

**SPECIFIKACE SMART TECHNOLOGIE ŘÍZENÍ
VEŘEJNÉHO OSVĚTLENÍ
MĚSTA ŠUMPERKA**

schválené Radou Města Šumperka na základě usnesení č. 4183/22 ze dne 28.4.2022

SPECIFIKACE SMART TECHNOLOGIE ŘÍZENÍ VEŘEJNÉHO OSVĚTLENÍ

Město Šumperk vlastní a dále rozvíjí systém inteligentního řízení veřejného osvětlení SMART v systému powerline (řízení po napájecím kabelu VO) s obousměrným přenosem dat. **Všechny nové části VO budou s tímto systémem plně kompatibilní.**

Systém řízení veřejného osvětlení je soubor zařízení a služeb, které zajišťují svícení a nástroje pro spolehlivý provoz, diagnostiku a údržbu.

Základní vlastností systému jsou:

- modulární systém
- zapínání / vypínání osvětlení podle kalendáře soumraku doplněn o soumrakový senzor
- dálkový sběr dat z jednotlivých bodů osvětlení
- automatické vyhodnocování poruch svítidla (snížený výkon, nesvítí vůbec, odpojení svítidla)
- automatické vyhodnocování poruch rozvaděče - výpadek napájení, jističe, otevřené dveře,...
- automatické nahlašování poruch a změn provozních stavů na dispečink formou alarmů, varování a událostí
- posílání alarmových zpráv na telefon formou SMS
- měření napětí, proudů, celkové spotřeby RVO, měření jednotlivých větví, měření jednotlivých svítidel
- možnost dynamicky regulovat intenzitu jednotlivě nebo po skupinách
- některé skupiny svítidel je třeba řídit podle doplňkových senzorů (pohybové, soumrakové snímače,...)

Pro řízení a monitorování vzdálených svítidel systém využívá moduly vzdáleného řízení svítidla. Jeho úkolem je řídit a monitorovat svítidlo a komunikovat se vzdálenou nadřazenou řídicí jednotkou v RVO.

Jeho základní úkoly jsou:

- rozsvítit svítidlo vždy po připojení napájecího napětí
- musí svítit i v případě vážné poruchy řídicího modulu
- plynulá regulace jasu svítidla
- relé pro odpojení předřadníku svítidla od napájení - pro požadavek vypnutí svícení
- další relé pro vypínání doplňkového spotřebiče, jako může být například vánoční osvětlení
- dálková obousměrná komunikace s nadřazenou jednotkou v rozvaděči
- automatické reportování poruch nadřazené jednotce
- měření U, I, P (činný, zdánlivý, jalový, účinník) připojeného svítidla
- vyhodnocení stavu svícení na základě porovnání aktuální spotřeby svítidla
- vyhodnocení poruchy svícení
- měření teploty v nitru svítidla
- možnost připojit pohybový snímač, podle kterého bude řízen jeden světelný bod, nebo celá skupina svítidel

Základní prvky rozvaděče RVO jsou:

- vstupní jistič
- elektroměr
- stykač
- výstupní jističe pro jednotlivé větve osvětlení
- přepěťová ochrana pro ochranu komponentů rozvaděče
- řídicí jednotka rozvaděče s příslušenstvím které bude plnit úlohy:
 - o metalické/optické síti internetu nebo nouzově i po GSM komunikace se vzdáleným serverem s

databází

- o vyhodnocení stavu všech jističů (vstupní, výstupní, jistič pro elektroniku)
- o zapínání výstupních větví stykačem – požadované je použít 1 – 3 stykače
- o vyhodnocení stavu stykače
- o měření napětí, proud, výkon činný, jalový, zdánlivý, PF na vstupu do rozvaděče,
- o měření proudů na výstupních větvích
- o vyhodnocení stavu soumrakového snímače
- záložní systém, který zabezpečí spínání stykače podle definovaného kalendáře
- mechanický přepínač na změnu režimu RVO – automatický, stykač zapnutý, stykač vypnutý

Jištění RVO

Rozvaděč musí obsahovat správně nadimenzované jističe pro případ poruchy na připojených zařízeních nebo poruchy vedení. Jelikož během běžného provozu může dojít k vypnutí jednotlivých jističů z důvodu venkovních vlivů (bouřka, zkrat na vedení způsobený silným větrem), proto je potřebné, aby systém řízení takový stav automaticky detekoval a informoval o tom správce VO.

