



## **POPIS PŘEDMĚTU ZAKÁZKY**

Tento dokument obsahuje popis požadavků na zavedení systému energetického managementu v areálu VŠB-TUO, v budovách IET, CPIT, VSH a dalších v rámci veřejné zakázky „***Zavedení systému energetického managementu v areálu VŠB-TUO – budova IET, CPIT, VSH a další - II.***“

Součástí tohoto dokumentu je rovněž Technická zpráva - Měření a regulace včetně příloh.

### **1. Osazení hlavních přívodu elektrické energie**

Celý kampus má dva přívody elektrické energie. První přívod se nachází v rozvodně SS a je pro většinu budov kampusu. Druhý přívod se nachází v budově EN a je zdrojem elektrické energie pro budovy N, N-Energoblok, FEI, VEC 3, IT4I a areál USSS.

Z důvodu nedostatku místa nelze osadit nový elektroměr, proto oba přívody budou osazeny novou sestavou pro odečet ze stávajících elektroměrů a odečty z nich budou začleněny do energetického managementu. U sestavy pro odečet je požadován komunikační výstup po ethernetu a běžný komunikační protokol, který zvládá online komunikaci se SCADA systémem ClearSCADA.

Požadovaná data z elektroměru:

- **Spotřeba kWh za ¼ maxima**
- **Hodnota účinníku**

### **2. Měření spotřeby elektrické energie pro výrobu chladu**

Vzhledem ke struktuře rozvodů elektrické energie v jednotlivých budovách je prakticky umožněno měření okruhů, které jsou z hlediska energetického managementu budov významné. V tomto případě se jedná o okruh chlazení.

Chladicí jednotky jsou umístěny v následujících budovách, kde je možné provést připojení měření spotřeby elektrické energie na výrobu chladu

- **NA**
- **CPI**
- **CPIT**
- **FEI**
- **C**
- **IET**
- **SH**
- **VSH**
- **NK**



Jsou popsány návrhy pro připojení okruhů v jednotlivých budovách.

### **NA**

Pro měření spotřeby elektrické energie pro výrobu chladu je vhodné doplnit následující okruhy:

- Chlazení 1 (místnost NA016, rozváděč RH1, pol.č. 4)

### **CPI**

Pro měření spotřeby elektrické energie pro výrobu chladu je vhodné doplnit následující okruhy:

- Chlazení 1 (místnost PI163, rozváděč RH2, pol.č. 2)
- Chlazení 2 (místnost PI163, rozváděč RH2, pol.č. 2)

### **CPIT**

Pro měření spotřeby elektrické energie pro výrobu chladu je vhodné doplnit následující okruhy:

- Chlazení 1 (místnost RT108, rozváděč RH1, pol.č. 3)
- Chlazení 2 (místnost RT108, rozváděč RH1, pol.č. 3)

### **FEI**

Pro měření spotřeby elektrické energie pro výrobu chladu je vhodné doplnit následující okruhy:

- Chlazení 1 (místnost EB026, rozváděč RH3, pol.č. 3)
- Chlazení 2 (místnost EB026, rozváděč RH3, pol.č. 3)

### **VSH**

Pro měření spotřeby elektrické energie pro výrobu chladu je vhodné doplnit následující okruhy:

- Chlazení 1 (místnost NH140, rozváděč RH1, pol.č. 2)

### **NK**

Pro měření spotřeby elektrické energie pro výrobu chladu je vhodné doplnit následující okruhy:

- Chlazení 1 (místnost NK025, rozváděč ovzd. 3)



### **IET**

Pro měření spotřeby elektrické energie pro výrobu chladu je vhodné doplnit následující okruhy:

- Chlazení 1 (místnost ET121, rozváděč RA1.1)
- Chlazení 2 (místnost ET212, rozváděč RA2.1)
- Chlazení 3 (místnost ET316, rozváděč RA3.1)

### **Budova C**

Pro měření spotřeby elektrické energie pro výrobu chladu je vhodné doplnit následující okruhy:

- Chlazení 1 (místnost C201, rozváděč RMVZT1)
- Chlazení 2 (místnost C201, rozváděč RMVZT1)
- Chlazení 3 (místnost C201, rozváděč RMVZT1)
- Chlazení 4 (místnost C201, rozváděč RMVZT1)
- Chlazení 5 (místnost C201, rozváděč RMVZT1)
- Chlazení 6 (místnost C201, rozváděč RMVZT1)
- Chlazení 7 (místnost C201, rozváděč RMVZT1)
- Chlazení 8 (místnost C201, rozváděč RMVZT1)
- Chlazení 9 (místnost C201, rozváděč RMVZT1)
- Chlazení 10 (místnost C201, rozváděč RMVZT1)

### **SH**

Pro měření spotřeby elektrické energie pro výrobu chladu by bylo vhodné doplnění venkovního rozváděče RVZT. Bohužel v tomto rozváděči již není místo na dovybavení částí MaR pro měření spotřeby a pro doplnění komunikace by byla nezbytná zřejmě i stavební úprava, což považujeme za stávajícího stavu zbytečné. Jako ekonomicky přijatelné řešení považujeme doplnění společného měření VZT a chlazení pro budovu SH na vývodu ze spínací stanice v místnosti SS9:

- VZT a Chlazení 1 (místnost SS9)



### **3. Měření spotřeby el. energie na budovách VEC3 a FEI**

Pro sjednocení v rámci energetického managementu dojde k výměně stávajících elektroměrů za nové analyzátoři sítě DIRIS Digiware od firmy SOCOMEC. Analyzátoři budou samozřejmě zavedeny do energetického managementu.

### **4. Zavedení měření na nové budovy do systému energetického managementu**

V rámci kampusu se staví nová budova ekonomky. Budova by měla být osazena vhodnými měřiči tepla a analyzátoři sítě DIRIS Digiware firmy SOCOMEC a tudíž nejsou součástí dodávky VI. etapy.

Veškeré měřiče tepla a analyzátoři je potřeba zavést do systému energetického managementu.

### **5. Měření spotřeby tepla na budovách J+K,FEI a NA**

Jako jedny z posledních budov v rámci kampusu je třeba osadit měřiči tepla budovy J+K, budovu FEI a budovu NA. Veškeré měřiče tepla zavést do systému energetického managementu.

#### Okruhy měření tepla budovy J+K:

- VZT1- DN150
- VZT2- DN150
- UT1- DN80
- UT2- DN32
- UT3- DN50

#### Okruhy měření tepla budovy FEI:

- Hlavní přívod – DN150
- FC- DN150
- UT- DN40
- TUV- DN40

#### Okruhy měření tepla budovy NA:

- UT – DN40
- UT-TČ-DN125
- VZT-DN50



- VZT-TČ-DN125
- TUV-DN32
- TUV-TČ1 -DN50
- TUV-TČ2 -DN50

## **6. Sjednocení dokumentace vše dosavadních etap energetického managementu**

Po začlenění všech předchozích bodů do energetického managementu je nutné vypracovat dokumentaci skutečného provedení a sjednotit ji se všemi předchozími etapami.

## **7. Osazení IT**

V rámci rozšiřování energetického managementu dochází k dalším potřebám na poli IT technologie pro rozšíření stávající vnitřní sítě VŠB. Je nutno zakoupit IT vybavení dle požadavku správce sítě VŠB.

# TECHNICKÁ ZPRÁVA

## MĚŘENÍ A REGULACE

**Investor:** VŠB Ostrava  
**Vypracoval:** Ing. Oto Sládek, Ph.D., Ing. Aleš Sládek, Ph.D.  
**Stupeň:** Podklady pro zadávací dokumentaci  
**Část:** Zařízení měření a regulace  
**Datum zpracování:** 10/2016  
**Počet stran:** 73

### Obsah

|                                                                                                       |    |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Obsah.....                                                                                            | 11 |
| Seznam obrázků .....                                                                                  | 14 |
| Seznam tabulek .....                                                                                  | 16 |
| Seznam podkladů .....                                                                                 | 17 |
| Seznam příloh.....                                                                                    | 18 |
| Úvod .....                                                                                            | 20 |
| Vytvoření nadřazeného SCADA systému.....                                                              | 20 |
| Úvod .....                                                                                            | 20 |
| Podmínky pro dodavatele .....                                                                         | 20 |
| Definice pojmů .....                                                                                  | 20 |
| Požadavky na popis předávaných dat .....                                                              | 21 |
| Povolené protokoly .....                                                                              | 21 |
| Požadavky na OPC .....                                                                                | 21 |
| Implementace.....                                                                                     | 22 |
| Připojení existujících SCADA systémů .....                                                            | 22 |
| Úvod .....                                                                                            | 22 |
| Struktura připojení jednotlivých řídicích systémů.....                                                | 24 |
| Možnosti připojení jednotlivých systémů k nadřazenému systému pro jednotlivé technologické celky..... | 25 |
| Siemens Alfa mikrosystem .....                                                                        | 25 |
| Amit .....                                                                                            | 25 |
| Schneider Electric .....                                                                              | 27 |
| Sběr dat pro energetickou optimalizaci budov .....                                                    | 28 |
| Úvod .....                                                                                            | 28 |
| Měření spotřeby tepla.....                                                                            | 29 |
| Měření spotřeby chladu .....                                                                          | 43 |
| Měření spotřeby vody .....                                                                            | 43 |
| Měření spotřeby elektrické energie .....                                                              | 44 |
| Připojení stávajících elektroměrů na rozvodnách VN .....                                              | 45 |
| Připojení nových elektroměrů pro rozvodny NN .....                                                    | 46 |
| Zapojení jednotlivých okruhů.....                                                                     | 47 |
| Měření spotřeby el. energie v rozvodech jednotlivých budov.....                                       | 55 |
| Chlazení .....                                                                                        | 55 |
| Tepelná čerpadla .....                                                                                | 62 |
| Vzduchotechnická zařízení .....                                                                       | 62 |

|                                             |    |
|---------------------------------------------|----|
| Veřejné osvětlení.....                      | 62 |
| Požadavky na zhotovitele, výkaz výměr ..... | 70 |
| Výkaz výměr .....                           | 70 |
| Požadavky na zhotovitele.....               | 71 |
| Závazné požadavky.....                      | 71 |
| Postup výstavby.....                        | 71 |



## Seznam obrázků

|                                                                                              |    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Obr. 1 - Schéma navrhované struktury připojení nových systémů .....                          | 23 |
| Obr. 2- Kompaktní řídicí systém Modicon M221 od fy Schneider Electric.....                   | 24 |
| Obr. 3 Schéma připojení čidel do řídicí jednotky a její napojení do vnějšího prostředí ..... | 25 |
| Obr. 4 - Systém Amit v budově IET .....                                                      | 26 |
| Obr. 5 - Systém Amit v budově UMŠ .....                                                      | 26 |
| Obr. 6 - Schéma areálu VŠB v části Ostrava - Poruba.....                                     | 29 |
| Obr. 7 - Kalorimetr na primárním zdroji tepla - přívod v UMŠ.....                            | 30 |
| Obr. 8 - Schéma zapojení pro místnost POR.A.01PP.A003.....                                   | 31 |
| Obr. 9 - Schéma zapojení pro místnost POR.C.01PP.C7 .....                                    | 32 |
| Obr. 10 - Schéma zapojení pro místnost POR.B.01NP.B104 .....                                 | 32 |
| Obr. 11 - Schema zapojení Předávací stanice budova D .....                                   | 33 |
| Obr. 12 - Schéma zapojení pro místnost POR.N.001NP.N103 .....                                | 34 |
| Obr. 13 - Schéma zapojení pro místnost POR.SH.01NP.SH103 .....                               | 34 |
| Obr. 14- Schéma zapojení pro místnost POR.VSH.01NP.NH139.....                                | 35 |
| Obr. 15 - Schéma zapojení pro místnost POR.GP.01PP.GP3 .....                                 | 36 |
| Obr. 16 - Schéma zapojení pro místnost POR.M5.01PP.NM007 .....                               | 36 |
| Obr. 17 - Schéma zapojení pro místnost POR.NK.01PP.NK013.....                                | 37 |
| Obr. 18 - Schéma zapojení pro místnost POR.NA.01PP.NA022 .....                               | 38 |
| Obr. 19 - Schéma zapojení pro místnost POR.FEI.01PP.EA004 .....                              | 38 |
| Obr. 20 - Schéma zapojení pro místnost POR.CPI.01NP.PI158 .....                              | 39 |
| Obr. 21 - Schéma zapojení pro místnost POR.IET.01NP.ET109.....                               | 40 |
| Obr. 22 - Schéma zapojení pro místnost POR.CTL.01NP.RT111.....                               | 41 |
| Obr. 23 - Schéma připojení pro místnost VC3.01NP.PV113 .....                                 | 42 |
| Obr. 24 - Schéma zapojení pro místnost VC2.01NP.PV123.....                                   | 42 |
| Obr. 25 - Schéma rozvodů VN a NN v areálu VŠB .....                                          | 44 |
| Obr. 26 - Měření na přívodu v rozvodně TR609 v budově F .....                                | 46 |
| Obr. 27 - Typový převodník M-Bus - Ethernet, s 12ti připojitelnými M-Bus linkami .....       | 46 |
| Obr. 28 - Multimentr PM3255 od fy. Schneider electric.....                                   | 47 |
| Obr. 29 - Schéma zapojení - rozvodna NN v budově SS9 .....                                   | 48 |
| Obr. 30 - Schéma zapojení v m.č. NA016 .....                                                 | 48 |
| Obr. 31 - Schéma zapojení pro místnost PI163 .....                                           | 49 |
| Obr. 32 - Schéma zapojení pro místnost RT108 .....                                           | 49 |
| Obr. 33 - Schéma zapojení pro místnost ET111 .....                                           | 50 |
| Obr. 34 - Schéma zapojení pro místnost E127 .....                                            | 51 |
| Obr. 35 - Schéma připojení pro místnost F129 .....                                           | 51 |
| Obr. 36 - Schéma zapojení pro místnost G103.....                                             | 52 |
| Obr. 37 - Schéma zapojení pro místnost JD169A .....                                          | 53 |
| Obr. 38 - Schéma zapojení pro místnost EB026 .....                                           | 53 |
| Obr. 39 - Schéma zapojení pro místnost N104.....                                             | 54 |
| Obr. 40 - Schéma zapojení pro místnost V28.....                                              | 54 |
| Obr. 41 - Schéma zapojení měření spotřeby chladu - NA016 .....                               | 56 |
| Obr. 42 - Schéma zapojení měření spotřeby chladu – PI163 .....                               | 56 |

|                                                                |    |
|----------------------------------------------------------------|----|
| Obr. 43 - Schéma zapojení měření spotřeby chladu – RT108 ..... | 57 |
| Obr. 44 - Schéma zapojení měření spotřeby chladu – EB026 ..... | 58 |
| Obr. 45 - Schéma zapojení měření spotřeby chladu – NH140 ..... | 58 |
| Obr. 46 - Schéma zapojení měření spotřeby chladu – NK025.....  | 59 |
| Obr. 47 – Schéma zapojení měření spotřeby chladu – ET121.....  | 59 |
| Obr. 48 – Schéma zapojení měření spotřeby chladu – ET212.....  | 60 |
| Obr. 49 - Schéma zapojení měření spotřeby chladu – ET316 ..... | 60 |
| Obr. 50 - Schéma zapojení měření spotřeby chladu – C201 .....  | 61 |
| Obr. 51 - Schéma zapojení měření spotřeby chladu – SS9.....    | 62 |

### Seznam tabulek

|                                                                                                                                    |    |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Tab. 1 - Seznam řídicích systémů v jednotlivých budovách areálu VŠB .....                                                          | 22 |
| Tab. 2 - Soupis jednotlivých svítidel VO a jejich parametrů .....                                                                  | 67 |
| Tab. 3 - Omezení vyplývající z nařízení Evropské komise - ES č. 245/2009 (zdroj <a href="http://www.svn.cz">www.svn.cz</a> ) ..... | 68 |
| Tab. 4 - Porovnání parametrů jednotlivých typů světelných zdrojů pro VO (zdroj <a href="http://www.svn.cz">www.svn.cz</a> ) .....  | 69 |
| Tab. 5 - Soupis částí výkazu-výměru .....                                                                                          | 71 |

### **Seznam podkladů**

Dokumentace zaslaná objednavatelem ze dne 8.6.2016

Zápis z jednání o energetickém managementu univerzity ze dne 2.6.2016

Fotodokumentace ze dne 2.6.2016

Podklady od hlavního energetika areálu ze dne 6.9.2016

Fotodokumentace ze dne 6.9.2016

Fotodokumentace ze dne 8.9.2016

Podklady ze dne 13.9.2016

Podklady k elektrorozvodnám ze dne 20.9.2016

Telefonické konzultace z průběhu celého trvání projektu

## **Seznam příloh**

Součástí této jsou jako přílohy následující dokumenty

### **Výkazy a výměry**

VSB\_VV\_konkretizovany.xls

VSB\_VV\_parametricky.xls

### **Schémata zapojení UT**

schema\_UT\_A.pdf

schema\_UT\_D.pdf

schema\_UT\_CPIT.pdf

schema\_UT\_GP.pdf

schema\_UT\_NK.pdf

schema\_UT\_N.pdf

schema\_UT\_SH.pdf

schema\_UT\_VSH.pdf

schema\_UT\_NM.pdf

schema\_UT\_FEI.pdf

schema\_UT\_CPI.pdf

schema\_UT\_UMS.pdf

schema\_UT\_VEC3.pdf

schema\_UT\_VEC1\_2.pdf

schema\_UT\_IET.pdf

schema\_UT\_NA.pdf

### **Schémata zapojení MaR pro měření UT**

schema\_UT\_A\_schema.pdf

schema\_UT\_C\_schema.pdf

schema\_UT\_B\_schema.pdf

schema\_UT\_D\_schema.pdf

schema\_UT\_N\_schema.pdf

schema\_UT\_SH\_schema.pdf

schema\_UT\_VSH\_schema.pdf

schema\_UT\_GP\_schema.pdf

schema\_UT\_NM\_schema.pdf

schema\_UT\_NK\_schema.pdf

schema\_UT\_FEI\_schema.pdf

schema\_UT\_CPI\_schema.pdf

schema\_UT\_CPIT\_schema.pdf

schema\_UT\_IET\_schema.pdf

schema\_UT\_UMS\_schema.pdf

schema\_UT\_VEC3\_schema.pdf

schema\_UT\_VEC1\_2\_schema.pdf

schema\_UT\_NA\_schema.pdf

### **Schémata zapojení MaR pro měření spotřeby el. Energie**

schema\_EL\_NA.pdf

schema\_EL\_CPI.pdf

schema\_EL\_CPIT.pdf

schema\_EL\_IET.pdf

schema\_EL\_E.pdf

schema\_EL\_F.pdf

schema\_EL\_G.pdf

schema\_EL\_J.pdf

schema\_EL\_FEI.pdf

schema\_EL\_N.pdf

schema\_EL\_SS.pdf

schema\_EL\_VEC1.pdf

**Schémata zapojení MaR pro měření spotřeby el. Energie včetně výroby chladu**

schema\_EL\_NA\_vcChlazení.pdf

schema\_EL\_CPI\_vcChlazení.pdf

schema\_EL\_CPIT\_vcChlazení.pdf

schema\_EL\_VSH\_vcChlazení.pdf

schema\_EL\_NK\_vcChlazení.pdf

schema\_EL\_IET1\_vcChlazení.pdf

schema\_EL\_IET2\_vcChlazení.pdf

schema\_EL\_IET3\_vcChlazení.pdf

schema\_EL\_C\_vcChlazení.pdf

schema\_EL\_SS\_vcChlazení.pdf

schema\_EL\_FEI\_vcChlazení.pdf

## Úvod

Dokumentace slouží jako podklad pro zadávací dokumentaci pro SCADA systém pro napojení na měření a řídicí systémy instalované na VŠB a to i perspektivní. Dokumentace se týká následujících okruhů:

Vytvoření nadřazeného SCADA systému, resp. systému pro měření a sběr dat v rámci areálu kampusu VŠB

Připojení existujících SCADA systémů do nadřazeného systému

Rozšíření měření a sběru dat pro energetickou optimalizaci budov v kampusu VŠB

V rámci jednotlivých bodů je koncepce řešena jako otevřená, s maximálním akcentem na další možnost rozšíření daného systému a jeho variabilitu.

## Vytvoření nadřazeného SCADA systému

### Úvod

Účelem vzniku centrálního SCADA systému je umožnění kontroly a sběru dat v celém areálu univerzitního kampusu VŠB. Jednotná platforma SCADA systému umožňuje následně:

- Analýzu dat pro jednotlivé budovy
- Porovnání dat z jednotlivých budov mezi sebou a umožnění efektivního směřování investic do rozvoje kampusu
- Optimalizace energetického managementu budov
- Využití reálných dat z měření pro výuku a pro další optimalizaci systému řízení

Pro tyto účely je proto nezbytné vytvořit centralizovanou platformu. Vzhledem k požadavku investora je nezbytná otevřenost systému, tak aby veškerá data mohla být připojena do systému EnergoGuard, vyvinutým na VŠB.

### Podmínky pro dodavatele

Účelem této části dokumentu je mimo jiné i definice požadavků, které musí jednotliví dodavatelé projektů a řešení splňovat, aby bylo VŠB umožněno:

- kdykoliv volně používat data ze systému
- navazovat na jednotlivé projekty dalších dodavatelů
- navazovat na jednotlivá technická řešení dalších dodavatelů

Tyto požadavky budou také nedílnou součástí zadávacích podmínek výběrových řízení a jejich akceptace nutnou podmínkou.

### Definice pojmů

#### DODAVATEL TECHNOLOGICKÉHO ŘEŠENÍ

Dodavatel VŠB, který dodává řešení, jehož součástí je sběr dat. V tomto případě je povinen nabídnout tato data k využití VŠB a to ve formě online poskytování níže uvedeným způsobem.

#### CENTRÁLNÍ SCADA SYSTÉM

Centrální SCADA systém VŠB, který standardizovaným způsobem agreguje data poskytované VŠB. Tato data jsou pak dále zpracovávána, analyzována a poskytována veřejnosti, pokud se nejedná o data obchodního a bezpečnostního charakteru.

## CENTRÁLNÍ DATOVÉ ÚLOŽIŠTĚ

Centrální systém VŠB, který pracuje s různou formou dat, ukládá je a zajišťuje prezentační vrstvy pro VŠB i externí uživatele.

### Požadavky na popis předávaných dat

V případě vzniku nových měření je nezbytné, aby dodavatel u všech nově vzniklých datových bodů předal dodavatel informace v následujícím formátu, tak aby byla možná jejich další implementace do systému:

|                                          |
|------------------------------------------|
| <b>1. Jméno proměnné</b>                 |
| <b>2. Plná adresa</b>                    |
| <b>3. Technologický popis / komentář</b> |
| <b>4. Minimální měřená hodnota</b>       |
| <b>5. Maximální měřená hodnota</b>       |
| <b>6. Perioda měření</b>                 |
| <b>7. Přesnost</b>                       |
| <b>8. Hodnota při výpadku měření</b>     |

V případě, že budou data předávána přes OPC rozhraní a dodaný OPC server bude schopen data předávat sám, dodavatel i v tomto případě soupis poskytne.

