



ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

**Fakulta elektrotechnická
Katedra elektroenergetiky**

Řídicí systém výrobního provozu

Control system of production company

Diplomová práce

Studijní program: Elektrotechnika, energetika a management

Studijní obor: Energetika

Vedoucí práce: Ing. Pavel Kaszonyi

Bc. Josef Bartoníček

Praha 2019

I. OSOBNÍ A STUDIJNÍ ÚDAJE

Příjmení: **Bartoniček** Jméno: **Josef** Osobní číslo: **372644**
Fakulta/ústav: **Fakulta elektrotechnická**
Zadávající katedra/ústav: **Katedra elektroenergetiky**
Studijní program: **Elektrotechnika, energetika a management**
Studijní obor: **Elektroenergetika**

II. ÚDAJE K DIPLOMOVÉ PRÁCI

Název diplomové práce:

Řídicí systém výrobního provozu

Název diplomové práce anglicky:

Control system of production company

Pokyny pro vypracování:

- 1) Popis současného stavu
- 2) Analýza provozu
- 3) Zvolené řešení řídicího systému
- 4) Realizace a ekonomické vyhodnocení (bilance) projektu

Seznam doporučené literatury:

- [1] ČSN EN ISO 16484-1
- [2] ČSN EN 15232-1
- [3] ČSN EN 61724
- [4] ČSN EN 61727
- [5] Hermann M., Automatizované systémy budov, Grada 2009, ISBN 9788024723679

Jméno a pracoviště vedoucí(ho) diplomové práce:

Ing. Pavel Kaszonyi, Rokospol a.s.

Jméno a pracoviště druhé(ho) vedoucí(ho) nebo konzultanta(ky) diplomové práce:

Datum zadání diplomové práce: **14.02.2019**

Termín odevzdání diplomové práce: **24.05.2019**

Platnost zadání diplomové práce: **20.09.2020**

Ing. Pavel Kaszonyi
podpis vedoucí(ho) práce

podpis vedoucí(ho) ústavu/katedry

prof. Ing. Pavel Ripka, CSc.
podpis děkana(ky)

III. PŘEVZETÍ ZADÁNÍ

Diplomant bere na vědomí, že je povinen vypracovat diplomovou práci samostatně, bez cizí pomoci, s výjimkou poskytnutých konzultací. Seznam použité literatury, jiných pramenů a jmen konzultantů je třeba uvést v diplomové práci.

Datum převzetí zadání

Podpis studenta

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem předloženou práci vypracoval samostatně a že jsem uvedl veškeré použité informační zdroje v souladu s Metodickým pokynem o dodržování etických principů při přípravě vysokoškolských závěrečných prací.

.....

Podpis

V Praze dne 19. 5. 2019

Bc. Josef Bartoníček

Abstrakt

Předkládaná diplomová práce je zaměřena na řešení problematiky řídicího systému výrobního provozu. Předkládá přehled o různých typech řídicích systémů a jejich použití v technické praxi. Uvádí důležité technické normy ČSN a legislativní rámce, které se používají při analýze, návrhu a vlastního řešení systému řízení provozu. Práce předkládá možné postupy k dosažení eliminace poruch a vyřešení problémů, se kterými se výrobní provoz potýká. V závěru práce je návrh konceptu řešení řídicího systému pro konkrétní provoz k dosažení co nejlepších výsledků v praxi.

Klíčová slova

Řídicí systém, komunikační protokoly, normy ČSN, analýza, kogenerační jednotka, rezervovaný příkon, fotovoltaická elektrárna, řešení, bilance.

Abstract

This diploma thesis is focused on the solution of control system of production company. It presents an overview of different types of control systems and their use in technical practice. It presents important technical standards ČSN and legislative frameworks that are used in the analysis, design and solution of the energy management system. The thesis presents possible procedures for elimination of failures and solving of problems, which the production operation is facing. In conclusion it is recommendation of a control system solution concept for a specific production company to achieve the best possible results applicable in practice.

Key words

Control system, communication protocols, standards ČSN, analysis, cogeneration unit, reserved power, photovoltaic power plant, solution, review.

Poděkování

Tímto bych rád poděkoval vedoucímu bakalářské práce Ing. Pavlovi Kaszonyimu za cenné profesionální rady, připomínky a metodické vedení práce. Dále bych rád poděkoval pracovníkům z firmy ROKOSPOL za poskytnuté podklady, praktické informace a cenné rady k vypracování této práce.

Obsah

Úvod	10
1 Popis současného stavu	11
1.1 Popis provozu	11
1.2 Odběrové křivky a spotřeba areálu	13
1.2.1 Spotřeba dle jednotlivých měsíců	13
1.3 Popis projektu výstavby nové haly odbytu	17
1.3.1 Architektonické stavební řešení	17
1.3.2 Konstrukční a stavebně technické řešení a technické vlastnosti stavby	18
1.3.3 Vytápění a vzduchotechnika	19
1.3.4 Elektroinstalace, hromosvod	20
2 Analýza provozu	22
2.1 Legislativní rámec energetického auditu	22
2.1.1 Rozdíly mezi energetickým auditem a energetickým posudkem	24
2.1.2 Energetický audit	25
2.1.3 Energetický posudek	28
2.2 Diagnostika problémů výrobního provozu	32
2.2.1 Stanovení problémů a nápravných kroků	32
2.2.2 Analýza vstupních dat	33
3 Zvolené řešení řídicího systému	35
3.1 Komunikace v řídicím systému	35
3.1.1 Otevřené protokoly	35
3.2 Automatizace budov - význam a funkce	46
3.2.1 Výběr vizualizace pro řídicí systém	48
3.3 Popis projektu FVE	55
3.3.1 Obsah projekční části	55
3.3.2 Proudová soustava	56
3.3.3 Stanovení vnějších vlivů dle ČSN 33 2000-1 ed.2	56
3.3.4 Popis technologického zařízení	56
3.3.5 Popis řešení elektroinstalace FV systému	57
3.3.6 Kabelové rozvody a trasy	58
3.3.7 Požárně bezpečnostní řešení	58
3.4 Teoretický princip kogenerační jednotky	60
3.5 Kogenerační jednotka v areálu	62

3.5.1	Výpočet spotřeby plynu	63
3.6	Zhodnocení a návrh konceptu řídicího systému.....	64
3.6.1	Analýza realizace nápravných kroků	64
3.6.2	Koncept řídicího systému pro provoz	65
4	Realizace a ekonomické vyhodnocení projektu	67
4.1	Obecné informace o OP PIK.....	67
4.2	Dotace na stroje a technologie	69
4.3	Dotace na výzkum a vývoj.....	71
4.4	Dotace na ekologii a energetiku.....	72
4.5	Ekonomické zhodnocení	74
	Závěr	76
	Zdroje a literatura:.....	79
	Přílohy:.....	81

Seznam použitých zkratk a pojmů

FVE – fotovoltaická elektrárna

ŘS – řídicí systém

kWp – kilowatt peak (hodnota uváděná pro špičkový výkon FVE elektráren)

nn – nízké napětí (hodnota od 50V do 1000V)

KGJ – kogenerační jednotka

TUV – teplá užitková voda

TZB – technické zabezpečení budov

PBŘ – požárně bezpečnostní řešení

T_d – doba návratnosti

T_{sd} – reálná doba návratnosti

NPV – Net Present Value (čistá současná hodnota)

IRR – Internal Rate of Return (vnitřní výnosové procento)

MW – minerální vata (mineral wool)

PUR – polyuretanová pěna

MaR – provozní soubor měření a regulace

BMS – Building Management System

HVAC – Heating, Ventilation, Aircondition, Cooling

MMI – Man Machine Interface

HMI – Human-Machine Interface

API – Application Programming Interface

DCIM – Data Center Information Management

SCADA – Supervisory Control And Data Acquisition (dispečerské řízení a sběr dat)

PLC – Programmable Logic Controller (programovatelný logický automat)

PUE - Power Usage Effectiveness (indikátor energetické účinnosti)

KPI – Key Performance Indicators (klíčové ukazatele výkonnosti)

Úvod

Tato diplomová práce řeší problematiku řídicího systému provozu ve společnosti ROKOSPOL, a.s. Řídicí systém je komplexní soustava technologických prvků, které na sebe musí mít návaznost, a samotný systém vytváří hierarchii jednotlivých prvků.

Hlavním důvodem vzniku práce je potřeba eliminace současných problémů v provozu společnosti. Mezi tyto problémy patří např. výpadky elektrické energie, překračování rezervovaného příkonu a navýšení odběru při výstavbě nové skladové haly. Hlavní myšlenka přístupu k těmto problémům je centralizovat a ovládat všechny technologické toky energií, které do budoucna umožní i další rozšíření areálu nebo obměnu současných zařízení za novější.

Práce má za úkol zhodnotit současný provoz ve společnosti ROKOSPOL, a.s. z technického pohledu a jasně stanovit počáteční podmínky k možnému řešení. Tyto podmínky pak budou sloužit jako vstupní hodnoty pro analýzu provozu.

Analýza provozu se věnuje vymezení důležitých pojmů a metodiky pohledu na celý provoz jako celek. Zároveň je zde predikován nutný technologický posun do budoucna na základě dat získaných z popisu provozu.

Mezi zvolené řešení nepatří čistě jen řídicí systém, ale komplex více prvků, které hrají důležitou roli v rámci celého technologického řešení. Mimo jiné se práce věnuje teoretickému využití všech možných dostupných technologií v rámci problematiky řídicích systémů.

Aby celý realizovaný technologický systém dával smysl, tak jako v každém reálném projektu, promlouvá do toho i ekonomické hledisko.

Cílem této práce je nalézt řešení přijatelné pro společnost ROKOSPOL, a.s., které vychází z reálné potřeby vyřešení dosavadních problémů, které byly v rámci celé práce zjištěny.

1 Popis současného stavu

Pro lepší pochopení situace se nyní budu věnovat popisu firmy ROKOSPOL, a.s. a popisu důležitých provozních částí celého objektu. V několika různě detailních částech této kapitoly se věnuji všem aspektům, které ovlivňují následně celý postup pro návrh funkčního systému jako celku.

1.1 Popis provozu

„Firma ROKO vznikla v roce 1992 v Uherském Brodě a od počátku se zabývala velkoobchodním prodejem nátěrových hmot a stavební chemie. Na českém trhu zastupovala zahraničního výrobce nátěrových hmot až do roku 1998, kdy se transformovala do výrobní organizace



Obrázek 1 Logo společnosti ROKOSPOL, a.s. [1]

ROKOSPOL, a.s. Stala se tak výrobcem s klasickým výrobním programem produkce barev, laků pro průmysl a později i pro maloobchodní prodej. S úspěšným rozvojem vlastního výzkumu a vývoje spustila firma ROKOSPOL, a.s. i výrobu stavebních hmot a chemie. Zahájení vlastní výroby bylo však spojeno s hledáním vhodného týmu lidí pro podnikový výzkum a vývoj. Tento úkol byl spojen i se zadáním nalézt spolupracovníky pro zajištění moderní výrobní technologie. Největším úspěchem této firmy bylo vybudování perspektivního, ale i velmi tvořivého výzkumného týmu, o čemž svědčí celá řada výrobků, které jsou na světové úrovni.

Dnes společnost ROKOSPOL, a.s. patří k nejrychleji rostoucím společnostem v České republice. Její vizí je se spoléhat na vlastní podnikový výzkum a schopnost organizovat vědeckou a výzkumnou práci, což této společnosti dává možnost vidět a budovat své výrobní portfolio podstatně lépe, než to dělá konkurence.

Společnost vyrábí 50 tisíc tun stavebních materiálů a 30 tisíc tun nátěrových hmot ve více než 300 různých typech výrobků. Od roku 1998 je společnost ROKOSPOL, a.s. držitelem certifikátu ČSN EN ISO 9001:2001.

Společnost ROKOSPOL, a.s. organizuje svoji vlastní síť obchodů po celé České i Slovenské republice a Polsku. Nyní plánují otevřít nové obchody v Dánsku, Maďarsku a Velké Británii. Výrobky společnosti se exportují celosvětově do více než 22 zemí. Export tvoří více než 20 % obrátu společnosti.“ [1]

V areálu je na střechách budov instalovaná fotovoltaická elektrárna. Podrobnosti jsou uvedeny v následující tabulce.

Základní informace o elektrárně		Majitel elektrárny	
Název	ROKOSPOL a.s. – FVE Kaňovice	Název	ROKOSPOL a.s.
Výkon	0.624 MW	IČO	25521446
Adresa	Kaňovice, 763 41	Adresa	Uherský Brod, Dolní Valy, 893, 688 01
Zahájení provozu	09. 12. 2010	Číslo licence	111017768
Kraj	Zlínský	Okres	Zlín
Katastrální informace			
Katastrální území	Kaňovice u Luhačovic	Kód katastru	663034
Obec	Kaňovice	Vymezení	427/11,428/33

Tabulka 1 Základní informace o elektrárně [2]

Seznam parcel (dle předaných podkladů – výpis KN)				
#	Číslo parcel	Výměra m ²	Stavební objekt dle PD	Druh pozemku / způsob využití
1	st. 235/1	768	Skład	Zastavěná plocha a nádvoří
2	st. 235/2	427	Skład	Zastavěná plocha a nádvoří
3	st. 297/1	22	Skład	Zastavěná plocha a nádvoří
4	st. 297/2	290	Skład	Zastavěná plocha a nádvoří
5	428/1	1560	Skład	Ostatní plocha
6	1497/15	201	Skład	Ostatní plocha
7	502/205	349	Skład	Ostatní plocha
8	1497/17	213	Skład	Ostatní plocha
9	445/43	237	Skład	Ostatní plocha

Tabulka 2 Seznam parcel areálu ROKOSPOL [2]

Hlavní technické parametry firmy	
Transformátor	22 kV/ 0,4 kV; 630 kVA
Kogenerační jednotka*	Jmenovitý výkon 100 kW
Rezervovaný příkon	350 kW (vypočítaný dle předchozích období)
Rezervovaná kapacita	220 kW (vypočítaná dle předchozích období)
Rezervovaný výkon vyroben	730 kW
* detailnější popis KGJ bude uveden v další kapitole	

Tabulka 3 Technické parametry společnosti

1.2 Odběrové křivky a spotřeba areálu

Pro návrh správného řešení řídicího systému je nutno zvážit všechny aspekty a nároky jednotlivých budov. To vše také souvisí a má návaznost na spotřebu celého areálu. Nejen tyto hodnoty mají zásadní vliv na stanovení hodnot rezervovaného příkonu.

Rozdělení jednotlivých budov dle odběrů	
Nátěrové hmoty	Odběr 150 kW až 350 kW Největší odběr dle sezónnosti
Stavební hmoty	Odběr 70 kW (nově bude 2 x 75 kW) Stabilní odběrový diagram po celý rok
Vodou ředitelné barvy	Odběr 50 kW Stabilní odběrový diagram po celý rok
Nová hala odbytu	Plánovaný odběr 150 kW Stabilní odběrový diagram po celý rok
Kanceláře	Odběr 25 kW Stabilní odběrový diagram po celý rok
Výkonové zhodnocení	
Maximální činný odběr	525 kW
Reálný maximální odběr	350 kW
Elektrický výkon KGJ	100 kW
Výroba FVE	624 kW
Reálný odečet odběru	319 kW
Soudobost výkonů	0,6

Tabulka 4 Rozdělení budov dle odběrů

1.2.1 Spotřeba dle jednotlivých měsíců

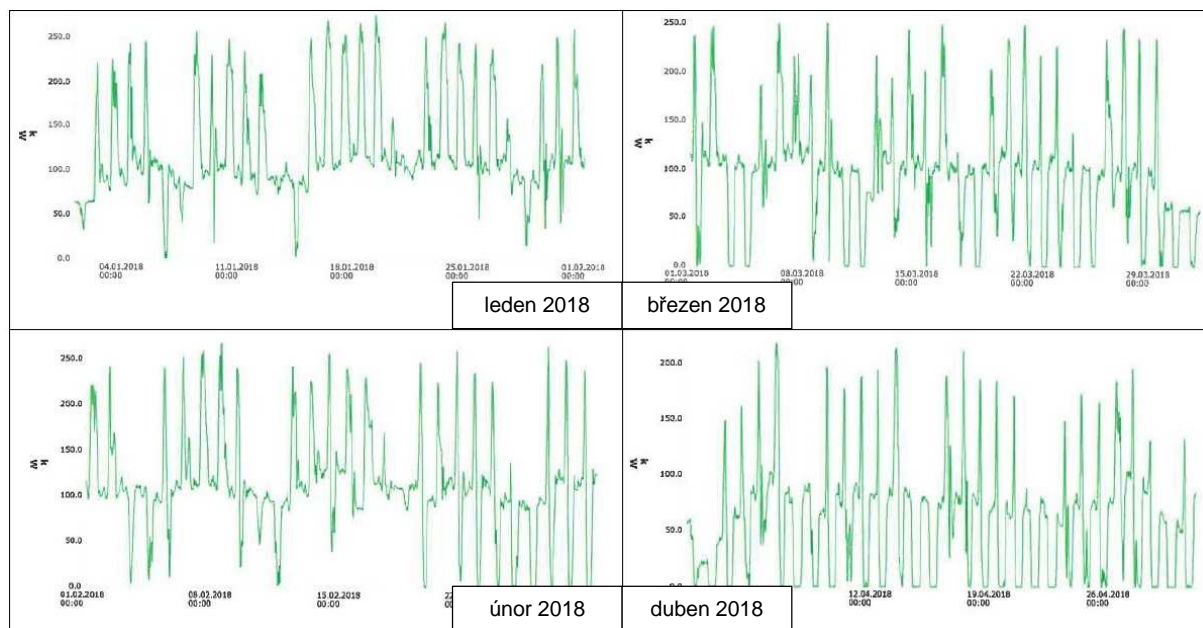
Následující grafy zobrazují reálně změřenou spotřebu za rok 2018. Lze odhadnout kritické hodnoty pro stanovení hodnot rezervovaného příkonu.

Křivky, které směřují nad hodnotu 100 kW, charakterizují výkon odebraný ze sítě. Křivky, které směřují téměř k nulovým hodnotám na kladné ose, charakterizují výkon dodaný do sítě z FVE elektrárny. Tyto hodnoty ukazují, že v daný den byla pokryta spotřeba z FVE elektrárny.

Díky těmto grafům a tabulkám uvedeným níže bude možné správně odhadnout potřebný výkon, který pokryje spotřebu celého areálu.

