

**ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI
FAKULTA ELEKTROTECHNICKÁ**

Katedra elektroenergetiky a ekologie

DIPLOMOVÁ PRÁCE

Návrh elektroinstalace ve školní dílně pro výuku na
obráběcích strojích.

ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI
Fakulta elektrotechnická
Akademický rok: 2011/2012

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Bc. Miloš BEŠTA**
Osobní číslo: **E10N0001K**
Studijní program: **N2644 Aplikovaná elektrotechnika**
Studijní obor: **Aplikovaná elektrotechnika**
Název tématu: **Návrh elektroinstalace ve školní dílně pro výuku na obráběcích strojích**
Zadávající katedra: **Katedra elektroenergetiky a ekologie**

Z á s a d y p r o v y p r a c o v á n í :

1. Stanovte základní požadavky na elektroinstalaci ve školní dílně pro výuku na obráběcích strojích a rozvrhněte elektroinstalaci do hlavních částí.
2. Vytvořte náhradní schéma el. vybavení školní dílny a zpracujte návrh elektroinstalace s ohledem na rozmístění strojů a bezpečnost práce.
3. Proveďte dimenzování kabelových vedení, určení parametrů hlavního napájecího bodu včetně energetické bilance a vypracujte návrh kompenzace účinníku.
4. Zpracujte hodnocení návrhu z hlediska bezpečnosti práce a ochrany před úrazem el. proudem a proveďte porovnání se stávajícím stavem.
5. Vypracujte technickou zprávu včetně ekonomické bilance navrhovaného řešení.

Anotace

Předkládaná diplomová práce je zaměřena na projekt elektroinstalace ve školní dílně pro výuku na obráběcích strojích. Je zde řešena problematika výpočtového zatížení, dimenzování vodičů, požadavky na umělé osvětlení a kompenzace účinníku ve školní dílně. Předkládaný projekt řeší specifické požadavky, jimiž se provoz ve školní dílně odlišuje od běžného provozu ve výrobním závodě.

Klíčová slova

Elektroinstalace, dimenzování kabelových vedení, obráběcí stroje, školní dílna, ochrana před úrazem el. proudem, technická zpráva, projekt elektroinstalace, energetická bilance, kompenzace účinníku, osvětlení.

Abstract

Project of wiring system in a school workshop for education on machine tools.

This work is focused on the project of electrical installation in a school workshop used for vocational training on machine tools. The work deals with problems of factored load, the dimensioning of conductors, requirements for lighting and the compensation of power factor in a school workshop. The project solves specific requirements that make operation in a school workshop different from ordinary operation in a factory.

Key words

Electrical installation, the dimensioning of wiring, machine tools, school workshop, protection against electric shock accident, technical report, the project of electrical installation, energy budget, compensation of power factor, lifting.

Prohlášení

Předkládám tímto k posouzení a obhajobě diplomovou práci, zpracovanou na závěr studia na Fakultě elektrotechnické Západočeské univerzity v Plzni.

Prohlašuji, že jsem tuto diplomovou práci vypracoval samostatně, s použitím odborné literatury a pramenů uvedených v seznamu, který je součástí této diplomové práce.

Dále prohlašuji, že veškerý software, použitý při řešení této diplomové práce, je legální.

V Plzni dne 21.4.2012

Jméno příjmení

.....

Poděkování

Tímto bych rád poděkoval vedoucímu diplomové práce doc. Ing. Zbyňkovi Martínkovi CSc. za cenné profesionální rady, připomínky a metodické vedení práce.

OBSAH.....	7
ÚVOD.....	8
SEZNAM SYMBOLŮ	9
1 PROJEKT ELEKTROINSTALACE ŠKOLNÍ DÍLNY	11
1.1 POPIS OBJEKTU	11
1.2 POŽADAVKY NA BEZPEČNOST	11
1.2.1 <i>Bezpečnost při realizaci stavby</i>	12
1.3 SOUVISEJÍCÍ NORMY A PRÁVNÍ ÚPRAVA.....	12
1.4 ROZVRŽENÍ DÍLENSKÉHO CELKU DO SAMOSTATNÝCH ČÁSTÍ	13
1.4.1 <i>Dílna pro výuku soustružení</i>	14
1.4.2 <i>Dílna pro výuku frézování</i>	14
1.4.3 <i>Dílna pro výuku ručního zpracování kovů</i>	15
2 NÁVRH ELEKTROINSTALACE	15
2.1 STANOVENÍ VNĚJŠÍCH VLVIVŮ.....	15
2.2 NAPÁJENÍ OBJEKTU.....	16
2.3 SOUPIS SPOTŘEBIČŮ A ENERGETICKÁ BILANCE	16
2.3.1 <i>Soupis spotřebičů</i>	17
2.3.2 <i>Výpočtové zatížení</i>	18
2.3.3 <i>Výpočtové zatížení zóna 1</i>	19
2.3.4 <i>Výpočtové zatížení zóna 2</i>	20
2.3.5 <i>Výpočtové zatížení zóna 3</i>	20
2.4 NÁHRADNÍ SCHÉMA ELEKTROINSTALACE.....	21
2.5 HLAVNÍ ČÁSTI ELEKTROINSTALACE	21
2.5.1 <i>Hlavní napájecí bod</i>	21
2.5.2 <i>Obvody pro napěvno instalované stroje</i>	22
2.5.3 <i>Obvod pro napájení jeřábu nákladové rampy</i>	22
2.5.4 <i>Zásuvkové obvody</i>	22
2.5.5 <i>Osvětlení</i>	23
2.5.6 <i>Rozvaděče</i>	27
2.5.7 <i>Nosný kabelový systém</i>	33
3 DIMENZOVÁNÍ VEDENÍ A KOMPENZACE.....	34
3.1 DIMENZOVÁNÍ HLAVNÍCH KABELOVÝCH VEDENÍ.....	34
3.1.1 <i>Dimenzování s ohledem na provozní teploty jader vodičů</i>	34
3.1.2 <i>Dimenzování podle úbytků napětí</i>	36
3.1.3 <i>Dimenzování na tepelné účinky zkratových proudů</i>	37
3.1.4 <i>Dimenzování s ohledem na mechanickou pevnost a ekonomické hledisko</i>	39
3.1.5 <i>Dimenzování kabelů - přehled</i>	39
3.2 NÁVRH KOMPENZACE ÚČINÍKU.....	39
3.2.1 <i>Výpočet kompenzace</i>	40
3.2.2 <i>Volba kompenzačních prostředků</i>	41
4 ZHODNOCENÍ NÁVRHU	42
4.1 EKONOMICKÁ BILANCE	42
5 TECHNICKÁ ZPRÁVA A EKONOMICKÁ BILANCE.....	44
ZÁVĚR.....	47
POUŽITÁ LITERATURA	48
PŘÍLOHY	49

Úvod

Předkládaná práce je zaměřena na tvorbu projektu elektroinstalace ve školní dílně pro výuku na obráběcích strojích.

Samotná práce se zabývá projektem a návrhem bezpečné a spolehlivé elektroinstalace ve školním zařízení. Tato práce je rozdělena na jednotlivé části, obsahující rozvržení elektroinstalace, charakteristiku použitých prvků instalace. Dále je součástí výpočet a dimenzování vedení i kompenzace jalové energie. Na závěr je provedeno zhodnocení návrhu a porovnání se navrhovaného řešení se stávajícím stavem.

Seznam použitých symbolů:

S_n	jmenovitý výkon zdánlivý
S_i	instalovaný výkon zdánlivý
P_i	instalovaný výkon činný
S_c	celkový zdánlivý výkon
P_c	celkový činný výkon
CNC	počítačem řízené obráběcí stroje
EZS	elektronický zabezpečovací systém
β	koeficient soudobosti (součinitel náročnosti)
$\cos \varphi$	účinník
P_{\max}	hodinové maximum odběru elektrické energie
k_s	poměr instalovaných výkonů, které jsou v chodu k instalovanému výkonu
k_z	poměr skutečného výkonu spotřebičů v chodu k jejich instalovanému výkonu
η_m	účinnost spotřebičů při daném využití
η_s	účinnost napájecí soustavy
P_x	součet x největších příkonů spotřebičů charakterizujících danou skupinu
P_V	výpočtové zatížení
P_{V1}	výpočtové zatížení zóna 1
P_{V2}	výpočtové zatížení zóna 2
P_{V3}	výpočtové zatížení zóna 3
I_p	výpočtový proud
I_{J1}	výpočtový proud pro rozvaděč RJ1
$I_{\Delta N}$	jmenovitý reziduální proud proudových chráničů
I_{CN}	zkratová schopnost jističů
PCH	proudový chránič
UGR	činitel oslnění
\bar{E}_m	osvětlenost (lx)
U_o	rovnoměrnost osvětlení
R_a	index podání barev
I_b	proud použitý ve vedení
I_n	jmenovitý proud
I_z	dovolené proudové zatížení vodiče
I_2	proud zajišťující účinné zapůsobení ve stanovené době
RD	hlavní dílenský rozvaděč
HR	hlavní rozvaděč objektu
RQ	kompensační rozvaděč
RP1	rozvaděč pro soustružnickou dílnu (zóna 1)
RP2	rozvaděč pro frézařskou dílnu (zóna 2)
RP3	rozvaděč pro dílnu ručního zpracování kovů (zóna 3)
RJ1	rozvaděč pro jeřáb a osvětlení nákladové rampy
RO1	rozvaděč osvětlení
RP3.1	rozvaděč pro připojení strojů v dílně ručního zpracování 1
RP3.2	rozvaděč pro připojení strojů v dílně ručního zpracování 2
1p/3p	jednopolový/třípolový
k_1	přepočítávací koeficient – okolní teplota
k_2	přepočítávací koeficient – způsob uložení
I_{DOV}	maximální dovolený proud vodičem
ΔU_f	absolutní úbytek fázového napětí
$\Delta U_{\%}$	procentní úbytek napětí
U_n	jmenovité napětí

U_f	fázové napětí sítě
U_s	sdružené napětí sítě
X_L	induktivní reaktance kabelu (Ω/km)
R	činný odpor kabelu (Ω/km)
Q_K	kompenzovaný jalový výkon
Q'	vykompenzovaný jalový výkon
S'	zdánlivý výkon po kompenzaci
S_v	zdánlivý soudobý výkon před kompenzací
S_{VJ}	zdánlivý soudobý výkon RJ1
S_T	výkon transformátoru
Q	jalový výkon před kompenzací
ΣS_V	suma všech hodnot výpočtového zatížení
ER	hromadné dálkové ovládání
I_{k_e}	ekvivalentní oteplovací proud
I_k	počáteční souměrný rázový zkratový proud
S_x	průřez jádra kabelu v mm^2
S_{\min}	minimální průřez jádra
P_{io}	instalovaný výkon osvětlení RO1
EP	elektronický předřadník
S_{vc}	celkový zdánlivý výpočtový výkon pro RD
I_{pc}	celkový výpočtový proud pro RD

1. Projekt elektroinstalace školní dílny

Cílem této práce je projekt nové elektroinstalace v objektu školní dílny pro výuku na obráběcích strojích Střední školy stavební Teplice (dále jen SŠ Stavební). Projekt zahrnuje nově instalované rozvody pro světelné i zásuvkové okruhy a také rozvody pro připojení obráběcích strojů spolu s návrhem kompenzace.

Při projektování elektroinstalací je nutno vycházet z obecně platných zákonů a vyhlášek upravujících jak samotné provedení elektroinstalací tak i veškerých stavebních úprav ať už je jedná o vznik nových staveb, nebo úpravu stávajících. Při projektování elektroinstalace ve školních objektech je hlavní a zásadní požadavek na bezpečnost.

Všechna další hlediska, která se uplatňují ve výrobních provozech, jako například zajištění plynulého chodu výroby apod. zde nejsou prioritní. To však neznamená, že lze tyto další hlediska pominout, pouze po všech stránkách správně a vhodně navržený rozvod elektrické energie lze považovat za přijatelný a zajišťující dostatečnou provozní spolehlivost.

1.1 Popis objektu

SŠ Stavební Teplice a její odloučené pracoviště v Krupce je jednou z páteřních škol okresu Teplice. Škola nabízí mimo jiných oborů i učební obory se zaměřením na zpracování kovů, jako jsou nástrojař, obráběč kovů, zámečnický a další. Pro získávání základních pracovních návyků a osvojování si pracovních postupů se při výuce těchto oborů v dílnách využívá poměrně velký počet strojů dříve určené pro výrobní účely. Rekonstruovaná školní dílna je umístěna ve čtyřpatrové budově SŠ Stavební Teplice odloučené pracoviště Krupka Na příkopě 77. Zmíněná budova má půdorys ve tvaru písmene L je umístěna na svažitém terénu a rekonstruovaná dílna se nachází v 2. NP této budovy. V dalších patrech objektu se nachází ostatní prostory pro teoretickou i praktickou výuku. Stáří budovy cca 100 let, budova má železobetonový skelet, příčky jsou vyzděné cihlami. Stávající elektroinstalace je provedena v síti TN-C pochází pravděpodobně z 60. - 70. let 20. st. V průběhu let do ní bylo často zasahováno, dokumentace k stávajícím rozvodům neexistuje žádná. Celkově jsou rozvody nn ve špatném stavu provedeny povětšinou hliníkovými vodiči dnešním požadavkům již nevyhovujících průřezů. Z hlediska moderních nároků je naprosto nevyhovující především z pohledu bezpečného a spolehlivého provozu z toho důvodu je plánována její celková rekonstrukce. Celá dílna včetně elektroinstalace bude rozdělena do tří částí:

- 1) Dílna 1 pro výuku soustružení – soustružnická dílna (zóna 1)
- 2) Dílna 2 pro výuku frézování – frézařská dílna (zóna 2)
- 3) Dílna 3 pro výuku ručního zpracování kovů (zóna 3)

V minulosti v tomto objektu probíhala souběžně i výrobní činnost a byl zde umístěn vlastní transformátor. V současné době je celý objekt připojen k distribuční síti 230/400V. Stupeň důležitosti dodávky el. energie spadá do kategorie 3. Běžný odběr - dostačující je napájení z jednoho zdroje.

1.2 Požadavky na bezpečnost

Nově instalované rozvody musí splňovat nároky všech norem týkajících se bezpečnosti a ochrany před úrazem elektrickým proudem zejména je třeba brát ohled na ČSN 33 2000-4-41 ed.2 a dále ČSN EN 61140 ed.2, ČSN 33 1310 ed.2, ČSN 33 2130 ed.2. a další.

Z požadavků na bezpečnost elektrických rozvodů vyplývajících z obecně závazných předpisů je zřejmé, že základním kritériem je bezpečnost osob, zvířat i majetku. Dalšími požadavky jsou provozní spolehlivost, přehlednost rozvodu, hospodárnost rozvodu, zamezení nepříznivých vlivů a rušivých napětí spolu se snadnou přizpůsobivostí případnému rozšíření či doplnění elektrických rozvodů [1].

Jak již bylo zmíněno hlavním kritériem pro elektrické rozvody a to nejen ve školním objektu je zajištění bezpečnosti. Základní ochrana zajišťuje bezpečnost elektroinstalace za normálních podmínek a ochrana při poruše zajišťuje ochranu za podmínky jedné poruchy. Použité ochranné přístroje z podstaty své funkce musí zajistit spolehlivou ochranu proti účinkům poruchových proudů, nadproudů, jakož i přepětí nebo naopak podpětí či ztráty napětí. Vzhledem k povaze provozu kde je zvýšený pohyb osob bez elektrotechnické kvalifikace musí všechna el. zařízení mít odpovídající označení na krytu.

Zajištěním bezpečnosti je však v tomto případě míněno nejen zajištění před úrazem elektrickým proudem, ale i zajištění bezpečnosti žáků při výuce na všech obráběcích strojích. Dozorující osoba – učitel odborného výcviku by měla mít ze svého místa přehled o spuštěných strojích ve své části dílny a možnost je v případě hrozícího nebezpečí odpojit od napětí. Prvky nouzového vypnutí – stop tlačítka musí být instalovány v takových místech kde budou snadno přístupné a musí být řádně označené.

S bezpečným způsobem provozování elektrických instalací souvisí i otázka provozní spolehlivosti. To znamená schopnost rozvodu přenášet elektrickou energii v požadovaném množství a kvalitě na určené místo [19]. V případě školní dílny je plně postačující zařazení do 3. stupně důležitosti tzn. že zajištění v případě přerušení dodávky el. energie není v tomto případě požadováno. Pokud by se vyskytl požadavek na záložní napájení v případě využívané výpočetní techniky bude toto realizováno místně záložními zdroji typu UPS.

1.2.1 Bezpečnost při realizaci stavby

Zajištění bezpečnosti při realizaci přestavby je dáno dodržáním veškerých předpisů, nařízení a pravidel BOZP při projektové činnosti a provádění stavby:

- 1) Při provádění vlastní stavby je bezpodmínečně nutné dodržovat bezpečnostní předpisy a související normy. Především nařízení vlády č. 59/2000 Sb., č. 362/2005 Sb. a 591/2006 Sb. a dále zákon č. 309/2006.
- 2) Je nutno u pracovníků provést školení, seznámení a přezkoušení z bezpečnostních předpisů. Dbát na vybavení všech pracovníků bezpečnostními a ochrannými pomůckami a kontrolovat jejich používání.
- 3) Kontrolovat dodržování hygienických, provozních a požárních předpisů.
- 4) Staveniště musí být zabezpečeno a opatřeno výstražnými tabulkami.
- 5) Používaná elektrická zařízení včetně osvětlení musí být kontrolovány a údržba musí vyhovovat příslušným technickým normám.
- 6) Pro práci na elektrických zařízeních platí ustanovení ČSN EN 50 110-1 a ČSN 50 110-2 Obsluha a práce na elektrických zařízeních.
- 7) Po dokončení montážních prací před uvedením do provozu musí být zajištěna výchozí revize el. zařízení podle ČSN 33 1500 a ČSN 33 2000-6-61.

1.3 Související normy a právní úprava

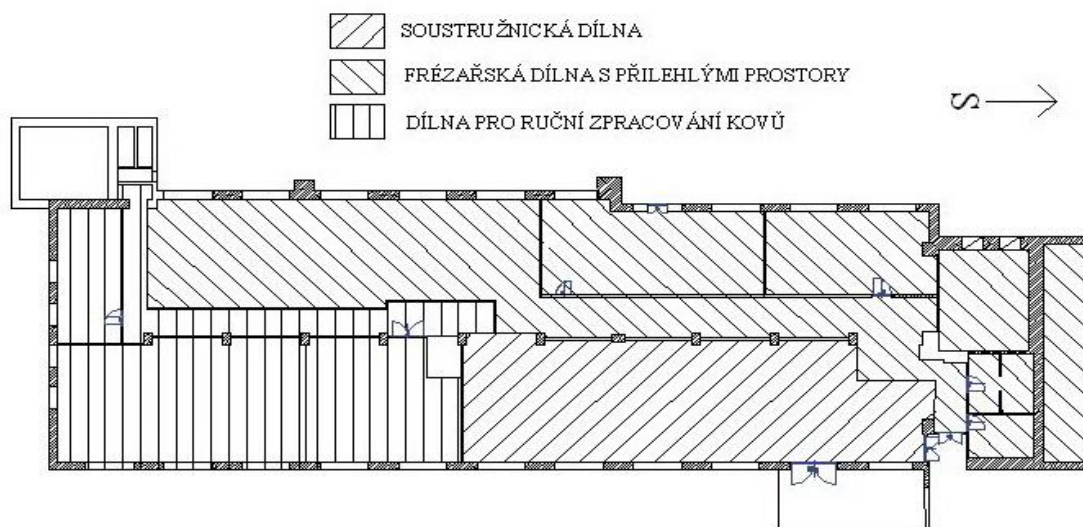
Obecně závazné předpisy, které je nutné při projektování brát na zřetel jsou především vyhláška 499/2006 řešící dokumentaci ke stavbám, dále dodávku elektrické energie řeší vyhláška Energetického regulačního úřadu č. 297/2001 Sb., která stanoví podmínky pro připojení a dodávky elektřiny a která zároveň rozděluje odběratele do čtyř skupin. Při projektování elektroinstalací je také třeba zohledňovat celou řadu obecně závazných technických předpisů jako např. zákonů vyhlášek a nařízení. Příkladem může být z.č. 458/2000 Sb. Energetický zákon. Požadavky technických předpisů jsou blíže specifikovány v tzv. harmonizovaných normách, a přestože dle zákona č.22/1997 Sb. O technických požadavcích na výrobky jsou normy nezávazné, nedodržení těchto norem vede k rozporu s výše uvedenými obecně závaznými technickými předpisy.

Seznam některých právních předpisů a norem souvisejících s projektováním:

- Zákon č. 183/2006Sb. Stavební zákon.
- Zákon č. 458/2000Sb. o podmínkách podnikání a výkonu státní správy v energetických odvětvích.
- Zákon č. 151/2000Sb. o telekomunikacích.
- Zákon č. 22/1997Sb. o technických požadavcích na výrobky.
- Zákon č. 360/1992Sb. o výkonu povolání autorizovaných architektů a o výkonu povolání autorizovaných inženýrů a techniků činných ve výstavbě.
- Vyhláška ČUBP a ČUB č. 50/1978Sb. o odborné způsobilosti v elektrotechnice.
- Vyhláška ČBUP č. 48/1982Sb. kterou se stanoví základní požadavky na zajištění bezpečnosti práce a technických zařízení.
- ČSN 33 2000-3 Elektrická zařízení, stanovení základních charakteristik.
- ČSN 33 2000-4-41 ed.2 Elektrické instalace nízkého napětí, Ochranná opatření pro zajištění bezpečnosti.
- ČSN 33 2000-4-47 Elektrotechnické předpisy, použití ochranných opatření pro zajištění bezpečnosti.
- ČSN EN 60909-0 Zkratové proudy v trojfázových střídavých soustavách, výpočet proudů.
- ČSN 33 2000-4-473 Elektrotechnické předpisy, opatření k ochraně proti nadproudům.
- ČSN 33 2000-5-51 ed.3 Elektrické instalace nízkého napětí, všeobecné předpisy.
- ČSN EN 12464-1 Světlo a osvětlení - Osvětlení pracovních prostorů.
- ČSN 33 2000-5-523 ed.2 Elektrické instalace budov, dovolené proudy v elektrických rozvodech.
- ČSN 33 2000-6 Elektrické instalace nízkého napětí, revize.
- ČSN EN 60909-0 Zkratové proudy v trojfázových střídavých soustavách, výpočet proudů.
- ČSN 34 1610 Elektrotechnické předpisy, elektrický silnoproudý rozvod v průmyslových provozovnách.

1.4 Rozvržení dílenského celku do samostatných částí

Rozvržení budoucí elektroinstalace jak již bylo naznačeno, kopíruje stavební rozdělení celého půdorysu budovy na několik částí, které by z hlediska napájení měly být navzájem nezávislé. Součástí projektu elektroinstalace je i projekt osvětlení se samostatným rozvaděčem. Celý půdorys je rozdělen stavebně do třech částí oddělených z poloviny prosklenými příčkami, sádkartonovou příčkou nebo novým zdivem. Rozmístění jednotlivých dílen v celkovém půdorysu budovy je vidět na obrázku č. 1. Samotné části elektroinstalace jsou pak dále rozděleny podle účelu viz část 2.4 Hlavní části elektroinstalace. V první části označené jako zóna 1 je pracoviště pro výuku na soustruzích, jedná se o stroje staršího data výroby bez polovodičových měničů. Zde je umístěn hlavní dílenský rozvaděč RD a dále podružný rozvaděč určený pro tuto dílnu označený jako RP1. V druhé části označené jako zóna 2 jsou stroje pro výuku frézování a další prostory viz níže. Zde je umístěn podružný rozvaděč označený jako RP2, stroje umístěné v této části rovněž nejsou vybaveny polovodičovými měniči, je zde však učebna CNC s dvěma školními CNC soustruhy a v plánu je umístění simulátoru CNC. V poslední části označené jako zóna 3 jsou umístěny dílny pro výuku ručního zpracování kovů kde je jen minimum napevno připojených spotřebičů (strojů). Přesné rozmístění instalovaných strojů v jednotlivých zónách (dílnách) je v příloze č. 1.



Obr. 1. Rozmístění dílen v celkovém půdorysu

1.4.1 Dílna pro výuku soustružení – zóna 1

Dílna je situovaná podél východní stěny v zadní části objektu při rozměrech cca 24,8x7,3m a tedy o celkové ploše cca 180m² (viz obr. 1.). Přirozené osvětlení dílenských prostor je zajišťováno po celé délce řadou oken situovaných na východ. Západní a jižní stěnu tvoří přepážky z jedné poloviny prosklené. Přístup do dílny je z jihozápadní části bez zajištění proti přístupu nepovolaných osob. Na východní venkovní stěně je přístup na nákladovou rampu s jeřábem. Nouzový únik je zajištěn dveřmi na severní straně vedoucí na zadní schodiště. Instalované obráběcí stroje jsou rozmístěny ve dvou řadách s uličkou uprostřed, stanoviště učitele odborného výcviku je umístěno u jižní stěny s dobrým výhledem na obě řady strojů.

ks	Stroje	S _n
13	Soustruh SV18R	8,5kVA
2	Soustruh S32	4,5kVA
1	Bruska na plocho BPH20	8,1kVA
1	Bruska nástrojařská BN102-60	3kVA

Tab.1. Seznam instalovaných strojů v soustružnické dílně.

1.4.2 Dílna pro výuku frézování – zóna 2

Dílna je umístěna v dolní jižní části půdorysu budovy podél západní stěny při rozměrech 21,2x6,5m což dává celkovou plochu cca 138m². Na frézařskou dílnu navazuje učebna CNC, sklad materiálu s výdejnou, šatna žáků, chodba a sociální zařízení (viz obr. 1.). Všechny tyto prostory s výjimkou sociálního zařízení jsou umístěny podél západní strany objektu a tvoří tedy logický celek. Přirozené osvětlení těchto prostor je nedostatečné vzhledem k situování oken západním směrem navíc díky svažitému terénu je část oken umístěna proti svahu se vzrostlými stromy. Frézařská dílna je oddělená od ostatních prostor přepážkou z jedné poloviny prosklenou, přístupná je ze severní části nezajištěným vchodem. Všechny ostatní popisované části jsou uzavřené. Nouzový únik je zajištěn dveřmi na západní straně přímo ven mimo budovu. Instalované obráběcí stroje jsou ve frézařské dílně rozmístěny ve dvou řadách s uličkou uprostřed, stanoviště učitele odborného výcviku je umístěno u jižní stěny s dobrým výhledem na obě řady strojů.

ks	Stroje	S _n
5	Fréza svislá FA3V	7,5kVA
1	Fréza univerzální FA3A-U	7,3kVA
1	Fréza univerzální 6P81	6,9kVA
2	Fréza svislá F2-250	7,2kVA
1	Fréza univerzální F1-250	7,2kVA
1	Fréza vertikální F2V	4,6kVA
1	Fréza univerzální FA4U	7,7kVA
1	Vrtačka stojanová	2,2kVA
1	Obrážka svislá FN20	5,3kVA
1	Fréza nástrojařská	5,1kVA
1	Fréza univerzální 1P53	3,3kVA

Tab. 2. Seznam instalovaných strojů ve frézařské dílně.

1.4.3 Dílna pro výuku ručního zpracování kovů - zóna 3

Tato dílna je rozdělena přepážkou na dvě části (samostatné dílny) ty jsou situovány do jihovýchodní části budovy, od dalších prostor je oddělena částečně prosklenou přepážkou. S ruční dílnou tvoří jeden celek kabinet učitelů OV, který je umístěn v jižní části budovy. Celková plocha dílen a kabinetu UOV je cca 223m². Přirozené osvětlení je zajištěno okny z jižní a částečně východní strany budovy. Vzhledem k charakteru výuky se v této dílně nachází minimum napevno instalovaných strojů viz Tab. 3.

ks	Stroje	S _n
2	Vrtačka sloupová VS32A	3,6kVA
1	Stolní vrtačka SV10	0,8kVA
1	Vrtačka sloupová V20A	2,4kVA
1	Stolní vrtačka SV13	0,8kVA
1	Soustruh hrotový	4,2kVA
1	Pila pásová	1kVA
1	Bruska stojanová	1,7kVA

Tab. 3. Seznam instalovaných strojů v ruční dílně.

2. Návrh elektroinstalace

2.1 Stanovení vnějších vlivů

Určováním vnějších vlivů se stanovují vlivy okolí působící na elektrická zařízení. To je nezbytné pro zajištění bezpečnosti osob i majetku jakož i provozní spolehlivosti elektrických zařízení. Při určování vnějších vlivů jsem postupoval dle ČSN 33 2000-1 ed.2 [22] (nahrazující starší ČSN 33 2000-3) s odkazem na ČSN 33 2000-5-51 ed. 3. [23].

A) činitel prostředí	teplota okolí	AA5
	vlhkost a teplota	AB4
	nadmořská výška	AC1
	výskyt vody	AD1
	cizí tělesa	AE5
	korozivní působení	AF1
	ráz	AG2
	vibrace	AH2
	rostlinstvo	AK1

	živočichové	AL1
	elektromagnetická, elektrostatická nebo ionizující působení	AM1
	sluneční záření	AN1
	seismické působení	AP1
	bouřková činnost	AQ1
	pohyb vzduchu	AR1
	vítr	AS1
B) využití		
	schopnosti osob	BA1
	dotyk se zemí	BC1
	únik v případě nebezpečí	BD1
	látky v objektu	BE1
C) budova		
	konstrukce budovy	CA1
	provedení budovy	CB1

V souladu s normou ČSN 33 2000-5-51 ed. 3. je popisované prostředí kvalifikováno jako normální a není nutno zpracovávat protokol o určení vnějších vlivů.

2.2 Napájení objektu

Objekt školy je připojen k distribuční síti kabelovou přípojkou nn zakončenou v kabelové skříni umístěné na hranici pozemku školy. Přípojka samotná je provedena kabelem AYKY 3x240 mm² + 120 mm². Začátek je proveden odbočením od přípojníc v elektrické stanici. Délka přípojky 360m, transformátor 22/0,4kV s výkonem 400kVA. Zakončení přípojky je provedeno v kabelové skříni, jištění v kabelové skříni je realizováno výkonovými nožovými pojistkami gG 160A.

Vedle kabelové skříně je umístěn elektroměrový rozvaděč. Tento rozvaděč je osazen trojfázovým dvousazbovým elektroměrem a hlavním 3p jističem před elektroměrem se jmenovitým proudem 100A a vypínací charakteristikou B. V elektroměrovém rozvaděči je dále umístěn přijímač HDO typ RC230 01-1141, dále 1p jistič k HDO 2A/B a pojistkový odpínač OPV10. Veškeré vybavení elektroměrového rozvaděče je v majetku majitele objektu, toto vybavení splňuje požadavky specifikované v Energetickém zákoně č. 458/2000 Sb. Použitý trojfázový jistič před elektroměrem je rovněž v souladu s pravidly pro připojení [3] poskytovatele v provedení s charakteristikou B.

Od elektroměru vede kabelové vedení CYKY 3x150+70mm² v délce 75m uložené v zemi a částečně ve zdivu do hlavního rozvaděče objektu umístěného v přízemí budovy školy. V hlavním rozvaděči objektu je provedena odbočka do hlavního dílenského rozvaděče RD a kompenzačního rozvaděče RQ. Tyto odbočky jsou jištěny v souladu s normou [10].

2.3 Soupis spotřebičů a energetická bilance

Sestavení seznamu spotřebičů je základním předpokladem pro stanovení energetické bilance, která je nezbytná pro správné dimenzování vedení a tento seznam je rovněž nutný pro výpočet kompenzace jalové energie. Z těchto důvodů bez úplného seznamu spotřebičů s uvedením jejich vlastností není možné bezchybné zhotovení projektové dokumentace.

2.3.1 Seznam spotřebičů

V seznamu uváděné spotřebiče mají v tabulkách uveden tzv. instalovaný výkon S_i . S výjimkou osvětlení se však nepředpokládá trvalý odběr takového množství energie. K výpočtu maximálního skutečného odebíraného výkonu se využívá výpočtu s koeficientem soudobosti β stanovený dle příslušné ČSN viz 2.3.2 Výpočtové zatížení. Dále je uveden seznam spotřebičů pro jednotlivá pracoviště – dílny dle rozdělení provedeného v přecházející části, v nichž zvláštní části tvoří příkon rezervovaný pro trvale instalované spotřebiče, příkon rezervovaný pro zásuvkové obvody a zvlášť pro potřebu osvětlení.

Zóna 1					
	počet	Jmenovitý výkon S_n (kVA)	Instalovaný výkon S_i (kVA)	cos φ	Činný insta. výkon P_i (kW)
Soustruh SV18R	13	8,5	110,5	0,78	86,2
Soustruh S32	2	4,5	9	0,7	6,3
Bruska BPH20	1	8,1	8,1	0,75	6,1
Bruska BN102-60	1	3	3	0,7	2,1
Pohon jeřábu	1	2,26	2,26	0,72	1,6
Motor jeřábu	1	8,33	8,33	0,78	6,5
Osvětlení nák. rampy	2	1	2	1	2
CELKEM	-	-	$S_{i1} = 143,2$	0,77	$P_{i1} = 110,8$

Tab. 4. Seznam spotřebičů soustružnická dílna a nákladová rampa.

Zóna 2					
	počet	Jmenovitý výkon S_n (kVA)	Instalovaný výkon S_i (kVA)	cos φ	Činný inst. výkon P_i (kW)
Fréza svislá FA3V	5	7,5	37,2	0,75	27,9
Fréza univer. FA3AU	1	7,3	7,3	0,75	5,5
Fréza univer. 6P81	1	6,9	6,9	0,7	4,8
Fréza svislá F2-250	2	7,2	14,4	0,8	11,5
Fréza univer. F1-250	1	7,2	7,2	0,75	5,4
Fréza vertikál. F2V	1	4,6	4,6	0,76	3,45
Fréza univer. FA4U	1	7,7	7,7	0,75	5,8
Vrtačka stojanová	1	2,2	2,2	0,75	1,65
Obrážečka FN20	1	5,3	5,3	0,75	4
Fréza nástrojařská	1	5,1	5,1	0,72	3,7
Fréza univer. 1P53	1	3,3	3,3	0,78	2,6
CELKEM	-	-	$S_{i2} = 101,2$	0,75	$P_{i2} = 76,3$

Tab. 5. Seznam spotřebičů ve frézařské dílně a přilehlých prostorách

Zóna 3					
	počet	Jmenovitý výkon S_n (kVA)	Instalovaný výkon S_i (kVA)	cos φ	Činný instalovaný výkon P_i (kW)
Vrtačka VS32A	2	3,6	7,2	0,68	4,9
Soustruh hrotový	1	4,2	4,2	0,7	2,94
Pila pásová	1	1	1	0,6	0,6
Bruska stojanová	1	1,7	1,7	0,6	1,02
Vrtačka SV13	1	0,8	0,8	0,6	0,48
Vrtačka SV10	1	0,8	0,8	0,6	0,48
Vrtačka V20A	1	2,4	2,4	0,65	1,6
CELKEM	-	-	$S_{i3} = 18,1$	0,66	$P_{i3} = 12,02$

Tab. 6. Dílna ručního zpracování kovů.