### Povolené protokoly

Primárně podporovaným protokolem pro přenos z řídicích systémů je MODBUS TCP/IP. Pokud dodávané řešení tento protokol nebude podporovat, je dodavatel na vlastní náklady povinen zajistit jiné technické řešení, které tuto podporu bude mít, nebo použít OPC rozhraní (viz další popis) a data předávat na něm.

### Požadavky na OPC

Pro externí dodavatele technických a technologických zařízení, které disponují datovými výstupy a budou provozovat systémy kategorie SCADA, bude platit povinnost poskytovat data do centrálního SCADA serveru VŠB minimálně s rozhraním ve verzi OPC Data Access 2.05b, nebo vyšší.

- Standardní řešení – je využito OPC rozhraní s definovanými předávanými daty
- Standardní řešení s komunikací – mezi řešením Dodavatele a Centrální SCADA systém je vloženo unifikované HW řešení, které převede data na OPC formu pro SCADA systém.

Pro případ, že dodavatel nebude schopen tuto část zabezpečit, má VŠB připravenou unifikovanou variantu, na kterou se dodavatel může připojit a tak přenos dat zabezpečit. V tomto případě jsou náklady na připojení součástí dodávky nového systému.

#### PODMÍNKY PRO PŘEVZETÍ DO TRVALÉHO PROVOZU

- Předání projektové dokumentace skutečného stavu připojovaného systému
- Předání uživatelské dokumentace připojovaného systému
- Předání adresace předávaných dat připojovaného systému
- Ukončení testovacího provozu (minimálně týden) předávání dat



- Systém musí být oběma stranami ve shodě prohlášen za funkční a to bez jakýchkoliv vad včetně vad nebránících provozu. Toto prohlášení by mělo být formalizováno formou předávacího protokolu

## Implementace

Implementace systému by měla probíhat podle schváleného harmonogramu prací. Průběh prací by měl být průběžně dokumentován pomocí schvalovaného montážního deníku.

V průběhu přebírání systému by měly být odzkoušeny všechny datové body (předávaná data) a to následujícím způsobem: O funkčnosti jednotlivých bodů se povede protokol. Zápis o prozkoušení jednotlivých bodů bude podepsán zodpovědným pracovníkem odběratele (VŠB nebo pověřená organizace) a zodpovědným pracovníkem dodavatele. Pokud budou v systému prováděny změny, které by měly mít vliv na funkčnost systému, musí být celý postup znovu opakován. Důsledným opakováním této procedury se předejde problémům při provozu.

Na závěr implementace by mělo proběhnout zaškolení kompletní obsluhy, přidělení uživatelských práv a další úkony nezbytné pro uvedení systému do provozu.

Následovat bude zkušební provoz. Délku zkušebního provozu je minimálně 14 dní. Od skončení zkušebního provozu začne běžet záruční doba.

## Připojení existujících SCADA systémů

### Úvod

V rámci kampusu existují různá technologická řešení managementu technologií budov.

V současné době se vyskytují následující řídicí systémy, viz tabulka níže

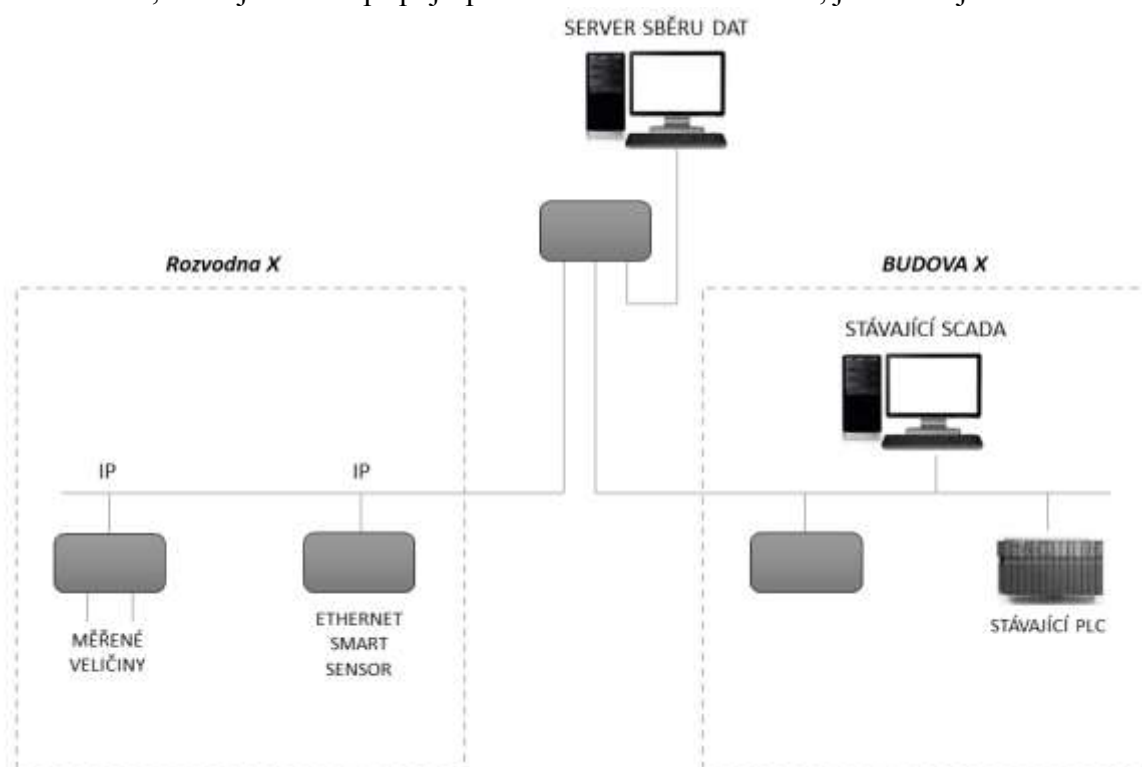
| Zkratka | Budova                                     | Řídicí systém             |
|---------|--------------------------------------------|---------------------------|
| NA      | Nová aula                                  | Siemens Alfa mikrosystems |
| NK      | Nová knihovna                              | Siemens Alfa mikrosystems |
| GP      | geologický pavilon                         | Siemens Alfa mikrosystems |
| A       |                                            | Siemens Alfa mikrosystems |
| B       |                                            | Siemens Alfa mikrosystems |
| C       |                                            | Siemens Alfa mikrosystems |
| D       |                                            | Siemens Alfa mikrosystems |
| E       |                                            | Siemens Alfa mikrosystems |
| F       |                                            | Siemens Alfa mikrosystems |
| G       |                                            | Siemens Alfa mikrosystems |
| H       |                                            | Siemens Alfa mikrosystems |
| J       |                                            | Siemens Alfa mikrosystems |
| K       |                                            | Siemens Alfa mikrosystems |
| N       |                                            | Siemens Alfa mikrosystems |
| NM      | Menza                                      | Siemens Alfa mikrosystems |
| VSH     | Víceúčelová sportovní hala                 | Siemens Alfa mikrosystems |
| IET     | Institut enviromentálních technologií      | Amit/Promotic             |
| CPIT    | Centrum pokročilých inovačních technologií | Siemens Alfa mikrosystems |
| VEC     | Výzkumné energetické centrum               | Siemens Alfa mikrosystems |
| UMS     | Univerzitní mateřská školka                | Amit                      |
| CPI     | Centrum podpory inovací                    | Siemens Alfa mikros       |
| SH      | Sportovní hala                             | Siemens Alfa mikrosystemy |
| FEI     | Fakulta elektrotechniky a informatiky      | Schneider Electric        |

Tab. 1 - Seznam řídicích systémů v jednotlivých budovách areálu VŠB

Z hlediska připojení nových měření a vytvoření nového centrálního sběru dat pro optimalizaci energetického managementu budov je vzhledem k požadavkům na maximální otevřenost systému a na jeho podporu protokolu OPC je, za splnění těchto požadavků, nepodstatné, od kterého výrobce zvolené řešení bude.

Vzhledem k velké rozmanitosti řídicích systémů v areálu a to jak co do typu, tak výrobce a vzhledem i k různým právním závazkům na otevřenost systému se jeví doplnění nově navrhovaných měření do stávajících systémů řízení za nesmírně obtížné pro vypsání výběrového řízení a stejně tak z hlediska místa v jednotlivých rozváděcích. Vzhledem k dané aplikaci a tedy měření v relativně velkém počtu rozvodn se proto jeví jako nevhodné řešení doplnění nových měření do stávajících systémů MaR stejně jako řešení s jedním centrálním systémem, do kterého by byla připojena všechna nově doplněná zařízení.

Naopak jako vhodné se jeví řešení, kde do každé rozvodny bude umístěn malý samostatný řídicí systém v rozváděči, připojený po ethernetu do vnější sítě nebo přímo umístění ethernet smart senzorů, které je možné připojit přímo do strukturované sítě, jak ukazuje schéma níže



*Obr. 1 - Schéma navržené struktury připojení nových systémů*

Vzhledem k relativně malému počtu připojovaných bodů v jednotlivých rozvodnách a rovněž i k faktu, že především u měřičů tepla je podpora ethernetových smart senzorů mizivá nebo se omezuje na řešení pouze od jednoho výrobce, což je vzhledem k požadavku na otevřenost systému nepřijatelné, se jeví jako vhodné malé kompaktní řídicí jednotky, které jsou v dnešní době levné a zajišťují následující výhody:

- Možnost rozšiřitelnosti systému
- Podpora různých komunikačních protokolů
- Spolehlivost distribuovaného systému jako celku
- Připojení do vnějšího prostředí po ethernetu
- Možnost zálohy dat na SD kartách

Jako příklad bychom mohly uvést systém Modicon M221 od firmy Schneider Electric, viz obrázek a odkaz níže

<http://www.schneider-electric.com/products/cz/cs/3900-pac-plc-a-ostatni-kontrolery/3910-kontrolery-plc-a-pac-pro-prumyslove-stroje/62128-modicon-m221/?BUSINESS=1>



*Obr. 2- Kompaktní řídicí systém Modicon M221 od fy Schneider Electric*

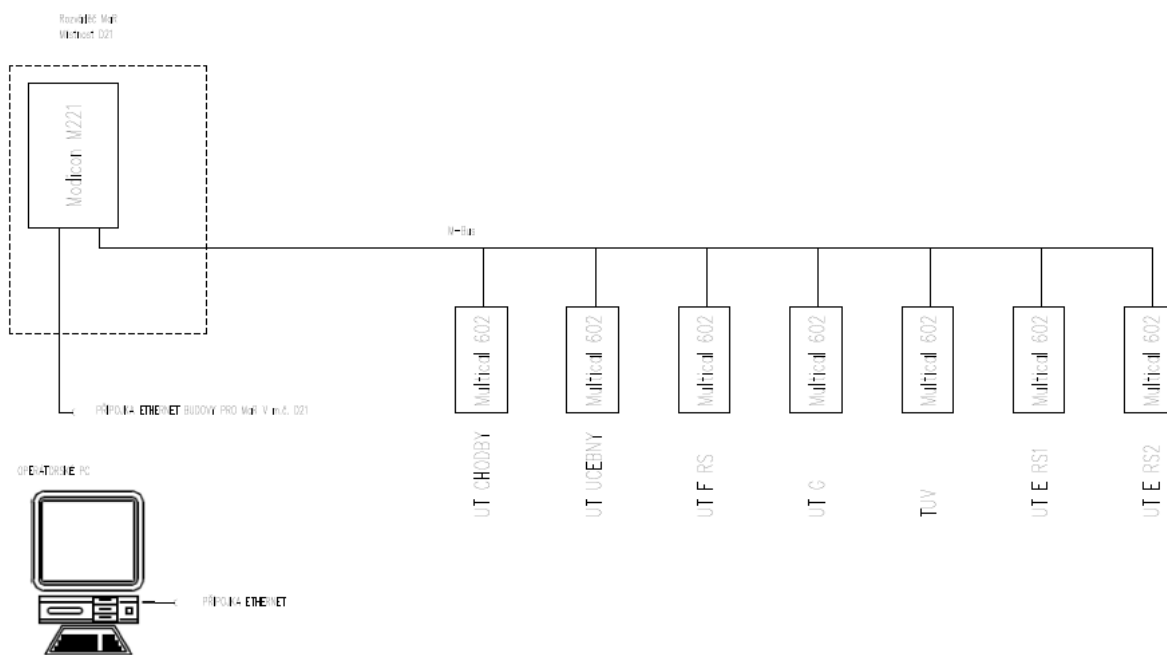
## **Struktura připojení jednotlivých řídicích systémů**

Areál kampusu je vybaven sítí je nadstandardně vybaven strukturovanou sítí ethernet a řešení celého systému lze proto postavit, právě na komunikaci čidel pomocí ethernetu a to jak pomocí ethernet smart senzorů nebo pomocí řídicích jednotek podporujících komunikaci po ethernetu. Vzhledem k nedostatku měřičů tepla s přímou podporou komunikace po ethernetu na trhu se jeví jako výhodnější druhá varianta, tedy použití malých PLC jednotek pro připojení nových senzorů a jejich komunikaci s nadřazeným systémem.

Tento přístup je vhodný nejen z důvodů popsaných v předchozí kapitole, ale rovněž z nezbytnosti napájení jednotlivých čidel elektrickou energií. To je zřejmé především u měřičů spotřeby tepla, která standardně nabízejí připojení jak bateriového typu, tak typů s přímým napájením. Vzhledem k potřebě získat co nejpřesnější data z měření pro následnou analýzu dat, je nezbytné, aby tato měření probíhala online s dostatečně krátkým časovým intervalem mezi jednotlivými odečty, tak aby bylo možné zachytit případné dynamické jevy v daném systému, např. výpočty dopravního zpoždění v systému, atd. Pro tento typ aplikace je napájení přístroje z baterie nevhodné a při jeho použití se výrazně sníží doba životnosti baterie přístroje i pod 3 roky, dle informací výrobce v závislosti na typu přístroje. Z tohoto důvodu je nezbytné řešit i napájení proudem těchto čidel, což je možné učinit i v rozváděči MaR, bez ohledu na obsazenost jednotlivých rozváděčů NN v daných místech měření. Napájení možné jak pomocí 230V, tak 24V zdrojů. Napájením těchto čidel z rozváděčů MaR se pak dále optimalizuje ekonomické využití zdrojů na začlenění dalších měřících bodů do systému.

Pro komunikaci mezi řídicím systémem a jednotlivými senzory je výhodné použití sériové komunikace nejlépe na jednom typu protokolu. Vzhledem k faktu, že v některých budovách jsou již připravena řešení na protokolu M-Bus (měření spotřeby tepla v rozvodné budovy A, měření spotřeby el. Energie na všech zrekonstruovaných rozvodnách), doporučujeme, aby byl tento standard využit i pro nově vzniklá měření v areálu.

Jako příklad připojení do systému uvádíme příklad pro rozvodnu v budově D, kde je navrhováno připojení celkem sedmi měření spotřeby tepla, která by komunikovala po sériové lince s protokolem M-Bus s řídicí jednotkou, připojenou k síti ethernet, viz schéma na obrázku níže



Obr. 3 Schéma připojení čidel do řídicí jednotky a její napojení do vnějšího prostředí

## Možnosti připojení jednotlivých systémů k nadřazenému systému pro jednotlivé technologické celky

### Siemens Alfa mikrosystem

Pro připojení systémů integrovaných v monitoringu Siemens Alfa mikrosystem bude třeba provést v tomto systému úpravy tak, aby poskytoval všechna data do systému centrálního monitoringu. Přenos je možné realizovat buď rozhraním OPC, nebo přes např. Modbus protokol. Varianta OPC serveru je preferována, tak aby v budoucnosti vzniklo unifikovaný způsob přenosu a sběru dat.

### Amit

Připojení instalovaných systémů Amit do nového monitoringu je možné dvojím způsobem, buď přímo PLC do SCADA systému, nebo přes systém Promotic, do kterého jsou automaty zavedeny. V prvním případě by bylo třeba OPC driveru např.

[http://amit.cz/cz/products/opc\\_server.htm](http://amit.cz/cz/products/opc_server.htm)

V druhém případě by bylo třeba provést úpravu projektu v systému Promotic, aby také přes OPC rozhraní poskytoval data do centrálního SCADA.

Aktuálně jsou oba systémy Amit připojeny do sítě ethernet, viz obrázky níže



Obr. 4 - Systém Amit v budově IET



Obr. 5 - Systém Amit v budově UMŠ

## **Schneider Electric**

Integrace systému Schneider Electric bude provedena pomocí OPC rozhraní standardním způsobem a to jak pro systémy, které jsou již přítomny v areálu VŠB, tak případně pro nové systémy měření a sběru dat.

### **Sběr dat pro energetickou optimalizaci budov**

Pro energetickou optimalizaci budov je zcela nezbytné, aby v prvním kroku byla s dostatečnou frekvencí monitorována spotřeba jednotlivých typů energií a zdrojů obecně v celém areálu. Bez dostatečně průkazných dat není možné identifikovat jednotlivé příčiny rozdílů ve spotřebě, a proto není možné aplikovat metody k jejich nápravě a to až už se jedná o investice do jednotlivých částí areálu nebo aplikace regulačních podmínek v jednotlivých okruzích. Z tohoto hlediska se jeví jako zcela klíčové kompletní dovybavení areálu online měřením na jednotlivých okruzích, tak aby jakékoliv změny a investiční plány mohli být kvantitativně specifikovány.

### **Úvod**

V rámci této části dokumentace je řešeno rozšíření systému sběru dat v rámci kampusu VŠB. Jedná se především o data, nezbytná pro optimalizaci energetického managementu budov, a jedná se proto o následující okruhy:

- Měření spotřeby tepla a chladu
- Měření spotřeby elektrické energie
- Měření spotřeby vody

Pro tyto části je definována struktura jednotlivých rozvodných sítí a celků tak, aby bylo možné vytvořit hierarchii jednotlivých bloků a to s následující strukturou

- Kampus
- Spojené celky budov
- Jednotlivé budovy
- Okruhy v jednotlivých budovách

Pro měření je nezbytné, aby čidla byla v provedení ethernet smart sensor nebo se jednalo o měřiče a čidla s komunikací po sériové lince, např. M-bus, ModBus, apod.





Obr. 6 - Schéma areálu VŠB v části Ostrava - Poruba

## Měření spotřeby tepla

Aktuální měření tepla a chladu uvnitř kampusu je řešena pouze pomocí ručně odečítaných kalorimetrů na primárním zdroji tepla od dodavatele tepla a v další struktuře je řešena pouze jako manuální odečet s přípravou na připojení do řídicího systému (Předávací stanice budova A), nebo není řešena vůbec.

Pro nezbytnou optimalizaci energetického managementu je proto nezbytné řešit koncepci na všech úrovních, tedy

- Spotřeba tepla v rámci kampusu
- Spotřeba tepla jednotlivých komplexů budov
- Spotřeba tepla jednotlivých budov
- Spotřeba tepla v jednotlivých okruzích

## Spotřeba tepla kampusu

Měření spotřeby tepla v celém kampusu je zajišťováno na straně dodavatele tepla, který zajišťuje měření tepla na několika přípojných místech primárního zdroje tepla. Odběry tepla jsou řešeny pomocí měřičů tepla s radiovou komunikací, kterými je postupně nahrazována



současná infrastruktura kalorimetrů. Spodní moduly použité v těchto zařízeních ovšem nejsou přímo od výrobce těchto měřičů tepla (Kamstrup) a proto není možné využít unifikovaného řešení tohoto výrobce.

Jako jediným řešením je připojení horního modulu, který je neobsazený, a který umožňuje komunikaci pomocí impulzního výstupu nebo pomocí protokolu M-Bus.

Vzhledem k faktu, že zařízení je ve vlastnictví dodavatele tepla, bude toto řešení vyžadovat jeho souhlas s instalací. Toto řešení je ekonomicky výhodnější, než instalace duplicitního zařízení měřiče tepla.



Obr. 7 - Kalorimetr na primárním zdroji tepla - přívod v UMŠ

### **Spotřeba tepla jednotlivých komplexů budova jednotlivých budov**

Dodávky tepla jsou v rámci areálu řešeny pomocí rozvoden tepla a to jak pro jednotlivé budovy, tak pro komplexy budov a je proto nezbytné vrstvu, která řeší spotřeby u tepla v komplexu budov proto sloučit s vrstvou pro jednotlivé budovy, tak aby to odpovídalo vlastní topologii rozvodné sítě.

V rámci této části je proto dodržováno dělení dle topologie jednotlivých rozvoden.

V rámci této kapitoly a celého dokumentu jsou uváděna schémata zapojení. Tato schémata zapojení jsou navržena na konkrétního výrobce, a slouží jako příklad, jakým způsobem mají být jednotlivá měření aplikována. V případě výběrového řízení je možné použít jiné technické řešení, které bude splňovat podmínky specifikované v rámci výkazu a výměru.