Všechny jističe musí obsahovat pomocný kontakt, pomocí kterého bude systém řízení vyhodnocovat jejich stav.

Změna režimu RVO a řízení stykače

Na RVO a k němu připojených svítidlech je potřebné občas vykonat údržbu, která zahrnuje instalaci nových, nebo výměnu nefunkčních komponentů. Při výměně svítidla se servisní technik nemůže spolehnout na to, že systém řízení nezapne vypnutý stykač, čímž technika může vážně ohrozit. Po výměně svítidla zase technik potřebuje otestovat vyměněné svítidlo. Z tohoto důvodu je potřebné, aby RVO obsahoval mechanický přepínač, kterým bude možné nadefinovat okamžitý režim stykačů.

Tímto přepínačem bude možné nadefinovat tři základní režimy:

- **Automatický:** Znamená to, že stykač bude zapínat nadřazená jednotka systému řízení, která je součástí RVO. Jednotka ho zapíná podle dopředu nadefinovaného kalendáře a podle stavů připojených senzorů. V tomto režimu je možné stykač zapnout, nebo vypnout na základě požadavku z řídicího centra (dispečink). V případě poruchy řídicí jednotky, záložní systém převezme automaticky funkci řízení stykače a bude ho řídit podle nadefinovaného kalendáře. V tomto režimu servisní technik neumí přesně určit, kdy bude stykač zapnutý, nebo vypnutý.
- **Trvale vypnutý:** Přepínač v této poloze musí být fyzicky zapojený tak, že stykač je vypnutý vždy, i v případě jakéhokoliv stavu, nebo poruchy řídicího, nebo záložního systému a není možné ho zapnout ani na dálku přes dispečink. V tomto režimu se servisní technik může spolehnout na to, že se stykač nezapne.
- **Trvale zapnutý.** V tomto režimu je stykač trvale zapnutý, takže při zapnutých vývodových jističích je ve výstupních větvích síťové napětí.

Záložní systém

Řízení VO musí obsahovat minimálně trojkanálový (stykače) záložní systém, který dokáže zabezpečit základní svícení i v případě poruchy jiných komponentů rozvaděče. V rozvaděči VO při normálním provozu ovládá stykače řídicí jednotka rozvaděče. Systém řízení VO musí být navržený tak, aby v případě jakéhokoliv poruchy řídicího modulu, převzal kontrolu nad zapínáním stykačů záložní systém.

Při aktivaci záložního systému je jeho úlohou zapínat a vypínat stykače podle dopředu definovaného kalendáře soumraků a rozednění. Tento kalendář definuje uživatel dálkově přes rozhraní konfigurace systému řízení VO, pro každý stykač samostatně (každý stykač má přiřazený vlastní kalendář). Systém řízení musí synchronizovat jeho hodiny a

monitorovat jeho funkčnost i v čase, kdy neřídí rozvaděč VO. V případě poruchy záložního systému musí systém řízení automaticky nahlásit poruchu na dispečink, nebo rovnou zodpovědnému pracovníkovi formou SMS.

Řídící jednotka rozvaděče

Řídící jednotka koordinuje a monitoruje činnost ostatních zařízení v rozvaděči VO i mimo něj. Je autonomním zařízením s obojsměrným datovým přenosem přes metalické/optické síti internetu nebo nouzově i po GSM na dispečinkovou vizualizační centrálu, která v reálném čase poskytuje informace potřebné k včasnému odstraňování poruch zařízení jako i měřené a diagnostické údaje potřebné pro vyhodnocení aktuálního a historického stavu na vykonání optimalizace.