Osvětlení					
	počet	Jmenovitý výkon S_n (VA)	Instalovaný výkon S_i (VA)	cos φ	Typ svítidel
Dílna zóna 1	22	116	2552	1	2 x 58W
Dílna zóna 2	17	116	1792	1	2 x 58W
½ Dílna zóna 3	15	116	1740	1	2x58W
½ Dílna zóna 3	15	116	1740	1	2x58W
Chodba	8	72	576	1	2x36W
Učebna CNC	15	72	1080	1	2x36W
Sklad a výdejna	9	72	648	1	2x36W
Šatna a sociál. zař.	7	72	504	1	2x36W
Venkovní osvětlení	1	150	150	1	1x150W
Kabinet OUV	6	72	432	1	2x36W
Celkem	-	-	$S_{i4} = 10914$	1	-

Tab. 7. Osvětlení

2.3.2 Výpočtové zatížení

Výpočtové zatížení je souhrn potřeb elektrické energie v rámci projektovaného objektu a je též rozhodujícím faktorem při určování velikosti napájecího zdroje, dimenzování vodičů a výkonech spínacích, měřících a ochranných přístrojů a v neposlední řadě je důležitý při výpočtu velikosti kompenzačních prostředků. Při zjišťování výpočtového zatížení pro objekt jako celek se vychází z celkového instalovaného výkonu P_i (udává kolik energie jsou všechny spotřebiče schopny maximálně odebrat) a tzv. součinitele náročnosti β (soudobost), který udává poměr mezi hodinovým maximem P_{max} a celkovým instalovaným výkonem P_i .

$$\beta = P_{max} / P_i \leq 1 \quad [2.1]$$

Stanovení β je složitý proces který lze realizovat několika způsoby [5]:

- 1) U stávajících objektů lze stanovit z výsledků měření ročního odběrového diagramu
- 2) Výpočtem ze vztahu:

$$\beta = (k_s \cdot k_z) / (\eta_m \cdot \eta_s) \quad [2.2]$$

k_s – poměr instalovaných výkonů, které jsou v chodu k instalovanému výkonu všech spotřebičů

k_z – poměr skutečného výkonu spotřebičů v chodu k jejich instalovanému výkonu

η_m – účinnost spotřebičů při daném využití

η_s – účinnost napájecí soustavy

- 3) V případě, že jsou známy spotřebiče a způsob provozu lze β stanovit odhadem na základě porovnání s podobnými objekty nebo dle informativních hodnot z ČSN 34 1610.

Pro skupinu spotřebičů lze výpočtové zatížení určit též z tzv. dvojčlenného vzorce dle již zmiňované ČSN 34 1610 - §16128:

$$P_V = a \cdot P_x + b \cdot P_i \text{ [W]} \quad [2.3]$$

P_x - součet x největších spotřebičů charakterizujících danou skupinu

P_i - instalovaný výkon všech spotřebičů

a, b - součinitele náročnosti pro danou skupinu dle ČSN 34 1610 tab. 15

Podle výše uvedené normy by pro uvažovanou školní dílnu dle tabulky Tab. 14 (ČSN 34 1610) přicházel v úvahu ekvivalent určený pro elektromotory pro individuální pohon kovoobráběcích strojů podskupina – dílny pro obrábění kovů za studena při malosériové a kusové výrobě. Podle výše uvedené tabulky je hodnota součinitele náročnosti $\beta=0,18$. Dále jsem se tedy řídil tímto údajem odečteným z normy, neboť stanovení tohoto součinitele pro školní dílnu by bylo velmi časově i technicky náročné.

2.3.3 Výpočtové zatížení zóna 1

Výpočtové zatížení pro skupinu spotřebičů v zóně 1 shrnutí tzv. energetická bilance je uvedena v Tab. 8. Podle výše uvedené normy byly stanoveny hodnoty β a vypočítán výpočtový činný výkon pro jednotlivé části napájené z tohoto rozvaděče.

Výpočtový proud I_p pro skupinu strojů bude stanoven postupem dle normy [5] §16127 pro jednofázové spotřebiče:

$$I_p = \frac{1000 \cdot P_V}{U_f \cdot \cos \varphi} \text{ [A]} \quad [2.4]$$

Pro spotřebiče trojfázové pak:

$$I_p = \frac{1000 \cdot P_V}{\sqrt{3} \cdot U_s \cdot \cos \varphi} \text{ [A]} \quad [2.5]$$

Dosazením do [2.5] dostáváme pro naši skupinu spotřebičů 1 v zóně 1:

$$I_{p1} = \frac{1000 \cdot 19,8}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0,77} = 37,1 \text{ A}$$

Dále pro rozvaděč RJ1 dosazením do [2.5] dostáváme:

$$I_{j1} = \frac{1000 \cdot 6,9}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0,79} = 12,6 \text{ A}$$

Okruh	S_i [kVA]	$\cos \varphi$	I_p [A]	P_i [kW]	B	P_V [kW]
Instalované stroje	143,2	0,77	37,1	110,8	0,18	19,8
RJ1	12,59	0,79	12,6	9,9	0,7	6,9
Zásuvkové obvody	11,08	-	11,1	11,08	0,7	7,77
CELKEM	166,89	-	60,8	131,8	0,26	34,4

Tab. 8. Energetická bilance RP1.

2.3.4 Výpočtové zatížení zóna 2

Výpočtové zatížení pro skupinu spotřebičů v zóně 2 shrnutí tzv. energetická bilance je uvedena v Tab. 9. Opět jsem hodnoty vypočítal za použití tabulky 14 z normy ČSN 34 1610.

Dosazením do [2.5] dostáváme pro naši skupinu spotřebičů 2 v zóně 2:

$$I_{p2} = \frac{1000 \cdot 13,73}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0,75} = 26,7 \text{ A}$$

Okruh	S_i [kVA]	$\cos \varphi$	I_p [A]	P_i [kW]	β	P_v [kW]
Instalované stroje	101,2	0,75	26,7	76,3	0,18	13,73
Zásuvkové obvody	22,2	-	22,4	22,2	0,7	15,5
CELKEM	123,4	-	49,1	98,5	0,3	29,23

Tab. 9. Energetická bilance RP2.

2.3.5 Výpočtové zatížení zóna 3

Výpočtové zatížení pro skupinu spotřebičů v zóně 3, energetická bilance je v Tab. 10. Postup výpočtu podle normy [5] shodný s předcházejícími odstavci popisujícími výpočtové zatížení v zóně 1 a 2.

Dosazením do [2.5] dostáváme pro naši skupinu spotřebičů 3 v zóně 3:

$$I_{p3} = \frac{1000 \cdot 2,2}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0,66} = 4,8 \text{ A}$$

Zásuvkové obvody v zóně 3 jsou 3x jednofázové rozložené na tři fáze (jištěno 3x 16A) a jeden trojfázový (jištěn 3p jističem 16A). To znamená instalovaný příkon $S_i = 22,2$ kVA. Součinitel náročnosti byl určen jako $\beta=0,7$ a byl stanoven odhadem na základě dosavadního způsobu využívání. Dosazením do [2.1] dostáváme soudobý výkon:

$$S_v = S_i \cdot \beta = 22,2 \cdot 0,7 = 15,54 \text{ kVA}$$

Podle [2.5] dostáváme pro zásuvkové obvody v zóně 3:

$$I_{z3} = \frac{1000 \cdot 15,54}{\sqrt{3} \cdot 400} = 22,4 \text{ A}$$

Okruh	S_i [kVA]	$\cos \varphi$	I_p [A]	P_i [kW]	β	P_v [kW]
Instalované stroje	18,1	0,66	4,8	12	0,18	2,2
Zásuvkové obvody	22,2	-	22,4	22,2	0,7	15,5
CELKEM	40,3	-	27,2	34,2	0,52	17,7

Tab. 10. Energetická bilance RP3.

2.4 Náhradní schéma elektroinstalace

Správné určení prvků náhradního schématu je především důležité pro dimenzování kabelových vedení a zjištění vlivů všech jejích prvků na nadřazenou soustavu. V případě dotčené školní dílny jde hlavně o určení potřebného kompenzačního výkonu. Analýzu výskytu vyšších harmonických není potřeba provádět z důvodu absence takových zařízení, u kterých by se tyto vyšší harmonické mohly vyskytnout. Náhradní schéma v příloze č. 2 zahrnuje jednotlivé části elektroinstalace od přípojky k jednotlivým rozvaděčům.

2.5 Hlavní části elektroinstalace

Projekt elektroinstalace je zde rozdělen do několika částí podle účelu, za kterým budou instalovány. Přehledové schéma uspořádání elektroinstalace je v příloze č. 3. V této části se budu věnovat podrobně jednotlivým prvkům elektroinstalace a to s využitím výpočtů provedených v následující části věnované dimenzování vedení a kompenzaci. V navrhovaném řešení je při volbě elektrických přístrojů i vedení brán v první řadě zřetel na zajištění bezpečnosti budoucí instalace a její spolehlivost, je zde však zohledněna i ekonomická stránka věci. Elektroinstalace je rozdělena do následujících částí:

- Hlavní napájecí bod
- Obvody pro instalované stroje
- Obvod pro napájení jeřábu nákladové rampy
- Zásuvkové obvody
- Osvětlení
- Rozvaděče
- Nosný kabelový systém

2.5.1 Hlavní napájecí bod

Celý objekt školy je napájen trojfázovou přípojkou 230/400V ta je provedena kabelovou smyčkou kabel AYKY 3x240 + 120mm². Dílna samotná je připojena do hlavního rozvaděče objektu odkud jsou napájeny i ostatní části školy. Pro další postup je nutné znát celkovou energetickou bilanci hlavního dílenského rozvaděče RD viz Tab.11.

Energetická bilance hlavního rozvaděče RD:

Okruh	S _i [kVA]	I _p [A]	P _i [kW]	β	P _v [kW]
RP1	166,9	60,8	131,8	0,26	34,4
RP2	123,4	49,1	98,5	0,3	29,23
RP3	40,3	27,2	34,2	0,52	17,7
RO1 (viz Tab. 7.)	10,9	12,58	10,9	0,8	8,72
CELKEM	341,5	-	-	0,32	90,05

Tab. 11. Energetická bilance RD.

Celkový S_{vc} dostanu jako: $S_{vc} = S_{ic} \cdot \beta = 341,5 \cdot 0,32 = 109,28 \text{ kVA}$

Z toho dostávám dosazením do [2.5] celkový I_{pc}:

$$I_{pc} = \frac{1000 \cdot 109,28}{\sqrt{3} \cdot 400} = 157,7 \text{ A}$$

Z energetické bilance je zřejmé, že stávající jištění v KS a ER je pro využívání dílny v předpokládaném rozsahu a počtu strojního vybavení nevhodné. Stávající nevyhovující situace z hlediska selektivity je pozůstatkem zrušení výrobní činnosti a částečné rekonstrukce v 90. letech. Jako možné řešení se jeví změna v jištění přípojky v KS a výměna jističe před elektroměrem, tak aby byla splněna podmínka dodržení selektivity. Za úvahu by však stála investice do transformátoru umístěného do objektu školy.

Důležitým předpokladem pro bezpečnost elektroinstalace je správné provedení ekvipotenciálního pospojování. Dle ČSN 33 2000-4-41 ED.2 článek 413.1.2.1 jsou s ochranným vodičem a uzemňovací svorkou ve školní budově pospojovány všechny kovové vnitřní i vnější konstrukční části budovy a dále ústředního topení a rozvodu vody a plynu[4]. Vodiče hlavního pospojování musí splňovat normu ČSN 33 2000-5-54 ED.2. čl. 547.1.1. Pro pospojování je v prostorách dílny použit FeZn pásek 30/4 což dává dostatečnou průřez 120mm².

2.5.2 Obvody pro napevno instalované stroje

Napájení strojů ve všech zónách bude provedeno samostatně jištěnými přívody a hlavní vypínače umístěné v blízkosti dotyčného stroje. Vedení bude uloženo v drátěných kabelových žlabech, elektroinstalačních trubkách a ke strojům umístěným dále od stěny bude přivedeno podlahou, kde bude chráněno v kovových ohebných trubkách. Jistící prvky a dimenzování vodičů je určeno výkonem strojů a je to uvedeno v části věnované rozvaděčům RP1-3.

2.5.3 Obvod pro napájení jeřábu nákladové rampy

Napájení elektromotorů jeřábu a osvětlení na nákladové rampě bude provedeno z rozvaděče RJ1. Rozvaděč bude v uzamykatelném provedení a přívod vypínatelný uvnitř rozvaděče viz schéma rozvaděče RJ1. Ovládání dvou osvětlovacích těles bude vypínačem Ř5 umístěným uvnitř dílny. Ovládání samotného jeřábu je jeho součástí a v tomto projektu není třeba ho řešit.

2.5.4 Zásuvkové obvody

Zásuvkové obvody budou instalovány v souladu s platnými normami v síti TN-S ve výšce 1,1m nad úrovní podlahy. Osazeny budou zásuvkami se specifikací 16A/250V; 16A/400V; 32A/400V, tam kde to je vyžadováno charakterem prostředí budou zvoleny zásuvky se zvýšenou odolností IP44. Jištění bude provedeno 1p a 3p jističi s vypínací charakteristikou C výrobce OEZ se jmenovitou zkratovou schopností $I_{CN}=10kA$. Dále budou zásuvky chráněné proudovými chrániči v souladu s požadavky normy [4] se jmenovitým reziduálním proudem $I_{\Delta N}=30mA$ char. AC pro vypínání střídavých reziduálních proudů. Tam kde je to vzhledem k povaze připojovaných spotřebičů nutné budou navíc zásuvky chráněné přepětovou ochranou. Zásuvkové obvody budou rozloženy na všechny fáze, aby se zajistilo jejich rovnoměrné zatížení, jednofázové zásuvkové obvody jsou určeny pro připojení spotřebičů s příkonem do 2kVA. Celkový stav je v příloze č.9.

Zásuvkový obvod v zóně 1:

V dílně pro výuku soustružení bude instalován jeden zásuvkový obvod pro jednofázové zásuvky W1.2 osazený 7ks zásuvkami se zvýšenou odolností proti prachu IP44. Obvod bude jištěn 1p jističem od výrobce OEZ typ LPN-16C-1. Rozvod bude proveden standardním kabelem CYKY 3J 2,5mm² v instalačních trubkách. Dále zde bude obvod W1.3 pro připojení 3f spotřebičů přes dvě pětipólové zásuvky 16A/400V se specifikací IP44 obvod bude jištěn 3p jističem OEZ LPN-16C-3. Rozvod bude proveden kabelem CYKY 5J o průřezu 2,5mm² kabel bude uložen v instalačních trubkách z PVC. Zásuvkové obvody budou v souladu s normou [4] chráněny proudovým chráničem OFE-40-4-030AC (FIA1) se jmenovitým proudem 40A. Provedení zásuvkových rozvodů bude v souladu s ČSN 33 2130 ed. 2.

Zásuvkové obvody v zóně 2:

V této zóně budou instalovány celkem čtyři zásuvkové obvody pro krátkodobé připojení spotřebičů. Obvody jsou rozděleny podle účelu využití. Zásuvkové obvody jsou chráněny proudovým chráničem OEZ OFE-40-4-030AC (FIA2) se jmenovitým reziduálním proudem $I_{\Delta N}=30mA$ char. AC. Provedení zásuvkových rozvodů bude v souladu s ČSN 33 2130 ed. 2.

Obvod W2.1 bude určen pro připojení 1f spotřebičů přímo ve frézarské dílně, bude zde instalováno pět zásuvek 16A/250V se specifikací IP44. Obvod bude jištěn 1p jističem od výrobce OEZ typ LPN-16C-1. Dalším instalovaným obvodem bude obvod W2.2 je určen pro instalaci osmi zásuvek 16A/250V bez požadavku na zvýšené krytí v učebně CNC. Jedna

z instalovaných zásuvek bude instalována na stropě pro připojení dataprojektoru. Tento obvod bude jištěn jističem OEZ LPN-16C-1, navíc bude chráněn varistorovou přepět'ovou ochranou typ SVD-253-1N-MZS výrobce OEZ pro ochranu citlivé výpočetní techniky. Rozvody budou v provedení pod omítkou. Obvod s označení P2.3 bude určen pro připojení 1f spotřebičů ve výdejně a šatně žáků, jeden zásuvkový vývod bude instalován na propojovací chodbě. Zásuvky 16A/250V v těchto obvodech budou bez nároků na zvýšenou ochranu krytím, s výjimkou zásuvky instalované na chodbě, která bude se specifikací IP44. Jištění obvodu bude provedeno 1p jističem od výrobce OEZ typ LPN-16C-1. Rozvody pro jednofázové zásuvky budou provedeny kabelem CYKY 3J 2,5mm² uloženým s výjimkou obvodu P2.2 a P2.3 v instalačních trubkách

Obvod P2.4 je určen pro připojení 3f spotřebičů se dvěma pětikolíkovými zásuvkami 16A/400V, které budou umístěny ve frézarské dílně. Zásuvky budou se specifikací IP44 a obvod bude jištěn 3p jističem OEZ LPN-16C-3. Rozvod bude proveden kabelem CYKY 5J 2,5mm² uloženým v instalačních trubkách.

Zásuvkové obvody v zóně 3:

V zóně 3 budou instalovány dva zásuvkové obvody pro připojení jednofázových spotřebičů a dva zásuvkové obvody pro třífázové spotřebiče. Zásuvkové obvody jsou chráněné v souladu s normou [4] proudovým chráničem OEZ OFE-40-4-030AC (FIA3) se jmenovitým reziduálním proudem $I_{\Delta N}=30\text{mA}$ char. AC. Provedení zásuvkových rozvodů bude v souladu s ČSN 33 2130 ed. 2.

Zásuvkový obvod W3.1 je určen pro instalaci 8 zásuvek 16A/250V se specifikací IP44, zásuvky budou instalovány v dílně pro ruční zpracování kovů a je chráněn jističem OEZ LPN-16C-1. Dalším obvodem je W3.2 rovněž umístěný v dílně pro ruční zpracování kovů a instalaci osmi zásuvek 16A/250V s krytím IP44. Obvod bude opět jištěn jističem OEZ LPN-16C-1. Rozvody v obou obvodech budou provedeny kabelem CYKY 3J 2,5mm² a budou uloženy do elektroinstalačních trubek. Obvod W3.3 je určen pro instalaci pěti zásuvek 16A/250V bez požadavku na zvýšené krytí v kabinetu učitelů UOV. Tento obvod bude jištěn jističem OEZ LPN-16C-1, výrobce OEZ. Rozvod bude proveden pod omítkou kabelem CYKY 3J 2,5mm².

Zásuvkový obvod W3.4 je určen pro instalaci dvou zásuvek 16A/400V IP44 pro potřeby využití třífázových spotřebičů. Obvod bude jištěn OEZ LPN-16C-3 a provedení bude kabelem CYKY 3J 2,5mm² chráněným uložením do instalačních trubek. Trojfázový zásuvkový obvod W3.5 je osazen dvěma zásuvkami 16A/400V s IP44 umístěnými v dílnách ručního zpracování. Jištění bude provedeno jističem OEZ LPN-16C-3 a rozvod bude proveden kabelem CYKY 5J 2,5mm² umístěným v instalačních trubkách.

2.5.5 Osvětlení

Volba osvětlovacích těles, jejich rozmístění jakož i osvětlení pracovních prostor v závislosti na druhu vykonávané činnosti je určováno normou ČSN EN 12464-1 Světlo a osvětlení – Osvětlení pracovních prostor – Část1: Vnitřní pracovní prostory.

V případě dílen bylo je v mém návrhu osvětlení realizováno prachotěsným technickým zářivkovým dvoutrubicovým svítidlem. Tím je zajištěno dostatečné osvětlení pracovního prostoru bez zvýšených nároků na údržbu svítidel. Svítidla budou podvěšena pod stropem na řetízcích či lankách aby se dosáhlo výšky svítidla 3m nad podlahou. V případě prostor svou povahou kancelářských a učeben jsou osvětlovací tělesa rovnoměrně rozložena po celé ploše místnosti. Návrh osvětlení byl proveden v programu Dialux ver. 4.1.

Speciálním požadavkem na osvětlení dílenských prostor je volba takových prostředků a svítidel aby nedocházelo ke vzniku stroboskopického jevu v místech kde je používáno točivých el. strojů. V tomto případě je tomuto jevu zabráněno výběrem svítidel osazených

elektronickým předřadníkem. Tímto řešením se rovněž odbourává nutnost kompenzace při použití indukčních předřadníků, neboť účinník těchto osvětlovacích těles je blízký 1. Většina strojů je navíc osazena vlastním žárovkovým svítidlem na jmenovité napětí 24V.

Osvětlovací tělesa na chodbě budou ovládána přes impulzní relé. Ovládání tohoto relé bude realizováno tlačítky v ovládacích skříňkách a tlačítkem na rozvaděči. V dílnách bude provedeno vypínači se zvýšeným krytím min. IP44 u šaten, skladů a v kancelářských prostorách bude ovládání osvětlení provedeno běžnými vypínači. Na sociálním zařízení bude osvětlení ovládáno přes PIR čidlo. V Tab. 12. je uveden přehled nároků na osvětlení požadovaných normou ČSN EN 12464-1 pro jednotlivá stanoviště připadající v úvahu v našem případě. Výpočet osvětlení byl proveden v programu Dialux ver. 4.10, výstupy z programu jsou v příloze č.8.

Typ prostoru	Osvětlenost \bar{E}_m /lx/	Činitel oslnění UGR	Rovnoměrnost osvětlení U_o	Index podání barev R_a	Pozn.
Chodby	100	28	0,4	40	\bar{E}_m na úrovni podlahy
Nakládací plochy/rampy	150	25	-	40	
Soc. zařízení šatny / WC	200	22	0,4	80	
Sklady	100	25	0,4	60	200lx při trvalém pobytu lidí
Strojní obrábění hrubé a střední s tolerancí $\geq 0,1$ mm	300	22	0,6	80	
Jemné strojní obrábění	500	19	0,7	80	
Orýsování a kontrola	750	19	0,7	80	
Montáž střední	300	25	0,6	80	
Technické kreslení	750	16	0,7	80	
Třídy, kabinety	300	19	0,6	80	Osvětlení by mělo být regulovatelné
Místnosti na ruční práce	500	19	0,6	80	
Místnosti učitelů	300	19	0,6	80	

Tab. 12. Požadavky na osvětlení vybraných prostor [6].

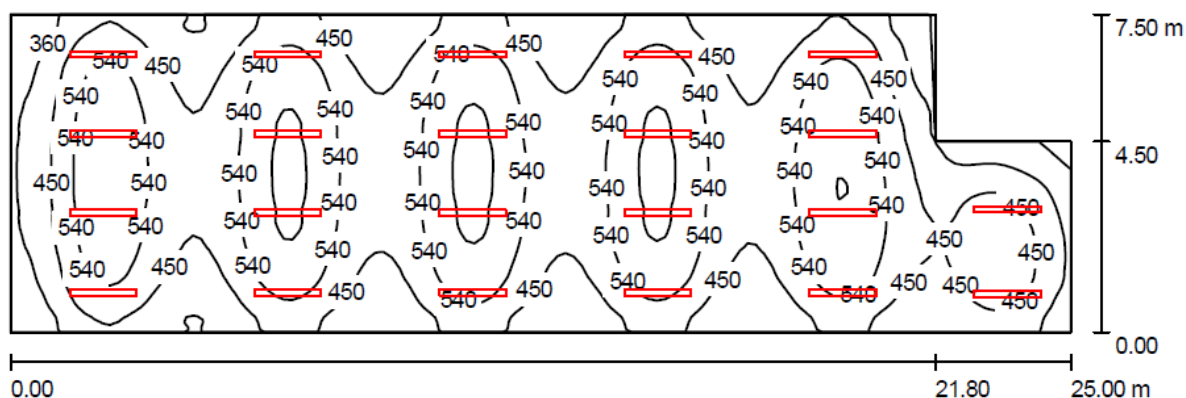
Osvětlení v zóně 1:

Osvětlení dílny pro výuku na soustruzích bude realizováno 22 kusy dvoutrubicových osvětlovacích těles technického typu, zavěšených 3m nad úroveň podlahy. Vybraná svítidla od výrobce Kanlux typ MAH-1258-EVG/A-PS (2x58W) jsou prachotěsná se specifikací IP 65 s elektronickým předřadníkem. Celkový instalovaný příkon je $22 \times (2 \times 58W) = 2552W$.

Svítidla jsou zajištěna všechna pracoviště žáků i učitele OV a dále je zajištěno osvětlení uličky mezi pracovišti a vstup na nákladovou rampu. Požadavek na hospodárnost provozu osvětlení je zajištěn rozdělením osvětlení na dvě samostatně ovládané části. Jištění bude provedeno 3x 1p jističem 16A char. B výrobce OEZ typ LPN-16B-1 zkratová schopnost 10kA. Rozvod realizován v síti TN-S standardním kabelem CYKY 3J 1,5mm², ochrana kabelu je zajištěna vtažením do instalačních trubek.

Do osvětlení v této zóně spadá i osvětlení venkovní nákladové rampy a pracovní plochy jeřábu. Toto osvětlení bude realizováno dvěma halogenovými reflektory LOMA 1000-B od výrobce Kanlux. Reflektory jsou s příkonem 1000W a v provedení IP54. Spínání toho venkovního osvětlení bude umístěno na venkovní zdi vypínačem Ř5 se stupněm krytí IP 44.

Napájení bude zajištěno z rozvaděče pro jeřáb nákladové rampy RJ1. Jištění bude provedeno jističem LPN-16B-1. Rozvod bude proveden kabelem CYKY 3J 1,5mm² uloženým v instalačních trubkách. Výpočty pro správné rozmístění osvětlovacích prvků byly provedeny v programu Dialux 4.10, shrnutí viz příloha 2. Podle normy ČSN EN 12464-1 je v dílnách pro hrubé a střední strojní obrábění požadována hodnota osvětlenosti E na úrovni 300lx. Soustruhy jsou navíc osazeny každý vlastním žárovkovým svítidlem.



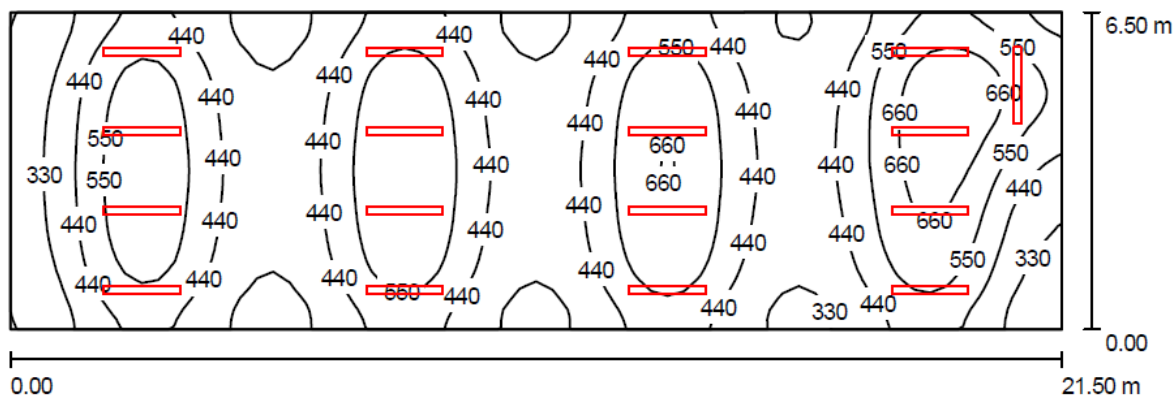
Obr. 2. Rozmístění svítidel a hodnoty osvětlenosti E (lx) v soustružně.

Osvětlení v zóně 2:

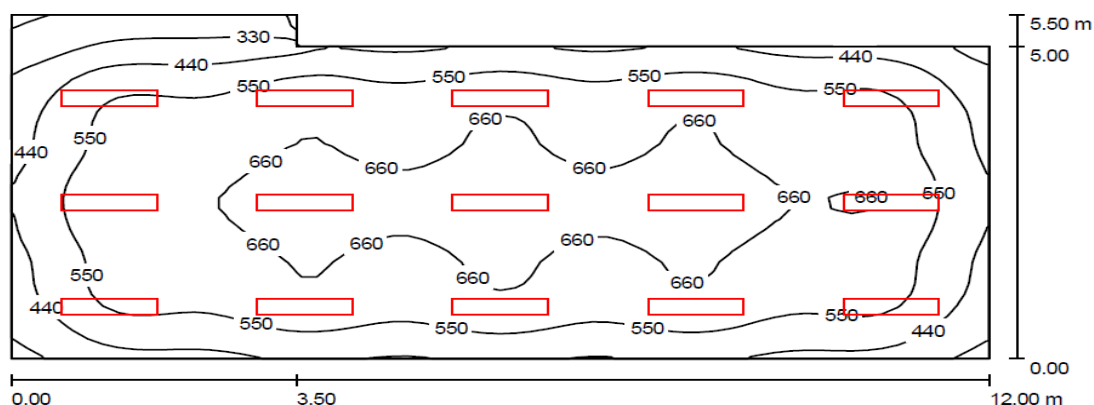
Dílna pro frézování je osvětlována 17 kusy dvoutrubicových zářivkových svítidel KANLUX typu MAH-1258-EVG/A-PS (2x58W). Svítidla jsou zavěšena ve výšce 3m nad podlahou a prostorově jsou rozmístěna nad jednotlivými pracovišti. Osvětlovací tělesa jsou rozdělena rovnoměrně na dvě poloviny s nezávislým ovládním vypínači se zvýšeným krytím. Světelný obvod frézarské dílny je napájen z rozvaděče pro osvětlení RO1. Osvětlení učebny CNC, která navazuje na výše uvedenou dílnu je zajištěno 15 dvoutrubicovými svítidly TOKEN 236 NT (2x36W) rovnoměrně rozmístěnými na ploše učebny. Toto řešení zajišťuje požadovanou osvětlenost pro jemnou práci na úrovni 500lx v ploše učebny viz obr. 3. Světla jsou rozdělena na tři okruhy, okruh zajišťující osvětlení u projekční plochy bude ovládn vypínačem s regulátorem osvětlení. Toto řešení umožní nastavení intenzity osvětlení, neboť v učebně bude využíván projektor.

Ve výdejně materiálu a skladu je osvětlení zajištěno 9ks dvoutrubicových svítidel 1236-EVG/A-PS (2x36W) rozmístění svítidel je dáno rozmístěním skladovacích regálů tak, aby bylo zajištěno minimální osvětlení pro tento typ prostor dle [6]. Ovládní je zajištěno vypínačem Ř1 u vchodu do výdejny. Osvětlení v šatně, a soc. zařízení je zajištěno celkem čtyřmi kusy dvoutrubicových svítidel MAH-1236-EVG/A-PS (2x36W) a třemi kusy dvoutrubicových svítidel DUST VVG PC 2x18W (2x18W). Ovládní je zajištěno třemi kusy vypínačů Ř1 a dvěma pohybovými PIR senzory na soc. zařízení. Rozvody jsou provedeny v síti TN-S kabelem CYKY 3J 1,5mm² vtaženým do instalačních trubek.

Do zóny 2 spadá venkovní osvětlení nouzového východu, které bude zajištěno halogenovým venkovním reflektorem FARE SL-150R (150W) stupeň krytí IP54 s vestavěným pohybovým PIR čidlem. To bude připojeno do světelného obvodu učebny CNC s nezávislým vypínáním vypínačem Ř1 uvnitř budovy. Veškeré výpočty osvětlení a návrhy na rozmístění osvětlovacích těles byly vypracovány v programu Dialux ver. 4.10. Výsledné hodnoty osvětlenosti E (lx) odpovídají nárokům na osvětlenost podle normy [6] a shrnutí je uvedeno v příloze č. 8.



Obr. 3. Rozmístění svítidel a hodnoty osvětlenosti E (lx) ve frézovně.



Obr. 4. Rozmístění svítidel a hodnoty osvětlení v učebně CNC.

Osvětlení v zóně 3:

Dílny pro ruční zpracování kovů bude osvětlovat 2 x 17 dvoutrubicových těles MAH-1258-EVG/A-PS (2x58W) se specifikací IP65. Svítidla jsou umístěna nad pracovišti žáků k zajištění dostatečného a rovnoměrného osvětlení. Dále je zajištěno osvětlení přístupové uličky a pracoviště učitele OV. Všechna svítidla jsou zavěšena na lanách či řetících do výšky 3m nad úroveň podlahy. Ekonomický provoz je zajištěn rozdělením osvětlovacích těles do čtyř skupin samostatně ovládaných vypínači. Osvětlení kabinetu UOV, který navazuje na výše uvedenou dílnu je zajištěno šesti kusy dvoutrubicových těles TOKEN 236 NT (2x36W). Osvětlení chodby je zajištěno osmi dvoutrubicovým svítidly MAH-1236-EVG/A-PS, ovládání je vyřešeno vypínači přes impulsní relé umístěnými u vchodů do dílenských prostor a centrálně na rozvaděči RO1. Jištění pro světelný okruh v dílně bude provedeno jističem FL1.4 16A pro dílnu typ LPN-16B-1 výrobce OEZ se zkratovou odolností do 10kA. Do tohoto okruhu spadá také kabinet UOV a přilehlou chodbu. Veškeré rozvody pro osvětlení a jeho ovládání budou provedeny v síti TN-S kabelem CYKY 3J 1,5mm² uloženým v instalačních trubkách. Návrh na rozmístění osvětlovacích těles v souladu s požadavky na osvětlení prostor byl proveden v programu Dialux ver. 4.10.

2.5.6 Rozvaděče

Pro rozvaděče nn určené pro rozvod, přenos, výrobu a přeměnu elektrické energie platí norma ČSN EN 60439-1 ed.2 Rozvaděče nízkého napětí [8] a dále ČSN EN 60439-3 Zvláštní požadavky pro rozvaděče nn určené k instalaci do míst přístupných laické obsluze. Dle normy je rozvaděč definován jako kombinace jednoho nebo více spínacích přístrojů nn spolu s přidruženým řídicím, měřicím, signalizačním, ochranným, regulačním zařízením atd. úplně sestavená pod odpovědností výrobce, včetně všech vnitřních elektrických spojů, mechanických vazeb a konstrukčních částí [8]. Všechny rozvaděče budou připojeny k stávající uzemňovací soustavě objektu přes FeZn pásek 30x4mm. Tím bude též zajištěno přizemnění v bodě rozdělení sítě TN-C na TN-C-S tzn. vodiče PEN na samostatný střední (N) a samostatný ochranný (PE) v rozvaděči RD. Rozvaděče musí být umístěny tak aby k nim byl vždy zajištěn přístup a v místě jejich umístění nehrozilo poškození, nebo snížení izolačního stavu působením vnějších vlivů. Rovněž musí být zajištěny podmínky pro dostatečný odvod tepla a dále musí být zajištěno odpovídající označení na krytu. Schémata rozvaděčů byla kreslena v programu AutoCad2008.

Plánované rozvaděče umístěné v objektu školní dílny:

RD hlavní dílenský rozvaděč

RQ kompenzační rozvaděč

RP1 rozvaděč pro soustružnickou dílnu (zóna 1)

RP2 rozvaděč pro frézařskou dílnu (zóna 2)

RP3 rozvaděče pro dílnu ručního zpracování kovů (zóna 3)

RJ1 rozvaděč pro jeřáb a osvětlení nákladové rampy

RO1 rozvaděč osvětlení

RP3.1 rozvaděč pro připojení strojů v dílně ručního zpracování 1

RP3.2 rozvaděč pro připojení strojů v dílně ručního zpracování 2

Volba jisticích prvků:

Při volbě jisticích prvků v rozvaděči musí být zajištěna návaznost mezi vodiči a volbou jisticích prvků viz ČSN 33 2000-4-43 ed.2 [10]. V této normě část 433.2 je uvedeno, že „funkční charakteristika prvku jisticího vedení proti přetížení musí vyhovět těmto dvěma podmínkám“:

$$1) I_b \leq I_n \leq I_z \quad [2.6]$$

$$2) I_2 \leq 1,45 I_z \quad [2.7]$$

I_b = proud použitý ve vedení. Určuje se z výpočtového zatížení podle vztahů [2.4; 2.5] viz 2.3.2 Výpočtové zatížení.