#### **Předávací stanice budova A**

V rámci předávací stanice budovy A existuje sada kalorimetrů s možností odečtu dat pomocí komunikačního protokolu M-Bus, které ovšem nejsou připojeny do řídicího systému a je nutný jejich ruční odečet. Jedná se o následující větve měření

- A Krček A+J (Multical 302)
- A J+K (Multical 602)
- A ÚT A JV (Multical 402)
- A ÚT A SZ (Multical 402)
- A Rozdělovač B+C (Multical 602)
- A TUV (Multical 402)

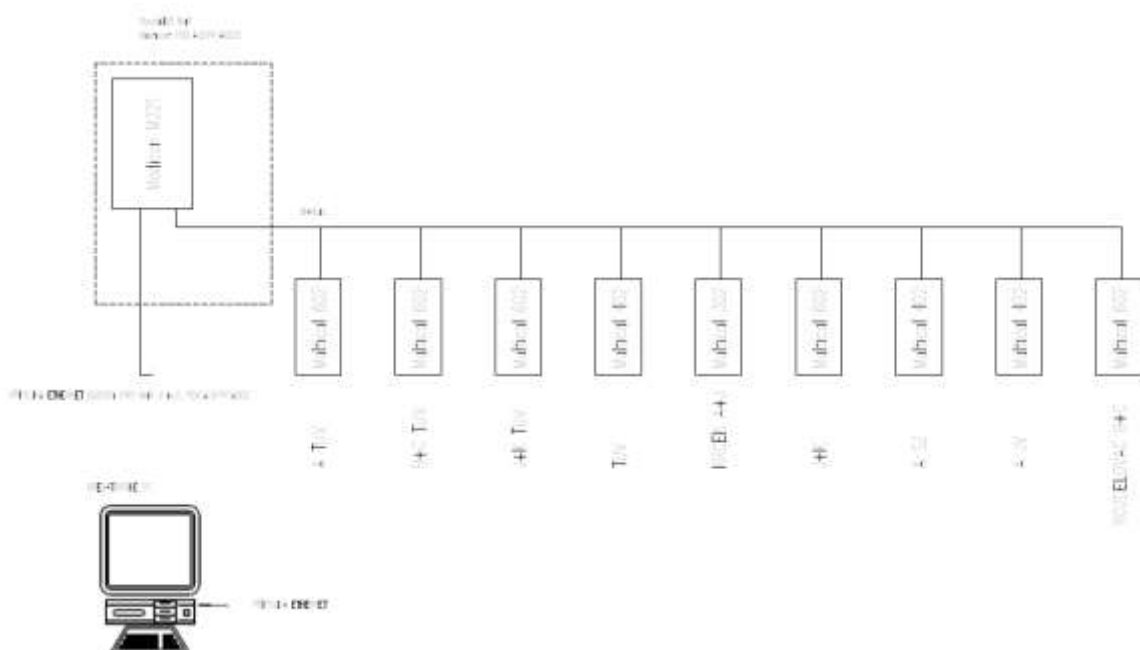
Do okruhu je pak následně nezbytné doplnit měřiče tepla pro následující okruhy:

- B ÚT
- C ÚT
- C TV VZT
- A TUV
- B+C TUV
- J+K TUV

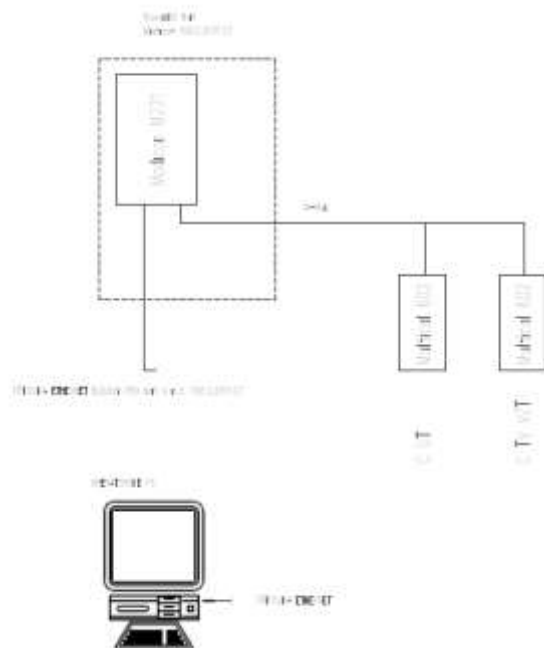
V Okruhu se následně vyskytují i následující okruhy pro budovy J+K umístěné v místnosti JC001, tyto okruhy ale doporučujeme vynechat, z důvodů přípravy zateplení a revitalizace energetického okruhu, který s největší pravděpodobností povede ke zmenšení dimenze potrubí a tyto okruhy by proto bylo vhodné řešit případně, až po rekonstrukci těchto okruhů

- J+K ÚT J+K – vnitřní
- J+K ÚT J+K – vnitřní
- J+K TV VZT

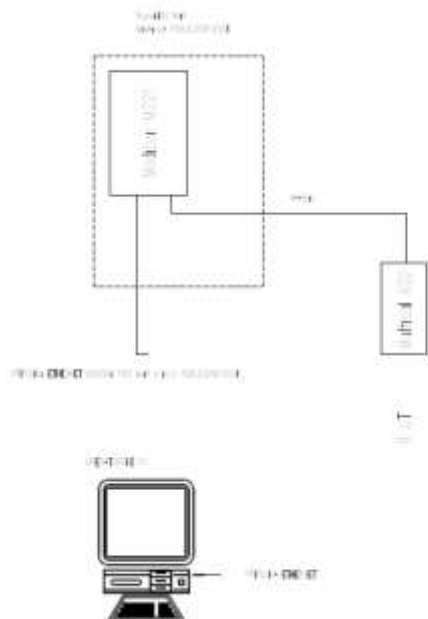
Schéma zapojení, viz obrázek níže (schémata všech budov s větším rozlišením jsou součástí samostatné přílohy - schema\_UT\_A\_schema.pdf, schema\_UT\_C\_schema.pdf, schema\_UT\_B\_schema.pdf)



Obr. 8 - Schéma zapojení pro místnost POR.A.01PP.A003



Obr. 9 - Schéma zapojení pro místnost POR.C.01PP.C7



Obr. 10 - Schéma zapojení pro místnost POR.B.01NP.B104

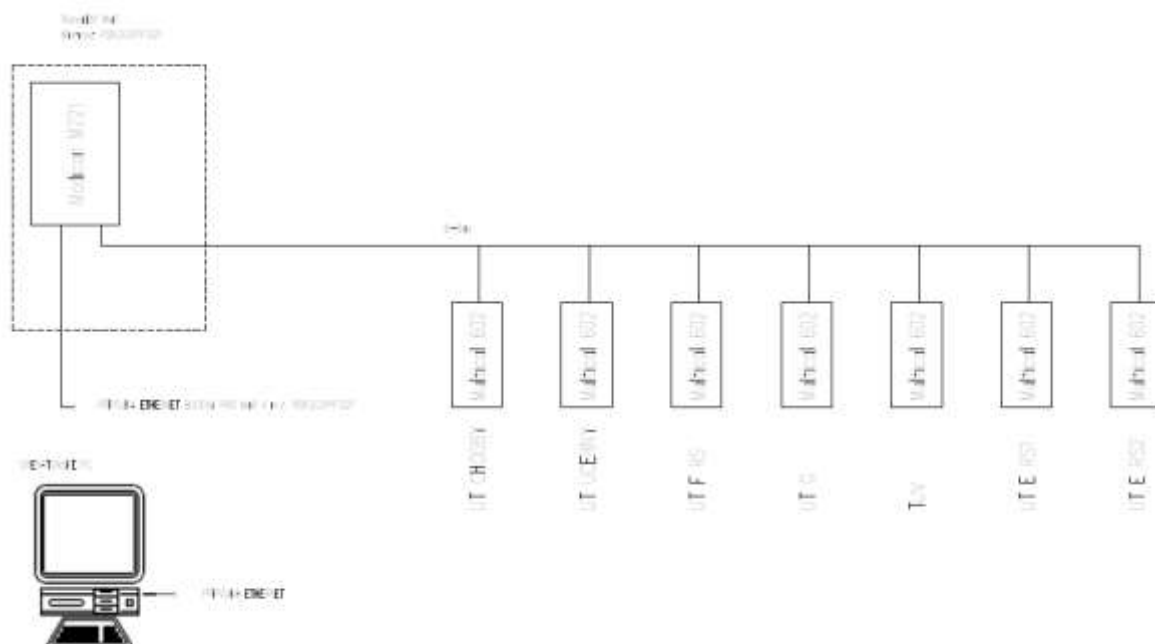
### Předávací stanice budova D

Do okruhu je nezbytné doplnit následující měření

- D TUV
- D Chodby
- D Učebny
- E ÚT RS1
- E ÚT RS2
- F ÚT RS

- G ÚT RS

Schéma zapojení, viz obrázek níže (schema\_UT\_D\_schema.pdf)



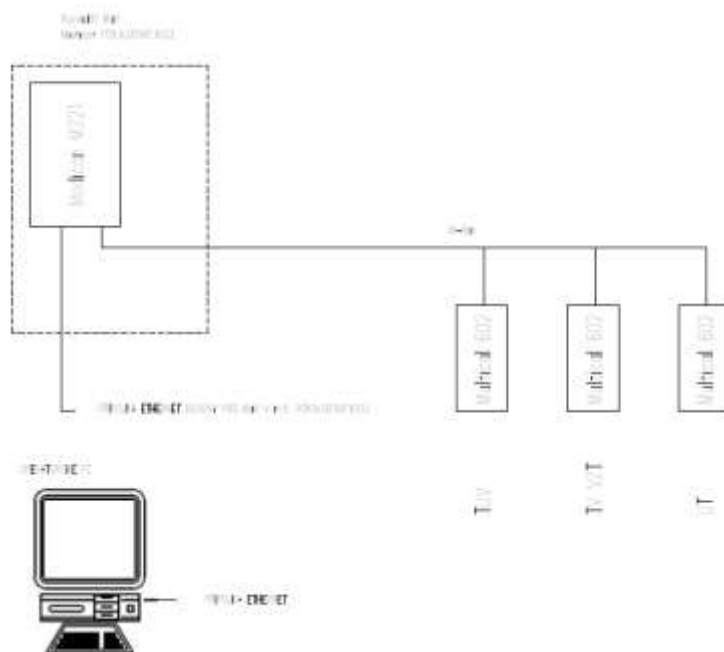
Obr. 11 - Schema zapojení Předávací stanice budova D

## Areál N

Do okruhu je nezbytné doplnit následující měření

- N TUV
- N TV VZT
- N ÚT

Schéma zapojení, viz obrázek níže (schema\_UT\_N\_schema.pdf)



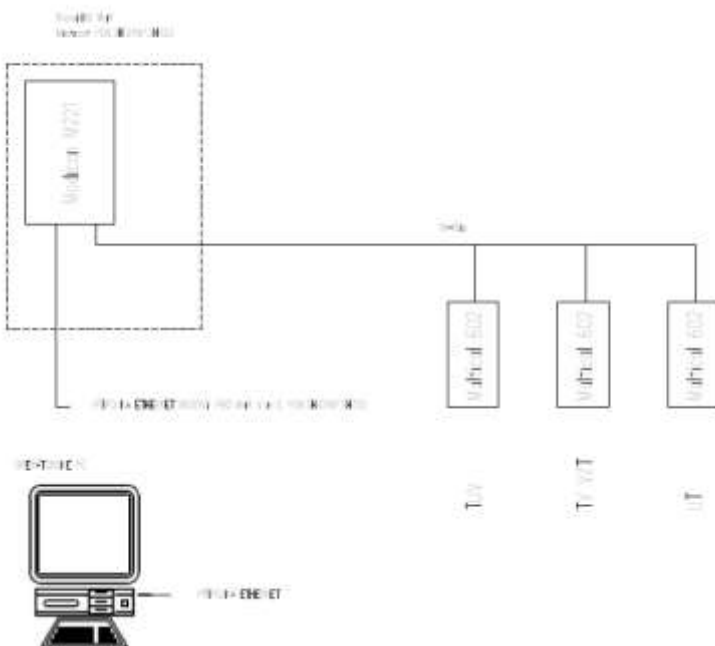
Obr. 12 - Schéma zapojení pro místnost POR.N.001NP.N103

### Sportovní hala (SH)

Do okruhu je nezbytné doplnit následující měření

- SH TUV
- SH TV VZT
- SH ÚT

Schéma zapojení, viz obrázek níže (schema\_UT\_SH\_schema.pdf)



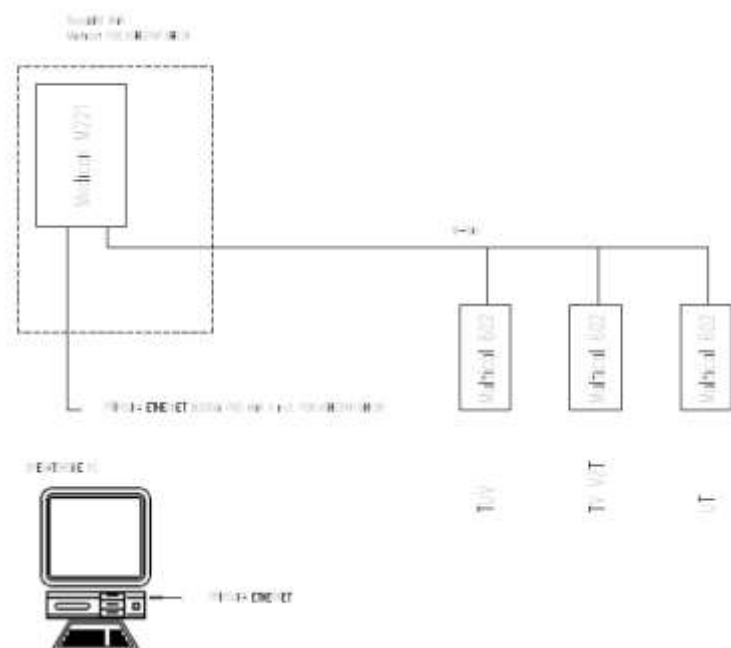
Obr. 13 - Schéma zapojení pro místnost POR.SH.01NP.SH103

### Víceúčelová sportovní hala (VSH)

Do okruhu je nezbytné doplnit následující měření

- VSH TUV
- VSH TV VZT
- VSH ÚT

Schéma zapojení, viz obrázek níže (schema\_UT\_VSH\_schema.pdf)



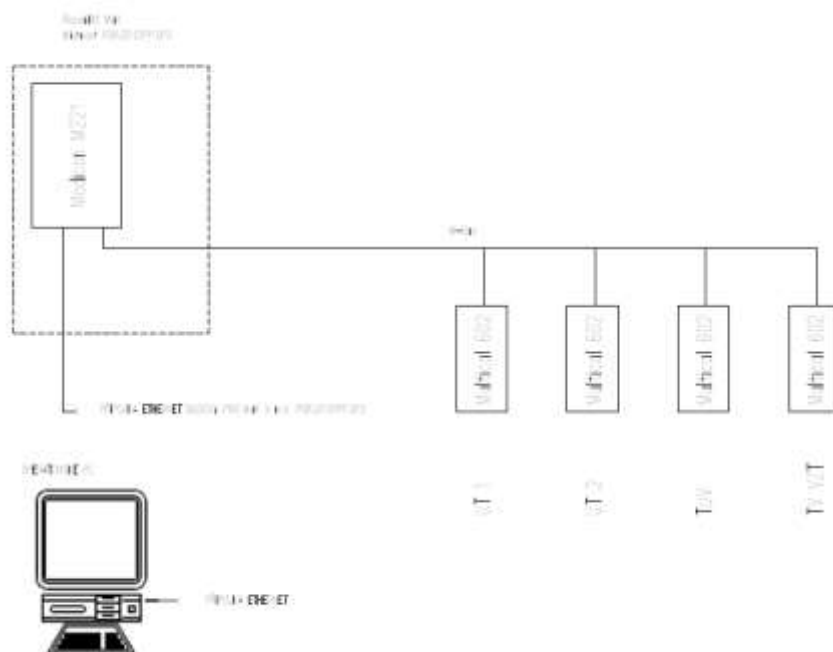
Obr. 14- Schéma zapojení pro místnost POR.VSH.01NP.NH139

### Geologický pavilón (GP)

Do okruhu je nezbytné doplnit následující měření

- GP TUV
- GP TV VZT
- GP ÚT 1
- GP ÚT 2

Schéma zapojení, viz obrázek níže (schema\_UT\_GP\_schema.pdf)



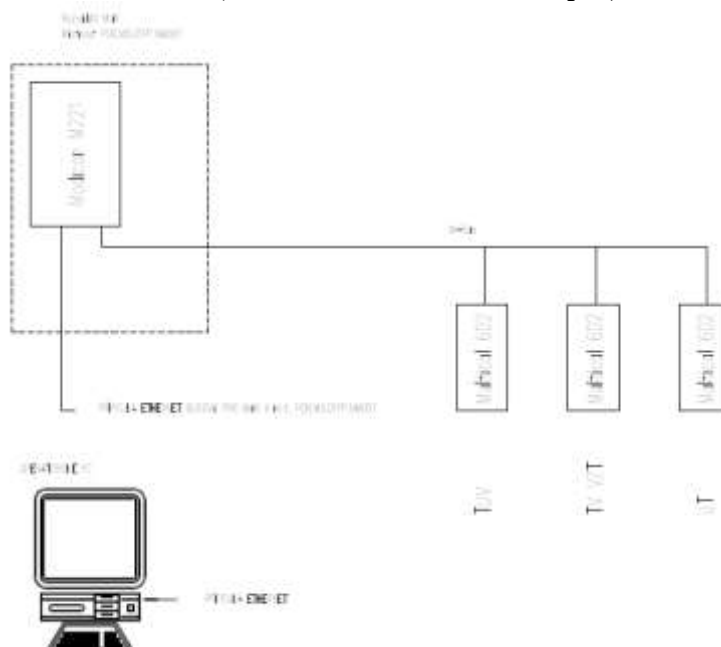
Obr. 15 - Schéma zapojení pro místnost POR.GP.01PP.GP3

### Nová menza (NM)

Do okruhu je nezbytné doplnit následující měření

- NM TUV
- NM TV VZT
- NM ÚT

Schéma zapojení, viz obrázek níže (schema\_UT\_NM\_schema.pdf)



Obr. 16 - Schéma zapojení pro místnost POR.M5.01PP.NM007

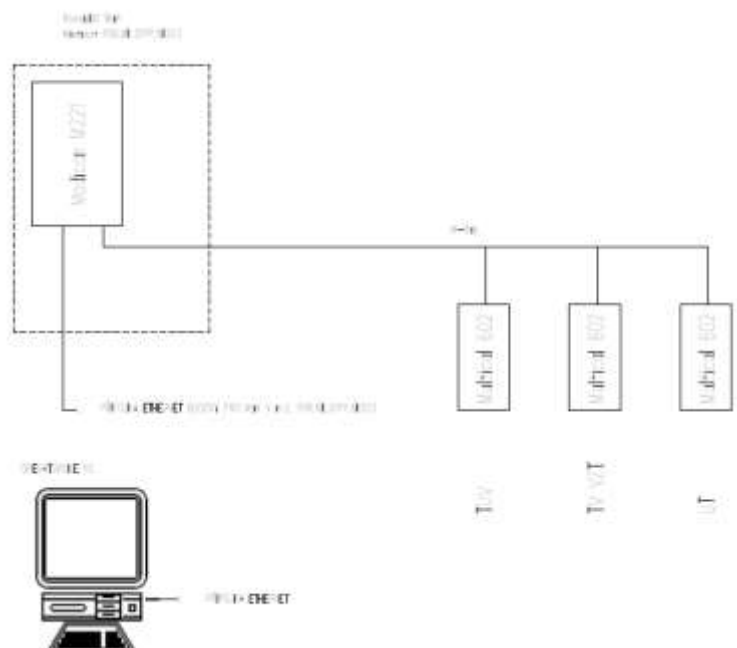
### Nová knihovna (NK)

Do okruhu je nezbytné doplnit následující měření

- NK TUV

- NK TV VZT
- NK ÚT

Schéma zapojení, viz obrázek níže (schema\_UT\_NK\_schema.pdf)



Obr. 17 - Schéma zapojení pro místnost POR.NK.01PP.NK013

### Nová aula (NA)

V rámci Nové auly existují již měření v následujících okruzích, které jsou připojeny do stávajícího systému MaR, viz níže

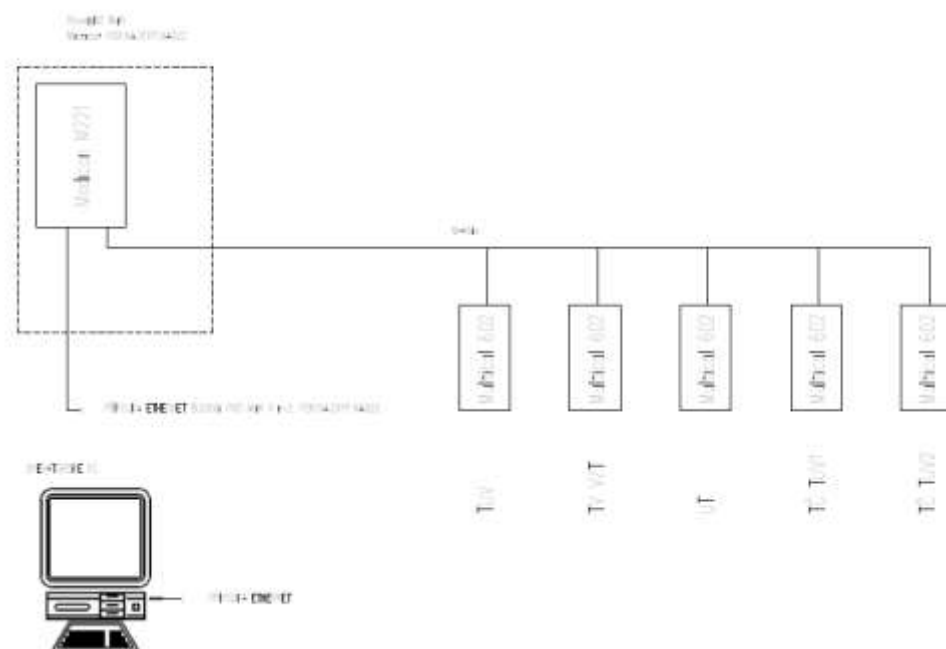
- NA TČ UT (Comac Cal Calor 40)
- NA TČ TV VZT (Comac Cal Calor 40)

Do okruhu je nezbytné doplnit následující měření

- NA TUV
- NA TV VZT
- NA UT
- NA TČ TUV1
- NA TČ TUV2

Schéma zapojení, viz obrázek níže (schema\_UT\_NA\_schema.pdf)





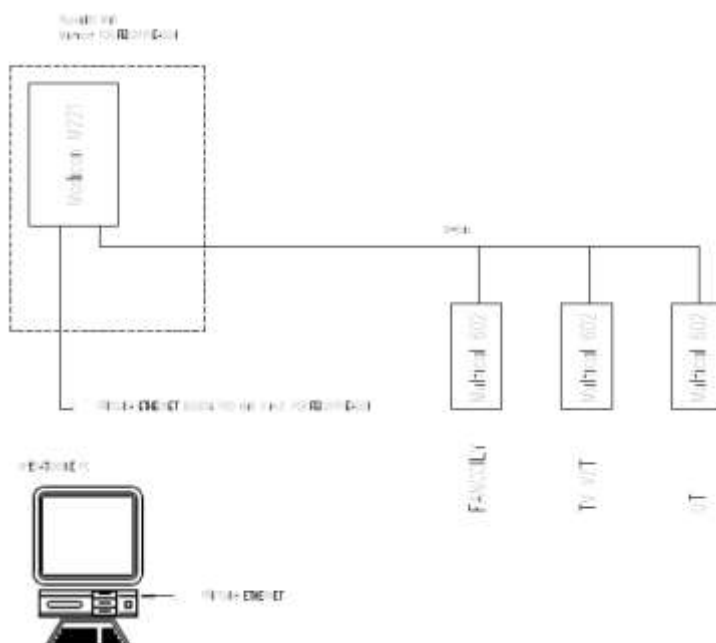
Obr. 18 - Schéma zapojení pro místnost POR.NA.01PP.NA022

