

Načini povezave krmilnih elementov za oddaljeno upravljanje hladilne tehnike v nakupovalnih središčih

Iztok Humar, Miha Prodan, Špela Vidrih

Fakulteta za elektrotehniko, Univerza v Ljubljani, Tržaška 25, 1000 Ljubljana, Slovenija
E-pošta: iztok.humar@fe.uni-lj.si

Methods of connecting elements for Remote Management of Cooling Technique in Shopping Centers

Higher energy costs and their negative influence on the environment suggest an efficient electric energy use. Cooling equipment in shopping centers is a large energy consumer, which is the reason their control and management using a central control system is of great importance. This paper presents and investigates four different ways of implementing management on different levels: (1) direct management of sensors and actuators at the lowest (device) level; (2) management through field-bus communication protocols; (3) managing gateways; (4) management through SCADA. We compare the selected approaches from four different perspectives: (a) management application; (b) connectivity; (c) security; (d) implementation costs.

Keywords: cooling equipment, management, control elements, connectivity.

1 Uvod

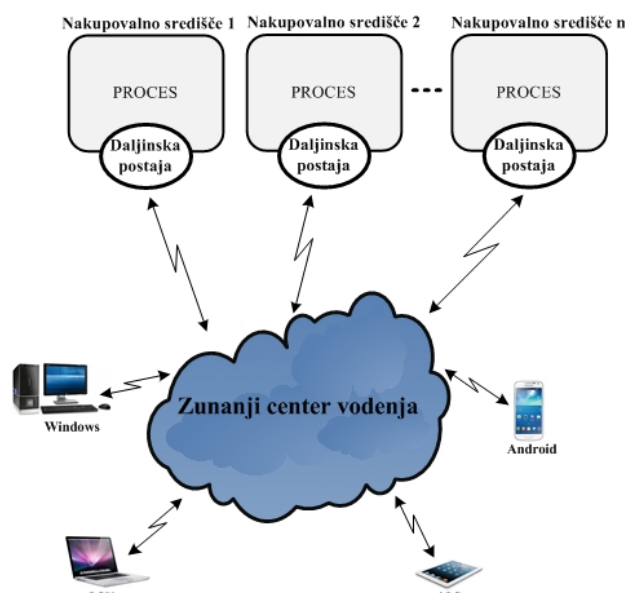
Zaradi vse višje porabe in stroškov energije in njenih negativnih vplivov na okolje postaja učinkovita raba električne energije predvsem v industriji, kjer so porabe največje, vse pomembnejša [1]. Enega velikih porabnikov električne energije predstavlja hladilna tehnika v nakupovalnih središčih, ki mora zagotavljati nemoteno delovanje sistema in se podrežati strogim standardom živilske industrije (HACCP).

Poznamo štiri pristope za dvig učinkovitosti rabe električne energije tovrstnih sistemov:

- 1. merjenje porabe (monitoring):** z energetskimi pregledi in vgradnjo števcov vzpostavimo referenčno točko ter ustvarimo načrt za upravljanje porabe energije;
- 2. odpravljanje osnovnih napak:** s preprostimi rešitvami (vgradnja frekvenčnih pretvornikov v motorje, toplotne črpalke ipd) neposredno vplivamo na porabljeno električno energijo;
- 3. avtomatizacija:** zmanjšamo odvisnost od nepredvidljivega obnašanja človeka in izvedemo uskladitev sistema hladilne tehnike s sistemom HVAC ter vplivom iz okolja;
- 4. nadzor in upravljanje:** s programsko opremo, ki nadzoruje trende porabe energije, njenih spreminjajočih se stroškov, vplivov iz okolja ter usklajenost s standardi za živila izvajamo

upravljanje sistemov hladilne tehnike celotne nakupovalne verige.