I_z = dovozené proudové zatížení vodiče. Je určován podle druhu izolace, způsobu uložení, druhu využití, okolní teploty atd. s ohledem na maximální možné oteplení jádra viz 3.1 Dimenzování kabelových vedení.

I_n = jmenovitý proud jisticího prvku

I_2 = proud zajišťující účinné zapůsobení ve smluvené době ochranného zařízení a obecně uvedený ve výrobní normě [10].

Dále je třeba při volbě jisticího prvku dbát na zachování selektivity a brát ohled na předpokládaný charakter jistěného zařízení, zejména proudové špičky vznikající při rozběhu elektromotorů.

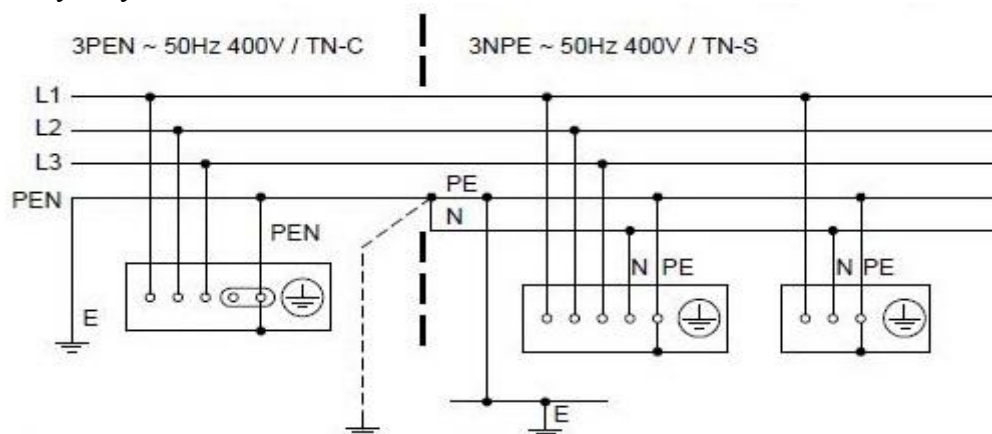
Hlavní dílenský rozvaděč RD:

Z tohoto rozvaděče budou napájeny všechny dílenské rozvody včetně světelných. Přívod do rozvaděče RD je veden z hlavní rozvodny objektu školy umístěné v přízemí budovy. Přívod bude vypínatelný hlavním vypínačem HV. Půdorysně bude umístěn tento

rozvaděč přímo nad místností rozvodny a přívodní kabel označený W001 tak bude mít minimální délku. Napěťová soustava: 3 + N + PE, AC, 50 Hz, 230/400V, TN-C-S. Ochrana před nebezpečným dotykovým napětím provedena samočinným odpojením od zdroje a pospojováním. V tomto rozvaděči bude provedeno již zmíněné rozdělení sítě TN-C na TN-C-S viz obr. 5. Bude zde rovněž provedeno spínání vývodů pro dílenské rozvaděče. Vypínání bude realizováno napěťovými spouštěmi k jednotlivým jističům. Ovládání tlačítka, která budou umístěna na vnitřním panelu rozvaděče spolu se signalizací. V tomto rozvaděči dále budou jištěny přívody do podružných dílenských rozvaděčů RP1–RP3 a RO1. Viz příloha č. 4 číslo výkresu 1/8 schéma rozvaděče RD. Rozvaděč bude uzamykatelný typ NP65-0505025 výrobce OEZ s krytím IP65 v plechovém provedení s montáží na stěnu. Vývody pro dílenské rozvaděče budou jištěny výkonovými jističi Modeion a Minia od výrobce OEZ viz Tab. 13.

Označení	Účel	Jistící prvek	Průřez [mm ²]	Kabel	P _v [kW]	Délka [m]
W03	Rozvaděč RP1	80/B 3p	-	-	34,4	0
W04	Rozvaděč RP2	80/B 3p	16	CYKY 5J	29,2	30
W05	Rozvaděč RP3	40/B 3p	6	CYKY 5J	17,7	50
W06	Rozvaděč RO1	32/B 3p	4	CYKY 5J	8,72	30

Tab. 13. Vývody dílenského rozvaděče RD.

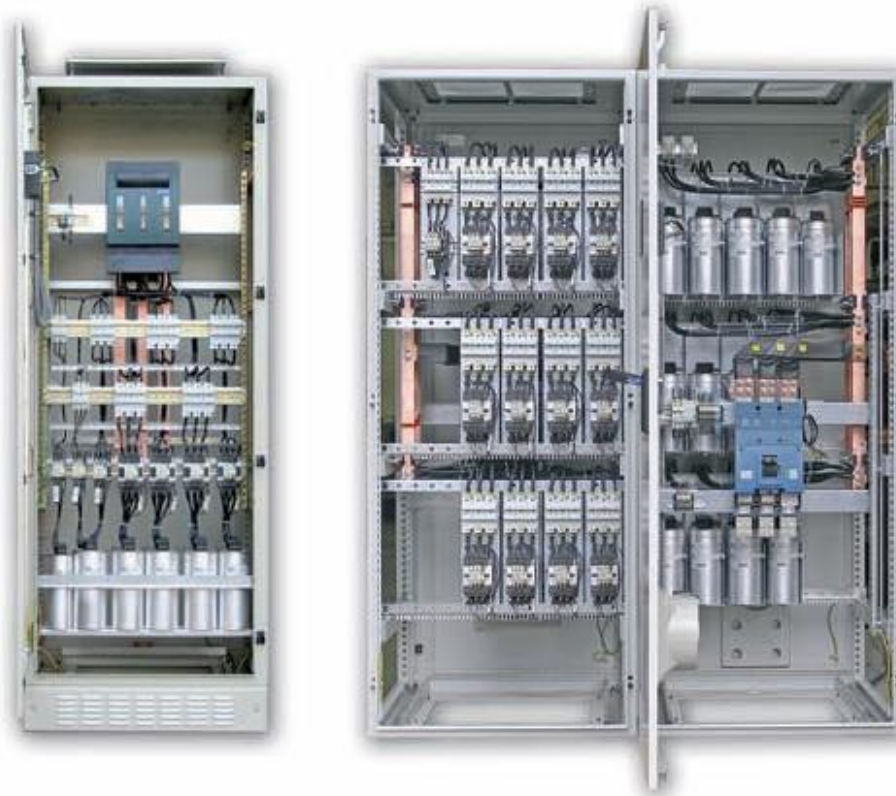


Obr. 5. Rozdělení TN-C na TN-S [9].

RQ kompenzační rozvaděč

Centrální kompenzace je provedena kompenzačním rozvaděčem v hlavní rozvodně objektu. Maximální kompenzační výkon je v části 3.2 Návrh kompenzace účinníku spočítán na $Q_K = 87,04 \text{ kVAr}$. Kompenzační rozvaděč je připojen na přípojnice v hlavním rozvaděči.

Jako prostředek pro kompenzaci bude instalováno samostatné kompenzační pole s přívodním odpínačem VARKOM EV-93/15 s kompenzačním výkonem až $93,75 \text{ kVAr}$ v provedení se stupněm krytí IP54. Kompenzační výkon je odstupňovaný připojováním 15 kondenzátorů s výkonem $6,25 \text{ kVAr}$. Ztráty v rozvaděči dosahují max. 242 W . Zařízení je osazeno suchými kondenzátory a speciálními dvoustupňovými stykači s předřadným rezistorem pro tlumení přechodového děje. Provoz kompenzátoru je řízen regulátorem s mikroprocesorem[21]. Kompenzační rozvaděče typ VARKOM viz obr. č.6. Zvolený kompenzační rozvaděč svým výkonem zhruba odpovídá stávajícímu kompenzačnímu rozvaděči z první poloviny 90. let s výkonem 100 kVAr ($8 \times 12,5 \text{ kVAr}$).



Obr. 6. Kompenzační rozvaděče VARKOM

Rozvaděč pro soustružnickou dílnu (zóna 1) RP1

Tento rozvaděč bude navazovat na hlavní dílenský rozvaděč RD, tím zanikne potřeba propojovacího kabelu. Z rozvaděče budou napájeny zásuvkové okruhy, okruhy pro napájení instalovaných strojů a rozvaděč pro jeřáb nákladové rampy. Viz příloha č. 4. schéma 2/8 rozvaděč RP1. Přívod do rozvaděče je vypínatelný hlavním vypínačem FA1. Vývody z rozvaděče určené pro připojení napevno instalovaných strojů jsou vypínatelné vypínačem QM1 s napěťovou vypínací spouští QM1-NO. Ovládání bude zajištěno prostřednictvím tlačítka umístěného v rozvaděči spolu se signalizací. Další stop tlačítko bude umístěno poblíž pracoviště UOV. Napěťová soustava: 3 + N + PE, AC, 50 Hz, 230/400V, TN-S. Ochrana před nebezpečným dotykovým napětím provedena samočinným odpojením od zdroje a pospojováním. Rozvaděč bude uzamykatelný typ NP65-0505025 výrobce OEZ. Rozvaděč má ochranu krytím IP65 a je v plechovém provedení s montáží na stěnu.

Vývod W1.1 pro rozvaděč jeřábu nákladové rampy RJ1 vyveden z rozvaděče horem, jištění zabezpečeno 3p jističem LPN-32B-3. Kabel CYKY 5J 4mm² uložen v elektroinstalačních trubkách.

Vývody W1.2 a W1.3 jsou určené zásuvkové obvody a budou jištěny a dimenzovány jak bylo uvedeno v části věnované zásuvkovým obvodům. V souladu s požadavky normy [4] jsou chráněny proudovým 4p chráničem FIA1 s vybavovacím proudem $I_{\Delta} = 30\text{mA}$.

Vývody WM1.1-17 pro instalované stroje budou jištěny motorovými spouštěči podle příkonu daného stroje viz tabulka č. 14. Průřezy vodičů jsou stanoveny s ohledem na jistící prvek, předpokládané proudové zatížení a délku vedení. Rozvod z rozvaděče pro instalované stroje je proveden paprskově viz ČSN 34 1610 § 16113.

Označení	Účel	Jistící prvek	Průřez [mm ²]	Kabel	P _i [kW]	Délka [m]
W1.1	RJ1	32/C 3p	4	CYKY 5J	9,9	5
W1.2	Zásuvky 1f	16/C 1p	2,5	CYKY 3J	-	25
W1.3	Zásuvky 3f	16/C 3p	2,5	CYKY 5J	-	10
WM1.1	MS1	M11-16A	4	CYSY	6,63	25
WM1.2	MS2	M11-16A	4	CYSY	6,63	22,5
WM1.3	MS3	M11-16A	4	CYSY	6,63	20
WM1.4	MS4	M11-16A	4	CYSY	6,63	17,5
WM1.5	MS5	M11-16A	4	CYSY	6,63	15
WM1.6	MS6	M11-16A	4	CYSY	6,63	12,5
WM1.7	MS7	M11-16A	4	CYSY	6,63	10
WM1.8	MS8	M11-16A	4	CYSY	6,63	30
WM1.9	MS9	M11-16A	4	CYSY	6,63	27,5
WM1.10	MS10	M11-16A	4	CYSY	6,63	25
WM1.11	MS11	M11-16A	4	CYSY	6,63	22,5
WM1.12	MS12	M11-16A	4	CYSY	6,63	20
WM1.13	MS13	M7-10A	2,5	CYSY	3,15	17,5
WM1.14	MS14	M7-10A	2,5	CYSY	3,15	15
WM1.15	MB1.1	M11-16A	4	CYSY	6,1	10
WM1.16	MB1.2	M4,5-6,3A	2,5	CYSY	1,95	7,5
W1.11	STOP	pojistka 2A	1,5	CYKY	-	-

Tab. 14. Vývody z rozvaděče RP1.

Rozvaděč pro frézařskou dílnu (zóna 2) RP2

Je určen k napájení okruhů v zóně 2 tj. zásuvkové okruhy, okruh napevno instalovaných strojů viz příloha č. 4. číslo výkres 3/8. Přívodní kabel W04 z hlavního dílenského rozvaděče RD je do rozvaděče přiveden horem. Přívod do rozvaděče je vypínatelný hlavním vypínačem FA2. Vývody z rozvaděče určené pro připojení napevno instalovaných strojů jsou vypínatelné vypínačem QM2 s napětovou vypínací spouští QM2-NO. Ovládání bude zajištěno prostřednictvím tlačítka umístěného v rozvaděči spolu se signalizací. Další stop tlačítka budou umístěna poblíž pracoviště UOV a na protilehlé stěně dílny. Napětová soustava: 3 + N + PE, AC, 50 Hz, 230/400V, TN-S. Ochrana před nebezpečným dotykovým napětím provedena samočinným odpojením od zdroje a pospojováním. Rozvaděč bude uzamykatelný typ NP65-0505025 výrobce OEZ. Rozvaděč má ochranu krytím IP65 a je v oceloplechovém provedení s montáží na stěnu.

Vývody pro jedno a třífázové zásuvkové obvody jsou označeny jako W2.1-2.4. Jištění a dimenzování je uvedeno v tabulce č. 15. Zásuvkové obvody jsou chráněny proudovým chráničem FIA2 s vybavovacím proudem 30mA v souladu s normou [4].

Vývody pro instalované stroje označené jako WM2.1-16 jsou vyvedeny pro každý stroj zvlášť a budou jištěny motorovými spouštěči s nadproudovou spouští v závislosti na výkonu připojeného stroje viz tab. 15. Průřezy vodičů budou stanoveny podle předpokládaného proudového zatížení a délky vedení vše je rovněž uvedeno v Tab. 15. Rozvod z rozvaděče pro instalované stroje je proveden paprskově viz ČSN 34 1610 § 16113.

Označení	Účel	Jistící prvek	Průřez [mm ²]	Kabel	P _i [kW]	Délka [m]
W2.1	Zásuvky 1f	16/C 1p	2,5	CYKY 3J	-	20
W2.2	Zásuvky 1f	16/C 1p	2,5	CYKY 3J	-	30
W2.3	Zásuvky 1f	16/C 1p	2,5	CYKY 3J	-	45
W2.4	Zásuvky 3f	16/C 3p	2,5	CYKY 5J	-	10
WM2.1	MFS1	M11-16A	4	CYSY	5,6kW	24
WM2.2	MFS2	M11-16A	4	CYSY	5,6kW	21,5
WM2.3	MFS3	M11-16A	4	CYSY	5,6kW	19
WM2.4	MFS4	M11-16A	4	CYSY	5,6kW	16,5
WM2.5	MFS5	M11-16A	4	CYSY	5,6kW	14
WM2.6	MFU1	M11-16A	4	CYSY	5,5kW	30
WM2.7	MFU2	M11-16A	2,5	CYSY	4,8kW	27,5
WM2.8	MFS6	M11-16A	4	CYSY	5,6kW	11,5
WM2.9	MFS7	M11-16A	4	CYSY	5,6kW	9
WM2.10	MFU3	M11-16A	4	CYSY	5,4kW	25
WM2.11	MFV1	M9-12,5A	2,5	CYSY	3,1kW	17,5
WM2.12	MFU4	M11-16A	4	CYSY	5,8kW	22,5
WM2.13	MVS1	M2,8-4A	2,5	CYSY	1,4kW	6,5
WM2.14	MOS1	M7-10A	2,5	CYSY	3,7kW	12,5
WM2.15	MFN1	M7-10A	2,5	CYSY	3,6kW	15
WM2.16	MFU5	M4,5-6,3A	2,5	CYSY	2,2kW	20
W2.11	STOP	pojistka 2A	1,5	CYKY	-	-

Tab. 15. Vývody z rozvaděče RP2.

Rozvaděč pro dílnu ručního zpracování kovů (zóna 3) RP3

Rozvaděč RP3 je určen pro napájení spotřebičů a zásuvkových okruhů v zóně 3. Přívod do rozvaděče kabelem W05 je vypínatelný hlavním vypínačem FA3 s napěťovou vypínací spouští FA3-NO. Ovládání bude zajištěno prostřednictvím tlačítka umístěného v rozvaděči spolu se signalizací. Napěťová soustava: 3 + N + PE, AC, 50 Hz, 230/400V, TN-S. Ochrana před nebezpečným dotykovým napětím provedena samočinným odpojením od zdroje a pospojováním. Rozvaděč bude uzamykatelný typ NP65-0505025 výrobce OEZ. Rozvaděč má ochranu krytím IP65 a je v plechovém provedení s montáží na stěnu.

Vývody označené jako W3.1-4 jsou určené pro napájení zásuvkových obvodů. V souladu s normou [4] jsou zásuvkové obvody chráněny proudovým chráničem FIA3 s vybavovacím proudem $I_{\Delta}=30\text{mA}$.

Vývody označené W3.5 a W3.6 jsou určené pro podružné rozvaděče RP3.1 a RP3.2 sloužící k napájení instalovaných strojů v ruční dílně 1 a 2. Průřezy a délky vodičů viz tabulka 16.

Označení	Účel	Jistící prvek	Průřez [mm ²]	Kabel	P _i [kW]	Délka [m]
W3.1	Zásuvky 1f	16/C 1p	2,5	CYKY 3J	11,1	20
W3.2	Zásuvky 1f	16/C 1p	2,5	CYKY 3J	11,1	40
W3.3	Zásuvky 3f	16/C 3p	2,5	CYKY 5J	11,1	15
W3.4	Zásuvky 3f	16/C 3p	2,5	CYKY 5J	11,1	20
W3.5	RP3.1	25/B 3p	4	CYKY 5J	6,89	15
W3.6	RP3.2	25/B 3p	4	CYKY 5J	5,13	15
W3.11	STOP	pojistka 2A	1,5	CYKY	-	-

Tab. 16. Vývody z rozvaděče RP3.

Rozvaděč pro jeřáb a osvětlení nákladové rampy RJ1

Tento rozvaděč je určen k napájení nakládacího jeřábu typ L-III-50K, tento jeřáb je osazen dvěma asynchronními motory 6,5 a 1,4 kW a dále k osvětlení manipulační plochy. Přívod z rozvaděče RP1 bude proveden dolní částí rozvaděče a bude spínán 3p páčkovým výkonovým spínačem typu APN-32-3 výrobce OEZ. Napěťová soustava: 3 + N + PE, AC, 50 Hz, 230/400V, TN-S. Ochrana před nebezpečným dotykovým napětím provedena samočinným odpojením od zdroje a dvojitou izolací. Rozvodnice typu ECO-09P plastová s IP 55 v uzamykatelném provedení k zamezení neoprávněné manipulace. Rozvodnice bude umístěna ve vnitřních prostorách u dveří k nákladovému prostoru.

Vývod z rozvaděče W11.1 určen k napájení jeřábu jištěn 3p motorovým spouštěčem SM253-20 s nastavitelnou tepelnou nadproudovou spouští v rozsahu 14-20A. Vývod je proveden horem a napájení samotného jeřábu bude provedeno pětižilovým flexibilním kabelem 1-CHTH-R 5x2,5mm².

Vývod W11.2 je určen pro napájení osvětlení nákladového prostoru, vývod proveden horem, bude jištěn 1p jističem LPN-16B-1 a rozvod bude realizován kabelem CYKY 3J 1,5mm².

Rozvaděč osvětlení RO1

Rozvaděč k napájení světelných okruhů ve všech zónách. Přívod z rozvaděče RD kabelem W006 je proveden horem a je spínán hlavním vypínačem FL1. Napěťová soustava 3 + N + PE, AC, 50 Hz, 230/400V, TN-S. Ochrana před nebezpečným dotykovým napětím provedena samočinným odpojením od zdroje a dvojitou izolací. Centrální vypínání všech osvětlovacích okruhů mimo chodby bude provedeno 3p vypínačem QL1 typ APN-32-3 ovládaným tlačítkem umístěnými v rozvaděči. Rozložením jednotlivých světelných obvodů na všechny tři fáze bude zajištěno jejich přibližně rovnoměrné zatížení.

Vývod WL1.1 je určen k napájení osvětlení chodby, je veden mimo spínač QL1 a světelný obvod je ovládán přes impulzní relé KL1 tlačítky umístěnými v ovládacích skříňkách umístěných u vchodů do dílen a na rozvaděči RO1. Všechny vývody z rozvaděče jsou provedeny kabelem CYKY 3J 1,5mm², vyvedeny horem a uloženy v elektroinstalačních trubkách. Jištění 1p jističem QL1 LPE-16B-1.

Ostatní obvody jsou ovládány místně přes příslušné vypínače viz část osvětlení. Vývody jejich označení, specifikace kabelů a jištění viz Tab. 17.

Označení	Účel	Jistící prvek		Průřez [mm ²]	Kabel	P _i [kW]	Fáze
WL1.1	chodba	FL2	16/B 1p	1,5	CYKY 3J	0,58	L2
WL1.2	soustružna	FL1	16/B 1p	1,5	CYKY 3J	1,37	L1
WL1.2	soustružna			1,5	CYKY 3J	1,12	L1
WL1.2	učebna CNC			1,5	CYKY 3J	1,2	L1
WL1.3	sklad, výdejna, šatna, soc. zař.	FL2	16/B 1p	1,5	CYKY 3J	1,15	L2
WL1.3	frézovna			1,5	CYKY 3J	0,9	L2
WL1.3	frézovna			1,5	CYKY 3J	1,05	L2
WL1.4	kabinet UOV	FL3	16/B 1p	1,5	CYKY 3J	0,43	L3
WL1.4	dílna ruční 1			1,5	CYKY 3J	1,74	L3
WL1.4	dílna ruční 2			1,5	CYKY 3J	1,74	L3
WL1.11	ovládání	-	2A	1,5	CYSY	-	-
WL1.12	ovládání	-	2A	1,5	CYSY	-	-

Tab. 17. Vývody z rozvaděče RO1.

Rozvaděč pro připojení strojů RP3.1

Z tohoto rozvaděče budou napájeny instalované stroje v dílně pro ruční zpracování kovů 1. Přívod kabelem W3.5 do rozvaděče proveden horem, je vypínatelný hlavním vypínačem FA3.1 s napětovou vypínací spouští FA3.1-NO. Ovládání bude zajištěno prostřednictvím tlačítka umístěného u stanoviště UOV. Napětová soustava: 3 + N + PE, AC, 50 Hz, 230/400V, TN-S. Ochrana před nebezpečným dotykovým napětím provedena samočinným odpojením od zdroje a dvojitou izolací. Rozvaděč bude typ Elcon N32M 16mod dvouřadý. Rozvaděč má ochranu krytím IP40 a je v plastovém provedení s montáží na stěnu.

Vývody označené jako W3.11 až 3.14 jsou určeny pro pevné připojení strojů v této dílně viz tabulka 18. Rozvod z rozvaděče pro instalované stroje je proveden paprskově viz ČSN 34 1610 § 16113.

	Účel	Jistící prvek	Průřez [mm ²]	Kabel	P _i [kW]	Délka [m]
W3.11	MV3.1	M7-10A	2,5	CYSY 5J	2,45	4
W3.12	MS3.1	M7-10A	2,5	CYSY 5J	2,94	6
W3.13	MB3.1	M4,5-6,3	2,5	CYSY 5J	1,02	8
W3.14	MV3.2	M1,8-2,5	2,5	CYSY 5J	0,48	10
W3.111	STOP	pojistka 2A	1,5	CYKY	-	-

Tab. 18. Vývody z rozvaděče RP3.1.

Rozvaděč pro připojení strojů RP3.2

Tento rozvaděč je určen pro napájení strojů instalovaných v dílně ručního zpracování kovů 2, vývody z rozvaděče označené jako W3.21 až 3.24. Přívod kabelem W3.6 do rozvaděče proveden horem, je vypínatelný hlavním vypínačem FA3.2 s napětovou vypínací spouští FA3.2-NO. Ovládání bude zajištěno prostřednictvím tlačítka umístěného u stanoviště UOV. Použitý typ i všechny ostatní parametry jsou shodné s předcházejícím rozvaděčem RP3.1. Určení vývodů viz tabulka 19. Rozvod z rozvaděče pro instalované stroje je proveden paprskově viz ČSN 34 1610 § 16113.

	Účel	Jistící prvek	Průřez [mm ²]	Kabel	P _i [kW]	Délka [m]
W3.21	MV3.3	M7-10	2,5	CYSY 5J	2,45	4
W3.22	MP1.1	M1,8-2,5	2,5	CYSY 5J	0,6	6
W3.23	MV3.4	M4,5-6,3	2,5	CYSY 5J	1,6	8
W3.24	MV3.5	M1,8-2,5	2,5	CYSY 5J	0,48	10
W3.211	STOP	pojistka 2A	1,5	CYKY	-	-

Tab. 19. Vývody z rozvaděče RP3.2.

2.5.7 Nosný kabelový systém

Kabelové trasy jsou navrženy s ohledem na skutečné rozmístění strojů, rozvaděčů a optimální trasy kabelového vedení viz příloha č. 5. Navržená kabelová trasa je dále rozdělena do několika úseků s ohledem na rozmístění rozvaděčů a jimi napájených obvodů. Rozměry nosného systému jsou určeny s ohledem na počet a prostorové nároky kabelů uvedených v tabulkách výrobců, nosnost je určována podle tabulkových hodnot hmotností. Jako nosný systém byl zvolen drátěný kabelový žlab vzhledem k dobrému poměru nosnosti k vlastní hmotnosti a skutečnosti, že kabely uložené v drátěném kabelovém žlabu jsou dobře chlazeny. Šířka zvoleného kabelového žlabu je 200mm a tam kde je více kabelových vedení, aby bylo zajištěno uložení pouze v jedné vrstvě tak 300mm. Při rozteči uchycení 1m lze nosný kabelový systém zatížit až hmotností 65kg což je pro navrhovaný účel více než dostatečné.

3. Dimenzování vedení a kompenzace

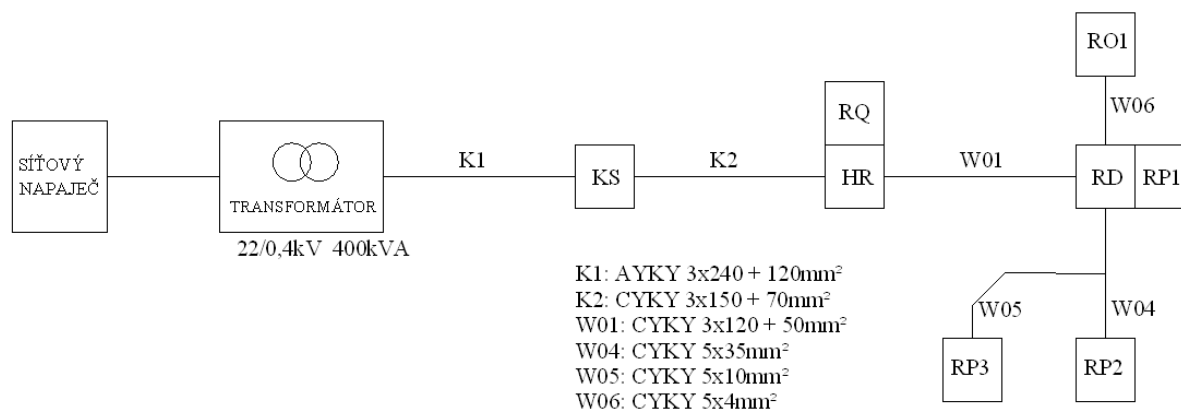
3.1. Dimenzování kabelových vedení

Dimenzování vedení upravuje především norma ČSN 33 2000 – 5 – 523 ED.2, a dále nadproudy řeší normy ČSN 33 2000 – 5 – 473 a ČSN 33 2000 – 5 – 43 ED.2. Základním hlediskem při dimenzování vodičů je zajištění bezpečnosti nejen vzhledem k provozovanému zařízení, ale i okolí. Dimenzování vodičů se dále provádí s ohledem na několik základních faktorů[2]:

- 1) Provozní teplota jader vodičů
- 2) Dimenzování podle úbytku napětí
- 3) Kontrola na tepelné účinky zkratových proudů
- 4) Dostatečná mechanická pevnost
- 5) Ekonomické hledisko

Zde se dále zabývám dimenzováním přívodu z hlavního rozvaděče celého objektu školy do hlavního dílenského rozvaděče DR (označení kabelu W01) a dimenzováním přívodních kabelů pro jednotlivé rozvaděče na pracovištích 1 až 3 (rozvaděče RP1-3). Dimenzování dalších kabelů bude pouze informativně uvedeno v Tab. 22.

Samotné zásuvkové a světelné obvody budou provedeny podle platných norem v soustavě TN-S běžně používanými vodiči CYKY J3 s průřezem 1,5 mm² pro světelné obvody a 2,5 mm² pro zásuvkové obvody.



Obr. 7. Schéma vedení.

3.1.1 Dimenzování s ohledem na provozní teploty jader vodičů

Z důvodu bezpečnosti, ale i hospodárnosti je třeba při volbě průřezu dosáhnout toho, aby oteplení jader vodičů při běžném provozu dosahovalo jen určitých maximálních hodnot. Překročením teploty ztrácí izolace vodičů své vlastnosti = rychleji stárne, rovněž nadměrným tepelným namáháním elektrických spojů se zvyšuje přechodový odpor. Další problematikou z hlediska oteplení vodičů, jsou vodiče uložené v dosahu rukou a jejichž teplota rovněž nesmí překročit povolenou mez stanovenou dle normy ČSN 33 2000-4-42 ochrana před účinky tepla.

W01 hlavní přívodní kabel k rozvaděči RD

Podle ČSN 33 2000 – 5 – 523 ED.2 [11] je nejvyšší dovolená provozní teplota vodiče s izolací z PVC 70°C. Přívodní kabel z hlavní rozvodny bude uložen v drátěném kabelovém žlabu při okolní teplotě do 25°C tomu odpovídá pro kabely s izolací z PVC přepočítávací koeficient $k_1 = 1,06$. V kabelovém žlabu bude spolu s uvažovaným kabelem W01 v jeho průběhu uložen různý počet dalších kabelů, vždy však pouze v jedné vrstvě s maximálně pěti souběžně uloženými kabely. Stanovený koeficient $k_2 = 0,8$ odpovídá požadavku normy

ohledně přizpůsobení koeficientu nejméně příznivému úseku trasy vedení.

Celkový soudobý instalovaný výkon pro všechny tři zóny včetně osvětlení projektovaného objektu $S_V=109,3\text{kVA}$. Z uvedeného soudobého instalovaného výkonu lze vypočítat celkový proud [2], kterým budou zatíženy vodiče přírodního kabelu W01:

$$I_p = \frac{S}{\sqrt{3} \cdot U_n} = \frac{109,3 \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot 400} = 157,8 \text{ A} \quad [3.1]$$

Podle ČSN 3 2000 – 5 – 523 tab. 52-c9 bude zvolen kabel CYKY s měděnými jádry s izolací z PVC způsob uložení E průřez $4 \times 70\text{mm}^2$ pro $I_n = 196 \text{ A}$. Zvolený průřez kabelu bude mít dostatečnou rezervu i pro případnou obměnu či doplnění strojního vybavení dílny. Kabel v provedení SM – sektorové jádro lanované. Níže je provedena kontrola na dovolený proud I_{DOV} , tento proud je v normě ČSN 33 2000-4-43 ed.2 označen jako I_z . A musí platit $I_{DOV} \geq I_p$.

Kontrola na I_{DOV} :

$$I_{DOV} = k_1 \cdot k_2 \cdot I_n > I_p \quad 166,2 > 157,8 \text{ [A]} \quad [3.2]$$

Kontrola na I_n :

$$I_n \geq \frac{I_p}{(k_1 \cdot k_2)} \quad 196 > 186,1 \text{ [A]} \quad [3.3]$$

W03 přírodní kabel k rozvaděči v soustružnické dílně. Bude propojovat hlavní rozvaděč RD s dílenským rozvaděčem RP2. Dimenzování tohoto kabelu nebude provedeno, neboť rozvaděč pro soustružnickou dílnu bude umístěn vedle hlavního dílenského rozvaděče. Propojení bude provedeno prostřednictvím přípojnic.

W04 přírodní kabel z RD do RP2 – dílna pro výuku frézování

Celkové výpočtové zatížení v dílně $S_{V2}=37 \text{ kVA}$

$$I_p = \frac{S}{\sqrt{3} \cdot U_n} = \frac{37 \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot 400} = 53,4 \text{ A}$$

Podle ČSN 3 2000 – 5 – 523 tab. 52-c9 byl zvolen kabel CYKY 5x měděné jádro s izolací z PVC způsob uložení E pro $I_n = 80 \text{ A}$ je v normě [11] uveden průřez 16 mm^2 . Použitý kabel bude typu RE – jednožilová plná jádra.

$$\text{Kontrola na } I_{DOV}: I_{DOV} = k_1 \cdot k_2 \cdot I_n > I_p \quad 67,8 > 53,4 \text{ [A]}$$

$$\text{Kontrola na } I_n: I_n \geq \frac{I_p}{(k_1 \cdot k_2)} \quad 80 > 63 \text{ [A]}$$

W05 přírodní kabel RD do RP3 – dílna pro výuku ručního zpracování kovů

Celkové výpočtové zatížení v dílně $S_{V3}=21\text{kVA}$.

$$I_p = \frac{S}{\sqrt{3} \cdot U_n} = \frac{21 \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot 400} = 30,3 \text{ A}$$

Podle ČSN 3 2000 – 5 – 523 tab. 52-c9 byl zvolen kabel CYKY s pěti měděnými jádry s izolací z PVC způsob uložení E pro $I_n = 43 \text{ A}$ je uveden průřez 6 mm^2 . Použitý kabel bude typu RE – jednožilová plná jádra.

$$\text{Kontrola na } I_{DOV}: I_{DOV} = k_1 \cdot k_2 \cdot I_n > I_p \quad 36,5 > 30,3 \text{ [A]}$$

$$\text{Kontrola na } I_n: I_n \geq \frac{I_p}{(k_1 \cdot k_2)} \quad 43 > 35,7 \text{ [A]}$$

W06 přívodní kabel k rozvaděči pro osvětlení RO1. Celkový instalovaný výkon pro osvětlení je $P_{io}=10,9\text{kW}$ při $\cos\varphi=1$ a $\beta=0,8$. Velikost proudu pro nejvíce zatíženou fázi viz Tab. 16. Je určena jako $I_p=17\text{A}$ při délce kabelu 30m.

Podle [11] tab. 52-c9 by odpovídal kabel CYKY s pěti měděnými jádry s izolací z PVC způsob uložení E pro $I_n = 25\text{ A}$ je uveden průřez $2,5\text{ mm}^2$. Zvolen byl, však průřez o řád vyšší tzn. $5 \times 4\text{ mm}^2$, vzhledem k úbytku napětí na kabelu, na který jsou světelné zdroje citlivé, viz níže. Pro tento průřez platí $I_n = 34\text{ A}$. Použitý kabel bude typu RE – jednožilové plné jádro.

$$\text{Kontrola na } I_{DOV}: I_{DOV} = k_1 \cdot k_2 \cdot I_n > I_p \quad 28,83 > 17 \text{ [A]}$$

$$\text{Kontrola na } I_n: I_n \geq \frac{I_p}{(k_1 \cdot k_2)} \quad 34 > 20,05 \text{ [A]}$$

W1.1 přívodní kabel k rozvaděči jeřábu nákladové rampy RJ1. Soudový instalovaný výkon $S_{VJ} = 8,8\text{kVA}$

$$I_p = \frac{S}{\sqrt{3} \cdot U_n} = \frac{8,8 \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot 400} = 12,7 \text{ A}$$

Kabel byl zvolen CYKY 5J x 4mm² izolace z PVC, způsob uložení E. Pro I_z by postačoval i průřez o řád nižší. Pro průřez 4mm² je uveden $I_n = 34\text{ A}$

$$\text{Kontrola na } I_{DOV}: I_{DOV} = k_1 \cdot k_2 \cdot I_n > I_p \quad 28,83 > 12,7 \text{ [A]}$$

$$\text{Kontrola na } I_n: I_n \geq \frac{I_p}{(k_1 \cdot k_2)} \quad 34 > 15 \text{ [A]}$$

	Délka (m)	I_p (A)	I_n (A)	I_{DOV} (A)	Průřez (mm ²)	Uložení
W01	30	157,8	196	166,2	70	E
W04	30	53,4	80	67,8	16	E
W05	50	30,3	43	36,5	6	E
W06	30	17	34	28,8	4	E
W1.1	5	12,7	34	28,8	4	E

Tab. 20. Dimenzování podle provozní teploty jader.