## FEI

Do okruhu je nezbytné doplnit následující měření

- FEI Fancoily
- FEI TV VZT
- FEI ÚT

Schéma zapojení, viz obrázek níže (schema\_UT\_FEI\_schema.pdf)



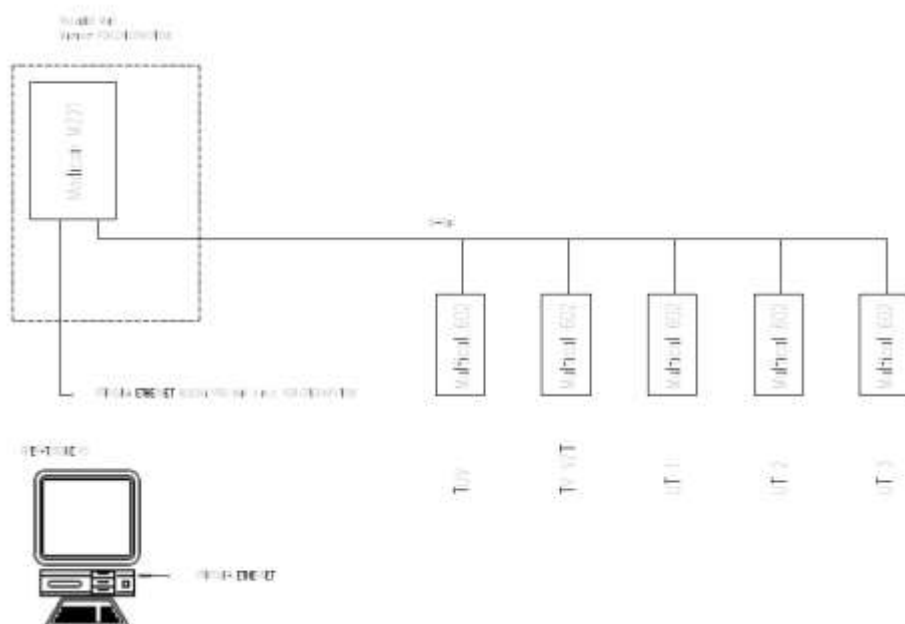
Obr. 19 - Schéma zapojení pro místnost POR.FEI.01PP.EA004

## CPI

Do okruhu je nezbytné doplnit následující měření

- CPI TUV
- CPI TV VZT
- CPI ÚT 1 – Podlaha
- CPI ÚT 2 – Tělesa
- CPI ÚT 3 – Radiátory
- CPI Chlazení

Schéma zapojení, viz obrázek níže (schema\_UT\_CPI\_schema.pdf)



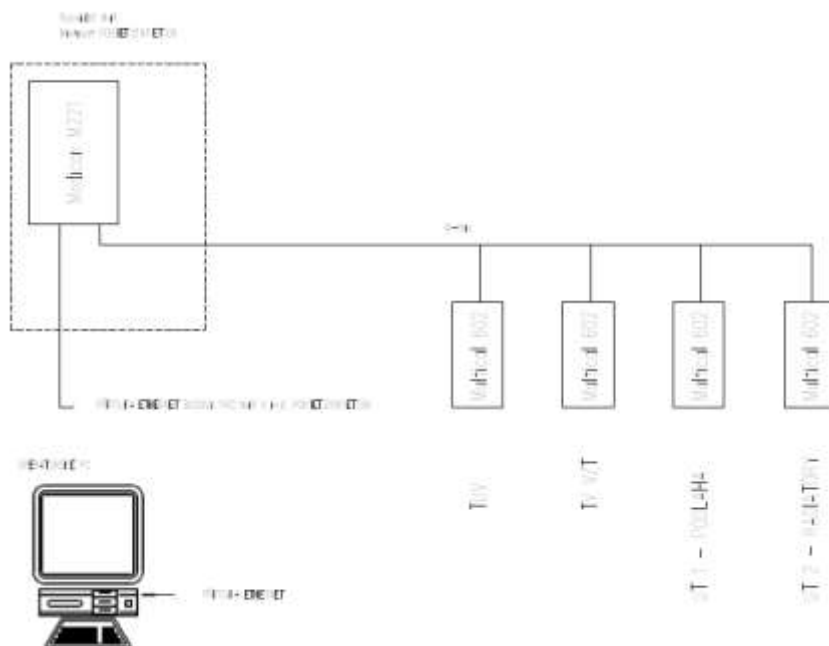
*Obr. 20 - Schéma zapojení pro místnost POR.CPI.01NP.PI158*

## IET

Do okruhu je nezbytné doplnit následující měření

- IET TUV
- IET TV VZT
- IET ÚT 1 – Podlaha
- IET ÚT 2 – Radiátory

Schéma zapojení, viz obrázek níže (schema\_UT\_IET\_schema.pdf)



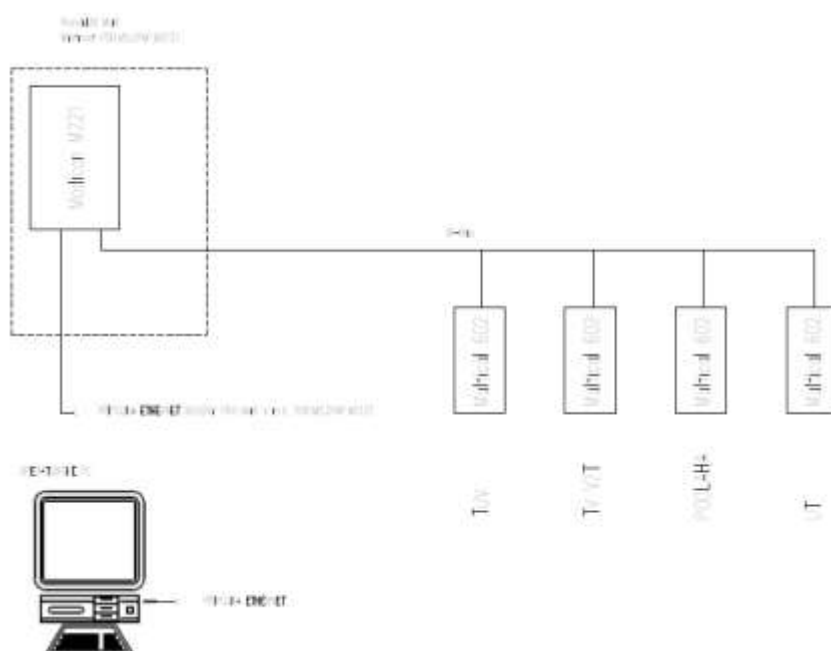
Obr. 21 - Schéma zapojení pro místnost POR.IET.01NP.ET109

## UMŠ

Do okruhu je nezbytné doplnit následující měření

- UMŠ TUV
- UMŠ TV VZT
- UMŠ PODLAHA
- UMŠ UT

Schéma zapojení, viz obrázek níže (schema\_UT\_UMS\_schema.pdf)

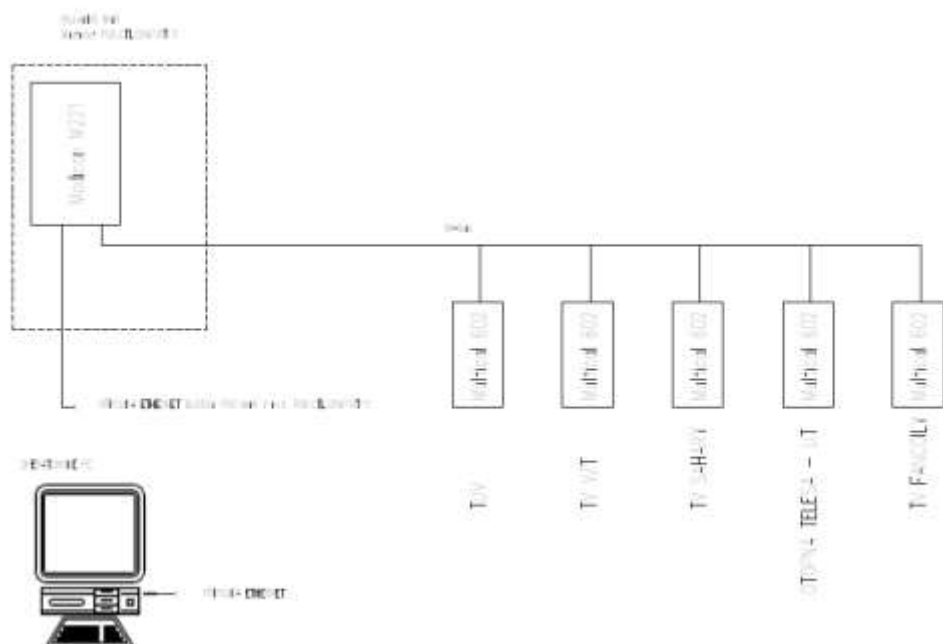


### CPIT

Do okruhu je nezbytné doplnit následující měření

- CPIT TUV
- CPIT TV VZT
- CPIT TV SAHARY
- CPIT OTOPNÁ TĚLĚSA - UT
- CPIT TV FANCOILY

Schéma zapojení, viz obrázek níže (schema\_UT\_CPIT\_schema.pdf)



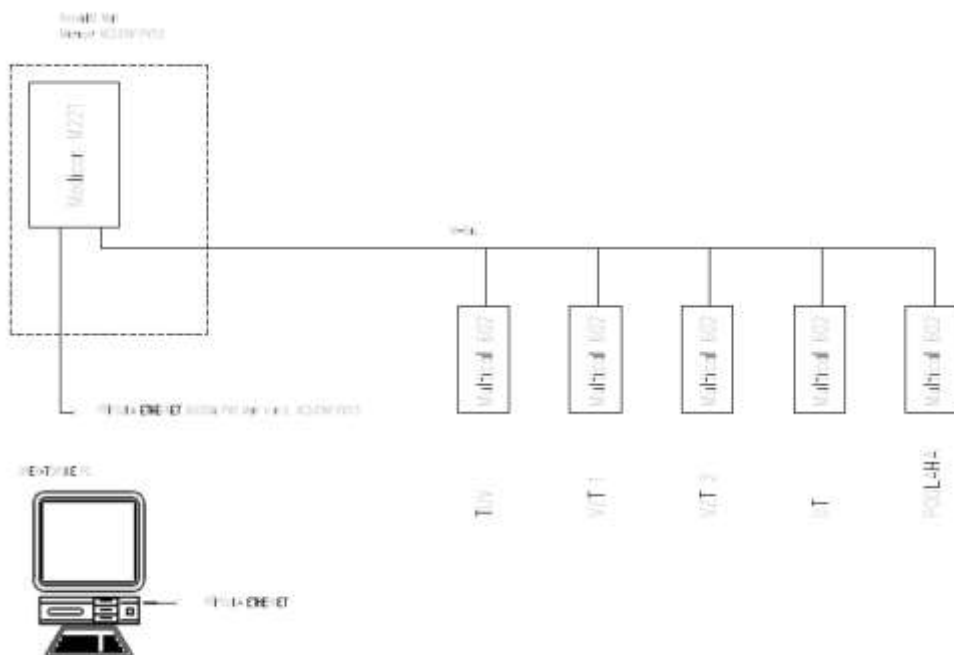
Obr. 22 - Schéma zapojení pro místnost POR.CTL.01NP.RT111

### VEC III

Do okruhu je nezbytné doplnit následující měření

- VEC3 TUV
- VEC3 VZT 1
- VEC3 VZT 2
- VEC3 UT
- VEC3 PODLAHA

Schéma zapojení, viz obrázek níže (schema\_UT\_VEC3\_schema.pdf)



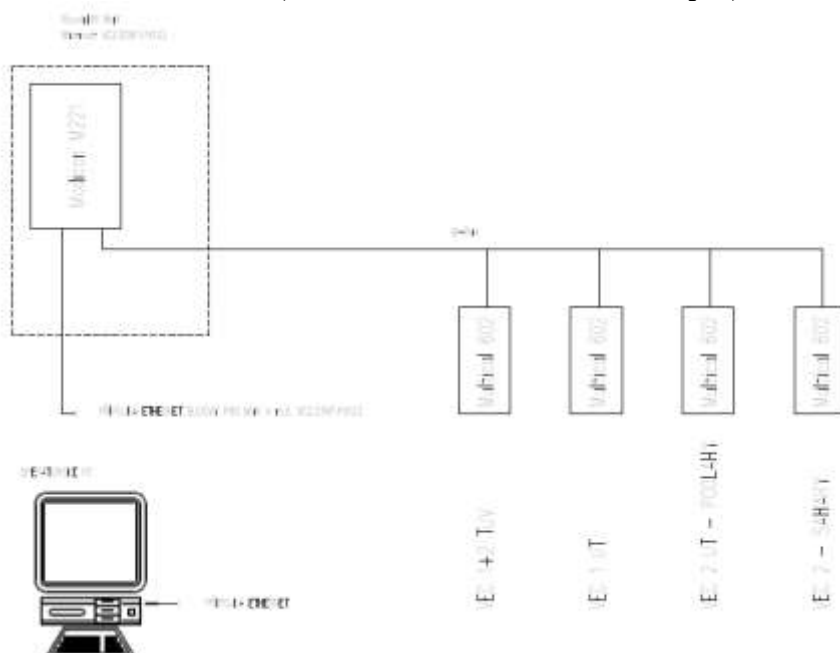
Obr. 23 - Schéma připojení pro místnost VC3.01NP.PV113

## VEC I-II

Do okruhu je nezbytné doplnit následující měření

- VEC 1+2 TUV
- VEC 1 UT
- VEC 2 UT - PODLAHY
- VEC 2 - SAHARY

Schéma zapojení, viz obrázek níže (schema\_UT\_VEC1\_2\_schema.pdf)



Obr. 24 - Schéma zapojení pro místnost VC2.01NP.PV123

## Měření spotřeby chladu

K měření vyrobeného chladu v rámci kampusu je možné přistupovat dvěma způsoby a to konkrétně

- Měřením vyrobeného chladu na straně vody - tímto způsobem je možné získávat informace o reálně vyrobeném množství chladu
- Měřením spotřeby elektrické energie při výrobě chladu - tímto způsobem je možné získat o reálných nákladech na výrobu chladu

Kombinací těchto dvou způsobů je pak možné získat dodatečně informaci rovněž o účinnosti výroby chladu.

Vzhledem k faktu, že investiční náklady na měření spotřeby elektrické energie jsou nižší, než je tomu u měření spotřeby tepla/chladu, se po dohodě s hlavním energetikem areálu jeví jako vhodnější měření spotřeby elektrické energie potřebné pro výrobu chladu. Z tohoto důvodu je tato část podrobněji rozepsána v rámci kapitoly Měření spotřeby elektrické energie.

Jedinou výjimkou je měření chladu v areálu Nové Auly, kde je již měřeno množství vyrobeného chladu na straně vody. Toto měření je integrováno do stávajícího systému měření MaR.

## Měření spotřeby vody

Měření spotřeby vody je zajišťováno na straně dodavatele vody. Vzhledem k faktu, že dodavatel vody bude dle informace hlavního energetika areálu postupně přecházet na nové vodoměry, pravděpodobně s radiovým odečtem dat. Považujeme za vhodné počkat s návrhem řešení odečtu vody, až do doby, kdy bude zřejmé technické řešení navržené fakturačních vodoměrů dodavatele.

V případě, že nedojde k dohodě s dodavatelem na technickém řešení tak, aby mohli data z vodoměrů odečítat jak dodavatel, tak uživatel, bude v době změny fakturačních vodoměrů vhodné zapojit do série vodoměry uživatele a to buď s odečtem pomocí impulzního výstupu nebo na komunikačním protokolu M-Bus.

Tam, kde bude možnost a odečet vody se nachází v místnostech s rozdělovači pro ústřední topení, bude měření připojeno do navrhovaných rozváděčů MaR s ethernetovou konektivitou.

Měření jsou aktuálně odečítána na následujících fakturačních vodoměrech

- Budova A
- NA
- NA (požární)
- SS
- VEC
- TL
- Budova D
- VSH
- SH
- Budova B
- Budova J
- Budova C
- CPI + CPIT
- Budova N

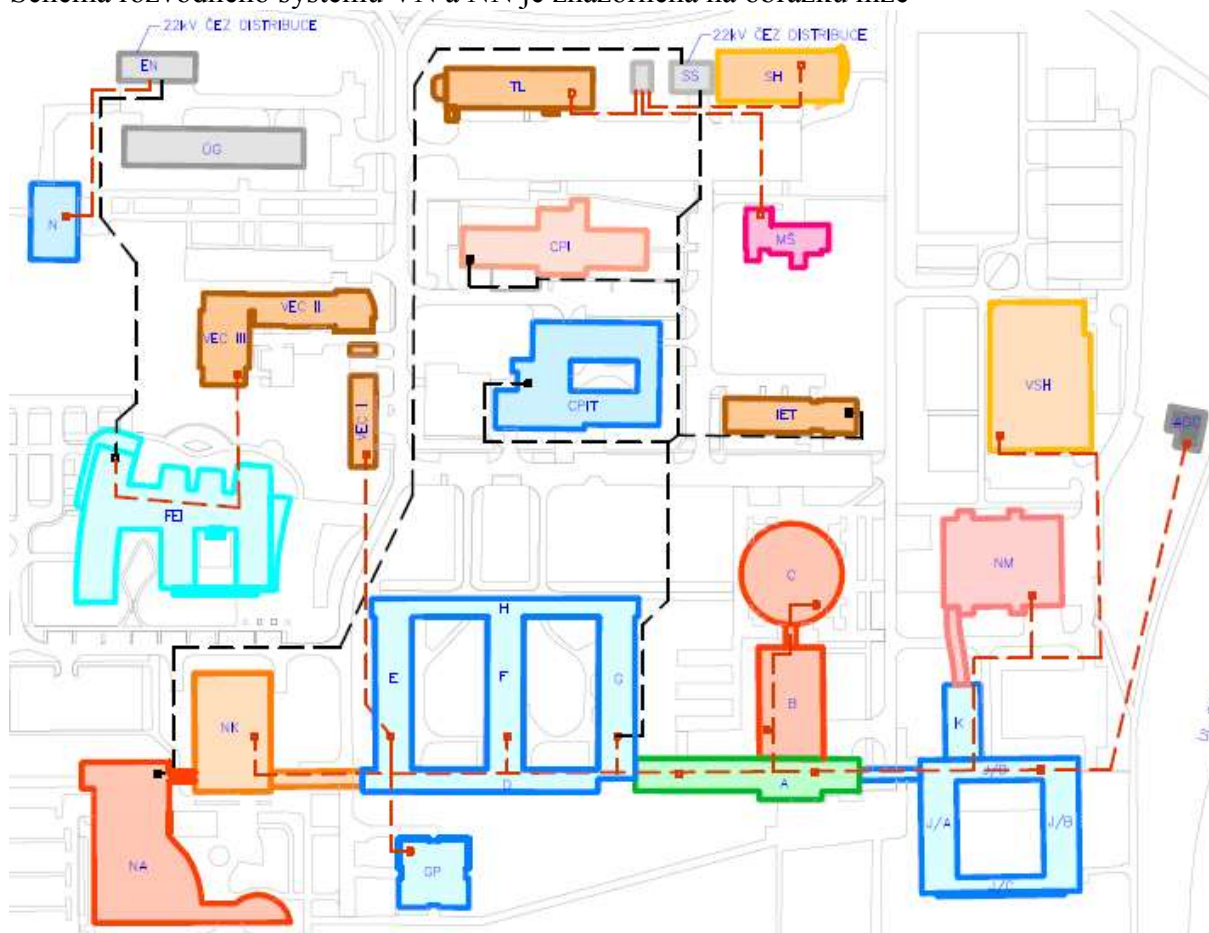
V případě, že bude známé konkrétní technické řešení dané dodavatelem vody, je vhodné doplnit toto měření rovněž do systému měření.

V případě, že bude doplněno měření vody do systému měření dat pro energetickou optimalizaci budov, je rovněž možné uvažovat o měření spotřeby TUV na přípojkách studené vody do okruhu TUV. Toto se týká pouze systémů s centrálním rozvodem TUV, nikoliv budov, kde je TUV řešena pomocí lokálního ohřevu pomocí boilerů (FEI).

### Měření spotřeby elektrické energie

Měření spotřeby energie je v areálu realizováno jednak na fakturačních místech odběru v rozvodnách Spínací stanice (SS) a energoblogu (EN) a pak na některých podružných trafostanicích, kde je ovšem odečet spotřeby elektrické energie řešen převážně pomocí ručních odečtů.

Schéma rozvodného systému VN a NN je znázorněno na obrázku níže



Obr. 25 - Schéma rozvodů VN a NN v areálu VŠB

Schéma zapojení může být rozepsáno následovně, tak aby bylo zřejmé napojení jednotlivých rozvodů v areálu

- SS (VN)
  - NA (VN) – M-Bus elektroměr - nepřipojeno - m.č. NA016
  - CPI (VN) – M-Bus elektroměr – nepřipojeno – m.č. PI163
  - CPIT (VN) – M-Bus elektroměr – nepřipojeno – m.č. RT108
  - IET (VN) – M-Bus elektroměr – nepřipojeno – m.č. ET111

- E – TR608 (VN) – M-Bus elektroměr – nepřipojeno – m.č. E127
  - NK (NN) – ruční odečet
  - GP 1 (NN) – ruční odečet
  - GP 2 (NN) – ruční odečet
  - H 1 (NN) – ruční odečet
  - VEC 1\_2 (NN) – ruční odečet
- F – TR609 (VN) – M-Bus elektroměr – nepřipojeno - m.č. F129
  - H 2 (NN) – ruční odečet
- G - TR616 (VN) – M-Bus elektroměr – nepřipojeno - m.č. G103
  - A (NN) – ruční odečet - m.č. A019
  - B (NN) – ruční odečet - m.č. B115
  - C (NN) – ruční odečet - m.č. C008
  - D (NN) – ruční odečet - m.č. D 008
- J – TR616/V2 (VN) – M-Bus elektroměr – nepřipojeno - m.č. JD 169A
  - VSH (NN) – ruční odečet
  - ADC (NN) – ruční odečet
  - NM (NN) – ruční odečet
- TL (NN) – ruční odečet
- UMŠ (NN) – ruční odečet
- SH (NN) – ruční odečet
- EN
  - FEI 1 (VN) – měřeno, zavedeno ve SCADA FEI – m.č. EB026
  - FEI 2 (VN) – měřeno, zavedeno ve SCADA FEI– m.č. EB026
    - VEC3(NN) – ruční odečet
  - N (NN) – ruční odečet - m.č. N104
  - N (NN) – ruční odečet- m.č. N104

### **Připojení stávajících elektroměrů na rozvodnách VN**

V budovách kde došlo k obnově trafostanic, je použit unifikovaný typ elektroměru, který umožňuje připojení ke komunikačnímu rozhraní. Jedná se o typ PRO-1250D od firmy DMMeteirng, viz obrázek níže. Tento třífázový elektroměr na DIN lištu umožňuje komunikaci na protokolu M-Bus.