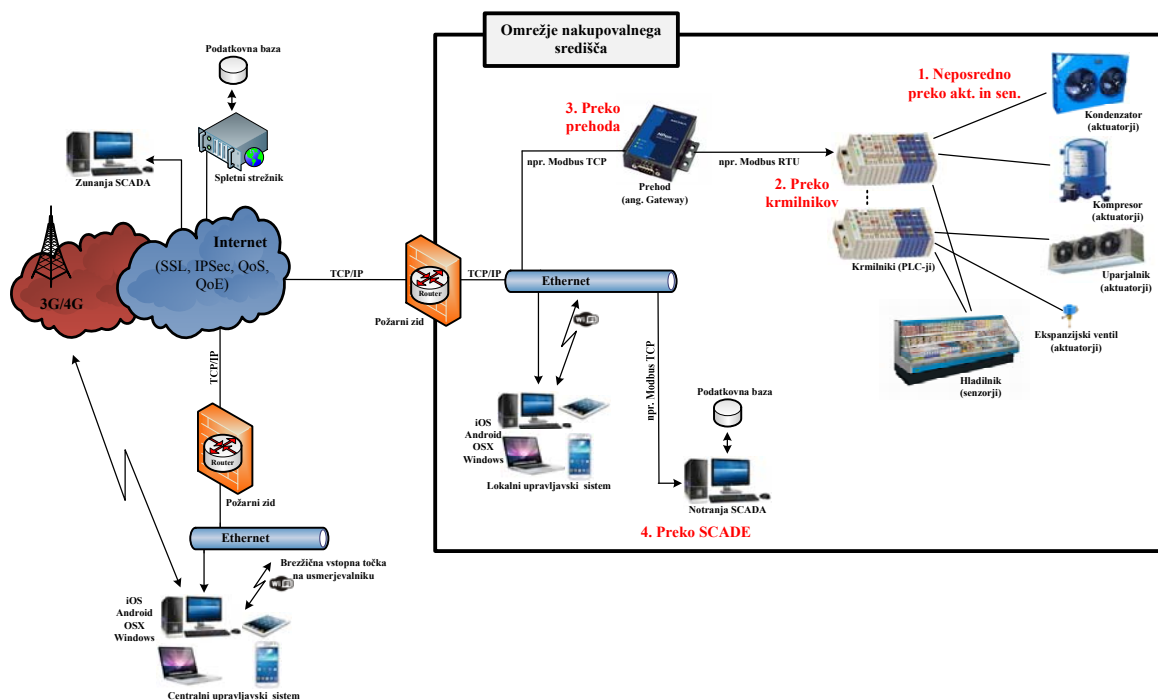
Nadzor in upravljanje običajno vrši oddaljen nadzorni sistem (center vodenja), sestavljen iz krmilnih elementov, ki izvajajo nadzor in upravljanje procesov hladilne tehnike v več nakupovalnih središčih iz enega mesta (slika 1). Center vodenja omogoča izvajanje opravil oddaljenim upravljavcem na podlagi povezave v javno omrežje. Predstavlja tudi velik prihranek pri stroških, odpade namreč potreba po tem, da ima vsako nakupovalno središče svoj center vodenja.



Slika 1. Arhitektura sistema za oddaljen nadzor in upravljanje procesov hladilne tehnike nakupovalnih središč

Zahteva po implementaciji centralnega sistema za nadzor in upravljanje hladilne tehnike pa se pojavlja predvsem pri že obstoječih sistemih hladilne tehnike v nakupovalnih središčih. Zato v nadaljevanju prispevka predstavimo možne načine za povezovanje krmilnih elementov s senzorji in aktuatorji hladilnih sistemov ter izvedemo primerjavo med njimi z vidika štirih parametrov: zmožljivosti, povezljivosti, varnosti in cene.

Poudariti velja, da smo se primarno osredotočili na nadzor in upravljanje hladilne tehnike zato, ker le-ta predstavlja največjega porabnika v nakupovalnih središčih. V nadaljevanju bi veljalo sorodne pristope uporabiti tudi za ostale sisteme s področja avtomatizacije stavb (prezračevanje, ogrevanje, razsvetljava, varnost, multimedija).



Slika 2. Arhitektura sistema za oddaljen nadzor in upravljanje procesov hladilne tehnike nakupovalnih središč

2 Načini povezovanja krmilnih elementov

Na podlagi načrtane arhitekture sistema za oddaljen nadzor in upravljanje procesov hladilne tehnike nakupovalnih središč, predstavljene na sliki 2, identificiramo in predstavimo štiri možne načine za povezovanje krmilnih elementov (nivojska struktura je prikazana na sliki 3):

1. neposredno upravljanje senzorjev in aktuatorjev;
2. upravljanje preko lokalnega področnega komunikacijskega vodila,
3. upravljanje preko prehoda, ki je prisoten v primeru raznolikih komunikacijskih protokolov, ki se pogosto razlikujejo med proizvajalci opreme,
4. posredno upravljanje preko notranjega centra vodenja (SCADA).