Použité zkratky pro níže uvedené grafy spotřeb pro jednotlivé měsíce:

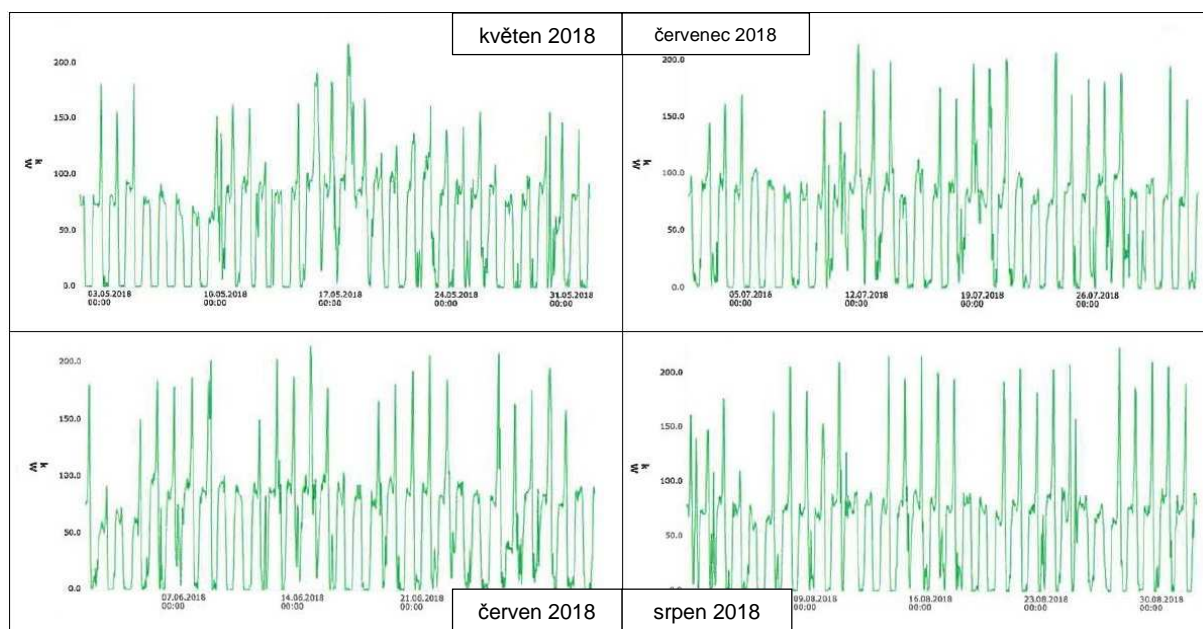
- PD – pracovní dny se spotřebou větší než hodnota 100 kW.
- SD – slunečné dny, kdy rozdíl dodaného versus odebraného výkonu se rovná nebo blíží hodnotě 0 kW



Obrázek 2 Spotřeba za 01/02/03/04 2018 [3]

Měsíc	Počet PD	Počet SD	Popis grafů spotřeb
Leden	22	8	Z hodnot vyplývá, že od ledna 2018 se zvyšuje počet dnů, kdy výkon FVE elektrárny výrazně překročí 100 kWp. Zároveň je vidět, že odebíraný výkon z DS překračuje hodnotu 250 kW až do března 2018. Během dubna odebíraný výkon nepřevyšuje hodnotu 250 kW a pohybuje se kolem 200 kW.
Únor	20	16	
Březen	21	15	
Duben	20	28	

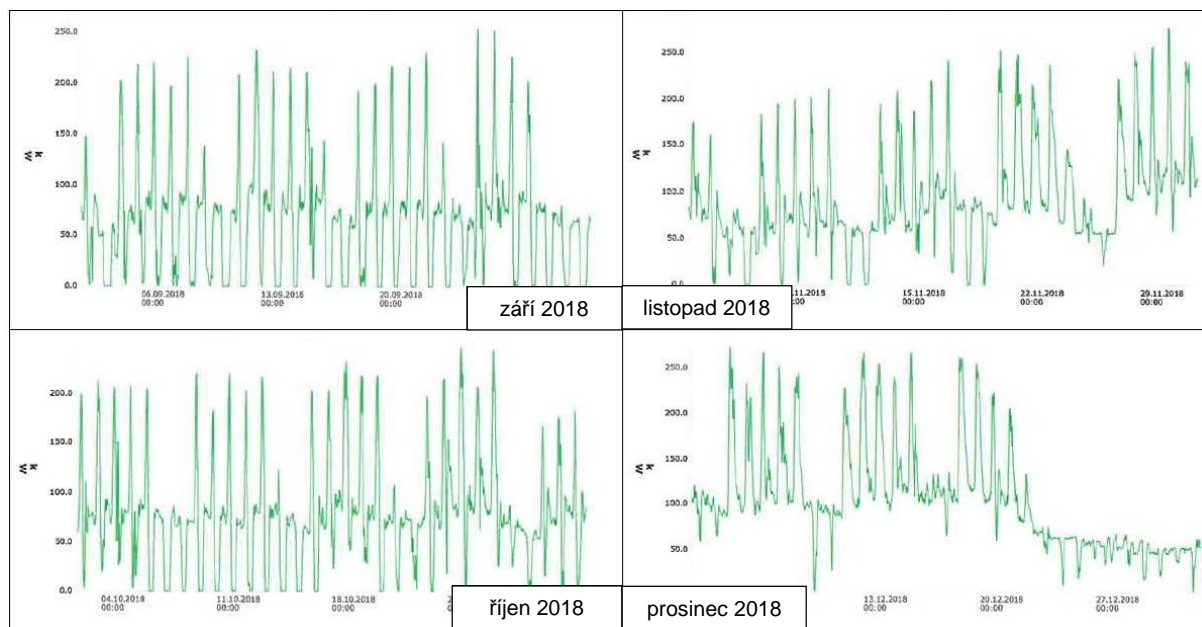
Tabulka 5 Popis spotřeb pro rok 2018 č.1



Obrázek 3 Spotřeba za 05/06/07/08 2018 [3]

Měsíc	Počet PD	Počet SD	Popis grafů spotřeb
Květen	18	30	Počet dnů, kdy FVE elektrárna vyrábí výkon nad hodnotu 100 kWp, se ustálily na hodnotě 30. Hodnoty odebíraného výkonu nepřevyšují hodnotu 250 kW a pohybují se kolem hodnoty 200 kW.
Červen	21	30	
Červenec	20	30	
Srpen	23	31	

Tabulka 6 Popis spotřeb pro rok 2018 č.2



Obrázek 4 Spotřeba za 09/10/11/12 2018 [3]

Měsíc	Počet PD	Počet SD	Popis grafů spotřeb
Září	21	29	Počet dní, kdy výkon FVE elektrárny překračuje hodnotu 100 kWp, se snižuje z 29 na 11. Odebraný výkon z distribuční sítě překračuje častěji hodnotu 250 kW.
Říjen	23	30	
Listopad	21	15	
Prosinec	15	11	

Tabulka 7 Přehled spotřeby dle měsíců 2017

Přehled spotřeby dle měsíců 2017		
Měsíc	MWh celkem ve VT	¹ / ₄ max (kW)
1/2017	82,842	297,000
2/2017	69,599	284,000
3/2017	58,461	265,000
4/2017	45,991	251,000
5/2017	37,490	256,000
6/2017	31,539	214,000
7/2017	38,752	241,000
8/2017	43,941	225,000
9/2017	44,982	242,000
10/2017	59,564	252,000
11/2017	68,687	262,000
12/2017	75,872	242,000
Čtvrtletí	MWh celkem ve VT	¹ / ₄ max (kW)
1/2017	210,902	297,000
2/2017	115,020	256,000
3/2017	127,675	242,000
4/2017	204,123	262,000
celkem	Σ 657,720	Ø 264,250

Tabulka 8 Přehled spotřeby dle měsíců pro rok 2017 [3]

Přehled spotřeby dle měsíců 2016		
Měsíc	MWh celkem ve VT	¹ / ₄ max (kW)
1/2016	83,584	319,000
2/2016	72,444	296,000
3/2016	64,077	294,000
4/2016	40,078	233,000
5/2016	31,296	220,000
6/2016	34,472	220,000
7/2016	37,610	222,000
8/2016	39,163	235,000
9/2016	36,407	215,800
10/2016	61,757	286,000
11/2016	63,149	262,000
12/2016	60,598	319,000
Čtvrtletí	MWh celkem ve VT	¹ / ₄ max (kW)
1/2016	220,105	319,000
2/2016	105,846	233,000
3/2016	113,180	235,000
4/2016	185,504	319,000
celkem	Σ 624,635	Ø 276,500

Tabulka 9 Přehled spotřeby dle měsíců pro rok 2016 [3]

Pro výše uvedené grafy a hodnoty z průběhu roků 2016, 2017 a 2018 znamenají toto:

- Hodnotou maximálního odběru se stala 319 kW pro leden a prosinec v roce 2016.
- Pro rok 2017 byla hodnota 297 kW pro měsíc leden.
- Celkový odebraný činný výkon činí přes 600 MWh ve VT za rok.
- Nákup elektrické energie 2,546 Kč / kWh (zdroj ze společnosti).
- Výkup elektrické energie z elektrárny FVE 0,71 Kč / kWh (zdroj ze společnosti).
- Hodnoty v NT nejsou uvedeny ve výše uvedených tabulkách, protože se pohybují pouze v jednotkách kWh a tudíž se neprojeví výrazně do celkové spotřeby ve VT.
- Význam těchto hodnot na celkové řešení infrastruktury pro řídicí systém budou dále analyzovat v kapitole 2.2.2.

1.3 Popis projektu výstavby nové haly odbytu

Důležitou součástí každého technického řešení nové stavby je popis dané situace. Níže uvedené části projektu vypracovala projekční firma S-Projekting s.r.o.

1.3.1 Architektonické stavební řešení

„Stavba navazuje svým materiálovým a hmotovým řešením na stávající objekty firmy ROKOSPOL a.s. Současný kravín je obdélníkového půdorysu se sedlovou střechou. Navazuje na venkovní manipulační rampu a zpevněnou plochu. Architektonické řešení – kompozice tvarového řešení, materiálové a barevné řešení akceptuje průmyslovou zónu a půdorysně kopíruje stavbu kravína a hranice areálu.

Nová stavba je navržena jako hala lichoběžníkového tvaru o rozměrech 60,540 x 20,630 m až 30,408 s mírnou sedlovou m střechou ve výškové úrovni hřebene + 10,593 m nad úrovní 0 m n. m. Odvodnění střechy přestavby haly je podokapními žlaby a svody. Nosná konstrukce haly je navržena z ocelových rámců. Opláštění navazující na betonovou podlahu je navrženo ze sendvičových panelů s tepelnou izolací z minerální, respektive PU pěny. Obvodový plášť včetně střechy nového objektu skladové haly bude tvořen sendvičovými panely. V obvodovém plášti jsou osazena zateplená sekční vrata a dveře. Střecha je jednoplášťová ze sendvičových panelů.“ [4]

1.3.2 Konstruktivní a stavebně technické řešení a technické vlastnosti stavby

„Jedná se o objekt skladové haly půdorysně kopírující budovu kravína. Střecha haly je v nejvyšším místě na úrovni +10,593 m nad úrovní +0,000 (257,71 m. n. m.). Po odstranění budovy kravína dojde k provedení základových konstrukcí, izolaci proti zemní vlhkosti a střednímu radonu a plošnému zajištění stability podkladu.

Hala je navržena jako dvoulodní hala lichoběžníkového tvaru. Nosná konstrukce je tvořena ocelovými rámy sestávajícími se z ocelových válcovaných profilů sloupů, válcovaných profilů vazníků a příhradových vazníků.

Ocelovou konstrukci haly tvoří montovaná konstrukce haly o modulu 6 m, která je umístěna na nově vytvořenou základovou konstrukci ze železobetonových patek a soklů. Střešní konstrukce haly bude tvořena sendvičovým panelem. Panel je nesenými podélnými vaznicemi, nové vaznice jsou kloubově ukládány na hlavní nosné šikmé rámy s náběhy v rámových rozích.

Obvodový plášť je tvořen obvodovým soklem, na který navazuje montovaný obvodový plášť ze sendvičových stěnových panelů vodorovně kladených. Sendvičové panely jsou navrženy v provedení s izolací z minerální vaty MW nebo PUR. V obvodovém plášti jsou osazeny tepelně izolační sekční vrata a dveře. Otvory jsou lemovány pomocnou ocelovou konstrukcí.

Skladba střešního pláště je navržena jako mírná sedlová jednoplášťová střecha ve spádu 5 % složená z nosné ocelové konstrukce, sendvičových střešních panelů s tepelnou izolací. Požadovaná požární odolnost nosné konstrukce R 15DP1 je dodržena (viz. statický výpočet). Střešní plášť splňuje požadavek na Broof (t1) až (t3). Odvodnění střechy je podokapními žlaby a svody zakončenými v lapači střešních splavenin. Na střeše bude osazen zádržný systém jako ochrana proti pádu ze střechy. Střecha je přístupná požárním žebříkem.

Průmyslová podlaha v hale je koncipována s dostatečnou nosností, železobetonová s povrchovou úpravou vhodnou pro pojezd VZV vozíky. Ocelová nosná konstrukce, další pomocné konstrukce budou opatřeny krycím nátěrem dle specifikace v konstrukční části projektu a odstín zůstane dle stávajícího harmonizujícího firemního koloritu.

Stěny železobetonového soklu obvodového pláště jsou z pohledového betonu a budou opatřeny z venkovní strany nátěrem, z vnitřní strany malbou zvoleného odstínu.

Vlastní sklady budou na ploše 689 m² (č. m. 101) a 498,9 m² (č. m. 103) – budou zde skladovány vodou ředitelné nátěrové hmoty a stavební hmoty:

- Produkt – interiérové malířské barvy nehořlavé, na bázi akrylové disperze.
- Stavební hmoty – sádkartonářské tmely.
- Plniva – barevný písek 3,5 kg / balení.
- Pomocný materiál – sítko, aplikační pistole, štětka, válečky, zakrývací fólie.

Dle technických listů výrobce se jedná o nehořlavé malířské nátěry pro interiéry. Výrobky budou skladovány expedičních v baleních: malé balení (1 kg, 2 kg, 3 kg), střední balení (10 l, 20 l, 30 l).

Na ploše 215,40 m² (č. m. 102) budou skladovány hořlavé nátěrové hmoty I. - IV. třídy nebezpečnosti do 50 m³ a z toho do 5 m³ HK I. a II. třídy nebezpečnosti.

V prostoru manipulace č. m. 104 nebude skladován žádný materiál. Prostor slouží pro okamžitou expedici. V místnosti č. 105 – 109 bude kancelář a zázemí pro personál.“ [4]

1.3.3 Vytápění a vzduchotechnika

„Projekt řeší pouze místní temperování kanceláře se zázemím a zajištění nezámrazného provozu skladu.

Sklad HK č. m. 102 – dle ČSN 65 0201 čl. 7.3 – provozní větrání skladovacích prostorů a ochrana proti výbuchům.

- Dle čl. 7.3.2 přirozené větrání uzavřených skladů pro hořlavé kapaliny I. a II. třídy nebezpečnosti v přepravních obalech a kontejnerech může být zajištěno otvory pro přívod čerstvého vzduchu o velikosti nejméně 1 % podlahové plochy, umístěnými nejvýše 0,15 m nad úrovní podlahy a odváděcími otvory o velikosti 1,3 % podlahové plochy, umístěnými co nejbližší pod stropem.

Navrženy jsou větrací otvory pro přívod vzduchu u podlahy o velikosti 2,2 m² a větrací otvory pro odvod vzduchu pod stropem 2,80 m²:

- Přívod vzduchu – otvor s mřížkou 2 ks – 1 x 1,2 m (š x v).
- Odvod vzduchu – otvor s mřížkou 2 ks – 1 x 1,4 m (š x v).
- Dle čl. 7.3.3 – větrací otvory musí být opatřeny mřížkou a musí být trvale otevřené s výjimkou topné sezony, kdy je možno je uzavřít. Musí se však zajistit, aby teplota uvnitř skladu v topné sezoně nepřekročila 15 °C.

- Otvory budou přes topnou sezonu uzavíratelné s tím, že bude zajištěno termostatickými ventily na radiátorech, že teplota uvnitř skladu v topné sezoně nepřekročí teplotu 15 °C.
- Sklady č. m. 101 a č. m. 103 budou větrány přirozeně vraty dveřmi a okny.
- Pro kancelář a zázemí zaměstnanců je navrženo pouze větrání hygienických zařízení axiálními ventilátory na potrubí z nehořlavých hmot.“ [4]

1.3.4 Elektroinstalace, hromosvod

„Provedení elektroinstalace a hromosvodu bude vyhovovat ustanovením ČSN 33 2000-4-41 ed.2, ČSN 33 2000-5-51 ed.3, ČSN 33 2000-5-52, ČSN EN 62305-1-4 a dalších souvisejících předpisů podle druhu stanoveného prostředí.

Pro vedení kabelových rozvodů musí být splněna ČSN 73 0848, zejména vypínání elektrické energie při požárech a mimořádných událostech. Kabelové trasy musí být navrženy tak, aby bylo zajištěno bezpečné vypnutí (odpojení) elektrické energie v objektu a byl zajištěn účinný a bezpečný zásah jednotek požární ochrany.

Hlavní vypínač musí být označen bezpečnostní tabulkou: „HLAVNÍ VYPÍNAČ“ a „VYPNI V NEBEZPEČÍ“. Je nutné stanovit zodpovědnou osobu pro vypnutí elektroinstalace v budově. Obsluha musí být proškolená včetně seznámení o možných důsledcích při kompletním odpojení objektu od zdroje elektrické energie. Vypínače musí být přístupné a řádně označené a zajištěné proti zneužití. Odpojení elektrické energie v celém objektu je možné vytažením pojistkových sad z přípojkové skříně, nebo vypnutím hlavních jističů před distribučním měřením v elektroměrovém rozvaděči.

Elektrická zařízení nesloužící protipožárnímu zabezpečení objektu (čl. 13.10.3 ČSN 73 0804):

- V objektu musí být projektem elektroinstalace navržena elektroinstalace tak, že na 1 m³ obestavěného prostoru místnosti připadá méně než 0,2 kg hmotnosti izolace vodičů.

Umělé osvětlení:

- Bude provedeno svítidly s LED zdroji.
- Navržená osvětlenost je v souladu s příslušnými normami ČSN.
- Ovládání osvětlení je řešeno ovladači u vstupů.

Nouzové osvětlení:

- V objektu bude instalováno nouzové osvětlení.

- Doporučují se nouzová úniková svítidla s vlastním bateriovým zdrojem.
- Nouzové osvětlení na únikové cestě o úrovni 2 Lx.
- Nouzová svítidla autonomní zářivková 1 x 8 W (případně LED) s vlastním akumulátorem, doba nezávislosti 1 hodina.
- Nouzové osvětlení se zapíná automaticky při výpadku napájení hlavním zdrojem, do té doby pracuje nouzové osvětlení na hlavní zdroj.
- Nouzové osvětlení musí být funkční po dobu 60 minut.“ [4]

2 Analýza provozu

Pro korektní a přesnou analýzu provozu lze zvolit několik variant. Jako nejobsáhlejší a ideální se jeví možnost použití následujících předpisů, tj. energetický audit nebo energetický posudek. Tato kapitola se dále věnuje analýze dat, která jsou uvedena v první kapitole. Pro správné řešení zvoleného systému řízení je nutné specifikovat prostředky, které budou směřovat k vyřešení současných problémů.

Energetické zhodnocení formou auditu nebo posudku se nerealizovalo z finančních, časových a personálních důvodů. Doporučení do budoucna je takové, že pro získání dotací na další technologický rozvoj, které by společnost ROKOSPOL, a.s. požadovala je tato analýza nutným krokem.

2.1 Legislativní rámec energetického auditu

„V rámci výkonové analýzy je potřeba stanovit pojmy jako je energetický audit a energetický posudek. To vše v rámci legislativního rámce.

Zákon upravující energetický audit

Energetický audit se zpracovává podle zákona 406/2000 Sb. Původní znění bylo postupně novelizováno novelami 359/2003 Sb., 694/2004 Sb., 180/2005 Sb. a 177/2006 Sb.