Obr. 26 - Měření na přívodu v rozvodně TR609 v budově F

Pro připojení těchto prvků je možné použít některý z převodníků M-Bus na ethernet na DIN lištu, nebo využití kompaktního PLC systému.

Jako typový může posloužit například převodník HWg-PWR 12, který by, dle stránek výrobce, měl podporovat komunikaci s použitým výrobcem elektroměrů, viz odkaz níže [http://www.hwg.cz/products/HWg-PWR/hwg-pwr25\\_M-bus\\_gateway\\_cz.html](http://www.hwg.cz/products/HWg-PWR/hwg-pwr25_M-bus_gateway_cz.html)



Obr. 27 - Typový převodník M-Bus - Ethernet, s 12ti připojitelnými M-Bus linkami

Vzhledem k faktu, že pořizovací cena takového převodníku je až dvojnásobně vyšší než je cena za kompaktní PLC, doporučujeme použití PLC, například Modicon M221 od fy Schneider electric, tak jak je navržen i pro rozvodny na měření tepla. Výhodou použití PLC je větší univerzálnost a možnost připojení i jiných zařízení v případě dalšího rozvoje trafostanic (např. rozšíření o měření výpadků na jednotlivých fázích s digitálním výstupem, apod. )

### Připojení nových elektroměrů pro rozvodny NN

Pro měření v rozvodnách NN je vhodné využít buď standardní elektroměry, nebo využít možnosti zakoupení multimetrů, které jsou pro analýzu sítě výhodnější a cenou výrazně nepřevyšují ceny běžných elektroměrů.

Jako typové zařízení můžeme uvést např. elektroměr METSEPM3255 od fy. Schneider electric, viz obrázek níže. Tento multimetr umožňuje sériovou komunikaci na protokolu ModBus s bezproblémovým připojením do navrhovaných řídicích jednotek. Multimetr je nezbytné dovybavit vhodným druhem měřících cívek.



*Obr. 28 - Multimetr PM3255 od fy. Schneider electric*

V rámci použití je možné sledování následujících parametrů sítě

- Napětí
- Proud
- Frekvence
- Účinník
- Zdánlivý výkon
- Energie
- Činný a jalový výkon
- Celkové harmonické zkreslení proudu THD (I)
- Celkové harmonické zkreslení napětí THD (U)

Na základě snímání těchto údajů je následně možné řešit nejen vlastní odběr elektrického proudu v daném odběrném místě, ale rovněž analyzovat některé poruchy sítě, což je z hlediska dlouhodobé údržby sítě velmi důležité.

### **Zapojení jednotlivých okruhů**

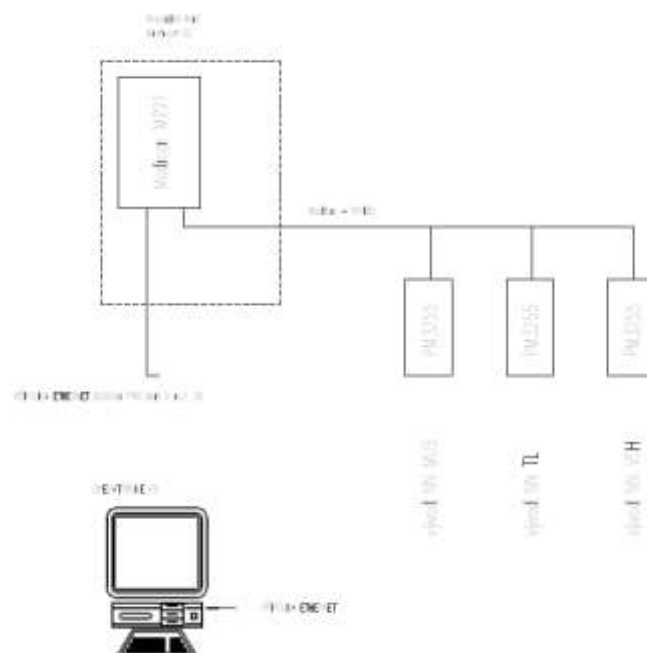
#### **Spínací stanice (SS)**

Měření spotřeby elektrické energie je vhodné doplnit o následující okruhy:

- TL (NN)
- UMŠ (NN)

- SH (NN)

Schéma zapojení, viz obrázek níže (schema\_EL\_SS.pdf)



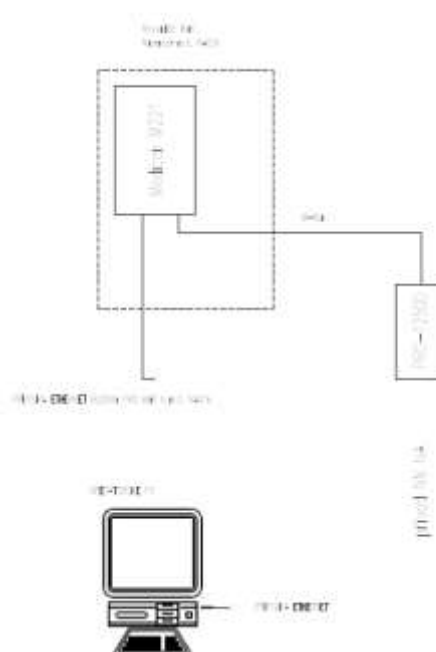
Obr. 29 - Schéma zapojení - rozvodna NN v budově SS9

### Nová aula (NA)

Měření spotřeby elektrické energie je v hodné doplnit o následující okruhy:

- NA (NN) – připojení M-bus elektroměru

Schéma zapojení, viz obrázek níže (schema\_EL\_NA.pdf)

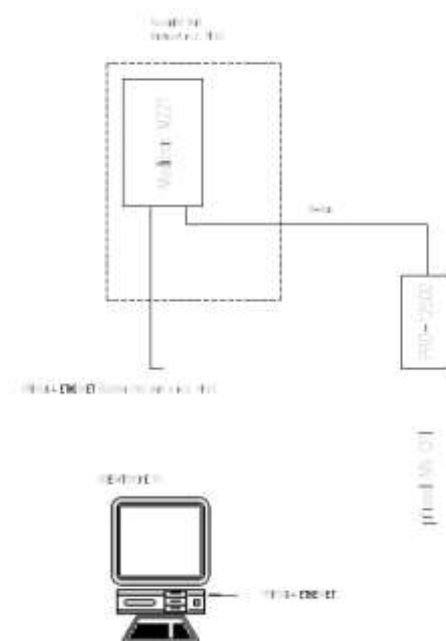


Obr. 30 - Schéma zapojení v m.č. NA016

Měření spotřeby elektrické energie je v hodné doplnit o následující okruhy:

- CPI (NN) – připojení M-bus elektroměru

Schéma zapojení, viz obrázek níže (schema\_EL\_CPI.pdf)



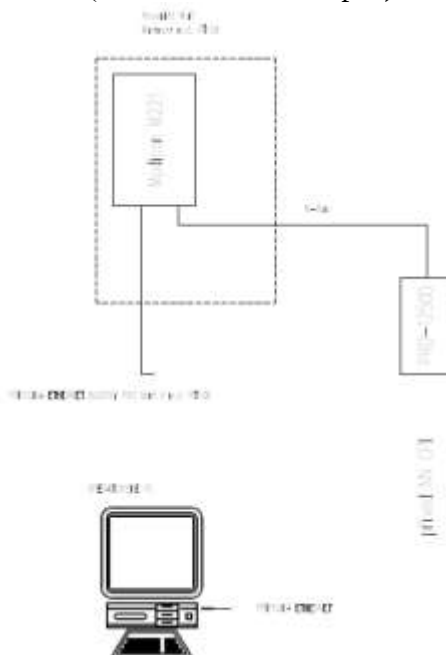
Obr. 31 - Schéma zapojení pro místnost PI163

### CPIT

Měření spotřeby elektrické energie je v hodné doplnit o následující okruhy:

- CPIT (NN) – připojení M-bus elektroměru

Schéma zapojení, viz obrázek níže (schema\_EL\_CPIT.pdf)



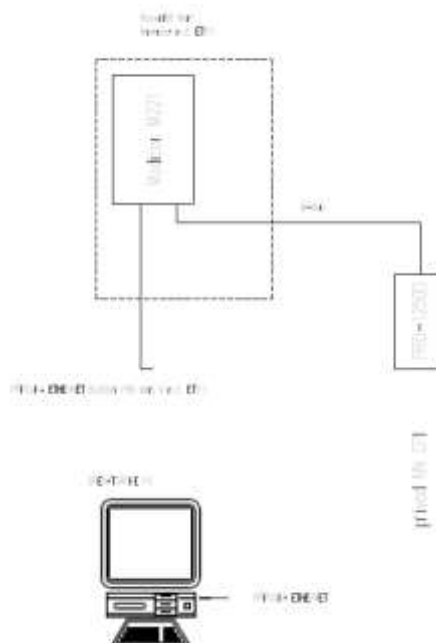
Obr. 32 - Schéma zapojení pro místnost RT108

## IET

Měření spotřeby elektrické energie je v hodné doplnit o následující okruhy:

- IET (NN) – připojení M-bus elektroměru

Schéma zapojení, viz obrázek níže (schema\_EL\_IET.pdf)



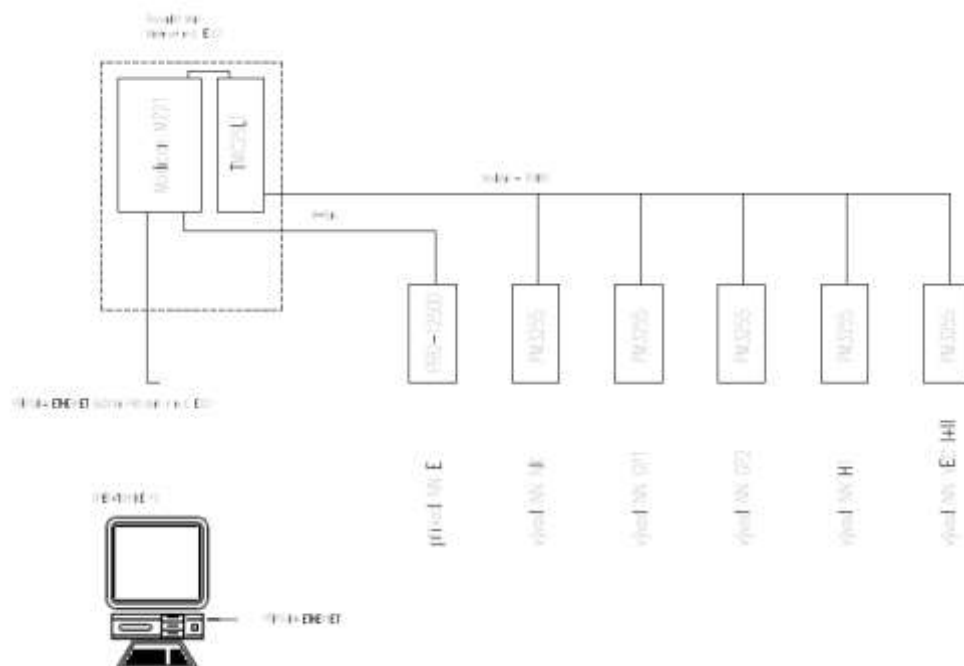
Obr. 33 - Schéma zapojení pro místnost ET111

## Budova E

Měření spotřeby elektrické energie je v hodné doplnit o následující okruhy:

- E (NN) – připojení M-bus elektroměru
- NK (NN)
- GP 1 (NN)
- GP 2 (NN)
- H 1 (NN)
- VEC 1\_2 (NN)

Schéma zapojení, viz obrázek níže (schema\_EL\_E.pdf)



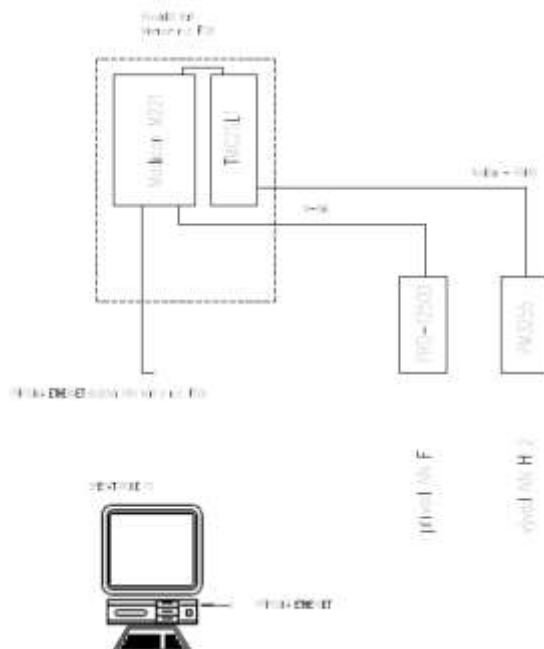
Obr. 34 - Schéma zapojení pro místnost E127

## Budova F

Měření spotřeby elektrické energie je v hodné doplnit o následující okruhy:

- F (NN) – připojení M-bus elektroměru
- H 2 (NN)

Schéma zapojení, viz obrázek níže (schema\_EL\_F.pdf)



Obr. 35 - Schéma připojení pro místnost F129

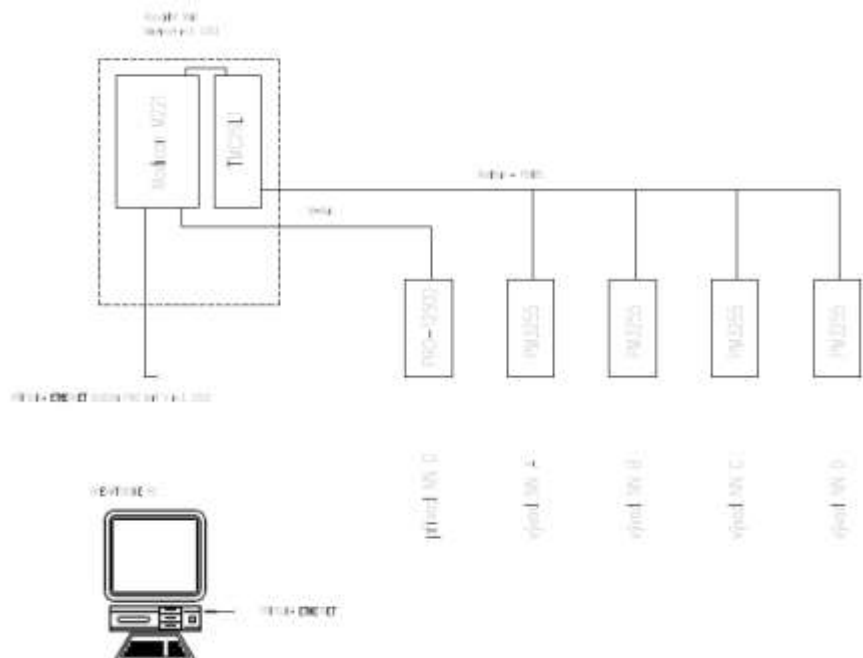
## Budova G

Měření spotřeby elektrické energie je v hodné doplnit o následující okruhy:

- G (NN) – připojení M-bus elektroměru

- A (NN)
- B (NN)
- C (NN)
- D (NN)

Schéma zapojení, viz obrázek níže (schema\_EL\_G.pdf)



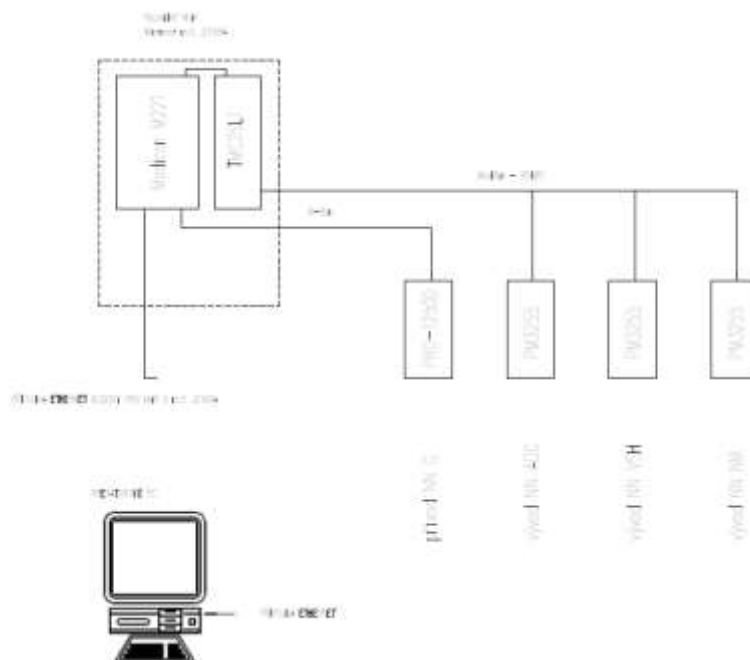
*Obr. 36 - Schéma zapojení pro místnost G103*

## Budova J

Měření spotřeby elektrické energie je v hodné doplnit o následující okruhy:

- J (NN) – připojení M-bus elektroměru
- VSH (NN)
- ADC (NN)
- NM (NN)

Schéma zapojení, viz obrázek níže (schema\_EL\_J.pdf)



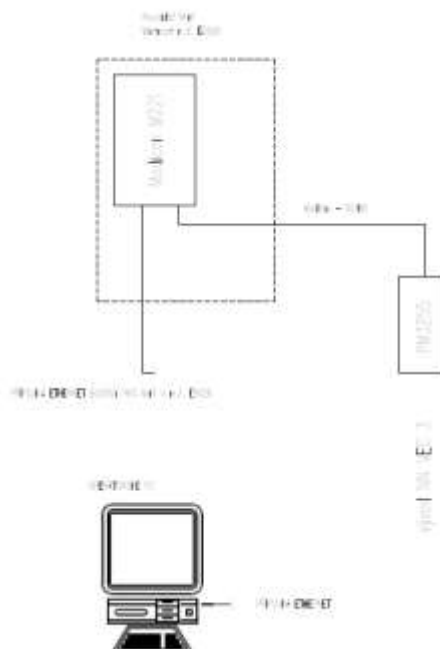
Obr. 37 - Schéma zapojení pro místnost JD169A

### Budova FEI

Měření spotřeby elektrické energie je v hodné doplnit o následující okruhy:

- VEC 3 (NN)

Schéma zapojení, viz obrázek níže (schema\_EL\_FEI.pdf)



Obr. 38 - Schéma zapojení pro místnost EB026

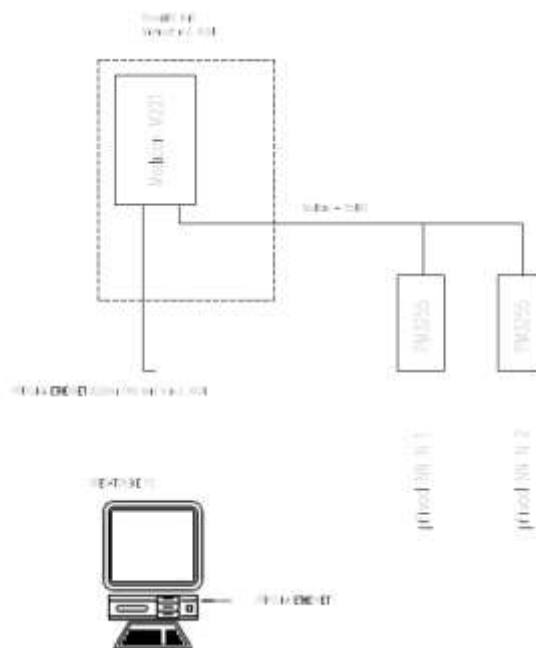
### Budova N

Měření spotřeby elektrické energie je v hodné doplnit o následující okruhy:

- N 1 (NN)
- N 2 (NN)



Schéma zapojení, viz obrázek níže (schema\_EL\_N.pdf)



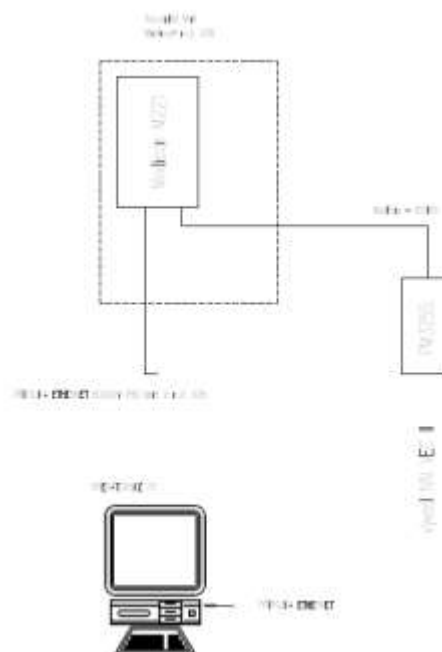
Obr. 39 - Schéma zapojení pro místnost N104

## VEC I

Měření spotřeby elektrické energie je v hodné doplnit o následující okruhy:

- VEC 2 (NN)

Měření VEC 1 je realizováno z rozdílu spotřeby na společné větvi VEC 1+2 v rozvodně budovy E a z měření na větvi VEC 2. Schéma zapojení, viz obrázek níže (schema\_EL\_VEC1.pdf)



Obr. 40 - Schéma zapojení pro místnost V28

## **Měření spotřeby el. energie v rozvodech jednotlivých budov**

Vzhledem ke struktuře rozvodů elektrické energie v jednotlivých budovách je prakticky umožněno měření pro následující okruhy, které jsou z hlediska energetického managementu budov významné. Jedná se o následující okruhy spotřeby el. energie

- Chlazení
- Tepelná čerpadla
- Vzduchotechnická zařízení
- Veřejné osvětlení

Měření spotřeby v dalších okruzích by vyžadovala měření přímo na všech podružných rozvaděčích a zdá se ekonomicky nevýhodné.