2.1 Neposredno zajemanje podatkov iz senzorjev in krmiljenje aktuatorjev

Prvi način povezovanja omogoča neposredno zajemanje podatkov iz senzorjev in krmiljenje aktuatorjev hladilne tehnike, ki se nahajajo na najnižjem nivoju naprav. Na tem nivoju se za povezavo do krmilnikov danes najpogosteje uporablja tokovne zanke (4-20 mA) [2]. V primeru tokovnih zank lahko zajemamo neposredno le podatke iz senzorjev na lokalni ravni, pri čemer komunikacijska shema, ki jo tvorijo tokovne zanke 4-20 mA, zahteva za vsako napravo lastno komunikacijsko točko na nivoju krmilnika. Slednje

pomeni, da mora biti vsaka naprava ločeno povezana na krmilnik, zaradi česar je potrebno v primeru neposrednega zajema zajemati podatke iz vsake naprave posebej, kar dosežemo s serijsko vstavitvijo vmesnika za zajem podatkov v tokovno zanko. Za oddaljeno krmiljenje aktuatorjev je potrebno k vsakemu aktuatorju ločeno povezati tudi vmesnik za krmiljenje.

2.2 Krmiljenje naprav, povezanih na lokalno področno komunikacijsko vodilo

Namesto tokovnih zank se na senzorsko-aktuatorskem nivoju uporabljajo področna vodila (Modbus, Profibus, DanBus, ControlNet, BACnet, CAN, LonWorks itd), ki omogočajo hkratno povezavo več (sto) analognih in digitalnih naprav, povezanih v serijo, zaradi česar se v primerjavi s tokovno zanko dolžina in število potrebnih kablov zmanjša, s tem pa tudi cena.

Pri področnih vodilih uporabljamo najpogosteje sledeča dva načina dostopa do fizičnega medija: (a) metoda žetona in (b) metoda gospodar-suženj. Danes zgoraj naštetih protokolov na nivoju področnih vodil vse pogosteje izpodriva protokol Ethernet.

Krmilni elementi se v primeru povezave preko področnega komunikacijskega vodila na vodilo običajno povežejo preko PLC in pošiljajo ukaze za zajemanje podatkov iz senzorjev oziroma krmiljenje aktuatorjev.

2.3 Zajemanje podatkov iz senzorjev in krmiljenje aktuatorjev preko prehoda

Način omogoča oddaljen nadzor in upravljanje senzorjev in aktuatorjev preko prehoda [3].

