 |
| OBRÁZEK 21 SNÍMEK Z TERMOKAMERY Č. 6 | 38 |
| OBRÁZEK 22 SNÍMEK Z TERMOKAMERY Č. 7 | 39 |
| OBRÁZEK 23 SNÍMEK Z TERMOKAMERY Č. 8 | 39 |
| OBRÁZEK 24 SNÍMEK Z TERMOKAMERY Č. 9 | 39 |
| OBRÁZEK 25 VÝKONOVÉ JISTIČE V ROZVADĚČI RHS2, 6. POLE | 40 |
| OBRÁZEK 26 KATALOGOVÝ LIST KABELU 1-CYKY, VÝROBCE NTK-CABLES | 41 |
| | |
| TABULKA 1 SOUČINITELE POVRCHU B _p PRO RŮZNÉ ZPŮSOBY INSTALACE ROZVADĚČE | 29 |
| TABULKA 2 ÚČINNÝ CHLADICÍ POVRCH KRYTU PRO RŮZNÉ ZPŮSOBY ZÁSTAVBY ROZVADĚČE | 29 |
| TABULKA 3 ZTRÁTOVÉ VÝKONY JISTIČŮ FIRMY SCHRACK | 30 |
| TABULKA 4 NAMĚŘENÉ HODNOTY Z TERMOKAMERY PRO ROZVADĚČ R2F + RSP2F | 35 |
| TABULKA 5 NAMĚŘENÉ HODNOTY Z TERMOKAMERY PRO ROZVADĚČ RHS2 - 6. POLE | 38 |
| TABULKA 6 NAMĚŘENÉ PROUDOVÉ ZATÍŽENÍ FÁZOVÝCH VODIČŮ V ROZVADĚČI RHS2 -6. POLE | 40 |

Přílohy

Příloha 1 – ES Prohlášení o shodě dle ČSN EN ISO/EC 17050 a podle zákona č.22/97 Sb. v platném znění

Příloha 2 – Krycí list – charakteristiky rozhraní

Příloha 3 – Kusové ověření dle ČSN EN 61439-1 ed.2

Příloha 4 – Ověření návrhu dle ČSN EN 61439-1 ed.2

Příloha 5 – Výpočet oteplení rozváděče R2F + RSP2F

Příloha 6 – Výkres rozváděče R2F + RSP2F

Příloha 7 – Rozměrový výkres k výrobě rozváděče R2F + RSP2F

Příloha 8 – Výdejka materiálu rozváděče R2F + RSP2F

Příloha 9 – Kalibrační list termokamery FLIR P65


Příloha 10 – Katalogový list termokamery FLIR P65

Zdroj: Přílohy 1 až 8 jsou dokumenty z vlastní výroby rozváděčů firmy Instalace Praha
Přílohy 9 a 10 jsou dokumenty poskytnuté Ing. Mrázem z firmy Atico Praha

Podle zákona č.22/97 Sb. v platném znění a dle normy ČSN EN ISO/EC 17050

| | | | |
|-------------------|------------------------------------|----------------|---------------------|
| Výrobce rozváděče | INSTALACE PRAHA spol. s.r.o. | Telefon | 267 213 111 |
| Adresa firmy | Truhlářská 1108/3, 110 00, Praha 1 | E-mail | office@instalace.cz |
| Adresa provozovny | Kutnohorská 288, 109 00, Praha 10 | Webové stránky | www.instalace.cz |
| | | IČO | 45804371 |

My **INSTALACE PRAHA spol. s.r.o.** prohlašujeme na svou výlučnou odpovědnost, že náš uvedený výrobek (rozdávěč) splňuje požadavky technických předpisů, že je za podmínek obvyklého popřípadě námi určeného použití bezpečný, že jsme přijali veškerá opatření, kterými zabezpečujeme shodu všech našich výrobků uváděných na trh s technickou dokumentací a požadavky splňují příslušné evropské směrnice a nařízení vlády .

| | |
|--|--|
| Název rozváděče | R2F + Rsp2F |
| Výrobní číslo | 35021 |
| Zakázka, akce | AC Enterprise - Praha 4 - Pankrác |
| Zakázkové číslo | 323581 |
| Výrobek je určen pro | Rozváděč je určen pro napájení obvodů v síti nn |
| Technické požadavky na elektrické zařízení | Směrnice o nízkém napětí 2006/95/EC a NV 17/2003 Sb., směrnice EMC 2004/108/EC a NV 616/2006 Sb. |
| Způsob posouzení shody | §12 odst. 4, písm. A) zákon 22/1997 Sb. |
| Poslední dvoučíslí roku v němž bylo umístěno  | 15 |
| Systém řízení jakosti | ČSN EN ISO 9001 |

Seznam harmonizovaných norem, se kterými je výrobek ve shodě:

- ČSN EN/IEC 61439-1 ed.2, část 1: Všeobecná ustanovení - květen 2012
- ČSN EN/IEC 61439-2 ed.2, část 2: Výkonové rozváděče PSC - květen 2012
- ČSN EN/IEC 61439-3 část 3: Rozvodnice určené k provozování laiky DBO - říjen 2012
- ČSN EN/IEC 61439-4 část 4: Zvláštní požadavky pro staveništní rozvaděče ACS - srpen 2013
- ČSN EN/IEC 61439-5 část 5: Rozváděče pro veřejné distribuční síť PENDA - září 2011
- ČSN EN/IEC 61439-6 část 6: Přípojnicové rozvody BTS - únor 2013
- ČSN EN/IEC 61439-7 část 7: Rozváděče pro určité instalace jako jsou přístavy, místa k táboření, tržiště, nabíjecí stanice pro elektrická vozidla a podobné aplikace

| | | | |
|-----------------|----------|------------------|--------------------------|
| Datum vystavení | 8.9.2015 | Jméno a příjmení | Daniel Kulíšek |
| Místo vydání | Praha | Funkce | Technik výroby rozvaděčů |

INSTALACE
Kutnohorská 288, PRAHA 10, PSČ 109 00


podpis

| | | | |
|-------------------|------------------------------------|----------------|---------------------|
| Výrobce rozváděče | INSTALACE PRAHA spol. s.r.o. | Telefon | 267 213 111 |
| Adresa firmy | Truhlářská 1108/3, 110 00, Praha 1 | E-mail | office@instalace.cz |
| Adresa provozovny | Kutnohorská 288, 109 00, Praha 10 | Webové stránky | www.instalace.cz |
| | | IČO | 45804371 |

| | | | |
|---|--|--|-----------------------------|
| Název rozváděč | R2F + Rsp2F | | |
| Zakázka, akce | AC Enterprise - Praha 4 - Pankrác | | |
| Výrobní číslo | 35021 | Zakázkové číslo | 323581 |
| | | Rok výroby | 2015 |
| Vnější konstrukce skříně | Skříňový BP-F-1200/20/3-P | | |
| Výrobce prázdné skříně | Eaton | Rozměry (v x š x h) | 2060 x 1200 x 300 |
| Hmotnost | 150 | Typ konstrukce | pevné části |
| Stupeň ochrany před dotykem živých částí a vniknutím cizích těles a vody (kód IP) | IP 30/20C | Stupeň ochrany před mechanickými rázy (kód IK) | IK 07 |
| Jm. napětí rozváděče Un | 3x230/400 V | Jm. proud rozváděče InA | 63+32+32 A |
| Jm. pracovní napětí Ue | 400 V | Jm. krátkodobý výdržný proud Icw | 10 kA |
| izolační napětí Ui | 440 V | Doba zkratu | 1 s |
| Jm. impulzní výdržné napětí Uimp | 4 kV | Jm. dynamický proud Ipk | 17 kA |
| Soudobost RDF | 0,15 | Jm. podmíněný zkratový proud Icc | 10 kA |
| Soustava sítě | TN-S | Jmenovitý kmitočet fn | 50 Hz |
| Druh zařízení jistiící před zkratem | Pojistka | | |
| Ochrana při poruše | Automatickým odpojením od zdroje čl. 411.1-4 | Základní ochrana | Kryty a izolací dle příl. A |
| Způsob užívání | Je možná i laická obsluha | Stupeň znečištění | 1 (žádné) |
| Prostředí EMC | B (byty, kanceláře, lehký průmysl) | | |
| Prostředí instalace, pracovní podmínky | Vnitřní prostory | Způsob instalace | Stabilní |
| Vyrobeno podle výkresu | R2F + Rsp2F - J.Krejčík, M.Ušák - 05/2015 | | |
| Použité měřicí přístroje | Měření izolace - Metriso 5000V - v.č. M1672682 Zdroj VN 4 kV - QA071 - v.č. 2025 Měření přechodových odporů - MPO-01 - v.č.798 | | |
| | Pozn.: Uvedené měřicí přístroje mají platnou kalibraci dle zákona č.505/1990 Sb. | | |
| Poznámka | | | |

Seznam použitých harmonizovaných norem:

- ČSN EN/IEC 61439-1 ed.2, část 1: Všeobecná ustanovení
- ČSN EN/IEC 61439-2 ed.2, část 2: Výkonové rozváděče PSC
- ČSN EN/IEC 61439-3 část 3: Rozvodnice určené k provozování laiky DBO
- ČSN EN/IEC 61439-4 část 4: Zvláštní požadavky pro staveništní rozváděče ACS
- ČSN EN/IEC 61439-5 část 5: Rozváděče pro veřejné distribuční sítě PENDA
- ČSN EN/IEC 61439-6 část 6: Připojnicové rozvody BTS
- ČSN EN/IEC 61439-7 část 7: Rozváděče pro určité instalace jako jsou přístavy, místa k táboření, tržiště, nabíjecí stanice pro elektrická vozidla a podobné aplikace

| | |
|-----------------------|----------------|
| Místo vydání | Praha |
| Datum zhotovení | 8.9.2015 |
| Krycí list vypracoval | Daniel Kulíšek |



podpis

| | | | |
|-------------------|------------------------------------|----------------|---------------------|
| Výrobce rozváděče | INSTALACE PRAHA spol. s r.o. | Telefon | 267 213 111 |
| Adresa firmy | Truhlářská 1108/3, 110 00, Praha 1 | E-mail | office@instalace.cz |
| Adresa provozovny | Kutnohorská 288, 109 00, Praha 10 | Webové stránky | www.instalace.cz |
| | | IČO | 45804371 |

| | | | |
|-----------------|-----------------------------------|-----------------|--------|
| Název rozváděče | R2F + Rsp2F | | |
| Zakázka, akce | AC Enterprise - Praha 4 - Pankrác | | |
| Výrobní číslo | 35021 | Zakázkové číslo | 323581 |

| Poř. | Část | Popis zkoušky | Výsledek |
|------|--|---|--------------------------|
| 1. | 11.2 Stupeň ochrany skříně | Vizuální prohlídka | vyhovuje IP 30/20C |
| 2. | 11.3 Vzdušné vzdálenosti a povrchové cesty | Měření vzdušné vzdálenosti a vizuální prohlídkou | Vyhovuje tab.1 a 2. |
| 3. | 11.4 Ochrana před úrazem elektrickým proudem a integrita ochranných obvodů | Vizuální prohlídka, namátková kontrola spojů a měření | Vyhovuje < 0,1 Ω |
| 4. | 11.5 Vestavění vestavných součástí | Kontrola upevnění součástí a přístrojů a kontrola dodržení montážních pokynů daných výrobců součástí a přístrojů | Vyhovuje |
| 5. | 11.6 Vnitřní elektrické obvody a spoje | Namátková kontrola spojů a správnost vodičů dle pokynů výrobců přístrojů | Vyhovuje |
| 6. | 11.7 Svorky pro vnější vodiče | Kontrola svorek - počet, typ a identifikace svorek | Vhodné jen pro Cu vodiče |
| 7. | 11.8 Mechanická funkce | Kontrola účinnosti mechanických ovládacích prvků apod. | Vyhovuje |
| 8. | 11.9 Dielektrické vlastnosti | Zkušební napětím průmyslového kmitočtu dle tab. 8 a tab. 9, alternativně měření izolačního odporu u rozváděčů do 250A napětím nejméně 500V DC | Vyhovuje > 50 MΩ |
| 9. | 11.10 Zapojení, pracovní charakteristiky a funkce | Kontrola dokumentace, označení, zapojení a zkouška elektrické funkce | Vyhovuje |

Použité měřicí přístroj

| |
|--|
| Měření izolace - Metriso 5000V - v.č. M1672682 Zdroj VN 4 kV - QA071 - v.č. 2025 Měření přechodových odporů - MPO-01 - v.č.798 |
|--|

Pozn.: Uvedené měřicí přístroje mají platnou kalibraci dle zákona č.505/1990 Sb.

Ověření návrhu ON 257/2015 je uloženo u výrobce rozváděče

| | |
|------------------------|---|
| Vyrobeno podle výkresu | R2F + Rsp2F - J.Krejčík, M.Ušák - 05/2015 |
| Kusové ověření provedl | RT Daniel Kulíšek e.č. 2351/2/13/R-EZ-E2A |
| Místo vydání | Praha |
| Datum kusového ověření | 8.9.2015 |



podpis

| | | | |
|---|--|------------------------|---------------------|
| Výrobce rozváděče | INSTALACE PRAHA spol. s.r.o. | Telefon | 267 213 111 |
| Adresa firmy | Truhlářská 1108/3, 110 00, Praha 1 | E-mail | office@instalace.cz |
| Adresa provozovny | Kutnohorská 288, 109 00, Praha 10 | Webové stránky | www.instalace.cz |
| | | IČO | 45804371 |
| Název rozváděče | R2F + Rsp2F | | |
| Zakázka, akce | AC Enterprise - Praha 4 - Pankrác | | |
| Výrobní číslo | 35021 | Zakázkové číslo | 323581 |
| Vnější konstrukce skříně | Skříňový BP-F-1200/20/3-P | Výrobce prázdné skříně | Eaton |
| Protokoly nebo certifikáty výrobce prázdné skříně | Test Report CTI-CA 672-2 - Eaton; Protokol EZÚ 403822-01/01; Certifikát EZÚ 1140912; | | |

| Část | Popis | Kritérium | Způsob ověření | Výsledek |
|----------|---|--|--|---------------------|
| 10.2.2 | Odolnost proti korozi | zkouška náročnosti A, ve vnitřních prostorech, zkouška náročnosti B pro venkovní prostory | Zkouška | Vyhovuje zkouška B |
| 2.3.1 | Ověřování tepelné stability skříně | při teplotě 70°C po dobu 168h a dobou regenerace 96h | Zkouška | Vyhovuje |
| 10.2.3.2 | Ověřování odolnosti izolačních materiálů proti nadměrnému teplu, vzplanutí a šíření plamene v důsledku vnitřních el. jevů | při teplotě 960°C pro části nutné pro udržení proudovodných částí, 850°C pro skříně určené pro namontování do dutých příček, 650°C pro všechny ostatní části | Zkouška | Vyhovuje 650°C |
| 10.2.4 | Odolnost proti UV záření | pouze pro rozváděče určené pro venkovní použití | Zkouška | UV odolné |
| 10.2.5 | Zvedání | pouze u rozváděčů opatřených zvedacími prostředky | Zkouška | Není vyžadováno |
| 10.2.6 | Mechanický náraz | zkoušky dle IEC 62262 | Zkouška | vyhovuje IK 07 |
| 10.2.7 | Značení | zkouška pouze když není značení provedené tvářením, lisováním, rytím nebo podobným způsobem | Vizuální prohlídka | Vyhovuje |
| 10.3 | Stupeň ochrany rozváděčů | zkoušky dle IEC 60529 | Hodnocení a zkouška | vyhovuje IP 30/20C |
| 10.4 | Vzdušné vzdálenosti a povrchové cesty | musí vyhovovat požadavkům uvedených v 8.3, dle Přílohy F | Měření | Vyhovuje tab.1 a 2. |
| 10.5.2 | Účinná spojitost uzemnění živých částí rozváděče a ochranného obvodu | ověření, že různé neživé části jsou účinně připojeny ke svorce pro přívodní vnější ochranný vodič a že odpor nepřekračuje 0,1Ω | Měření | Vyhovuje |
| 10.5.3 | Zkratová odolnost ochranného obvodu | rozdávěč musí být schopný vydržet tepelná a dynamická namáhání způsobená zkratovými proudy nepřesahující jmenovité hodnoty | Srovnání s referenčním návrhem dle 10.5.3.3 a 10.5.3.4, do 10kA není nutné ověření | vyhovuje Ik"= 10 kA |

| Název rozváděče | R2F + Rsp2F | | | |
|-----------------|--|---|--|---|
| Výrobní číslo | 35021 | Zakázkové číslo | 323581 | |
| Část | Popis | Kritérium | Způsob ověření | Výsledek |
| 10.6 | Vestavění spínacích přístrojů a součástí | splnění konstrukčních požadavků uvedených v 8.5 na vestavění spínacích přístrojů a součástí a požadavků EMC | Hodnocení a vizuální prohlídka | Vyhovuje |
| 10.7 | Vnitřní elektrické obvody a spoje | splnění konstrukčních požadavků uvedených v 8.6 na vnitřní elektrické obvody a spoje | Hodnocení a vizuální prohlídka | Vyhovuje |
| 10.8 | Svorky pro vnější vodiče | splnění konstrukčních požadavků uvedených v 8.8 na svorky pro vnější vodiče | Hodnocení a vizuální prohlídka | Vhodné jen pro Cu vodiče |
| 10.9.2 | Výdržné napětí průmyslového kmitočtu | obvody připojené do hlavního obvodu musí být zkoušeny dle tab. 8, obvody, které nejsou připojeny do hlavního obvodu budou zkoušeny dle tab. 9 | Zkouška | Vyhovuje |
| 10.9.3 | Impulzní výdržné napětí | alternativní zkouška napětím s průmyslovým kmitočtem nebo alternativní zkouška DC napětím | Zkouška | Vyhovuje |
| 10.10 | Ověřování oteplování | ověření, že nebudou překročeny meze oteplení uvedené v 9.2 pro různé části rozváděče | Výpočet | Vyhovuje, ztrátový výkon 150W |
| 10.11 | Zkratová odolnost | rozdávěč musí být schopný vydržet tepelná a dynamická namáhání způsobená zkratovými proudy nepřesahující jmenovité hodnoty | Srovnání s referenčním návrhem dle 10.5.3.3 a 10.5.3.4, do 10kA není nutné ověření | vyhovuje Ik"= 10 kA |
| 10.12 | Elektromagnetická kompatibilita | rozdávěč musí splňovat podmínky pro stanovení prostředí dle J.9.4.1 a uspořádání dle pokynů výrobců součástí a přístrojů | Hodnocení a určení | Rozváděč nezahrnuje elektronické obvody |
| 10.13 | Mechanická funkce | ověřovací zkouška se neprovádí u rozváděčů u kterých již byla provedena typová zkouška dle příslušných norem výrobků | Hodnocení a vizuální prohlídka | Vyhovuje |

Použité měřicí přístroje Měření izolace - Metrisko 5000V - v.č. M1672682
 Zdroj VN 4 kV - QA071 - v.č. 2025
 Měření přechodových odporů - MPO-01 - v.č.798

Pozn.: Uvedené měřicí přístroje mají platnou kalibraci dle zákona č.505/1990 Sb.