### **Chlazení**

Chladicí jednotky jsou umístěny v následujících budovách, kde je možné provést připojení měření spotřeby elektrické energie na výrobu chladu

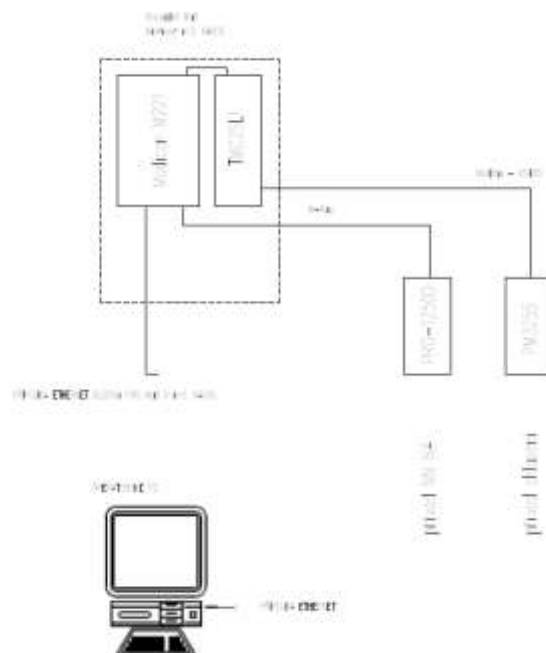
- NA
- CPI
- CPIT
- FEI
- C
- IET
- SH
- VSH
- NK

### **NA**

Pro měření spotřeby elektrické energie pro výrobu chladu je vhodné doplnit následující okruhy:

- Chlazení 1 (místnost NA016, rozváděč RH1, pol.č. 4)

Schéma zapojení, včetně měření spotřeby elektrické energie, popsané v kapitole „Připojení nových elektroměrů pro rozvodny NN“, viz obrázek níže (schema\_EL\_NA\_vcChlazení.pdf)



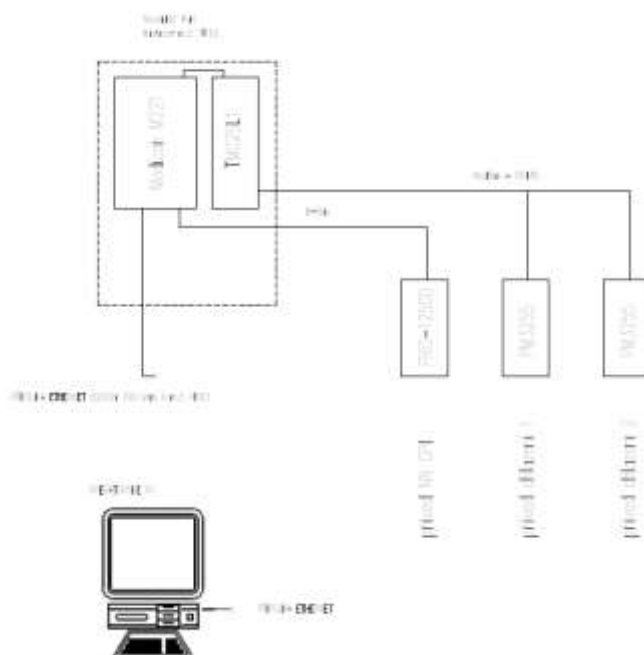
Obr. 41 - Schéma zapojení měření spotřeby chladu - NA016

## CPI

Pro měření spotřeby elektrické energie pro výrobu chladu je vhodné doplnit následující okruhy:

- Chlazení 1 (místnost PI163, rozváděč RH2, pol.č. 2)
- Chlazení 2 (místnost PI163, rozváděč RH2, pol.č. 2)

Schéma zapojení, včetně měření spotřeby elektrické energie, popsané v kapitole „Připojení nových elektroměrů pro rozvodny NN“, viz obrázek níže (schema\_EL\_CPI\_vcChlazení.pdf)



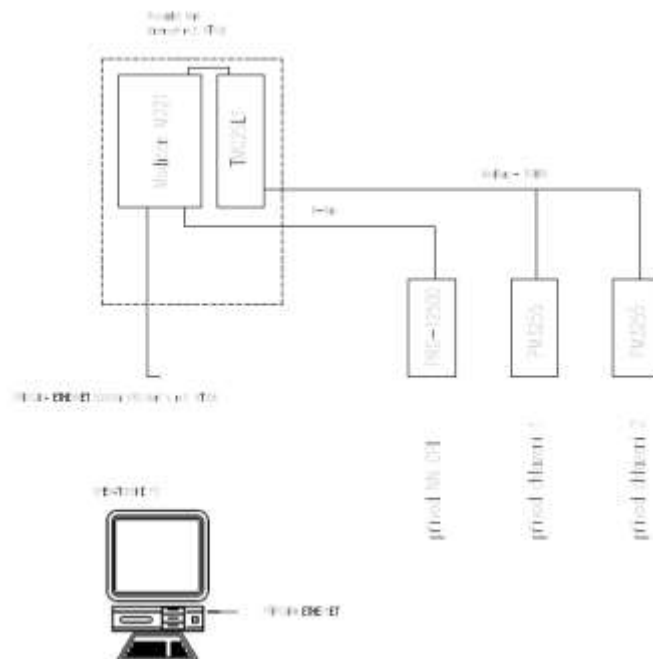
Obr. 42 - Schéma zapojení měření spotřeby chladu – PI163

## CPIT

Pro měření spotřeby elektrické energie pro výrobu chladu je vhodné doplnit následující okruhy:

- Chlazení 1 (místnost RT108, rozváděč RH1, pol.č. 3)
- Chlazení 2 (místnost RT108, rozváděč RH1, pol.č. 3)

Schéma zapojení, včetně měření spotřeby elektrické energie, popsané v kapitole „Připojení nových elektroměrů pro rozvodny NN“, viz obrázek níže (schema\_EL\_CPIT\_vcChlazení.pdf)



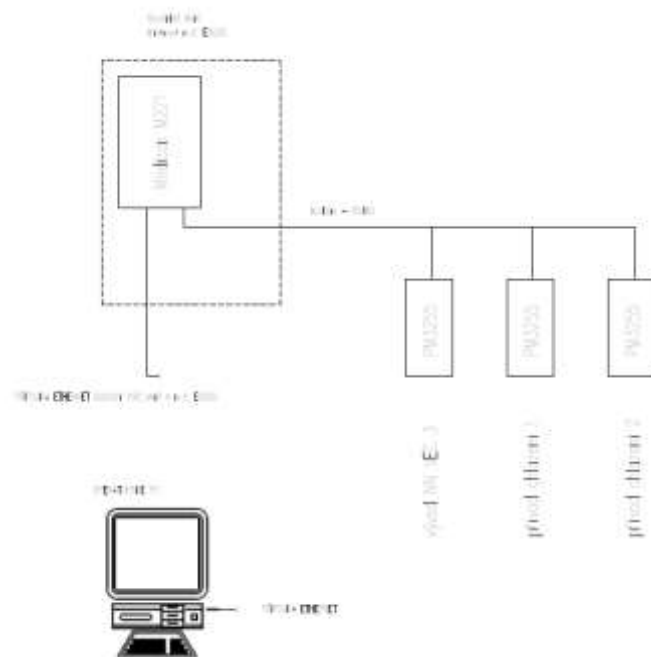
Obr. 43 - Schéma zapojení měření spotřeby chladu – RT108

## FEI

Pro měření spotřeby elektrické energie pro výrobu chladu je vhodné doplnit následující okruhy:

- Chlazení 1 (místnost EB026, rozváděč RH3, pol.č. 3)
- Chlazení 2 (místnost EB026, rozváděč RH3, pol.č. 3)

Schéma zapojení, včetně měření spotřeby elektrické energie, popsané v kapitole „Připojení nových elektroměrů pro rozvodny NN“, viz obrázek níže (schema\_EL\_FEI\_vcChlazení.pdf)



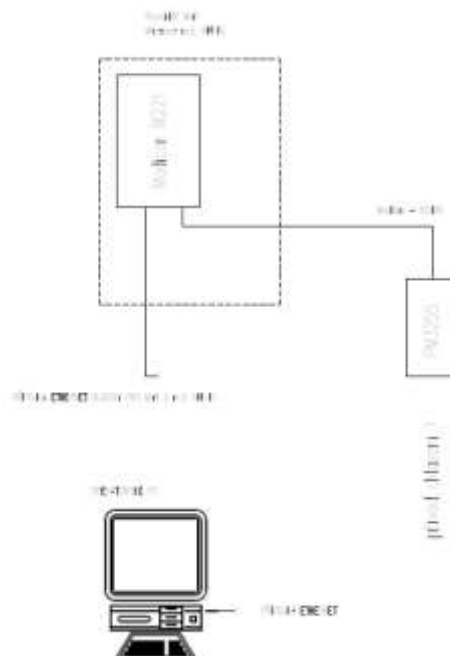
Obr. 44 - Schéma zapojení měření spotřeby chladu – EB026

## VSH

Pro měření spotřeby elektrické energie pro výrobu chladu je vhodné doplnit následující okruhy:

- Chlazení 1 (místnost NH140, rozváděč RH1, pol.č. 2)

Schéma zapojení, viz obrázek níže (schema\_EL\_VSH\_vcChlazení.pdf)



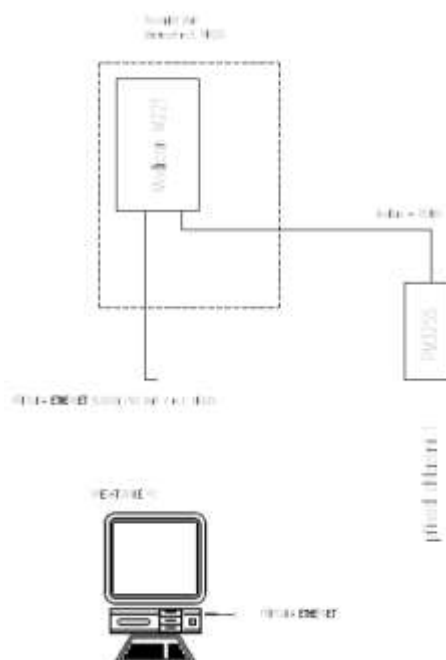
Obr. 45 - Schéma zapojení měření spotřeby chladu – NH140

## NK

Pro měření spotřeby elektrické energie pro výrobu chladu je vhodné doplnit následující okruhy:

- Chlazení 1 (místnost NK025, rozváděč orvzd 3)

Schéma zapojení, viz obrázek níže (schema\_EL\_NK\_vcChlazení.pdf)



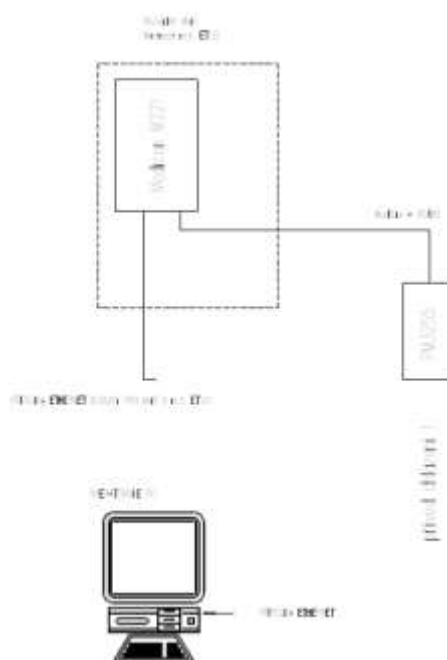
Obr. 46 - Schéma zapojení měření spotřeby chladu – NK025

## IET

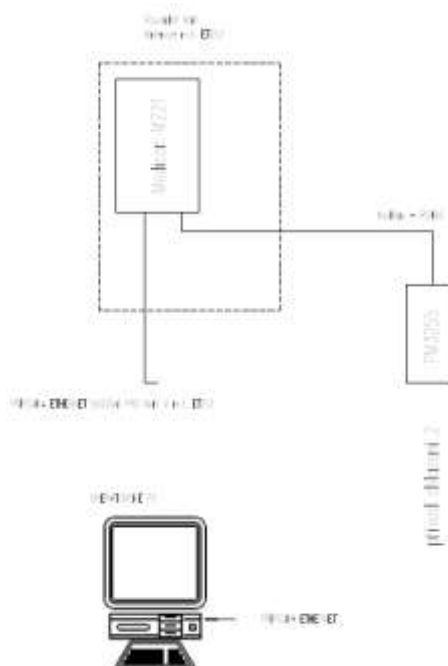
Pro měření spotřeby elektrické energie pro výrobu chladu je vhodné doplnit následující okruhy:

- Chlazení 1 (místnost ET121, rozváděč RA1.1)
- Chlazení 2 (místnost ET212, rozváděč RA2.1)
- Chlazení 3 (místnost ET316, rozváděč RA3.1)

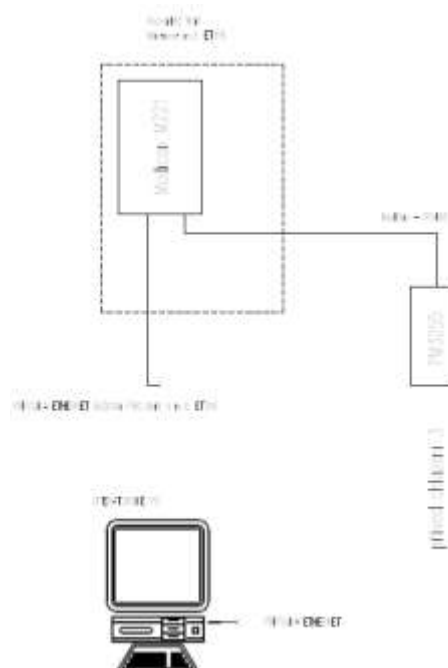
Schéma zapojení, viz obrázek níže (schema\_EL\_IET1\_vcChlazení.pdf, schema\_EL\_IET2\_vcChlazení.pdf, schema\_EL\_IET3\_vcChlazení.pdf)



Obr. 47 – Schéma zapojení měření spotřeby chladu – ET121



Obr. 48 – Schéma zapojení měření spotřeby chladu – ET212



Obr. 49 - Schéma zapojení měření spotřeby chladu – ET316

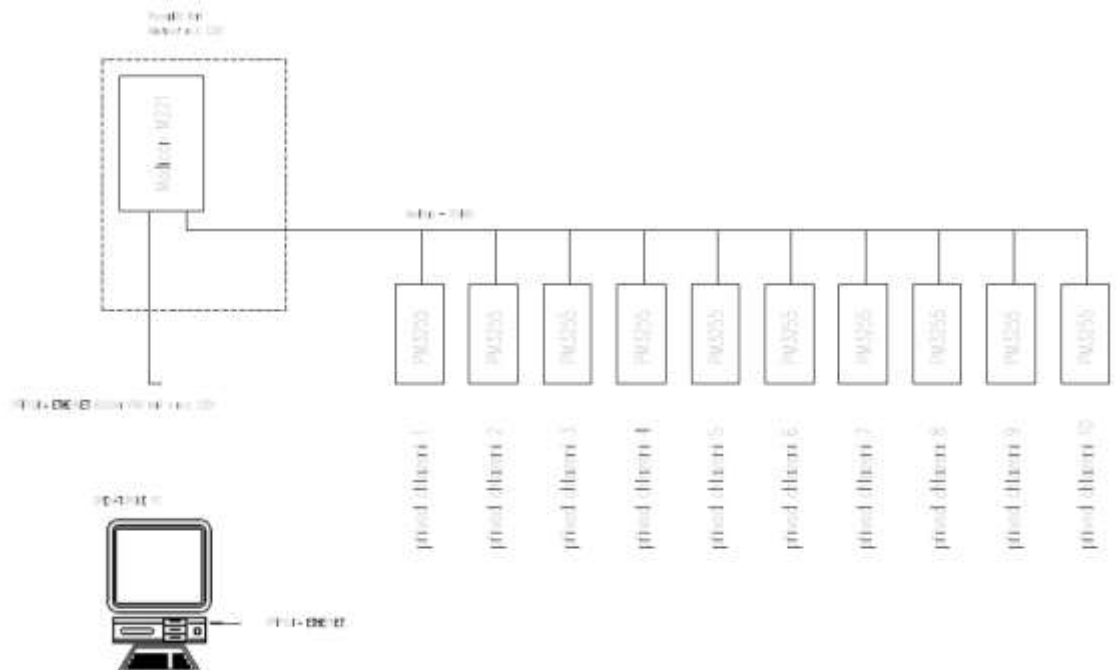
## Budova C

Pro měření spotřeby elektrické energie pro výrobu chladu je vhodné doplnit následující okruhy:

- Chlazení 1 (místnost C201, rozváděč RMVZT1)
- Chlazení 2 (místnost C201, rozváděč RMVZT1)
- Chlazení 3 (místnost C201, rozváděč RMVZT1)
- Chlazení 4 (místnost C201, rozváděč RMVZT1)
- Chlazení 5 (místnost C201, rozváděč RMVZT1)

- Chlazení 6 (místnost C201, rozváděč RMVZT1)
- Chlazení 7 (místnost C201, rozváděč RMVZT1)
- Chlazení 8 (místnost C201, rozváděč RMVZT1)
- Chlazení 9 (místnost C201, rozváděč RMVZT1)
- Chlazení 10 (místnost C201, rozváděč RMVZT1)

Schéma zapojení, včetně měření spotřeby elektrické energie, popsané v kapitole „Připojení nových elektroměrů pro rozvodny NN“, viz obrázek níže (schema\_EL\_C\_vcChlazení.pdf)



Obr. 50 - Schéma zapojení měření spotřeby chladu – C201

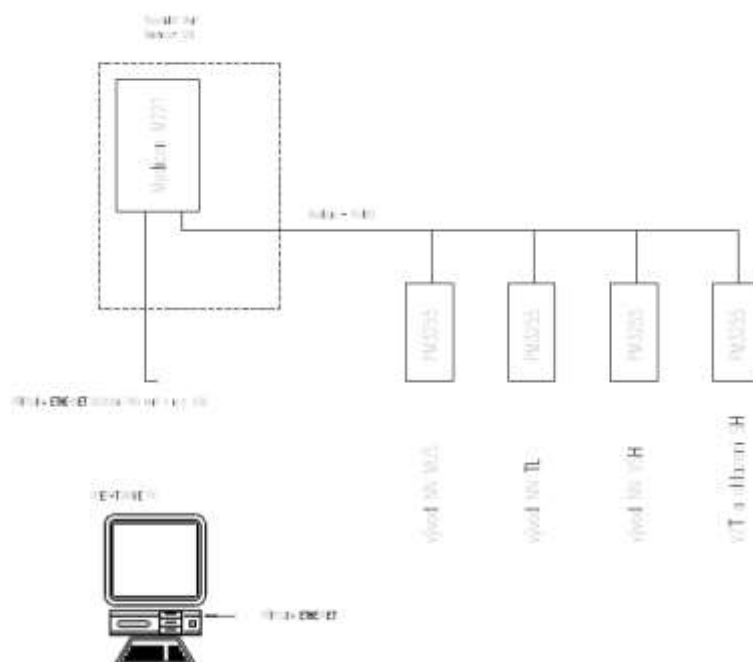
## SH

Pro měření spotřeby elektrické energie pro výrobu chladu by bylo vhodné doplnění venkovního rozváděče RVZT. Bohužel v tomto rozváděči již není místo na dovybavení částí MaR pro měření spotřeby a pro doplnění komunikace by byla nezbytná zřejmě i stavební úprava, což považujeme za stávajícího stavu zbytečné. Jako ekonomicky přijatelné řešení považujeme doplnění společného měření VZT a chlazení pro budovu SH na vývodu ze spínací stanice v místnosti SS9:

- VZT a Chlazení 1 (místnost SS9)

Schéma zapojení, včetně měření spotřeby elektrické energie, popsané v kapitole „Připojení nových elektroměrů pro rozvodny NN“, viz obrázek níže (schema\_EL\_SS\_vcChlazení.pdf)





Obr. 51 - Schéma zapojení měření spotřeby chladu – SS9

## Tepelná čerpadla

V Areálu se nachází dvě stanice s tepelnými čerpadly. Obě stanice s tepelnými čerpadly, tedy jak v budově Nové auly, tak v budově FEI, jsou na přívodu monitorovány a zavedeny do stávajícího systému SCADA a proto není zapotřebí žádné nové HW vybavení.

## Vzduchotechnická zařízení

Vzduchotechnická zařízení jsou rovněž jedním z možných okruhů měření spotřeby elektrické energie. Vzhledem k většímu množství vzduchotechnických zařízení a umístění jednotlivých rozváděčů pro jednotlivá zařízení, po konzultaci s hlavním energetikem, nejsou v této studii měření jejich spotřeby zahrnuta. Po vytvoření základní struktury měření, je do budoucna možné uvažovat i s postupným začleňováním měření spotřeby el. energie pro vzduchotechnická zařízení do základní struktury měření.

## Veřejné osvětlení

Veřejné osvětlení je jednou z částí spotřeby elektrické energie, kterou lze v rámci areálu efektivně měřit, nicméně by bylo vhodné začlenit tuto část až po zpracování samostatného projektu na obnovu veřejného osvětlení uvnitř areálu.

Aktuální stav veřejného osvětlení a jeho regulace je z hlediska optimalizace nákladů nepříliš uspokojivý a vyplývá z umístění dnes již zastarávající techniky.