Od 3. 10. 2012 je v platnosti změna zákona č. 406/2000 Sb. o hospodaření energií provedená zákonem č. 318/2012 Sb.

Výše uvedená zákonná úprava energetického auditu se provádí prostřednictvím vládních vyhlášek a nařízení.

Prováděcí předpisy vztahující se k energetickému auditu

Mezi hlavní prováděcí předpisy energetického auditu patří:

- **Vyhláška č. 150/2001 Sb. Ministerstva průmyslu a obchodu**, kterou se stanoví minimální účinnost užití energie při výrobě elektřiny a tepelné energie. Cílem vyhlášky je stanovení minimálních účinností pro vybrané energetické výrobní procesy a zařízení, tzn. kotel, kotelnu, parní turbosoustrojí, soustrojí s plynovou turbínou, paroplynový cyklus, kogenerační jednotku a palivový článek.

- **Vyhláška č. 151/2001 Sb. Ministerstva průmyslu a obchodu**, kterou se stanoví podrobnosti účinnosti užití energie při rozvodu tepelné energie a vnitřním rozvodu tepelné energie. Vyhláška stanoví požadavky na účinnosti užití energie pro rozvod tepelné energie a vnitřní rozvod tepelné energie, tzn. parní a horkovodní sítě a sítě pro rozvod TUV a chladu s výjimkou chladicí vody z energetických a technologických procesů, která odvádí tepelnou energii do okolního prostředí, předávací stanice, zařízení pro vnitřní rozvod tepelné energie vč. chladu a TUV v objektech.
- **Vyhláška č. 152/2001 Sb. Ministerstva průmyslu a obchodu**, kterou se stanoví pravidla pro vytápění a dodávku teplé užitkové vody, měrné ukazatele spotřeby tepla pro vytápění a pro přípravu teplé užitkové vody a požadavky na vybavení vnitřních tepelných zařízení budov přístroji regulujícími dodávku tepelné energie konečným spotřebitelům.

Tato vyhláška spojuje v jeden celek požadavek na stanovení pravidel pro vytápění a dodávku TUV (§ 6 odst. 8 zákona), požadavek na stanovení měrných ukazatelů spotřeby tepla pro vytápění a pro přípravu TUV (§6 odst. 6 zákona), požadavek na vybavení vnitřních tepelných zařízení budov přístroji regulujícími dodávku tepelné energie konečným spotřebitelům (§ 6 odst. 7 zákona). Nahrazuje příslušné paragrafy dosavadní vyhlášky č. 245/1995 Sb., kterou se stanoví pravidla pro vytápění a dodávku TUV vč. rozúčtování nákladů na objekty a mezi konečné spotřebitele, ve znění vyhlášky č. 858/1998 Sb. Nová vyhláška uplatňuje poznatky a zkušenosti získané při zajišťování příslušných požadavků dosavadní vyhlášky.

- **Vyhláška č. 153/2001 Sb. Ministerstva průmyslu a obchodu**, kterou se stanoví podrobnosti určení účinnosti užití energie při přenosu, distribuci a vnitřním rozvodu elektrické energie. Vyhláška vymezuje elektroenergetická zařízení, na která se v současné době vztahuje sledování a vyhodnocování technických veličin ovlivňujících ztráty v rozvodu elektrické energie, uvádí kategorizaci ztrát a nastiňuje podmínky nutné pro shromažďování údajů pro výhledové určování nepřekročitelných ztrát při transportu elektrické energie od výrobce ke konečnému spotřebiteli.
- **Nařízení vlády č. 195/2001 Sb.**, kterým se stanoví podrobnosti obsahu územní energetické koncepce. Toto nařízení stanoví podrobnosti obsahu územní energetické koncepce na úrovni krajů, hlavního města Prahy a statutárních měst.

Pokud obec využije svého práva podřídit územní energetickou koncepci pro svůj územní obvod nebo jeho část, může postupovat podle tohoto nařízení obdobně s přihlédnutím k dostupnosti vstupních údajů.

- **Vyhláška č. 212/2001 Sb. Ministerstva průmyslu a obchodu**, kterou se stanoví podrobnosti pro přípravu a uskutečňování kombinované výroby elektřiny a tepla. Vyhláška stanoví podmínky přípravy a uskutečňování kombinované výroby v nových a rekonstruovaných zdrojích tepla nebo elektřiny.
- **Vyhláška č. 213/2001 Sb. Ministerstva průmyslu a obchodu**, která stanoví podrobnosti náležitostí energetického auditu.
- **Vyhláška č. 425/2004 Sb. Ministerstva průmyslu a obchodu**, kterou se mění vyhláška č. 213/2001 Sb., kterou se vydávají podrobnosti náležitostí energetického auditu.
- **Vyhláška č. 214/2001 Sb. Ministerstva průmyslu a obchodu**, kterou se stanoví vymezení zdrojů energie, které budou hodnoceny jako obnovitelné. Vyhláška uvádí jako obnovitelný zdroj pro výrobu elektřiny vodní energii, sluneční energii získanou fotovoltaickou přeměnou, větrnou energii, biomasu a bioplyn, pro výrobu tepelné energie pomocí kolektorů, geotermální energii, biomasu a bioplyn. Ve vyhlášce jsou pro jednotlivé druhy stanoveny výkonová omezení.
- **Vyhláška č. 291/2001 Sb. Ministerstva průmyslu a obchodu**, kterou se stanoví podrobnosti účinnosti užití energie při spotřebě tepla v budovách včetně přílohy č. 4 k této vyhlášce. Touto vyhláškou se podrobněji stanoví tepelně technické a energetické vlastnosti stavebních konstrukcí a budov, jejichž splnění je považováno za dodržení obecných technických požadavků na výstavbu.“ [5]

2.1.1 Rozdíly mezi energetickým auditem a energetickým posudkem

„Důležitým faktorem, který je nutno mít na zřeteli, je to, že jakýkoli elaborát, který se označí pojmem energetický audit nebo energetický posudek, musí splňovat beze zbytku požadavky zákona č. 406 / 2000 Sb. Není možno některý z požadavků zákona vynechat a tím zajistit menší pracnost a pak například tímto způsobem snižovat cenu za zpracování. Pokud zadavatel trvá na takovém požadavku, pak je nutno vytvořit elaborát jiný - například **energetickou studii**. **Základní rozdíl** mezi energetickým auditem a energetickým posudkem tkví v tom, že:

- U **energetického auditu** je ze zákona **nutno posoudit veškeré energetické toky**, ať s některými z nich zadavatel hodlá něco činit nebo ne, výpočetní model se vytváří na základě skutečně spotřebované energie a podle skutečně naměřených okrajových podmínek.
- U **energetického posudku lze posuzovat předem vybrané a zadané parametry** a lze použít normové okrajové podmínky (např. TNI 73 0331 - Energetická náročnost budov - typické hodnoty pro výpočet).

Zjednodušeně lze uvést dále vypsaná základní pravidla, kdy vzniká povinnost, případně kdy je možno energetický audit nebo energetický posudek nechat zpracovat. Dále uvedený výčet podmínek daný zákonem o hospodaření energií není úplný, ale vedený snahou o maximální zjednodušení.“ [6]

2.1.2 Energetický audit

„Energetický audit je elaborát, jehož zpracování vzniká vlastníku budovy jako povinné v případech, kdy:

- Budova, souhrn budov nebo energetické hospodářství mají za poslední dva kalendářní roky spotřebu vyšší než 35 000 GJ / rok.
- Budova, souhrn budov nebo energetické hospodářství mají za poslední dva kalendářní roky spotřebu vyšší než 1 500 GJ / rok.
- V případě, že jde o vlastnictví orgánů veřejné moci, je vyžadován v rámci jakéhokoliv programu, kde jde o finanční podporu na snížení energetické náročnosti vyplácenou z veřejných prostředků.

V rámci energetického auditu se provádí následující úkony:

Shromáždění veškerých dostupných podkladů

Pro zpracování energetického auditu je třeba vytvořit podrobný a věrný výpočtový model, který se svou vypovídací hodnotou dostatečně přesně blíží skutečnosti. Energetické spotřeby musí s velkou přesností kopírovat jejich skutečné rozdělení v daném období.

A) Projektová dokumentace skutečného provedení stavby

Minimální rozsah odpovídá zhruba dokumentaci pro stavební povolení:

- Výkresy půdorysů budovy.

- Výkresy charakteristických příčných řezů.
- Výkresy pohledů na fasády budovy.
- Technická zpráva s výčtem konstrukčního uspořádání budovy.

Nemá-li dokumentaci k dispozici investor (zadavatel), bývá velmi často možné nahlédnout do archívu místně příslušného stavebního úřadu, kde je PD archivována a vyžádat si pořízení nutných kopií. Pokud není k dispozici výše uvedená projektová dokumentace stávajícího stavu, je nutno provést pasportizaci objektu v rozsahu odpovídajícím složitosti předmětu energetického auditu.

B) Podklady o systémech TZB

Je nutno mít k dispozici základní údaje o technických systémech, které zajišťují vlastní provoz celé budovy. K nim patří minimálně:

- Výchozí revizní zpráva o elektrozařízení, případně poslední průběžná revizní zpráva.
- Revizní zpráva plynových zařízení.
- Podklady o zdroji vytápění případně chlazení.
- Podklady o způsobu ohřevu TUV.
- Parametry topného média.
- Podklady o způsobu nuceného větrání, je-li v objektu provozováno.

Technické podklady o energetických spotřebičích, které spotřebu výrazným způsobem ovlivňují a nejsou součástí běžného vybavení (například zdroj stlačeného vzduchu, zdroj spotřeby energie zařízení provozovaného jinde než v hodnoceném objektu a podobně).

C) Údaje o spotřebách energie

Pro sestavení výpočtového modelu s dostatečnou vypovídající schopností je nutno vyjít z minimálně tříleté historie provozu. Jsou nutné minimálně tyto údaje:

- Seznam dodavatelů všech druhů spotřebované energie.
- Alespoň k nahlédnutí dát k dispozici smlouvy s těmito dodavateli.
- Poskytnout kopie faktur za všechny druhy odebrané energie za poslední min. 3 roky.

D) Prohlídka předmětu energetického auditu

Hodnocenou budovu je nutno podrobně prohlédnout a provést podrobnou konzultaci s osobou, která má o provozování celého objektu dostatečné informace - ideálně s energetickým manažerem. Součástí prohlídky je i ověření souladu skutečnosti s dostupnými podklady. Pokud některé z výše uvedených podkladů k dispozici nejsou, je možno provést odborný odhad.

Energetické a další hodnocení, návrhy na opatření

A) Navržení dílčích opatření ke snížení energetické náročnosti

Dle zákona č. 406 / 2000 Sb. ve znění pozdějších změn je nutno v rámci energetického auditu vyhodnotit všechny druhy spotřebovávané energie a vyhodnotit možnosti jejího snížení.

Hodnocení se dělí na:

- stavební část, kde se vyhodnocují všechny části obálky budovy ve variantách,
- část TZB,
- část týkající se možného využití obnovitelných zdrojů energie.

Všechna dílčí opatření je nutno posoudit z hlediska:

- energetické úspory,
- ekonomické návratnosti (metodou T_d , T_{sd} , NPV , IRR),
- snížení úrovně zatížení životního prostředí.

B) Sestavení minimálně 2 komplexních variant

Z navržených dílčích opatření se vyberou kombinace do minimálně dvou komplexních variant, které se posoudí opět z hlediska:

- energetických úspor,
- ekonomické návratnosti (metodou T_d , T_{sd} , NPV , IRR),
- snížení úrovně zatížení životního prostředí.

C) Výběr a doporučení komplexní varianty

Na základě hodnocení popsaném v oddíle B se provede výběr optimální komplexní varianty, která je v rámci energetického auditu postavena jako doporučení

energetického specialisty. Tím se stává závaznou. Nelze doporučit variantu, která by nebyla ekonomicky návratná (efektivní). “ [6]

2.1.3 Energetický posudek

„Energetický posudek je na rozdíl od energetického auditu poměrně jednodušší elaborát, který je možno zaměřit konkrétním směrem podle toho, jaké zvolené či zadané kritérium se uplatní pro výsledné hodnocení. Zpracování energetického posudku vzniká vlastníku budovy jako povinné krom jiného pro:

- Posouzení technické, ekonomické a ekologické proveditelnosti alternativních systémů dodávek energie při větší změně dokončené budovy, má-li objekt instalovaný výkon zdroje energie vyšší než 200 kW.
- Posouzení proveditelnosti projektů v rámci jakéhokoliv programu, kde jde o finanční podporu na snížení energetické náročnosti vyplácenou z veřejných prostředků (např. dotační program Nová zelená úsporám).

Kromě toho může stavebník, společenství vlastníků nebo vlastník budovy zadat zpracování energetického posudku z vlastního rozhodnutí kromě jiného v případě, kdy:

- Jde o posouzení technické, ekonomické a ekologické proveditelnosti alternativních systémů dodávek energie při větší změně dokončené budovy, má-li objekt instalovaný výkon zdroje energie i nižší než 200 kW.
- Jde o doporučení opatření pro snížení energetické náročnosti budovy; většinou jde v tomto případě o plánovanou větší změnu dokončené budovy - zde je energetický posudek součástí PENB.

Z výše uvedeného ne zcela úplného výčtu je patrné, že energetický posudek jev podstatě jednodušší variantou energetického auditu. V rámci energetického posudku se provádí následující úkony.

Shromáždění veškerých dostupných podkladů

Pro zpracování energetického posudku je třeba vytvořit dostatečně přesný výpočtový model, který se svou vypovídací schopností umožní vybrat, posoudit a doporučit vhodné, předem stanovené okruhy opatření ke snížení energetické náročnosti. Metoda posuzování umožní následně kvantifikaci ekonomických úspor, které se vyčíslí nikoli absolutně nýbrž relativně. Základním výsledkem energetického posudku je tedy vyčíslení procentuální úspory energetické náročnosti jednotlivých opatření případně

sestavené komplexní varianty. Ke zpracování energetického posudku jsou nutné následující podklady:

A) Projektová dokumentace skutečného provedení stavby

Minimální rozsah odpovídá cca dokumentaci pro stavební povolení:

- Výkresy půdorysů budovy.
- Výkresy charakteristických příčných řezů
- Výkresy pohledů na fasády budovy.
- Technická zpráva s výčtem konstrukčního uspořádání budovy.

Nemá-li dokumentaci k dispozici investor (zadavatel), bývá velmi často možné nahlédnout do archívu místně příslušného stavebního úřadu, kde je PD archivována a vyžádat si pořízení nutných kopií. Pokud není k dispozici výše uvedená projektová dokumentace stávajícího stavu, je nutno provést pasportizaci objektu v rozsahu odpovídajícím složitosti.

B) Podklady o systémech TZB

Je nutno mít k dispozici základní údaje o technických systémech, které zajišťují vlastní provoz celé budovy. K nim patří:

- Výchozí revizní zpráva o elektrozařízení, případně poslední průběžná revizní zpráva.
- Revizní zpráva plynových zařízení.
- Podklady o zdroji vytápění případně chlazení.
- Podklady o způsobu ohřevu TUV.
- Parametry topného média.
- Podklady o způsobu nuceného větrání, je-li v objektu provozováno.

Technické podklady o energetických spotřebičích, které spotřebu výrazným způsobem ovlivňují a nejsou součástí běžného vybavení (například zdroj stlačeného vzduchu, zdroj spotřeby energie zařízení provozovaného jinde než v hodnoceném objektu).

C) Údaje o spotřebách energie

Pro sestavení výpočtového modelu s dostatečnou vypovídací schopností není nutno zkoumat historii provozu. Jsou nutné tyto podklady:

- Seznam dodavatelů všech druhů spotřebovávané energie, k nahlédnutí dát k dispozici smlouvy s těmito dodavateli.

D) Prohlídka předmětu energetického posudku

Hodnocenou budovu je nutno prohlédnout a provést podrobnou konzultaci s osobou, která má o provozování celého objektu dostatečné informace zaměřené alespoň na oblasti, ve kterých se mají navrhnout zamýšlené úpravy. Součástí prohlídky je i ověření souladu skutečnosti s dostupnými podklady. Pokud některé z výše uvedených podkladů k dispozici nejsou, je možno provést odborný odhad.

Energetické a další hodnocení, návrhy na opatření

A) Navržení dílčích opatření ke snížení energetické náročnosti

Dle výše zmíněného zákona č. 406 / 2012 Sb. je nutno v rámci energetického posudku vyhodnotit konkrétní druhy spotřebovávané energie a vyhodnotit možnosti jejího snížení.

Hodnocení se dělí na:

- Stavební část, kde se vyhodnocují všechny části obálky budovy ve variantách.
- Část TZB.
- Část týkající se možného využití obnovitelných zdrojů energie - není nutné, je-li instalovaný výkon energetického zdroje nižší než 200 kW.

Dílčí opatření je nutno posoudit z hlediska:

- Energetické úspory.
- Ekonomické návratnosti (metodou T_d).
- Snížení úrovně zatížení životního prostředí.

B) Sestavení komplexní varianty

Z navržených dílčích opatření se mohou vybrat kombinace pro komplexní variantu, která se posoudí opět z hlediska:

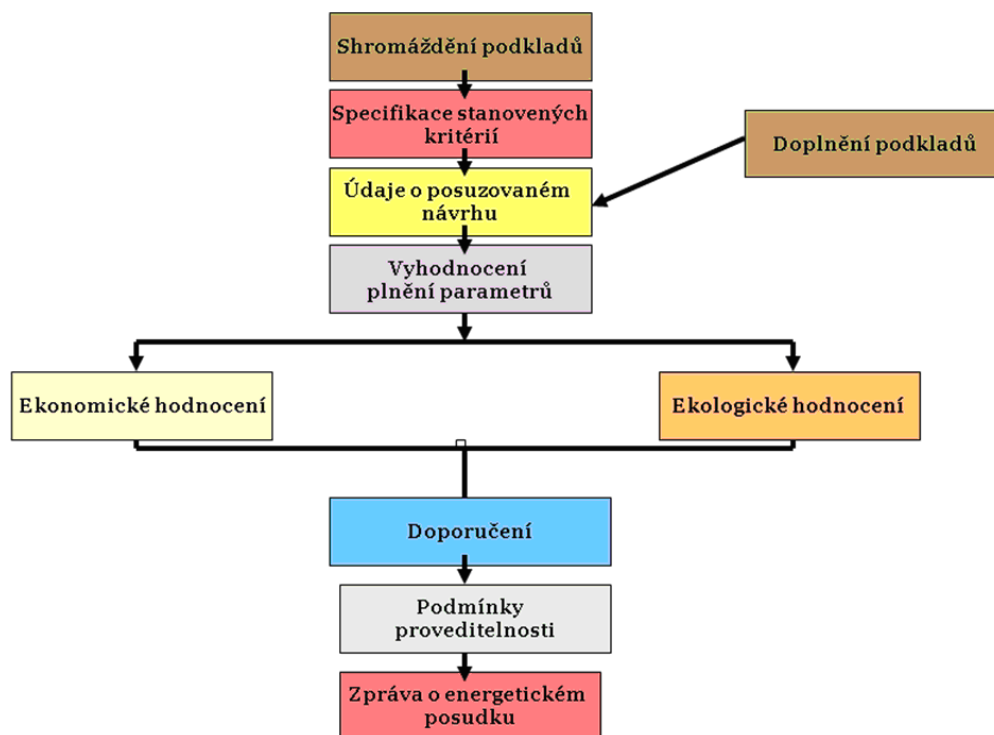
- Energetických úspor.
- Ekonomické návratnosti (metodou T_d).
- Snížení úrovně zatížení životního prostředí.