Način upravljanja	Zmogljivost	Povezljivost	Varnost	Cena
<p>1. neposredno upravljanje senzorjev in akuatorjev</p>	<p>Samo nadzor ali nadzor in upravljanje Samo nadzor pri tokovnih zankah, tako nadzor in upravljanje v primeru pametnih naprav in ustreznih vodil.</p>	<p>Lokalna Lokalni doseg tokovnih zank.</p>	<p>Srednja Srednja zaradi zahtevnega dostopa do lokalnih tokovnih zank.</p>	<p>Visoka Visoka zaradi velikega števila vgrajenih krmilnih elementov v vsako tokovno zanko.</p>
<p>2. upravljanje preko lokalnega področnega komunikacijskega vodila</p>	<p>Nadzor in upravljanje Krmilniki morajo podpirati protokole lokalnega področnega komunikacijskega vodila.</p>	<p>Lokalna, težje globalna Lokalni doseg področnih vodil, globalni doseg, če povežemo krmilnike v globalno omrežje.</p>	<p>Srednja Srednja zaradi neuporabe šifriranih mehanizmov pri protokolih lokalnega področnega komunikacijskega vodila.</p>	<p>Srednja Srednja, zaradi potrebe po zagotovitvi krmilnih elementov za področna komunikacijska vodila.</p>
<p>3. upravljanje preko prehoda</p>	<p>Nadzor in upravljanje Prehod mora omogočati dvosmerno komunikacijo. Problem je predvsem pri starejših prehodih, ki ne omogočajo spreminjanja glavnih programov krmilnikov in je zato potrebna ločena povezava, kar predstavlja dodatno delo.</p>	<p>Lokalna in globalna Lokalna, ker so prehodni povezani s krmiljenimi napravami. Globalna, saj so prehodni običajno povezani v globalno omrežje.</p>	<p>Srednja in dobra Srednja zaradi neuporabe šifriranih mehanizmov pri protokolih lokalnega področnega komunikacijskega vodila. Dobra zaradi možnosti uporabe varnostnih mehanizmov pri komunikaciji s prehodom v javnem omrežju.</p>	<p>Nizka ali visoka Nizka, če je prehod že prisoten v omrežju nakupovalnega središča in ker je strežnik v oblaku. Visoka, če moramo v omrežje dodati prehod, (npr. starejša industrijska omrežja, ki še ne uporabljajo IP infrastrukture).</p>
<p>4. posredno upravljanje preko notranjega centra vodenja (SCADA)</p>	<p>Nadzor in upravljanje Uporaba tehnologije OPC, ki je prisotna na sistemu SCADA, le da so pri tem načinu nadzorne aplikacije v lokalni mreži nakupovalnega središča, v ostalih načinih pa so te aplikacije v oblaku.</p>	<p>Lokalna in globalna Lokalna, saj je SCADA povezana lokalno s krmiljenimi napravami preko protokolov področnega komunikacijskega vodila. Globalna, ker je SCADA aplikacija povezana na storitev oblaku zato, da zagotovi vizualizacijo, poročanje in dostop oddaljenim administratorjem.</p>	<p>Dobra Dobra, saj administrator nastavi nivo varnostnih mehanizmov pri komunikaciji s SCADO.</p>	<p>Nizka ali visoka Nizka, če je strežnik že del obstoječega sistema. Visoka, če ni, saj je potrebna zagotovitev lastnega strežnika in s tem ustrezne zaščite.</p>

Tabela 1: Primerjava načinov za oddaljeno upravljanje hladilne tehnike

Pri tem načinu komuniciramo s prehodi neposredno iz javnega omrežja ali pa zajema prehod podatke iz oblaka in jih nato na ustrezen način, običajno preko protokolov področnega komunikacijskega vmesnika, posreduje krmiljenim napravam.

Prehod (angl. gateway) je prisoten v omrežju nakupovalnega središča med javnim omrežjem in krmilniki, saj krmilniki običajno podpirajo le komunikacijo preko serijskih industrijskih protokolov (npr. Modbus RTU).

2.4 Posredno upravljanje elementov preko notranjega centra vodenja (SCADA)

Ta pristop omogoča upravljanje elementov (senzorjev in aktuatorjev) na najvišjem nivoju – preko notranje SCADA (angl. Supervisory Control And Data Acquisition) [4]. Izkorišča torej notranji center vodenja, ki ni sestavni del oblaka [5]. SCADA aplikacija teče na strežniku, ki je neposredno povezan na področno komunikacijsko vodilo, na drugi strani pa je vpet v globalno omrežje. Nadzorne funkcije SCADA aplikacije so popolnoma izolirane za področno vodilo. SCADA aplikacija zagotavlja administratorjem oddaljen dostop, poročanje, vizualizacijo podatkov in upravljanje. V notranjem centru vodenja, kjer se SCADA nahaja, so podatki na voljo različnim nadzornim aplikacijam, npr. za zapisovanje sledi (angl. log), obdelavo obračunskih podatkov in drugo. Elegantna in standardizirana rešitev za izmenjevanje podatkov znotraj centra vodenja je tehnologija OPC (Object Linking and Embedding for Process Control), ki predstavlja mednarodni industrijski standard, razvit v sodelovanju Microsoft-a in številnih vodilnih proizvajalcev strojne in programske opreme na področju avtomatizacije. Temelji na COM/DCOM tehnologiji in predstavlja skupen in enovit komunikacijski vmesnik med različnimi napravami pri kontroli ter nadzoru tehnoloških procesov. Pri avtomatizaciji industrijskih procesov se uporablja OPC za povezovanje višjenivojskih programskih sistemov (nadzornih - SCADA, upravljaljskih - MES, planerskih - ERP) s tistimi na nižjih nivojih (krmilni računalniki in porazdeljeni sistemi DCS).