Základní úlohy řídicí jednotky jsou:

- komunikace s nadřazeným serverem a databází
- řízení stykače podle uživatelem definovaného spínacího kalendáře soumraků a rozednění
- řízení stmívače osvětlení po skupinách podle uživatelem definovaného stmívacího kalendáře
- sběr dat ze všech připojených světelných bodů
- monitorování a vyhodnocování stavů všech k ní připojených zařízení
- sběr a ukládání dat z měřících modulů do interního úložiště
- uchování dat i pro případ delšího výpadku spojení s nadřazeným serverem
- vyhodnocení stavu všech jističů v RVO
- detekce otevření dveří RVO a následné hlášení alarmu (dispečink, SMS)
- monitorování aktuálního stavu stykače
- vyhodnocování stavu soumrakového snímače
- dálková komunikace se všemi vzdálenými světelnými body
- monitorování stavu napájecího zdroje
- monitorování stavu záložní baterie

Komunikace s nadřazeným serverem a databází musí být zprostředkována po metalické/optické síti internetu nebo nouzově i po GSM technologiích. Je potřebné, aby komunikace byla zabezpečená, aby nebyla přímo přístupná přes internet, ale jen přes autentifikační server.

Komunikace se vzdálenými moduly řízení svítidel musí být odolná vůči RF rušení (aby nebylo možné záměrným způsobem z blízké vzdálenosti od svítidel, tuto komunikaci zarušit, případně převzít kontrolu nad svítidly).

Řídící jednotka má být schopná řídit naráz až 3 stykače, každý podle vlastního spínacího kalendáře, který je matematicky vypočítaný podle teoretických úsvitů a soumraků vzhledem na fyzické umístění rozvaděče dané jeho skutečnými GPS souřadnicemi.

Funkci stmívání bude řídicí modul zabezpečovat na základě nadefinovaného stmívacího kalendáře. Pomocí něho je potřebné různým způsobem řídit intenzity pro minimálně 20 skupin světelných bodů definovaných nad celým městem, tj. nezávisle od jednotlivých RVO. Stmívací kalendář definovaný pro každou skupinu má mít schopnost nadefinovat minimálně 4 intenzity na den pro různé časy a je definovaný pro konkrétní typ dne (pracovní den, víkend, svátek, ...).

Další úlohou řídicí jednotky je vykonávat diagnostiku funkčnosti připojených světelných bodů. Je potřebné aby na nich bylo možné automaticky detekovat poruchy výpadku komunikace, nesvítí vůbec, neočekávaná spotřeba (svítidlo nesvítí jak má).

V rámci RVO, řídicí jednotka musí komunikovat s dalšími pomocnými zařízeními, které například vyhodnocují stav jističů, stykače, záložní baterie, dělá měření napětí, proudů a výkonů na vstupu a výstupech z RVO, detekují otevření dveří, měří intenzitu osvětlení v blízkosti RVO, odčítají stav elektroměru. Řídící jednotka vyhodnocuje stav všech takových zařízení, naměřené hodnoty uchovává ve vlastní paměti a posílá je na vzdálený server. V případě jakéhokoliv selhání pomocného zařízení, řídicí jednotka hlásí alarm na dispečink.

Řídící jednotka musí být schopná pracovat i samostatně v tzv. autonomním, nebo offline režimu. V tomto režimu musí uchovávat všechny posbírané stavy a měření, které po pozdějším připojení na server přepoše do vzdálené databáze.

Při výpadku napájecího napětí, musí řídicí jednotka RVO i nadále pracovat a dělat dohled nad RVO ještě několik hodin (běží na záložní baterii), při čem výpadek napájení a jiné poruchy musí oznámit na dispečink, nebo správci veřejného osvětlení formou SMS.

Update firmwaru řídicí jednotky je potřebné vykonávat na dálku přes standardní komunikační rozhraní metalické/optické sítě internetu nebo nouzově i po GSM.