Vyrobeno podle výkresu R2F + Rsp2F - J.Krejčík, M.Ušák - 05/2015

Ověření návrhu provedl RT Daniel Kulíšek e.č. 2351/2/13/R-EZ-E2A

Místo vydání Praha

Datum ověření návrhu 8.9.2015



.....
 podpis

Výpočet oteplení

| | | | |
|-----------------|---|---------------|------------------------------------|
| Číslo zakázky | <input type="text" value="323581"/> | Výrobní číslo | <input type="text" value="35021"/> |
| Umístění skříně | <input type="text" value="2 - umístěná u stěny"/> | | |
| Materiál skříně | <input type="text" value="1 - oceloplech"/> | | |
| Název | <input type="text" value="R2F + RSP 2F"/> | TeMin | <input type="text" value="5"/> °C |
| Výška | <input type="text" value="2060"/> mm | TeMax | <input type="text" value="25"/> °C |
| Šířka | <input type="text" value="1200"/> mm | TsMin | <input type="text" value="5"/> °C |
| Hloubka | <input type="text" value="300"/> mm | TsMax | <input type="text" value="40"/> °C |

Te - teplota okolí; Ts - požadovaná teplota

Ztrátové výkony

| Popis | Jednotka | Pd/jed.(W) | Jednotek | Soudobost |
|-----------------------------|----------|------------|----------|-----------|
| 63A vypínač | pól | 4,50 | 3 | 1,0 |
| 32A vypínač | pól | 2,20 | 3 | 0,8 |
| 32A jistič PL7 | pól | 3,70 | 12 | 0,2 |
| 16A jistič PL7 | pól | 2,20 | 90 | 0,1 |
| 10A jistič PL7 | pól | 1,90 | 40 | 0,2 |
| 6A jistič PL7 | pól | 1,80 | 10 | 0,2 |
| 4A jistič PL7 | pól | 1,40 | 3 | 0,3 |
| 40A chránič PF7 | pól | 2,40 | 16 | 0,2 |
| 16A chránič s jističem PFL7 | pól | 1,60 | 6 | 0,2 |
| impulsní relé | kus | 1,50 | 30 | 0,1 |
| Monitor sítě | kus | 1,50 | 1 | 1,0 |
| 25A modulový stykač 2 pól. | kus | 4,50 | 4 | 0,4 |
| elektroměr třífáz. KWZ | kus | 1,50 | 2 | 0,8 |
| Sběrnice | celek | 10,00 | 1 | 1,0 |
| Vodiče | celek | 120,00 | 1 | 0,2 |

150 W



Výpočet

S = m² účinný chladicí povrch skříně

Ti max = °C maximální předpokládaná teplota bez regulace

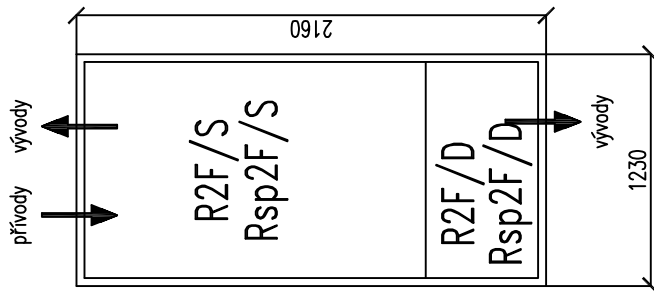
Ti min = °C minimální předpokládaná teplota bez regulace

Zpracoval

Číslo zprávy



ROZVADĚČ R2F+Rsp2F čelní pohled



LEGENDA:



Jednofázový jistič 10A (char. B)
Výrobce: Schrack Technik

Jednofázový jistič 16A (char. C)
Výrobce: Schrack Technik

Třífázový vypínač 25A
Výrobce: Schrack Technik

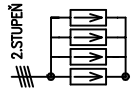
Třífázový jistič 32A
s pomocným kontaktem
Výrobce: Schrack Technik

Proudový chránič 40A s rozdílovým
vybavovacím proudem 30mA
Výrobce: Schrack Technik

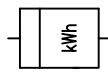
Proudový chránič 10A s vestavěnou
nadproudovou ochranou a rozdílovým
vybavovacím proudem 30mA
Výrobce: Schrack Technik

Stykač 16A (silový kontakt)
Výrobce: Schrack Technik

Průchodka (dimenze dle kabelu)



Přepěťová ochrana 2.stupně
Výrobce: Schrack Technik, alt. OBO BETTERMANN



Elektroměr



Svorkovnice ovládacích obvodů
Označení svorkovnice, čísla svarek



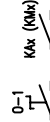
Impulsní / časové relé (obecně)
Výrobce: Schrack Technik



Cívka stykače / relé
Výrobce: Schrack Technik



Časové relé se zpožděným přitahem / odpadem
Výrobce: Schrack Technik



Kontakt přepínače / relé (stykače)

POZNÁMKY:

Vývody z příslušných svorkovnic (jednotlivé vodiče) budou označeny návlačkami s nesmazatelným popisem: každý kabel bude označen příslušným štítkem, který bude obsahovat označení rozváděče (včetně příslušného pole), typ a dimenzi kabelu, a určení napájeného zařízení.

Před realizací prováděcí firma ověří, zda skutečně dodávaná zařízení včetně všech el. parametrů odpovídají této projektové dokumentaci a v případě nutnosti upraví zapojení !!

Číslo jističe (stykače apod.) souhlasí s číslem příslušného okruhu, pokud není uvedeno jinak.

PROVEDENÍ:
R2F+Rsp2F: SCHRACK M2000, typ 5A-45/
nástěnný

KRYTÍ:
BÁRVA: rám a dveře z ocelového plechu
přívod spodem, vývody horem/spodem
IP30/20

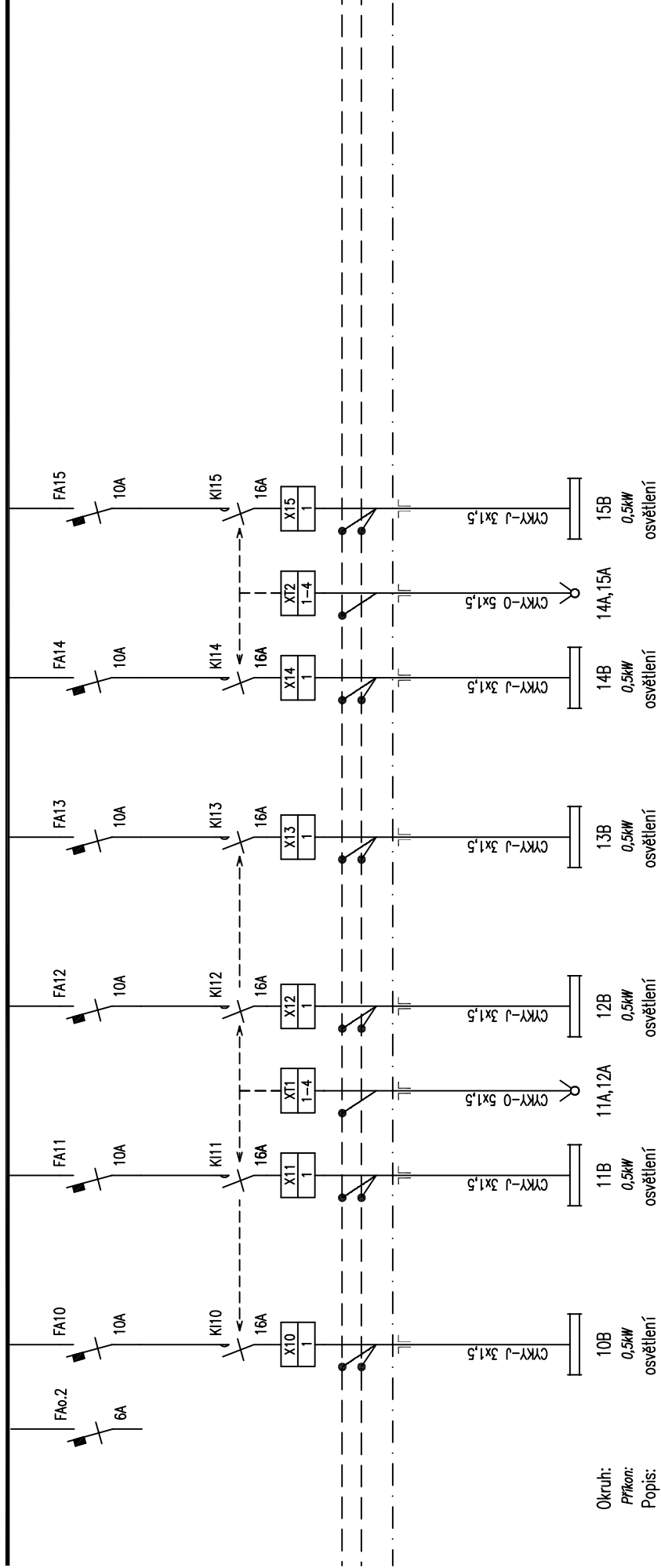
ROZMĚRY (š/v/h): 1230x2160x250

ZKRAT. PROUD: šedá RAL7035
I_{km} = 10kA

AKCE: AC PANKRÁC

ROZVADĚČ: R2F+Rsp2F

LIST: 1/19



Okruh:
Příkon:
Popis:

10B
0,5kW
osvětlení

11B
0,5kW
osvětlení

12B
0,5kW
osvětlení

13B
0,5kW
osvětlení

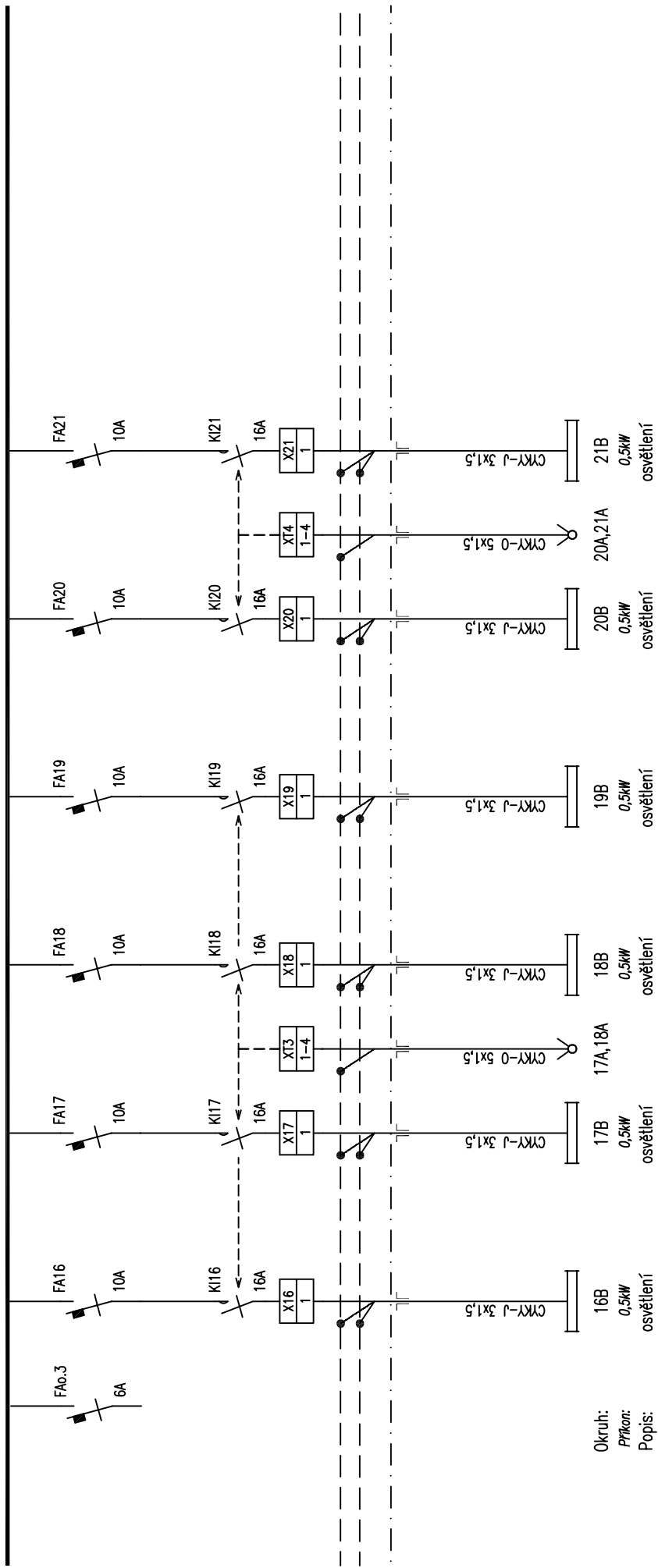
14B
0,5kW
osvětlení

15B
0,5kW
osvětlení

Nevyužité vývody budou ponechány jako přístrojová rezerva.

PROUDOVÁ SOUSTAVA A NAPĚTÍ:
3NPE, 230/400V, 50Hz, TN-S

| | | |
|------------------|---------------------|------------|
| AKCE: AC PANKRÁC | ROZVADEČ: R2F+Rsp2F | LIST: 3/19 |
|------------------|---------------------|------------|

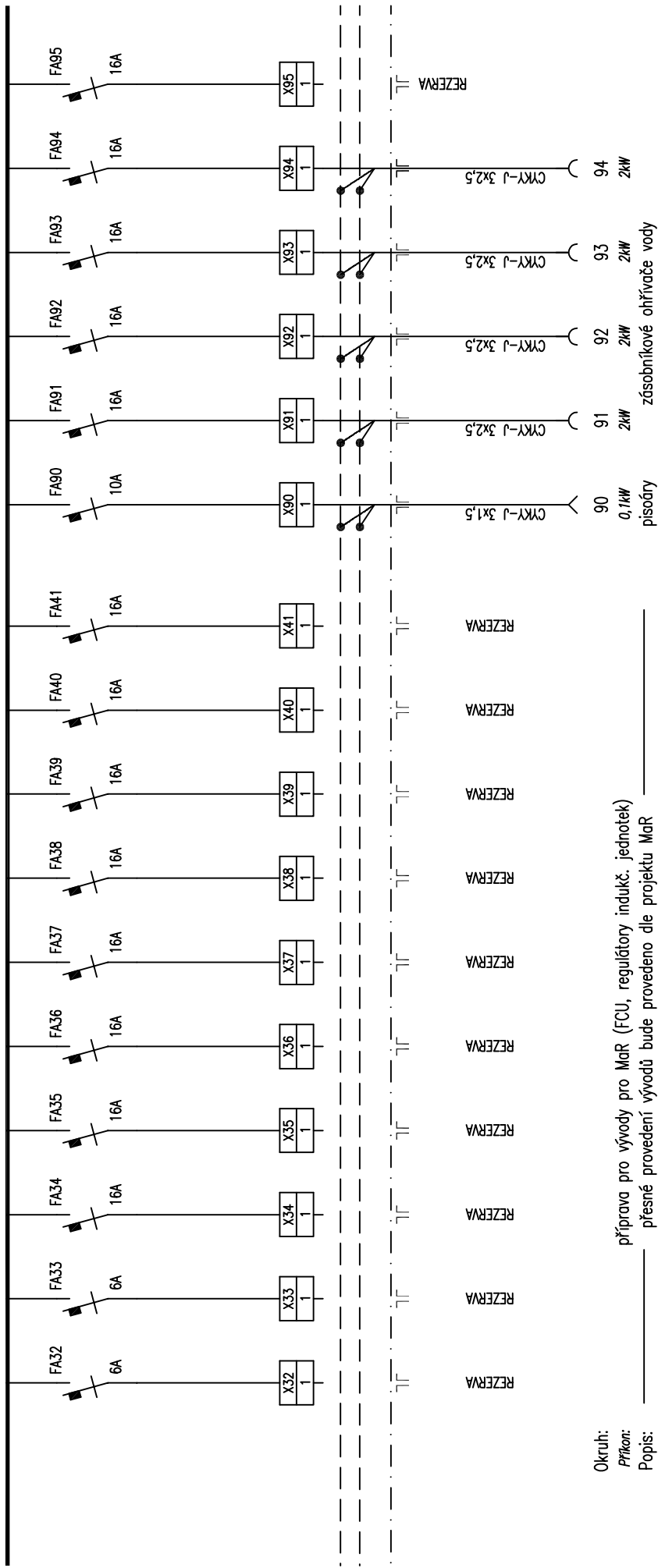


Okruh:
Přikoni:
Popis:

Nevyužité vývody budou ponechány jako přístrojová rezerva.