3.1.2 Dimenzování podle úbytku napětí

Změna napětí od jmenovité hodnoty – kolísání napětí, je ukazatelem kvality v dodávce energie. Z toho důvodu je třeba dbát na to, aby vodiče a kabely zajišťující připojení nezpůsobovaly nedovolený pokles napětí na svorkách spotřebičů. Úbytek napětí je způsobován:

- činným odporem vodiče, který lze ovlivnit volbou materiálu jádra vodiče a jeho průřezu a délkou
- reaktancí, tu lze ovlivnit prostorovým rozložením a délkou

Pro většinu zátěže jak indukčního tak odporového charakteru je povolena mez kolísání napětí $\pm 5\%$ jmenovité hodnoty, pro osvětlení které je na kolísání napětí zvláště citlivé je však hranice posunuta na rozmezí $\pm 2\%$ jmenovité hodnoty. Výpočet úbytku napětí se řeší z hodnot dodávaných výrobcem kabelu (vodiče) podle vztahu:

$$\Delta U_f = R \cdot I \cdot \cos\varphi + X \cdot I \cdot \sin\varphi \text{ [V]} \quad [3.4]$$

Pro přepočtení na procentní hodnotu:

$$\Delta U_{\%} = \frac{\sqrt{3} \cdot \Delta U_f}{U_f} \cdot 100 \text{ [%]} \quad [3.5]$$

Z vypočtených hodnot proudů, odhadovaných délek kabelů, parametrů uváděných výrobcem kabelů a následným dosazením do vzorců [3.4] a [3.5] dostaneme údaje uvedené v následující tabulce:

	Délka [m]	R [Ω/km]	X _L [Ω/km]	I _p	sinφ	cosφ	ΔU _f [V]	ΔU _% [%]
W01	30	0,268	0,08	157,8	0,65	0,77	1,22	0,53
W04	30	1,15	0,083	53,4	0,66	0,75	1,47	0,63
W05	50	3,08	0,09	30,3	0,68	0,73	3,5	1,52
W06	30	4,61	0,1	17	0,01	0,99	2,35	1,02
W1.1	5	4,61	0,1	12,7	0,65	0,76	0,23	0,1

Tab. 21. Dimenzování podle úbytků napětí.

Z výše uvedené tabulky Tab. 21 je zřejmé že z hlediska úbytků napětí na kontrolovaných kabelech jsou všechny úbytky na kabelech v požadované toleranci $\Delta U_{\%} < 2\%$ resp. 5% .

3.1.3 Dimenzování na tepelné účinky zkratových proudů

Všechny vodiče použité v el. rozvodech musí být dimenzované z hlediska jejich odolnosti proti tepelným a dynamickým účinkům zkratových proudů. Pro dimenzování na účinky zkratových proudů je nejdůležitější určit velikost počátečního rázového zkratového proudu I_k'' , který teče vodičem v době, než dojde k odpojení zkratu. Tepelné účinky jsou nebezpečné zejména pro izolované vodiče (kabely), neboť působením tepla ztrácejí izolační materiály své vlastnosti. Dynamické – silové účinky se musí zohledňovat zejména u venkovních vedení. Kromě již zmiňovaného rázového zkratového proudu je třeba brát v úvahu délku působení tohoto proudu a charakter vodiče. Tuto problematiku řeší norma [10]. Vzhledem k výše uvedeným skutečnostem, způsobu uložení vodičů a kabelů je kontrola na účinky zkratových proudů provedena pouze s ohledem na jejich tepelné účinky.

Parametry pro výpočet tepelných účinků zkratových proudů:

Délka přípojky 360m

Provedení kabelem AYKY 3x240 + 120mm²

Transformátor 22/0,4kV S_T = 400kVA u_k = 6% S_K' = 120MVA

Vedení od ER k HR objektu CYKY 3x150+70mm² délka 75m

Vedení od HR k RD CYKY 4x70mm² délka 30m

Koeficient c = 1,1

Při kontrole na tepelné účinky zkratových proudů nejdříve musíme stanovit velikost samotného rázového zkratového proudu I_k protékajícího vodiči ze kterého následně určíme ekvivalentní oteplovací proud I_{ke} . Pro velikost zmíněného proudu I_k'' jsou určující impedance transformátoru Z_T a dále impedance vedení Z_V a impedance sítě Z_S jejichž součet dává celkovou zkratovou impedanci Z_k . Výpočet zkratových proudů řeší norma ČSN EN 60909-0 Zkratové proudy v trojfázových střídavých soustavách - Část 0: Výpočet proudů [12].

Výpočet Z_T :

$$Z_T = \frac{U_n\%}{100} \cdot \frac{U_n}{S_T} \quad [\Omega] \quad [3.6]$$

Výpočet Z_V :

$$Z_V = \sqrt{[(R_k \cdot l)^2 + (X_k \cdot l)^2]} \quad [\Omega] \quad [3.7]$$

Výpočet Z_S :

$$Z_S = \frac{c \cdot U_n^2}{S_K} \quad [\Omega] \quad [3.8]$$

Pro I_k'' platí:

$$I_k'' = \frac{c \cdot U_n}{\sqrt{3 \cdot Z_k}} \quad [A] \quad [3.9]$$

Pro I_{ke} platí:

$$I_{ke} = k_e \cdot I_k'' \quad [A] \quad [3.10]$$

Po dosazení do 3.6 pro impedanci transformátoru Z_T dostáváme:

$$Z_{T1} = \frac{6}{100} \cdot \frac{400^2}{400 \cdot 10^3} = 0,024 \Omega$$

Dosazením do 3.7 získáme následující hodnoty pro jednotlivé části kabelového vedení:

- 1) K1 kabelová přípojka AYKY 3x240+120mm² délka 360m R=0,075 Ω/km
X=0,071Ω/km
- 2) K2 kabel ER-HR 3x150+70mm² délka 75m R=0,124 Ω/km X=0,09 Ω/km
- 3) W01 kabel HR-RD 4x70mm² délka 30m R=0,153 Ω/km X=0,09 Ω/km

$$Z_{K1} = \sqrt{[(0,075 \cdot 0,36)^2 + (0,071 \cdot 0,36)^2]} = 0,037 \Omega$$

$$Z_{K2} = \sqrt{[(0,124 \cdot 0,075)^2 + (0,072 \cdot 0,075)^2]} = 0,011 \Omega$$

$$Z_{W01} = \sqrt{[(0,268 \cdot 0,03)^2 + (0,08 \cdot 0,03)^2]} = 0,008 \Omega$$

Celková impedance vedení Z_{V1} je daná součtem impedancí jednotlivých kabelových vedení:

$$Z_{V1} = Z_{K1} + Z_{K2} + Z_{W01} = 0,037 + 0,011 + 0,008 = 0,056 \Omega$$

Dosazením do 3.8 pro impedanci sítě:

$$Z_S = \frac{1,1 \cdot 400^2}{120 \cdot 10^6} = 0,0014 \Omega$$

Celková zkratová impedance Z_k je dána součtem všech vypočtených impedancí:

$$Z_k = Z_T + Z_V + Z_S = 24 + 56 + 1,4 = 81,4 \text{ m}\Omega$$

Po dosazení do [3.9] dostáváme hodnotu rázového zkratového proudu I_k'' :

$$I_k'' = \frac{1,1 \cdot 400}{\sqrt{3} \cdot 0,0814} = 3120,2 \text{ A} = 3,12 \text{ kA}$$

Hodnota součinitele k_e pro vypínací čas t_k je určována z normy ČSN 33 3015 Zásady dimenzování podle elektrodynamické a tepelné odolnosti při zkratech. Při $t_k = 0,5\text{s}$ v kabelovém rozvodu nn je hodnota součinitele $k_e = 1,01$. Po dosazení do [3.10] dostáváme hodnotu ekvivalentního oteplovacího proudu I_{ke} :

$$I_{ke} = 1,01 \cdot 3120 = 3151 \text{ A}$$

Použité kabelové vedení má izolaci z PVC, při běžném použití nesmí teplota jádra překročit hodnotu $\vartheta_{DOV} = 70^\circ\text{C}$. Při zkratu nesmí teplota jádra pro průřezy $S_x \leq 300\text{mm}^2$ překročit $\vartheta_{DOV} = 160^\circ\text{C}$ jak je uvedeno v normě [10] tab. 43A. Určení minimálního průřezu se provede podle vztahu:

$$S_{\min} = \frac{I_{ke} \cdot \sqrt{t_k}}{k} \quad [\text{kVA}] \quad [3.11]$$

Po dosazení do [3.10] dostáváme hodnotu minimálního průřezu koeficient k pro $S_x \leq 300\text{mm}^2$ dle [10] tab. 43A materiál měď $k=115$, materiál hliník $k=76$:

$$\text{Pro Cu: } S_{\min} = \frac{3151 \cdot \sqrt{0,5}}{115} = 19,37 \text{ mm}^2$$

$$\text{Pro Al: } S_{\min} = \frac{3151 \cdot \sqrt{0,5}}{76} = 29,32 \text{ mm}^2$$

Z výše uvedených výpočtů je zřejmé že $S_x > S_{\min}$ a navrhovaný kabel W01 CYKY 4x70mm² je z hlediska průřezu dostačující aby odolal tepelným účinkům zkratových proudů.

3.1.4 Dimenzování s ohledem na mechanickou pevnost a ekonomické hledisko

Kontrola s ohledem na mechanické namáhání vodiče se provádí zejména u venkovních vedení s ohledem na mechanické namáhání, kterému je vodič vystaven při běžném provozu i instalaci. Vnitřní kabelové rozvody jsou většinou mechanicky namáhány pouze při instalaci, při vtahování do instalačních trubek apod. Zde není nutno provádět dimenzování na mech. pevnost, vzhledem ke skutečnosti, že kabel je po celé své délce uložen v kabelovém žlabu a tudíž není mechanicky namáhán ani při provozu ani při instalaci. Dimenzování – volba průřezu z ekonomického hlediska se provádí za účelem stanovení takového průřezu vodiče, aby splňoval dva zdánlivě protichůdné požadavky. Prvním je minimalizace pořizovacích nákladů a tím druhým maximalizace předpokládané životnosti při daném zatížení. První požadavek vede k volbě co možná nejmenšího z vyhovujících průřezů, požadavek na hospodárnost provozu a dlouhou životnost by však vyžadoval volbu průřezu pokud možno větších rozměrů. Zde jsem volil cestu co nejmenších pořizovacích nákladů a vybrány byly nejmenší možné průřezy, které vyhovovaly nárokům zohledněných v předcházejících kapitolách.

3.1.5 Dimenzování kabelů - přehled

V předcházející části bylo provedeno dimenzování hlavních kabelových vedení. V příloze č. 7. je uveden přehled kabeláže s uvedením předpokládané délky kabelů, způsobu uložení a jejich předpokládaného výpočtového zatížení.

3.2 Návrh kompenzace účinníku

Instalované stroje mají ze své podstaty induktivně odporový charakter a ke své činnosti potřebují mít zajištěnu dodávku jalové energie. Přenášený jalový výkon však musí být co nejmenší, aby nedošlo k nadměrnému namáhání sítě a ztrátám v síti a v neposlední řadě je třeba minimalizovat náklady na jalovou energii. Cílem kompenzace tedy je při stejném činném výkonu snížit celkový zdánlivý výkon. To znamená zmenšit úhel φ na hodnotu blízkou 0. Dle podmínek provozovatele distribuční sítě kompenzovaný účinník se musí pohybovat v intervalu 0,95-1. Povinnost kompenzovat jalový výkon je vynuována provozovatelem distribuční sítě jednak procentuální přírůžkou k ceně elektrické energie a dále má zde ještě distributor možnost penalizace danou zákonem č. 458/2000Sb. Kompenzaci lze provést několika způsoby, každý způsob je vhodný pro jinou situaci [15]:

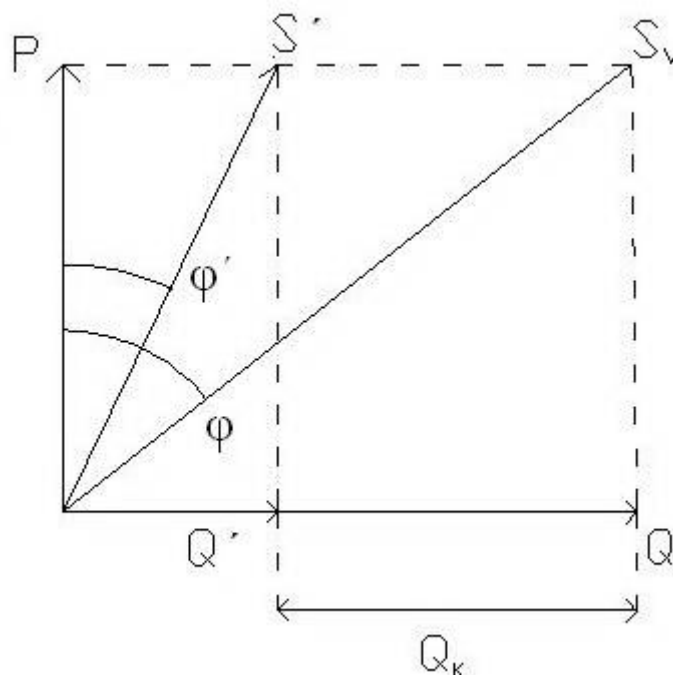
- 1) Individuální kompenzace – kompenzační prostředky se připojují přímo na svorky stroje. Je vhodná pro motory vyšších výkonů a vyšším časovým využitím.
- 2) Skupinová kompenzace – vhodné pro skupiny motorů na nn. Nevýhodou jsou nevykompenzované přívody.
- 3) Kompenzace centrální – kompenzační baterie je umístěna přímo ve vstupní rozvodně, nevýhodou jsou zcela nevykompenzované přívody. Toto řešení je vhodné pro malé výrobní závody. Centrální kompenzace, která se používá ke kompenzaci celého odběrného místa musí být opatřena regulátorem, který zaručuje dodržování účinníku v požadovaném rozsahu.

Samotné provedení kompenzace je možné ve formě pasivní, nejčastěji provedené ve formě kondenzátorových baterií. Druhá možnost provedení je aktivní kompenzace realizovaná prvky výkonové elektroniky. Toto řešení je však finančně nákladné a vzhledem k povaze provozu školní dílny by v našem případě bylo neefektivní.

V projektu bylo zvoleno řešení s centrální kompenzací s pasivními prvky tvořenými kondenzátorovou baterií. Kompenzační rozvaděč RQ je umístěn v prostorách hlavní rozvodny objektu, tedy mimo půdorys dílny. Do hlavního rozvaděče je propojen přes přípojnice.

3.2.1 Výpočet kompenzace

Pro výpočet kompenzace je třeba nejprve určit z celkového zdánlivého a činného (nebo jalového) výkonu výchozí účinník a stanovit hodnotu účinníku kompenzovaného. Je třeba mít na paměti, že potřeba kompenzace se netýká jen točivých strojů, ale například zářivkových osvětlovacích těles s indukčním předřadníkem, nebo počítačové zdroje mají rovněž špatný vliv na celkový účinník s ohledem na požadavky provozovatele distribuční soustavy. V tomto projektu, však byla použita osvětlovací tělesa s elektronickým předřadníkem, která mají vlastní účinník blízký 1. Rovněž tak počet osobních počítačů je malý a na celkový potřebný kompenzační výkon nebude mít žádný vliv. Vzájemné poměry výkonů vyjadřuje fázorový diagram výkonů. Jalový výkon s označením Q_K je výkon který je nutno vykompenzovat, Q' a S' jsou výkony po kompenzaci.



Obr. 8. Fázorový diagram

Dále uvádím obecné vztahy potřebné pro výpočet účinníku a kompenzace.

- 1) Vztah mezi zdánlivým, činným a jalovým výkonem:

$$S = \sqrt{P^2 + Q^2} \quad [\text{VA}] \quad [3.12]$$

$$Q = P \cdot \text{tg}\varphi \quad [\text{VAr}] \quad [3.13]$$

- 2) Výpočet účinníku $\cos\varphi$:

$$\cos\varphi = \frac{P}{S} \quad [3.14]$$

- 3) Výpočet kompenzačního výkonu Q_K :

$$Q_K \geq Q - Q' \quad [3.15]$$

Q - jalový výkon před kompenzací

Q' - jalový výkon po kompenzaci

Za použití vztahu 3.7 dostaneme rovnici pro výpočet celkového kompenzačního výkonu:

$$Q_K = (P \cdot \text{tg}\varphi) - (P \cdot \text{tg}\varphi') = P(\text{tg}\varphi - \text{tg}\varphi') \quad [\text{VAr}] \quad [3.16]$$

Potřebný kompenzační výkon se potom určuje z hodnot výpočtového zatížení ΣP_V všech rozvaděčů nikoliv z jejich instalovaného výkonu P_i . Pro dosažení účinníku $\cos\varphi' = 0,98 \rightarrow \varphi' = 11,48^\circ$ je třeba následující výkon kompenzačních baterií:

$$\Sigma P_V = P_{V1} + P_{V2} + P_{V3} + P_{V4} = 34,4 + 29,23 + 17,7 + 8,72 = 90,1 \text{ kW}$$

$$\cos\varphi = \frac{P}{S} = \frac{90,1}{109,3} = 0,82 \rightarrow \arccos 0,82 = 35^\circ$$

Tento účinník však vychází ze štitkových údajů strojního vybavení. Zde se uvádí účinník $\cos\varphi$ pro jmenovité zatížení asynchronních motorů umístěných v daných strojích. Pro výpočet potřebného kompenzačního výkonu je nutno zvolit dosahovanou střední hodnotu účinníku. Tato hodnota lépe odpovídá skutečným hodnotám dosahovaným během provozu strojů, neboť hodnota $\cos\varphi$ se mění spolu se zatížením motoru. Pro určení střední hodnoty $\cos\varphi$ jsem zvolil tabulkovou hodnotu z normy [5] kde je v Tab. 14. uvedena hodnota pro dílny pro obrábění kovů za studena při malosériové a kusové výrobě $\cos\varphi = 0,65$. Tento popis jakožto malosériová a kusová výroba, nejlépe vystihuje charakter „výroby“ ve školní dílně. Pak tedy dostáváme:

$$\cos\varphi = 0,65 \rightarrow \arccos 0,65 = \varphi = 49,46^\circ$$

$$\cos\varphi' = 0,98 \rightarrow \arccos 0,98 = \varphi' = 11,48^\circ$$

$$Q = P \cdot \operatorname{tg}\varphi = 90,1 \cdot \operatorname{tg} 49,46 = 105,34 \text{ kVAr}$$

$$Q' = P \cdot \operatorname{tg}\varphi' = 90,1 \cdot \operatorname{tg} 11,48 = 18,3 \text{ kVAr}$$

$$Q_K \geq Q - Q' = 105,34 - 18,3 = 87,04 \text{ kVAr}$$

nebo

$$Q \geq P \cdot (\operatorname{tg}\varphi - \operatorname{tg}\varphi')$$

Stanovený požadavek na kompenzaci na úroveň min. $\cos\varphi = 0,98$ nám tedy určuje i výkon kompenzačních prostředků s hodnotou $Q_K \geq 87,04 \text{ kVAr}$. Je však nutno mít na paměti že musí platit:

$$Q_K < Q$$

3.2.2. Volba kompenzačních prostředků

Zlepšování účinníku tzn. zmenšení jalového induktivního odběru lze provést dvojitým způsobem [13] v nejlepším případě dochází ke kombinaci obou způsobů:

- 1) Správným návrhem a provozováním zdrojů, přenosové soustavy a spotřebičů. Z toho lze v podmínkách školní dílny prakticky realizovat pouze omezení chodu naprázdno u obráběcích strojů vybavených asynchronními motory.
- 2) Použitím kompenzačních zařízení jako zdrojů jalového kapacitního výkonu.

Vzhledem k povaze provozu je zřejmé, že bude nutno přikročit ke kompenzaci jalové energie indukčního charakteru. Pro správnou volbu kompenzačních prostředků je nutné získat co nejvíce údajů především o průběhu činného a jalového výkonu a výskytu vyšších harmonických [13]. S ohledem na to, že žádný ze strojů používaných při výuce není osazen měničem frekvence ani jiným polovodičovým zařízením, odpadá zde nutnost zaobírat se vlivem vyšších harmonických na síť a ke kompenzaci bude postačovat nechráněný kondenzátorový kompenzátor odpovídajícího jalového výkonu připojený k přípojnicím v hlavní rozvodně objektu školy.

Z dostupných možností byla vybrána centrální varianta se stupňovitou kompenzací tvořenou kondenzátory uloženými v kompenzačním rozvaděči. To znamená kompenzace, jejíž výkon je skokově regulován připojováním samostatných kondenzátorů pomocí stykačů ovládaných

regulátorem účinníku. Toto řešení umožní reagovat na různou úroveň požadovaného kompenzačního výkonu. Všechny ostatní způsoby provedení kompenzace jsou pro dané podmínky méně vhodné. Přechodové jevy, ke kterým dochází při připojování kondenzátoru jsou tlumeny předřadným rezistorem. Ten je součástí speciálních dvoustupňových stykačů pro použití v kompenzačních rozvaděčích.

4. Zhodnocení návrhu

Projekt elektroinstalace byl proveden v souladu se všemi požadavky na bezpečnou, spolehlivou a moderní elektroinstalaci. Navrhovaný projekt není postaven na dílčích úpravách stávajícího stavu jako již několikrát v minulosti, ale je založen na vybudování zcela nové a spolehlivé instalaci silových rozvodů. Návrh řeší mimo jiné také umělé osvětlení, které je již zcela nevyhovující z důvodu zanedbané údržby a provozování osvětlovacích těles, která nedokáží splnit dnešní nároky na osvětlenost. V případě osvětlení byla tedy zvláštní pozornost věnována dosažení požadované úrovně osvětlenosti a nově navrhované umělé osvětlení je v souladu s hygienickými předpisy a požadavky normy ČSN EN 12464-1. Pozornost byla věnována i ekonomickému způsobu využívání osvětlovacích těles a možnosti centrálního vypínání.

Nová instalace silových rozvodů řeší nejen bezpečnost samotných rozvodů silové elektřiny, ale i bezpečnost při výuce na obráběcích strojích. Na jednotlivých pracovištích budou instalována STOP tlačítka umožňující z několika míst v případě nebezpečí odpojit od napájení všechny spotřebiče z daného rozvaděče. To v současné době není možné, neboť stávající rozvod je řešen okružním rozvodem, ze kterého jsou napájeny z přípojnic všechny okruhy a to včetně světelných. Ovšem největším přínosem z hlediska spolehlivosti bude odstranění problému nedodržení selektivity jištění. Kdy pro stávající systém přípojnicového dílenského rozvodu je použit výkonový jistič typu DEON, který má vyšší jmenovitý proud, než jistič před elektroměrem. To je pozůstatek z dob, kdy objekt sloužil zároveň jako výrobní závod. Při instalaci nové přípojky v 90. letech byl odstraněn transformátor, ale nebyla provedena celková rekonstrukce elektroinstalace. V rámci změny přípojky byl instalován jistič před elektroměrem s $I_n = 100A/B$ a zároveň zůstalo staré jištění odpovídající potřebám většího počtu strojního vybavení a jejich většího vytížení. Je tedy na zvážení zdali zredukovat počet strojního vybavení a snížit tím celkové výpočtové zatížení, nebo zajistit změnu v jištění před elektroměrem. Za úvahu by stál rovněž již zmíněný vlastní transformátor.

Stávající kompenzační rozvaděč byl dán do provozu při modernizaci v první polovině 90. let a je v současné době plně funkční. V rámci modernizace je navržena jeho výměna za modernější rozvaděč VARKOM s možností kompenzace v menších výkonových skocích.

4.1 Ekonomická bilance

Výpočet nákladů patří bezesporu k jednomu z hlavních faktorů, které rozhodují o reálnosti případné realizace projektu. Je zřejmé, že náklady na stavbu, či přestavbu jsou pro každého investora jedním z klíčových ukazatelů. Případné úspory v nákladech na realizaci však nesmí být na úkor spolehlivosti a bezpečnosti elektroinstalace. V následující tabulce jsem shrnul přibližné materiálové náklady na uvažovanou celkovou rekonstrukci elektroinstalace ve školní dílně. Nutno zdůraznit, že výpis v tabulce je velmi hrubý a jedná se pouze o materiálové náklady, bez započítání práce.

Svítlidla	výrobce	výkon			s DPH	ks	CELKEM
MAH-1258	KANLUX	2x58W			635	40	25400
MAH-1236	KANLUX	2x36W			429	38	16302
MAH-1136	KANLUX	1X36w			359	11	3949
DUST VVG PC	KANLUX	2X18w			369	3	1107
LOMA 1000B	KANLUX	1000W			555	2	1110
FARE SL-150R	KANLUX	150W			339	1	339
Jističe	výrobce	In	počet fází	char.	MC s DPH	ks	CELKEM
LPN-16C-3	OEZ	16	3	C	312	3	936
LPN-16B-1	OEZ	16	1	b	315	4	1260
LPN-16C-1	OEZ	16	1	C	73	6	438
LPN-32C-3	OEZ	32	3	C	309	1	309
LPN-32B-3	OEZ	32	3	B	522	2	1044
LPN-63B-3	OEZ	63	3	B	1343	1	1343
LPN-25B-3	OEZ	25	3	B	312	3	936
LPN-20C-3	OEZ	20	3	C	522	2	1044
BC160NT305-160-L	OEZ	160	3	L	5734	1	5734
LST-80B-3	OEZ	80	3	B	2200	2	4400
LST-40B-3	OEZ	40	3	B	2420	1	2420
Motorové spouštěče		In					
SM123-10	OEZ	10			1000	4	4000
SM123-6,3	OEZ	6,3			875	2	1750
SM123-2,5	OEZ	2,5			875	3	2625
SM253-4	OEZ	4			884	1	884
SM253-12,5	OEZ	12,5			1018	1	1018
SM253-16	OEZ	16			1018	24	24432
SM253-20	OEZ	20			1097	1	1097
Napět'ová spoušť							
SV-LP	OEZ				352	8	2816
SV-BC-X230	OEZ				587	1	587
Proudové chrániče	výrobce	I_{AN}	počet mod.	In	MC s DPH	ks	CELKEM
OFE-40-4-030AC	OEZ	30	4	40	735	2	1470
Přepět'ová ochrana	výrobce		počet fází		MC s DPH	ks	CELKEM
SVD-253-1N-MZS	OEZ		1		1684	1	1684

Vypínače	spec.	proved.				ks	CELKEM
Ř1	-		1		90	7	630
Ř5	IP45		1		120	2	240
senzor PIR	-		1		400	2	800
spínač vačkový	-		3X25A/400V		348	40	13920
výkonový vypínač	DIN lišta		3x32A		410	1	410
výkonový vypínač	DIN lišta		3x63A		456	2	912
impulsní relé	MIR-16-001				562	1	562
Rozvaděče/rozdavnice	výrobce	rozměry			MC s DPH	ks	CELKEM
NP65-0505025	OEZ		500x500x250		2288	3	6864
ECO-09P					602	2	602
Elcon N32M	Elcon				794	2	1588
Kabely					MC s DPH	m	CELKEM
4Jx70					640	30	19200
5Jx16					210	30	6300
5Jx6					84	50	4200
5Jx4					58	550	31900
5Jx2,5					24	250	6000
3Jx2,5					21	380	7980
3Jx1,5					16	350	5600
Ostatní materiál	specifikace				MC s DPH	ks	CELKEM
Spojovací materiál					-	-	10000
Nosný materiál					-	-	5000
Zakončení a ozn. kabelů					112	92	10304
Kabelový žlab drátěný	60x200	3m			120	30	3600
Kabelový žlab drátěný	60x300	3m			166	30	4980
Ohebné elinst. trubky	25mm	1m			13	36	450
Elektroinstalační trubky	20mm	2m			25	110	2750
Ostatní inst.materiál							5000
Celkem							260226

5. Technická zpráva

1) Podklady pro zpracování

Tato dokumentace byla vypracována na základě těchto dokladů:

- požadavky zadavatele
- projektová dokumentace stavební části
- prohlídka staveniště
- platné předpisy a normy
- katalogy výrobců

2) Rozsah řešení

Projekt technicky řeší elektroinstalaci v 2.NP objektu odloučeného pracoviště SŠ Stavební Teplice v Krupce. Projekt neřeší již existující přípojku, rozvody EZS, EPS a datové rozvody, dále se vzhledem k umístění dílny v 1. podlaží čtyřpatrové budovy nezabývá hromosvody a jímací soustavou. Projektová dokumentace obsahuje:

- Silnoproudé elektroinstalace
- Řešení rozvaděčů
- Umělé osvětlení
- Prostředky kompenzace

3) Údaje o provozních podmínkách

Napěťová soustava 3+N+PE 230/400V TN-C-S 50Hz. Rozdělení vodiče PEN na PE+N bude provedeno v hlavním dílenském rozvaděči RD. Ochrana při poruše Dle ČSN 33 2000-4-41 samočinným odpojením od zdroje, pospojováním a zvýšená ochrana provedena proudovými chrániči s vybavovacím proudem 30mA. Ochrana proti zkratu a přetížení realizována jističi a pojistkami. Připojení na stávající rozvod provedeno v hlavním rozvaděči RH. Přípojka provedena kabelem AYKY 3x240 mm² + 120 mm², začátek odbočením od přípojnic v elektrické stanici.

Stupeň důležitosti dodávky el. energie 3. kategorie – běžný odběr, dostačující je napájení z jednoho zdroje. K určení bezpečnosti prostor před úrazem el. proudem bylo použito norem ČSN 33 2000-1 ed.2 a ČSN 33 2000-5-51 ed. 3. Prostředí bylo určeno jako normální, chráněné před atmosférickými vlivy. Hlavní uzemňovací bod je umístěn v hlavní rozvodně V souladu s ČSN 33 2000-4-41 ed. 2:2007 čl. 413.1.2 je navrženo hlavní pospojování, na které jsou pospojovány tyto vodivé části:

- a) ochranný vodič
- b) uzemňovací přívod nebo hlavní ochranná svorka
- c) kovové konstrukční části
- d) stávající venkovní uzemnění

Uzemnění objektu je řešeno využitím zemničů budovaných v rámci celkového uzemnění objektu (FeZn 30/4). Připojení ke stávající zemničí soustavě bude provedeno napojením pásky FeZn 30/4mm, během stavebních prací je nutno zajistit jejich ochranu před poškozením. Uzemnění odpovídá ČSN 33 2000-5-54 ed.2.

Kompenzace účinníku provedena v kompenzačním rozvaděči připojeným na přípojnice v hlavním rozvaděči objektu HR.

Energetická bilance:

Okruh	S_i [kVA]	P_v [kW]	P_i [kW]	β
RP1	166,9	34,4	131,8	0,26
RP2	123,4	29,23	98,5	0,3
RP3	40,3	17,7	34,2	0,52
RO1	10,9	8,72	10,9	0,8
CELKEM	341,5	90,05	275,4	0,32

Tab. 22. Energetická bilance hlavního dílenského rozvaděče RD.

4) Použité předpisy a normy

Projekt byl zpracován podle platných norem ČSN, tyto normy musí být použity jako závazné při realizaci stavby. Seznam použitých norem je přiložen v použité literatuře.

5) Výsledky výpočtů

Průřezy kabelů a vodičů byly navrženy s použitím norem ČSN 33 2000-4-43 ed. 2., ČSN 33 2000-4-473 a ČSN 33 2000-5-523 ed.2. Umělé osvětlení vychází z požadavků normy ČSN EN 12464-1. Návrh kompenzace byl proveden tak aby odpovídal podmínkám provozovatele distribuční soustavy [3].

6) Technický popis

Napojovací bod hlavní rozvaděč objektu RH v provedení jako dvoudílný plechový rozvaděč. Zde provedeno připojení hlavního dílenského rozvaděče RD a kompenzačního rozvaděče RQ. Připojení RD k RH je provedeno kabelem CYKY 4x70mm². Kompenzační rozvaděč RQ je připojen přímo k přípojnícím hlavního rozvaděče RH. Vzhledem k instalaci točivých strojů jsou všechny rozvaděče napájející dílenské prostory mimo osvětlení vypínatelné nouzovými stop tlačítky. Rozvaděče a rozvodnice jsou navrženy jako oceloplechové popř. plastové s vývodem i přívodem horem. Rozvaděče budou umístěny na omítku.

Napájení obráběcích strojů bude realizováno samostatně jištěnými přívody přes hlavní vypínače umístěné v blízkosti stroje. Vedení je uloženo v plastových elektroinstalačních trubkách a hlavní kabelové trasy budou v provedení drátěný kabelový žlab. Kabelové trasy budou osazeny drátěnými kabelovými žlaby šířky 60x200 a 60x300mm tak aby bylo zajištěno uložení kabelů vždy jen v jedné vrstvě. V případě uložení do podlahy se bude vedení ukládat do kovových ohebných trubek. Vodiče a kabely uložené v sádkartonových suchých stěnách nebo dřevěných stěnách budou vytaženy v ochranných trubkách po celé jejich délce. Pro souběhy a křížování rozvodů silnoproudu a slaboproudu v objektech je třeba respektovat ČSN.

Zásuvkové obvody budou instalovány dle platných norem do výšky 1,2m nad úroveň podlahy, vedení uloženo v plastových trubkách. Jištění bude u jednofázových zásuvek provedeno 1p jističi 16A s charakteristikou C u trojfázových vývodů bude jištění 3p jističi 16 a 32 A. Zvýšenou ochranu budou zajišťovat proudové chrániče. Zásuvky budou v provedení s krytím min. IP44. Zásuvky v učebně CNC určené pro připojení výpočetní techniky a simulátorů CNC budou vybaveny přepěťovou ochranou (doporučují barevné odlišení).

Umělé osvětlení bude provedeno zářivkovými svítidly s elektronickými předradníky EP rozdělení osvětlení kopíruje stavební dispozice dílny. Ovládání bude zajištěno pomocí standardních vypínačů, impulsních relé a v případě CNC učebny bude provedena plynulá regulace osvětlení. Rozmístění a typy svítidel respektují hygienické předpisy a normy ČSN.