Podpůrné moduly pro řídicí jednotku RVO

V rámci RVO je potřebné zabezpečit velké množství úloh, které je možné rozdělit do několika skupin:

- měření dvojestavových hodnot
 - o dveře otevřené/zavřené
 - o jistič zapnutý/vypnutý
 - o stykač zapnutý/vypnutý
- měření vícecestavových hodnot
 - o poloha přepínače režimu RVO
 - o úroveň intenzity osvětlení v okolí rozvaděče (digitální kalibrovaný senzor)
- komunikace s jiným zařízením
 - o vlastní komunikace mezi řídicí jednotkou a podpůrnými moduly
 - o čtení stavu elektroměru
- analýza sítě
 - o měření okamžité a špičkové napětí, proud, výkon činný, jalový, zdánlivý, PF
měření na vstupu, a všech výstupů z RVO

Řízení a monitorování světelných bodů

Nejpočetnějším modulem v systému řízení VO je modul vzdáleného řízení svítidla. Jeho úlohou je řídit a monitorovat svítidlo a komunikovat se vzdálenou nadřazenou řídicí jednotkou.

Jeho základní úlohy jsou:

- rozsvítit svítidlo vždy po připojení napájecího napětí
- musí svítit i v případě vážné poruchy řídicího modulu
- plynulá regulace jasů svítidla
- relé pro odpojení předřadníku svítidla od napájení – pro požadavek vypnutí svítidla
- další relé pro vypínání doplňkového spotřebiče, jako například vánoční osvětlení
- dálková obojsměrná komunikace s nadřazenou jednotkou v rozvaděči
- automatické reportování poruch nadřazené jednotce
- měření U,I,P (činný, zdánlivý, jalový, účinník) připojeného svítidla
- vyhodnocení stavu svítidla na základě porovnání aktuální spotřeby svítidla
- vyhodnocení poruchy svítidla
- měření teploty v uvnitř svítidla
- možnost připojit pohybový snímač, podle kterého bude řízený jeden světelný bod, nebo celá skupina svítidel

Modul vzdáleného řízení svítidla se instaluje do variantně do tělesa svítidla nebo do stožáru poblíž stožárové svorkovnice a musí být odolný vůči běžným atmosférickým výbojům. Tento modul by měl mít možnost připojit pohybový snímač, na základě kterého bude ovlivňována intenzita svítidla, nebo celé skupiny svítidel. Takový světelný bod musí být na dispečinku řízení VO jednoznačně identifikovatelný a popsán GPS souřadnicemi.

Update firmwaru řídicího modulu by mělo být možné na dálku přes jeho standardní komunikační rozhraní a firmware musí umět převzít přímo BootLoader modulu, aby se předešlo případným výjezdům, v případě, že uživatel omylem nakopíruje špatnou verzi firmwaru, která takový modul znefunkční.

Využití infrastruktury VO jako trvalé napájení

Systém řízení VO musí umožňovat trvalé napájení v rozvodech veřejného osvětlení při vypnutých svítidlech.

Příklady využití trvalého napájení:

- **veřejná zásuvka** přímo na sloupu osvětlení
 - o dobíjení elektro kol a koloběžek
 - o v blízkosti laviček umožní dobíjet laptop, telefon
 - o napájení stánku občerstvení, automat na kávu, jídlo
 - o spotřeba může být monitorovaná a zpoplatněná např. posláním SMS
- **energetický sloupek** – nahrazuje sloup veřejného osvětlení se zásuvkou, působí více esteticky, je možné ho přizpůsobit okolí
- **napájení technologie SMART**
- **napájení veřejné WIFI sítě**
- **napájení kamerového systému**
- **napájení technologie parkovacích míst**
- **napájení rampy** pro vstup na parkoviště
- **napájení informační nebo reklamní tabule**
- **napájení parkovacích automatů**
- **napájení jakýchkoliv zařízení**, řízené (možné na dálku zapnout/vypnout)
- **napájení jakýchkoliv zařízení** s měřením spotřeby a komunikací na dispečink

Je potřebné, aby některé rozvaděče podporovaly režim trvalého napájení a jiné napájely síť osvětlení jen v čase svícení.