C) Výběr a doporučení komplexní varianty

Výběr a doporučení jednotlivých opatření jakož i případné komplexní varianty se provádí podle kritérií, která byla na počátku zadána. Kritéria mohou být:

- Stanovena v rámci dotačního programu, je-li energetický posudek zpracováván pro tento účel.
- Stanovena zadavatelem energetického posudku, je-li jím soukromá osoba a projekt je financován ze soukromých zdrojů.

Při stanovení priorit posuzování je vždy nutno respektovat požadavky technických norem. Z uvedeného je zřejmé, že v mnoha případech je především v rámci běžného stavebnictví výhodnější provedení energetického posudku. Posudek sice nemá takovou vypovídací schopnost jako audit, ale například pro oblast zateplování budov je výrazně vhodnější než audit.“ [6]



Obrázek 5 Metodický postup energetického posudku [7]

2.2 Diagnostika problémů výrobního provozu

Jako velmi důležitou součást k nalezení správného řešení je podstatné si stanovit, jaké problémy řeším, jaké jsou nápravné kroky a jaké je pro dané problémy ideální východisko. Dohromady se vstupními daty z kapitoly 1.2.1, které vyhodnotím je kombinace těchto faktů důležitá pro zadání dodavatele řídicího systému pro provoz.

2.2.1 Stanovení problémů a nápravných kroků

Hlavní a nejpálčivější problém jsou pro společnost ROKOSPOL, a.s. výpadky elektrické energie z distribuční sítě. Pro vylepšení situace se již provedl v minulosti jiný nápravný krok. Vyměnil se starší distribuční transformátor za nový nízko ztrátový transformátor. To vedlo k částečnému ustálení výpadků, ale nikoli k jejich úplné eliminaci.

Mezi nejhorší dopady těchto výpadků spadá kolaps serveru, který obsluhuje veškeré pobočky po celé ČR včetně areálu v Kaňovicích. Kratší výpadky (řádově do 10 minut) zvládla odběrově převzít UPS jednotka, která je instalována přímo u serveru. Ideální řešení tohoto problému se jeví jako vhodné doplnění o nový záložní zdroj. Jedna z možností je bateriové uložení, které by se přes den mohlo nabíjet z energie vyrobené ve FVE elektrárně. Další možnost je instalace kogenerační jednotky v kombinaci s větší UPS jednotkou.

Další palčivý problém spojený s odběrem elektrické energie je překračování rezervovaného příkonu (potažmo kapacity). Tento nepříznivý děj je způsoben pracovními návyky, nepřízní počasí a absencí řídicího systému. Většina pracovníků přichází na své pracoviště před sedmou hodinou ranní. Souběžně s příchodem na pracoviště zapínají téměř všechny stroje (převážně asynchronní motory), které se významně podílejí na výrobě produktů společnosti.

To má za následek prudký nárůst odběru elektrické energie. V zimních měsících v takto brzkých ranních hodinách ještě FVE elektrárna nevyrábí a tudíž se výkonově nemůže podílet na pokrytí těchto špiček. Absence řídicího systému způsobuje nemožnost řídit dané procesy. Přítomnost řídicího systému by umožnila významně omezit odběrové špičky. Doplnění o další záložní zdroj, např. kogenerační jednotku, by výrazně přispělo k omezení těchto špiček.

Poslední klíčový problém k řešení pro společnost je pokrytí nové odběrové zátěže bez nutnosti zvyšovat rezervovaný příkon. Jedná se o novou skladovou halu, která je

technicky popsaná v kapitole 1.3. Právě do této nově postavené budovy se umístí kogenerační jednotka, která má za cíl pokrývat odběrové špičky během kritických ranních hodin. Zároveň bude plnit i svůj druhotný úkol, tj. bude vytápět tento sklad. Tudíž nevzniká potřeba instalace nákladného a odběrově náročného vytápění rozlehlého skladu. Část vytápění bude pomocí KGJ a část pomocí vzduchotechnického řešení. Zároveň se na střechu tohoto skladu nainstaluje nová FVE elektrárna. Z toho vyplývá, že se část odběru pokryje z výroby tohoto zdroje. Nesmíme zapomenout na rozlehlou část FVE elektrárny, která se rozkládá na střechách ostatních budov areálu.

Hlavní problémy:	Nápravné kroky:	Ideální řešení:
Překročení rezervovaného příkonu	Instalace FVE na střechu nového skladu	Omezení překračování rezervovaného příkonu
Časté výpadky elektrické energie	Instalace KGJ	Omezení výpadků elektrické energie
	Návrh bateriového uložení	
Stavba nového skladu	Návrh a instalace řídicího systému provozu	Optimalizace toků energií pomocí řídicího systému
		Využití tepelné energie z KGJ na vytápění nového skladu

Tabulka 10 Analýza potřeb provozu

2.2.2 Analýza vstupních dat

Po stanovení problémů a nápravných kroků je na řadě analýza dat. Z výsledků této analýzy bude patrné, jak se k celému projektu postavit na základě reálných hodnot. Celý provoz v Kaňovicích lze rozdělit do třech největších kategorií.

- *Výrobní budovy.*
- *Skladová část.*
- *Administrativní budovy.*

Každá z těchto částí má odlišné požadavky na svůj chod. Pro analýzu vycházím z tabulky č. 4. Nejméně náročná z pohledu odběrů je administrativní budova. Současná budova, kde sídlí také jednatel společnosti, se bude rozšiřovat. V rámci tohoto rozšíření proběhne instalace tepelného čerpadla, které bude mít pozitivní vliv na přídatnou energetickou zátěž celé administrativní budovy. V této budově nejsou žádná průmyslová zařízení, která mají větší odběr, a tudíž tato budova nejméně promlouvá do celého odběrového diagramu.

Skladové části včetně nové skladové haly mají nyní téměř třetinový odběr z celého odběrového diagramu. V novém skladu budou umístěna elektrická zařízení s plánovaným odběrem až 150 kW. Tento výkon ale bude odebíraný s určitou soudobostí. Jedná se o zařízení, která budou zaručovat chod skladu. Do toho se započítává osvětlení (včetně nouzového), vzduchotechnika, vytápění, zařízení PBŘ, technologie pro intralogistické řešení a manipulační technika.

Výrobní část má největší odběr z celého provozu. Maximální teoretická hodnota odběru může dosáhnout až 500 kW. Výroba je rozdělena do třech oddílů:

- *Nátěrového hmoty (největší odběr v závislosti na sezónnosti).*
- *Stavební hmoty (stabilní odběr po celý rok, bude se navyšovat odběr).*
- *Vodou ředitelné barvy (stabilní odběr po celý rok, neplánuje se navýšení).*

Při stanovení důležitosti jednotlivých technologických prvků v rámci výroby je nutné brát ohledy hlavně na důležité prvky v procesu, které nejsou napřímo ovlivněny dodávkou elektrické energie. Např. dodávka surovin do jednotlivých procesů, kvalita surovin na vstupu, komplexní logistické procesy, povětrnostní vlivy, funkčnost a spolehlivost jednotlivých mechanických dílů.

Většina elektrických spotřebičů, jenž má největší celkový odběr elektrické energie, jsou třífázové asynchronní motory. Jsou spouštěny přes frekvenční měniče. I přes tento důležitý technologický řídicí prvek způsobují tyto spotřebiče ranní odběrové špičky. V minulosti se také uvažovalo, nad jednoduchou časovou posloupností spínání jednotlivých technologických prvků, tedy i motorů. Přítomnost řídicího systému pro výrobní část by měla za následek rovnoměrnost odběrového diagramu. Při doplnění nového záložního zdroj bude možné pokrýt potřeby pro výrobu i v případě vyšších priorit.

Do analýzy provozu vstupuje i rozsáhlá FVE elektrárna v areálu provozu. Je nutné připomenout, že na rozdíl od KGJ není FVE elektrárna stabilní zdroj energie. S ohledem na skutečnost dálkového řízení z dispečinku ČEPS, a.s. celé FVE elektrárny je pak predikce výroby a spotřeby dosti nejistá. V případě zásahu dispečinku může dojít k odpojení od distribuční sítě. V tomto případě se celý systém z bezpečnostních důvodů odpojí a přestane úplně vyrábět. Tento krok je nutný i v případě, že dojde k výpadku elektrické energie, tak elektrárna opět z čistě bezpečnostních důvodů nesmí vyrábět. Zhodnocení této analýzy dává jasný výsledek. Nutnost záložního zdroje v kombinaci s řídicím systémem je zřejmá. Jako další krok je nyní výběr vhodného řešení, který bude představen v kapitolách 3 a 4.

3 Zvolené řešení řídicího systému

V této kapitole je uvedeno, jaké řešení je vhodné zvolit pro optimalizaci všech problémů zmíněných v kapitole 2.2.1. Po analýze provozu (kap. 2.2.2.), která byla provedena jinak, než je standardně zvykem u takto velkých projektů, vzešel jednoznačný požadavek - nutnost záložního zdroje v kombinaci s řídicím systémem. Pro spolehlivý chod každého technologického prvku v řetězci je nutná komunikace. V průmyslu se používá převážně kombinace kabelových a bezdrátových komunikačních modulů s otevřenými protokoly.

3.1 Komunikace v řídicím systému

V následující kapitole jsou popsány nejpoužívanější otevřené protokoly v průmyslové praxi. Jejich důkladné popsání pomůže k vhodnému výběru řídicího systému.

3.1.1 Otevřené protokoly

„Automatizační systémy komunikují se širokou škálou zařízení, od snímačů a světel v obytných prostorách až po technická zařízení, jako jsou chladicí jednotky, kotle, klimatizační jednotky a elektrické rozváděče. Bez ohledu na protokol, který používají lokální řídicí jednotky v různých patrech nebo zónách, mohou být data přenášena do cloudu přes brány prostřednictvím jiných protokolů. Monitorovací dashboards v kanceláři Facility Managera (FM) nebo v centrále společnosti mohou v reálném čase vizualizovat energetickou spotřebu a událostní záznamy včetně alarmů. V průběhu let bylo vyvinuto mnoho protokolů, které tuto komunikaci zajišťují. Protokoly jsou všeobecně přijímaná pravidla a standardy, které umožňují komunikaci a sdílení dat mezi automatizačními systémy budov. Zařízení a systémy, které jsou v souladu s příslušným protokolem, mohou snadno komunikovat mezi sebou, ale ne nezbytně s jinými protokoly. Proč na tom záleží? Protože výrobci zařízení pro automatizaci budov musí zvolit, který protokol (protokoly) bude jejich výrobek používat, což znamená, že uživatelé tohoto zařízení vybírají nejen výrobek, ale i používaný protokol. Tato část kapitoly slouží, jako přehled o možnostech otevřených protokolů v oblasti automatizace budov. Nejprve prozkoumáme klíčové otázky, které je třeba řešit při výběru protokolu, a následně se podíváme na všechny

hlavní protokoly – proč byly vyvinuty, kdo je používá, klady a zápory a všechny relevantní informace týkající se konkrétních aplikací nebo regionů.“ [8]

Důvody použití otevřených protokolů

„Některé protokoly jsou proprietární, ale většina dnešních protokolů je otevřená. To znamená, že jejich vlastnosti jsou zveřejňovány a mohou být bezplatně nebo na základě licence používány. Otevřené protokoly mají obvykle podporu sdružení společností, skupin uživatelů, profesionálních společností a vlád. Některé protokoly jsou regionální a jiné globální a každý má vlastní speciální funkce a možnosti, díky kterým jsou vhodnější pro některé aplikace. Na rozdíl od proprietárních protokolů, které vlastní a chrání jedna soukromá společnost, jsou otevřené protokoly podporovány produkty a službami mnoha různých společností a organizací. To uživatelům poskytuje mnohem širší výběr zařízení nebo systémů, které mohou být použity pro splnění konkrétních aplikací nebo potřeb. Každý protokol udržuje standardy a certifikace prostřednictvím vlastní nezávislé organizace (například bacnet.org a lonmark.org).“ [8]

Výhody otevřených protokolů

- Podpora mnoha výrobců, dodavatelů softwaru a subjekty zajišťujícími instalaci a služby.
- Dostupný software třetích stran pro uživatelská rozhraní, trendy, alarmy a další aplikace.
- Podobné funkce jako aplikace pro chytré telefony.
- Snadnější komunikace se subsystémy, jako jsou například jednotky řízení osvětlení a chladicí jednotky.
- Aktivní komunity pro podporu, freeware a jednání s dodavateli.
- Možnost aktualizace a rozšiřování o nové funkce.

Některé protokoly jsou otevřenější než jiné. Zatímco všechny otevřené protokoly mohou být využity více výrobců, technologie může být plně řízena jediným dodavatelem nebo skupinou dodavatelů. Použití technologie může vyžadovat zaplacení licenčního poplatku. Standard, který je vyvíjen otevřeně a může být zaveden bez licence, se považuje za zcela otevřený.“ [8]

Kabelová nebo bezdrátová komunikace

„Jedním z důležitých rozhodnutí, které bude třeba přijmout, je to, zda se bude používat sběrnice nebo bezdrátová komunikace, nebo kombinace obou. Nejběžnější bezdrátové systémy využívají specializovaný bezdrátový protokol. Většina ovládacích zařízení, jako jsou pokojové regulátory, detektory přítomnosti, ventilátorové kontroléry a okenní kontakty, jsou k dispozici buď se sběrnici, nebo s bezdrátovou komunikací. Napájení zařízení je realizováno nezávisle na komunikaci. Zařízení budou vyžadovat připojení k napájecí síti budovy (i když některé výrobky s nízkými energetickými nároky nyní používají baterie nebo technologie pro generování energie).“ [8]

Výhody bezdrátové komunikace

- „Snadná a nízkonákladová instalace (zejména u stávajících budov).
- Škálovatelnost díky snadnému přidávání zařízení.
- Kompatibilita s protokoly se sběrnici jako jsou BACnet®, LonWorks®, and Modbus® obvykle zajišťovanou bránami.
- Vhodnost pro prostory a areály, kde není praktické nebo možné natahovat vedení po sběrnici mezi budovami a zónami.

Vhodnost komunikace po sběrnici

- Nové budovy, kde instalace nového vedení sběrnice není nákladná.
- Prostory s VN zařízeními, které mohou rušit bezdrátovou komunikaci.
- Aplikace s vysokými nároky na výkon a spolehlivost.

Na trhu automatizace existuje mnoho protokolů, v jedné budově se jich často používá více. Otevřené protokoly mohou obvykle komunikovat mezi sebou, protože brány a rozhraní API byly vyvinuty různými skupinami uživatelů a dodavateli. Taková integrace není tak jednoduchá jako používání produktů v rámci stejného protokolu, ale může být z různých důvodů výhodná. Každý protokol má své výhody a příznivce a kombinace protokolů může být neefektivnějším způsobem, jak optimalizovat systém budovy podle konkrétních potřeb a rozpočtů.“ [8]

Poznámka k terminologii

„Při komunikaci v síti zahrnuje termín “protokoly” mnoho specifikací, které zahrnují jak aplikace (funkce a datový obsah), tak i přenos informací (jak se data přenáší

z jednoho zařízení do jiného). Každý protokol pro automatizaci budov obsahuje jak aplikační, tak přenosové standardy, které mohou být často smíšeny. Aplikační protokol BACnet® může například přenášet data pomocí vlastního standardu, ale může také přenášet data prostřednictvím jiných přenosových standardů, včetně ZigBee® a LonWorks®. Tato část kapitoly se zaměřuje na aplikační stránku protokolů.“ [8]

Rozhodování

„Níže je uveden postup, který pomůže navrhnout a implementovat vhodné řešení řídicího systému:

Definice potřeb a cílů.

Vždy je třeba zhodnotit možnosti v kontextu jasně definovaných obchodních cílů a rozpočtu.

Nalézání různých variant.

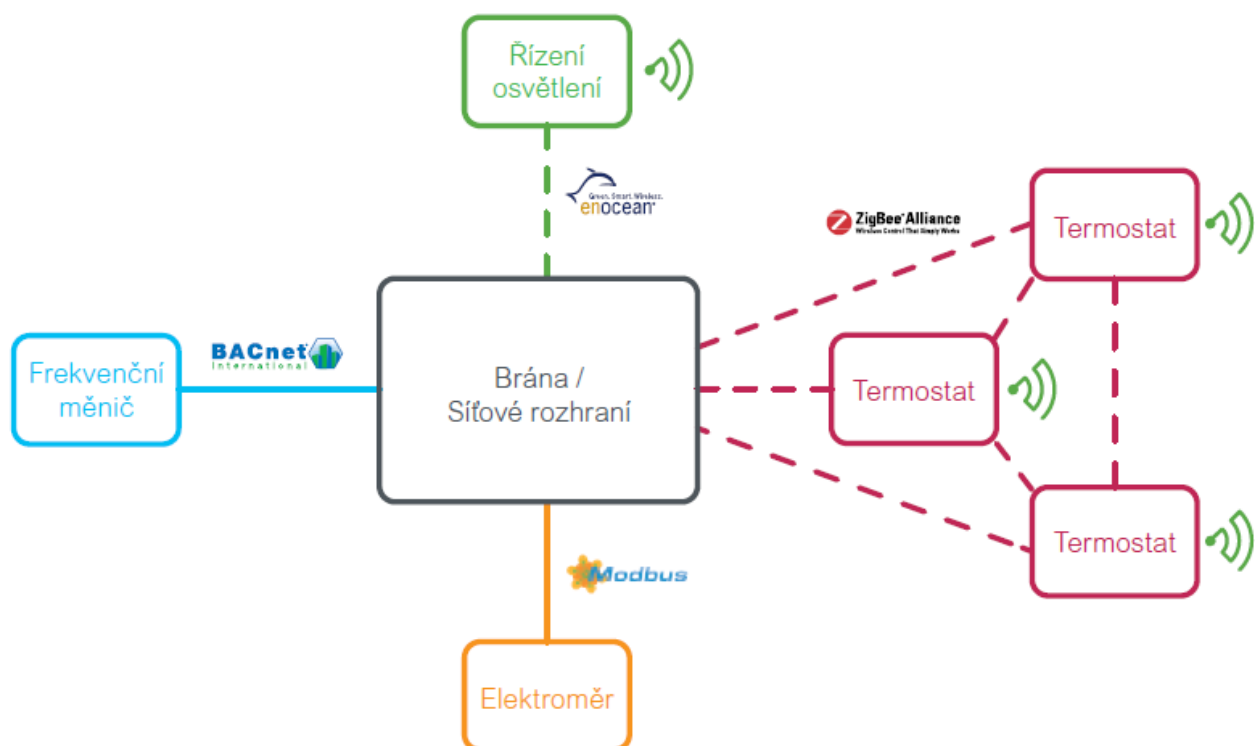
Je dobré spolupracovat s dodavateli, kteří nabízejí širokou škálu produktů a technologií. Zvyšuje to šance na nalezení optimálního řešení pro každou budovu.

Zvolení distribuované inteligence.

Doporučení výběru produktů, které mají zabudovanou inteligenci. Distribuovaná inteligence zlepšuje výkon a spolehlivost sítě a eliminuje úzká hrdla, která mohou vzniknout při použití jednoho řídicího bodu.



Přizpůsobení se regionu.