3 Primerjava načinov za oddaljeno upravljanje hladilne tehnike

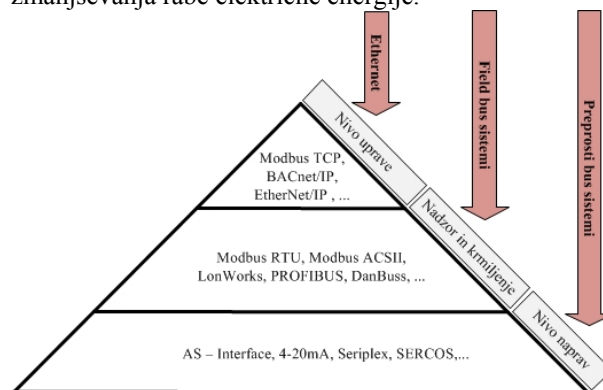
V preteklih poglavjih smo predstavili možne pristope za povezovanje elementov za upravljanje hladilne tehnike iz štirih različnih nivojev glede na arhitekturo: **SCADA** (nivo upravljanja) → **prehod** → **krmilniki** (nadzor in krmiljenje) → **naprave** (senzorji in aktuatorji).

Analizirani načini se med seboj razlikujejo v več parametrih, kot so zmožljivost, povezljivost, varnost in cena. Njihova primerjava je prikazana v tabeli 1. Na izbran način vplivajo tudi drugi parametri, kot so zahtevan odzivni čas, ločljivost, zanesljivost in možnost odpravljanja napak. Če je npr. ključen hiter odzivni čas, je smiselno izvajati upravljanje na nivoju naprav.

4 Zaključek

V članku predstavimo možnosti povezave krmilnih elementov za oddaljeno upravljanje hladilne tehnike v nakupovalnih središčih, kar omogoča upravljanje

hladilnih sistemov z vidika zniževanja stroškov in zmanjševanja rabe električne energije.



Slika 3. Nivojska struktura protokolov za povezovanje krmilnih elementov

Identificiramo in podrobneje predstavimo štiri pristope z različnih nivojev: (1) neposredno upravljanje senzorjev in aktuatorjev, (2) upravljanje preko lokalnega področnega komunikacijskega vodila, (3) upravljanje preko prehoda, (4) posredno upravljanje preko sistema SCADA.

Izbira najustreznejšega načina za krmiljenje ni pogojena le s predstavljenimi tehničnimi zmožnostmi, temveč tudi z razpoložljivimi tehnologijami, uporabljenimi v hladilni tehniki nakupovalnih središč. Praktične izkušnje kažejo, da je ta močno heterogena, kar narekuje razvoj ustreznega prehoda, ki z ene strani podpira različne protokole področnih komunikacijskih vodil, z druge pa se povezuje v javna omrežja in s tem posredno v oblak.

Dodatna težava pri tovrstnem pristopu predstavlja zaprtost nekaterih protokolov področnih komunikacijskih vodil, ki so lastni proizvajalcem opreme hladilne tehnike oz. visoka cena že izdelanih rešitev – prehodov, ki bi jih bilo mogoče integrirati v celovit sistem.

Zahvala

Delo je bilo opravljeno v okviru aplikativnega raziskovalnega projekta ARRS L2—5476: Optimizacija stroškov porabe energije za hladilno tehniko v nakupovalnih središčih.

Literatura

- [1] Š. Vidrih, M. Umberger in I. Humar. Optimizacija operativnih stroškov porabe električne energije v hladilni tehniki s centralnim nadzornim sistemom. ERK 2012.
- [2] 4-20 mA Loop Wiring. Advanced Industrial Systems, Inc. <http://www.advindsys.com/ApNotes/ApNote810-Wiring4-20mALoop.pdf>
- [3] Introduction to Gateway Technology. Anybus. <http://www.anybus.com/technologies/gateways.shtml>. [
- [4] H. A. Abbas, A. M. Mohamed. Review on the Design of Web Based SCADA Systems Based on OPC DA Protocol. (2011). Academic Journals Database.
- [5] L. Combs. Cloud Computing for SCADA. (2013). Automation.