PROUDOVÁ SOUSTAVA A NAPĚTÍ:
3NPE, 230/400V, 50Hz, TN-S

| | | |
|------------------|---------------------|------------|
| AKCE: AC PANKRÁC | ROZVADEČ: R2F+Rsp2F | LIST: 4/19 |
|------------------|---------------------|------------|

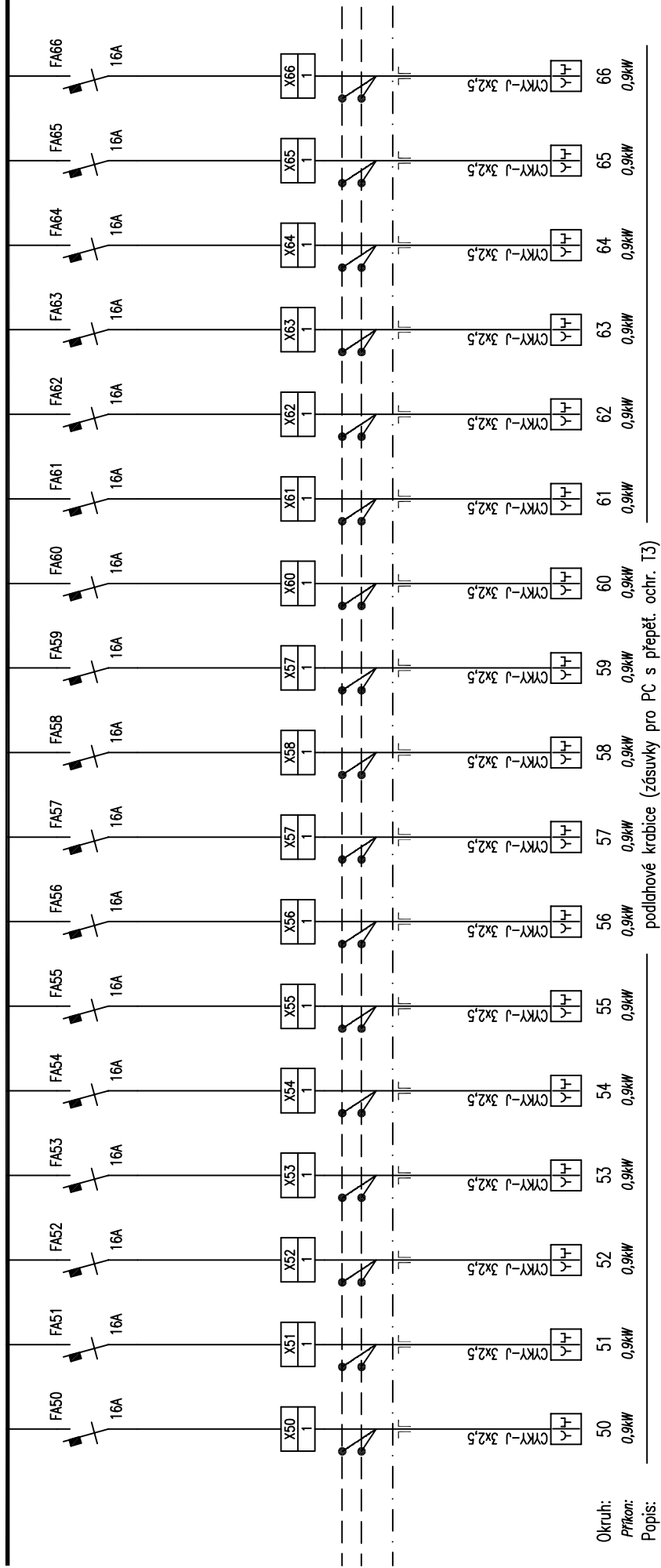


Okruhi: _____
 Příkon: příprava pro vývody pro MaR (FCU, regulátory indukč. jednotek)
 Popis: přesné provedení vývodů bude provedeno dle projektu MaR _____

Neužívané vývody budou ponechány jako přístrojová rezerva.

PROUDOVÁ SOUSTAVA A NAPĚTÍ:
 3NPE, 230/400V, 50Hz, TN-S

| | | |
|------------------|---------------------|------------|
| AKCE: AC PANKRÁC | ROZVADEČ: R2F+Rsp2F | LIST: 6/19 |
|------------------|---------------------|------------|

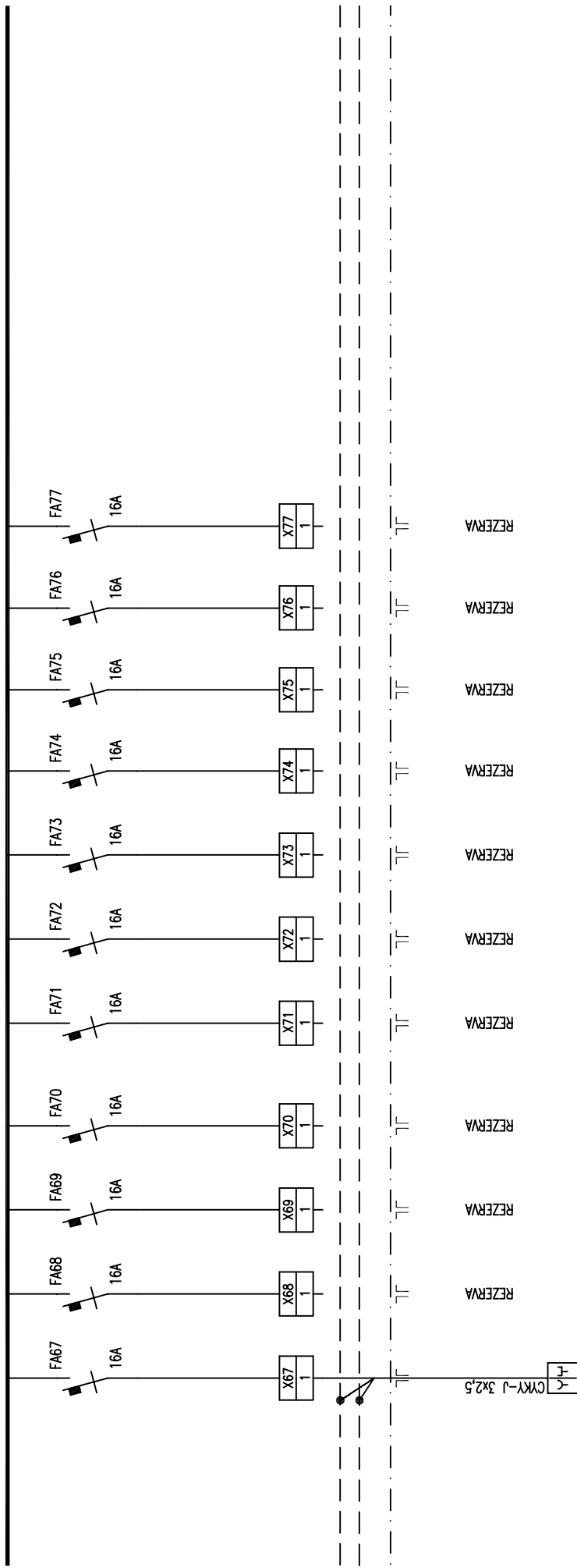


podlahové krabice (zásuvky pro PC s přepět. ochr. T3)

Nevyužitě vývody budou ponechány jako přístrojová rezerva.

PROUDOVÁ SOUSTAVA A NAPĚTÍ:
 3NPE, 230/400V, 50Hz, TN-S

| | | |
|------------------|---------------------|------------|
| AKCE: AC PANKRÁC | ROZVADEČ: R2F+Rsp2F | LIST: 7/19 |
|------------------|---------------------|------------|

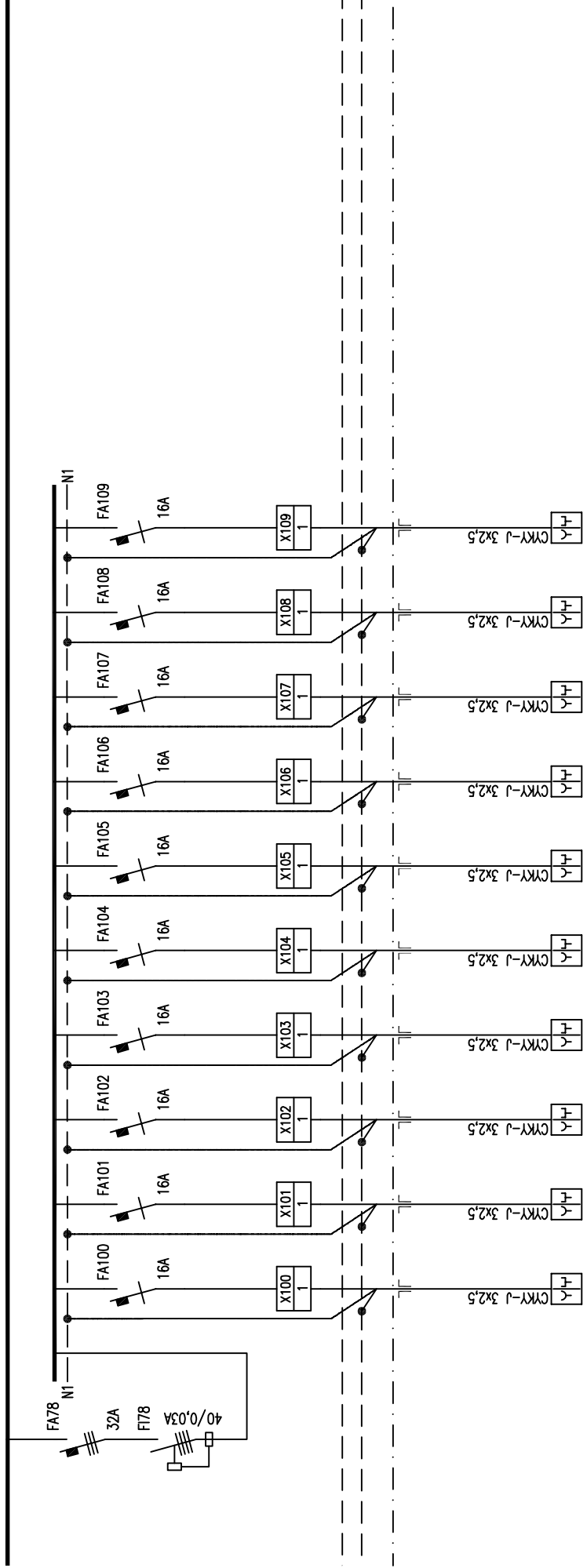


Okruh: 67
 Příkon: 0,9kW
 Popis:

Neužití vývody budou ponechány jako přístrojová rezerva.

PROUDOVÁ SOUSTAVA A NAPĚTÍ:
 3NPE, 230/400V, 50Hz, TN-S

| | | |
|------------------|---------------------|------------|
| AKCE: AC PANKRÁC | ROZVADEČ: R2F+Rsp2F | LIST: 8/19 |
|------------------|---------------------|------------|



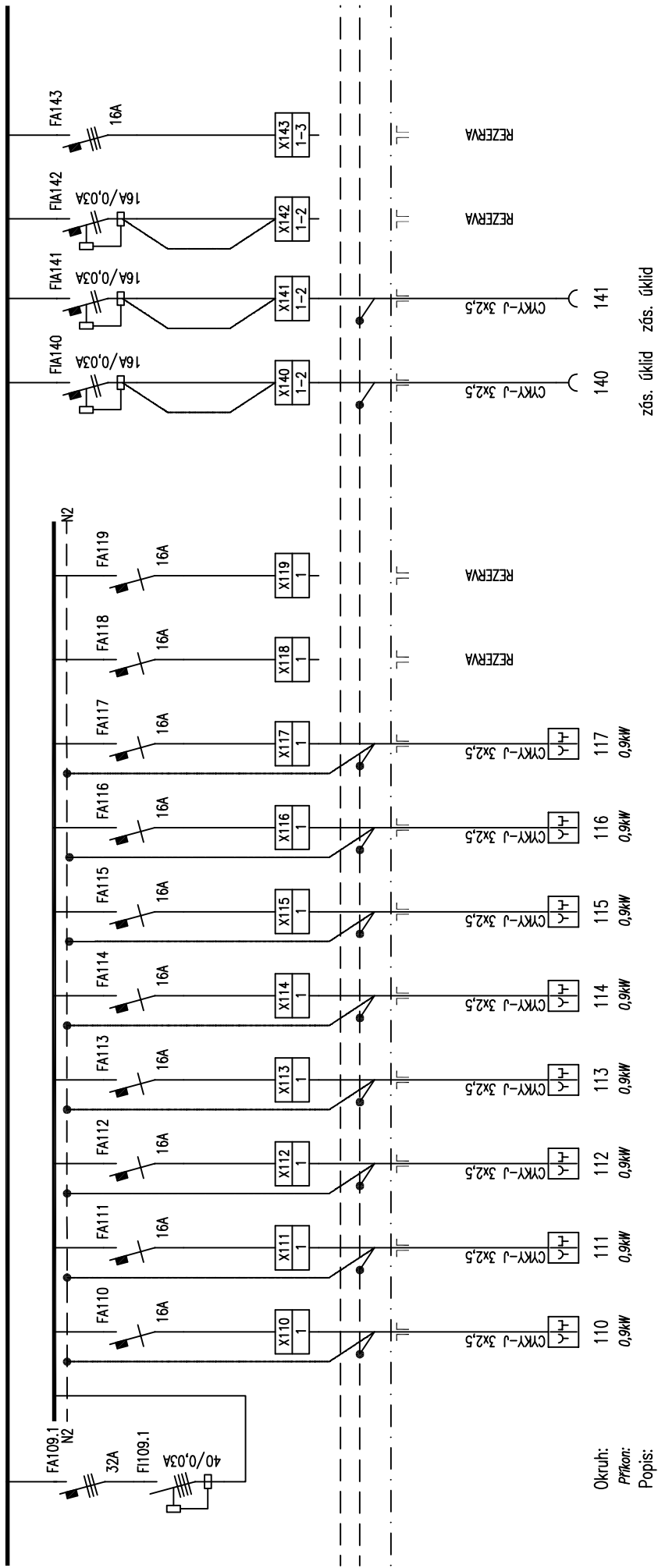
Okruh:
 Příkon:
 Popis:

| | | | | | | |
|-----|-------|-------------|------|---|-------|-----|
| 100 | 0,9kW | CXY-J 3x2,5 | X100 | 1 | FA100 | 16A |
| 101 | 0,9kW | CXY-J 3x2,5 | X101 | 1 | FA101 | 16A |
| 102 | 0,9kW | CXY-J 3x2,5 | X102 | 1 | FA102 | 16A |
| 103 | 0,9kW | CXY-J 3x2,5 | X103 | 1 | FA103 | 16A |
| 104 | 0,9kW | CXY-J 3x2,5 | X104 | 1 | FA104 | 16A |
| 105 | 0,9kW | CXY-J 3x2,5 | X105 | 1 | FA105 | 16A |
| 106 | 0,9kW | CXY-J 3x2,5 | X106 | 1 | FA106 | 16A |
| 107 | 0,9kW | CXY-J 3x2,5 | X107 | 1 | FA107 | 16A |
| 108 | 0,9kW | CXY-J 3x2,5 | X108 | 1 | FA108 | 16A |
| 109 | 0,9kW | CXY-J 3x2,5 | X109 | 1 | FA109 | 16A |

Nevyužitě vývody budou ponechány jako přístrojová rezerva.