7) Zajištění bezpečnosti

Zajištění bezpečnosti bude dáno dodržováním veškerých předpisů, nařízení a pravidel BOZP při provádění stavby. Při výstavbě, montáži, provozu a užívání stavby musí být respektovány platné předpisy, vyhlášky a normy ČSN k zajištění požární ochrany, které se týkají projektované stavby. Z bezpečnostních pravidel je nutno zejména dbát na:

- provedené školení a přezkoušení pracovníků z bezpečnostních předpisů
- vybavení všech pracovníků ochrannými pomůckami a dbát na jejich používání a udržování ve funkčním stavu
- dodržování protipožárních předpisů při práci s otevřeným ohněm
- opatření staveniště bezpečnostními tabulkami a v nočních hodinách zajistit varovné osvětlení
- práci na elektrických zařízeních budou vykonávat pouze osoby k tomu způsobilé dle vyhl. 50/78Sb.
- všechna elektrická zařízení musí podléhat pravidelné kontrole, údržbě a revizím podle

- platných předpisů
- zajištění výchozí revize po úplném dokončení montážních prací

8) Závěr

Práce na veškerých elektrických zařízeních za dodržení BOZP smí provádět pouze osoby, nebo společnosti k tomu oprávněné. Před uvedením do provozu je třeba zajistit výchozí revizi a dále dodržovat lhůty pro pravidelné revizní prohlídky dle ČSN 33 1500. Součástí zprávy o výchozí revizi bude projektová dokumentace skutečného stavu, ve které musí být dodavatelem zaneseny případné změny oproti projektu, provedené při montáži elektrického zařízení.

Osoby provozovatelem určené k provozování elektrických zařízení musí projít řádným školením a o tomto školení bude proveden zápis. Za případné změny při montáži bez řádného projednání a odsouhlasení nenesou projektant odpovědnost.

Závěr

Předkládaný návrh na elektroinstalaci ve školní dílně je v souladu se všemi požadavky na bezpečnou, spolehlivou a v rámci možnosti moderní elektroinstalaci. Návrh bere v potaz omezené ekonomické možnosti zadavatele tzn. Střední školy stavební Teplice jakožto příspěvkové organizace Ústeckého kraje. Při realizaci nové elektroinstalace je však třeba vzít v úvahu provedení nutné změny v přípojce objektu. V případě rozšíření strojního vybavení, nebo jeho většího zatížení by bylo třeba uvažovat o umístění vlastního transformátoru do objektu školy.

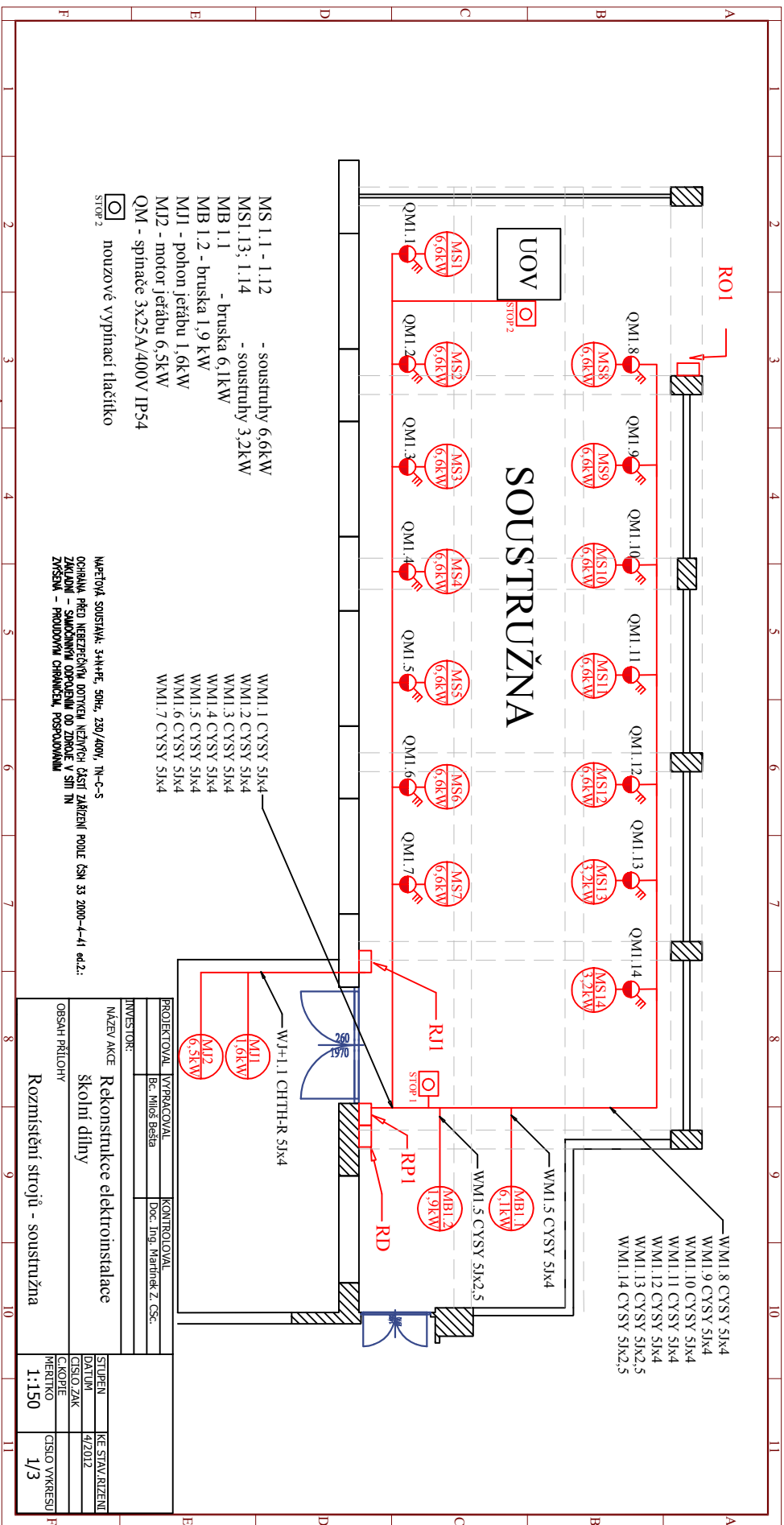
Nová elektroinstalace zhotovená podle předloženého návrhu by byla posunem nejen kvalitativním, ale především v ohledu bezpečnosti a spolehlivosti provozu ve školní dílně. Stávající stav elektroinstalace je již nevyhovující z hlediska bezpečnosti a především spolehlivosti. Projekt elektroinstalace vzal v úvahu dlouhodobé zkušenosti zaměstnanců školy s provozem zmíněné dílny zejména s ohledem na vytížení obráběcích strojů i uvažované případné rozšíření strojového, nebo výpočetního vybavení. V projektu byla tedy navržena moderní instalace s možností bezproblémového rozšíření či změny dispozice.

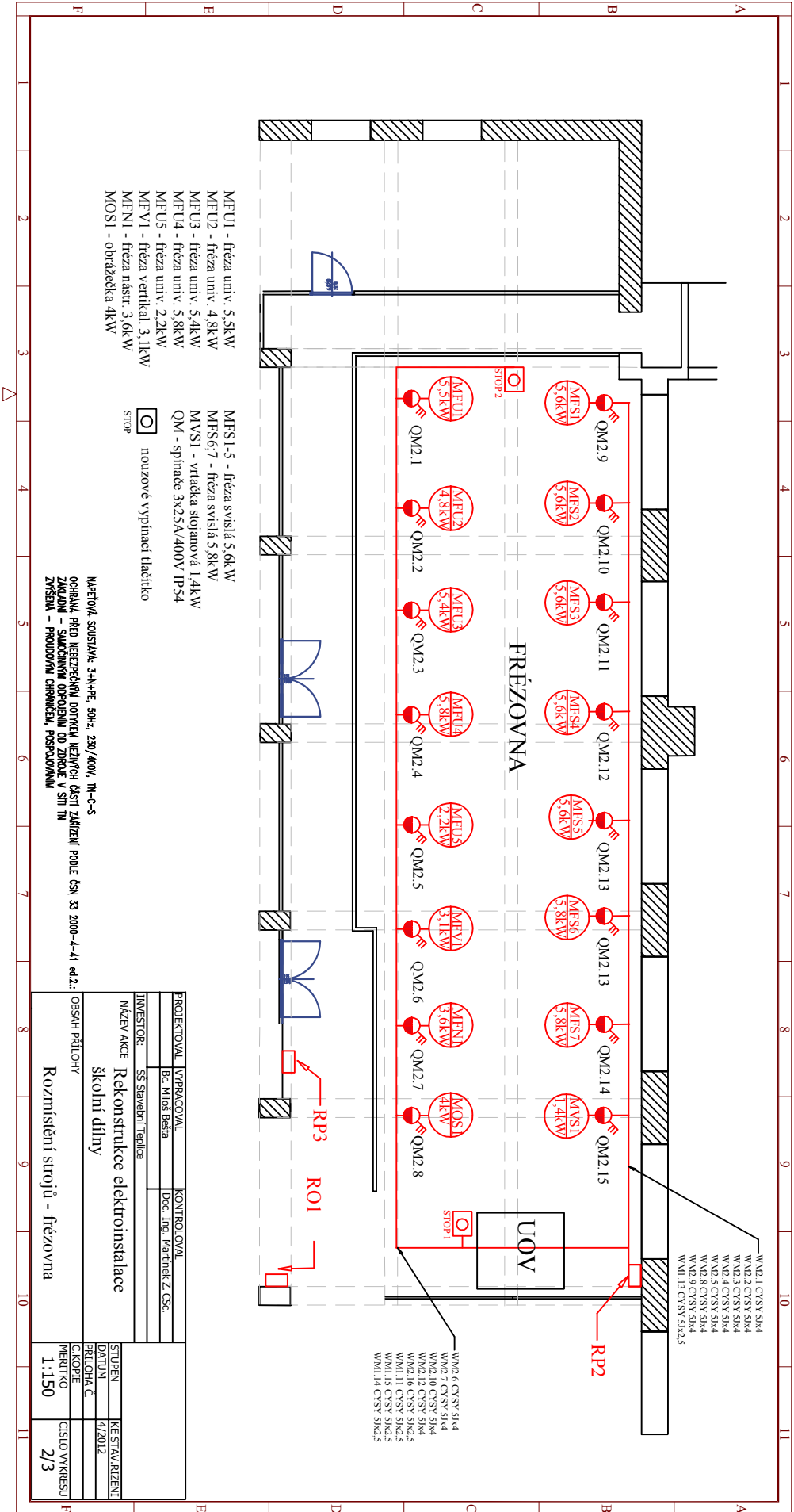
Použitá literatura:

- [1] - Hála P. Ing. a kol.: Vnitřní elektrické rozvody Brno EMT Brno 1993.
- [2] - Martínek Z. Doc. Ing.: Přednášky předmětu KEE/PIR 2010.
- [3] - Pravidla pro provozování distribuční soustavy ČEZ <http://www.cezdistribuce.cz>.
- [4] - ČSN 33 2000-4-41 ed. 2 Elektrické instalace nízkého napětí - Část 4-41: Ochranná opatření pro zajištění bezpečnosti - Ochrana před úrazem elektrickým proudem; Praha ČNI 2007.
- [5] - ČSN 34 1610 Elektrický silnoproudý rozvod v průmyslových provozovnách; Praha ČNI 1963.
- [6] - ČSN EN 12464-1 Světlo a osvětlení - Osvětlení pracovních prostorů - Část 1: Vnitřní pracovní prostory; Praha ČNI 2012.
- [7] - Miloslava Tesařová doc. Ing., Ph.D.: Přednášky předmětu KEE/PEC 2009.
- [8] - ČSN EN 60439-1 ed.2 rozvaděče nn - Část 1: Typově zkoušené a částečně typově zkoušené rozvaděče; Praha ČNI 2000.
- [9] - Baxant P. Ing. Ph.D.: Projektování v elektroenergetice VUT Brno 2003.
- [10] - ČSN 33 2000-4-43 ed. 2 Elektrické instalace nízkého napětí - Část 4-43: Bezpečnost - Ochrana před nadproudy; Praha ČNI 2011.
- [11] - ČSN 33 2000-5-523 ed.2 Elektrické instalace budov - Část 5: Výběr a stavba elektrických zařízení - Oddíl 523: Dovolené proudy v elektrických rozvodech; Praha ČNI 2003.
- [12] - ČSN EN 60909-0 Zkratové proudy v trojfázových střídavých soustavách - Část 0: Výpočet proudů; Praha ČNI 2003.
- [13] - Molnár M. Ing.: Zlepšení účinníků v energetice a návrh vhodných kompenzačních prostředků.
- [14] - ČSN 33 2000-5-54 ed.2. Elektrické instalace nízkého napětí - Část 5-54: Výběr a stavba elektrických zařízení - Uzemnění, ochranné vodiče a vodiče ochranného pospojování; Praha ČNI 2003.
- [15] - Korec V. Ing. a Holoubek J. Ing.: Kompenzace jalového výkonu v praxi Praha IN-EL 1999.
- [16] - Fencl, F.: Průmyslový elektrický rozvod, ČVUT 1989.
- [17] - Koudelka, C. Ing.: Vnitřní elektrické rozvody, VŠB-TU Ostrava 2003.
- [18] - Dvořáček K. Ing.: Příručka pro zkoušky projektantů elektrických instalací, svazek 63 Praha IN-EL 2003.
- [19] - Procházka R. Ing.: <http://www.tzb-info.cz/3980-pozadavky-na-elektricky-silnoproud-rovod> 2007
- [20] - Draka kabely spol. s.r.o.: Silové kabely a vodiče – katalog výrobce.
- [21] - EMCOS spol. s.r.o.: Kompenzační rozvaděče – katalog výrobce.
- [22] - ČSN 33 2000-1 ed.2 Elektrické instalace nízkého napětí - Část 1: Základní hlediska, stanovení základních charakteristik, definice; Praha ČNI 2009.
- [23] - ČSN 33 2000-5-51 ed. 3. Elektrické instalace nízkého napětí - Část 5-51: Výběr a stavba elektrických zařízení - Všeobecné předpisy; Praha ČNI 2010.

SEZNAM PŘÍLOH:

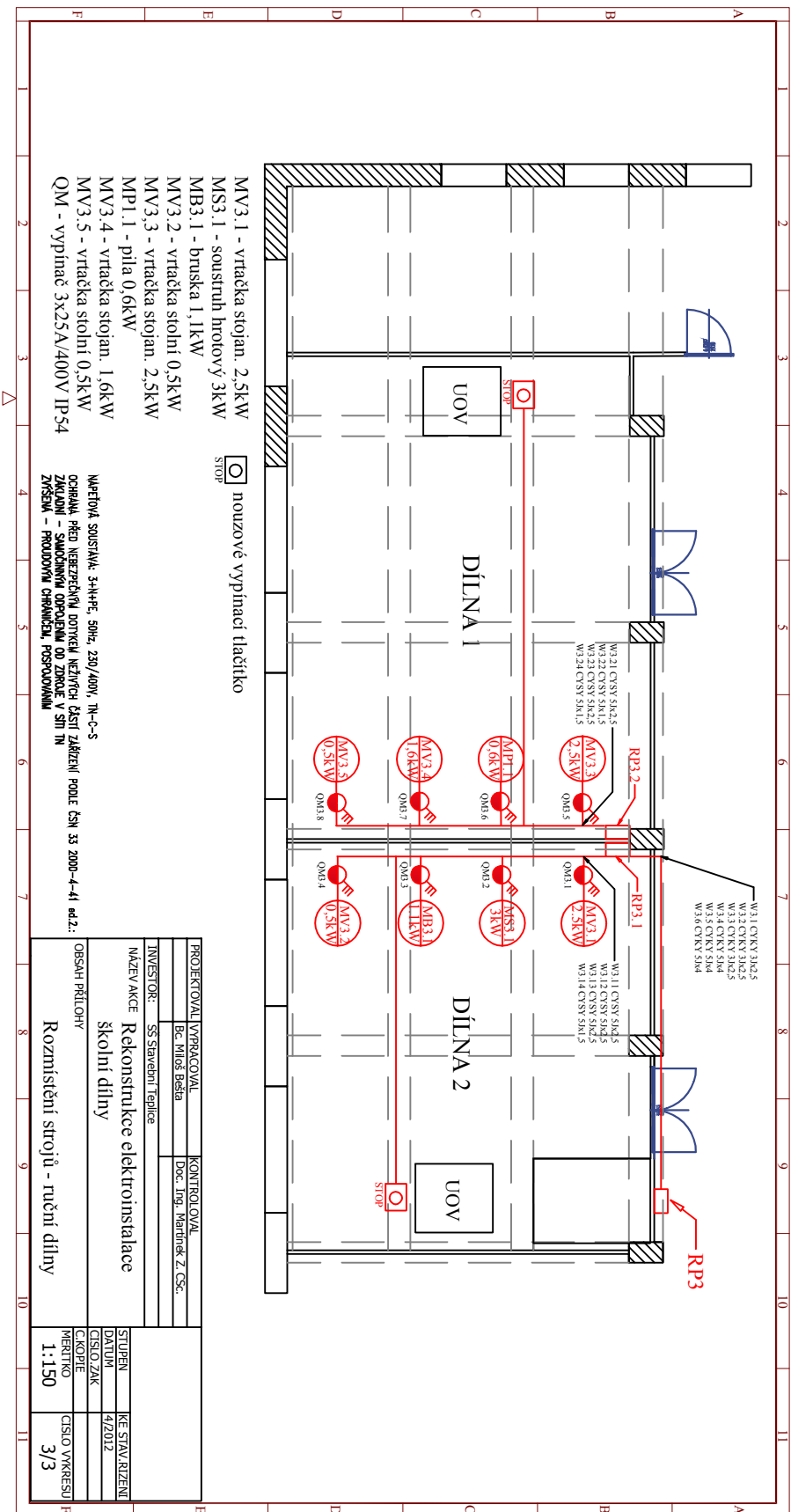
- Příloha č. 1. Zapojení strojů 1/3
- Příloha č. 2. Náhradní schéma elektroinstalace 2/1
- Příloha č. 3. Přehledové schéma uspořádání 3/1
- Příloha č. 4. Rozvaděče 4/8
- Příloha č. 5. Nosný kabelový systém
- Příloha č. 6. Tabulka kabelových vedení dimenzování
- Příloha č. 7. Umělé osvětlení
- Příloha č. 8. Specifikace přístrojů
- Příloha č. 9. Zásuvkové obvody

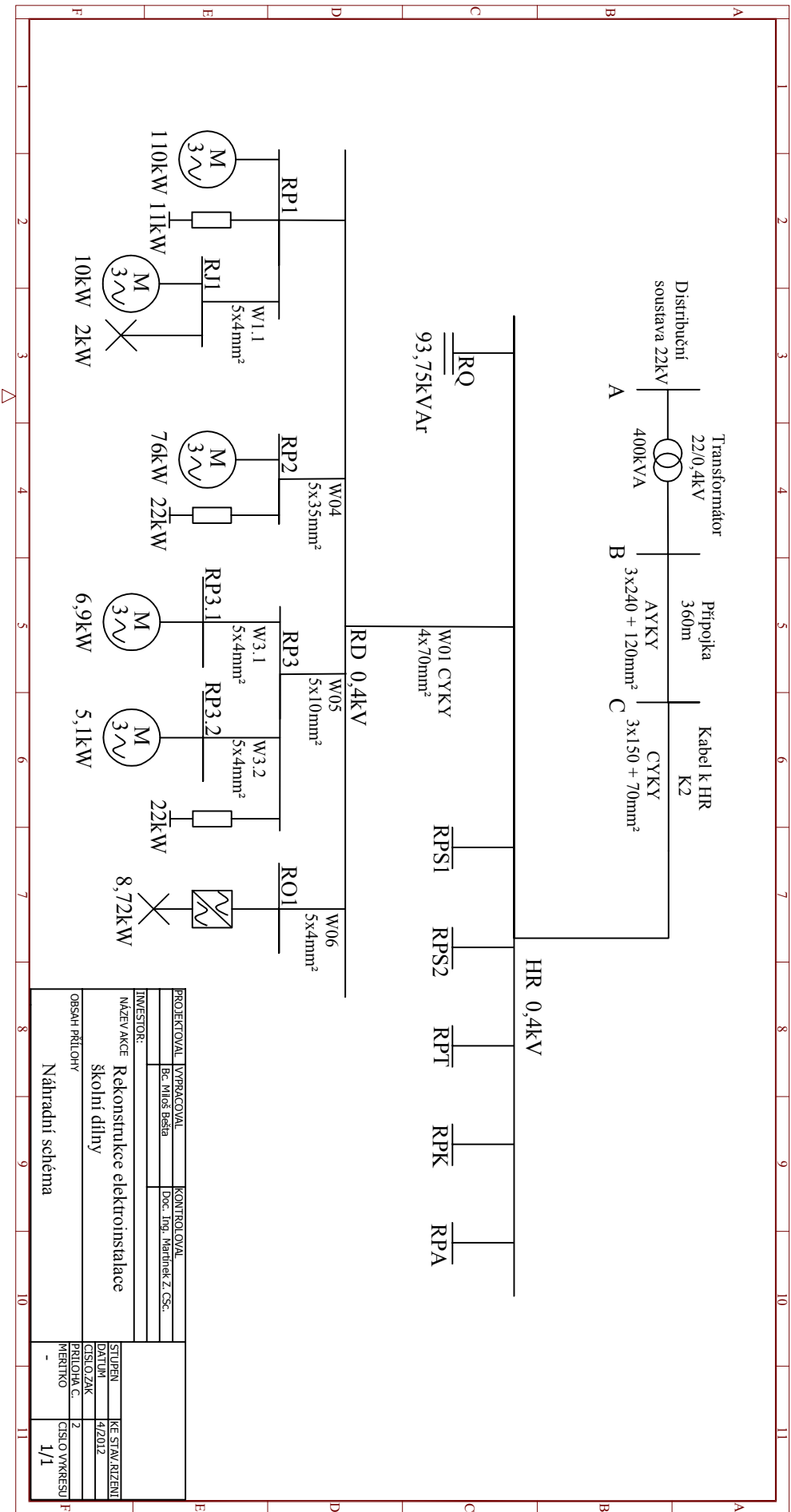




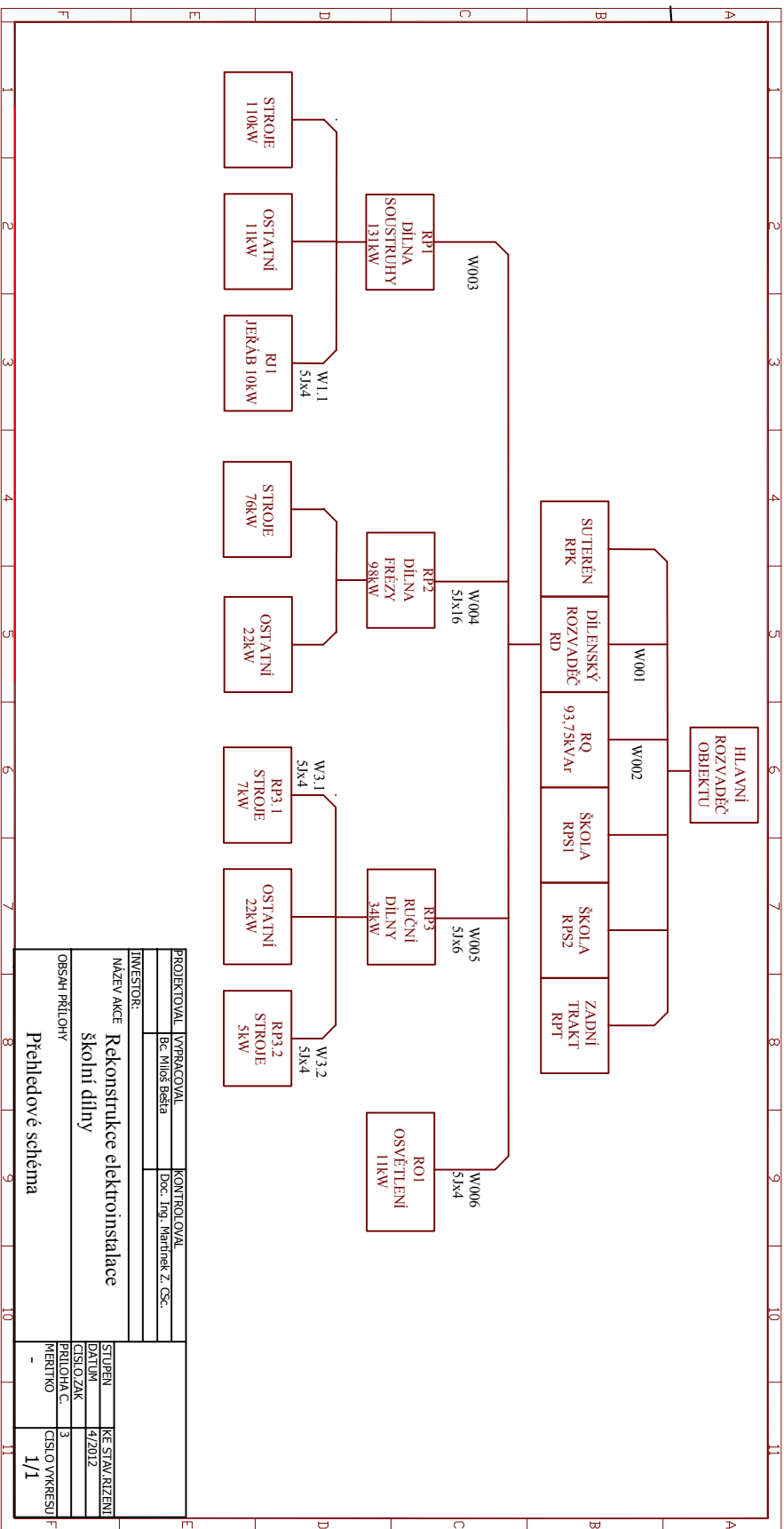
MAJETOVÁ SOUSTAVA: 3+N+PE, 50Hz, 230/400V, TN-C-S
 OCHRANA PŘED NEBEZPEČNÝM DOTYKEM NEŽIVÝCH ČÁSTÍ ZÁŘÍZENÍ POULÉ ŠSN 53 2000-4-41 ed.2:
 ZÁKLADNÍ - SAMOČINNÁ ODPĚLENÍ OD ZDROJE V SÍTI TN
 ZVÝŠENÁ - PROUDOVÝM OCHRÁŇEČEM, POSROUOVANÍM

PROJEKTOVAL	VYPRACOVAL	KONTROLOVAL
	Bc. Miloš Běšeta	Doc. Ing. Martiněk Z. CSc.
INVESTOR:	SS Slavařství Teplice	
NÁZEV AKCE	Rekonstrukce elektroinstalace	
OBJEKT	školní dílny	
OBJEKT	Rozmístění strojů - frézovna	
STUPĚN	KE STAV. ŘÍZENÍ	
DATAUM	4/2012	
PRÍLOHA C		
C. KÓDE		
MĚŘÍTKO	ČÍSLO VÝKRESU	
1:150	2/3	



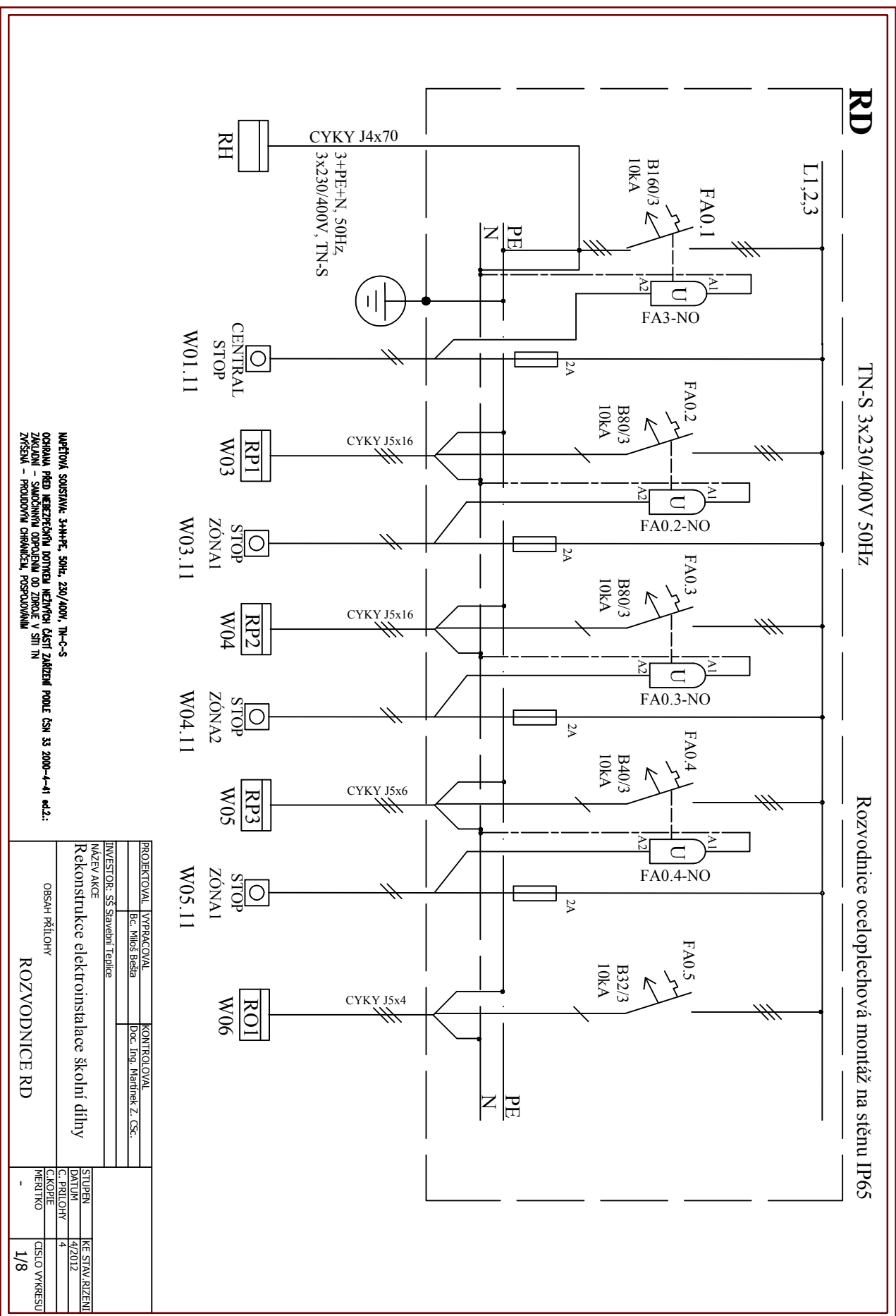


PROJEKTOVAL	VYPRACOVAL	KONTROLOVAL	STUPEN	KE STAV/ŘZENÍ
	Bc. Miloš Bešter	Doc. Ing. Martiněk Z. CSc.	DATUM	4/2012
INVESTOR:				
NAZEV AKCE	Rekonstrukce elektroinstalace			
	školní dílny			
OBSAH PŘÍLOHY	Náhradní schéma			
			PŘÍLOHA C.	2
			MERITIVO	1/1



PROJEKTOVAL	VYPRACOVAL	KONTROLOVAL	
	Bc. Miloš Bešta	Doc. Ing. Martiněk Z. CSc.	
INVESTOR:			
NÁZEV AKCE			
Rekonstrukce elektroinstalace			
školní dílny			
OBSAH PŘÍLOH			
STUPEN	KE STAV/RZENI		
DATAUM	4/2012		
ČÍSLO ŽAK			
PŘÍLOHA.C	3		
MĚRITKO			
			1/1

Přehledové schéma



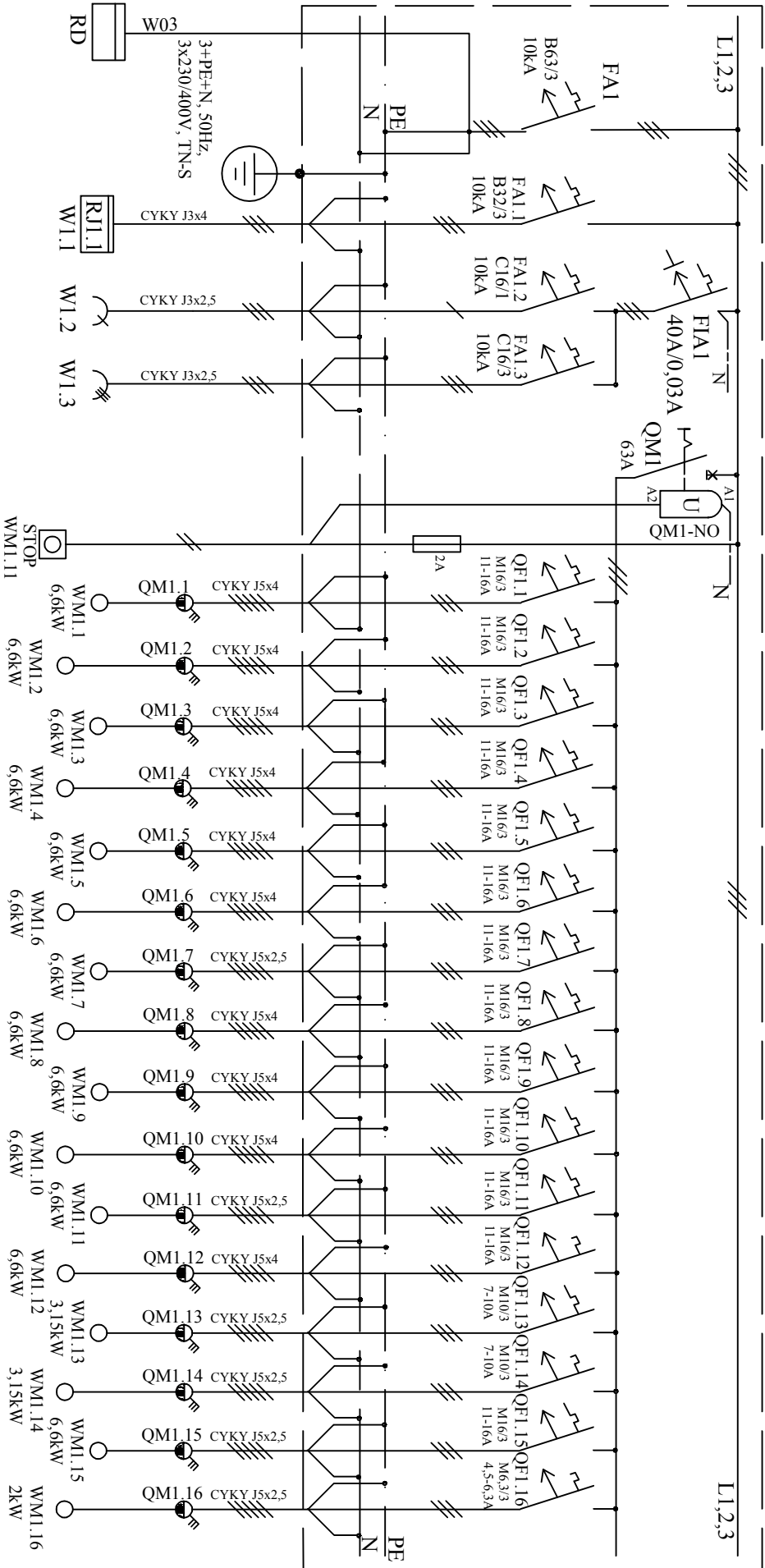
NAŘETOVÁ SOUSTAVA: 3+PE+N, 50Hz, 230/400V, TN-S
OCHRANA PŘED NEBEZPEČNÝM DOTYKEM NEŽIVÝCH ČÁSTÍ ZAŘÍZENÍ PODLE ČSN 33 2000-4-41 ed.2:
 ZÁKLADNÍ – SAMOCHNĚNNÁ ODPĚRNÁ OD ZDROJE V SÍTI TN
 ZVŠENÁ – PŘÍRODNÍM OCHRANĚM, POSRODOVÁNÍM

