

Technická zpráva – Měření a regulace (MaR)

Městský úřad Ostrov – vytápění, TV a VZT

Datum: 19.08.2025

0. Identifikace a rozsah

Objekt: Městský úřad Ostrov – Zámek

Místo instalace: výměníková stanice / strojovna ÚT (rozvaděč RA14)

Rozsah dokumentu: návrh a popis systému měření a regulace (MaR) pro vytápění (8 větví), přípravu teplé vody (TV) a napojení VZT (ohřev).

Tento dokument je přílohou k technické zprávě ÚT; cenový výkaz MaR je zpracován samostatně.

1. Podklady a východiska

- Projekt vytápění a návrh úprav rozdělovacích větví (samostatné směšování 8 větví).
- Dokumentace DPS MaR – rozvaděč RA14 (schémata napájení, I/O, adresace, kabeláže, HMI, M-Bus).
- Požadavky investora: úsporný provoz s časovými útlumy, ekvitermní regulace, vzdálený dohled, archivace dat, napojení TUV a VZT.
- Provozní praxe současného stavu – jedna centrální směšovací smyčka a nekoncepční řízení, bez zonální regulace.

2. Popis systému a architektura MaR

Systém MaR je řešen v rozvaděči RA14 ve strojovně ÚT. Jádrem systému je PLC domat markMX.3 s rozšiřujícími moduly a lokálním dotykovým terminálem HT300 na dveřích rozvaděče. Napájení řídicí části je 24 VDC (min. 120 W). Komunikace: Ethernet (RJ45) do lokální sítě/internetu pro vizualizaci a vzdálený dohled; M-Bus převodník R095 (RS232↔M-Bus) pro odečet kalorimetru. Rozvaděč zajišťuje start/stop oběhových čerpadel pro jednotlivé větve a TUV/VZT, řízení směšovacích ventilů větví přes servopohony 0–10 V a sběr analogových veličin (teploty Pt1000, tlak 4–20 mA).

3. Hlavní prvky MaR (hardware)

- Řídicí jednotka: domat markMX.3 (CPU, komunikační porty RS232/RS485/Ethernet).
- HMI: domat HT300 – grafický dotykový panel na dveřích rozvaděče (základní ovládání, přehledy, alarmy).
- Analogové vstupní moduly: domat R560 (8AI RVI) – sběr Pt1000/0–10 V (teploty větví, TV, primár, sek.).
- M-Bus převodník: domat R095 (RS232↔M-Bus), kapacita do ~25 měřičů (v projektu využít kalorimetr výměňkové stanice).
- Servopohony směšovacích ventilů: Belimo NR24A-SR (0–10 V řízení, 2–10 V zpětná vazba).
- Snímače teplot: Pt1000 (domat ALTF02/ATF1) – venkovní, primár/sekundár, výstup/vrat jednotlivých větví, TUV a cirkulace.
- Snímač tlaku topného systému: domat SHDI-6, výstup 4–20 mA, G1/2" přes 3-cestný kohout.
- Detekce zaplavení strojovny: REGMET DZ4 (4–20 mA) + havarijní kontakt HR (1=OK).
- Oběhová čerpadla: Grundfos Magna3/Magna1/Alpha2 (větve V1–V8), Wilo pro TUV nabíjení/cirkulaci a VZT.
- Rozhraní čerpadel: start/stop (DO), provozní stav (DI); vlastní regulace Δp u čerpadel s elektronikou zůstává lokální.

4. Měřené veličiny (výčet čidel)

- Teplota venkovní (Pt1000).
- Prostorová teplota u rozvaděče (Pt1000) – informativní.
- Primární okruh CZT: přívod/vrat (Pt1000) před a za HVDT.
- Sekundární okruh: přívod/vrat každé větve V1–V8 (Pt1000).
- TUV: výstup z ohřevu a vrat TV, cirkulace (Pt1000).
- Tlak topného systému (4–20 mA).
- Sonda zaplavení strojovny (4–20 mA) + binární hlídání HR.
- M-Bus: kalorimetr VS – teplo, průtok, teploty (odečet a archivace).