Certifikace RVO

Rozvaděč veřejného osvětlení se běžně nachází na veřejném prostranství. Z toho důvodu musí splňovat všechny základní bezpečnostní normy, musí mít revizní správu a certifikát o shodě.

Doplňkové požadavky na systém řízení VO

Využití infrastruktury VO na přenos dat

Jeden ze základních požadavků na systém řízení osvětlení je, aby obsahovalo spolehlivou obojsměrnou komunikaci mezi rozvaděčem VO a vzdálenými světelnými body. Tuto komunikaci využívají systémy především na řízení a monitorování světelných bodů, nebo sběr dat od různých senzorů.

Systém musí umožňovat i řízení jiných zařízení např. řízení informačních tabulí, nebo přenos meteorologických údajů ze senzorů roz distribuovaných po celém městě nebo např. nouzových tlačítek SOS přivolání pomoci.

Rozšiřující senzory

Systém řízení VO využívá množství různých senzorů, které optimalizují jeho chod a to nejen staticky vytvořenou konfiguraci, spínacích a stmívacích kalendářů, ale díky většímu množství senzorů se dokáže VO dynamicky přizpůsobovat okamžitým podmínkám (zamračené, prší, mlha, sníh, pohyb lidí).

Nejčastěji používané senzory pro optimalizaci řízení VO jsou:

- **soumrakové snímače**
 - o zabezpečují svícení podle reálné potřeby
 - o dynamicky reagují na změny počasí a přizpůsobují tomu osvětlení

- **pohybové snímače**
 - o reagují na pohyb lidí, nebo vozidel – zabezpečí zvýšení intenzity na místě v čase, kdy je to právě žádoucí
 - o zabezpečí zvýraznění chodců na přechodech přes cestu
- **dešťové snímače**
 - o při dešti zvýší intenzitu osvětlení
- **senzor modul**
 - o měří základní fyzikální veličiny z okolí
 - o měří teplotu, relativní vlhkost, intenzitu osvětlení, atmosférický tlak, úroveň akustického tlaku (hluk), prašnost (množství prachových částic v okolí)
 - o všechny měřené hodnoty zaznamenává a odesílá na CLOUD
 - o grafické zobrazení naměřených hodnot na webu
- **tlačítko na sloupu veřejného osvětlení**
 - o osvětlení na maximum celé ulice
 - o SOS tlačítko - přivolání pomoci, upoutání pozornosti kamerového systému, ...
 - o funkce je variabilní, je otevřená na implementaci podle požadavku zákazníka

Výstupní větve rozvaděče budou zapínány postupně přes stykače v RVO k omezení zapínacích špiček a samotné řízení a monitorování připojených svítidel bude zrealizované přes moduly LC (modul dálkového řízení a monitorování). Svítidla, které třeba stmívat, budou k modulu LC připojené přes DALI rozhraní. Modul LC komunikuje s nadřazenou řídicí jednotkou v RVO po napájecím vedení (PLC komunikace).

Požadavky na navrženého řešení:

- spolehlivé řízení a monitorování všech světelných bodů v systému
- obousměrná komunikace mezi světelnými body a řídicí jednotkou
- sběr údajů o kvalitě napájecí sítě a aktuálním stavu svítidel (napájecí napětí, proud, výkon, PF, intenzita, teplota, spolehlivost svícení,...)
- definování různých modelů spínání a stmívání
- definování skupin svítidel
- aplikace TK (tenký klient) do smartphonu pro jednoduchý dohled a správu systému
- důležité alarmy ve formě SMS
- komplexní dispečink umožňující dálkovou konfiguraci, řízení a monitoring (definování kalendářů, režimů, grafy akcí a naměřených dat, alarmy, události, mapy,...)
- množství SMART funkcionalit:
 - soumrakové snímače
 - pohybové snímače
 - dešťové snímače
 - měřiče kvality ovzduší
 - tlačítko na sloupu veřejného osvětlení - variabilní funkce (přisvětlení, SOS alarm,...)
 - možnost trvalého napájení - veřejná zásuvka (dobíjení elektro kol, koloběžek), energetický sloupek (např. Vedle lavičky), kamerový systém, parkovací automaty, ...