PROJEKTOVAL	VYPRACOVAL	KONTROLOVAL	STUPĚN	KE STAV. ŘÍZENÍ
	Bc. Miloš Bešta	Doc. Ing. Martinek Z. CSc.	DATA	4/2012
INVESTOR: SŠ Stavební Teplice			C. PŘÍLOHY	4
NÁZEV AKCE			C. KÓPE	
Rekonstrukce elektroinstalace školní dílny			MĚŘITKO	
OBSAH PŘÍLOHY				
ROZVODNICE RD				1/8

RP1

TN-S 3x230/400V 50Hz

Rozvodnice oceloplechová montáž na stěnu IP65



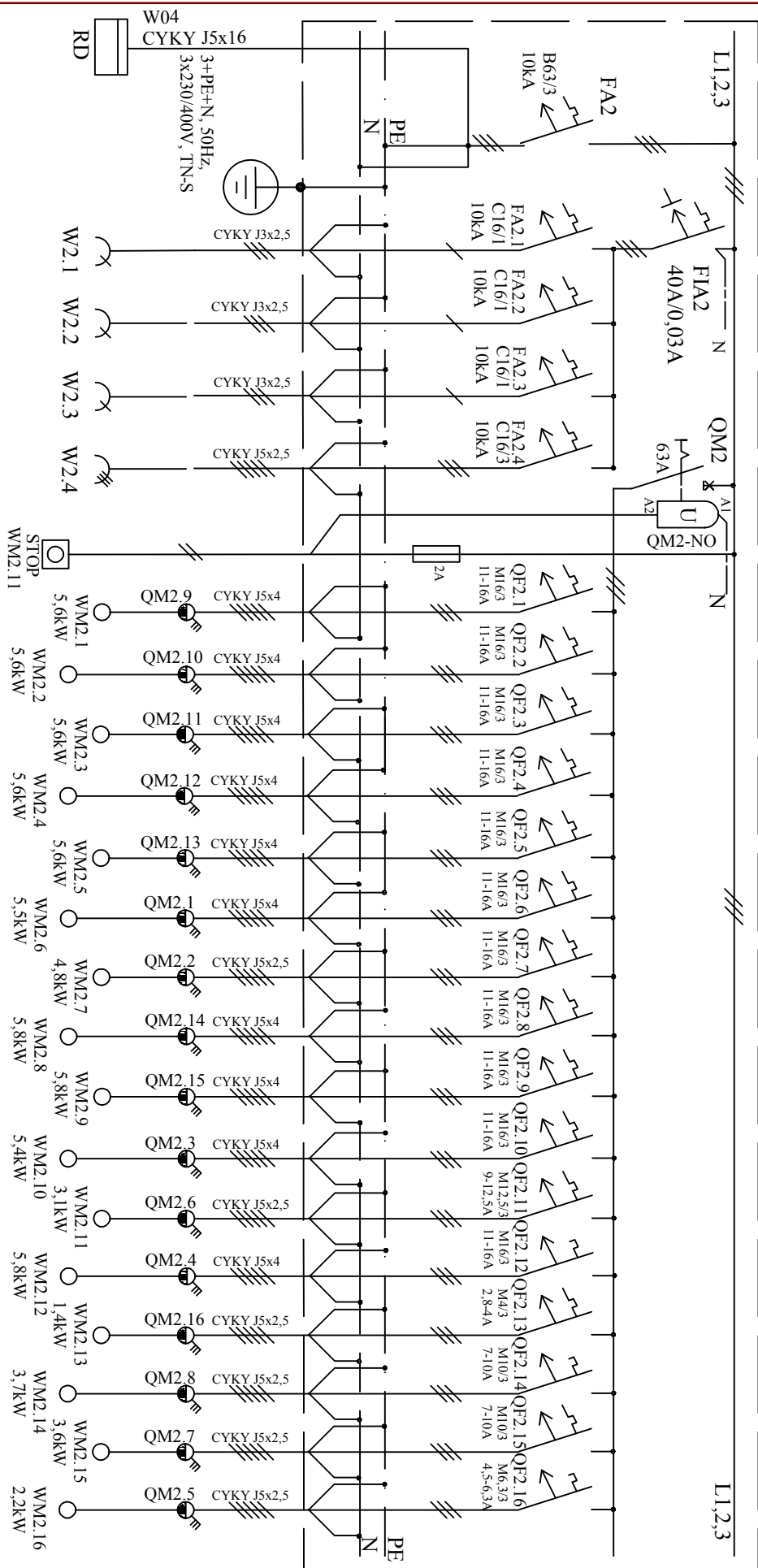
MAPETKA SOUSTAVY: 3x400V, 50Hz, 230/400V, TN-C-S
OPRAVA PŘED NEBEZPEČNÝM DOTYKEM NEŽIVÝCH ČÁSTÍ ZABÍRANÍ PODLE ČSN 33 2000-4-41 v4.2:
ZAKRYTÍ – SAMOČINNÁ OCHRANA OD ZORUČE V SÍTI TN
ZVÝŠENÁ – PROUDOVÁ OCHRANA, POSPOLOVNÁ

PROJEKTOVAL	VYPRACOVAL	KONTROLOVAL	
INVESTOR	Řeč. Miloš Heřtla	Doc. Ing. Martiněk Z. CSc.	
NÁZEV AKCE	Rekonstrukce elektroinstalace školní dílny		
OBJEKT	OBSAH PŘÍLOHY		
	ROZVODNICE RP1		
STUPEN	KE STAV. ŘEZENÍ		
DATA	9/2012		
Č. PŘÍLOHY	4		
VERZE			
MERITKO			
			ČÍSLO VÝKRESU
			2/8

RP2

TN-S 3x230/400V 50Hz

Rozvodnice ocelplechová montáž na stěnu IP65



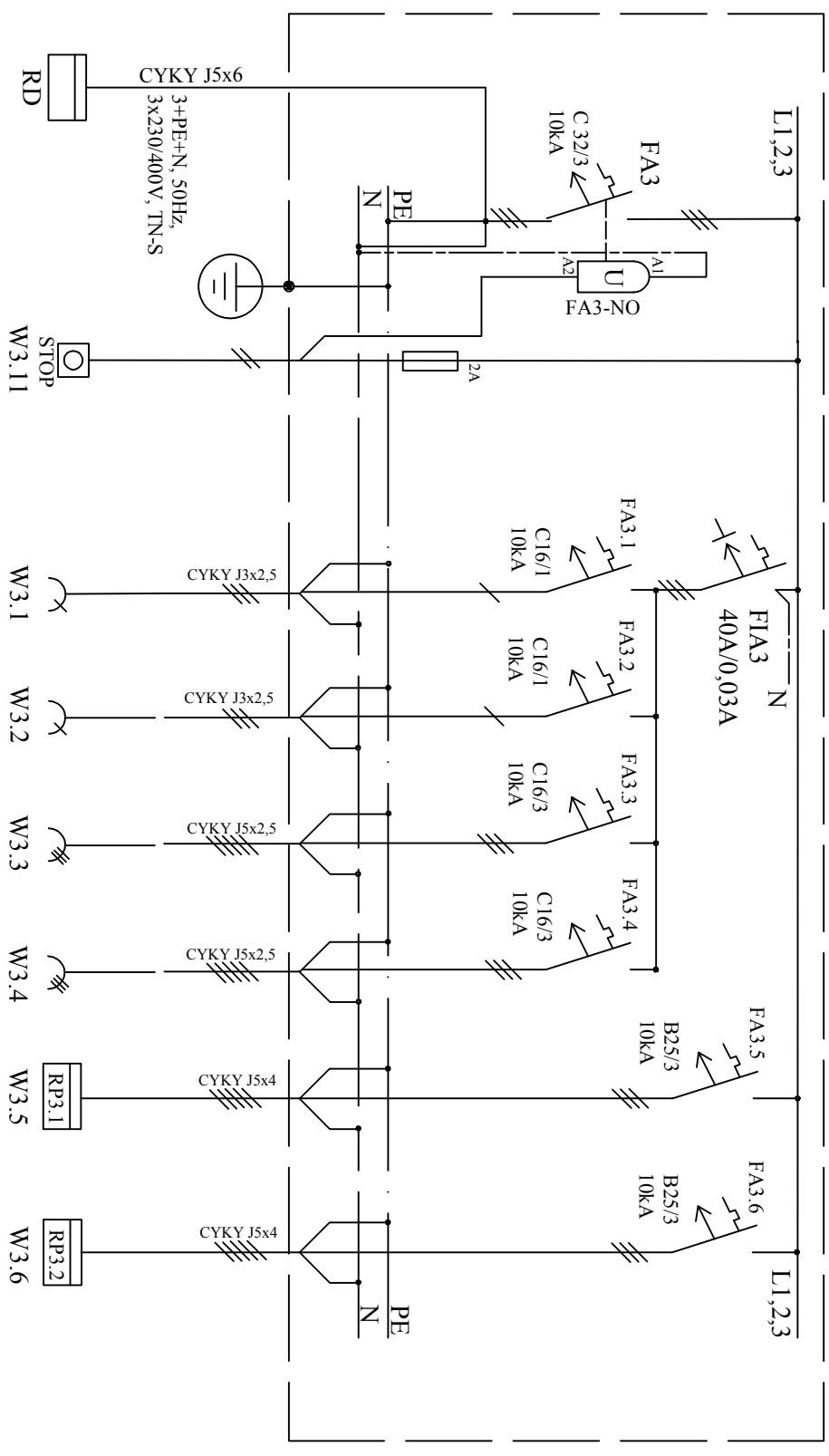
napřívka soustavy: 3+PE+N, 50Hz, 230/400V, TN-S
 OCHRANA PŘED NEZBEŽNÝMI DOTYKY NEŽIVÝCH ČÁSTÍ ZVLÁŠTĚ PODLE ČSN 33 2000-4-41 ed.2:
 ZÁKLADNÍ - SAMOČINNÁ ODPOJENÍ OD ZDROJE V SITI TN
 ZVLÁŠTĚ - PŘI ROZVOJNÝCH OCHRANÁCH, POSPOJOVÁNÍM

PROJEKTOVAL	VYPRACOVAL	KONTROLOVAL	
INVESTOR: SŠ Stavební Teplice	Beč, Miloš Bešta	Doc. Ing. Martiněk Z. CSc.	
NÁZEV AKCE	Rekonstrukce elektroinstalace školní dílny		
OBŠAH PŘÍLOHY	ROZVODNICE RP2		
STUPĚN	KE STAV. ŘEŠENÍ	DATA	4/2012
Č. PŘÍLOHY	4	Č. KÓDE	
MERITKO		ČÍSLO VÝKRESU	3/8

RP3

TN-S 3x230/400V 50Hz

Rozvodnice ocelplechová montáž na stěnu IP65



- W3.1 - Zásuvkový okruh 1f
- W3.2 - Zásuvkový okruh 1f
- W3.3 - Zásuvkový okruh 3f
- W3.4 - Zásuvkový okruh 3f
- W3.5 - Vývod k rozvaděči RP3.1
- W3.6 - Vývod k rozvaděči RP3.2
- W3.11 - tlačítko nouzového vypnutí

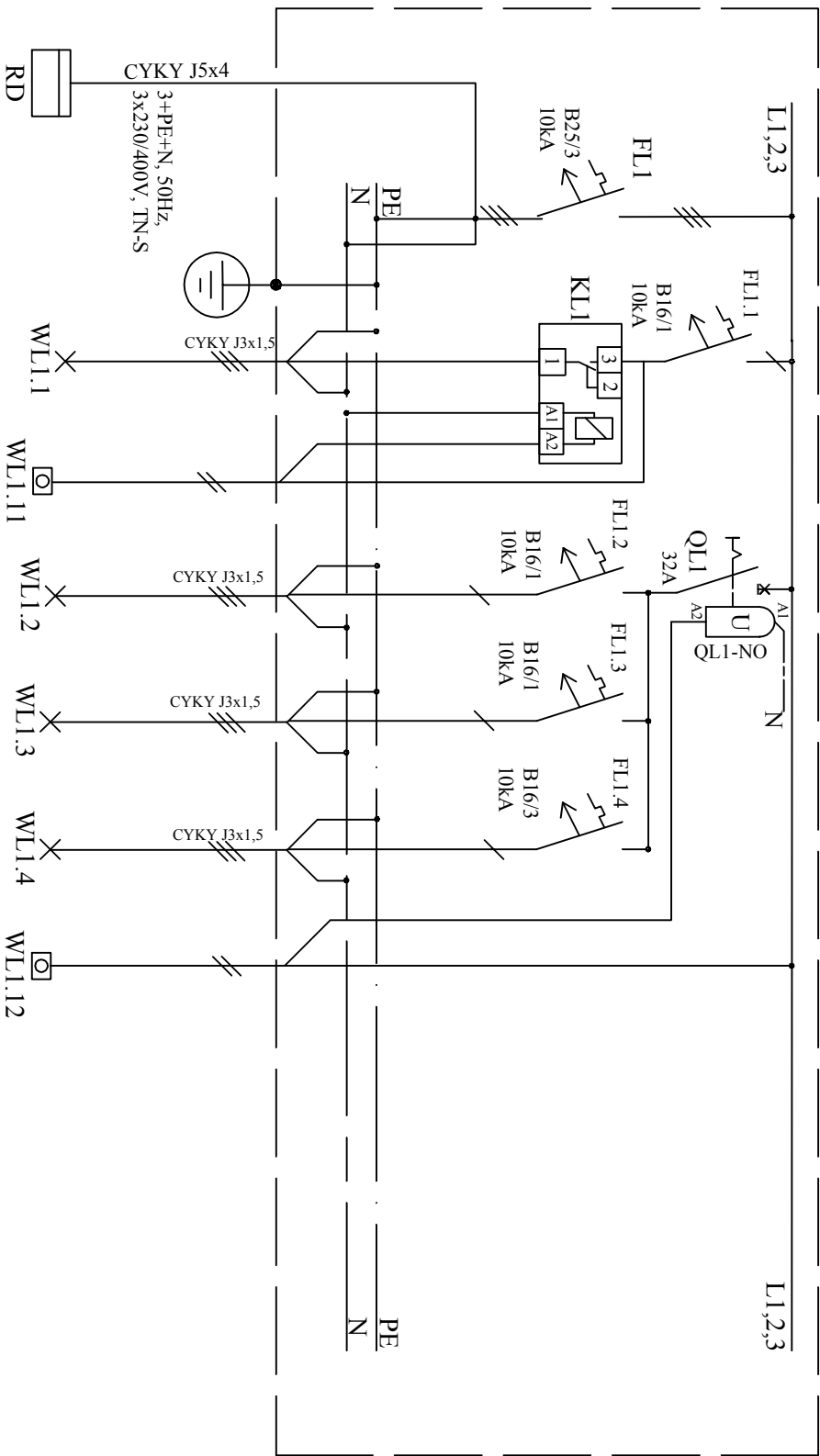
NAŘÍZENÍ SOUSTAVY: 3+PE, 50Hz, 230/400V, TN-S
OCHRANA PŘED NEZÁŽEČNÝMI DOTYKY NEŽIVÝCH ČÁSTÍ ZÁVĚSNÉ PODLE ČSN 33 2000-4-41 ed.2:
 ZÁKLADNÍ - SAMOČINNÁ ODPŘÍČENÍ OD ZDROJE V SITI TN
 ZVÝŠENÁ - PŘÍRODNÍ OCHRANENÁ, POSROJOVANÁ

PROJEKTOVAL	VYPRACOVAL	KONTROLOVAL	
	Bc. Miloš Bešta	Doc. Ing. Martiněk Z. CSc.	
INVESTOR:	Stavěcí úřad Teplice		
NÁZEV AKCE	Rekonstrukce elektroinstalace školní dílny		
OBSAH PŘÍLOHY			
ROZVODNICE RP3			
STUPEN	KE STAV. ŘÍZENÍ		
DATA	4/2012		
C. PŘÍLOHY	4		
C. KÓDE			
MĚŘITKO			
		ČÍSLO VÝKRESU	
		4/8	

RO1

TN-S 3x230/400V 50Hz

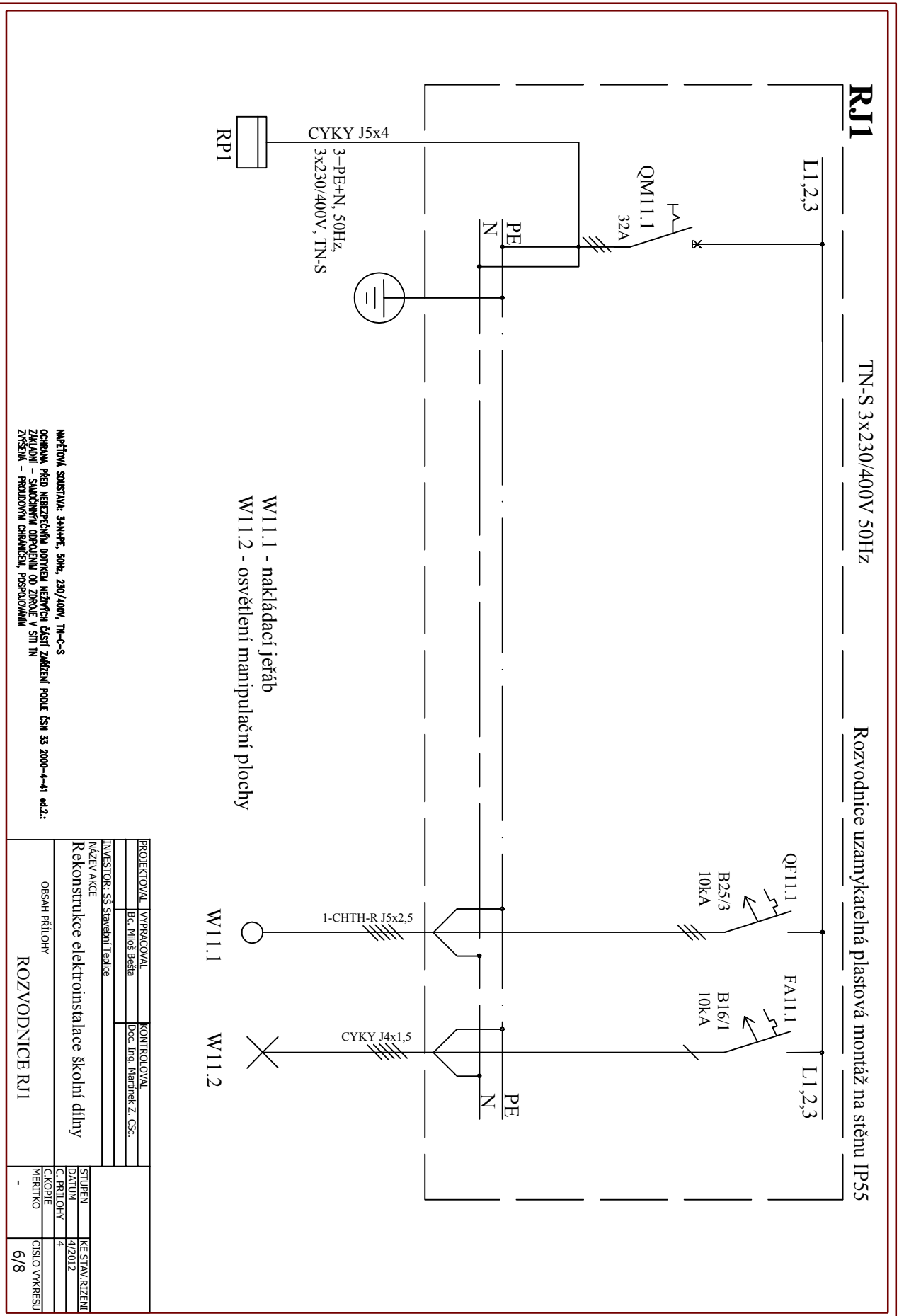
Rozvodnice oceloplechová montáž na stěnu IP65

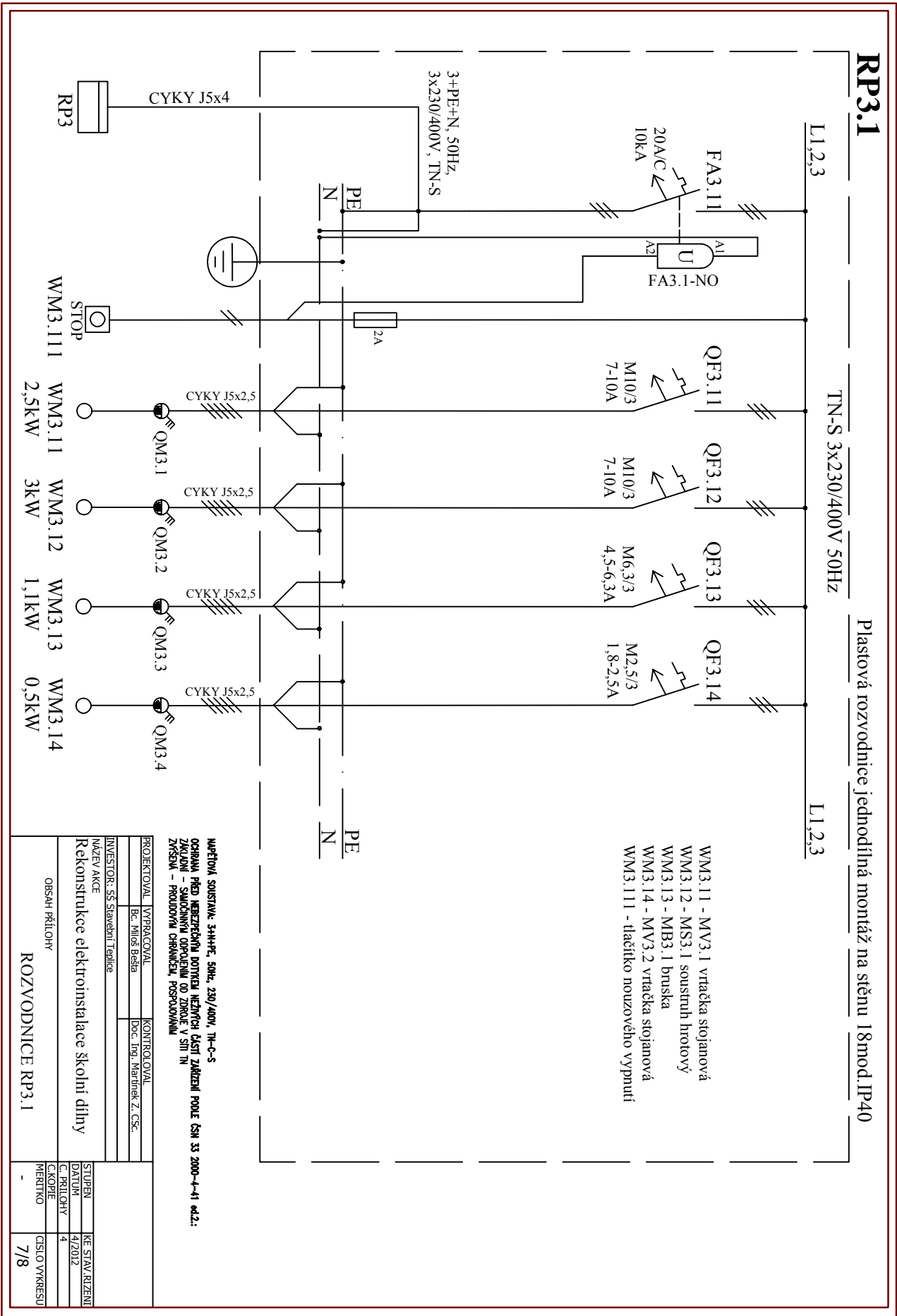


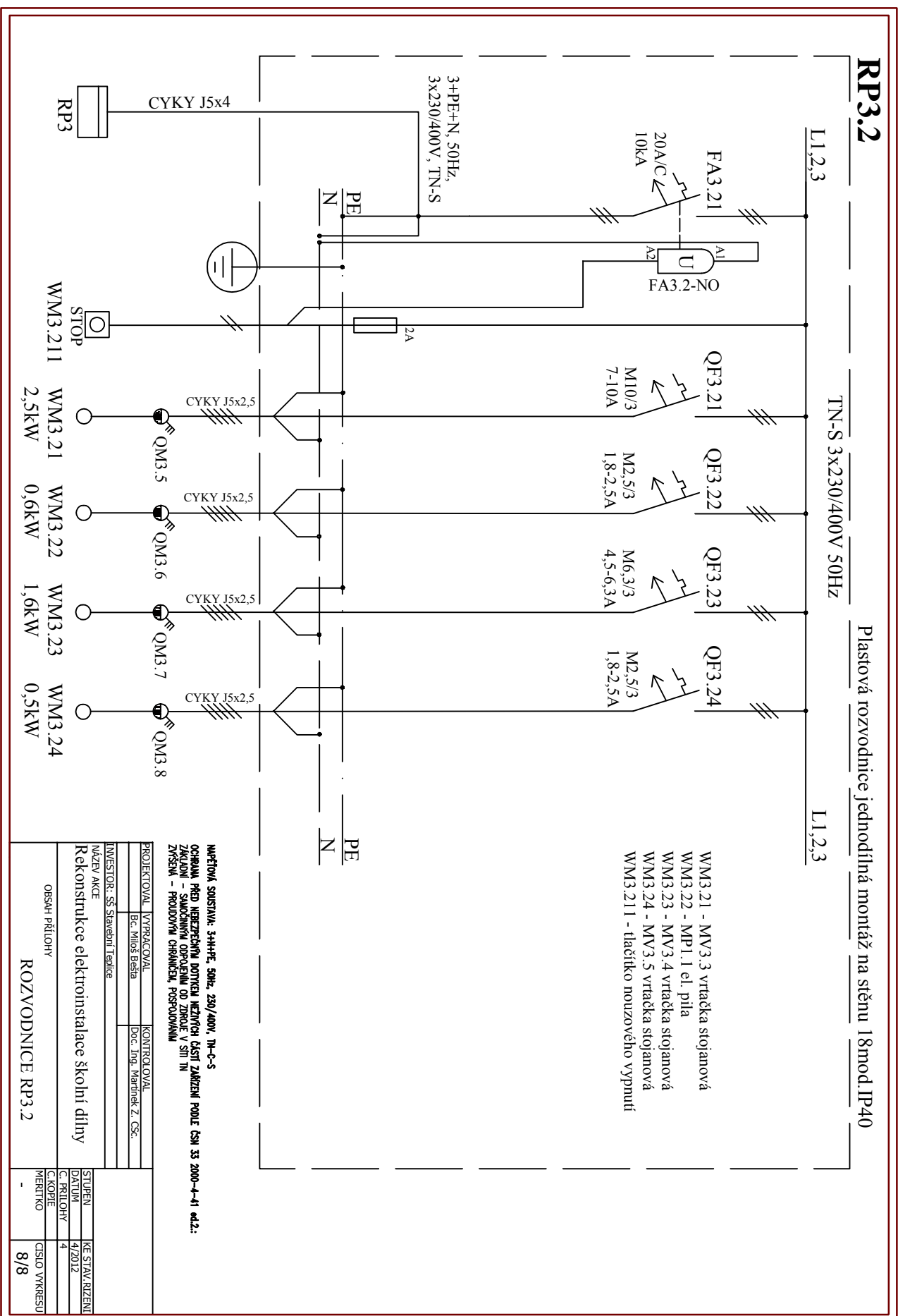
- WL1.1 - světlý okruh chodba
- WL1.11 - ovládní imp. relé
- WL1.2 - osvětlení zóna1
- WL1.3 - osvětlení zóna2
- WL1.4 - osvětlení zóna3
- WL1.12 - ovládní vypínače pro světla v dílnách

Metrika soustavy: 3+N+PE, 50Hz, 230/400V, TN-C-S
OHRAVA PŘED NEZBEŽNÍM DOTYKEM MEZITÝCH ČÁSTÍ ZAJIŽENÍ PODLE ČSN 53 2000-4-41 ed.2:
 ZAJIŽENÍ - SAMOČINNÁ ODPĚLENÍ OD ZDROJE V SÍTI TN
 ZVÝŠEN - PŘÍRODNÍ OCHRANA, POŠKODOVÁNÍ

PROJEKTOVAL	VYPRACOVAL	KONTROLOVAL	
	Bc. Miloš Bešta	Doc. Ing. Marek Z. ČSČ	
INVESTOR	SŠ Stavební Teplice		
NÁZEV AKCE	Rekonstrukce elektroinstalace školní dílny		
OBSAH PŘÍLOHY		SÍŤUPEN	KE STAV. ŘÍZENÍ
		DATAUM	4/2012
		Č. PŘÍLOHY	4
		Č. KÓBE	
		MEKTRKO	
			ČÍSLO VÝKRESU
			5/8







PŘÍLOHA Č.6							STR.1.	
Označení	Druh	Uložení	Délka (m)	Průřez (mm ²)	I _N jističe (A)	I _p (A)	I _z kabelu (A)	
RD								
W001	4J	E	30	70	160/B	157,8	166	
W004	5J	E	30	16	80/B	53,4	67,9	
W005	5J	E	50	6	40/B	30,3	43	
W006	5J	E	30	4	25/B	17	29	
RP1								
W1.1	5J	E	5	4	25/B	12,7	29	
W1.2	3J	E	25	2,5	16/C	11,2	21,2	
W1.3	5J	E	10	2,5	16/C	11,2	21,2	
WM1.1	5J	E	25	4	M11-16A	12,3	29	
WM1.2	5J	E	22,5	4	M11-16A	12,3	29	
WM1.3	5J	E	20	4	M11-16A	12,3	29	
WM1.4	5J	E	17,5	4	M11-16A	12,3	29	
WM1.5	5J	E	15	4	M11-16A	12,3	29	
WM1.6	5J	E	12,5	4	M11-16A	12,3	29	
WM1.7	5J	E	10	4	M11-16A	12,3	29	
WM1.8	5J	E	30	4	M11-16A	12,3	29	
WM1.9	5J	E	27,5	4	M11-16A	12,3	29	
WM1.10	5J	E	25	4	M11-16A	12,3	29	
WM1.11	5J	E	22,5	4	M11-16A	12,3	29	
WM1.12	5J	E	20	4	M11-16A	12,3	29	
WM1.13	5J	E	17,5	2,5	M7-10A	6,5	21,2	
WM1.14	5J	E	15	2,5	M7-10A	6,5	21,2	
WM1.15	5J	E	10	4	M11-16A	11,7	29	
WM1.16	5J	E	7,5	2,5	M4,5-6,3A	4,3	21,2	
RJ1								
WJ1.1	5J	E	15	2,5	25/B	10,7	21,2	
WJ1.2	3J	E	20	1,5	16/B	8,7	18,6	
RP2								
W2.1	3J	E	20	2,5	16/C	11,2	25,4	
W2.2	3J	E	30	2,5	16/C	11,2	25,4	
W2.3	3J	E	45	2,5	16/C	11,2	25,4	
W2.4	5J	E	10	2,5	16/C	11,2	21,2	
WM2.1	5J	E	24	4	M11-16A	10,8	29	
WM2.2	5J	E	21,5	4	M11-16A	10,8	29	
WM2.3	5J	E	19	4	M11-16A	10,8	29	
WM2.4	5J	E	16,5	4	M11-16A	10,8	29	
WM2.5	5J	E	14	4	M11-16A	10,8	29	
WM2.6	5J	E	30	4	M11-16A	10,5	29	
WM2.7	5J	E	27,5	4	M11-16A	10	29	
WM2.8	5J	E	11,5	4	M11-16A	10,4	29	
WM2.9	5J	E	9	4	M11-16A	10,4	29	

PŘÍLOHA Č. 6.							STR.2.	
Označení	Druh	Uložení	Délka (m)	Průřez (mm ²)	I _N jističe (A)	I _p (A)	I _Z kabelu (A)	
RP2 dodatek								
WM2.10	5J	E	25	4	M11-16A	10,4	29	
WM1.11	5J	E	17,5	2,5	M9-12,5A	6,6	21,2	
WM1.12	5J	E	22,5	4	M11-16A	11,1	29	
WM1.13	5J	E	6,5	2,5	M2,8-4A	3,2	21,2	
WM1.14	5J	E	12,5	2,5	M7-10A	7,6	21,2	
WM1.15	5J	E	15	2,5	M7-10A	7,4	21,2	
WM1.16	5J	E	20	2,5	M4,5-6,3A	4,8	21,2	
RP3								
W3.1	3J	E	20	2,5	16/C	11,2	25,4	
W3.2	3J	E	40	2,5	16/C	11,2	25,4	
W3.3	5J	E	15	2,5	16/C	11,2	21,2	
W3.4	5J	E	20	2,5	16/C	11,2	21,2	
W3.5	5J	E	15	4	25/B	15	29	
W3.6	5J	E	15	4	25/B	11,2	29	
RP3.1								
W3.11	5J	E	4	2,5	M7-10A	5,2	21,2	
W3.12	5J	E	6	2,5	M7-10A	6	21,2	
W3.13	5J	E	8	2,5	M4,5-6,3	2,5	21,2	
W3.14	5J	E	10	2,5	M1,8-2,5	1,2	21,2	
RP3.2								
W3.21	5J	E	4	2,5	M7-10	5,2	21,2	
W3.22	5J	E	6	2,5	M1,8-2,5	1,44	21,2	
W3.23	5J	E	8	2,5	M4,5-6,3	2,45	21,2	
W3.24	5J	E	10	2,5	M1,8-2,5	1,2	21,2	

PŘÍLOHA Č.7

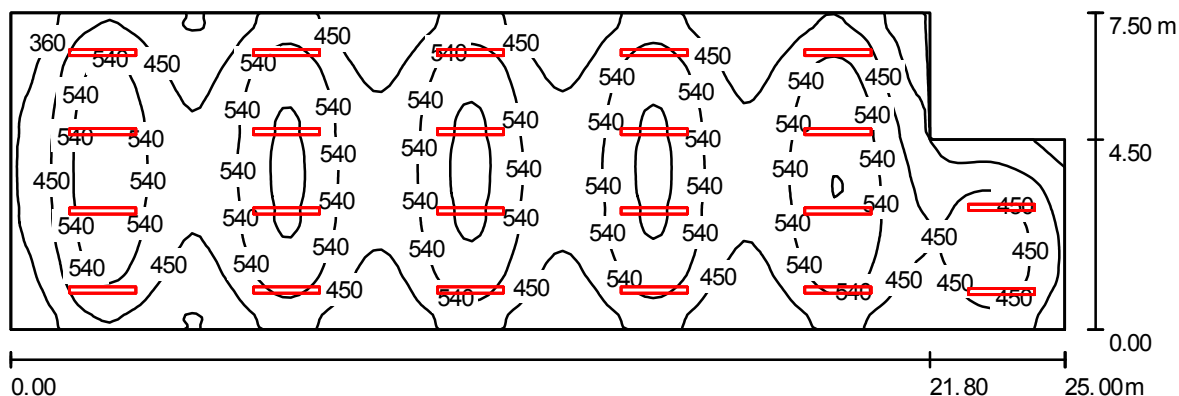
VÝPOČET UMĚLÉHO OSVĚTLENÍ
VÝSTUP Z PROGRAMU DIALUX

Zpracoval: Bc. Miloš Bešta

Duben 2012

Zpracovatel Bc. Miloš Bešta
Telefon
Fax
e-mail mbest@centrum.cz

Soustružna / Shrnutí



Výška místnosti: 3.500 m, Montážní výška: 3.000 m, Činitel údržby: 0.80

Hodnoty v Lux, Měřítko 1:179

Plocha	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Uživatelská úroveň	/	492	242	656	0.492
Podlaha	20	441	234	547	0.530
Strop	70	176	120	264	0.682
Stěny (6)	49	337	163	758	/

Uživatelská úroveň:

Výška: 0.850 m
Rastr: 128 x 64 Body
Okrajová zóna: 0.000 m

Kusovník svítidel

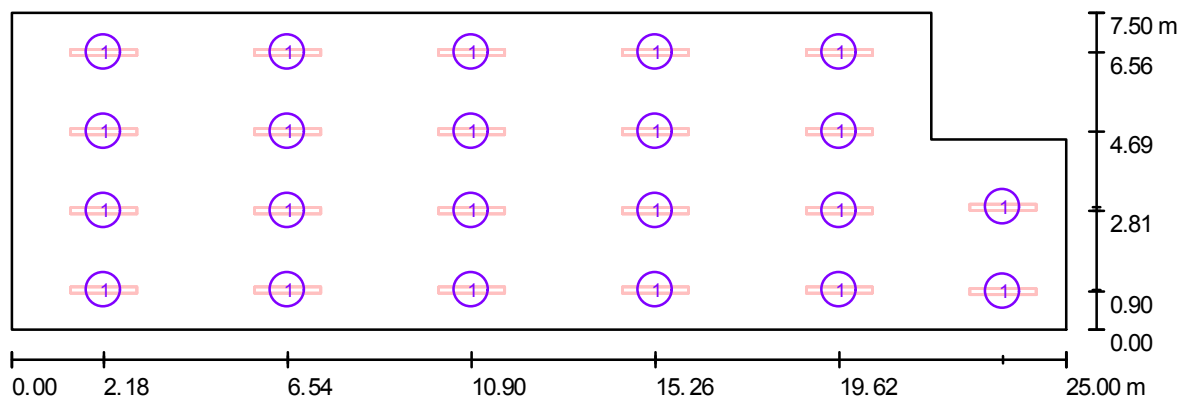
Č.	ks	Označení (Opravný faktor)	Φ (Svítidlo) [lm]	Φ (Zdroje:) [lm]	P [W]
1	22	Kanlux Sp. z o.o. Nr kat. 7, MAH 1258/A - Hermetic Light Fitting IP65 (1.000)	6342	8735	58.0

Celkem: 139516 Celkem: 192170 1276.0

Specifický příkon: $7.17 \text{ W/m}^2 = 1.46 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Základní plocha: 177.90 m^2)

Zpracovatel Bc. Miloš Bešta
 Telefon
 Fax
 e-mail mbest@centrum.cz

Soustružna / Svítidla (situační plán)



Měřítko 1 : 179

Kusovník svítidel

Č.	ks	Označení
1	22	Kanlux Sp. z o.o. Nr kat. 7, MAH 1258/A - Hermetic Light Fitting IP65

Zpracovatel Bc. Miloš Bešta
 Telefon
 Fax
 e-mail mbest@centrum.cz

Soustružna / Světelně technické výsledky

Celkový světelný tok: 139516 lm
 Celkový výkon: 1276.0 W
 Činitel údržby: 0.80
 Okrajová zóna: 0.000 m

Plocha	Průměrné intenzity osvětlení [lx]			Stupeň odrazu [%]	Průměrný jas [cd/m ²]
	přímé	nepřímé	celkový		
Uživatelská úroveň	351	141	492	/	/
Podlaha	299	142	441	20	28
Strop	50	125	176	70	39
Stěna 1	151	119	270	30	26
Stěna 2	156	106	263	50	42
Stěna 3	131	126	257	50	41
Stěna 4	244	121	366	50	58
Stěna 5	136	125	261	50	42
Stěna 6	245	120	365	50	58

Rovnoměrnosti na pracovní rovině

E_{\min} / E_m : 0.492 (1:2)

E_{\min} / E_{\max} : 0.369 (1:3)

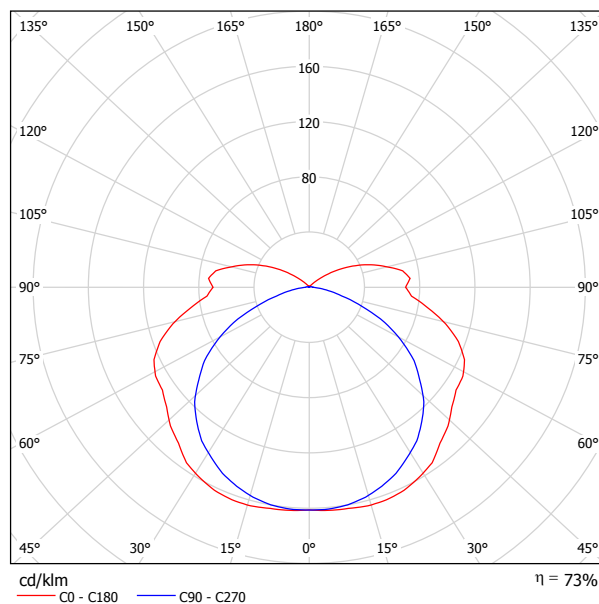
Specifický příkon: 7.17 W/m² = 1.46 W/m²/100 lx (Základní plocha: 177.90 m²)

Zpracovatel Bc. Miloš Bešta
Telefon
Fax
e-mail mbest@centrum.cz

Kanlux Sp. z o.o. Nr kat. 7, MAH 1258/A - Hermetic Light Fitting IP65 / Datový list svítidla

Výstup světla 1:

Obrázek svítidla najdete v našem katalogu svítidel.