V rámci areálu v Porubě je veřejné osvětlení napájeno hned z několika budov a to konkrétně z následujících budov a samostatných rozváděčů:

- FEI (rozdávěč neurčen)
- NA (rozdávěč neurčen)
- CPI (rozdávěč neurčen)
- CPIT (rozdávěč neurčen)
- IET (rozdávěč neurčen)

- VEC I (rozdávěč určen)
- RVO1 (J – 1 x přívod z rozváděče RH, m.č. B115)
- RVO2 (H - rozváděč určen)
- RVO3 (VSH – 2 x přívod z rozváděče RH, m.č. NH140)
- RS (venkovní rozváděč mezi FEI a NK)

Z hlediska jednotlivých stožárů a svítidel jsou v rámci areálu použity následující typy zařízení, viz tabulka níže

| Číslo SM | Počet světelných bodů | Typ svítidla č. 1 | Typ svítidla č. 2 | Typ svítidla č. 3 | Typ stožáru | Typ výložníku | Výška svítidla [m] | Vyložení svítidla [m] | Název RVO | Výkon SM [W] | Příkon SM [W] |
|----------|-----------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------|---------------|--------------------|-----------------------|-----------|--------------|---------------|
| 1        | 1                     | maiák             |                   |                   | nový        |               | 4                  | 0                     | RV01      | 70           | 84            |
| 2        | 1                     | maiák             |                   |                   | nový        |               | 4                  | 0                     | RV01      | 70           | 84            |
| 3        | 1                     | maiák             |                   |                   | nový        |               | 4                  | 0                     | RV01      | 70           | 84            |
| 4        | 1                     | maiák             |                   |                   | nový        |               | 4                  | 0                     | RV01      | 70           | 84            |
| 5        | 1                     | maiák             |                   |                   | nový        |               | 4                  | 0                     | RV01      | 70           | 84            |
| 6        | 1                     | maják             |                   |                   | nový        |               | 4                  | 0                     | RV01      | 70           | 84            |
| 7        | 1                     | maiák             |                   |                   | nový        |               | 4                  | 0                     | RV01      | 70           | 84            |
| 8        | 1                     | maiák             |                   |                   | nový        |               | 4                  | 0                     | RV01      | 70           | 84            |
| 9        | 1                     | maják             |                   |                   | nový        |               | 4                  | 0                     | RV01      | 70           | 84            |
| 10       | 1                     | staré Z1          |                   |                   | starý       |               | 5,5                | 0                     | RV01      | 70           | 84            |
| 11       | 1                     | staré Z1          |                   |                   | starý       |               | 5,5                | 0                     | RV01      | 70           | 84            |
| 12       | 1                     | staré Z1          |                   |                   | starý       |               | 5,5                | 0                     | RV01      | 70           | 84            |
| 13       | 1                     | staré Z1          |                   |                   | starý       |               | 5,5                | 0                     | RV01      | 70           | 84            |
| 14       | 1                     | staré Z1          |                   |                   | starý       |               | 5,5                | 0                     | RV01      | 70           | 84            |
| 15       | 1                     | staré Z1          |                   |                   | starý       |               | 5,5                | 0                     | RV01      | 70           | 84            |
| 16       | 1                     | staré Z1          |                   |                   | starý       |               | 5,5                | 0                     | RV01      | 70           | 84            |
| 17       | 1                     | staré Z1          |                   |                   | starý       |               | 5,5                | n                     | RV01      | 70           | 84            |
| 18       | 1                     | staré Z1          |                   |                   | starý       |               | 5,5                | 0                     | RV01      | 70           | 84            |
| 19       | 1                     | staré Z1          |                   |                   | starý       |               | 5,5                | 0                     | RV01      | 70           | 84            |
| 20       | 1                     | staré Z1          |                   |                   | starý       |               | 5,5                | 0                     | RV01      | 70           | 84            |
| 21       | 1                     | staré Z1          |                   |                   | starý       |               | 5,5                | 0                     | RV01      | 70           | 84            |
| 22       | 1                     | staré Z1          |                   |                   | starý       |               | 5,5                | 0                     | RV01      | 70           | 84            |
| 23       | 1                     | staré Z1          |                   |                   | starý       |               | 5,5                | 0                     | RV01      | 70           | 84            |
| 24       | 1                     | staré Z1          |                   |                   | starý       |               | 5,5                | 0                     | RV01      | 70           | 84            |
| 25       | 1                     | staré Z1          |                   |                   | starý       |               | 5,5                | 0                     | RV01      | 70           | 84            |
| 26       | 1                     | staré Z1          |                   |                   | starý       |               | 5,5                | 0                     | RV01      | 70           | 84            |
| 27       | 1                     | staré Z1          |                   |                   | starý       |               | 5,5                | 0                     | RV01      | 70           | 84            |
| 28       | 1                     | staré Z1          |                   |                   | starý       |               | 5,5                | 0                     | RV01      | 70           | 84            |
| 29       | 1                     | staré Z1          |                   |                   | starý       |               | 5,5                | 0                     | RV01      | 70           | 84            |
| 30       | 1                     | staré Z1          |                   |                   | starý       |               | 5,5                | 0                     | RV01      | 70           | 84            |
| 31       | 1                     | staré Z1          |                   |                   | starý       |               | 5,5                | 0                     | RV01      | 70           | 84            |
| 32       | 1                     | staré Z1          |                   |                   | starý       |               | 5,5                | 0                     | RV01      | 70           | 84            |
| 33       | 1                     | staré Z1          |                   |                   | starý       |               | 5,5                | 0                     | RV01      | 70           | 84            |
| 34       | 1                     | staré Z1          |                   |                   | starý       |               | 5,5                | 0                     | RV01      | 70           | 84            |
| 35       | 1                     | staré Z1          |                   |                   | starý       |               | 5,5                | 0                     | RV01      | 70           | 84            |
| 36       | 1                     | staré Z1          |                   |                   | starý       |               | 5,5                | 0                     | RV01      | 70           | 84            |
| 37       | 1                     | staré Z1          |                   |                   | starý       |               | 5,5                | 0                     | RV01      | 70           | 84            |

|    |   |             |         |     |       |                   |     |   |      |     |     |
|----|---|-------------|---------|-----|-------|-------------------|-----|---|------|-----|-----|
| 38 | 1 | velbloud    |         |     | starý | jednovýložník     | 7,5 | 1 | RV01 | 100 | 120 |
| 39 | 1 | velbloud    |         |     | starý | jednovýložník     | 7,5 | 1 | RV01 | 100 | 120 |
| 40 | 1 | maiák       |         |     | nový  |                   | 4   | 0 | RV01 | 70  | 84  |
| 41 | 1 | maiák       |         |     | nový  |                   | 4   | 0 | RV01 | 70  | 84  |
| 42 | 1 | maják       |         |     | now   |                   | 4   | 0 | RV01 | 70  | 84  |
| 43 | 1 | maiák       |         |     | nový  |                   | 4   | 0 | RV01 | 70  | 84  |
| 44 | 1 | maják       |         |     | nový  |                   | 4   | 0 | RV01 | 70  | 84  |
| 45 | 1 | maiák       |         |     | nový  |                   | 4   | 0 | RV01 | 70  | 84  |
| 46 | 1 | maiák       |         |     | nový  |                   | 4   | 0 | RV01 | 70  | 84  |
| 47 | 1 | maiák       |         |     | nový  |                   | 4   | 0 | RV01 | 70  | 84  |
| 48 | 2 | Sodík 1     | Sodík 1 |     | nový  | dvojvýložník 180° | 10  | 1 |      | 300 | 360 |
| 49 | 2 | Sodík 1     | Sodík 1 |     | nový  | dvojvýložník 180° | 10  | 1 |      | 300 | 360 |
| 50 | 2 | Sodík 1     | Sodík 1 |     | nový  | dvojvýložník 180° | 10  | 1 |      | 300 | 360 |
| 51 | 2 | Sodík 1     | Sodík 1 |     | nový  | dvojvýložník 180° | 10  | 1 |      | 300 | 360 |
| 52 | 2 | Sodík 1     | Sodík 1 |     | nový  | dvojvýložník 180° | 10  | 1 |      | 300 | 360 |
| 53 | 2 | Sodík 1     | Sodík 1 |     | nový  | dvojvýložník 180° | 10  | 1 |      | 300 | 360 |
| 54 | 2 | Sodík 1     | Sodík 1 |     | nový  | dvojvýložník 180° | 10  | 1 |      | 300 | 360 |
| 55 | 2 | Sodík 1     | Sodík 1 |     | nový  | dvojvýložník 180° | 10  | 1 |      | 300 | 360 |
| 56 | 2 | Sodík 1     | Sodík 1 |     | nový  | dvojvýložník 180° | 10  | 1 |      | 300 | 360 |
| 57 | 2 | Sodík 1     | Sodík 1 |     | nový  | dvojvýložník 180° | 10  | 1 |      | 300 | 360 |
| 58 | 2 | Sodík 1     | Sodík 1 |     | nový  | dvojvýložník 180° | 10  | 1 |      | 300 | 360 |
| 59 | 1 | staré Z1    |         |     | starý |                   | 5,5 | 0 | RV02 | 70  | 84  |
| 60 | 1 | staré Z1    |         |     | starý |                   | 5,5 | 0 | RV02 | 70  | 84  |
| 61 | 1 | staré Z1    |         |     | starý |                   | 5,5 | 0 | RV02 | 70  | 84  |
| 62 | 2 | staré Z1    |         |     | starý |                   | 5,5 | 0 | RV02 | 70  | 84  |
| 63 | 1 | staré Z1    |         |     | starý |                   | 5,5 | 0 | RV02 | 70  | 84  |
| 64 | 1 | staré Z1    |         |     | starý |                   | 5,5 | 0 | RV02 | 70  | 84  |
| 65 | 1 | staré Z1    |         |     | starý |                   | 5,5 | 0 | RV02 | 70  | 84  |
| 66 | 1 | Sodík 2     |         |     | starý | jednovýložník     | 10  | 1 | RV02 | 150 | 180 |
| 67 | 1 | Sodík 2     |         |     | starý | jednovýložník     | 10  | 1 | RV02 | 150 | 180 |
| 68 | 1 | Sodík 2     |         |     | starý | jednovýložník     | 10  | 1 | RV02 | 150 | 180 |
| 69 | 1 | Sodík 2     |         |     | starý | jednovýložník     | 10  | 1 | RV02 | 150 | 180 |
| 70 | 1 | Sodík 2     |         |     | starý | jednovýložník     | 10  | 1 | RV02 | 150 | 180 |
| 71 | 1 | Sodík 2     |         |     | starý | jednovýložník     | 10  | 1 | RV02 | 150 | 180 |
| 72 | 1 | Sodík 2     |         |     | starý | jednovýložník     | 10  | 1 | RV02 | 150 | 180 |
| 73 | 1 | staré Z1    |         |     | starý |                   | 5,5 | 0 | RV02 | 70  | 84  |
| 74 | 2 | Sodík 2     | Sodík 2 |     | nový  | dvojvýložník 90°  | 10  | 1 | RV02 | 300 | 360 |
| 75 | 2 | Sodík 2     | Sodík 2 |     | nový  | dvojvýložník 90°  | 10  | 1 |      | 300 | 360 |
| 76 | 2 | Sodík 2     | Sodík 2 |     | nový  | dvojvýložník 180° | 10  | 1 |      | 300 | 360 |
| 77 | 2 | Sodík 2     | Sodík 2 |     | nový  | dvojvýložník 180° | 10  | 1 |      | 300 | 360 |
| 78 | 2 | Sodík 2     | Sodík 2 |     | nový  | dvojvýložník 180° | 10  | 1 |      | 300 | 360 |
| 79 | 2 | Sodík 2     | Sodík 2 |     | nový  | dvojvýložník 180° | 10  | 1 |      | 300 | 360 |
| 80 | 2 | Sodík 2     | Sodík 2 |     | nový  | dvojvýložník 180° | 10  | 1 |      | 300 | 360 |
| 81 | 2 | Sodík 2     | Sodík 2 |     | nový  | dvojvýložník 180° | 10  | 1 |      | 300 | 360 |
| 82 | 2 | Sodík 2     | Sodík 2 |     | nový  | dvojvýložník 180° | 10  | 1 |      | 300 | 360 |
| 83 | 2 | Sodík 2     | Sodík 2 |     | nový  | dvojvýložník 180° | 10  | 1 |      | 300 | 360 |
| 84 | 2 | Sodík 2     | Sodík 2 |     | nový  | dvojvýložník 180° | 10  | 1 |      | 300 | 360 |
| 85 | 1 | nové - 360° |         |     | nový  |                   | 5   | 0 |      | 70  | 84  |
| 86 | 1 | nové - 360° |         |     | nový  |                   | 5   | 0 |      | 70  | 84  |
| 87 | 1 | nové - 360° |         |     | nový  |                   | 5   | 0 |      | 70  | 84  |
| 88 | 1 | nové - 360° |         |     | nový  |                   | 5   | 0 |      | 70  | 84  |
| 89 | 1 | nové - 360° |         |     | nový  |                   | 5   | 0 |      | 70  | 84  |
| 90 | 3 | nové - 360° | HIT     | HIT | nový  |                   | 5   | 0 |      | 370 | 444 |

|     |   |             |     |     |       |               |     |   |      |     |     |
|-----|---|-------------|-----|-----|-------|---------------|-----|---|------|-----|-----|
| 91  | 3 | nové - 360° | HIT | HIT | nový  |               | 5   | 0 |      | 370 | 444 |
| 92  | 3 | nové - 360° | HIT | HIT | nový  |               | 5   | 0 |      | 370 | 444 |
| 93  | 3 | nové - 360° | HIT | HIT | nový  |               | 5   | 0 |      | 370 | 444 |
| 94  | 1 | nové - 360° |     |     | nový  |               | 5   | 0 |      | 70  | 84  |
| 95  | 1 | nové - 360° |     |     | nový  |               | 5   | 0 |      | 70  | 84  |
| 96  | 1 | nové - 360° |     |     | nový  |               | 5   | 0 |      | 70  | 84  |
| 97  | 1 | velbloud    |     |     | starý | jednovýložník | 7,5 | 1 | RV02 | 150 | 180 |
| 98  | 1 | velbloud    |     |     | starý | jednovýložník | 7,5 | 1 | RV02 | 150 | 180 |
| 99  | 1 | Sodík 2     |     |     | starý | jednovýložník | 7,5 | 1 | RV02 | 150 | 180 |
| 100 | 1 | Sodík 2     |     |     | starý | jednovýložník | 7,5 | 1 | RV02 | 150 | 180 |
| 101 | 1 | Sodík 2     |     |     | starý | jednovýložník | 7,5 | 1 | RV02 | 150 | 180 |
| 102 | 1 | staré Z1    |     |     | starý |               | 5,5 | 0 | RV02 | 70  | 84  |
| 103 | 1 | staré Z1    |     |     | starý |               | 5,5 | 0 | RV02 | 70  | 84  |
| 104 | 1 | staré Z1    |     |     | starý |               | 5,5 | 0 | RV02 | 70  | 84  |
| 105 | 1 | staré Z1    |     |     | starý |               | 5,5 | 0 | RV02 | 70  | 84  |
| 106 | 1 | staré Z1    |     |     | starý |               | 5,5 | 0 | RV02 | 70  | 84  |
| 107 | 1 | staré Z1    |     |     | starý |               | 5,5 | 0 | RV02 | 70  | 84  |
| 108 | 1 | staré Z1    |     |     | starý |               | 5,5 | 0 | RV02 | 70  | 84  |
| 109 | 1 | staré Z1    |     |     | starý |               | 5,5 | 0 | RV02 | 70  | 84  |
| 110 | 1 | staré Z1    |     |     | starý |               | 5,5 | 0 | RV02 | 70  | 84  |
| 111 | 1 | staré Z1    |     |     | starý |               | 5,5 | 0 | RV02 | 70  | 84  |
| 112 | 1 | Sodík 4     |     |     | nový  | jednovýložník | 8   | 1 |      | 100 | 120 |
| 113 | 1 | Sodík 4     |     |     | nový  | jednovýložník | 8   | 1 |      | 100 | 120 |
| 114 | 1 | Sodík 4     |     |     | nový  | jednovýložník | 8   | 1 |      | 100 | 120 |
| 115 | 1 | Sodík 4     |     |     | nový  | jednovýložník | 8   | 1 |      | 100 | 120 |
| 116 | 1 | Sodík 4     |     |     | nový  | jednovýložník | 8   | 1 |      | 100 | 120 |
| 117 | 1 | Sodík 4     |     |     | nový  | jednovýložník | 8   | 1 |      | 100 | 120 |
| 118 | 1 | Sodík 4     |     |     | nový  | jednovýložník | 8   | 1 |      | 100 | 120 |
| 119 | 1 | Sodík 5     |     |     | nový  | jednovýložník | 6   | 1 |      | 150 | 180 |
| 120 | 1 | Sodík 5     |     |     | nový  | jednovýložník | 6   | 1 |      | 150 | 180 |
| 121 | 1 | Sodík 5     |     |     | nový  | jednovýložník | 6   | 1 |      | 150 | 180 |
| 122 | 1 | Sodík 4     |     |     | nový  | jednovýložník | 8   | 1 |      | 100 | 120 |
| 123 | 1 | Sodík 4     |     |     | nový  | jednovýložník | 8   | 1 |      | 100 | 120 |
| 124 | 1 | Sodík 4     |     |     | nový  | jednovýložník | 8   | 1 |      | 100 | 120 |
| 125 | 1 | Sodík 4     |     |     | nový  | jednovýložník | 8   | 1 |      | 100 | 120 |
| 126 | 1 | Sodík 4     |     |     | nový  | jednovýložník | 8   | 1 |      | 100 | 120 |
| 127 | 1 | Sodík 4     |     |     | nový  | jednovýložník | 8   | 1 |      | 100 | 120 |
| 128 | 1 | Sodík 4     |     |     | nový  | jednovýložník | 8   | 1 |      | 100 | 120 |
| 129 | 1 | Sodík 4     |     |     | nový  | jednovýložník | 8   | 1 |      | 100 | 120 |
| 130 | 1 | Sodík 4     |     |     | nový  | jednovýložník | 8   | 1 |      | 100 | 120 |
| 131 | 1 | Sodík 6     |     |     | nový  |               | 5,5 | 0 |      | 70  | 84  |
| 132 | 1 | Sodík 6     |     |     | nový  |               | 5,5 | 0 |      | 70  | 84  |
| 133 | 1 | Sodík 6     |     |     | nový  |               | 5,5 | 0 |      | 70  | 84  |
| 134 | 1 | Sodík 6     |     |     | nový  |               | 5,5 | 0 |      | 70  | 84  |
| 135 | 1 | Sodík 6     |     |     | nový  |               | 5,5 | 0 |      | 70  | 84  |
| 136 | 1 | Sodík 6     |     |     | nový  |               | 5,5 | 0 |      | 70  | 84  |
| 137 | 1 | staré Z1    |     |     | starý |               | 5,5 | 0 | RV02 | 70  | 84  |
| 138 | 1 | staré Z1    |     |     | starý |               | 5,5 | 0 | RV02 | 70  | 84  |
| 139 | 1 | staré Z1    |     |     | starý |               | 5,5 | 0 | RV02 | 70  | 84  |
| 140 | 1 | staré Z1    |     |     | starý |               | 5,5 | 0 | RV02 | 70  | 84  |
| 141 | 1 | staré Z1    |     |     | starý |               | 5,5 | 0 | RV02 | 70  | 84  |
| 142 | 1 | staré Z1    |     |     | starý |               | 5,5 | 0 | RV02 | 70  | 84  |
| 143 | 1 | HIT         |     |     | stěna |               | 4   | 0 | RV02 | 150 | 180 |

|     |   |                |  |  |       |               |     |   |      |     |     |
|-----|---|----------------|--|--|-------|---------------|-----|---|------|-----|-----|
| 144 | 1 | HIT            |  |  | stěna |               | 4   | 0 | RV02 | 150 | 180 |
| 145 | 1 | staré Z1       |  |  | starý |               | 5,5 | 0 | RV02 | 70  | 84  |
| 146 | 1 | staré Z1       |  |  | starý |               | 5,5 | 0 | RV02 | 70  | 84  |
| 147 | 1 | staré Z1       |  |  | starý |               | 5,5 | 0 | RV02 | 70  | 84  |
| 148 | 1 | staré Z1       |  |  | starý |               | 5,5 | 0 | RV02 | 70  | 84  |
| 149 | 1 | staré Z1       |  |  | starý |               | 5,5 | 0 | RV02 | 70  | 84  |
| 150 | 1 | HIT            |  |  | stěna |               | 4   | 0 |      | 150 | 180 |
| 151 | 1 | HIT            |  |  | stěna |               | 4   | 0 |      | 150 | 180 |
| 152 | 1 | HIT            |  |  | stěna |               | 4   | 0 |      | 150 | 180 |
| 153 | 1 | HIT            |  |  | stěna |               | 4   | 0 |      | 150 | 180 |
| 154 | 1 | HIT            |  |  | stěna |               | 4   | 0 |      | 150 | 180 |
| 155 | 1 | staré Z1       |  |  | starý |               | 5,5 | 0 |      | 70  | 84  |
| 156 | 1 | staré Z1       |  |  | starý |               | 5,5 | 0 |      | 70  | 84  |
| 157 | 1 | staré Z1       |  |  | starý |               | 5,5 | 0 |      | 70  | 84  |
| 158 | 1 | staré Z1       |  |  | starý |               | 5,5 | 0 |      | 70  | 84  |
| 159 | 1 | staré Z1       |  |  | starý |               | 5,5 | 0 |      | 70  | 84  |
| 160 | 1 | staré Z1       |  |  | starý |               | 5,5 | 0 |      | 70  | 84  |
| 161 | 1 | LED+solar+vitř |  |  | nový  |               | 5,5 | 0 |      | 30  | 30  |
| 162 | 1 | staré Z1       |  |  | starý |               | 5,5 | 0 |      | 70  | 84  |
| 163 | 1 | staré Z1       |  |  | starý |               | 5,5 | 0 |      | 70  | 84  |
| 164 | 1 | staré Z1       |  |  | starý |               | 5,5 | 0 |      | 70  | 84  |
| 165 | 1 | staré Z1       |  |  | starý |               | 5,5 | 0 |      | 70  | 84  |
| 166 | 1 | staré Z1       |  |  | starý |               | 5,5 | 0 |      | 70  | 84  |
| 167 | 1 | staré Z1       |  |  | starý |               | 5,5 | 0 |      | 70  | 84  |
| 168 | 1 | staré Z1       |  |  | starý |               | 5,5 | 0 |      | 70  | 84  |
| 169 | 1 | staré Z1       |  |  | starý |               | 5,5 | 0 |      | 70  | 84  |
| 170 | 1 | staré Z1       |  |  | starý |               | 5,5 | 0 |      | 70  | 84  |
| 171 | 1 | staré Z1       |  |  | starý |               | 5,5 | 0 |      | 70  | 84  |
| 172 | 1 | staré Z1       |  |  | starý |               | 5,5 | 0 |      | 70  | 84  |
| 173 | 1 | staré Z1       |  |  | starý |               | 5,5 | 0 |      | 70  | 84  |
| 174 | 1 | Thorn, sodík   |  |  | nový  |               | 5,5 | 0 |      | 70  | 84  |
| 175 | 1 | Thorn, sodík   |  |  | nový  |               | 5,5 | 0 |      | 70  | 84  |
| 176 | 1 | Thorn, sodík   |  |  | nový  |               | 5,5 | 0 |      | 70  | 84  |
| 177 | 1 | Thorn, sodík   |  |  | nový  |               | 5,5 | 0 |      | 70  | 84  |
| 178 | 1 | Thorn, sodík   |  |  | nový  |               | 5,5 | 0 |      | 70  | 84  |
| 179 | 1 | Thorn, sodík   |  |  | nový  |               | 5,5 | 0 |      | 70  | 84  |
| 180 | 1 | staré Z1       |  |  | starý |               | 5,5 | 0 |      | 70  | 84  |
| 181 | 1 | staré Z1       |  |  | starý |               | 5,5 | 0 |      | 70  | 84  |
| 182 | 1 | staré Z1       |  |  | starý |               | 5,5 | 0 |      | 70  | 84  |
| 183 | 1 | staré Z1       |  |  | starý |               | 5,5 | 0 |      | 70  | 84  |
| 184 | 1 | staré Z1       |  |  | starý |               | 5,5 | 0 |      | 70  | 84  |
| 185 | 1 | staré Z1       |  |  | starý |               | 5,5 | 0 |      | 70  | 84  |
| 186 | 1 | staré Z1       |  |  | starý |               | 5,5 | 0 |      | 70  | 84  |
| 187 | 1 | staré Z1       |  |  | starý |               | 5,5 | 0 |      | 70  | 84  |
| 188 | 1 | staré          |  |  | nový  |               | 4   | 0 | RV03 | 70  | 84  |
| 189 | 1 | staré          |  |  | nový  |               | 4   | 0 | RV03 | 70  | 84  |
| 190 | 1 | staré          |  |  | nový  |               | 4   | 0 | RV03 | 70  | 84  |
| 191 | 1 | staré          |  |  | nový  |               | 4   | 0 | RV03 | 70  | 84  |
| 192 | 1 | staré          |  |  | nový  |               | 4   | 0 | RV03 | 70  | 84  |
| 193 | 1 | staré          |  |  | nový  |               | 4   | 0 | RV03 | 70  | 84  |
| 194 | 1 | staré          |  |  | nový  |               | 4   | 0 | RV03 | 70  | 84  |
| 195 | 1 | Sodík 3        |  |  | nový  | jednovýložník | 8   | 1 | RV03 | 100 | 120 |
| 196 | 1 | Sodík 7        |  |  | nový  | lednovýložník | 8   | 1 | RV03 | 100 | 120 |