Připravenost řešit různé standardy a požadavky v závislosti na světovém regionu. U každého protokolu jsou popsána regionální specifika.“ [8]





Obrázek 6 Příklad zařízení připojených přes různé protokoly [8]

V následujících tabulkách č. 8 až č. 13 jsou představeny základní používané průmyslové komunikační protokoly, jak kabelová, tak bezdrátová technologická řešení.

Název	BACnet  Obrázek 7 logo BACnet [8]	LonWorks  Obrázek 8 logo LonWorks [8]
Aplikace	BACnet podporuje většinu provozních funkcí budov, včetně zařízení pro HVAC, osvětlení, požární ochranu a fyzické zabezpečení. (řízení přístupu, narušení)	Většina zařízení LonWorks se používá v projektech budov, včetně HVAC a osvětlení. Protokol se používá např. venkovní osvětlení, doprava, dodávky energie, řízení procesů a domácí automatizace.
Hlavní vlastnosti	<ul style="list-style-type: none"> • Milióny instalovaných zařízení. • Vyvinuto speciálně pro automatizaci budov. • Podporováno více než 800 výrobců. • Integrovan v široké škále produktů. • Flexibilní standard umožňuje dodavatelům nabízet unikátní aplikace a řešení na míru. • Podporováno a aktualizováno společností ASHRAE. • 5 interoperabilních oblastí - sdílení dat, alarmy a události, plánování, trendy a správa zařízení. 	<ul style="list-style-type: none"> • Miliony instalovaných zařízení. • Vyvinutý speciálně pro automatizaci budov. • Standardizované aplikace zajišťují vzájemnou kompatibilitu bez ohledu na dodavatele. • Podporován stovkami výrobců. • Jednoduchá instalace. • Flexibilní připojení prostřednictvím různých prostředků.
Sítě	<ul style="list-style-type: none"> • Topologie: sběrníková, hvězda, nebo smíšená topologie podle použitého přenosu. • Médium: Kroucený pár (doporučená délka <1 500 m), optické vlákno, bezdrátově. • Přenosové protokoly: IP, Ethernet, LonTalk, Zigbee, ARCnet, MS/TP. 	<ul style="list-style-type: none"> • Topologie: sběrníková, hvězda nebo smíšená topologie. • Médium: Kroucený pár (maximální délka v sběrníkové topologii 2700 m), silové kabely, optické vlákno, bezdrátově. • Přenosové protokoly: Připojuje se k IP aplikacím nebo nástrojům prostřednictvím standardu. • Pro tunelování (IP) dle ISO/IEC 14908-4 (ANSI/CEA-852).
Licence	Žádné poplatky.	Je vyžadován poplatek (placený výrobcem produktu).
Rozšíření protokolu ve světě	• BACnet je v souladu s globálním standardem ISO 16484-5 a používá se ve Spojených státech, Evropě a dalších 30 zemích.	• Globální norma ISO/IEC 14908, Evropa EN 14908, USA ANSI/CEA-709/852, čínská národní norma pro řídicí systémy GB/Z 20177.1-2006
Protokol podporován	<ul style="list-style-type: none"> • Řešení EcoStruxure™ Building: SmartX Automat AS-P, SmartX Automat AS-B. • Bezdrátové řešení EcoStruxure™ Building Expert. • Prostorové regulátory řady SE8000. • KNX kontroléry Wiser for KNX 	<ul style="list-style-type: none"> • Řešení EcoStruxure™ Building (dříve známé jako řešení SmartStruxure): např. SmartX Automat AS-P. • Vybrané elektroměry řady Acti 9 iEM3000

Tabulka 11 Kabelové protokoly č.1 [8]

Název	KNX  Obrázek 9 logo KNX [8]	DALI	 Obrázek 10 logo DALI [8]
Aplikace	KNX se používá v rezidenčních nebo komerčních budovách všech typů a velikostí pro regulaci nebo integraci systémů vytápění, chlazení, ventilace, osvětlení, ovládání žaluzií a rolet, zabezpečovacího systémů. Umožňuje vzdálený přístup, vizualizaci a sledování a řízení spotřeb energií	<ul style="list-style-type: none"> • DALI se používá výhradně pro osvětlení a související řídicí systémy. Zařízení DALI zahrnují VF tlumivky zářivek, transformátory nízkého napětí, PE články, detektory pohybu, nástěnné vypínače a brány pro jiné protokoly. Výhodou je jemné ovládání intenzity osvětlení. 	
Hlavní vlastnosti	<ul style="list-style-type: none"> • Miliony instalovaných zařízení. • Vyvinutý speciálně pro automatizaci budov. • Standardizované aplikace zajišťují vzájemnou kompatibilitu bez ohledu na dodavatele. • Podporován stovkami výrobců. • Vhodné i pro rozsáhlé sítě. • Volba přenosového média. • Zpětná kompatibilita s předchozím protokolem European Installation Bus (EIB). 	<ul style="list-style-type: none"> • Vysoký poměr signál/šum pro spolehlivou komunikaci. • Obousměrná komunikace umožňuje zpětnou indikaci provozního stavu (úroveň stmívání, porucha lampy apod.). • Volné a flexibilní přiřazení svítidel pro snadnou implementaci změn. • Do systémů osvětlení je možné integrovat nouzové osvětlení. • Do jedné sítě DALI může být zapojeno až 64 zařízení; přes brány je možné propojit více sítí DALI. 	
Sítě	<ul style="list-style-type: none"> • Topologie: stromová, liniová a hvězda (nebo libovolná kombinace). • Média: • Kroucený pár (KNX TP): max. délka 1 000 m. • Silové rozvody (KNX PL). • Bezdrátově (KNX RF). • IP/Ethernet (KNXnet/IP). 	<ul style="list-style-type: none"> • Topologie: Liniová, hvězda nebo kombinace. • Médium: Jeden pár vodičů tvoří sběrnici sítě DALI (max. přibližně 300 m); možnost bezdrátového rozšíření. • Přenosové protokoly: Komunikuje s dalšími protokoly přes brány. 	
Licence	Je vyžadován poplatek (placený výrobcem produktu).	Zdarma pro členy DiiA, nečlenové mohou získat licenci za poplatek.	
Rozšíření protokolu ve světě	<ul style="list-style-type: none"> • Splňuje mezinárodní normu (ISO/IEC 14543-3), normu USA ANSI/ASHRAE 135, kanadskou normu CSA-ISO/IEC 14543-3, evropské normy CENELEC EN 50090 a CEN EN 13321-1 a čínskou normu GB/T 20965. 	<ul style="list-style-type: none"> • DALI je globální standard, specifikovaný Mezinárodní elektrotechnickou komisí (IEC 62386). 	
Protokol podporován	<ul style="list-style-type: none"> • Produktová řada KNX. • KNX kontroléry Wiser for KNX a spaceLYnk 	<ul style="list-style-type: none"> • Produktová řada KNX: KNX / DALI brána. 	

Tabulka 12 Kabelové protokoly č.2 [8]

Název	Modbus  Obrázek 11 logo Modbus [8]	M-Bus  Obrázek 12 logo M-Bus [8]
Aplikace	Modbus se používá pro komunikaci mezi inteligentními zařízeními, snímači a přístroji a pro monitorování zařízení v poli pomocí počítačů a rozhraní člověk-stroj. Modbus se nejčastěji používá jako průmyslový protokol, ale je také populární v oblasti stavebnictví, infrastruktury, dopravy a energetiky.	M-Bus se používá k hlášení naměřených hodnot vody, plynu, tepla a elektroměrů, ventilů a akčních členů. Také se někdy používá pro poplašné systémy a flexibilní systémy osvětlení.
Hlavní vlastnosti	<ul style="list-style-type: none"> • Vyvinutý pro průmyslové aplikace, nyní široce používaný v budovách. • Milióny uzlů Modbus používaných po celém světě. • Snadná instalace a údržba. • Nízké náklady na vývoj. 	<ul style="list-style-type: none"> • Jeden kabel může propojit všechny měřiče v budově. • K dispozici je bezdrátová verze pro maximální flexibilitu. • Měřiče jsou individuálně adresovatelné. • Umožňuje instalovat měřicí přístroje na těžko přístupných místech. • Zajišťuje integraci monitorování energie pro optimalizaci budov.
Sítě	<ul style="list-style-type: none"> • Topologie: Liniová. • Média: dvou vodičové, čtyřvodičové, bezdrátové sítě. • Přenosové protokoly: IP, Ethernet. • Data mohou být přenášena prostřednictvím ASCII, RTU. 	<ul style="list-style-type: none"> • Topologie: Liniová (z technického hlediska není M-Bus síť). • Typy médií: Kroucený pár; k dispozici je bezdrátová verze (868MHz, 433MHz a 169MHz). • Přenosové protokoly: Ve standardu není definováno; k dispozici jsou brány pro IP.
Licence	Žádné poplatky.	Žádné poplatky.
Rozšíření protokolu ve světě	Mezinárodní de facto standard.	<ul style="list-style-type: none"> • M-Bus (Meter-Bus) je evropský standard (EN 13757-2 Fyzikální a propojovací vrstva, EN 13757-3) Aplikační vrstva, EN 13757-4 Bezdrátová měřidla).
Protokol podporován	<ul style="list-style-type: none"> • Řešení EcoStruxure™ Building • Bezdrátové řešení EcoStruxure™ Building Expert • Prostorové regulátory řady SE8000. • KNX kontroléry Wiser for KNX a spaceLYnk 	<ul style="list-style-type: none"> • Vybrané elektroměry řady Acti 9 iEM3000


Tabulka 13 Kabelové protokoly č.3 [8]

Název	OPC  Obrázek 13 logo OPC [8]	Web Services  Obrázek 14 logo Web Service [8]
Aplikace	<p>OPC UA se používá v automatizaci budov k zajištění propojení mezi různými protokoly. Umožňuje propojení různých systémů, jako je zabezpečení, osvětlení, výtahy a HVAC, pomocí jediného standardu připojení.</p>	<p>Web Services se používají v oblasti automatizace budov pro integraci reportování napříč zařízeními a zajištění komunikace mezi staršími a novými systémy. Mohou být také použity lokálně v rámci jedné budovy, například pro propojení sítě senzorů Modbus s řídicím portálem správce budovy</p>
Hlavní vlastnosti	<ul style="list-style-type: none"> • K dispozici jsou tisíce produktů vyhovujících standardu OPC. • Umožňuje interoperabilitu mezi platformami. • Zabraňuje tomu, aby byl zákazník “zajatec” konkrétního dodavatele nebo protokolu. • Zlepšuje možnosti a flexibilitu pro integrátory a koncové uživatele. • Zjednodušuje instalaci v heterogenních prostředích. 	<ul style="list-style-type: none"> • Extrémně otevřený webový standard. • Umožňuje komunikaci mezi prakticky všemi zařízeními, systémy nebo aplikacemi. • Metoda pro integraci a spolupráci připravená na budoucnost. • Snadná implementace ve většině aplikací.
Sítě	<ul style="list-style-type: none"> • Topologie: Server-klient. • Média a přenos: Klientské aplikace OPC mohou komunikovat s OPC servery prostřednictvím. • libovolné vhodné komunikační technologie, jako jsou protokoly TCP/IP, HTTP, HTTPS, nebo XML. 	<ul style="list-style-type: none"> • Komunikuje prostřednictvím libovolného platného připojení k Internetu
Licence	<p>Je vyžadován poplatek (placený výrobcem produktu).</p>	<p>Závisí na dodavateli.</p>
Rozšíření protokolu ve světě	<p>OPC je de facto globální standard používaný v Severní a Jižní Americe, Evropě, Izraeli, Číně, Japonsku, jihovýchodní Asii a Austrálii.</p>	<p>Web Services jsou založené na internetu a mohou být použity globálně</p>
Protokol podporován	<ul style="list-style-type: none"> • Více než 30 firem a přes 300 produktů 	<ul style="list-style-type: none"> • Řešení EcoStruxure™ Building • Bezdrátové řešení EcoStruxure™ Building Expert; KNX kontroléry Wiser for KNX a spaceLYnk. • Komunikační rozhraní Acti 9 Smartlink pro dálkové měření, monitoring a ovládání koncových distribučních obvodů

Tabulka 14 Kabelové protokoly č.4 [8]

Název	EnOcean  Obrázek 15 logo EnOcean [8]	ZigBee  Obrázek 16 logo ZigBee [8]
Aplikace	Zařízení podporující protokol EnOcean se běžně používají v detektorech přítomnosti, ovládání osvětlení, spínačích na karty a v dalších zařízeních pro ovládání místností.	Zařízení ZigBee se typicky používají pro pokojové regulátory a kontroléry HVAC, stejně jako pro kontakty dveří/oken a detektory přítomnosti.
Hlavní vlastnosti	<ul style="list-style-type: none"> • Více než 800 certifikovaných produktů, z nichž většina je určena pro automatizaci budov. • Úspora energie pro ekologičtější provoz. • Bezdrátová instalace je levná a nenáročná. 	<ul style="list-style-type: none"> • Dlouhý dosah vhodný pro větší budovy a areály. • Bezdrátová instalace je levná a nenáročná. • Koncové přístroje s nízkou spotřebou mohou být používány po mnoho let. • Zabezpečené sítě pomocí 128bitových šifrovacích klíčů..
Sítě	<ul style="list-style-type: none"> • Topologie: point-to-point komunikace. • Médium: Bezdrátový přenos. • Obecně musí být zařízení do 30m od sebe. 	<ul style="list-style-type: none"> • Topologie: Mesh síť (samo zotavovací). • Médium: Bezdrátový přenos. • Pracuje na 2,4 GHz pro delší dosah (až 100 m nebo více).
Licence	Je vyžadován poplatek (placený výrobcem produktu).	Je požadován poplatek pro komerční využití. Pro nekomerční použití není vyžadován žádný poplatek. Je ale požadováno členství v ZigBee Alliance.
Rozšíření protokolu ve světě	EnOcean je globální standard založený na normě Mezinárodní elektrotechnické komise (IEC) ISO/IEC 14543-3-10 pro nízkoenergetické bezdrátové aplikace.	ZigBee a ZigBee Pro jsou mezinárodní normy založené na protokolu IEEE 802.15.4.
Protokol podporován	<ul style="list-style-type: none"> • Bezdrátové řešení EcoStruxure™ Building Expert • KNX kontroléry Wiser for KNX a spaceLYnk s použitím USB dongle. 	<ul style="list-style-type: none"> • Bezdrátové řešení EcoStruxure™ Building • Prostorové regulátory řady SE8000. • Řešení Enerlin'X Com'X pro Power Monitoring: Com'X 510, Com'X 210.

Tabulka 15 Bezdrátové protokoly [8]

Název	IEC 61850  Obrázek 17 logo IEC 61850 [8]
Aplikace	IEC 61850 je standardem pro dodavatelsko–diagnostického inženýrství konfigurace inteligentních elektronických zařízení pro automatizační systémy rozvodných stanic, které umožňují vzájemnou komunikaci.
Hlavní vlastnosti	<ul style="list-style-type: none"> • Tato norma poskytuje uživatelům možnost předpovídat, jak budou údaje přesunuty a identifikovány mezi klienty a službami od jakéhokoli výrobce. Díky této předvídatelnosti je integrace zjednodušena. • Díky architektuře klient / server IEC 61850 se inteligence přibližuje k procesu a eliminuje úzká místa a klasickou architekturu master / slave. Klient řídí výměnu dat, čímž je komunikace klient / server velmi flexibilní z hlediska dat, která mají být přenášena. • Protokol urychluje časově kritickou výměnu informací tak, aby splňovala bezpečnostní. • Požadavky několika automatických funkcí v automatizačním systému rozvodny. • Časové značky.
Sítě	• Tyto protokoly lze provozovat přes síť TCP / IP nebo rozvodny LAN pomocí vysokorychlostního Ethernetu, aby se zajistily potřebné doby odezvy pod 4 milisekundy pro ochranný přenos.
Licence	Dle použitého HW/SW
Protokol podporován	<ul style="list-style-type: none"> • PLC Modicon M580. • EcoStruxure™ Power SCADA Operation • Vijeo Citect / Citect SCADA

Tabulka 16 Protokoly pro automatické systémy rozvodných stanic [8]

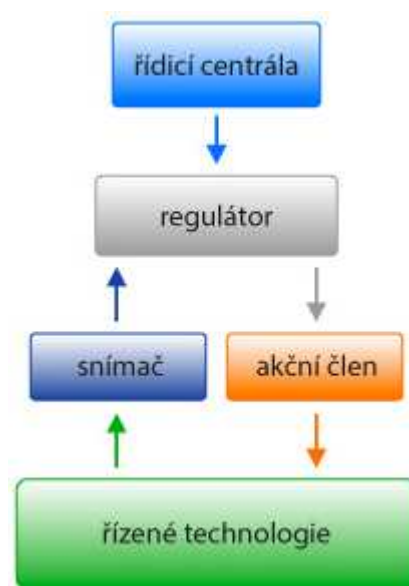
3.2 Automatizace budov - význam a funkce

„Požadavky investorů i nájemců na inteligentní řízení budov a zejména jejich energetickou náročnost se stále zvyšují. Majitelé nebo provozovatelé budov požadují komfort, bezpečnost, systém řízení, monitoring spotřeby energií a pokud možno co největší flexibilitu. Moderně vybavená budova z **pohledu řízení budovy** (někdy označováno jako tzv. "Inteligentní budova") **je jeden komplexní integrovaný celek, ve kterém jsou systémy propojeny do jedné komunikační / vizualizační platformy** a řízené technologie jsou schopny spolu vzájemně komunikovat. Srdcem budovy je zcela jednoznačně řídicí systém nazývaný **MaR** (provozní soubor měření a regulace) nebo také někdy označován anglickým názvem **BMS** (Building Management System). Systém měření a regulace zajišťuje zejména řízení připojených technologií **TZB** (technických zařízení budov) jako jsou vytápění, větrání / vzduchotechnika, klimatizace, chlazení.

Pojem TZB se nejčastěji do angličtiny překládá jako **HVAC** (heating, ventilation aircondition cooling).

Výběr ze základních funkcí řídicího systému měření a regulace:

- Řízení připojených akčních členů (např. Uzavírání ventilů, klapek).
- Sběr dat o stavu řízených technologií (např. Polohy ventilů).
- Snímání fyzikálních hodnot pomocí připojených senzorů/snímačů (jako např. Teploty, tlaky).
- Měření odchylek hodnot, regulace (např. Porovnání skutečné a požadované teploty v místnosti).
- Provádění výkonných povelů řízeným technologiím (např. Jako reakce na neočekávané provozní stavy).
- Sběr dat a trendů různých hodnot různého typu (např. pro následné analýzy a manažerská rozhodnutí).



Obrázek 18 Princip funkce systému MaR [9]

- Zajištění řízení technologií ve stejném čase (hodnota času pro různé technologie je stejná).
- Přenos dat do jiných systémů (např. Integrace řízení osvětlení, žaluzií, výtahů, přístupových systémů).
- Archivace dat a vizualizace pro obsluhu (což je zejména funkce tzv. řídicí centrály).

Význam řídicí centrály (někdy se používají i názvy např. SCADA, nebo vizualizační systém). V naší oblasti existuje vžitý mýtus, že řízení systémů se odehrává v tzv. řídicí centrále čili v podstatě v počítači na dispečinku. Toto v naprosté většině případů není pravda. Řízení procesů (tedy regulace) se odehrává o jednu tzv. řídicí úroveň níže a to na úrovni tzv. regulátorů (jiné názvy nebo synonyma: podstanice, DDC controller, PLC atd.). Samotná řídicí centrále je jen jakýmsi "oknem do systému a úložištěm dat".