5. Funkce řízení – vytápění (větve V1–V8)

Každá větev má vlastní směšovací ventil s pohonem (0–10 V) a samostatné oběhové čerpadlo. Řízení probíhá ekvitermně s možností časových útlumů a korekcí. Start/stop čerpadel zajišťuje MaR; regulační křivka a limity jsou nastavitelné z HMI.

Hlavní body:

- Řízená veličina: teplota výstupu větve ($T_{\text{výstup_Vi}}$) dle ekvitermní křivky a režimu (komfort/útlum).
- Akční zásah: 0–10 V na servopohon směšovače; protimrazové omezení při nízkých T venku.
- Čerpadlo větve: logika AUT/0/ZAP přes místní přepínač; v AUT povel DO, návrat DI ,Provoz‘.
- Ochrany: minimální ΔT , max. $T_{\text{výstup}}$, havarijní STOP při zaplavení nebo výpadku 24 V.
- Optimalizace: posun ekvitermy, noční/ víkendové útlumy, náběh před provozem (prediktivní start).

6. Funkce řízení – příprava TV

Ohřev TV je řízen nabíjecím čerpadlem s vazbou na teplotu zásobníku (Aquamat) a na požadavek hygienického režimu. Cirkulace TV udržuje teplotu v cirkulačním okruhu dle nastavené hodnoty a harmonogramu.

- Nabíjení: povel DO, DI ,Provoz‘, podmínky – potřeba ohřevu, blokády havarijní (zaplavení, přetlak).
- Cirkulace: časové programy (snížení mimo provoz), hlídání min. teploty; hygienický ohřev (antilegionella) v definovaných termínech.
- Alarmy: porucha čerpadla, nedosažení teploty, porucha snímače.

7. Funkce řízení – VZT (ohřev)

Napojení VZT: provoz podávacího čerpadla podle požadavku z VZT jednotky (binární signál/komunikace). Při požadavku běží čerpadlo a řídí se směšování/ventil topnic v režii VZT řízení, případně dohled MaR – teploty a stavy.

- Blokace: zamrznutí topnice (signál z VZT), havarijní stavy MaR.
- Monitoring: T před/za topnicí, trendování, alarm při mimořádných hodnotách.

8. Havarijní a alarmové stavy

- Ztráta napájení 24 VDC řídicí části – generuje alarm a bezpečné vypnutí povelů.
- Zaplavení strojovny – analog + HR; okamžité zastavení čerpadel, uzavření směšovačů, alarm.

- • Porucha čerpadel V1–V8, TUV a VZT – nesoulad DO/DI, dlouhé doběhy bez potvrzení stavu.
- • Teplotní meze – překročení max. výstupní teploty větve, nedosažení teploty TV, porucha čidel (mimo rozsah).
- • Komunikace – výpadek M-Bus (kalorimetr), ztráta LAN.

9. Vizualizace a ovládání (HMI/SCADA)

Lokální panel HT300 zobrazuje: přehled větví (8 zón), TUV a VZT, alarmy, časové programy, grafy trendů a servisní stránky. Nastavení ekvitermních křivek, komfort/útlum, teplot TV a časové programy jsou dostupné dle uživatelských práv. Dálkový přístup je možný přes LAN/VPN.

10. Komunikace a kybernetická bezpečnost

- Ethernet RJ45 – lokální síť investora; doporučeno oddělené VLAN pro MaR a přístup přes VPN.
- Uživatelské role a hesla – minimálně: obsluha, správce, servis; audit změn vybraných parametrů.
- Zálohování konfigurace, pravidelná exportní záloha trendů.

11. Režimy provozu, ekvitermy a útlumy

Pro každou větev V1–V8 jsou definovány režimy: Komfort / Útlum / Vypnuto. Ekvitermní křivky jsou nastavitelné a posuvem korigovatelné. Harmonogramy respektují provozní dobu úřadu (pracovní dny/ víkendy, svátky). Ranní náběh optimalizuje start dle venkovní teploty a tepelné setrvačnosti.

12. Trendy, archivace a reporty

Měřené veličiny (T, p, provozní stavy, energetická data z kalorimetru) jsou archivovány s periodou 1–5 min. Archivace min. 12 měsíců, export CSV. Reporty: měsíční souhrn spotřeby tepla a provozních hodin čerpadel.