|     |   |            |  |  |        |               |     |   |      |     |     |
|-----|---|------------|--|--|--------|---------------|-----|---|------|-----|-----|
| 197 | 1 | Sodík 3    |  |  | nový   | jednovýložník | 8   | 1 | RV03 | 100 | 120 |
| 198 | 1 | Sodík 3    |  |  | nový   | jednovýložník | 8   | 1 | RV03 | 100 | 120 |
| 199 | 1 | Sodík 3    |  |  | nový   | jednovýložník | 8   | 1 | RV03 | 100 | 120 |
| 200 | 1 | Sodík 3    |  |  | nový   | jednovýložník | 8   | 1 | RV03 | 100 | 120 |
| 201 | 1 | Sodík 3    |  |  | nový   | jednovýložník | 8   | 1 | RV03 | 100 | 120 |
| 202 | 1 | staré      |  |  | nový   |               | 4   | 0 | RV03 | 70  | 84  |
| 203 | 1 | staré      |  |  | nový   |               | 4   | 0 | RV03 | 70  | 84  |
| 204 | 1 | staré      |  |  | nový   |               | 4   | 0 | RV03 | 70  | 84  |
| 205 | 1 | staré      |  |  | nový   |               | 4   | 0 | RV03 | 70  | 84  |
| 206 | 1 | staré      |  |  | nový   |               | 4   | 0 | RV03 | 70  | 84  |
| 207 | 1 | staré      |  |  | nový   |               | 4   | 0 | RV03 | 70  | 84  |
| 208 | 1 | staré      |  |  | nový   |               | 4   | 0 | RV03 | 70  | 84  |
| 209 | 1 | staré      |  |  | nový   |               | 4   | 0 | RV03 | 70  | 84  |
| 210 | 1 | staré      |  |  | nový   |               | 4   | 0 | RV03 | 70  | 84  |
| 211 | 1 | staré      |  |  | nový   |               | 4   | 0 | RV03 | 70  | 84  |
| 212 | 1 | staré      |  |  | nový   |               | 4   | 0 | RV03 | 70  | 84  |
| 213 | 1 | staré      |  |  | nový   |               | 4   | 0 | RV03 | 70  | 84  |
| 214 | 1 | staré      |  |  | nový   |               | 4   | 0 | RV03 | 70  | 84  |
| 215 | 1 | staré      |  |  | nový   |               | 4   | 0 | RV03 | 70  | 84  |
| 216 | 1 | staré      |  |  | nový   |               | 4   | 0 | RV03 | 70  | 84  |
| 217 | 1 | HIT        |  |  | stěna  |               | 4   | 0 |      | 150 | 180 |
| 218 | 1 | HIT        |  |  | stěna  |               | 4   | 0 |      | 150 | 180 |
| 219 | 1 | HIT        |  |  | stěna  |               | 4   | 0 |      | 150 | 180 |
| 220 | 1 | HIT        |  |  | stěna  |               | 4   | 0 |      | 150 | 180 |
| 221 | 1 | LED        |  |  | stěna  |               | 4   | 0 |      | 30  | 30  |
| 222 | 1 | HIT        |  |  | stěna  |               | 4   | 0 |      | 150 | 180 |
| 223 | 1 | HIT        |  |  | stěna  |               | 4   | 0 |      | 150 | 180 |
| 224 | 1 | HIT        |  |  | stěna  |               | 4   | 0 |      | 150 | 180 |
| 225 | 1 | HIT        |  |  | stěna  |               | 4   | 0 |      | 150 | 180 |
| 226 | 1 | HIT        |  |  | stěna  |               | 4   | 0 |      | 150 | 180 |
| 227 | 1 | HIT        |  |  | stěna  |               | 4   | 0 |      | 150 | 180 |
| 228 | 1 | HIT, Thorn |  |  | u země |               | 0,3 | 0 |      | 70  | 84  |
| 229 | 1 | HIT, Thorn |  |  | u země |               | 0,3 | 0 |      | 70  | 84  |
| 230 | 1 | staré      |  |  | nový   |               | 4   | 0 | RV03 | 70  | 84  |
| 231 | 1 | staré      |  |  | nový   |               | 4   | 0 | RV03 | 70  | 84  |

Tab. 2 - Soupis jednotlivých svítidel VO a jejich parametrů

Regulace veřejného osvětlení je v současnosti prováděna pouze pomocí spínacích hodin a jednoho čidla osvitů. Tento způsob regulace neumožňuje jakýkoliv sofistikovanější přístup k dosažení úspor a celou soustavu je možné aktuálně regulovat pouze způsobem zapnuto-vypnuto. Nové přístupy regulace umožňují u veřejného osvětlení regulaci výkonu a to podle typu použitého svítidla buď plynule, nebo alespoň v několika stupních. U moderních soustav VO, jsou aplikovány následující požadavky na její regulaci:

- přizpůsobení osvětlení individuálním požadavkům uživatele
- dosažení požadovaného osvětlení v závislosti na hodnotě denního osvětlení vytvořením možnosti plynulého přizpůsobení podílu umělého osvětlení
- dosažení požadovaného osvětlení v závislosti na technickém stavu osvětlovací soustavy vyrovnaním rozdílu mezi časově počátečním a konečným stavem soustavy
- snížení příkonu soustavy podle povoleného maximálního odběru využitím možnosti okamžitého snížení spotřeby bez úplného vypnutí osvětlení

V případě „smart kampusu“, nebo studie „smart city“ v rámci areálu kampusu považujeme téměř za nezbytné, aby ke splnění těchto podmínek došlo.

Z hlediska regulace bude do budoucna rovněž nezbytné sestavit rovněž jednotlivé regulační okruhy, tak aby bylo zajištěno alespoň logické rozdělení na osvětlení komunikací určených pro chodce a určených pro vozidla. V nejlepším případě se pak bavíme o samostatně regulovatelných svítidlech.

Z hlediska obnovy považujeme za výhodné uvažovat o rekonstrukci veřejného osvětlení na okruzích s nejstarším typem osvětlení, a to konkrétně na okruzích připojených k rozváděčům RVO1, RVO2 a RVO3. U těchto rozváděčů je pak na přívodu vhodné uvažovat o měření spotřeby elektrické energie i před vlastní rekonstrukcí VO, tak aby bylo možné jednoznačně určit spotřebu před a po rekonstrukci osvětlovací soustavy.

Z hlediska použití svítidel je nezbytné akcentovat aktuální normy a nařízení EK a v rámci rekonstrukce nepodporovat technická řešení, která budou v blízké budoucnosti regulována, viz tabulka níže

| termin        | dotčená skupina výrobků                                   | požadavek či důsledek nařízení                                                                                                                                                                                                                                    | náhrada                                                                                                                                                                    |
|---------------|-----------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| duben<br>2012 | <b>výbojky</b><br>(pouze patice E27, E40 a PGZ12)         | <ul style="list-style-type: none"> <li>Stážení standardních vysokotlakých sodíkových výbojek</li> <li>Stážení neúčinných halogenidových výbojek</li> <li>Definování meze činitele stárnutí a činitele funkční spolehlivosti</li> </ul>                            | <ul style="list-style-type: none"> <li>Vysoce účinné vysokotlakové sodíkové výbojky</li> <li>Účinné halogenidové výbojky</li> </ul>                                        |
|               | <b>předřadníky</b>                                        | <ul style="list-style-type: none"> <li>Stážení neúčinných předřadníků pro vysokotlakové výbojky</li> </ul>                                                                                                                                                        |                                                                                                                                                                            |
|               | <b>svítidla</b>                                           | <ul style="list-style-type: none"> <li>Povinnost uvádět technické informace k výbojkovým svítidlům (nad 2000 lm)</li> </ul>                                                                                                                                       |                                                                                                                                                                            |
| duben<br>2015 | <b>výbojky</b><br>(pouze patice E27, E40 a PGZ12)         | <ul style="list-style-type: none"> <li>Stážení vysokotlakých rtuťových výbojek a vysokotlakých sodíkových určených pro jejich přímou náhradu</li> </ul>                                                                                                           | <ul style="list-style-type: none"> <li>Náhrada neexistuje, je třeba vyměnit svítidla</li> </ul>                                                                            |
|               | <b>kompaktní zářivky</b><br>bez integrovaného předřadníku | <ul style="list-style-type: none"> <li>Stážení dvoukólkových kompaktních zářivek</li> </ul>                                                                                                                                                                       | <ul style="list-style-type: none"> <li>Náhrada neexistuje, svítidla s elektromagnetickým předřadníkem je třeba vyměnit za svítidla s elektronickým předřadníkem</li> </ul> |
| duben<br>2017 | <b>výbojky</b><br>(pouze patice E27, E40 a PGZ12)         | <ul style="list-style-type: none"> <li>Další zpřísnění požadavků na měrný výkon halogenidových výbojek</li> </ul>                                                                                                                                                 | <ul style="list-style-type: none"> <li>Vysoce účinné halogenidové výbojky</li> </ul>                                                                                       |
|               | <b>předřadníky</b>                                        | <ul style="list-style-type: none"> <li>Další zpřísnění požadavků na účinnost předřadníků pro vysokotlakové výbojky</li> <li>Zpřísnění požadavků na účinnost předřadníků pro kompaktní zářivky (elektronické předřadníky třída A2 a pro stmívatelné A1)</li> </ul> |                                                                                                                                                                            |

Tab. 3 - Omezení vyplývající z nařízení Evropské komise - ES č. 245/2009 (zdroj [www.svn.cz](http://www.svn.cz))

V rámci výběru požadovaného technického řešení doporučujeme zvážit nejen vhodný typ svítidla, ale komplexně uvažovat i o vlastní regulaci jednotlivých svítidel a jejich rozšiřitelnosti do budoucna. V tabulce níže je možné nalézt porovnání jednotlivých světelných zdrojů vhodných pro veřejné osvětlení

| Parametr                  |                        | Světelný zdroj                                                                          |                                                           |                                                                        |                                                                                             |                                                                  |
|---------------------------|------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------|
|                           |                        | Kompaktní zářivka                                                                       | Rtuťová výbojka                                           | Vysokotlaková sodíková výbojka                                         | Halogenidová výbojka                                                                        | Světelná dioda                                                   |
| Obvyklé označení          |                        | TC-L                                                                                    | HQL, RVE                                                  | HST, HSE                                                               | HIT, HIE                                                                                    | HP LED, COB LED                                                  |
| Příkon                    | P (W)                  | 36–80                                                                                   | 50–400                                                    | 50–250                                                                 | 35–250                                                                                      | 1–180                                                            |
| Světelný tok              | $\Phi$ (lm)            | 2 900–6 500                                                                             | 1 900–22 000                                              | 4 000–33 000                                                           | 4 700–25 000                                                                                | 100–18 000                                                       |
| Měrný výkon               | $\eta$ (lm/W)          | 80                                                                                      | 37–57                                                     | 75–130                                                                 | 80–100                                                                                      | 100–150                                                          |
| Doba života, výpadek 10%  | $t_{\text{e}10\%}$ (h) | 13 000                                                                                  | 12 000                                                    | 10 000–22 000                                                          | 4 000–12 000                                                                                | x*)                                                              |
| Doba života, výpadek 50%  | $t_{\text{e}50\%}$ (h) | 20 000                                                                                  | 16 000                                                    | 25 000–35 000                                                          | 11 000–21 000                                                                               | x                                                                |
| Pokles $\Phi$ po 10 000 h | $z_z$ (–)              | 0,85–0,97                                                                               | 0,8–0,99                                                  | 0,8–0,95                                                               | 0,55–0,80                                                                                   | 0,95–0,99                                                        |
| Teplota chromatičnosti    | $T_c$ (K)              | 2 700–6 500                                                                             | 3 500–4 200                                               | 2 000                                                                  | 3000–4000                                                                                   | 2 600–8 500                                                      |
| Barevný tón               |                        | teple až chladně bílá                                                                   | neutrálně bílá                                            | teple bílá                                                             | teple až neutrálně bílá                                                                     | teple až chladně bílá                                            |
| Index podání barev        | $R_a$ (–)              | 80–90                                                                                   | 39–56                                                     | 20–25                                                                  | 80–90                                                                                       | 65–90                                                            |
| Výhody                    |                        | dobré podání barev, nízké investiční náklady                                            |                                                           | vysoký měrný výkon, dlouhá doba života                                 | velmi dobré podání barev                                                                    | vysoký měrný výkon, dlouhá doba života, velmi dobré podání barev |
| Nevýhody                  |                        | teplotní závislost světelného toku, kratší doba života, horší usměrnění světelného toku | nízký měrný výkon, horší podání barev, kratší doba života | nízký index podání barev                                               | kratší doba života, vyšší investiční náklady                                                | vysoká cena, teplotní závislost technických parametrů            |
| Použití                   |                        | Obslužné komunikace, rezidenční oblasti, pěší zóny, náměstí                             | Obslužné komunikace                                       | Všechny typy komunikací mimo komunikace s převládajícím pohybem chodců | Pozemní komunikace s převládajícím pohybem chodců (náměstí, pěší zóny), přechody pro chodce | Všechny typy pozemních komunikací                                |

\*) Pozn. V současné době nejsou k dispozici přesná statistická data. Za předpokladu dodržení předepsaných teplotních poměrů lze očekávat, že doba života při výpadku 10% zdrojů bude vyšší než 50 000 hodin.

Tab. 4 - Porovnání parametrů jednotlivých typů světelných zdrojů pro VO (zdroj [www.svn.cz](http://www.svn.cz))



## Požadavky na zhotovitele, výkaz výměr

### Výkaz výměr

Vzhledem k rozsahu investic prezentovaných v rámci této práce a velké pravděpodobnosti, že v případě výběrového řízení nebude, vzhledem k velikosti investic, s nejvyšší pravděpodobností soutěženo jako celek, je výkaz výměr koncipován jako modulární a je vytvořen pro jednotlivé okruhy popsané v rámci předcházejících kapitol.

Některé skutečnosti, jako například typ použitého propojení (drát-pásovina?) soustav VN a NN na jednotlivých rozvaděčích není možné ověřit bez částečné demontáže daného pole rozvaděče, což ovlivňuje případně použitý typ měřicího transformátoru, a je proto nezbytné při výběrovém řízení trvat na vytvoření realizační dokumentace a ověření rozsahu díla zhotovitelem, viz kapitola níže – Požadavky na zhotovitele.

Výkaz-výměr neobsahuje případné doplnění strukturované sítě v jednotlivých rozvodnách, které je nezbytné zajistit v rámci oddělení IT, tak aby síť byla stabilní. Místo připojení do sítě ethernet je určeno na základě požadavků IT oddělení a je nezbytné ho určit v rámci ověření rozsahu díla zhotovitelem.

Výkaz výměr je vytvořen ve dvou verzích a to ve verzi s navrženým typovým řešením dle daných příkladových schémat a dále pak ve verzi s obecnými parametry pro daný typ měření. Seznam jednotlivých částí výkazu-výměru, viz tabulka níže

| Číslo části | Název části                              | Okruh měření | Pozn. |
|-------------|------------------------------------------|--------------|-------|
| 1           | Nadřazený řídicí systém/obecná část      | -            |       |
| 2           | Předávací stanice budova A - A -A003     | UT           |       |
| 3           | Předávací stanice budova A - B - B104    | UT           |       |
| 4           | Předávací stanice budova A - C - C7      | UT           |       |
| 5           | Předávací stanice budova D - D - D21     | UT           |       |
| 6           | Areál CPIT - CPIT - RT111                | UT           |       |
| 7           | Geologický pavilón - GP - GP3            | UT           |       |
| 8           | Nová knihovna - NK - NK013               | UT           |       |
| 9           | Areál N - N - N103                       | UT           |       |
| 10          | Sportovní hala - SH - SH103              | UT           |       |
| 11          | Víceúčelová sportovní hala - VSH - NH139 | UT           |       |
| 12          | Nová menza - NM - NM007                  | UT           |       |
| 13          | FEI - FEI - EA004                        | UT           |       |
| 14          | CPI - CPI - PI158                        | UT           |       |
| 15          | IET - IET - ET109                        | UT           |       |
| 16          | Nová Aula - NA - NA022                   | UT           |       |
| 17          | Univerzitní mateřská škola - UMT - MS137 | UT           |       |
| 18          | VECI - VECI - PV113                      | UT           |       |
| 19          | VECI - VECI - DV123                      | UT           |       |
| 20          | SS - SS9                                 | EL           |       |
| 21          | NA - NA016                               | EL           |       |
| 22          | CPI - PI163                              | EL           |       |
| 23          | CPIT - RT108                             | EL           |       |
| 24          | IET - ET111                              | EL           |       |
| 25          | E - E127                                 | EL           |       |

|    |                           |               |                |
|----|---------------------------|---------------|----------------|
| 26 | F - F129                  | EL            |                |
| 27 | G - G103                  | EL            |                |
| 28 | J - JD169A                | EL            |                |
| 29 | FEI - EB026               | EL            |                |
| 30 | N - N104                  | EL            |                |
| 31 | NA - NA016 / chlazení     | EL_vcChlazení | doplňuje č. 21 |
| 32 | CPI - PI163 / chlazení    | EL_vcChlazení | doplňuje č. 22 |
| 33 | CPIT - RT108 / chlazení   | EL_vcChlazení | doplňuje č. 23 |
| 34 | FEI - EB026 / chlazení    | EL_vcChlazení | doplňuje č. 29 |
| 35 | C - C201 / chlazení       | EL_vcChlazení |                |
| 36 | VSH - NH140 / chlazení    | EL_vcChlazení |                |
| 37 | NK- NK025 / chlazení      | EL_vcChlazení |                |
| 38 | IET- ET121 / chlazení     | EL_vcChlazení |                |
| 39 | IET- ET212 / chlazení     | EL_vcChlazení |                |
| 40 | IET- ET316 / chlazení     | EL_vcChlazení |                |
| 41 | SH - SS9 / chlazení a VZT | EL_vcChlazení | doplňuje č. 20 |
| 42 | VEC I - V28               | EL            |                |

Tab. 5 - Soupis částí výkazu-výměru

## Požadavky na zhotovitele

Zhotovitel díla musí splňovat obecné požadavky dané zákony, vyhláškami a normami platnými pro Českou republiku.

### Závazné požadavky

- Montáž smí provádět organizace nebo pracovníci s oprávněním podle vyhlášky 50/78 Sb.
- Elektroinstalace musí vyhovovat platným ČSN, požadavkům zákona č.22/1997 Sb. o technických požadavcích na výrobky a vydaným Nařízením vlády podle zákona č.22/1997 Sb.
- Před uvedením do provozu musí být na zařízení vypracována výchozí revize podle ČSN 33 1500 a ČSN 33 2000-6.
- Podle vyhlášky 20/79 Sb. oznámí montážní organizace ukončení montáží příslušnému orgánu dozoru.
- Před uvedením do provozu musí být zařízení označeno bezpečnostními tabulkami podle ČSN ISO 3864.
- Zhotovitel je povinen provést ekologickou likvidaci odpadů vzniklých při provádění stavby.

## Postup výstavby

### Postup výstavby – montáž zařízení

- Pro realizaci stavby musí být vypracována prováděcí projektová dokumentace, kde je nutno zrekapitulovat a ověřit rozsah díla a požadavky ostatních profesí na MaR.
- Při zapojování a spouštění jednotlivých zařízení je nutno respektovat požadavky a pokyny výrobce tohoto zařízení. Je třeba se řídit podle návodů dodaných k těmto zařízením.

- Projektant nezodpovídá za případné změny typů dodaných zařízení během realizace projektu.
- Provede se individuální vyzkoušení - uvažovat spolupráci dodavatelů technologie, elektro, a dalších dodavatelů.
- Provede se komplexní vyzkoušení zařízení ve spolupráci všech dodavatelů.
- Dodavatel vypracuje výchozí revizi.
- Dodavatel vypracuje dokumentaci skutečného provedení stavby, kterou předá investorovi. Zároveň předá dodavatelskou dokumentaci, kterou zpracovává v rámci své dodávky.
- Dodavatel předá veškeré doklady předávané v rámci smlouvy o dílo nebo v rozsahu obecně platných předpisů a norem.
- Pro obsluhu, údržbu, opravy a revize elektrického zařízení vypracuje provozní směrnice.
- Součástí dodávky je i likvidace veškerých odpadů vzniklých při realizaci díla.

### **Individuální zkoušky**

Zhotovitel je povinen provést individuální zkoušky včetně provádění potřebných měření, obstarávání atestů, a revizí za účelem prokázání kvality a funkčnosti díla. Rozsah a průběh individuálních zkoušek navrhne Zhotovitel v návrhu individuálního vyzkoušení, které se po odsouhlasení Objednatelem stane závazným podkladem pro přípravu individuálních zkoušek.

### **Komplexní zkoušky**

Zhotovitel provede komplexní zkoušky celého díla za účelem prokázání kvality, funkčnosti a parametrů dodaného předmětu díla. Komplexní zkouškou se rozumí vyzkoušení vzájemně propojených a na sebe navazujících systémů, které byly předem úspěšně individuálně odzkoušeny, mají potřebné atesty, měření a revize. Rozsah a průběh komplexních zkoušek Zhotovitel zkoordinuje s navazujícími systémy a zpracuje harmonogram komplexních zkoušek, který se po odsouhlasení Objednatelem stane závazným podkladem pro přípravu a provedení komplexního vyzkoušení.

### **Provozní vyzkoušení**

Po provedených komplexních zkouškách bude provedeno provozní vyzkoušení technologického zařízení, kde se budou ověřovat parametry jednotlivých výrobků a technické parametry technologického zařízení. Provozní vyzkoušení organizuje investor.

### **Dokumentace skutečného provedení**

Zhotovitel vypracuje dokumentaci skutečného provedení díla. Tuto dokumentaci předá objednateli v počtu a druhů nosičů podle SoD.

### **Zaškolení obsluhy a údržby**

Zaškolení obsluhy - Zhotovitel provede řádné zaškolení pracovníků obsluhy, kteří budou předaná zařízení provozovat a obsluhovat - uživatelé.

Zaškolení údržby - Zhotovitel provede řádné zaškolení pracovníků údržby, kteří budou zajišťovat údržbu a preventivní prohlídky systému na základě Zhotovitelem vypracovaných Předpisů režimů údržby a preventivních prohlídek systémů. Zaškolení na diagnostiku a programování - Zhotovitel provede řádné zaškolení vybraných pracovníků údržby na diagnostiku a programování systémů.