Hlavní funkce řídicí centrály:

- Sběr a archivace snímaných hodnot nebo jinak získaných dat (například automatizovaným výpočtem).
- Vizualizace hodnot a stavů procesů (tzv. MMI - Man Machine Interface).

Komponenty řídicí centrály:

- Hardware komponenty:
 - Klasické: počítač se standardním příslušenstvím typu tiskárna, přídavné disky, monitor.
 - Doplnkové: laptop, iPad, tablet, atd.
- Software komponenty:
 - Operační systém SW (nejčastěji OS typu MS Windows jako standard dodávka s PC).
 - Firmware: softwarové prostředí výrobců řídicích systémů nebo vizualizačních systémů.
 - Uživatelský SW: naprogramovaná konkrétní aplikace např. realizační firmou pro dodávku systému MaR.

Systém **MaR často zprostředkovává vazby a výměny dat s ostatními systémy nebo technologiemi** budov jako zabezpečovací systém, přístupový systém, kamerový systém, systém řízení osvětlení, ovládání rolet a žaluzií, systém záložního napájení důležitých technologií, řízení výtahů, regulace motorů frekvenčními měniči, obnovitelné zdroje energie, rekuperační jednotky a rozvody elektrické energie v celé budově. Veškeré důležité informace z těchto systémů jsou následně ukládány na jednom místě (v řídicí centrále) a jsou zpracovávány do jednodušších výstupů nebo manažerských přehledů různých hodnot a stavů. Řídicí systémy inteligentních budov na některé změny stavu reagují automaticky a ty kvalitnější z nich mají automatické nebo naprogramované optimalizační SW funkce. Po vyhodnocení takto získaných dat můžeme zvolit vhodný režim provozu budovy podle konkrétních potřeb a požadavků s následnou optimalizací spotřeby. V dnešní době, kdy jsme všichni tlačeni **směrem k úsporám energií** je nanejvýše vhodné mít v budově kvalitní systém měření spotřeby elektrické energie, tepla/chladu, vody či plynu. V současnosti je možné pomocí systému MaR řídit i spotřebu elektrické energie tj. např. regulovat včasné odpínání nepotřebných elektro zátěží (tzn. správně definovat a rozložit odběrový diagram spotřeby elektrické energie) a zejména pak řídit osvětlení budovy a místností.

Nezbytnou součástí moderní inteligentní budovy je i využití nových technologií a postupů jako například tzv. freecooling, akumulace chladu do pláště budovy nebo tzv. pasivních systémů pro budovy, jako jsou například moderní izolační materiály, kvalitní pláště, řízené otevírání oken, sběr a využití dešťové vody. Velmi důležité je ale také vliv chování osob, dispoziční řešení stavby a využití objektu atd.

Význam MaR pro servis

Málokdy si uvědomujeme, že životnost budov je cca více jak 50 let a v průběhu celého životního cyklu budovy je potřeba technologie budov monitorovat a řídit. Žádná inteligentní instalace se neobejde bez pravidelné servisní údržby a korekcí ze strany odborného servisu. Jen tak lze dosáhnout kvalitního, optimálního a úsporného provozu budovy.“ [9]

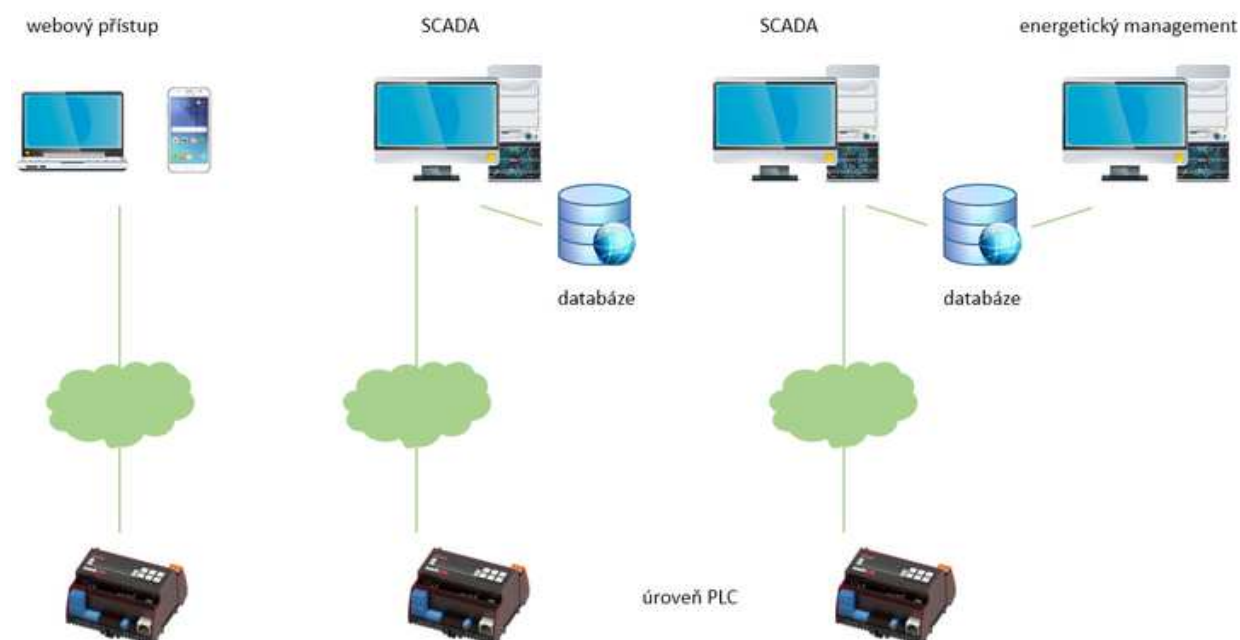
3.2.1 Výběr vizualizace pro řídicí systém

„Nad každým řídicím systémem by měla být ovládací nadstavba, která poskytuje rychlý přehled o řízených procesech a pohodlné nastavování parametrů. Při jeho výběru bychom si měli především položit otázku, kdo bude se systémem pracovat.

Bude to:

- Domovní technik, jehož úkolem je udržovat technologii v provozu, odstraňovat poruchy a měnit některé parametry podle momentálních potřeb uživatelů?
- Manažer budovy, který odpovídá za dlouhodobé dodržování komfortních parametrů a minimální doby odstávky?
- Energetik, který si klade za cíl snížit spotřebu energií v budově na minimum za použití analytického aparátu?
- Občasný uživatel, který potřebuje dostat informaci o poruchách a několikrát do roka přestavit časové programy?
- Servisní technik, který systém zná „jako své boty“ a potřebuje provádět jeho údržbu a diagnostiku?
- Dispečer, který má na starost několik desítek budov a úkoluje pracovníky servisu?
- Nebo více osob, případně osoba, která zastává více funkcí?

Každá z těchto rolí – a jistě bychom našli ještě další – potřebuje trochu jiná data, navíc různě reprezentovaná a na jiných koncových zařízeních. Proto je důležité, aby projektant spolu se zákazníkem vybrali pro každou instalaci správnou vizualizační nadstavbu.



Obrázek 19 Topologie jednotlivých vizualizací [10]

V posledních letech jsou velmi oblíbené **webové přístupy**: webový server je obvykle součástí PLC, konfigurace bývá jednodušší než u plnohodnotného systému SCADA, a klient – webový prohlížeč – nemusí být licencován. Na druhou stranu zde musíme dbát na síťovou bezpečnost, protože veřejně přístupný webový server v PLC je daleko náchylnější k útokům než samotné PLC, které pracuje v uzavřené síti a komunikuje pouze některým z firemních protokolů pro přenos dat, obvykle chráněných alespoň heslem.

Další možností je jednoduchý klient v podobě **aplikace pro mobilní zařízení**. Toto řešení nabízí přístup „odkudkoli“ za předpokladu, že na PLC se lze připojit otevřeným firemně specifickým protokolem. Při připojování se jako bezpečnostní prvek používá alespoň jméno a heslo, lepší je šifrovaný přístup. Mobilní telefon nebo tablet jsou vhodné pro rychlou kontrolu zařízení, potvrzení alarmů nebo nastavení požadovaných hodnot či časových programů.

Webový přístup a mobilní aplikaci v systému Domat dále označujeme jako Merbon HMI, protože jejich funkce jsou víceméně shodné a jejich primární úloha je poskytnout rozhraní mezi člověkem a PLC, „Human-Machine Interface“, pro jednoduchou obsluhu a sledování aktuálních hodnot.

Pro pohodlnější práci z místa, kde je trvalé připojení k PLC, slouží **klasická vizualizace – SCADA**. Ta se vyskytuje ve dvou podobách: jako klientský software nebo jako tzv. webová SCADA. Klientský software je program, který umožňuje plnohodnotnou práci na jednom počítači. Z něj se spojuje na PLC, kterých může být až několik stovek, vyčítá z nich dat a zobrazuje je v technologických schématech. Nechybí ukládání historických dat, přehled aktivních alarmů, historie alarmů a událostí atd. Webová SCADA nabízí stejné funkce, ale pracuje jako služba – webový server, k němuž klienti přistupují pomocí prohlížečů. Znamená to, že jednak se na server dá připojit i z jiných počítačů v místní síti nebo Internetu, jednak může být v jednom okamžiku připojeno i více uživatelů, kteří pracují nad stejnými daty. Stále se ale jedná především o práci s aktuálními hodnotami a s historickými daty.

Zcela jiný koncept představuje **energetický manažerský systém**, např. ContPort. Jeho těžiště je v dlouhodobém ukládání a analýze historických dat spolu s dalšími funkcemi, které podporují správu nemovitostí, analýzy dat, servisní procesy a energetický management. Zde již nejsou podstatné aktuální procesní hodnoty, uživatelé neřeší operativu, ale zajímají se o analýzy v horizontu dní, týdnů, měsíců či let.

Při tvorbě zadání do výběrových řízení jsou funkce vizualizace a manažerského systému někdy spojovány či zaměňovány. V provozu ale záhy dojde k oddělení rolí provozního technika a energetika a obě strany mohou nabýt dojmu, že vizualizace nesplňuje některé jejich požadavky. Řada problémů se dá snadno vyřešit přidělováním uživatelských práv. U větších systémů (cca. nad 10 tisíc datových bodů) může být ale výhodné řešit operativní vizualizaci zvlášť a manažerský systém orientovat spíše jako offline nástroj se silnou vazbou na další systémy ve firmě (ERP). Vazební člen mezi vizualizací a manažerským nástrojem představuje sdílená databáze historických dat nebo API – aplikační programové rozhraní pro přenos dat mezi systémy, viz obr. výše.

Typickou takovou úlohou je rozhodování o tom, jak má vypadat systém DCIM (Data Center Information Management), informačního systému datových center. Kromě toho, že jeho technici sledují aktuální hodnoty (a především alarmy) z desítek tisíc měřicích míst, systém by jim měl umožňovat mj. také přiřazení silových vývodů a serverových racků jednotlivým zákazníkům, odečty energií a správu servisních požadavků (tíketů). Funkce vizualizace (SCADA) a systému pro energetický management se zde prolínají dokonce s úkoly pro správu nemovitostí a účetnictví. Tyto systémy jsou přizpůsobovány na zakázku, protože zadání bývá natolik specifické, že málokterý z existujících systémů vyhovuje na 100 % všem jeho požadavkům.

V následující tabulce vidíme výše uvedené vizualizační nadstavby, které Domat dodává, a jejich vlastnosti.

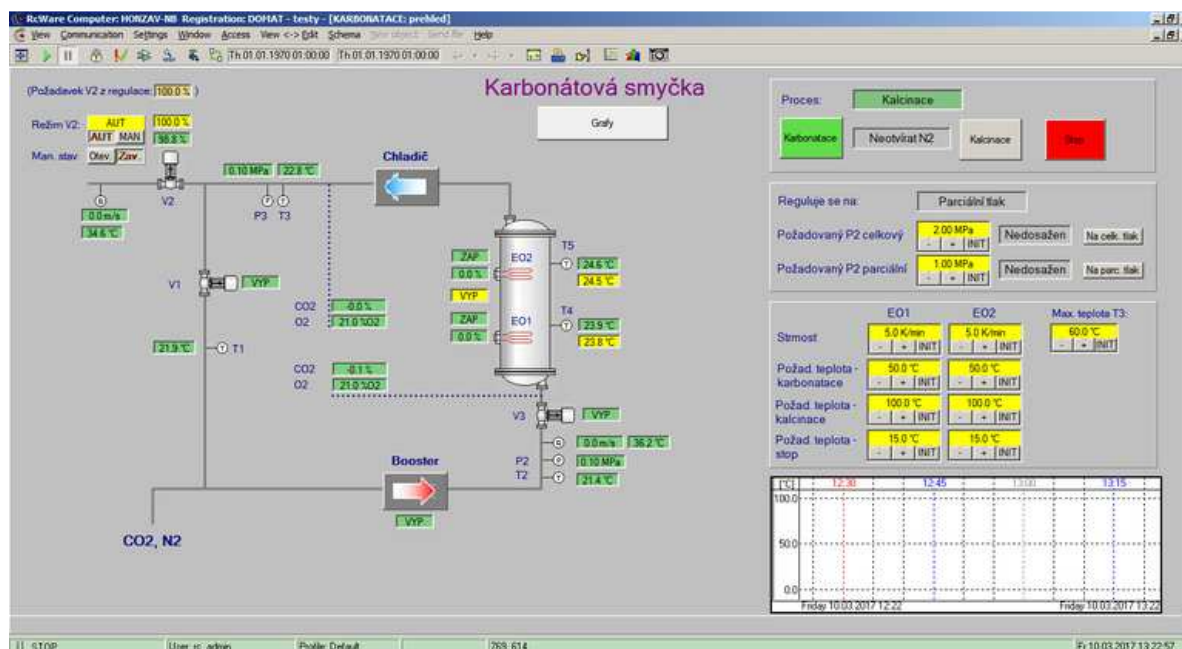
	Merbon HMI	Merbon SCADA	ContPort
Uživatelská politika	Omezeně	✓	✓
Zobrazení aktuálních hodnot	✓	✓	-
Vizualizační grafická schémata	✓	✓	-
Změna procesních parametrů	✓	✓	-
Ukládání historických dat	-	✓	✓
Správa technologických alarmů	✓	✓	-
Správa energetických alarmů	-	-	✓
Správa provozované infrastruktury (Obchodní vztahy, Objekty, zařízení a díly)	-	-	✓
Dashboardy a vizualizace KPI	-	-	✓
Analýza a zpracování dat	-	-	✓
Reporting	-	-	✓
Řízení servisních služeb - ticketing	-	-	✓

Tabulka 17 Možnosti vizuálních nástaveb [10]

Uživatelskou politikou rozumíme možnost definování více uživatelů, ať už pomocí jména („Dvořák“) nebo role („Energetik“), a individuální nastavení přístupu k různým funkcím systému. Pro místní ovládání, jako je LCD displej nebo grafický terminál na rozvaděči ve strojovně, postačí chránit nastavení heslem (PIN) v několika úrovních. Přístupu neoprávněných osob zabraňuje poloha – klíče od technologií mají pouze autorizovaní pracovníci. U klasické vizualizace, zejména u té s dálkovým přístupem, je žádoucí používat standardní IT postupy – hesla k počítači, hesla k programu, pravidelné kontroly a promazávání nepoužívaných kont atd.

Zobrazení aktuálních hodnot znamená vizualizace online dat, tedy se zpožděním, které je dáno pouze vnitřní komunikací v systému – obvykle se jedná o sekundy. Obsluha tak může reagovat na aktuální situaci a kontrolovat, zda zařízení pracuje správně. Může být formou tabulky, stromového menu na displeji, nebo pomocí grafického schématu. Má smysl pro operativní řízení, proto v energetickém manažerském systému není nutné: tam se hodnoty čtou z databáze, do níž jsou zapisovány v intervalu např. 15 minut.

Vizualizační grafická schémata jsou technologická schémata s „živými“ aktuálními hodnotami. Schémata jsou vytvářena na míru pro konkrétní instalaci a představují základní nástroj obsluhy pro práci se systémem SCADA.



Obrázek 20 Grafické schéma průmyslového procesu [10]

Popis obr. 20: karbonátace plynu, v pravé části ovládací prvky a graf

Změna procesních parametrů: Možnost nastavovat požadované teploty, tlaky a další veličiny, povolovat chod zařízení, upravovat časové programy, případně nastavovat motory, ventily atd. na ruční režim. Tyto zásahy by měli provádět pouze k tomu určení a proškolení pracovníci, kteří také nesou za své činy odpovědnost. Proto systém pro energetický management tuto funkci nemá a ani ji nepotřebuje – je vyhrazena pracovníkům operativy.

Ukládání historických dat znamená archivaci naměřených hodnot v řádu let či desítek let. Pro místní ovládání není důležité, tam stačí případně tzv. online trendy za posledních cca. 6 až 48 hodin, má však značný význam pro práci v systému SCADA, kde pomáhá při analýze řádného chodu zařízení, a zejména v systémech energetického managementu. Zatímco v systému SCADA obvykle stačí čárové spojnicové grafy, aby byly vidět průběhy hodnot v čase, energetický management vyžaduje sofistikovanější zobrazení: modulo grafy (časově shodná období – např. týdny – přes sebe), grafy kobercové, sloupcové, koláčové atd.

Správa technologických alarmů: hlášení poruchových či havarijních stavů na obrazovce, pomocí e-mailů, SMS atd. Jde o čistou operativu, alarmy lze proto potvrzovat či mazat na dvou „nižších“ úrovních (HMI a SCADA). V systému pro energetický management to ani nebývá technicky možné, protože informace jsou přenášeny pouze směrem z PLC do databází, nikoli opačně.

Správa energetických alarmů znamená práci s alarmy, které vznikají až v úrovni systému pro energetický management na základě vyhodnocení historických dat. Nejde tedy o poruchové stavy, jako je selhání čerpadla nebo zámraz vzduchotechniky – ty patří operativě. Příkladem energetického alarmu je upozornění, že určité zařízení nebo budova má ve srovnání s minulým obdobím podezřele vysokou nebo nízkou spotřebu, a bylo by dobré zjistit, zda nepracuje neefektivně nebo není trvale odstaveno (a pokud ano, tak proč).

Správa provozované infrastruktury: tím je myšleno například výše zmíněné přiřazování racků v datovém centru a tvorba podkladů pro fakturaci zákazníkům. V obchodním centru jde o management nájemců, odečty energií, správu měřičů energií (řešení událostí jako výměna kalorimetru), rozpočítávání režijních nákladů podle pronajaté plochy atd.

Dashboards a vizualizace KPI představuje „vrcholek“ systému pro energetický management. Dashboard je přehledná obrazovka, která na první pohled nabízí

nejdůležitější data systému: přehled poruch, důležité aktuální hodnoty a to, zda se pohybují v stanovených limitech, ale i počet nevyřízených servisních tiketů nebo vytížení infrastruktury. KPI (Key Performance Indicators), neboli klíčové ukazatele výkonnosti, představují kritéria, podle nichž se hodnotí provoz budovy a technologií v ní, a měly by být v centru zájmu energetika. V datovém centru to je například parametr PUE (indikátor energetické účinnosti), v budovách spotřeba energie na jednotku plochy či na jednotku obestavěného prostoru. Tyto indikátory se s oblibou porovnávají mezi budovami či jinými srovnatelnými celky (tzv. benchmarking).