13. Zkoušky, uvádění do provozu a předání

- • FAT rozvaděče: kontrola I/O, napájení, simulace základních funkcí.
- • SAT na místě: 100% zkouška I/O proti technologii, test alarmů, ověření trendů a vizualizace.
- • Seřízení ekviterm a časů, vyvážení větví ve spolupráci s topenářem.
- • Školení obsluhy, předání dokumentace, zálohy konfigurace.

14. Provoz, údržba a servis

- Pravidelná kontrola zálohování, stavu baterie RTC (pokud je), čištění rozvaděče, dotažení svorek.
- Kalibrace/ověření klíčových čidel (venkovní, TV) 1× ročně; test alarmu zaplavení.
- Aktualizace firmware pouze schválenou verzí po záloze.

15. Normy a předpisy

- ČSN EN 15232-1 – Energetická náročnost budov – Vliv systémů automatizace a řízení budov (BACS).
- ČSN 33 2000 – Elektrické instalace nízkého napětí (bezpečnost, jištění, ochrana).
- ČSN EN 61010-1 – Bezpečnost elektrických měřicích, řídicích a laboratorních zařízení.
- ČSN EN 61326 – EMC požadavky na měřicí a řídicí zařízení.
- Související normy topenářské části dle TZ ÚT (ČSN 06 0310, ČSN EN 12828 aj.).

Příloha A – Přehled I/O a adresace

| Tag | Typ I/O | Popis | Poznámka |
|-------------------|-----------|------------------------------|----------------------------------|
| DO_PUMP_V1_RUN | DO | Start/stop čerpadla větve V1 | AUT/0/ZAP přepínač; návrat DI |
| DI_PUMP_V1_STATUS | DI | Provozní stav čerpadla V1 | kontaktní návrat |
| AO_VLV_V1_CMD | AO 0–10 V | Servopohon směšovače V1 | Belimo NR24A-SR |
| AI_VLV_V1_FBK | AI 2–10 V | Zpětná vazba polohy V1 | pokud osazeno |
| AI_T_V1_SUP | AI Pt1000 | Teplota výstup větve V1 | |
| AI_T_V1_RET | AI Pt1000 | Teplota vrat větve V1 | |
| DO_PUMP_V2_RUN | DO | Start/stop čerpadla větve V2 | AUT/0/ZAP přepínač; návrat DI |

| | | | |
|-------------------|-----------|------------------------------|-------------------------------------|
| DI_PUMP_V2_STATUS | DI | Provozní stav čerpadla V2 | kontaktní návrat |
| AO_VLV_V2_CMD | AO 0–10 V | Servopohon směšovače V2 | Belimo NR24A-SR |
| AI_VLV_V2_FBK | AI 2–10 V | Zpětná vazba polohy V2 | pokud osazeno |
| AI_T_V2_SUP | AI Pt1000 | Teplota výstup větve V2 | |
| AI_T_V2_RET | AI Pt1000 | Teplota vrat větve V2 | |
| DO_PUMP_V3_RUN | DO | Start/stop čerpadla větve V3 | AUT/0/ZAP přepínač; návrat DI |
| DI_PUMP_V3_STATUS | DI | Provozní stav čerpadla V3 | kontaktní návrat |
| AO_VLV_V3_CMD | AO 0–10 V | Servopohon směšovače V3 | Belimo NR24A-SR |
| AI_VLV_V3_FBK | AI 2–10 V | Zpětná vazba polohy V3 | pokud osazeno |
| AI_T_V3_SUP | AI Pt1000 | Teplota výstup větve V3 | |
| AI_T_V3_RET | AI Pt1000 | Teplota vrat větve V3 | |
| DO_PUMP_V4_RUN | DO | Start/stop čerpadla větve V4 | AUT/0/ZAP přepínač; návrat DI |
| DI_PUMP_V4_STATUS | DI | Provozní stav čerpadla V4 | kontaktní návrat |
| AO_VLV_V4_CMD | AO 0–10 V | Servopohon směšovače V4 | Belimo NR24A-SR |
| AI_VLV_V4_FBK | AI 2–10 V | Zpětná vazba polohy V4 | pokud osazeno |