PROUDOVÁ SOUSTAVA A NAPĚTÍ:
 3NPE, 230/400V, 50Hz, TN-S

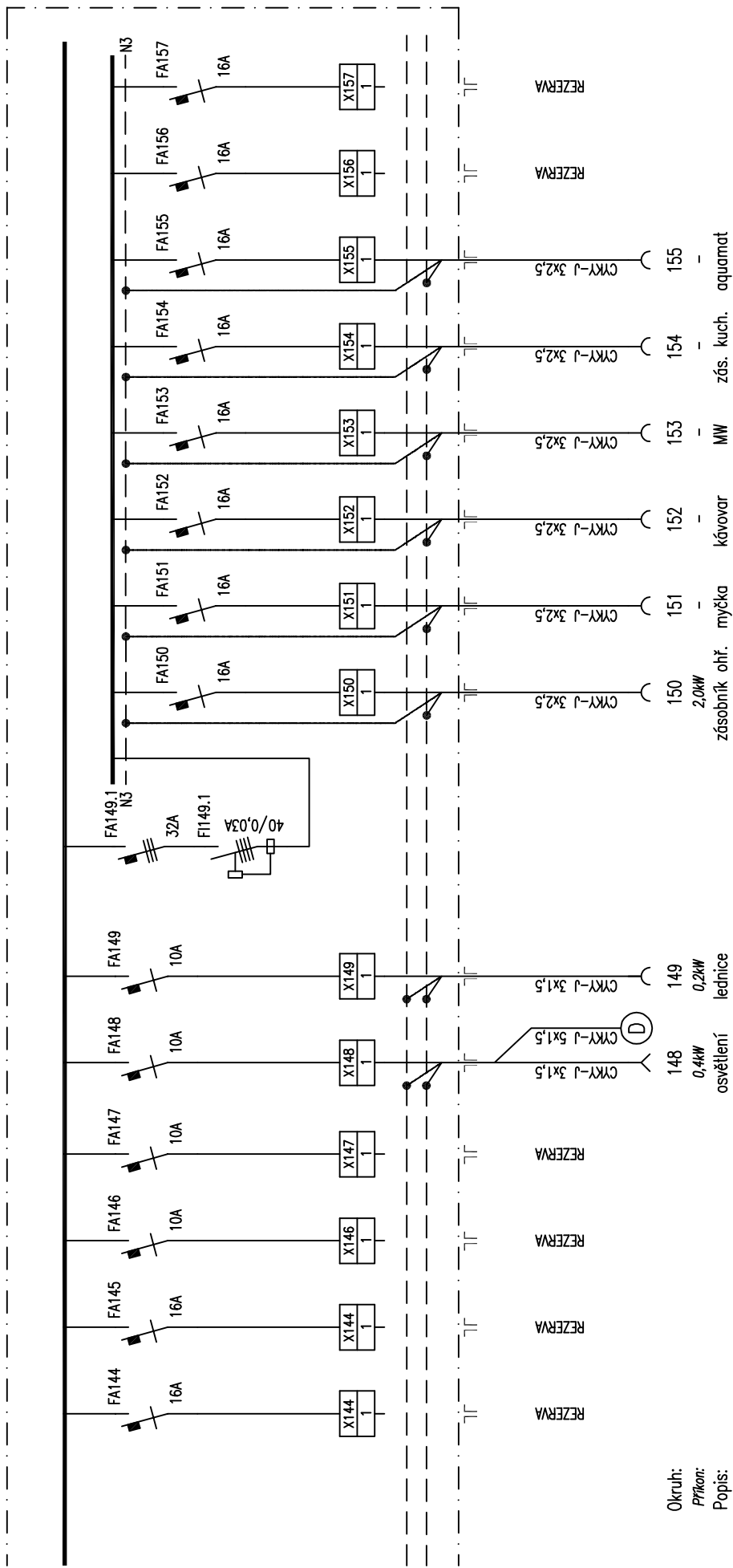
| | | |
|------------------|---------------------|------------|
| AKCE: AC PANKRÁC | ROZVADEČ: R2F+Rsp2F | LIST: 9/19 |
|------------------|---------------------|------------|



Neužitité vývody budou ponechány jako přístrojová rezerva.

PROUDOVÁ SOUSTAVA A NAPĚTÍ:
3NPE, 230/400V, 50Hz, TN-S

| | | |
|------------------|---------------------|-------------|
| AKCE: AC PANKRÁC | ROZVADEČ: R2F+Rsp2F | LIST: 10/19 |
|------------------|---------------------|-------------|

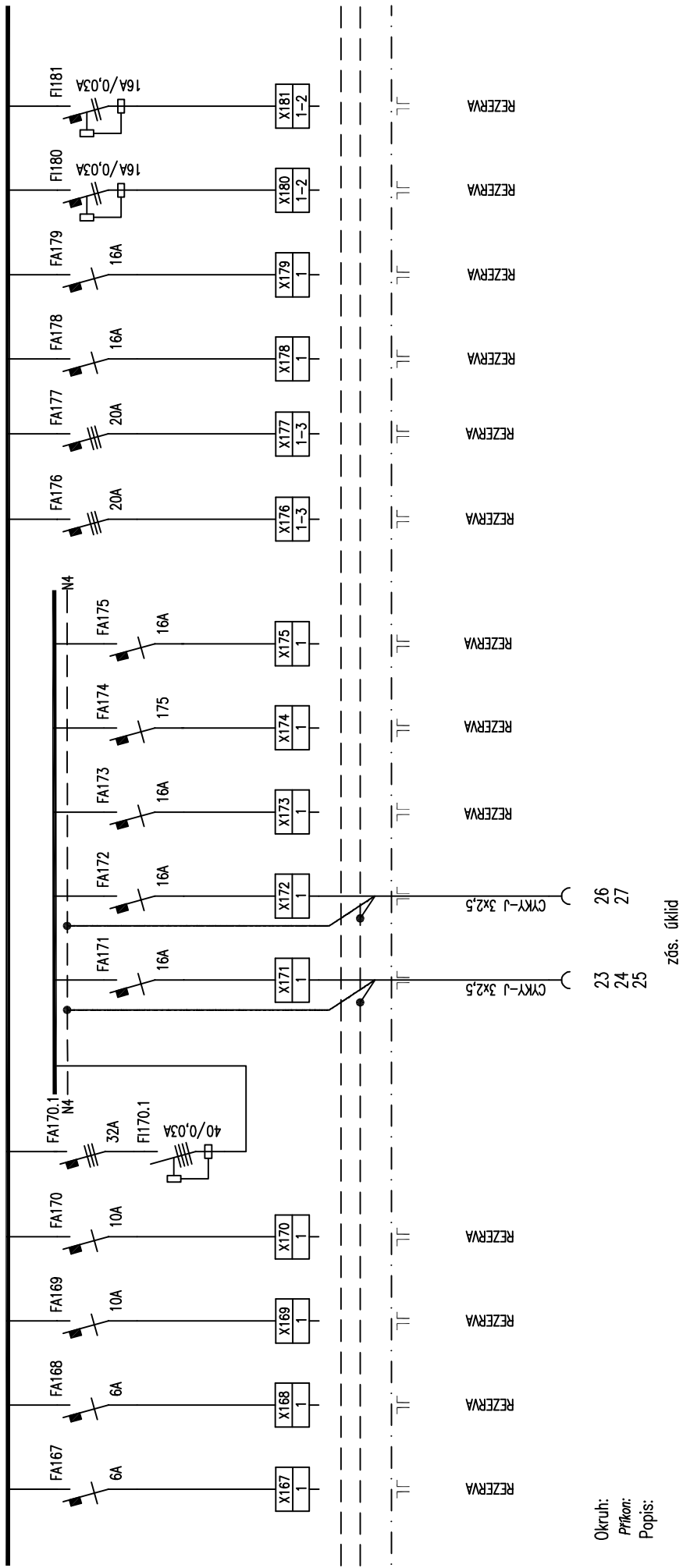


Okruh:
Přikop:
Popis:

Nevyužité vývody budou ponechány jako přístrojová rezerva.

PROUDOVÁ SOUSTAVA A NAPĚTÍ:
3NPE, 230/400V, 50Hz, TN-S

| | | |
|------------------|---------------------|-------------|
| AKCE: AC PANKRÁC | ROZVADEČ: R2F+Rsp2F | LIST: 11/19 |
|------------------|---------------------|-------------|

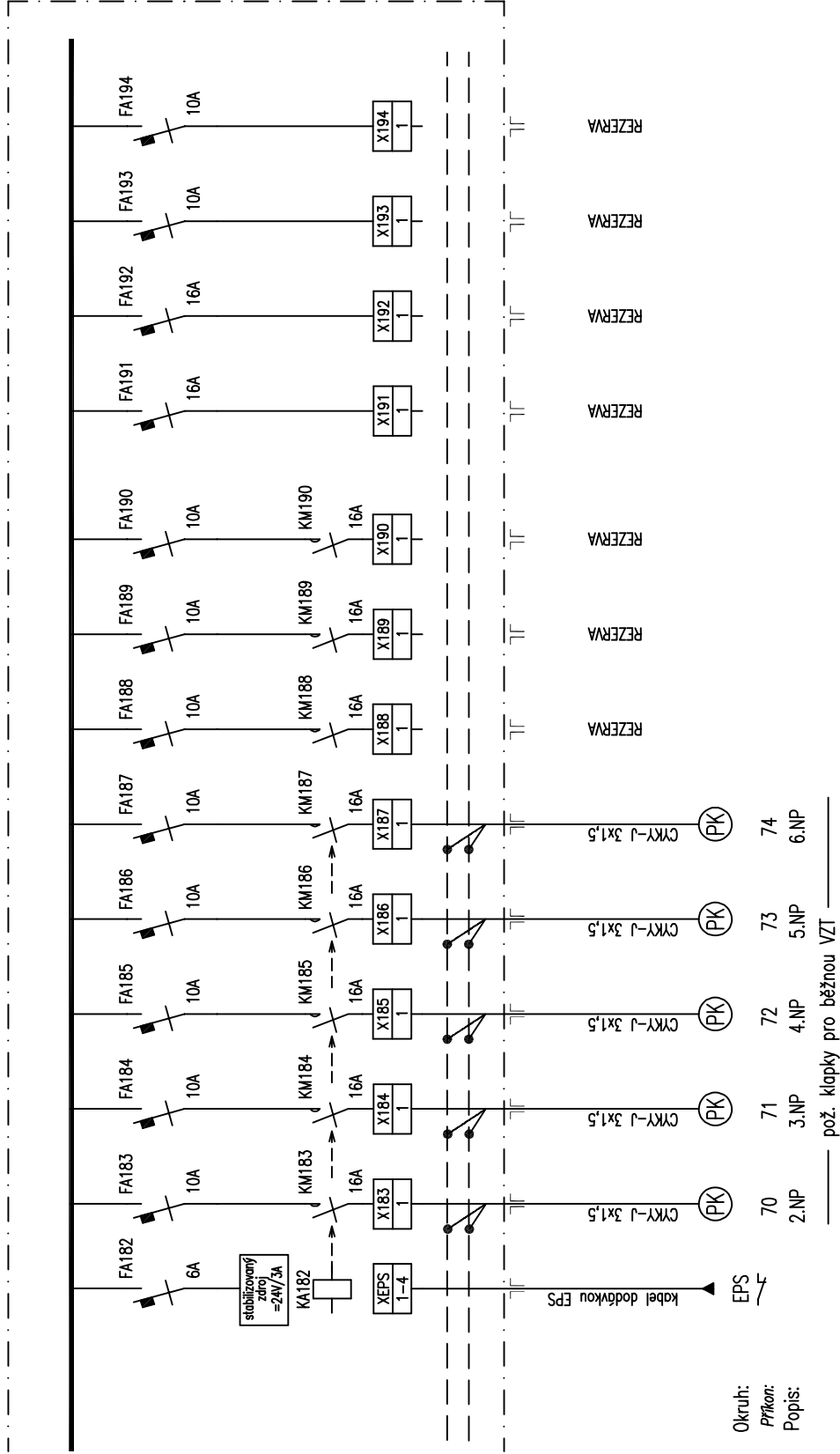


Okruh:
Příkon:
Popis:

Nevyužité vývody budou ponechány jako přístrojová rezerva.

PROUDOVÁ SOUSTAVA A NAPĚTÍ:
3NPE, 230/400V, 50Hz, TN-S

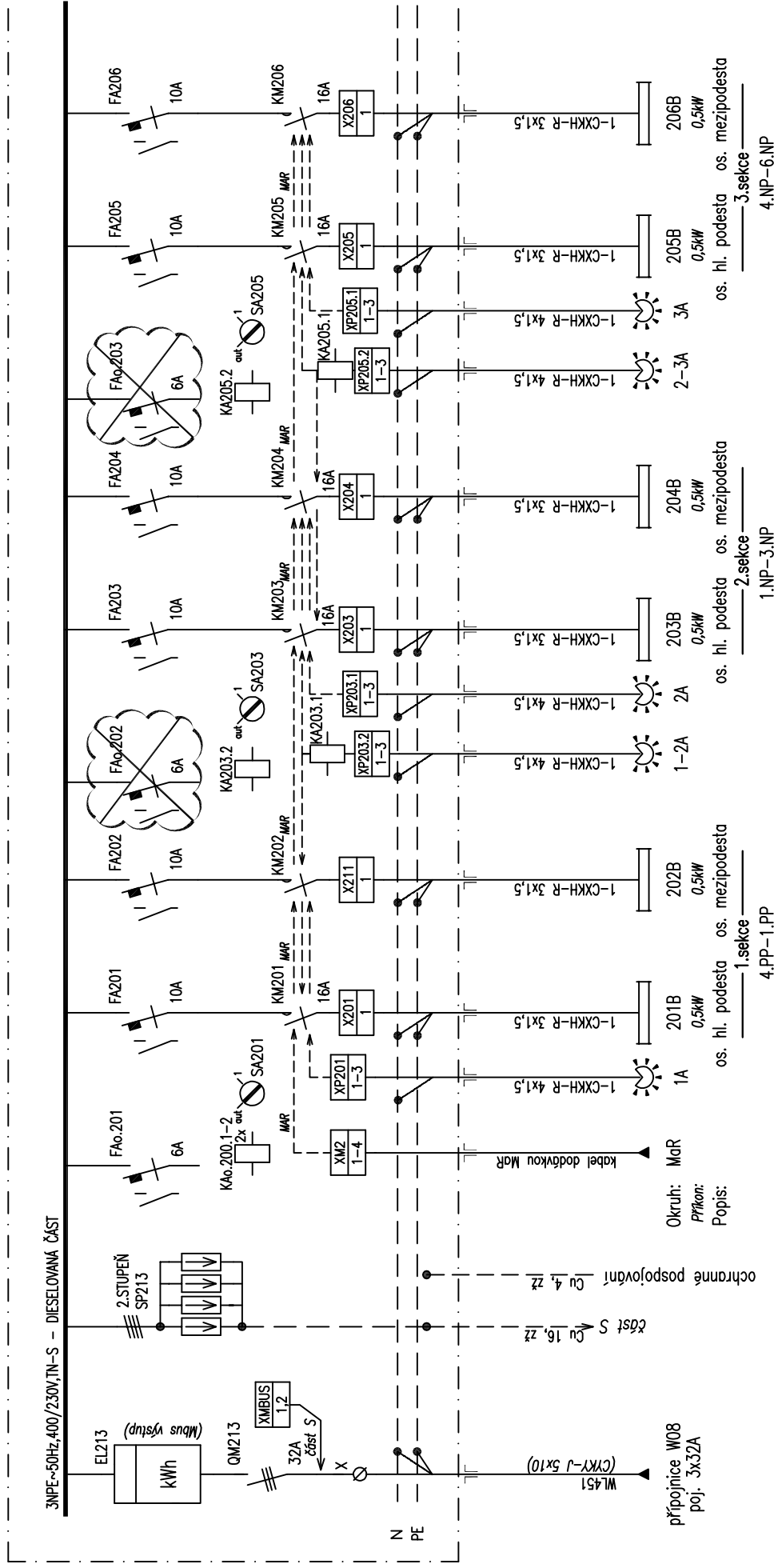
| | | |
|------------------|---------------------|-------------|
| AKCE: AC PANKRÁC | ROZVADEČ: R2F+Rsp2F | LIST: 13/19 |
|------------------|---------------------|-------------|



Nevyužité vývody budou ponechány jako přístrojová rezerva.