Analýza a zpracování dat: složitější algoritmy, do nichž vstupují historická data. Typickým příkladem je výpočet denostupňů v teplárenství a jejich následné porovnávání se spotřebou v jednotlivých objektech. Algoritmy vycházejí z toho, jak vypadá řízení či monitorovaná technologie, a dále zejména z požadavků zákazníka. Data jsou zpracována buď pravidelně, např. dávkově jednou denně, nebo až v případě potřeby – při prohlížení či tvorbě reportu.

Reporting znamená ruční či automatickou tvorbu formátovaných zpráv, exportovaných nejčastěji ve formátu PDF nebo jako tabulky v Excelu. Reporty jsou podkladem pro základní analýzu, která může vést k dalšímu zkoumání historických dat a odhalení důvodů, proč technologie nepracují tak, jak by měly.

Řízení servisních služeb – ticketing: systematizace procesu „výskyt poruchy – její odhalení – diagnostika – objednání servisního zásahu – servisní zásah – předání servisního výkazu – odsouhlasení a proplacení faktury – uzavření případu“. Servisní případ je provázen tzv. ticketem, který prochází přesně definovanými kroky. Kdykoli je možné zjistit, kolik případů je otevřených (nevyřešených), není-li nutná nějaká akce ze strany obsluhy, jaké jsou aktuální náklady na určitý objekt atd. Propojení této správy servisu s vyhodnocováním dalších provozních nákladů, zejména spotřeb energií, nám může poskytnout unikátní údaje například o tom, zda se ještě vyplatí nějaké zařízení opravovat, nebo je lepší ho nechat „dožít“ i za cenu vyšších spotřeb energie.

Z popsaných funkcí je zřejmé, že posadíme-li domovního technika před energetický manažerský systém nebo energetika před webový prohlížeč s jednoduchou grafikou, nebude ani jeden z nich schopen správně vykonávat svou práci. Výběr vhodné vizualizační platformy je proto pro řádné a hospodárné provozování budovy důležitý natolik, že by mu měla být zejména z hlediska projektanta věnována vyšší pozornost, než tomu bývá dnes. Někdy ale bohužel v projekční ani v realizační fázi není jasné, jak bude

objekt provozován. Projektant by měl spolu s potenciálními dodavateli systému, a především se zástupcem konečného zákazníka zjistit, jak, kým a odkud bude zařízení spravováno, jestli se počítá s nějakým nadstavbovým dispečinkem, jestli budou energetická data přenášena do dalších podnikových systémů, a podle toho vybrat pro každou skupinu uživatelů vhodný vizualizační systém.“ [10]

3.3 Popis projektu FVE

Projekt popisuje technické řešení pro nově instalovanou elektrárnu FVE. Níže uvedené části projektu vypracovala projekční firma via elektra s.r.o.

3.3.1 Obsah projekční části

„Projekt řeší elektroinstalaci pro napojení fotovoltaického zdroje elektrické energie FVE 99600 Wp do elektroinstalace budovy. Získaná elektrická energie z tohoto fotovoltaického zdroje bude přes rozvaděče technologie dodávána do rozvodu nn.

Seznam použitých norem

- ČSN 33 2000-7-712 ed.2 - Elektrické instalace nízkého napětí – Část 7-712: Zařízení jed nouúčelová a ve zvláštních objektech – Fotovoltaické (PV) systémy.
- ČSN 33 0010 ed.2 - Elektrotechnické předpisy. Elektrická zařízení - Rozdělení a pojmy.
- ČSN EN 60038 - Jmenovitá napětí CENELEC.
- ČSN 33 1500 - Elektrotechnické předpisy - Revize elektrických zařízení.
- ČSN 33 2000-4-41 ed.3 - Elektrické instalace nízkého napětí - Část 4-41: Ochranná opatření pro zajištění bezpečnosti - Ochrana před úrazem elektrickým proudem.
- ČSN 33 2000-4-43 ed.2 - Elektrické instalace nízkého napětí – Část 4-43: Bezpečnost-Ochrana před nadproudy.
- ČSN 33 2000-4-46 ed.3 - Elektrotechnické předpisy – Elektrická zařízení – Část 4-46: Bezpečnost – Odpojování a spínání.
- ČSN 33 2000-5-51 ed.3 - Elektrická instalace nízkého napětí – Část 5-51: Výběr a stavba el. zařízení - Všeobecné předpisy.
- ČSN EN 60529 - Stupně ochrany krytem (krytí – IP kód).

- ČSN EN 61140 ed.3 - Ochrana před úrazem elektrickým proudem - Společná hlediska pro instalaci a zařízení.“ [11]

3.3.2 Proudová soustava

„V rámci instalace FV systému budou použity tyto rozvodné sítě a napětí:

- 3PE AC 50 Hz, 400V/TN-C (elektrická přípojka).
- 1NPE AC 50 Hz, 230V/TN-S (elektroinstalace FV systému – AC strana).
- 2 DC 24-1000 V (elektroinstalace FV systému – DC strana).

Hlavní pospojování je součástí stávající elektroinstalace v objektu. Doplnující pospojování bude provedeno dle ČSN 33 2000-4-41 ed.3 a ČSN 33 2000-5-54 ed.3.“ [11]

3.3.3 Stanovení vnějších vlivů dle ČSN 33 2000-1 ed.2

„V dotčených prostorech platí toto třídění vnějších vlivů:

a) venkovní prostor: AB8, AC1, AD4, AE1, AF1, AG1, AH1, AK1, AL1, AM1, AN2, AP1, AQ1, BA1, BC1, BE1, CA1, CB1

Prostory z hlediska nebezpečí úrazu elektrickým proudem:

- Venkovní prostor je na základě vnějších vlivů klasifikován jako **prostory nebezpečné** dle ČSN 33 2000-4-41 ed.3 za podmínky, že se vnější vliv AD4 vyskytuje pouze občasně a že s elektrickým zařízením se bude manipulovat pouze v případě, kdy působí maximálně jenom vnější vliv dle tabulky NA. 4 a NA. 5.
- Stanoveným třídám vnějších vlivů musí odpovídat provedení elektroinstalace dle ČSN 33 2000-4-41 ed.3, ČSN 33 2000-5-51 ed.3 a dalších souvisejících platných českých norem.

b) Vnitřní prostory domu jsou z hlediska nebezpečí úrazu elektrickým proudem klasifikovány dle ČSN 33 2000-4-41 ed.3 jak prostory normální.“ [11]

3.3.4 Popis technologického zařízení

„Fotovoltaické panely Trina napájí fotovoltaické střídače. Panely jsou umístěny na střeše na kovové nosné konstrukci. Výkon fotovoltaických panelů je ze stejnosměrného napětí přeměněn střídači na třífázové střídavé napětí AC 3 x 400 V, 50 Hz, které je automaticky střídači náfázováno k distribuční síti nn 3 x 400 V, 50 Hz. Střídač je vybaven bezpečnostní ochranou, která v případě odchylek sledovaných parametrů (nadmětí, podpětí, nadfrekvence, podfrekvence) od mezí normovaných hodnot automaticky odpojí solární generátor od distribuční sítě nn. V rozvaděči RFVE je dále osazena externí

napěťová ochrana. Navržený systém je v souladu s technickými doporučeními a požadavky na rozhraní mezi FV systémem a uživatelskou sítí dle ČSN EN 61727.“ [11]

Střídač typ SolarEdge SE27,6K (4 ks)	
Vstupní napětí (U_n)	750 VDC
Vstupní napětí (max.)	900 VDC
Rozsah generátoru	37250 W _p
Výstupní napětí	3 x 400 VAC
Jmenovitá frekvence sítě	50 Hz
Jmenovitý výstupní výkon	27600 W
Maximální výstupní proud	40 A
Maximální účinnost střídače	98,3 %
Rozsah pracovních teplot	-20 + 60 °C
Krytí	IP65

Tabulka 18 Technické parametry střídače [11]

Fotovoltaické panely o výkonu 300 Wp, TrinaSolar TSM-300	
Maximální výkon P_{max}	300 W _p
Napětí v bodě max. výkonu U_{mpp}	32,6 V DC (při 25° C)
Napětí naprázdno U_{oc}	39,8 V DC
Proud v bodě max. výkonu I_{mpp}	9,19 A DC (při 25° C)
Proud nakrátko I_{sc}	9,77 A DC

Tabulka 19 Technické parametry FV panelu [11]

3.3.5 Popis řešení elektroinstalace FV systému

„Na kovovou konstrukci je instalováno celkem 332 ks fotovoltaických panelů Trina o výkonu 300 Wp. Vývody jednotlivých FV panelů jsou propojeny lankovým vodičem s dvojitou izolací např. Lapp typu ÖLFLEX® SOLAR XL multi 4 mm² nebo obdobným jiného výrobce přes konektory typu MC4. Panely jsou zapojeny do jednoho stringu.

Kladný a záporný pól každého stringu je vyveden podružného do rozvaděče RFVE kde jsou DC pojistky (DC přepěťové ochrany jsou integrovány ve střídači). Z něj potom vedou do střídače. Zemnicí svorky svodičů bleskových proudů musí být připojeny ke svorkovnici ochranného pospojování měděným vodičem o minimálním průřez 6 mm²

pro svodič třídy 2 a vodičem o průřezu 16 mm^2 pro svodič třídy 1. Rozvaděč RFVE je umístěn v blízkosti střídače. Výstupní střídavá strana každého střídače je zavedena kabelem CYKY-J $5 \times 10 \text{ mm}^2$ do rozvaděče RFVE a přes jistič 40A/B/3 do rozvodů objektu (připojovací bod).“ [11]

3.3.6 Kabelové rozvody a trasy

„Silnoproudá propojení a kabelové rozvody jsou provedeny měděnými kabelem typu SOLAR 4 mm^2 nebo obdobnými solárními, slanými vodiči CYA a dále kabelem typu CYKY, případně CYSY.

Kabelem spojující FVP jsou vedeny nad povrchem střechy a mají provedení dvojité izolace chránící vnitřní vodič proti UV záření. Jsou vedeny v PVC trubkách a fixovány k Al konstrukci. Ostatní kabelové rozvody jsou v elektroinstalačních trubkách, nebo jinak bezpečně uloženy (pro venkovní použití) vždy s ohledem na konkrétní požadavky daného prostoru.

Elektroinstalace instalovaná v nebo na hořlavých materiálech je provedena a odpovídá požadavkům ČSN 33 2312 ed.2, ČSN 33 2000-4-482 a dalším souvisejícím normám.

Dle ČSN 33 2000-5-52 ed.2 je nutné dodržet minimální odstup slaboproudých vedení od silnoproudých rozvodů. Kabelové rozvody jsou provedeny tak, aby neztěžovaly nebo neznemožňovaly údržbu, opravy a výměny jednotlivých dílů technologických zařízení FV systému, stávajících el. zařízení a rozvodů. Celkové provedení kabelových rozvodů odpovídá zejména ČSN 33 2000-5-52 ed.2 a barevné značení vodičů ČSN 33 0165 ed.2.

Jednotlivé kabely jsou na koncích a v určených místech v trase označeny štítky (např. číslo označení, typ kabelu, odkud/kam, délka). “ [11]

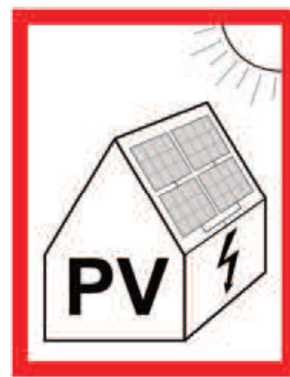
3.3.7 Požárně bezpečnostní řešení

„V souladu se zákonem č.183/2006 Sb. v platném znění § 156, nesmí bez splnění výše uvedených požadavků dojít k instalaci těchto výrobků a zařízení. Předmětné el. zařízení je zařízení sloužící k výrobě el. energie a připojení na ochranu před účinky atmosférické elektřiny tj. vyhrazené el. zařízení ve smyslu vyhlášky 73/2010 Sb. a jeho montáž včetně revizí může provádět pouze organizace, která má k této činnosti oprávnění dle § 3 vyhlášky 73/2010 Sb. Dále dle požadavku ČSN 33 2000-7-712 ed.2 článek 712.514.101 musí být pro zajištění bezpečnosti osob dána výstraha označující přítomnost

fotovoltaické instalace, např. pro personál údržby, inspektory, pracovníky veřejné distribuční sítě a záchranné složky.

Obrázek 21. musí být pevně umístěn:

- Na počátku elektrické instalace.
- V místě měření elektrické energie, je-li vzdáleno od počátku elektrické instalace.
- Na spotřebitelském zařízení nebo rozváděči ke kterému je připojeno napájení od měniče.



**Obrázek 21 PV
Piktogram [11]**

Požárně bezpečnostní řešení se řídí § 41 odst. 2 vyhlášky MV č. 246/2001 Sb. (dále jen vyhlášky). Předmětem hodnocení je instalace z hlediska požární ochrany v rozsahu požadavků § 41 vyhlášky MV č. 246/2001 Sb., o stanovení podmínek požární bezpečnosti a výkonu státního požárního dozoru. FV panely lze hodnotit jako nehořlavé prvky třídy reakce na oheň A1, A2. Předpokládá se, že nedochází k padání hořících částí. Kabelové prostupy mezi jednotlivými požárními úseky nutno utěsnit příslušnou protipožární hmotou s požární odolností dle specifikace požární zprávy. Elektrotechnická zařízení musí být umístěná přímo na dřevěné konstrukce podložit lignátovou podložkou. Elektroinstalace instalovaná v nebo na hořlavých materiálech musí být provedena a odpovídat požadavkům ČSN 33 2312 ed.2, ČSN 33 2000-4-482 a dalším souvisejícím normám.

Rozdělení objektu do požárních úseků provedeno v souladu s ČSN 73 0804 a jejími doplňky: POŽÁRNÍ ÚSEK N01.01 Fotovoltaické panely (dále FVP). Solární články jsou tvořeny polovodičovými plátky tenčími než 1 mm. Na spodní straně je plošná průchozí elektroda. Horní elektroda má plošné uspořádání tvaru dlouhých drátků zasahujících do plochy. Povrch solárního článku je chráněn skleněnou vrstvou sloužící jako anti odrazová vrstva. Krycí sklo chrání povrch solárních článků i před vlivy prostředí, jako je déšť, sníh nebo kroupy. Fotovoltaické články za laminované ve skle jsou před vlastní montáží vleповány do hliníkových rámců.

FVP jsou posuzovány jako otevřené technologické zařízení, u kterého se v souladu s čl. 5.8.2 a 7.5 ČSN 73 0804 stanovuje pouze ekonomické riziko, požární riziko u otevřených technologických zařízení nestanovuje. Vlastní konstrukce panelu je hliníková, články jsou vyrobeny z křemíku. Moduly chrání zezadu vícevrstvá tedlarová folie proti povětrnostním vlivům. Z přední strany je sklo s velmi nízkou koncentrací železa, což umožňuje velkou světelnou propustnost. Sklo je odolné vůči krupobití. Použití tedlaru a

tvrzeného skla zajišťuje panelům dlouhodobou životnost. Konstrukce podporující fotovoltaické panely jsou druhu DP1. Odstupové vzdálenosti od fotovoltaických panelů zasahují na pozemek investora. V souladu s vyhláškou č. 23/2008 Sb. a vyhláškou č. 268/2009 Sb. se provádí pouze vymezení požárně nebezpečného prostoru s ohledem na sousední stavby, v požárně nebezpečném prostoru se nevyskytují jiné stavební objekty – vyhovuje. FV články dodávají energii vždy, když jsou osvětleny.

DC kabely jsou ve dne vždy pod napětím až do přerušení kabelů, a to odpojovačem v rozváděči, popř. na střídači nebo mechanickým přerušením vodiče. Na tuto skutečnost je nutné upozornit především hasiče.“ [11]

3.4 Teoretický princip kogenerační jednotky

„Princip kogenerace (dále KGJ) spočívá v kombinované výrobě elektrické energie a tepla. Oproti klasickým elektrárnám, ve kterých je teplo vzniklé při výrobě elektrické energie vypouštěno do okolí, využívá kogenerační jednotka teplo k vytápění. Elektřina se zčásti spotřebuje v objektu, nadbytek automaticky odteče (prodá se) do rozvodné sítě, pokud jednotka neběží, veškerá elektřina je dodána ze sítě.

Princip trigenerace je kombinovaná výroba elektřiny, tepla a chladu, technologicky se pak jedná o spojení kogenerační jednotky s absorpční chladicí jednotkou.

Kdy je vhodné využít KGJ (trigeneraci)? Kogenerační (trigenerační) jednotky je možné využít ve všech objektech s nároky na odběr elektřiny a tepla, resp. chladu. Jsou to především zdravotnická zařízení, školy, sportovní haly, plovárny a lázně, komunální výtopny, hotely a penziony, obchodní a průmyslová střediska, průmyslové závody, čistírny odpadních vod, skládky a zemědělské provozy (využití bioplynu).

Kogeneraci je však možné využít i v menších objektech. Mikrokogenerační jednotka je spalovací motor s generátorem, který ze zemního plynu vyrábí s vysokou účinností teplo a elektrickou energii. Motor pohání generátor, který vyrábí elektrickou energii a motor se chladí vodou, která je využívána jako zdroj pro vytápění nebo ohřev vody v objektu.

Legislativa: Ustanovení Směrnice 2004/8/EC Evropského parlamentu a Rady o podpoře kogenerace založené na efektivní poptávce po teple na vnitřním energetickém trhu definuje podmínky přiznání podpory pro technologie a zavádí pojem vysoce účinná kogenerace. Ustanovení Směrnice se postupně promítají do naší legislativy. Energetický

zákon 406/2000 Sb. stanovuje podmínky kombinované výroby tepla a elektřiny, připojení, přístupu do sítí, prodeje a osvědčení o původu elektřiny. Zákon o obnovitelných zdrojích energie 180/2005 Sb. upravuje podporu státu pro výrobu elektrické energie z obnovitelných zdrojů energie. Mezi ně patří též použití kogeneračních technologií na bázi "zvláštních plynů" jako je bioplyn, skládkový plyn, dřevoplyn, ale i důlní plyn a další.“ [12]



- 1) Synchronní generátor (u variant od 50 kWel)
- 2) Plynový motor
- 3) Volitelná hydraulika otopného okruhu s oběhovým čerpadlem, 3-cestným ventilem se servopohonem, expanzní nádobou, pojistným ventilem a regulací
- 4) Integrovaný primární tlumič hluku
- 5) Uzavřená podlahová vana
- 6) Integrovaný rozvaděč pro řízení a kontrolu

Obrázek 22 Popis KGJ Bosch [12]

3.5 Kogenerační jednotka v areálu

V tabulce č. 11 a č. 12 je technicky popsána kogenerační jednotka, která bude umístěna v nově vybudované hale odbytu.