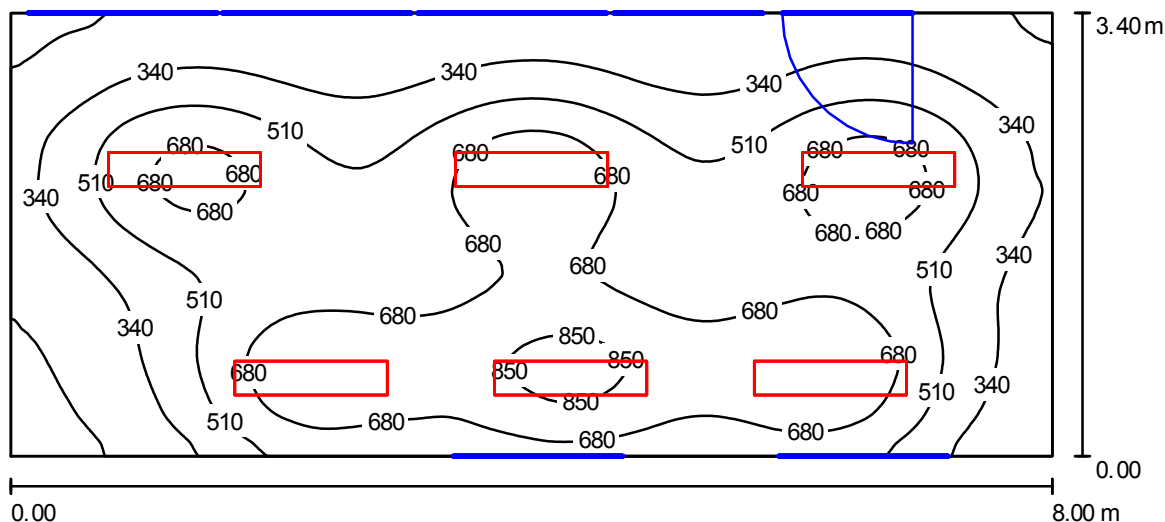
Klasifikace svítidel dle CIE: 86
Kód CIE Flux Code: 38 68 89 86 73

Výstup světla 1:

Vyhodnocení oslnění dle UGR											
ρ Strop	70	70	50	50	30	70	70	50	50	30	
ρ Stěny	50	30	50	30	30	50	30	50	30	30	
ρ Podlaha	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	
Velikost místnosti X Y	Směr pohledu napříč k ose lampy					Podélný směr pohledu k ose lampy					
2H	2H	17.1	18.4	17.6	18.8	19.4	16.7	17.9	17.1	18.4	18.9
	3H	19.3	20.5	19.9	21.0	21.5	18.0	19.2	18.5	19.7	20.2
	4H	20.4	21.5	20.9	22.0	22.6	18.4	19.5	18.9	20.0	20.6
	6H	21.3	22.3	21.9	22.9	23.5	18.7	19.7	19.2	20.2	20.8
	8H	21.7	22.7	22.3	23.3	23.9	18.7	19.7	19.3	20.2	20.9
	12H	22.1	23.1	22.7	23.6	24.3	18.7	19.7	19.3	20.2	20.9
4H	2H	17.7	18.8	18.3	19.3	19.9	17.4	18.4	17.9	19.0	19.5
	3H	20.1	21.0	20.7	21.6	22.2	18.9	19.8	19.5	20.4	21.0
	4H	21.2	22.1	21.8	22.7	23.3	19.5	20.3	20.1	20.9	21.5
	6H	22.3	23.1	23.0	23.7	24.4	19.8	20.6	20.5	21.2	21.9
	8H	22.8	23.5	23.5	24.2	24.9	20.0	20.7	20.6	21.3	22.0
	12H	23.3	24.0	24.0	24.6	25.3	20.1	20.7	20.7	21.3	22.0
8H	4H	21.5	22.1	22.1	22.8	23.5	19.9	20.6	20.5	21.2	21.9
	6H	22.7	23.3	23.4	24.0	24.7	20.5	21.1	21.2	21.7	22.5
	8H	23.4	23.9	24.0	24.5	25.3	20.7	21.2	21.4	21.9	22.7
	12H	24.0	24.5	24.7	25.2	25.9	20.9	21.4	21.6	22.0	22.8
12H	4H	21.5	22.1	22.1	22.7	23.4	20.0	20.6	20.6	21.2	22.0
	6H	22.8	23.3	23.5	24.0	24.7	20.7	21.2	21.3	21.8	22.6
	8H	23.5	23.9	24.2	24.6	25.4	21.0	21.4	21.7	22.1	22.9
Variance polohy pozorovatele pro vzdálenosti svítidel S											
S = 1.0H		+0.1	/	-0.1			+0.1	/	-0.1		
S = 1.5H		+0.2	/	-0.2			+0.2	/	-0.3		
S = 2.0H		+0.3	/	-0.3			+0.4	/	-0.7		
Standardní tabulka		BK09					BK06				
Korekturní sčítanec		6.6					3.0				
Korigované oslňovací indexy, vztaheny na 8735lm Celkový světelný tok											

Zpracovatel
Telefon
Fax
e-mail

Kabinet UOV / Shrnutí



Výška místnosti: 3.000 m, Montážní výška: 2.500 m, Činitel údržby: 0.80

Hodnoty v Lux, Měřítko 1:58

Plocha	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Uživatelská úroveň	/	513	111	911	0.216
Podlaha	20	424	188	609	0.443
Strop	70	64	42	85	0.664
Stěny (4)	50	152	39	452	/

Uživatelská úroveň:

Výška: 1.000 m
Rastr: 128 x 128 Body
Okrajová zóna: 0.000 m

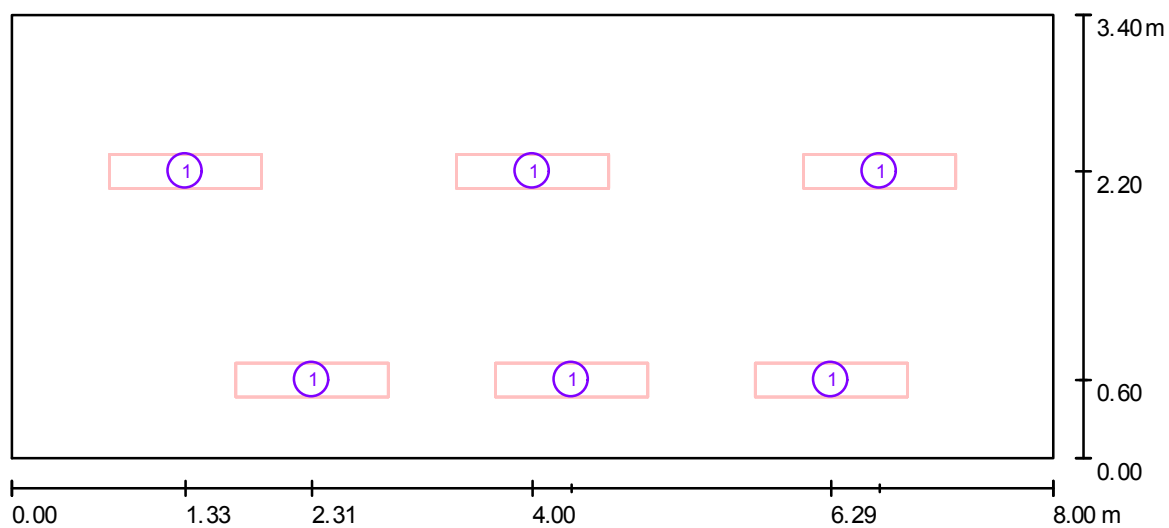
Kusovník svítidel

Č.	ks	Označení (Opravný faktor)	Φ (Svítilno) [lm]	Φ (Zdroje:) [lm]	P [W]
1	6	Kanlux S.A. www.kanlux.com nr kat. 4827 TOKEN 236 NT (1.000)	3293	5700	88.0
Celkem:			19759	34200	528.0

Specifický příkon: $19.41 \text{ W/m}^2 = 3.78 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Základní plocha: 27.20 m^2)

Zpracovatel
Telefon
Fax
e-mail

Kabinet UOV / Svítidla (situační plán)



Měřítko 1 : 58

Kusovník svítidel

Č.	ks	Označení
1	6	Kanlux S.A. www.kanlux.com nr kat. 4827 TOKEN 236 NT

Zpracovatel
Telefon
Fax
e-mail

Kabinet UOV / Světelně technické výsledky

Celkový světelný tok: 19759 lm
Celkový výkon: 528.0 W
Činitel údržby: 0.80
Okrajová zóna: 0.000 m

Plocha	Průměrné intenzity osvětlení [lx]			Stupeň odrazu [%]	Průměrný jas [cd/m ²]
	přímé	nepřímé	celkový		
Uživatelská úroveň	459	54	513	/	/
Podlaha	355	69	424	20	27
Strop	0.00	64	64	70	14
Stěna 1	107	61	168	50	27
Stěna 2	93	69	161	50	26
Stěna 3	69	71	139	50	22
Stěna 4	78	57	135	50	22

Rovnoměrnosti na pracovní rovině

E_{\min} / E_m : 0.216 (1:5)

E_{\min} / E_{\max} : 0.122 (1:8)

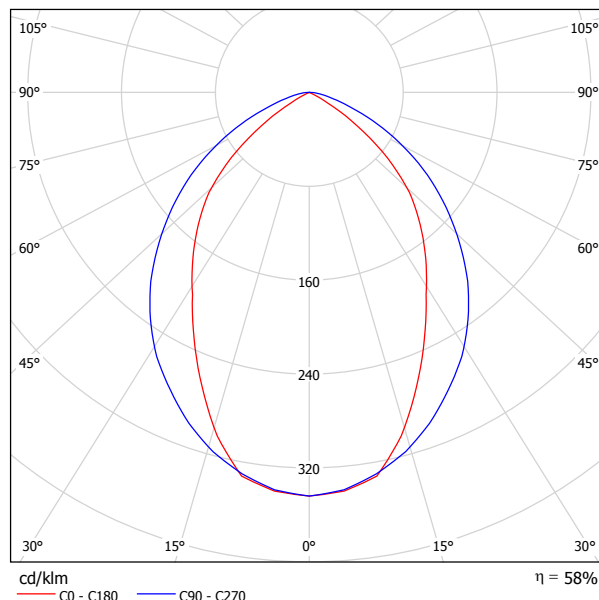
Specifický příkon: 19.41 W/m² = 3.78 W/m²/100 lx (Základní plocha: 27.20 m²)

Zpracovatel
Telefon
Fax
e-mail

Kanlux S.A. www.kanlux.com nr kat. 4827 TOKEN 236 NT / Datový list svítidla

Výstup světla 1:

Obrázek svítidla najdete v našem katalogu svítidel.



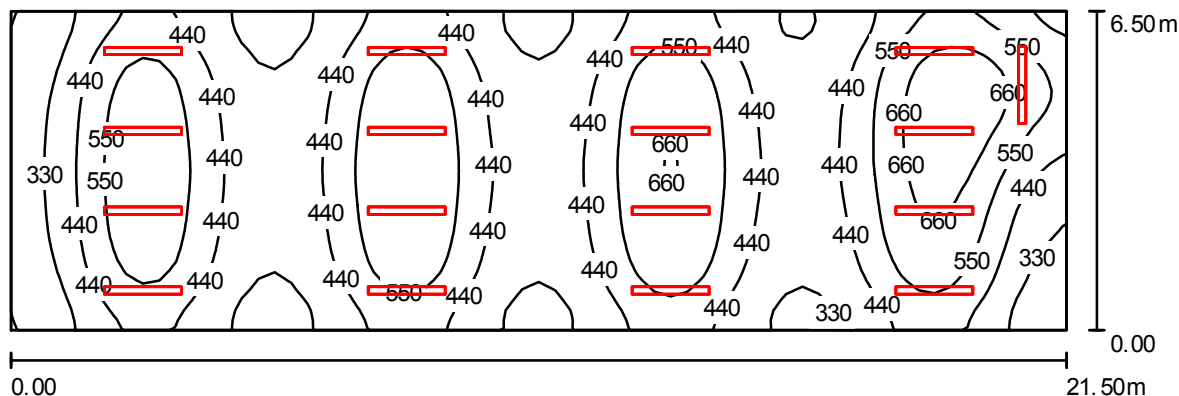
Klasifikace svítidel dle CIE: 100
Kód CIE Flux Code: 65 93 99 100 58

Výstup světla 1:

Vyhodnocení oslnění dle UGR											
ρ Strop	70	70	50	50	30	70	70	50	50	30	
ρ Stěny	50	30	50	30	30	50	30	50	30	30	
ρ Podlaha	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	
Velikost místnosti	Směr pohledu napříč k ose lampy					Podélný směr pohledu k ose lampy					
X	Y										
2H	2H	13.4	14.4	13.6	14.6	14.9	16.9	18.0	17.2	18.2	18.4
	3H	13.2	14.2	13.5	14.4	14.7	17.7	18.7	18.0	18.9	19.2
	4H	13.1	14.0	13.5	14.3	14.6	17.9	18.8	18.2	19.1	19.3
	6H	13.1	13.9	13.4	14.2	14.5	18.0	18.8	18.4	19.1	19.4
	8H	13.0	13.8	13.4	14.1	14.4	18.0	18.8	18.4	19.1	19.4
12H	13.0	13.7	13.4	14.1	14.4	18.1	18.8	18.4	19.1	19.4	
4H	2H	13.8	14.7	14.1	14.9	15.2	16.9	17.8	17.3	18.1	18.4
	3H	13.7	14.4	14.0	14.7	15.1	17.8	18.6	18.2	18.9	19.2
	4H	13.6	14.3	14.0	14.6	15.0	18.1	18.7	18.5	19.1	19.4
	6H	13.6	14.1	14.0	14.5	14.9	18.2	18.8	18.7	19.2	19.6
	8H	13.5	14.0	13.9	14.4	14.8	18.3	18.8	18.7	19.2	19.6
12H	13.5	13.9	13.9	14.3	14.8	18.4	18.8	18.8	19.2	19.6	
8H	4H	13.7	14.2	14.1	14.6	15.0	18.0	18.5	18.4	18.9	19.3
	6H	13.6	14.0	14.1	14.4	14.9	18.2	18.6	18.6	19.0	19.5
	8H	13.6	13.9	14.0	14.4	14.8	18.3	18.6	18.7	19.1	19.6
	12H	13.5	13.8	14.0	14.3	14.8	18.3	18.7	18.8	19.1	19.6
	12H	4H	13.7	14.1	14.1	14.5	14.9	18.0	18.4	18.4	18.8
6H		13.6	14.0	14.1	14.4	14.9	18.2	18.5	18.6	19.0	19.4
8H		13.6	13.9	14.1	14.3	14.8	18.2	18.5	18.7	19.0	19.5
12H		13.6	13.9	14.1	14.3	14.8	18.2	18.5	18.7	19.0	19.5
Variance polohy pozorovatele pro vzdálenosti svítidel S											
S = 1.0H	+0.8 / -1.4					+0.2 / -0.3					
S = 1.5H	+1.9 / -6.4					+0.8 / -1.0					
S = 2.0H	+3.3 / -10.0					+1.9 / -2.2					
Standardní tabulka	BK01					BK03					
Korekturní sčítanec	-6.2					-1.0					
Korigované oslňovací indexy, vztahy na 5700lm Celkový světelný tok											

Zpracovatel Bc. Miloš Bešta
Telefon
Fax
e-mail mbest@centrum.cz

Frézovna / Shrnutí



Výška místnosti: 3.500 m, Montážní výška: 3.000 m, Činitel údržby: 0.80

Hodnoty v Lux, Měřítko 1:154

Plocha	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Uživatelská úroveň	/	471	219	760	0.466
Podlaha	20	417	239	577	0.573
Strop	70	170	109	309	0.641
Stěny (4)	50	328	148	933	/

Uživatelská úroveň:

Výška: 0.850 m
Rastr: 64 x 32 Body
Okrajová zóna: 0.000 m

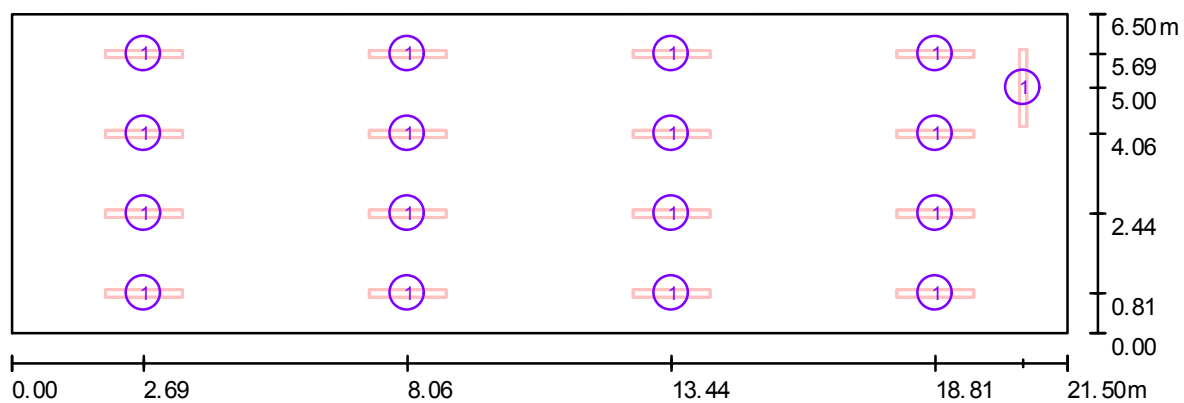
Kusovník svítidel

Č.	ks	Označení (Opravný faktor)	Φ (Svítilno) [lm]	Φ (Zdroje:) [lm]	P [W]
1	17	Kanlux Sp. z o.o. Nr kat. 7, MAH 1258/A - Hermetic Light Fitting IP65 (1.000)	6342	8735	58.0
Celkem:			107808	Celkem: 148495	986.0

Specifický příkon: $7.06 \text{ W/m}^2 = 1.50 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Základní plocha: 139.75 m^2)

Zpracovatel Bc. Miloš Bešta
 Telefon
 Fax
 e-mail mbest@centrum.cz

Frézovna / Svítidla (situační plán)



Měřítko 1 : 154

Kusovník svítidel

Č.	ks	Označení
1	17	Kanlux Sp. z o.o. Nr kat. 7, MAH 1258/A - Hermetic Light Fitting IP65

Zpracovatel Bc. Miloš Bešta
 Telefon
 Fax
 e-mail mbest@centrum.cz

Frézovna / Světelně technické výsledky

Celkový světelný tok: 107808 lm
 Celkový výkon: 986.0 W
 Činitel údržby: 0.80
 Okrajová zóna: 0.000 m

Plocha	Průměrné intenzity osvětlení [lx]			Stupeň odrazu [%]	Průměrný jas [cd/m ²]
	přímé	nepřímé	celkový		
Uživatelská úroveň	331	140	471	/	/
Podlaha	278	139	417	20	27
Strop	47	123	170	70	38
Stěna 1	222	117	339	50	54
Stěna 2	184	133	317	50	50
Stěna 3	232	120	352	50	56
Stěna 4	107	114	221	50	35

Rovnoměrnosti na pracovní rovině

E_{\min} / E_m : 0.466 (1:2)

E_{\min} / E_{\max} : 0.289 (1:3)

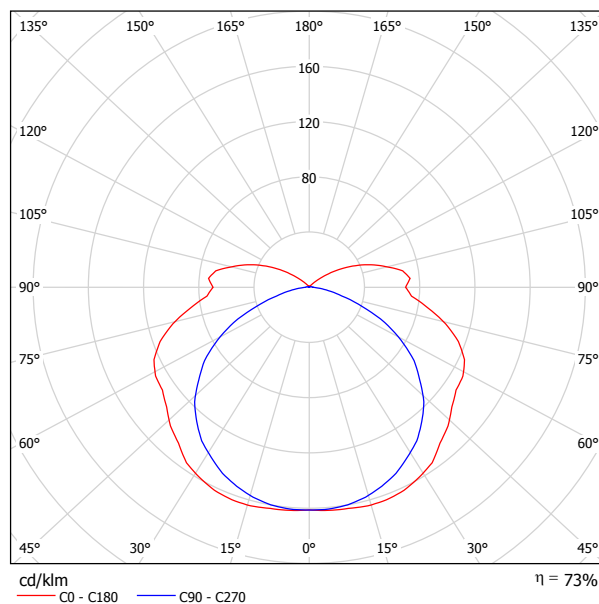
Specifický příkon: 7.06 W/m² = 1.50 W/m²/100 lx (Základní plocha: 139.75 m²)

Zpracovatel Bc. Miloš Bešta
Telefon
Fax
e-mail mbest@centrum.cz

Kanlux Sp. z o.o. Nr kat. 7, MAH 1258/A - Hermetic Light Fitting IP65 / Datový list svítidla

Výstup světla 1:

Obrázek svítidla najdete v našem katalogu svítidel.



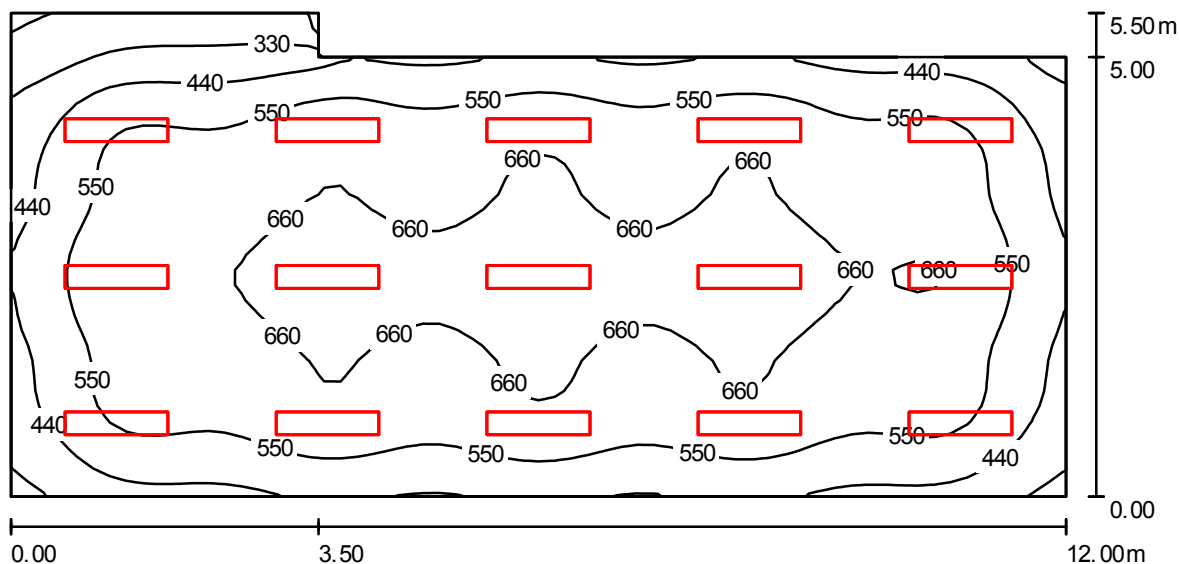
Klasifikace svítidel dle CIE: 86
Kód CIE Flux Code: 38 68 89 86 73

Výstup světla 1:

Vyhodnocení oslnění dle UGR											
ρ Strop	70	70	50	50	30	70	70	50	50	30	
ρ Stěny	50	30	50	30	30	50	30	50	30	30	
ρ Podlaha	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	
Velikost místnosti	Směr pohledu napříč k ose lampy					Podélný směr pohledu k ose lampy					
X	Y										
2H	2H	17.1	18.4	17.6	18.8	19.4	16.7	17.9	17.1	18.4	18.9
	3H	19.3	20.5	19.9	21.0	21.5	18.0	19.2	18.5	19.7	20.2
	4H	20.4	21.5	20.9	22.0	22.6	18.4	19.5	18.9	20.0	20.6
	6H	21.3	22.3	21.9	22.9	23.5	18.7	19.7	19.2	20.2	20.8
	8H	21.7	22.7	22.3	23.3	23.9	18.7	19.7	19.3	20.2	20.9
12H	22.1	23.1	22.7	23.6	24.3	18.7	19.7	19.3	20.2	20.9	
4H	2H	17.7	18.8	18.3	19.3	19.9	17.4	18.4	17.9	19.0	19.5
	3H	20.1	21.0	20.7	21.6	22.2	18.9	19.8	19.5	20.4	21.0
	4H	21.2	22.1	21.8	22.7	23.3	19.5	20.3	20.1	20.9	21.5
	6H	22.3	23.1	23.0	23.7	24.4	19.8	20.6	20.5	21.2	21.9
	8H	22.8	23.5	23.5	24.2	24.9	20.0	20.7	20.6	21.3	22.0
12H	23.3	24.0	24.0	24.6	25.3	20.1	20.7	20.7	21.3	22.0	
8H	4H	21.5	22.1	22.1	22.8	23.5	19.9	20.6	20.5	21.2	21.9
	6H	22.7	23.3	23.4	24.0	24.7	20.5	21.1	21.2	21.7	22.5
	8H	23.4	23.9	24.0	24.5	25.3	20.7	21.2	21.4	21.9	22.7
	12H	24.0	24.5	24.7	25.2	25.9	20.9	21.4	21.6	22.0	22.8
	12H	21.5	22.1	22.1	22.7	23.4	20.0	20.6	20.6	21.2	22.0
6H	22.8	23.3	23.5	24.0	24.7	20.7	21.2	21.3	21.8	22.6	
8H	23.5	23.9	24.2	24.6	25.4	21.0	21.4	21.7	22.1	22.9	
Variance polohy pozorovatele pro vzdálenosti svítidel S											
S = 1.0H	+0.1 / -0.1					+0.1 / -0.1					
S = 1.5H	+0.2 / -0.2					+0.2 / -0.3					
S = 2.0H	+0.3 / -0.3					+0.4 / -0.7					
Standardní tabulka	BK09					BK06					
Korekturní sčítanec	6,6					3,0					
Korigované oslňovací indexy, vztaheny na 8735lm Celkový světelný tok											

Zpracovatel Bc. Miloš Bešta
Telefon
Fax
e-mail mbest@centrum.cz

Místnost 1 / Shrnutí



Výška místnosti: 3.500 m, Montážní výška: 3.000 m, Činitel údržby: 0.80

Hodnoty v Lux, Měřítko 1:86

Plocha	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Uživatelská úroveň	/	571	206	743	0.360
Podlaha	20	511	230	640	0.450
Strop	70	97	61	113	0.628
Stěny (6)	50	202	59	362	/

Uživatelská úroveň:

Výška: 0.850 m
Rastr: 64 x 32 Body
Okrajová zóna: 0.000 m

Kusovník svítidel

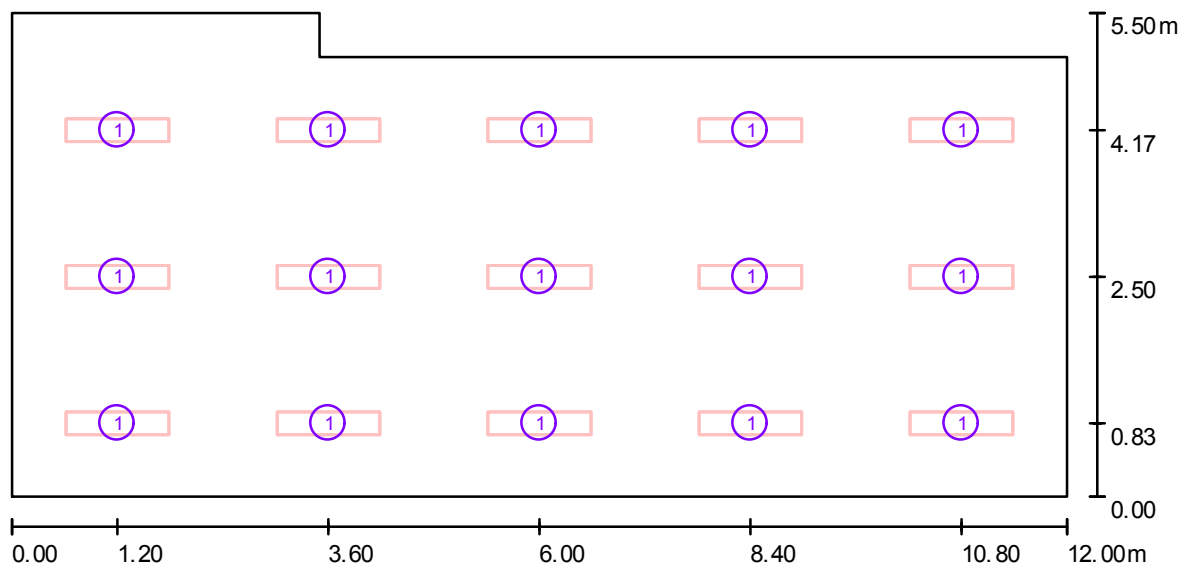
Č.	ks	Označení (Opravný faktor)	Φ (Svítilno) [lm]	Φ (Zdroje:) [lm]	P [W]
1	15	Kanlux S.A. www.kanlux.com nr kat. 4827 TOKEN 236 NT (1.000)	3293	5700	88.0

Celkem: 49398 Celkem: 85500 1320.0

Specifický příkon: $21.38 \text{ W/m}^2 = 3.75 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Základní plocha: 61.75 m^2)

Zpracovatel Bc. Miloš Bešta
Telefon
Fax
e-mail mbest@centrum.cz

Místnost 1 / Svítidla (situační plán)



Měřítko 1 : 86

Kusovník svítidel

Č.	ks	Označení
1	15	Kanlux S.A. www.kanlux.com nr kat. 4827 TOKEN 236 NT

Zpracovatel Bc. Miloš Bešta
 Telefon
 Fax
 e-mail mbest@centrum.cz

Místnost 1 / Světelně technické výsledky

Celkový světelný tok: 49398 lm
 Celkový výkon: 1320.0 W
 Činitel údržby: 0.80
 Okrajová zóna: 0.000 m

Plocha	Průměrné intenzity osvětlení [lx]			Stupeň odrazu [%]	Průměrný jas [cd/m ²]
	přímé	nepřímé	celkový		
Uživatelská úroveň	486	85	571	/	/
Podlaha	420	92	511	20	33
Strop	0.00	97	97	70	22
Stěna 1	111	92	203	50	32
Stěna 2	134	91	225	50	36
Stěna 3	113	97	210	50	33
Stěna 4	30	77	107	50	17
Stěna 5	63	82	145	50	23
Stěna 6	126	83	209	50	33

Rovnoměrnosti na pracovní rovině

E_{\min} / E_m : 0.360 (1:3)

E_{\min} / E_{\max} : 0.277 (1:4)

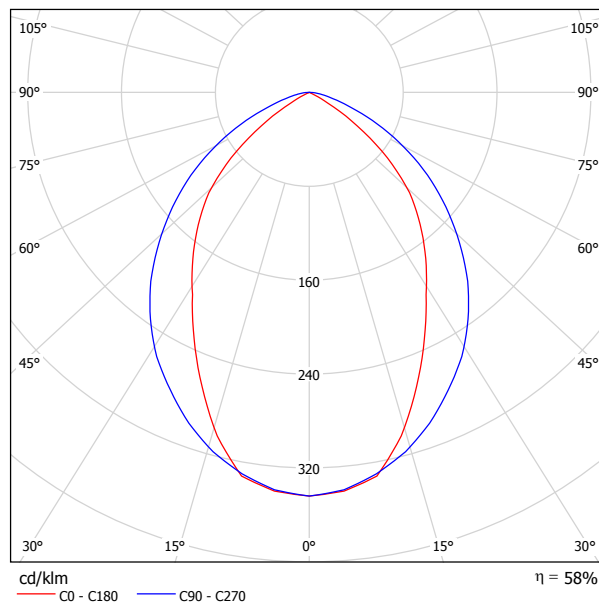
Specifický příkon: $21.38 \text{ W/m}^2 = 3.75 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Základní plocha: 61.75 m^2)

Zpracovatel Bc. Miloš Bešta
Telefon
Fax
e-mail mbest@centrum.cz

Kanlux S.A. www.kanlux.com nr kat. 4827 TOKEN 236 NT / Datový list svítidla

Výstup světla 1:

Obrázek svítidla najdete v našem katalogu svítidel.