PROUDOVÁ SOUSTAVA A NAPĚTÍ:
 3NPE, 230/400V, 50Hz, TN-S

| | | |
|------------------|---------------------|-------------|
| AKCE: AC PANKRÁC | ROZVADEČ: R2F+Rsp2F | LIST: 14/19 |
|------------------|---------------------|-------------|



Nevyužité vývody budou ponechány jako přístrojová rezerva.

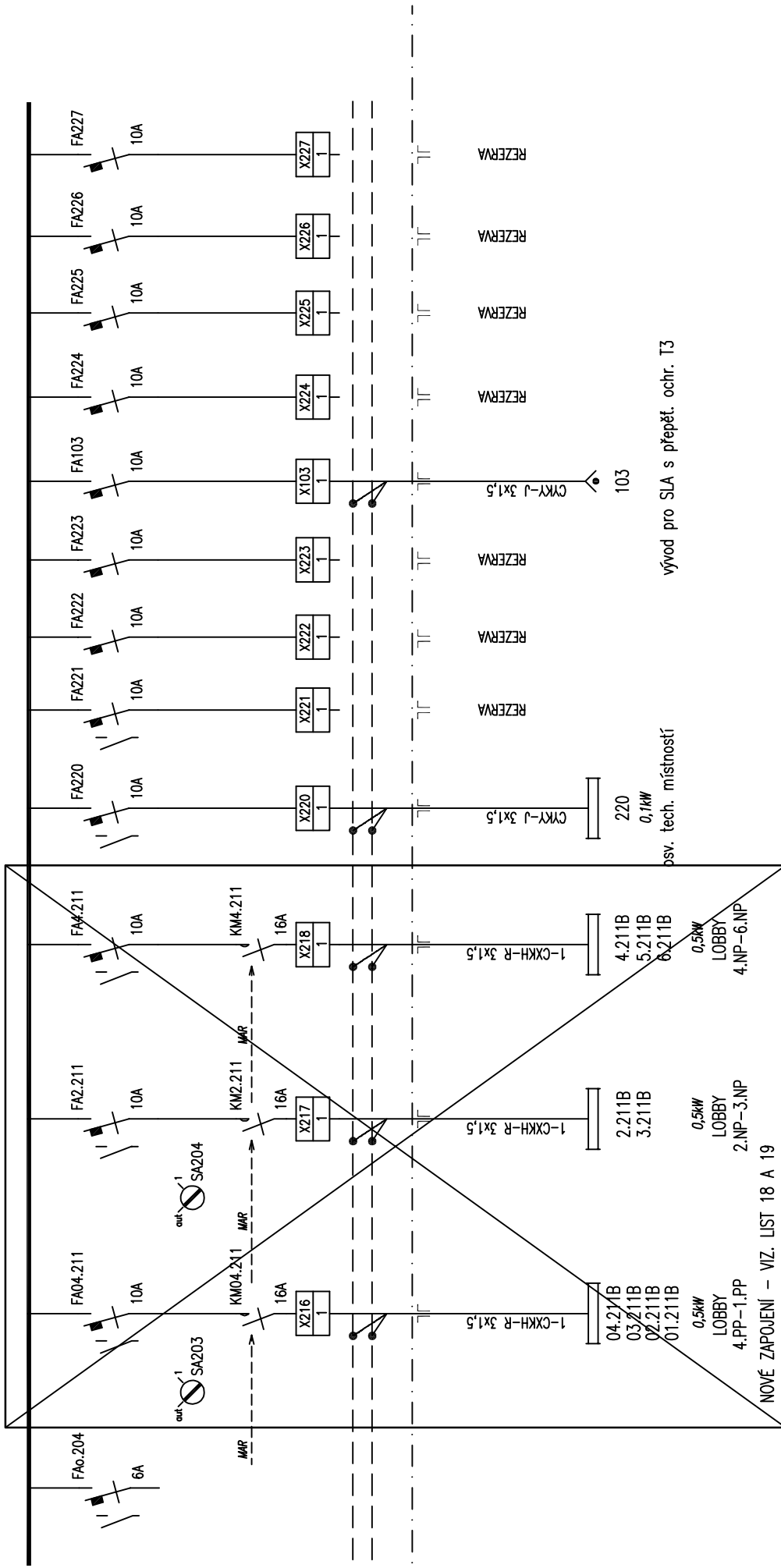
PROUDOVÁ SOUSTAVA A NAPĚTÍ:

3NPE, 230/400V, 50Hz, TN-S

AKCE: AC PANKRÁC

ROZVADEČ: R2F+Rsp2F

LIST: 16/19

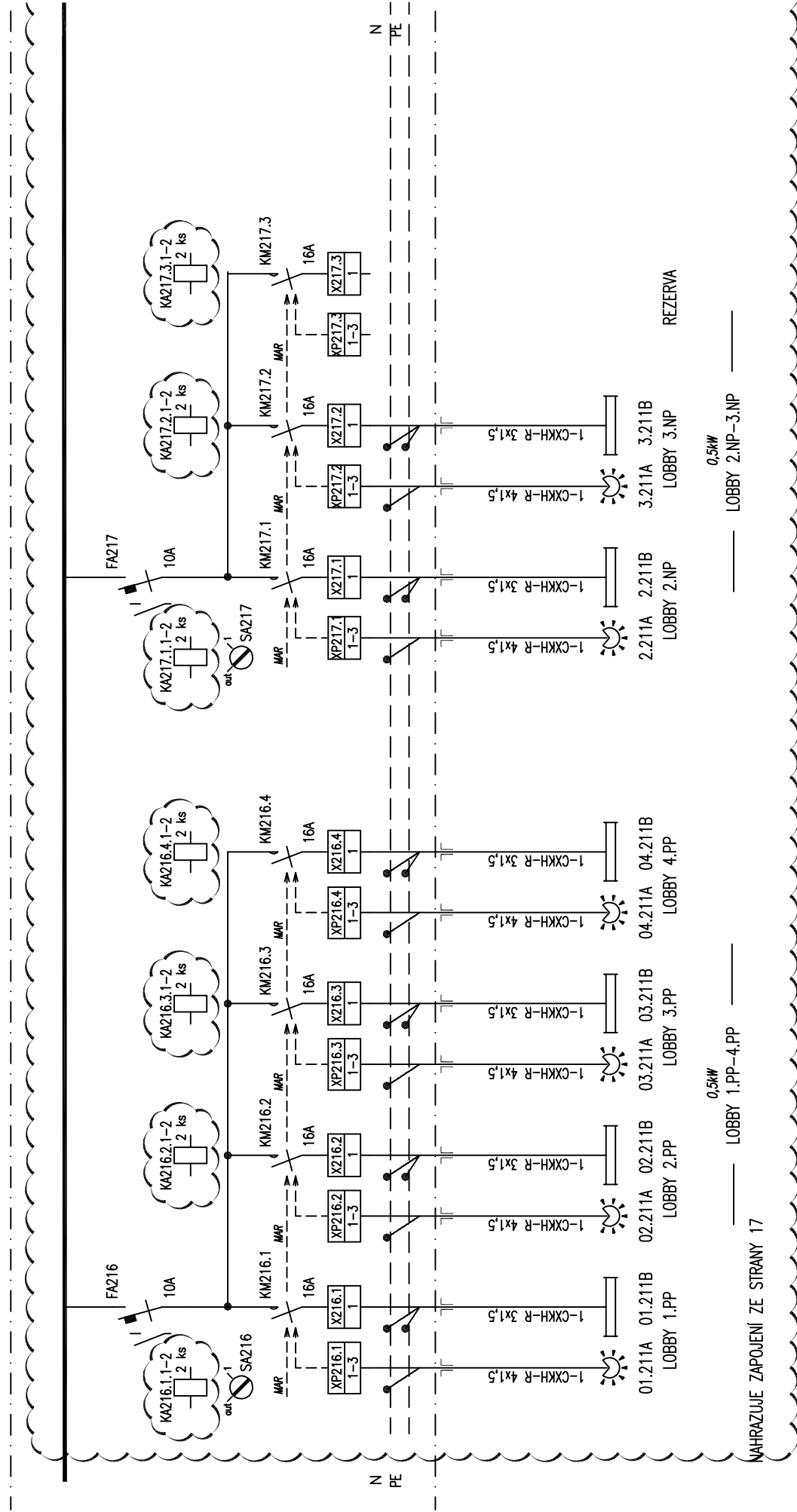


Nevyužitě vývody budou ponechány jako přístrojová rezerva.

PROUDOVÁ SOUSTAVA A NAPĚTÍ:

3NPE, 230/400V, 50Hz, TN-S

| | | |
|------------------|---------------------|---------------|
| AKCE: AC PANKRÁC | ROZVADEČ: R2F+Rsp2F | LIST: 17 / 19 |
|------------------|---------------------|---------------|



Neužitě v ývody budou ponechány jako přístrojová rezerva.

PROUDOVÁ SOUSTAVA A NAPĚTÍ:

3NPE, 230/400V, 50Hz, TN-S

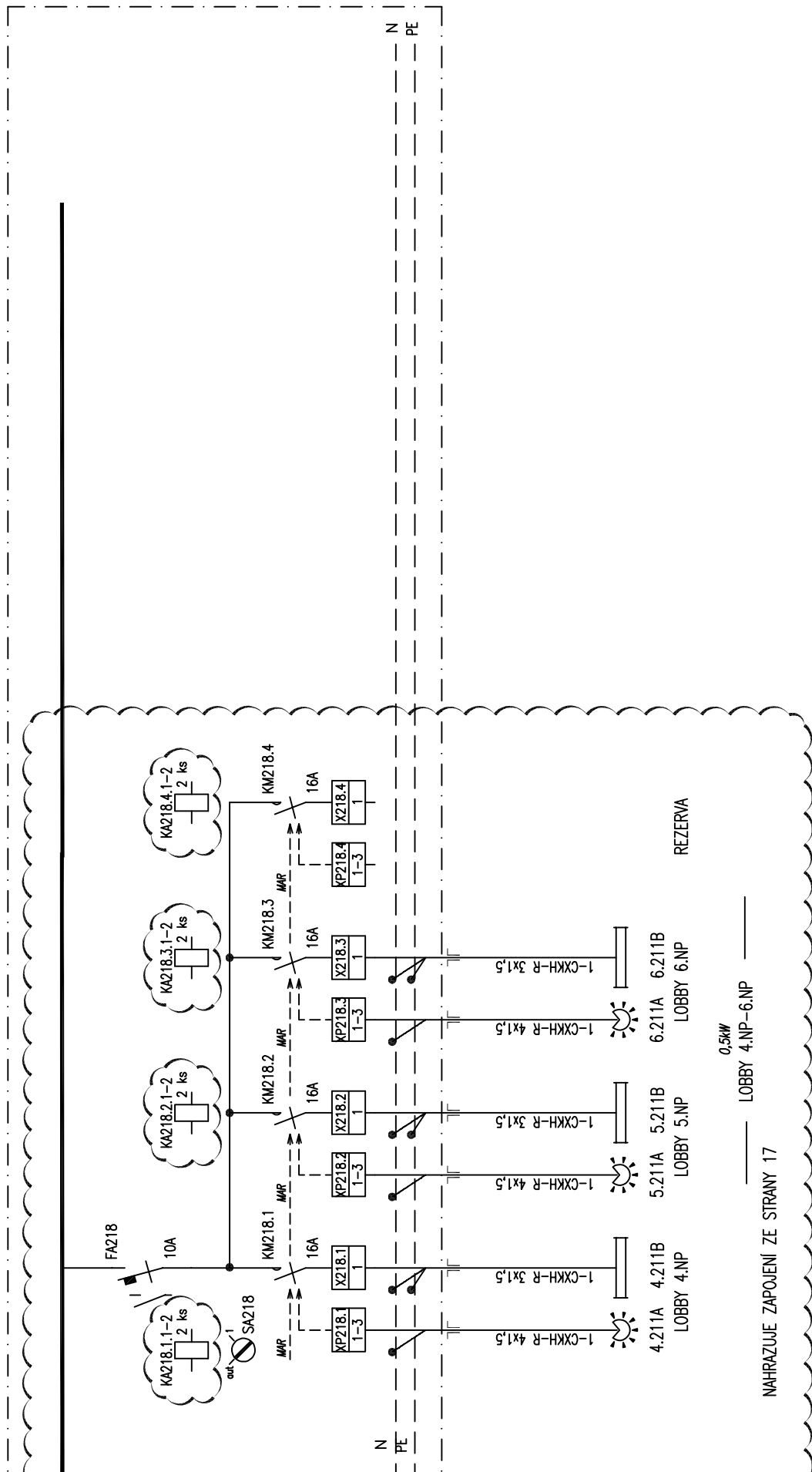
AKCE: AC PANKRÁC

ROZVADEČ: R2F+Rsp2F

LIST: 18 / 12

INSTALACE PRAHA s.r.o., Kutnohorská 288, Praha 10, www instalace.cz

Vypracoval: Marcel Ušák, 25.05.2015



Nevyužitě vývody budou ponechány jako přístrojová rezerva.

PROUDOVÁ SOUSTAVA A NAPĚTÍ:

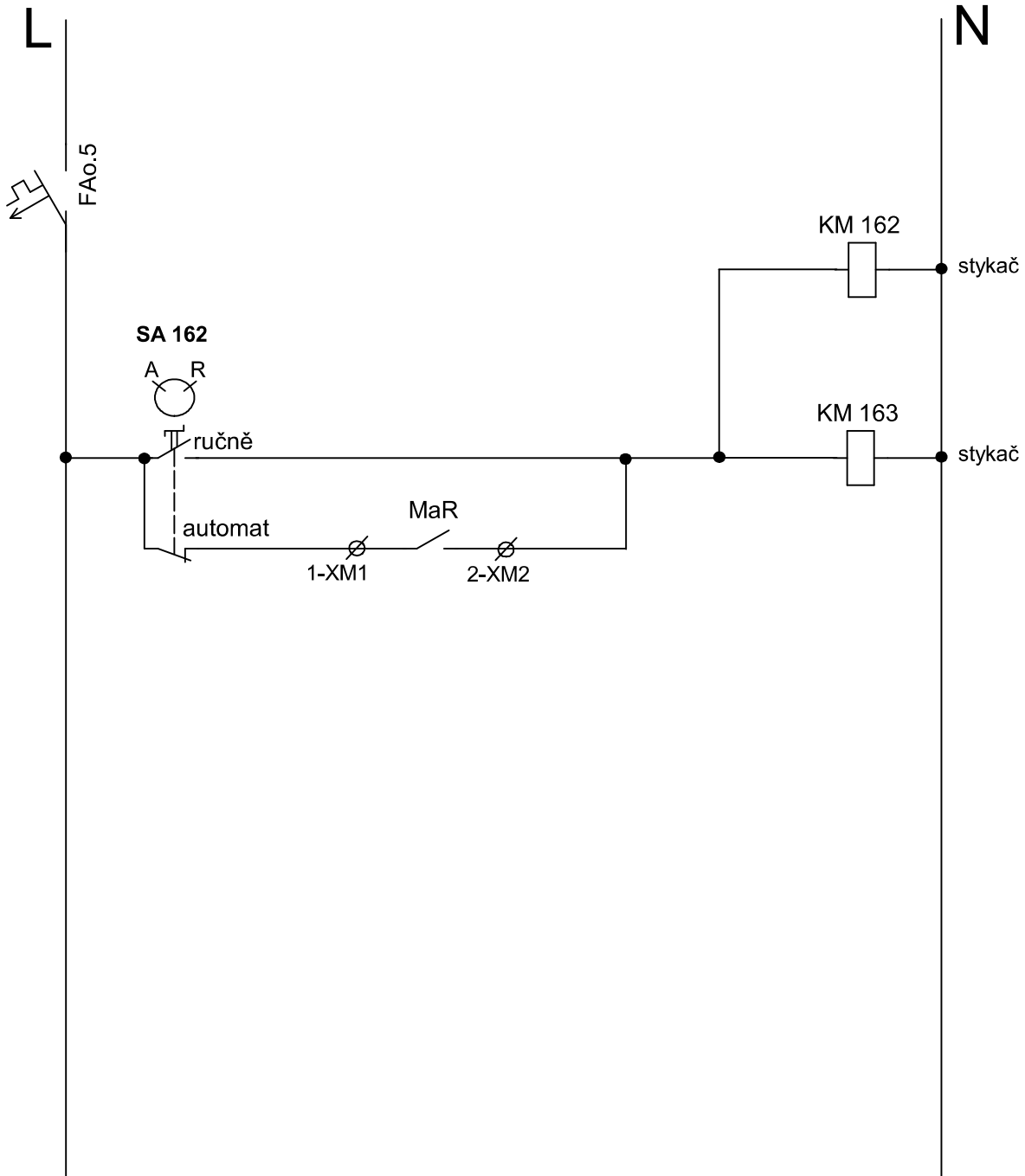
3NPE, 230/400V, 50Hz, TN-S

AKCE: AC PANKRÁC

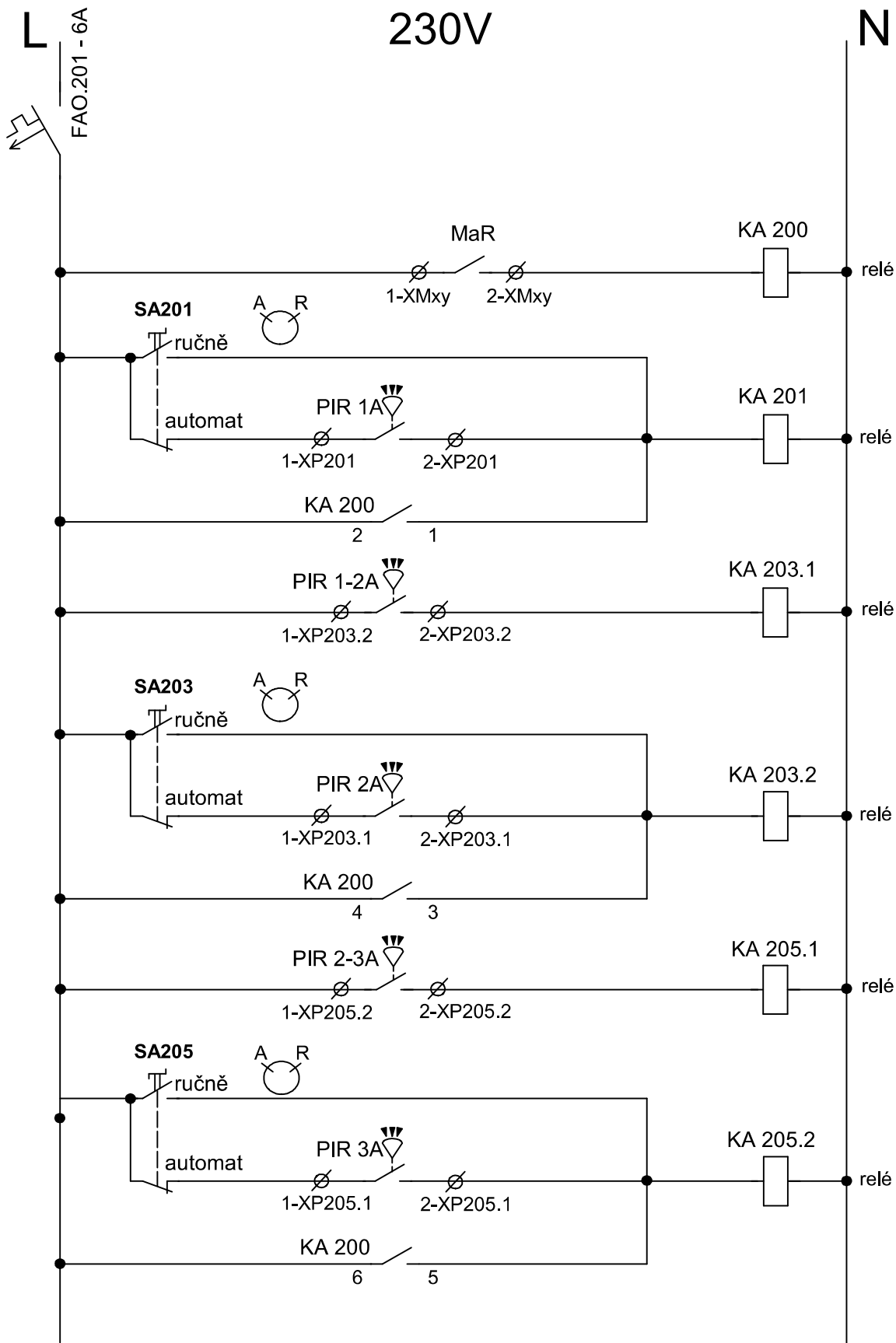
ROZVADEČ: R2F+Rsp2F

LIST: 19 / 19

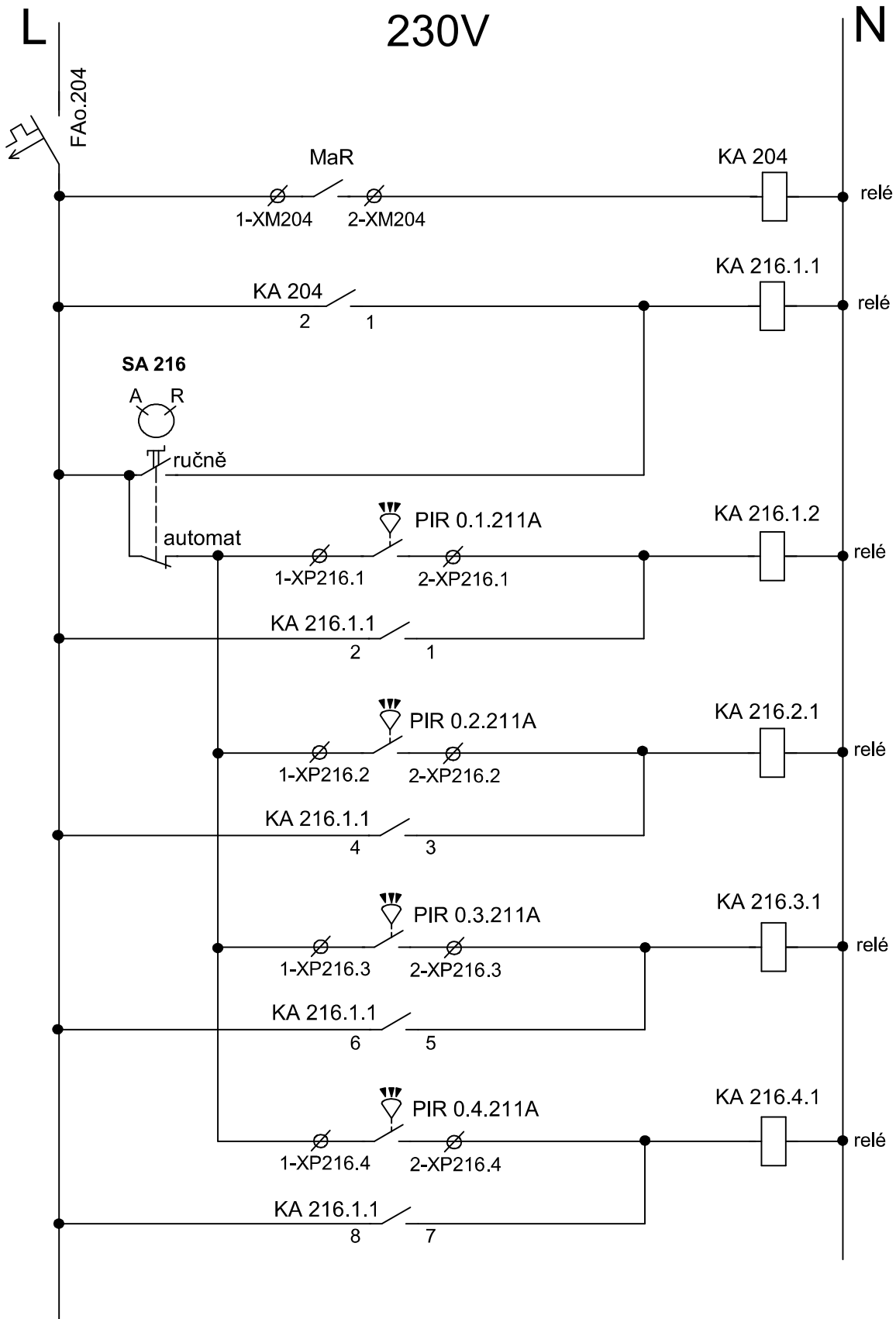
230V



| | | | | |
|---------------------------------------|--|-----------------------|-------------------------------|---------------------------|
| ČSN-EN 61439-3 | VYPRACOVAL D. Kulíšek | DATUM 06/15 | instalace PRAHA | |
| KRYTÍ IP 30/20C | PROVEDENÍ, DRUH A NÁZEV VÝROBKU Rozvaděč R2F + Rsp2F | | VÝROBNÍ ČÍSLO 35021 | POČET LISTŮ 1/7 |
| JMEN. PROUD I_N = | NÁZEV AKCE AC Pankrác, Praha 4 | | ČÍSLO AKCE 323581 | ČÍSLO VÝKRESU |

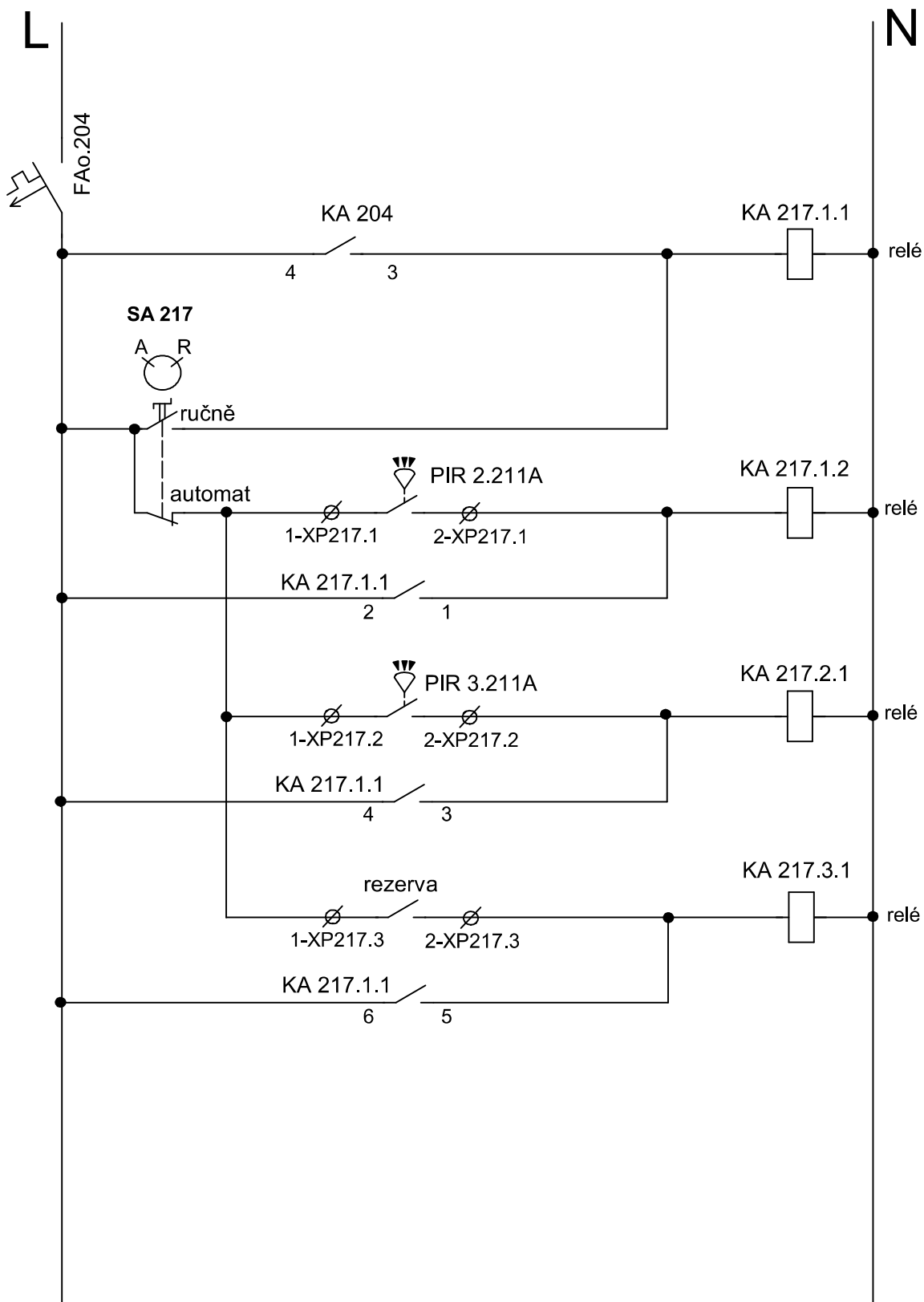


| | | | | |
|---------------------------------------|--|-----------------------|-------------------------------|---------------------------|
| ČSN-EN 61439-3 | VYPRACOVAL D. Kulíšek | DATUM 06/15 | INSTALACE PRAHA | |
| KRYTÍ IP 40/20 | PROVEDENÍ, DRUH A NÁZEV VÝROBKU Rozvaděč R2F + Rsp2F | | VÝROBNÍ ČÍSLO 35021 | POČET LISTU 2/7 |
| JMEN. PROUD I_N = | NÁZEV AKCE AC Pankrác, Praha 4 | | ČÍSLO AKCE 323581 | ČÍSLO VÝKRESU |



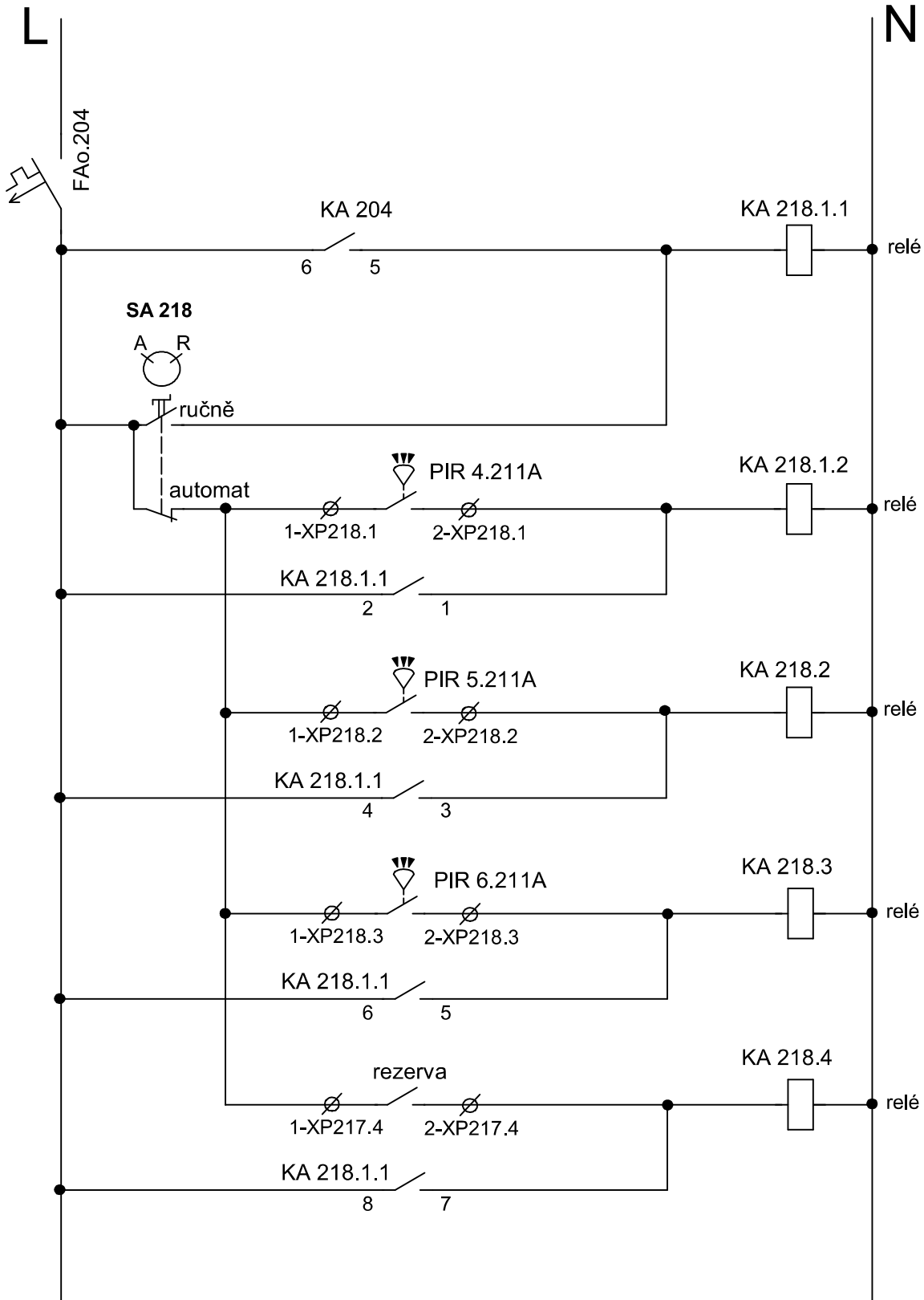
| | | | | |
|--------------------------------------|---|-----------------------|-------------------------------|---------------------------|
| ČSN-EN 61439-3 | VYPRACOVAL D. Kulíšek | DATUM 06/15 | instalace PRAHA | |
| KRYTÍ IP 40/20 | PROVEDENÍ, DRUH A NÁZEV VÝROBKU Rozvaděč R2F + Rsp 2F | | VÝROBNÍ ČÍSLO 35021 | POČET LISTŮ 3/7 |
| JMEN. PROUD I_n= | NÁZEV AKCE AC Pankrác, Praha 4 | | ČÍSLO AKCE 323581 | ČÍSLO VÝKRESU |