Systém bude vybaven následujícími funkcemi a zařízeními:

- vzdálený server s databází
- vzdálený dispečink (aplikace v PC)
- řídicí jednotka RVO v RVO - řídí, monitoruje všechny komponenty v RVO a

- vzdálené svítidla, analyzuje naměřená data, generuje alarmy, komunikuje se vzdáleným serverem, kam průběžně posílá naměřená data
- koordinované řízení spínání a stmívání podle předdefinovaných kalendářů a soumrakovým snímačů
- snímání stavu všech jističů v RVO
- měření U, I, P, PF, THD na vstupu RVO a na jeho výstupech
- vzdáleně řídicí moduly LC - vzdálená komunikace přes PLC, spínání svítidel pomocí RELE, řízení intenzity přes rozhraní DALI, přímé měření U, I, P svítidla
- automatický sběr naměřených dat, ukládání do DB na serveru, přístup přes uživatelskou aplikaci TK
- konfigurace a správa systému přes PC aplikaci DVO

asynchronní reportování alarmů

Centrální řídicí a monitorovací software bude vybaven přístupem přes webový prohlížeč a PC aplikaci s následujícími funkcemi: administrace struktury sítě

- administrace dat
- parametrizace
- konfigurace a monitoring systému a komponentů
- konfigurace kalendářů soumraku RVO
- konfigurace modelů stmívání svítidel
- konfigurace stmívacích kalendářů svítidel
- konfigurace alarmových hlášení
- přepínání režimů ovládání RVO (kalendář, záložní, dálkový a ruční)
- dálkové zapnutí a vypnutí RVO
- konfigurace posílání informačních a alarmových SMS zpráv na definovaná mobilní čísla
- dálkový upgrade FW modulů

Dodavatel systému provede jeho zprovoznění plné naprogramování všech požadovaných údajů a propojení na stávající systém SMART města Šumperka. Rovněž zajistí dle požadavků vlastníka systému jeho úplný servis.

Typové technické provedení světelného bodu VO:

Stožáry VO musí mít v místě dvířek průměr min. 159mm pro osazení LC modulu. Svítidla LED musí být vybavena stmívatelným DALI předřadníkem s funkcí AstroDIM a CLO konstantní světelný tok. Propojení stožárové svorkovnice LC modul CYKY-J 3x1,5mm², LC modul - předřadník ve svítidle LED CYKY-J 5x1,5mm². (dvě žíly pro DALI řízení od LC modulu). Na stožárové svorkovnici bude osazena přepětová ochrana stupně T2+T3 určená pro LED svítidla. V případě pouze přípravy pro budoucí osazení SMART technologií VO bude ze stožárové svorkovnice do předřadníku ve svítidle LED veden kabel CYKY-J 5x1,5mm². (dvě žíly jako rezerva pro DALI řízení). Stožáry osadit dle normové vzdálenosti od komunikace a počítat s tím, že po osazení datové technologie SMART CITY bude na stožár osazena stožárová laminátová patice o průměru min. 450mm. Osazení pohybových čidel a ostatních snímačů je nutné konzultovat s provozovatelem sítě SMART VO.

Rozvaděč RVO SMART bude umožňovat připojení min. 4 třífázových samostatných větví a bude přednostně osazen do plastového pilíře šedé barvy o rozměrech min. šxvxhl 1000x1300x240mm s uzamykatelnými dveřmi.

V Šumperku dne 6.4.2022

vypracoval: Ing. Tomáš Nedoma

Vypracováno na základě příkazní smlouvy o poskytování činností v rámci naplňování koncepce „VEŘEJNÉ OSVĚTLENÍ– SMART CITY“ .