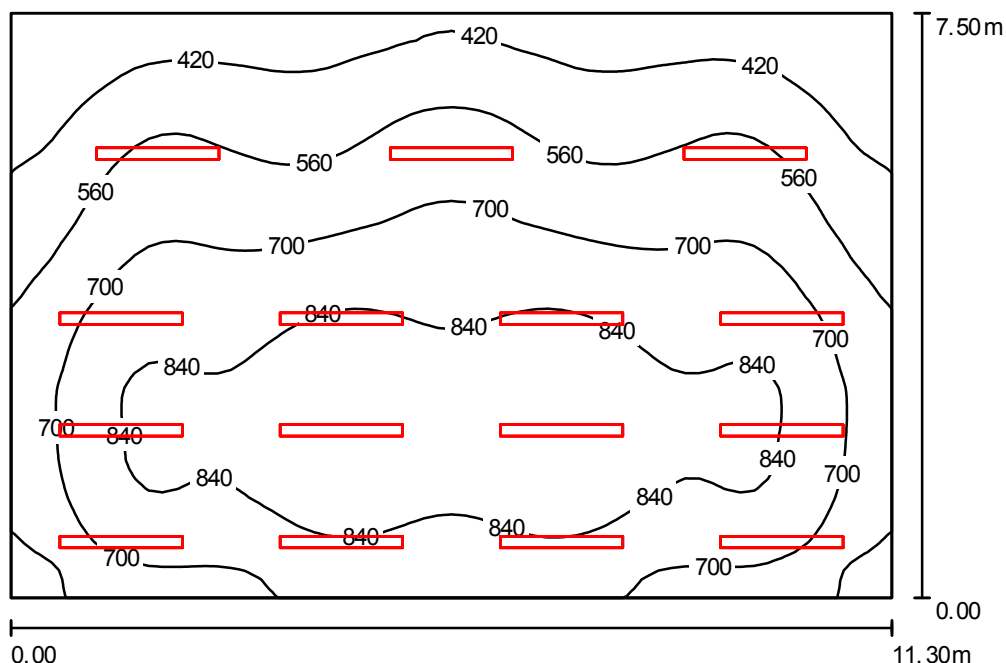
Klasifikace svítidel dle CIE: 100
Kód CIE Flux Code: 65 93 99 100 58

Výstup světla 1:

Vyhodnocení oslnění dle UGR											
ρ Strop	70	70	50	50	30	70	70	50	50	30	
ρ Stěny	50	30	50	30	30	50	30	50	30	30	
ρ Podlaha	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	
Velikost místnosti	Směr pohledu napříč k ose lampy					Podélný směr pohledu k ose lampy					
X	Y										
2H	2H	13.4	14.4	13.6	14.6	14.9	16.9	18.0	17.2	18.2	18.4
	3H	13.2	14.2	13.5	14.4	14.7	17.7	18.7	18.0	18.9	19.2
	4H	13.1	14.0	13.5	14.3	14.6	17.9	18.8	18.2	19.1	19.3
	6H	13.1	13.9	13.4	14.2	14.5	18.0	18.8	18.4	19.1	19.4
	8H	13.0	13.8	13.4	14.1	14.4	18.0	18.8	18.4	19.1	19.4
12H	13.0	13.7	13.4	14.1	14.4	18.1	18.8	18.4	19.1	19.4	
4H	2H	13.8	14.7	14.1	14.9	15.2	16.9	17.8	17.3	18.1	18.4
	3H	13.7	14.4	14.0	14.7	15.1	17.8	18.6	18.2	18.9	19.2
	4H	13.6	14.3	14.0	14.6	15.0	18.1	18.7	18.5	19.1	19.4
	6H	13.6	14.1	14.0	14.5	14.9	18.2	18.8	18.7	19.2	19.6
	8H	13.5	14.0	13.9	14.4	14.8	18.3	18.8	18.7	19.2	19.6
12H	13.5	13.9	13.9	14.3	14.8	18.4	18.8	18.8	19.2	19.6	
8H	4H	13.7	14.2	14.1	14.6	15.0	18.0	18.5	18.4	18.9	19.3
	6H	13.6	14.0	14.1	14.4	14.9	18.2	18.6	18.6	19.0	19.5
	8H	13.6	13.9	14.0	14.4	14.8	18.3	18.6	18.7	19.1	19.6
	12H	13.5	13.8	14.0	14.3	14.8	18.3	18.7	18.8	19.1	19.6
	12H	4H	13.7	14.1	14.1	14.5	14.9	18.0	18.4	18.4	18.8
6H	13.6	14.0	14.1	14.4	14.9	18.2	18.5	18.6	19.0	19.4	
8H	13.6	13.9	14.1	14.3	14.8	18.2	18.5	18.7	19.0	19.5	
Variance polohy pozorovatele pro vzdálenosti svítidel S											
S = 1.0H	+0.8 / -1.4					+0.2 / -0.3					
S = 1.5H	+1.9 / -6.4					+0.8 / -1.0					
S = 2.0H	+3.3 / -10.0					+1.9 / -2.2					
Standardní tabulka	BK01					BK03					
Korekturní sčítanec	-6.2					-1.0					
Korigované oslňovací indexy, vztahy na 5700lm Celkový světelný tok											

Zpracovatel Bc. Miloš Bešta
Telefon
Fax
e-mail mbest@centrum.cz

Dílňa 1 / Shrnutí



Výška místnosti: 3.500 m, Montážní výška: 3.000 m, Činitel údržby: 0.80

Hodnoty v Lux, Měřítko 1:97

Plocha	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Uživatelská úroveň	/	677	283	945	0.419
Podlaha	20	594	303	790	0.511
Strop	70	246	156	363	0.635
Stěny (4)	50	446	217	1132	/

Uživatelská úroveň:

Výška: 0.850 m
Rastr: 64 x 64 Body
Okrajová zóna: 0.000 m

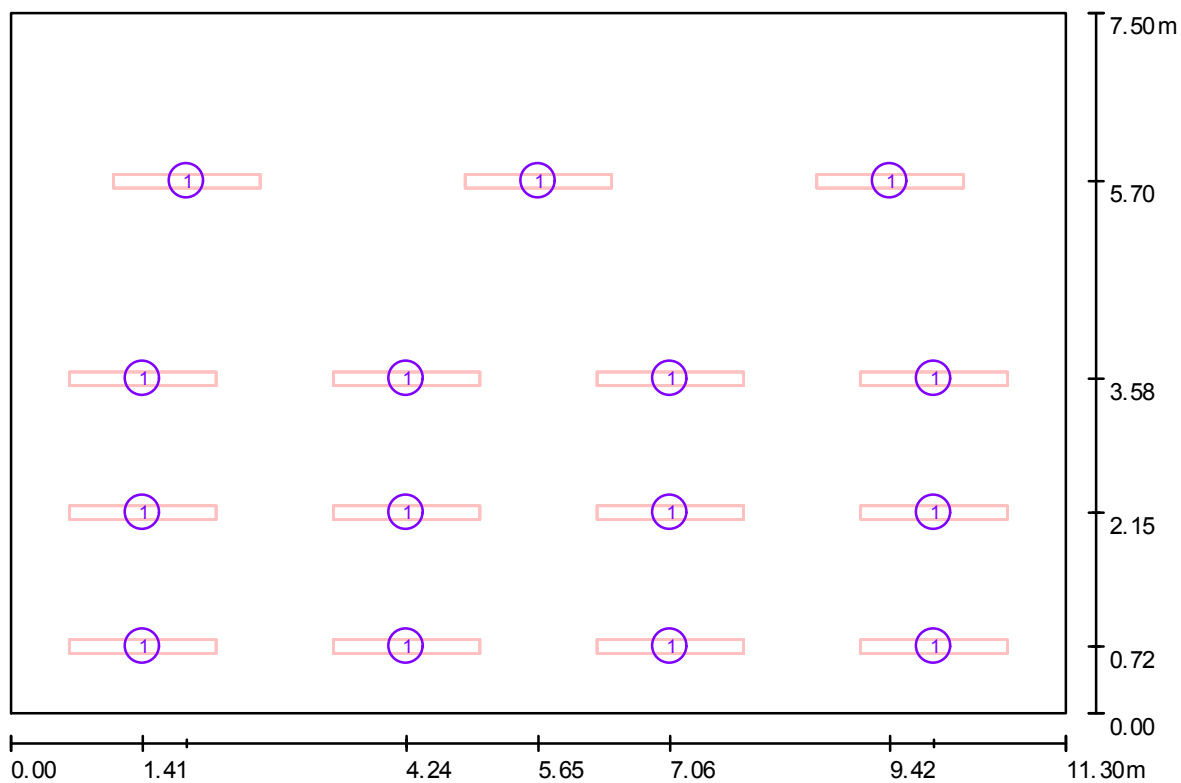
Kusovník svítidel

Č.	ks	Označení (Opravný faktor)	Φ (Svítilno) [lm]	Φ (Zdroje:) [lm]	P [W]
1	15	Kanlux Sp. z o.o. Nr kat. 7, MAH 1258/A - Hermetic Light Fitting IP65 (1.000)	6342	8735	58.0
Celkem:			95125	Celkem: 131025	870.0

Specifický příkon: $10.27 \text{ W/m}^2 = 1.52 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Základní plocha: 84.75 m^2)

Zpracovatel Bc. Miloš Bešta
 Telefon
 Fax
 e-mail mbest@centrum.cz

Dílňa 1 / Svítidla (situační plán)



Měřítko 1 : 81

Kusovník svítidel

Č.	ks	Označení
1	15	Kanlux Sp. z o.o. Nr kat. 7, MAH 1258/A - Hermetic Light Fitting IP65

Zpracovatel Bc. Miloš Bešta
 Telefon
 Fax
 e-mail mbest@centrum.cz

Dílna 1 / Světelně technické výsledky

Celkový světelný tok: 95125 lm
 Celkový výkon: 870.0 W
 Činitel údržby: 0.80
 Okrajová zóna: 0.000 m

Plocha	Průměrné intenzity osvětlení [lx]			Stupeň odrazu [%]	Průměrný jas [cd/m ²]
	přímé	nepřímé	celkový		
Uživatelská úroveň	479	198	677	/	/
Podlaha	397	197	594	20	38
Strop	71	175	246	70	55
Stěna 1	405	174	579	50	92
Stěna 2	219	173	392	50	62
Stěna 3	224	160	384	50	61
Stěna 4	219	175	394	50	63

Rovnoměrnosti na pracovní rovině

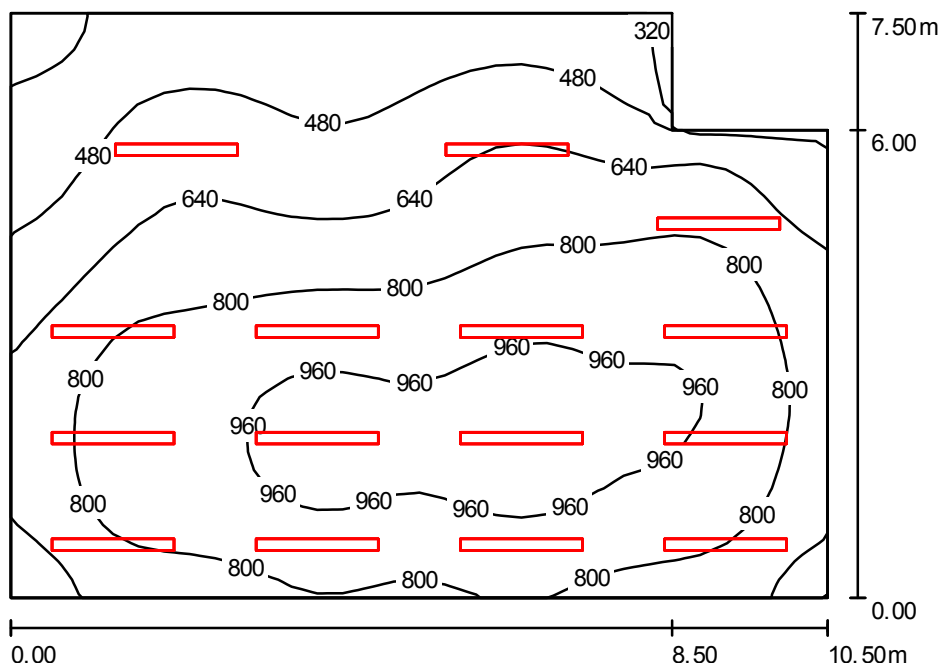
E_{\min} / E_m : 0.419 (1:2)

E_{\min} / E_{\max} : 0.300 (1:3)

Specifický příkon: 10.27 W/m² = 1.52 W/m²/100 lx (Základní plocha: 84.75 m²)

Zpracovatel Bc. Miloš Bešta
Telefon
Fax
e-mail mbest@centrum.cz

Dílňa2 / Shrnutí



Výška místnosti: 3.500 m, Montážní výška: 3.000 m, Činitel údržby: 0.80

Hodnoty v Lux, Měřítko 1:97

Plocha	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Uživatelská úroveň	/	736	278	1034	0.378
Podlaha	20	643	307	864	0.478
Strop	70	268	153	396	0.569
Stěny (6)	50	488	212	1227	/

Uživatelská úroveň:

Výška: 0.850 m
Rastr: 32 x 32 Body
Okrajová zóna: 0.000 m

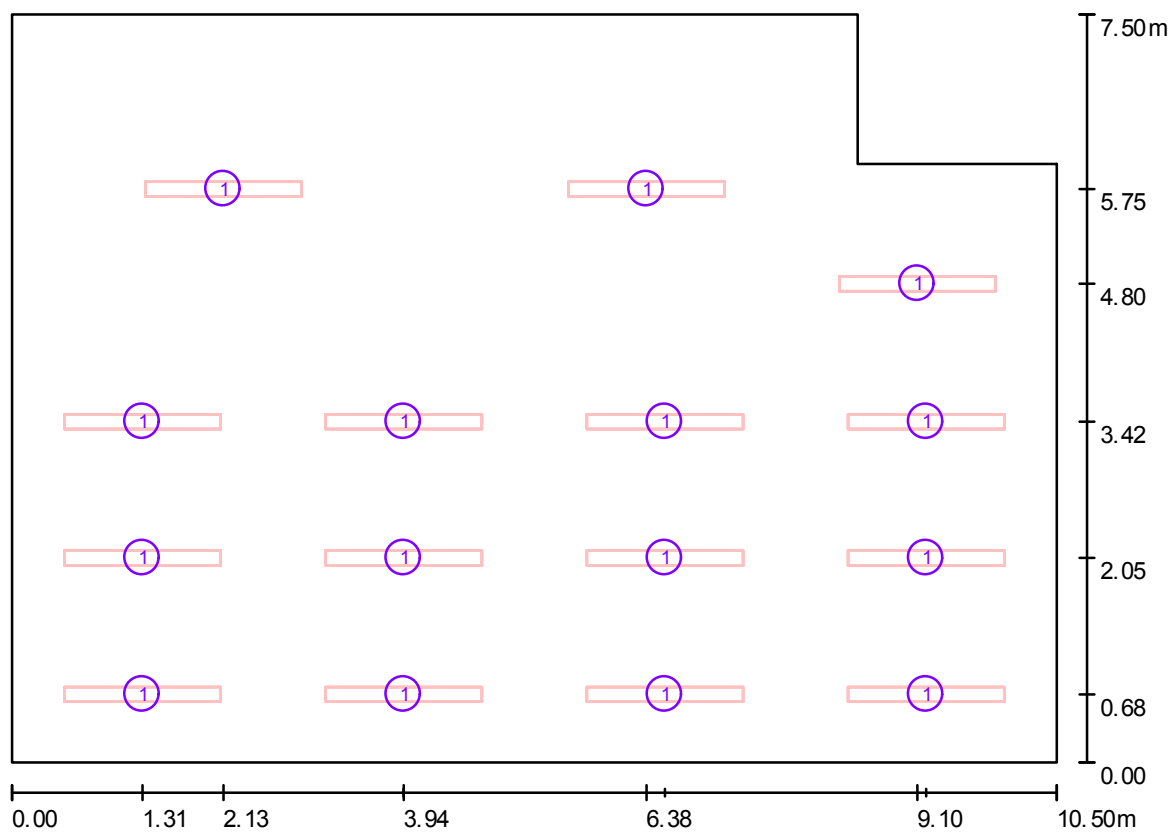
Kusovník svítidel

Č.	ks	Označení (Opravný faktor)	Φ (Svítilno) [lm]	Φ (Zdroje:) [lm]	P [W]
1	15	Kanlux Sp. z o.o. Nr kat. 7, MAH 1258/A - Hermetic Light Fitting IP65 (1.000)	6342	8735	58.0
Celkem:			95125	Celkem: 131025	870.0

Specifický příkon: $11.49 \text{ W/m}^2 = 1.56 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Základní plocha: 75.75 m^2)

Zpracovatel Bc. Miloš Bešta
 Telefon
 Fax
 e-mail mbest@centrum.cz

Dílňa2 / Svítidla (situační plán)



Měřítko 1 : 76

Kusovník svítidel

Č.	ks	Označení
1	15	Kanlux Sp. z o.o. Nr kat. 7, MAH 1258/A - Hermetic Light Fitting IP65

Zpracovatel Bc. Miloš Bešta
 Telefon
 Fax
 e-mail mbest@centrum.cz

Dílna2 / Světelně technické výsledky

Celkový světelný tok: 95125 lm
 Celkový výkon: 870.0 W
 Činitel údržby: 0.80
 Okrajová zóna: 0.000 m

Plocha	Průměrné intenzity osvětlení [lx]			Stupeň odrazu [%]	Průměrný jas [cd/m ²]
	přímé	nepřímé	celkový		
Uživatelská úroveň	518	217	736	/	/
Podlaha	427	216	643	20	41
Strop	77	191	268	70	60
Stěna 1	318	207	525	50	84
Stěna 2	105	167	272	50	43
Stěna 3	227	168	395	50	63
Stěna 4	227	184	411	50	65
Stěna 5	445	192	637	50	101
Stěna 6	289	210	498	50	79

Rovnoměrnosti na pracovní rovině

E_{\min} / E_m : 0.378 (1:3)

E_{\min} / E_{\max} : 0.269 (1:4)

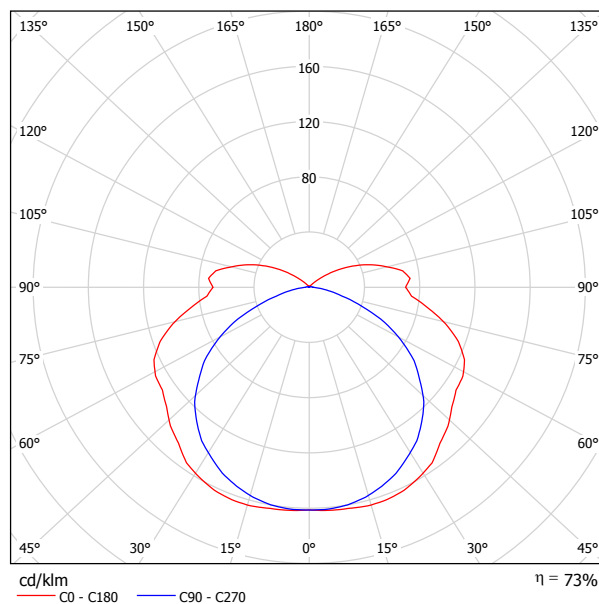
Specifický příkon: 11.49 W/m² = 1.56 W/m²/100 lx (Základní plocha: 75.75 m²)

Zpracovatel Bc. Miloš Bešta
Telefon
Fax
e-mail mbest@centrum.cz

Kanlux Sp. z o.o. Nr kat. 7, MAH 1258/A - Hermetic Light Fitting IP65 / Datový list svítidla

Výstup světla 1:

Obrázek svítidla najdete v našem katalogu svítidel.



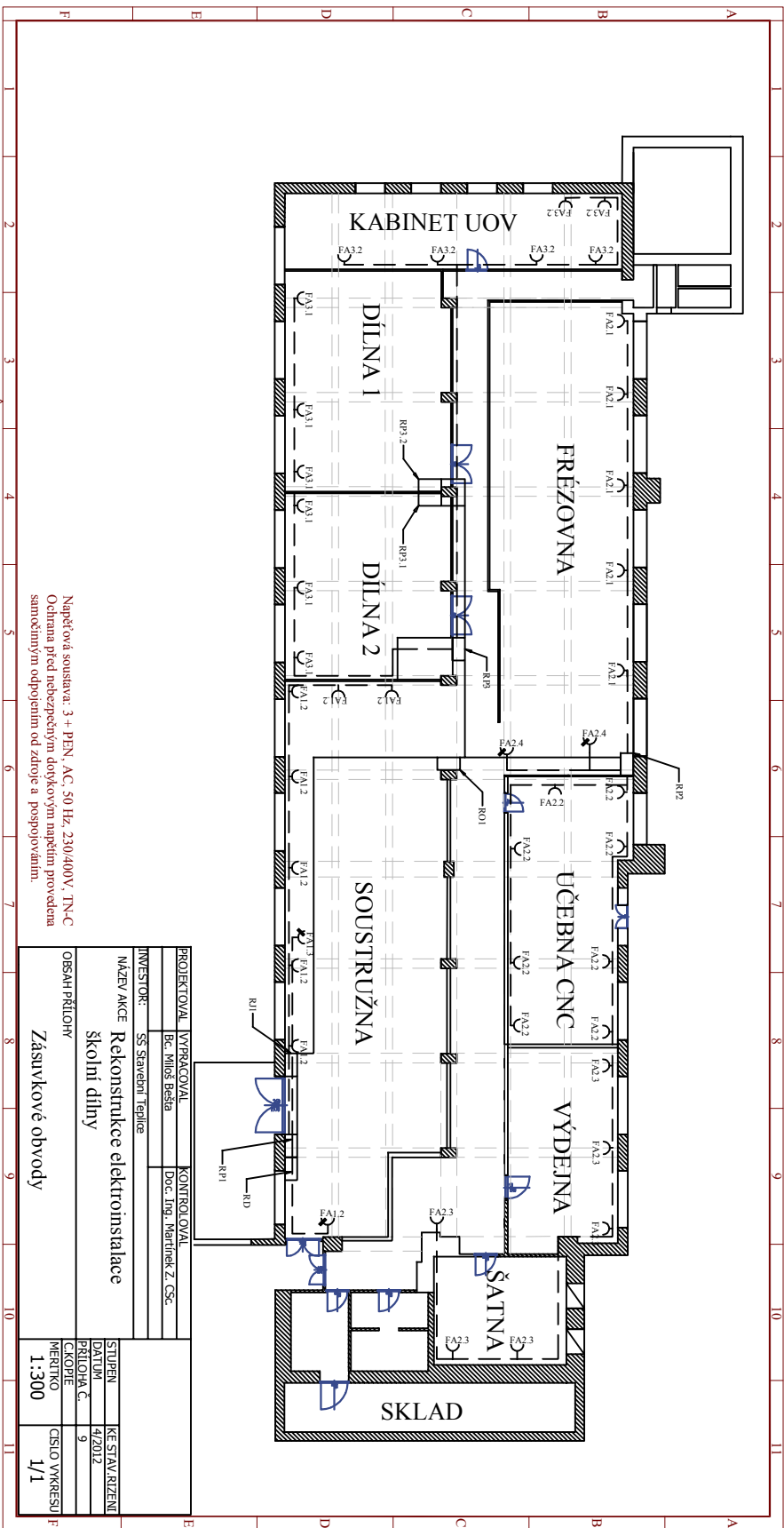
Klasifikace svítidel dle CIE: 86
Kód CIE Flux Code: 38 68 89 86 73

Výstup světla 1:

Vyhodnocení oslnění dle UGR											
ρ Strop	70	70	50	50	30	70	70	50	50	30	
ρ Stěny	50	30	50	30	30	50	30	50	30	30	
ρ Podlaha	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	
Velikost místnosti	Směr pohledu napříč k ose lampy					Podélný směr pohledu k ose lampy					
X	Y										
2H	2H	17.1	18.4	17.6	18.8	19.4	16.7	17.9	17.1	18.4	18.9
	3H	19.3	20.5	19.9	21.0	21.5	18.0	19.2	18.5	19.7	20.2
	4H	20.4	21.5	20.9	22.0	22.6	18.4	19.5	18.9	20.0	20.6
	6H	21.3	22.3	21.9	22.9	23.5	18.7	19.7	19.2	20.2	20.8
	8H	21.7	22.7	22.3	23.3	23.9	18.7	19.7	19.3	20.2	20.9
	12H	22.1	23.1	22.7	23.6	24.3	18.7	19.7	19.3	20.2	20.9
4H	2H	17.7	18.8	18.3	19.3	19.9	17.4	18.4	17.9	19.0	19.5
	3H	20.1	21.0	20.7	21.6	22.2	18.9	19.8	19.5	20.4	21.0
	4H	21.2	22.1	21.8	22.7	23.3	19.5	20.3	20.1	20.9	21.5
	6H	22.3	23.1	23.0	23.7	24.4	19.8	20.6	20.5	21.2	21.9
	8H	22.8	23.5	23.5	24.2	24.9	20.0	20.7	20.6	21.3	22.0
	12H	23.3	24.0	24.0	24.6	25.3	20.1	20.7	20.7	21.3	22.0
8H	4H	21.5	22.1	22.1	22.8	23.5	19.9	20.6	20.5	21.2	21.9
	6H	22.7	23.3	23.4	24.0	24.7	20.5	21.1	21.2	21.7	22.5
	8H	23.4	23.9	24.0	24.5	25.3	20.7	21.2	21.4	21.9	22.7
	12H	24.0	24.5	24.7	25.2	25.9	20.9	21.4	21.6	22.0	22.8
	4H	21.5	22.1	22.1	22.7	23.4	20.0	20.6	20.6	21.2	22.0
	8H	22.8	23.3	23.5	24.0	24.7	20.7	21.2	21.3	21.8	22.6
12H	8H	23.5	23.9	24.2	24.6	25.4	21.0	21.4	21.7	22.1	22.9
	8H	23.5	23.9	24.2	24.6	25.4	21.0	21.4	21.7	22.1	22.9
Variance polohy pozorovatele pro vzdálenosti svítidel S											
S = 1.0H	+0.1 / -0.1					+0.1 / -0.1					
S = 1.5H	+0.2 / -0.2					+0.2 / -0.3					
S = 2.0H	+0.3 / -0.3					+0.4 / -0.7					
Standardní tabulka	BK09					BK06					
Korekturní sčítanec	6.6					3.0					
Korigované oslňovací indexy, vztaheny na 8735lm Celkový světelný tok											

Specifikace přístrojů			Příloha č.8
označení	typ	popis	výrobce
FA0.1	BC160NT305-160-L	jistič 3x160A/L	OEZ
FA0.2	LST-80B-3	jistič 3x80/B 10kA	OEZ
FA0.3	LST-80B-3	jistič 3x80/B 10kA	OEZ
FA0.4	LST-40B-3	jistič 3x40/B 10kA	OEZ
FA0.5	LPN-32B-3	jistič 3x32/B 10kA	OEZ
FA1	LPN-63B-3	jistič 3x63A/B 10kA	OEZ
FA1.1	LPN-32B-3	jistič 3x32A/B 10kA	OEZ
FA1.2	LPN-16C-1	jistič 1x16A/C 10kA	OEZ
FA1.3	LPN-16C-3	jistič 3x16A/C 10kA	OEZ
FA2	LPN-63B-3	jistič 3x63A/B 10kA	OEZ
FA2.1	LPN-16C-1	jistič 1x16A/C 10kA	OEZ
FA2.2	LPN-16C-1	jistič 1x16A/C 10kA	OEZ
FA2.3	LPN-16C-1	jistič 1x16A/C 10kA	OEZ
FA2.4	LPN-16C-3	jistič 3x16A/C 10kA	OEZ
FA3	LPN-32C-3	jistič 3x32A/C 10kA	OEZ
FA3.1	LPN-16C-1	jistič 1x16A/C 10kA	OEZ
FA3.2	LPN-16C-1	jistič 1x16A/C 10kA	OEZ
FA3.3	LPN-16C-3	jistič 3x16A/C 10kA	OEZ
FA3.4	LPN-16C-3	jistič 3x16A/C 10kA	OEZ
FA3.5	LPN-25B-3	jistič 3x25A/C 10kA	OEZ
FA3.6	LPN-25B-3	jistič 3x25A/C 10kA	OEZ
FA3.11	LPN-20C-3	jistič 3x20A/C 10kA	OEZ
FA3.21	LPN-20C-3	jistič 3x20A/C 10kA	OEZ
FA11.1	LPN-16B-1	jistič 1x16A/B 10kA	OEZ
označení	typ	popis	výrobce
QF1.1	SM253-16	motorový spouštěč 11...16A / 400V	OEZ
QF1.2	SM253-16	motorový spouštěč 11...16A / 400V	OEZ
QF1.3	SM253-16	motorový spouštěč 11...16A / 400V	OEZ
QF1.4	SM253-16	motorový spouštěč 11...16A / 400V	OEZ
QF1.5	SM253-16	motorový spouštěč 11...16A / 400V	OEZ
QF1.6	SM253-16	motorový spouštěč 11...16A / 400V	OEZ
QF1.7	SM253-16	motorový spouštěč 11...16A / 400V	OEZ
QF1.8	SM253-16	motorový spouštěč 11...16A / 400V	OEZ
QF1.9	SM253-16	motorový spouštěč 11...16A / 400V	OEZ
QF1.10	SM253-16	motorový spouštěč 11...16A / 400V	OEZ
QF1.11	SM253-16	motorový spouštěč 11...16A / 400V	OEZ
QF1.12	SM253-16	motorový spouštěč 11...16A / 400V	OEZ
QF1.13	SM253-10	motorový spouštěč 7-10A / 400V	OEZ
QF1.14	SM253-10	motorový spouštěč 7-10A / 400V	OEZ
QF1.15	SM253-16	motorový spouštěč 11...16A / 400V	OEZ
QF1.16	SM253-6,3	motorový spouštěč 4,5-6,3A / 400V	OEZ
QF2.1	SM253-16	motorový spouštěč 11...16A / 400V	OEZ
QF2.2	SM253-16	motorový spouštěč 11...16A / 400V	OEZ
QF2.3	SM253-16	motorový spouštěč 11...16A / 400V	OEZ
QF2.4	SM253-16	motorový spouštěč 11...16A / 400V	OEZ
QF2.5	SM253-16	motorový spouštěč 11...16A / 400V	OEZ
QF2.6	SM253-16	motorový spouštěč 11...16A / 400V	OEZ

QF2.7	SM253-16	motorový spouštěč 11...16A / 400V	OEZ
QF2.8	SM253-16	motorový spouštěč 11...16A / 400V	OEZ
QF2.9	SM253-16	motorový spouštěč 11...16A / 400V	OEZ
QF2.10	SM253-16	motorový spouštěč 11...16A / 400V	OEZ
QF2.11	SM253-12,5	motorový spouštěč 9-12,5A / 400V	OEZ
QF2.12	SM253-16	motorový spouštěč 11-16A / 400V	OEZ
QF2.13	SM253-4	motorový spouštěč 2,8-4A / 400V	OEZ
QF2.14	SM253-10	motorový spouštěč 7-10A / 400V	OEZ
QF2.15	SM253-10	motorový spouštěč 7-10A / 400V	OEZ
QF2.16	SM253-6,3	motorový spouštěč 4,5-6,3A / 400V	OEZ
QF3.11	SM123-10	motorový spouštěč 7...10A / 400V	OEZ
QF3.12	SM123-10	motorový spouštěč 7...10A / 400V	OEZ
QF3.13	SM123-6,3	motorový spouštěč 4,5...6,3A / 400V	OEZ
QF3.14	SM123-2,5	motorový spouštěč 1,8...2,5A / 400V	OEZ
QF3.21	SM123-10	motorový spouštěč 7...10A / 400V	OEZ
QF3.22	SM123-2,5	motorový spouštěč 1,8...2,5A / 400V	OEZ
QF3.23	SM123-6,3	motorový spouštěč 4,5...6,3A / 400V	OEZ
QF3.24	SM123-2,5	motorový spouštěč 1,8...2,5A / 400V	OEZ
QF11.1	SM253-20	motorový spouštěč 14...20A / 400V	OEZ
označení	typ	popis	výrobce
FA0.1-NO	SV-BC-X230	napěťová spoušť	OEZ
FA0.2-NO	SV-LP	napěťová spoušť	OEZ
FA0.3-NO	SV-LP	napěťová spoušť	OEZ
FA0.4-NO	SV-LP	napěťová spoušť	OEZ
QM1-NO	SV-LP	napěťová spoušť	OEZ
QM2-NO	SV-LP	napěťová spoušť	OEZ
FA3-NO	SV-LP	napěťová spoušť	OEZ
FA3.1-NO	SV-LP	napěťová spoušť	OEZ
FA3.2-NO	SV-LP	napěťová spoušť	OEZ
FA	SV-LP	napěťová spoušť	OEZ
označení	typ	popis	výrobce
FIA1	OFI-40-4-030AC	proudový chránič 4p 30mA/40A-AC	OEZ
FIA2	OFI-40-4-030AC		1 OEZ
FIA3	OFI-40-4-030AC	proudový chránič 4p 30mA/40A-AC	OEZ
označení	typ	popis	výrobce
QM11.1	APN-32-3	výkonový spínač 3x32A/400V	OEZ
QM2	APN-63-3	výkonový spínač 3x63A/400V	OEZ
QM1	APN-63-3	výkonový spínač 3x63A/400V	OEZ
QL1	APN-32-3	výkonový spínač 3x32A/400V	OEZ



Napřevň sounstava: 3 + PEN, AC, 50 Hz, 230/400V, TN-C
 Ochrana před nebezpeřným dotykovým napřevním provodena
 samostatným odpojnem od zdroje a pospojováním.

PROJEKTOVAL	VYPRACOVAL	KONTROLOVAL	STUPEŇ	KE STAV.ŘIZENÍ
INVESTOR:	Doc. Ing. Martinek Z. CSC.		DATAŇ	PRÍLOHA C.
NÁZEV AKCE	Rekonstrukce elektroinstalace		PRÍLOHA C.	9
OSAH PRÍLOHY	školiň dílny		ČÍSLO	1:300
	Zásuvkové obvody		ČÍSLO VYKRESU	1/1