230V

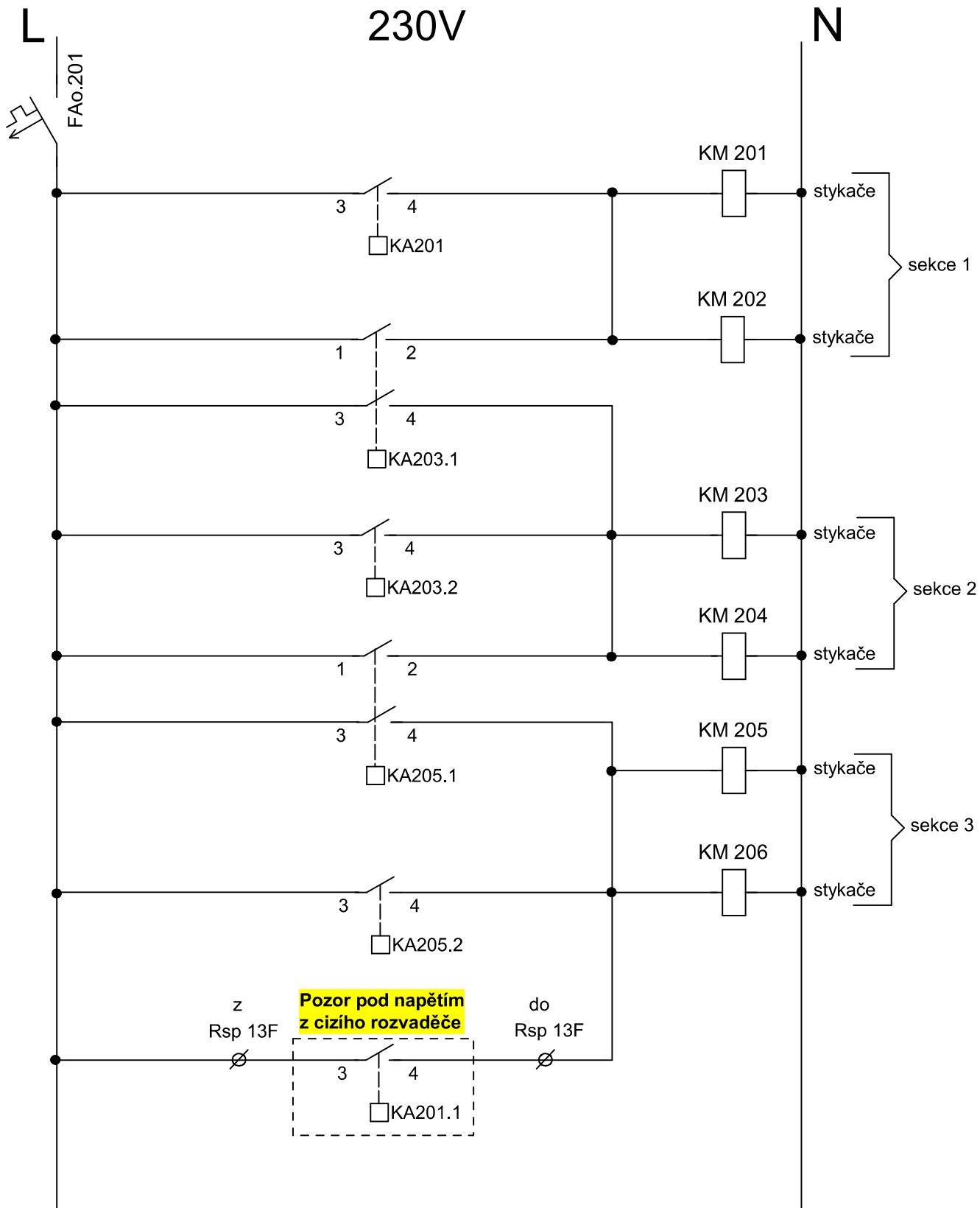


| | | | | |
|--------------------------------------|---|-----------------------|-------------------------------|---------------------------|
| ČSN-EN 61439-3 | VYPRACOVAL D. Kulíšek | DATUM 06/15 | INSTALACE PRAHA | |
| KRYTÍ IP 40/20 | PROVEDENÍ, DRUH A NÁZEV VÝROBKU Rozvaděč R2F + Rsp 2F | | VÝROBNÍ ČÍSLO 35021 | POČET LISTŮ 4/7 |
| JMEN. PROUD I_n= | NÁZEV AKCE AC Pankrác, Praha 4 | | ČÍSLO AKCE 323581 | ČÍSLO VÝKRESU |

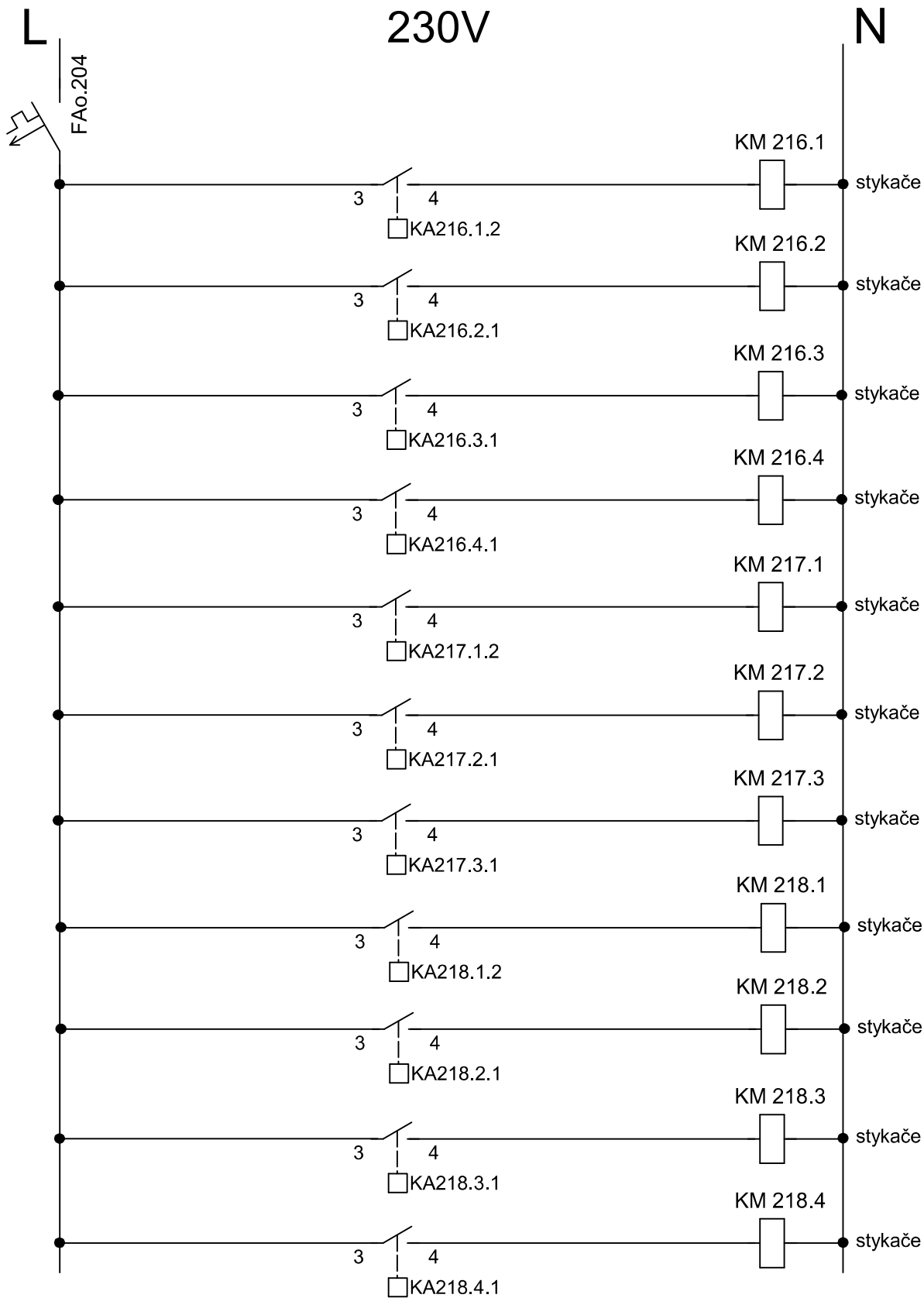
230V



| | | | | |
|--------------------------------------|---|-----------------------|-------------------------------|---------------------------|
| ČSN-EN 61439-3 | VYPRACOVAL D. Kulíšek | DATUM 06/15 | INSTALACE PRAHA | |
| KRYTÍ IP 40/20 | PROVEDENÍ, DRUH A NÁZEV VÝROBKU Rozvaděč R2F + Rsp 2F | | VÝROBNÍ ČÍSLO 35021 | POČET LISTŮ 5/7 |
| JMEN. PROUD I_n= | NÁZEV AKCE AC Pankrác, Praha 4 | | ČÍSLO AKCE 323581 | ČÍSLO VÝKRESU |

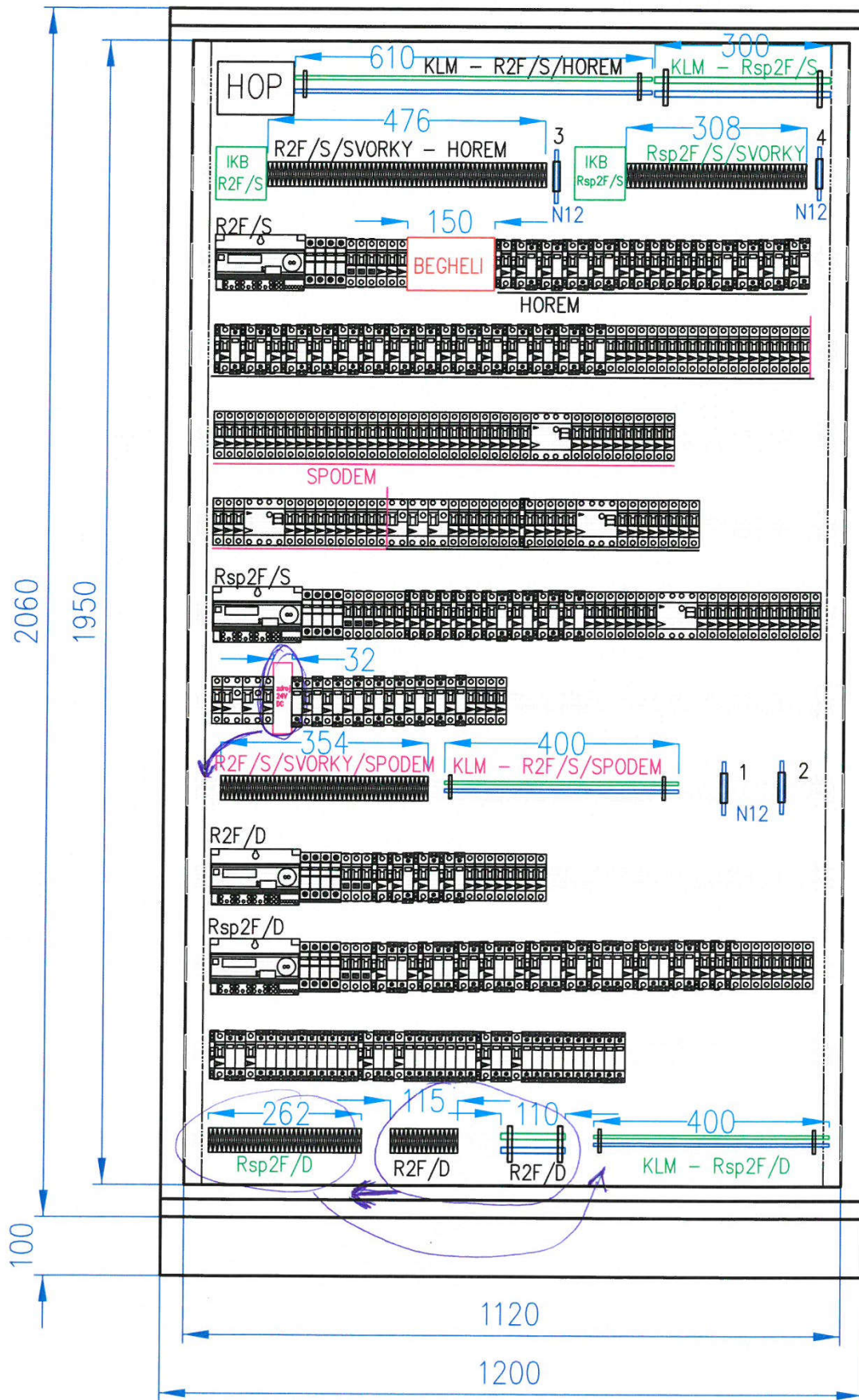


| | | | | |
|---------------------------------------|---|-----------------------|-------------------------------|---------------------------|
| ČSN-EN 61439-3 | VYPRACOVAL D. Kulíšek | DATUM 06/15 | INSTALACE PRAHA | |
| KRYTÍ IP 40/20 | PROVEDENÍ, DRUH A NÁZEV VÝROBKU Rozvaděče R2F + Rsp2F | | VÝROBNÍ ČÍSLO 35021 | POČET LISTŮ 6/7 |
| JMEN. PROUD I_N = | NÁZEV AKCE AC Pankrác, Praha 4 | | ČÍSLO AKCE 323581 | ČÍSLO VÝKRESU |



| | | | | |
|--------------------------------------|--|-----------------------|-------------------------------|---------------------------|
| ČSN-EN 61439-3 | VYPRACOVAL D. Kulíšek | DATUM 06/15 | INSTALACE PRAHA | |
| KRYTÍ IP 40/20 | PROVEDENÍ, DRUH A NÁZEV VÝROBKU Rozvaděče R2F + Rsp 2F | | VÝROBNÍ ČÍSLO 35021 | POČET LISTŮ 7/7 |
| JMEN. PROUD I_N= | NÁZEV AKCE AC Pankrác, Praha 4 | | ČÍSLO AKCE 323581 | ČÍSLO VÝKRESU |

R2F+Rsp2F -- 2 verze



SJEDNOTIT
VÝŠKU
DRŽÁKŮ
A SBĚNIC
K13
K14

MAX
57 MOD.
ŘADA

Rsp2F + R2F

Výdejka materiálu

Stránka 1 z 2

| Název zakázky | | Druh výrobku a název | | Zak. číslo | Výr. číslo | | | |
|-----------------------------------|---|--------------------------|-------|------------|------------|-----------|------------------|-------------|
| AC ENTERPRISE - PRAHA 4 - PANKRÁC | | š.1200 Rsp2F + R2F - 1ks | | 323581 | 35021 | | | |
| Čís. pol. | Druh materiálu | Objed. číslo | Jedn. | Množství | | | Cena za jednotku | Cena celkem |
| | | | | předeps. | skladem | objednané | | |
| 1 | Elektroměr do 65A M-Bus KWZ44B1-M | 999201869 | ks | 4 | | | | |
| 2 | Svodič přepětí SPC12-280/4 | 167596 | ks | 4 | | | | |
| 3 | HL. vypínač IS 63A/3P | 276276 | ks | 2 | | | | |
| 4 | HL. vypínač IS 32A/3P | 276268 | ks | 2 | | | | |
| 5 | Jistič PL7 32A/B/3P | 263392 | ks | 4 | | | | |
| 6 | Jistič PL7 20A/B/3P | 263390 | ks | 2 | | | | |
| 7 | Jistič PL7 16A/B/3P | 263389 | ks | 1 | | | | |
| 8 | Jistič PL7 16A/C/3P | 263409 | ks | 1 | | | | |
| 9 | Jistič PL7 4A/B/3P | 116709 | ks | 1 | | | | |
| 10 | Jistič PL7 16A/B/1P | 262676 | ks | 85 | | | | |
| 11 | Jistič PL7 10A/B/1P | 262674 | ks | 75 | | | | |
| 12 | Jistič PL7 6A/B/1P | 262673 | ks | 16 | | | | |
| 13 | Pomocný kontakt ZP-IHK, 1 zap + 1 vyp | 286052 | ks | 60 | | | | |
| 14 | Chráničojistič PFL7 16A/30mA/2P | 263534 | ks | 3 | | | | |
| 15 | Proudový chránič PF7 40A/30mA/4P | 263586 | ks | 4 | | | | |
| 16 | Stykač Z-SCH 25A/1P, 2 zap, kontakty | 120853 | ks | 32 | | | | |
| 17 | Stykač Z-SCH 25A/2P, 4 zap, kontakty | 248847 | ks | 3 | | | | |
| 18 | Instalační relé Z-R230/SS, 230V, 2 zap | 265226 | ks | 20 | | | | |
| 19 | Impulzní relé Z-S230/S, 1 zap | 265262 | ks | 6 | | | | |
| 20 | Impulzní relé Z-S230/SS, 2 zap | 265271 | ks | 9 | | | | |
| 21 | Patcové relé PT 24V DC, 4P | PT570024 | ks | 1 | | | | |
| 22 | Patice pro relé PT 4P | YPT78704 | ks | 1 | | | | |
| 23 | Kapsa na výkresy - XAB4 | 283482 | ks | 1 | | | | |
| 24 | Skrň s dveřmi - BP-F-1200/20/3 | 102324 | ks | 1 | | | | |
| 25 | Bočnice - BPZ-MSW-20 | 293412 | páry | 1 | | | | |
| 26 | Bočnice pro podstavce - BPZ-SS-1/3 | 293513 | páry | 1 | | | | |
| 27 | Čelní díl podstavce 1200mm - BPZ-FS-1200/1 | 293509 | ks | 2 | | | | |
| 28 | DIN lišta hliník - BPZ-DINR57-1200 | 293598 | ks | 13 | | | | |
| 29 | Upevňovací úchytka s vodivým propojení (zelená) BEL01 | 275200 | páry | 7,5 | | | | |
| 30 | Upevňovací úchytka celoplastová (bílá) BEL12 | 275199 | páry | 5,5 | | | | |
| 31 | Krycí deska bez výřezu, plastová BPZ-FPK-1200/150-BL | 119287 | ks | 4 | | | | |

připravil J.Bartoníček, 30.6.2015

INSTALACE Praha, spol. s r.o.