| | | | |
|-------------------|-----------|---------------------------------|-------------------------------------|
| AI_T_V4_SUP | AI Pt1000 | Teplota výstup větve V4 | |
| AI_T_V4_RET | AI Pt1000 | Teplota vrat větve V4 | |
| DO_PUMP_V5_RUN | DO | Start/stop čerpadla větve V5 | AUT/0/ZAP přepínač; návrat DI |
| DI_PUMP_V5_STATUS | DI | Provozní stav čerpadla V5 | kontaktní návrat |
| AO_VLV_V5_CMD | AO 0–10 V | Servopohon směšovače V5 | Belimo NR24A-SR |
| AI_VLV_V5_FBK | AI 2–10 V | Zpětná vazba polohy V5 | pokud osazeno |
| AI_T_V5_SUP | AI Pt1000 | Teplota výstup větve V5 | |
| AI_T_V5_RET | AI Pt1000 | Teplota vrat větve V5 | |
| DO_PUMP_V6_RUN | DO | Start/stop čerpadla větve V6 | AUT/0/ZAP přepínač; návrat DI |
| DI_PUMP_V6_STATUS | DI | Provozní stav čerpadla V6 | kontaktní návrat |
| AO_VLV_V6_CMD | AO 0–10 V | Servopohon směšovače V6 | Belimo NR24A-SR |
| AI_VLV_V6_FBK | AI 2–10 V | Zpětná vazba polohy V6 | pokud osazeno |
| AI_T_V6_SUP | AI Pt1000 | Teplota výstup větve V6 | |
| AI_T_V6_RET | AI Pt1000 | Teplota vrat větve V6 | |
| DO_PUMP_V7_RUN | DO | Start/stop čerpadla větve V7 | AUT/0/ZAP přepínač; návrat DI |

| | | | |
|-----------------------|-----------|-----------------------------------------|-------------------------------------|
| DI_PUMP_V7_STATUS | DI | Provozní stav čerpadla V7 | kontaktní návrat |
| AO_VLV_V7_CMD | AO 0–10 V | Servopohon směšovače V7 | Belimo NR24A-SR |
| AI_VLV_V7_FBK | AI 2–10 V | Zpětná vazba polohy V7 | pokud osazeno |
| AI_T_V7_SUP | AI Pt1000 | Teplota výstup větve V7 | |
| AI_T_V7_RET | AI Pt1000 | Teplota vrat větve V7 | |
| DO_PUMP_V8_RUN | DO | Start/stop čerpadla větve V8 | AUT/0/ZAP přepínač; návrat DI |
| DI_PUMP_V8_STATUS | DI | Provozní stav čerpadla V8 | kontaktní návrat |
| AO_VLV_V8_CMD | AO 0–10 V | Servopohon směšovače V8 | Belimo NR24A-SR |
| AI_VLV_V8_FBK | AI 2–10 V | Zpětná vazba polohy V8 | pokud osazeno |
| AI_T_V8_SUP | AI Pt1000 | Teplota výstup větve V8 | |
| AI_T_V8_RET | AI Pt1000 | Teplota vrat větve V8 | |
| AI_T_OUT | AI Pt1000 | Teplota venkovní | |
| AI_T_PRI_SUP/RET | AI Pt1000 | Primární přívod/vrat CZT (před/za HVDT) | |
| AI_T_TUV_SUP/RET | AI Pt1000 | Teplota TV výstup/vrat | |
| AI_T_TUV_CIRC_SUP/RET | AI Pt1000 | Teplota cirkulace TV | |
| DO_PUMP_TUV_CHARGE | DO | Povel nabíjecímu | DI návrat provozu |

| | | | |
|------------------------|------------|------------------------------------|---------------------|
| | | čerpádlu TV | |
| DO_PUMP_TUV_CIRC | DO | Povel cirkulačnímu čerpádlu TV | DI návrat provozu |
| DO_PUMP_VZT | DO | Povel čerpádlu VZT podávacímu | podle požadavku VZT |
| DI_PUMP_TUV/VZT_STATUS | DI | Provozní stavy čerpadel TUV a VZT | |
| AI_P_SYS | AI 4–20 mA | Tlak topného systému | domat SHDI-6 |
| AI_FLOOD | AI 4–20 mA | Sonda zaplavení REGMET DZ4 | |
| DI_FLOOD_OK | DI | Havarijní relé zaplavení (1=OK) | |
| MBUS_HEAT_METER | M-Bus | Kalorimetr VS – energie, průtok, T | přes R095 |