| Název zakázky | | Druh výrobku a název | | Zak. číslo | Výr. číslo | | | |
|-----------------------------------|--|--------------------------|-------|------------|------------|-----------|------------------|-------------|
| AC ENTERPRISE - PRAHA 4 - PANKRÁC | | š.1200 Rsp2F + R2F - 1ks | | 323581 | 35021 | | | |
| Čís. pol. | Druh materiálu | Objed. číslo | Jedn. | Množství | | | Cena za jednotku | Cena celkem |
| | | | | předeps. | skladem | objednané | | |
| 32 | Krycí deska s výřezem 45mm, plastí BPZ-FPK-1200/150-45 | 119300 | ks | 9 | | | | |
| 33 | Zaslepovací pás NBP-1000 | 275413 | ks | 2,5 | | | | |
| 34 | Zámek s klíčem BPZ-LOCK | 102467 | ks | 1 | | | | |
| 35 | Popisovací tabulka GR-3 | 138104100 | ks | 4 | | | | |
| 36 | Popisovací tabulka GR-2 | 138103900 | ks | 1 | | | | |
| 37 | Propojovací lišta Z-GV-10/3P-3TE | 271060 | ks | 3,5 | | | | |
| 38 | Koncovka pro lištu Z-AK-10/2+3P | 271096 | ks | 26 | | | | |
| 39 | Distanční díl 0,5TE Z-DST | 248862 | ks | 12 | | | | |
| 40 | Napájecí zdroj PSG60E24RM 230V/24V DC ; 2,5A ; 60W | 172891 | ks | 1 | | | | |
| 41 | Přepínač Z-S/W/M, 1přep, I-0-II | 248345 | ks | 6 | | | | |
| 42 | Svorka N12 | | ks | 4 | | | | |
| 43 | Svorkovnice KLM do 16mm ² | | bm | 5 | | | | |
| 44 | Držák KT3 | | ks | 10 | | | | |
| 45 | Svorka KLA | | ks | 3 | | | | |
| 46 | IKB blok 1pól, 125A, 35mm ² | IKB01035 | ks | 3 | | | | |
| 47 | Svorka WDU 6 běžová | 102020000 | ks | 6 | | | | |
| 48 | Svorka WDU 4 běžová | 102010000 | ks | 96 | | | | |
| 49 | Svorka WDU 4 modrá | 102018000 | ks | 3 | | | | |
| 50 | Svorka WDU 2,5 běžová | 102000000 | ks | 85 | | | | |
| 51 | Svorka WDU 2,5 oranžová | 102006000 | ks | 16 | | | | |
| 52 | Svorka patrová WDK 2,5N běžová | 104160000 | ks | 54 | | | | |
| 53 | Ukončovací čílká WDK vel. 2,5 | 108400000 | ks | 25 | | | | |
| 54 | Ukončovací čílká WDU - WAP 2,5-10 | 105000000 | ks | 7 | | | | |
| 55 | Zarážky WDU 2,5 | 863074000 | ks | 12 | | | | |
| 56 | Značící štitky DEK 5/5 (balení po 1000ks) | 185449000 | bal | 0,2 | | | | |
| 57 | Značící štitky DEK 5/6 (balení po 1000ks) | 160982000 | bal | 0,2 | | | | |
| 58 | Značící štitky SF2/21 (balení po 400ks) | 191869000 | bal | 1,3 | | | | |
| 59 | Potenciálová svorkovnice EPS 2, bez krytu (Bečov) | I 223500 | ks | 1 | | | | |
| 60 | Svorky OTL 35-2 šedá | VC05-153 | ks | 3 | | | | |
| 61 | | | | | | | | |
| 62 | | | | | | | | |



- Termokamery pro průmysl, stavebnictví a výzkum
- Vysokorychlostní digitální kamery
- Analyzátoři kvality elektrické energie
- Pořádání seminářů, školení, poradenství v termografii
- Zásahové hasičské termokamery
- Zakázkové natáčení a záznam rychlých dějů
- IrNDT systémy pro nedestruktivní testování
- Servis, kalibrace termokamer

Protokol o kontrolní kalibraci

Kalibrační protokol č. : 16026S

Datum kalibrace : 8. 4. 2016

Kalibrované zařízení : FLIR ThermaCAM P65, v.č. 23401103

Použité objektivy : vestavěný 24°

Použité filtry : -

Kalibrační zařízení : Černé těleso Dostmann BB500 v.č. 11056142
(kalibrační list 1012-KL-45006-15)

Podmínky při kalibraci : Teplota atmosféry 22,7 °C
Relativní vlhkost 49 %

Kalibraci provedl : Ing. Štěpán Svoboda, SpektraVision s.r.o.
(autorizovaný distributor FLIR)

Závěr : Kontrolované zařízení vyhovuje specifikaci výrobce (+/- 2% nebo 2 °C) vyjma zvýrazněných hodnot. Pro zvýrazněné hodnoty mimo toleranci stanovenou výrobcem je nezbytné použít při měření korekci.

Datum další kalibrace: doporučeno do 30. 9. 2017

Datum protokolu : 9. 4. 2016

Protokol vyhotovil : Ing. Štěpán Svoboda



Záznam z kalibrace včetně hodnot je na další straně. Celkový počet stran: 2.

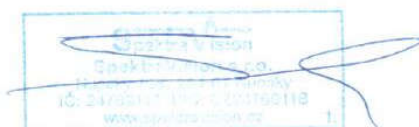
Protokol o kontrolní kalibraci

Hodnoty kalibrace: objektiv 24°

| FLIR ThermoCAM P65 (24°) | | | | |
|--------------------------|-----------------------|-----------------|------------------------------|---------------------|
| Nastavená hodnota [°C] | Naměřená hodnota [°C] | ΔT [°C] | Specifikace termokamery [°C] | Použitý rozsah [°C] |
| 30 | 30,3 | 0,3 | ± 2,0 | -10 až +55 |
| | 30,5 | 0,5 | | -40 až +120 |
| | 31,2 | 1,2 | | 0 až +500 |
| 55 | 54,2 | -0,8 | ± 2,0 | -10 až +55 |
| | 54,5 | -0,5 | | -40 až +120 |
| | 55,1 | 0,1 | | 0 až +500 |
| 100 | 98,2 | -1,8 | ± 2,0 | -40 až +120 |
| | 98,5 | -1,5 | | 0 až +500 |
| 150 | 147,1 | -2,9 | ± 3,0 | 0 až +500 |
| 250 | 243,9 | -6,1 | ± 5,0 | 0 až +500 |
| 350 | 342,1 | -7,9 | ± 7,0 | 0 až +500 |
| 500 | 489,8 | -10,2 | ± 10,0 | 0 až +500 |

Dne 9. 4. 2015

Kalibraci provedl: Ing. Štěpán Svoboda





The Global Leader in Infrared Cameras

ThermaCAM® P65

INFRARED CAMERA



The ThermaCAM P65 is the most highly refined infrared inspection system available today. Its powerful new features and conveniences enable the professional thermographer to work with unprecedented efficiency and productivity.



- > High Thermal Sensitivity
- > Precise Temperature Measurement
- > Outstanding Thermal Image Quality
- > JPEG Image Storage
- > Removable CompactFlash™ Memory
- > Interchangeable Optics
- > Built-in Laser LocatIR™
- > Includes ThermaCAM® QuickView™ Software

Features both thermal and visual camera capabilities – at the touch of a button!

Extraordinary Thermal Sensitivity and Imaging Quality

Thermal sensitivity of 0.08° C coupled with a 76,000 pixel display provides extremely accurate, high-resolution 16-bit thermal images in real time. Plus, the state-of-the-art 320 x 240 uncooled microbolometer detector means the P65 is ready to go in seconds. The built-in external 4-inch LCD screen displays digital images of corresponding thermal images captured by the IR system.

Easy to Operate

Ergonomic, intuitive controls make operation seamless and efficient. A user-friendly joystick, familiar menus, and soft control buttons on both the camera body and detachable handle provide for easy one-handed operation. The built-in Laser LocatIR™ provides point-and-shoot accuracy.

Rugged and Lightweight

The P65 was designed for use in harsh environments. It has an IP54 industrial shock rating and complete environmental encapsulation. Plus, at under 4.4 lbs., it is the lightest full-featured infrared camera available.

Flexible Viewing Options

The built-in color viewfinder is ideal for outdoor applications, while the detachable 4-inch color LCD on the camera's handle adjusts to any viewing angle, and may be used to operate the camera via redundant controls - for optimal use in hard-to-reach areas - indoors and out.

Flexible Image Storage

Windows-friendly JPEG images can be transferred from RAM to a removable CompactFlash® memory card, for infinite memory capacity. The camera may be set up to automatically capture images at preset intervals.

Burst and AVI Recording

Powerful burst recording captures moving targets for sequences up to 20 minutes long. Sequences may be played back on the camera or transferred to a PC for further analysis. Nonradiometric moving images may be optionally recorded in AVI file format for convenient report playback using industry-standard players.

Special Features Boost Your Efficiency

A brilliant LED target light automatically turns on when required by visual lighting conditions. Powerful auto-focus and auto-hot-spot features save time and effort. The P65 can automatically indicate the temperature and position of the hottest spot in the image and instantly calculate the difference between different measurement points. Sound and color alarms warn when targets exceed temperature maximums set by the user.

Voice Recording with Bluetooth® Technology...and More.

The P65 can record up to 30 seconds of audio with each image. A cordless Bluetooth earpiece eliminates all cable connections, increasing operator safety. In addition, text comments for each image can be entered manually or preloaded from a PC with optional ThermaCAM® Reporter software.

Store User Profiles

Personal camera settings may be stored on the P65, for several users, a time-saving feature.

Wide Range of Accessories

Optional optics include: microscopic, wide-angle and telescopic to address diverse application requirements. Infrared heads-up displays (IR HUD) are available, to augment situational awareness. Power options include lightweight, rechargeable, long-life Li-Ion batteries, and the ability to operate the P65 from external power sources.

Optional Software Does the Work for You!

ThermaCAM Reporter reporting and analysis software reduces the task of creating great-looking reports to simple drag-and-drop. ThermaCAM Database software enables you to trend, archive, and organize inspection data and reports quickly and easily. ThermaCAM Image Builder knits multiple IR images together to create a single radiometric composite.

ThermaCAM® P65 Technical Specifications

| Imaging Performance | |
|----------------------------------|---|
| Thermal | |
| Field of view/min focus distance | 24° x 18° / 0.3 m |
| Spatial resolution (IFOV) | 1.3 mrad |
| Thermal sensitivity @ 50/60Hz | 0.08° C at 30° C |
| Electronic zoom function | 2.4,8, interpolating |
| Focus | Automatic or manual |
| Digital image enhancement | Normal and enhanced |
| Detector type | Focal plane array (FPA) uncooled microbolometer; 320 x 240 pixels |
| Spectral range | 7.5 to 13 µm |
| Visual | |
| Built-in digital video | 640 x 480 pixels, full color |
| Image Presentation | |
| Viewfinder | Built-in high-resolution color LCD (TFT) |
| External display | Built-in high-resolution color LCD (TFT) |
| Video output | 4" LCD with integrated remote control RS 170 EIA/NTSC or CCR/PAL |
| Measurement | |
| Temperature ranges | -40° C to +120° C (-40° F to +248° F), Range 1 0° C to +500° C (+32° F to 932° F), Range 2 Up to +1500° C (+2732° F), optional Up to +2000° C (+3632° F), optional |
| Accuracy (% of reading) | ± 2 °C or ± 2% |
| Measurement modes | Up to 10 movable spots. Automatic temperature difference (Δ) and placement and reading of maximum and minimum temperatures. Up to 5 movable circle areas or boxes. Up to 2 isotherms. Line profile. |
| Emissivity correction | Variable from 0.1 to 1.0 or select from listings in pre-defined material list |
| Measurement features | Automatic corrections based on user input for reflected ambient temperature, distance, relative humidity, atmospheric transmission, and external optics |
| Optics transmission correction | Automatic, based on signals from internal sensors |
| Image Storage | |
| Type | Removable CompactFlash® (256 MB) memory card; built-in Flash memory (100 images); built-in RAM memory for burst and AVI recording |
| File format – THERMAL | Standard JPEG; 14 bit thermal measurement data included |
| File format – VISUAL | Standard JPEG inked with corresponding thermal image |
| Voice annotation of images | Input via supplied Bluetooth® wireless headset up to 30 seconds of digital voice clip per image stored with image |
| Text annotation of images | Predefined by user and stored with image |
| System Status Indicator | |
| LCD display | Shows status of battery and storage media. Indication of power, communication and storage modes. |
| Laser LocatIR™ | |
| Classification type | Class 2 Semiconductor AlGaInP Diode Laser: 1 mW/635 nm (red) |
| Power Source | |
| Battery type | Li-Ion, rechargeable, field-replaceable |
| Battery operating time | 2 hours continuous operation |
| Charging system | In camera (AC adapter or 12V from car) or 2 bay intelligent charger |
| External power operation | AC adapter 110/220 VAC, 50/60Hz or 12V from car (cable with standard plug optional) |
| Power saving | Automatic shutdown and sleep mode (user-selectable) |
| Environmental | |
| Operating temperature range | -15° C to +50° C (5° F to 122° F) |
| Storage temperature range | -40° C to +70° C (-40° F to 158° F) |
| Humidity | Operating and storage 10% to 95%, non-condensing |
| Encapsulation | IP 54 IEC 529 |
| Shock | Operational: 25G, IEC 68-2-29 |
| Vibration | Operational: 2G, IEC 68-2-6 |
| Physical Characteristics | |
| Weight | 2.0 kg (4.4 lbs) w/battery and top handle (includes remote control, LCD, video camera and laser) 1.4 kg (3.1lbs) excluding battery and handle |
| Size | 100mm x 120mm x 220 mm (3.9" x 4.7" x 8.7") camera only |
| Tripod mounting | 1/4" – 20 |

| Camera includes: | |
|--|--|
| IR camera with visual camera, Laser LocatIR, remote control w/ LCD display | |
| High-output multi-LED target light | |
| Bluetooth® wireless headset | |
| Carrying case, lens cap, shoulder strap, hand strap | |
| Manual (multi-lingual) | |
| Batteries (2) | |
| Power supply | |
| Battery charger | |
| FireWire® (IEEE 1394) cable | |
| Video cable with RCA plug | |
| USB cable | |
| S-video cable | |
| 256 MB CompactFlash® card | |
| ThermaCAM® QuickView™ software | |
| Lenses (optional) | |
| Field of view/minimum focus distance | |
| 3X Telescope (7° x 5.3"/4m) | |
| 2X Telescope (12° X 9"/1.2m) | |
| 0.5X Wide angle (45° x 34"/0.1m) | |
| 0.3X Wide angle (80° x 60"/0.1m) | |
| 200 µm Close-up (64mm x 48mm/150mm) | |
| 100 µm Close-up (34mm x 25mm/80mm) | |
| 50 µm Close-up (15mm x 11mm/19mm) | |
| Wearable Optics/Heads-up Display | |
| Interfaces | |
| USB / RS232 | Image (thermal and visual), measurement data, voice and text transfer to PC |
| IrDA | Two-way data transfer from laptop, PDA |
| Remote control | Removable handle with redundant controls and LCD |
| Firewire output (IEEE 1394) | Real-time (60 Hz) digital transfer of radiometric thermal images or digital video (DV) out |

Save \$12,000 with the
P65 Value Package!
 Call or visit our website for more details.



The Global Leader in Infrared Cameras

1 800 464 6372
www.flirthermography.com/P65data

Specifications subject to change. © Copyright 2005, FLIR Systems, Inc. All rights reserved. I053105PL