Výrobce	Hubei Yingpai Power Technology Co.,Ltd.
Model	KY100GF-NG
Technická specifikace	
Výkon (jmenovitý)	100 kW
Výkon (špičkový)	110 kW
Jmenovité napětí	400 V (230 V)
Jmenovitá frekvence	50 Hz
Jmenovitý proud	180 A
Jmenovité otáčky	1500 ot./min
Spotřeba plynu	35 m ³ /h
Spotřeba oleje (mazací)	< 0,3 g/kWh
Rozměry	2500 x 950 x 1600 mm
Hmotnost	1800 kg
Plynový motor	
Model motoru	KY6C-NG
Typ	6 válců, 4 taktní motor, turbodmychadlo, vzduchem chlazený, elektronicky řízený, vysokoenergetické zapalování
Výstupní výkon	130 kW
Jmenovité otáčky	1500 ot./min
Počet válců	6 ks
Zdvih vrtání	114 x 135 mm
Zdvihový objem	8,3 l
Kompresní poměr	10,9:1
Max. teplota výfuku	650 ± 15° C
Regulaci rychlosti	Elektronicky řízený
Metoda startu	24 V DC (start z baterie)
Systém sání plynu	Zahrnuje: přívodní trubka, zapalovací svíčka, manuální kuličkový ventil, filtr plynu, elektromagnetický ventil, měření tlaku plynu, tlakový redukční ventil, proporční směšovač, řízená škrticí klapka karburátoru
Vlastnosti alternátoru	
Model alternátoru	Stamford UCI274E
Typ	Bezkartáčový motor se sériovým buzením, vlastní chlazení, AVR
Výkon	112 kW/140 kVA
Účinnost	91,7 %
Jmenovité napětí	400 V
Výkonový faktor	0,8
Jmenovité otáčky	1500 ot./min
Stupeň krytí	IP23
Stupeň izolace	H
Směr točení	Pravotočivý (pohledově z vrchu na alternátoru)

Tabulka 20 Kogenerační jednotka KY100GF-NG (1. část) [13]

Řídicí systém	
Model řídicího systému	KY6110
Řada	Boxtype
Model řídicího modulu	HGM6110
Hlavní funkce	<ol style="list-style-type: none"> 1. Funkční řízení: Set motor-generátor řízení start a stop 2. Řízení na displeji: Sběr dat na LCD displeji o frekvenci, napětí a dalších parametrech; indikace rychlosti motorů; tlak oleje; teplota vody; doba provozu a napětí baterie atd. 3. Ochrana a alarm: nízká hladina tlaku oleje, vysoká teplota vody, překročení rychlosti otáčení, porucha při startu, porucha při zastavení, přepětí, podpětí, porucha při nabíjení baterie a další chyby indikace setu motor-generátoru, celková ochrana a alarm 4. Bezpečnostní STOP tlačítka na kontrolním panelu: zastaví set motor-generátor do pohotovostního stavu pro bezpečný zásah obsluhy

Tabulka 21 Kogenerační jednotka KY100GF-NG (2. část) [13]

3.5.1 Výpočet spotřeby plynu

Pro ověření vhodného použití kogenerační jednotky je nutný výpočet výkonové bilance s přihlédnutím na cenovou situaci společnosti a celkovou využitelnost jednotky.

Celkový výkon KGJ	100 kW
Elektrický výkon elektrického generátoru KGJ	112 kW
Tepelný výkon plynového motoru KGJ	130 kW
Výkonu z 1 m ³ plynu	10,55 kW
Spotřeba plynového motoru	35 m ³ /h
Výkon při maximální spotřebě	369,25 kW (při 100 kW z KGJ)
<i>Při uvážení ztrát (uvedené výrobcem KGJ)</i>	<i>10 %</i>
<i>Výroba elektřiny (dtto)</i>	<i>27 %</i>
<i>Výroba tepelné energie (dtto)</i>	<i>63 %</i>
Cena plynu za 1 m ³ (zdroj ze společnosti)	8,20 Kč (vč. DPH)
Jedna hodina provozu (při spotřebě 35 m ³ /h)	287,21 Kč (vč. DPH)
Výroba 1 kWh z KGJ (při spotřebě 35 m ³ /h)	2,87 Kč (vč. DPH)
Nákup elektrické energie (zdroj ze společnosti)	2,546 Kč/kWh
Výkup elektrické energie z FVE	0,71 Kč/kWh

Tabulka 22 Výkonová bilance KGJ KY100GF-NG

3.6 Zhodnocení a návrh konceptu řídicího systému

Pro návrh řídicího systému je důležité stanovit si všechny klíčové prvky, které se zúčastní celého procesu. Hovoříme o prvcích v areálu společnosti ROKOSPOL, a.s., které jsou do určité míry ovlivnitelné ze strany řídicího systému a zároveň ze strany společnosti.

Mezi technologie, které spadají do komplexního celku řízení, patří:

- | | |
|---------------------------------|--------------------------|
| - kogenerační jednotka | - výrobní celky |
| - FVE elektrárna | - administrativní budova |
| - potenciální bateriové uložení | - skladová hala |

3.6.1 Analýza realizace nápravných kroků

Do provedené realizace nápravných kroků patří nákup kogenerační jednotky a projekt na instalaci nové FVE elektrárny, které jsou popsány v kapitolách 3.3 a 3.5.

Kogenerační jednotka

Z uvedených výpočtů v tabulce č. 19 vyplývá, že se nevyplatí využívat kogenerační jednotku pro pokrytí celého odběrového diagramu, ale pouze pro časové úseky kratší než 4 hodiny. Z cenové bilance vychází ve výsledku lépe odebrat při delším odběru než 4 hodiny elektrickou energii z distribuční sítě a nevyrábět ji již dále pomocí kogenerační jednotky. Výkonově by KGJ stejně nepokryla všechny potřebný odběr.

Zdůvodnění instalace a řízení KGJ

- Využití výroby elektrické energie na pokrytí odběrových špiček v ranních hodinách.
- Pomocná výroba elektrické energie v případě výpadku dodávky elektrické energie z distribuční sítě.
- Možnost pokrytí odběrových špiček během dne při uvážení možného použití a implementaci bateriového systému.
- Správně zvolený systém řízení přinese výhodnou kombinaci jak z hlediska technologického tak i ekonomického.
- Využití zbytkového tepla pro vytápění nového skladu.

Projekt FVE elektrárny na střeše

Nová část FVE elektrárny bude součástí celého systému v rámci areálu. Není pochyb, že celkové navýšení výrobního výkonu o 99,6 kWp je správný krok k zajištění ještě větší stability provozu. Současný vývoj trhu a legislativní rámec postupně omezuje odkup vyrobené elektrické energie za zvýhodněných podmínek (zelený bonus). To ale nic nemění na vhodnosti výstavby FVE, protože vyrobená elektřina se díky vzrůstající spotřebě v místě výroby okamžitě spotřebuje.

3.6.2 Koncept řídicího systému pro provoz

V rámci řídicího systému se zohlední priority jednotlivých provozních celků areálu. Klíčový aspekt celého řídicího systému je možnost propojit technologické prvky pomocí průmyslové komunikace. V praxi to znamená, že je nutné doplnit komunikační prvky ke všem klíčovým odběrovým místům. Převážně se jedná o spouštěcí mechanismy jednotlivých asynchronních motorů, tj. frekvenční měniče a softstartéry. Dále je nutné doplnit potřebnou komunikaci do rozváděčů, které distribuují elektrickou energii k jednotlivým spotřebičům. Tento krok významně usnadní implementaci řídicího systému jako celku.

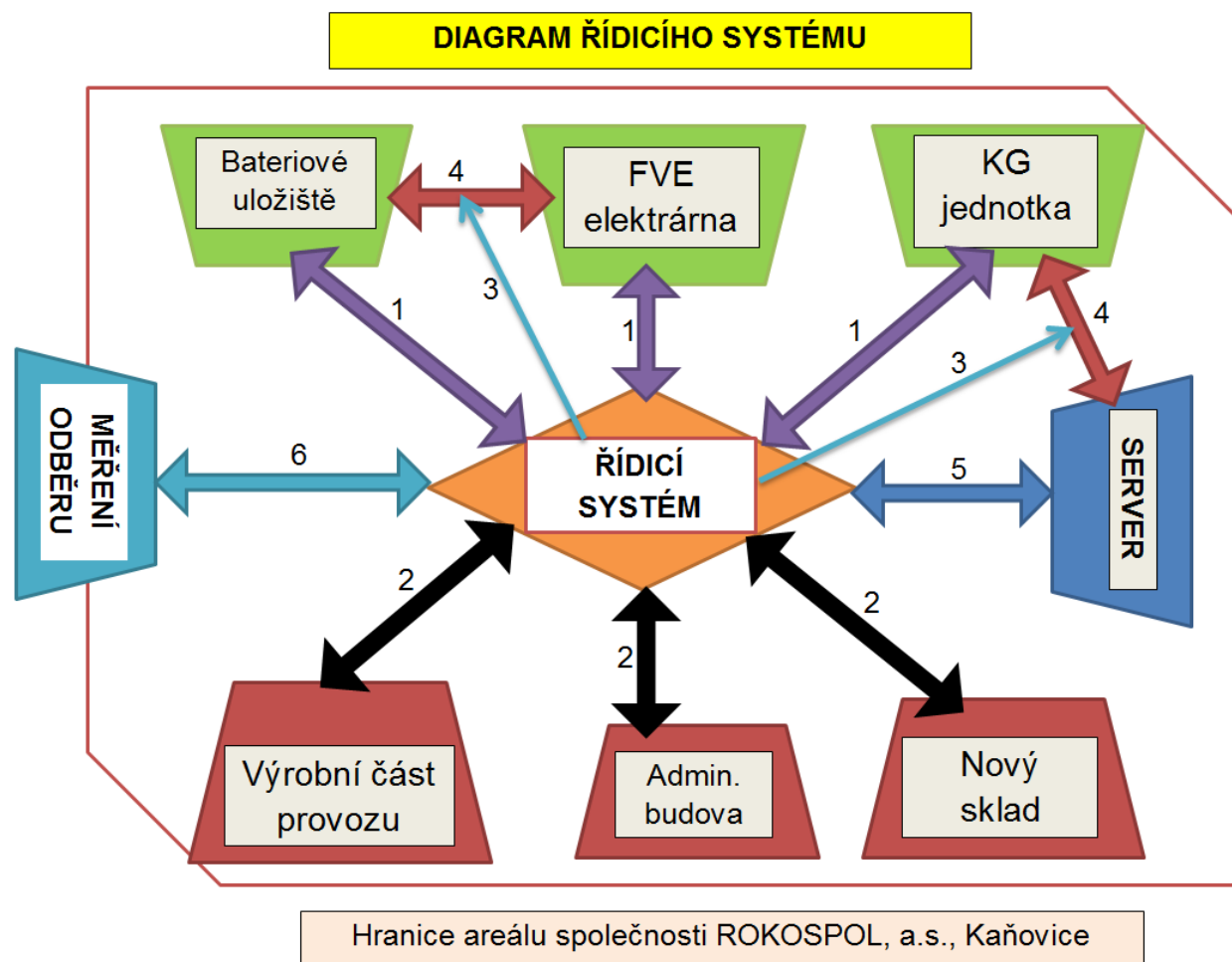
Jako další klíčový aspekt je určení priorit jednotlivých technologických prvků a komunikačních linek mezi prvky a řídicím systémem. V tomto konkrétním případě bych zvolil zpětnovazební systém komunikace mezi všemi prvky. Centrální řídicí jednotka bude tyto vstupy vyhodnocovat a bude ovládat akční prvky. Další prvek tohoto systému bude také monitoring stavů v reálném čase a možnost z těchto dat dělat analýzy a reporty. Tyto analýzy mohou sloužit jako podklad pro další optimalizaci výrobního provozu společnosti.

Jako nejefektivnější řešení pro koncept řídicího systému je znázornění diagramu tohoto systému (viz obrázek č. 23). Na něm jsou znázorněny všechny dotčené prvky areálu, které je nutné řídit nebo minimálně monitorovat.

Priority jednotlivých linek a prvků jsou dány interním provozním a technologickým řádem. Dále uvádím výčet priorit sestupně:

- Priorita # 1.1 → Výrobní procesy společnosti.
- Priorita # 1.2 → Chod serveru.
- Priorita # 2.1 → Chod FVE elektrárny areálu.
- Priorita # 2.1 → Chod kogenerační jednotky.

- Priorita # 3.1 → Chod skladu.
- Priorita # 3.2 → Chod administrativní budovy.



Obrázek 23 Diagram řídicího systému

Popis jednotlivých komunikačních linií na obr. 23.:

1. ŘS vs. zdroje → spouštění, odpojování a regulace vyrobeného výkonu
2. ŘS vs. spotřebiče → regulace odběrových špiček, odpojování a monitoring
3. ŘS a řízení komunikace mezi prvky provozu → zpětnovazební systém a monitoring
4. Komunikace mezi různými prvky provozu → vždy čeká na signál od ŘS
5. ŘS vs. server → sběr dat a reporting
6. ŘS vs. měření odběru → monitoring a zpětnovazební systém (nejpodstatnější část)

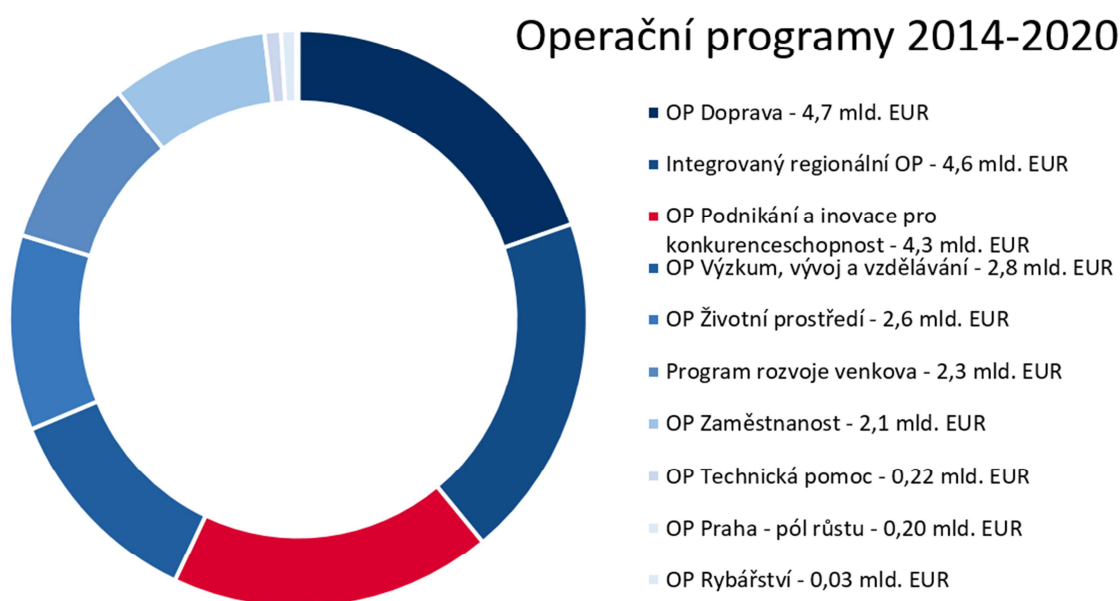
4 Realizace a ekonomické vyhodnocení projektu

V této kapitole popisují možnosti financování investic z několika možných zdrojů. Zdůraznění použití dotací pro malé české společnosti, které nemohou čerpat finance ze zahraničních vlastníků, je důležité nejen pro samotný rozvoj společností, ale i pro růst ekonomiky České republiky. V České republice čerpá z Evropského fondu několik dotačních programů a nejrelevantnější z nich je popsán v kapitole 4.1.

Další část se týká samotného zhodnocení a návrhu dalšího postupu při realizaci. V dnešní době je realizace velkých investičních projektů usnadněná nejen možnostmi čerpání dotací, ale také vyspělostí většiny používaných technologií.

4.1 Obecné informace o OP PIK

„Operační program Podnikání a inovace pro konkurenceschopnost (dále OP PIK) je stěžejním programem pro podporu českých podnikatelů v **programovém období 2014 až 2020**. Finanční prostředky z něj mohou žadatelé využít na spolufinancování podnikatelských projektů ve zpracovatelském průmyslu a souvisejících službách. Šanci mají projekty realizované na území České republiky kromě hlavního města Prahy. Z Evropského fondu pro regionální rozvoj je pro tento operační program připraveno celkem **4 331 mil. EUR, v přepočtu cca 110 mld. Kč**.



Obrázek 24 Operační programy 2014-2020 [14]

Řídicím orgánem OP PIK je Ministerstvo průmyslu a obchodu ČR. **Agentura pro podnikání a inovace (API) plní roli zprostředkujícího subjektu.** Z této pozice vykonává specifické činnosti implementace pro dotační podporované aktivity OP PIK, např. hodnocení projektů z hlediska kritérií přijatelnosti a splnění formálních náležitostí, administraci žádostí o platbu, monitorování projektů a podobně. Další významnou činností API je podpora žadatelů a informační servis o možnostech získání finanční podpory a poradenství příjemcům podpory.

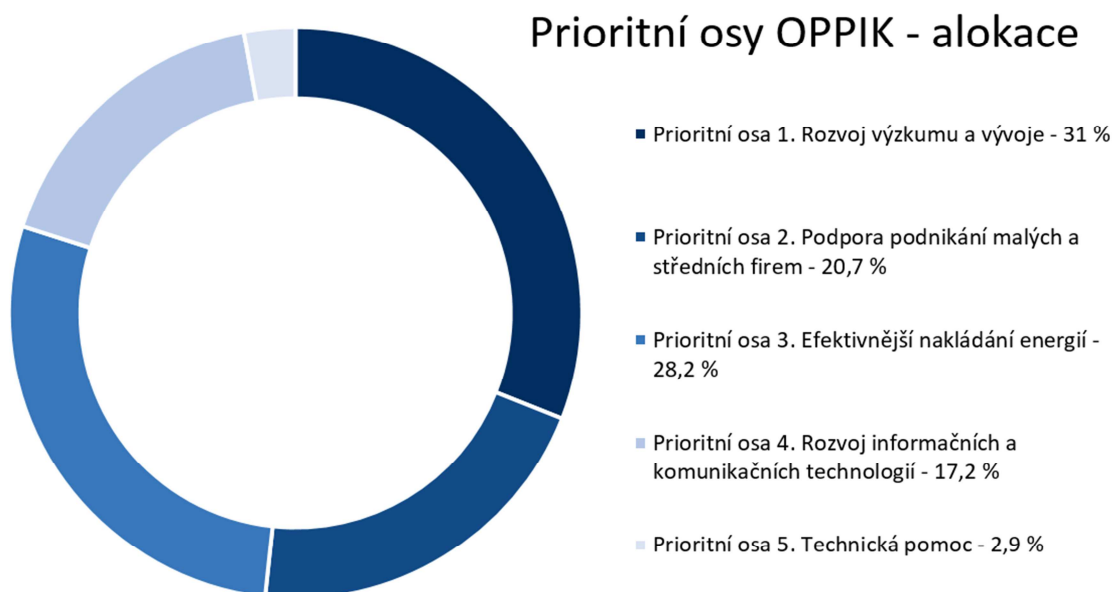
Operační program Podnikání a inovace pro konkurenceschopnost je zaměřen na zvýšení inovační výkonnosti podniků, využití výsledků průmyslového výzkumu a experimentálního vývoje a rozvoj podnikání a konkurenceschopnosti malých a středních podniků. Dále podporuje aktivity vedoucí ke snižování energetické náročnosti podnikatelského sektoru, činnosti směřující ke zvyšování podílu energie z obnovitelných zdrojů, rozvoj distribučních sítí a uplatnění nových technologií v energetice. Mezi další podporované oblasti patří rozšíření vysokorychlostních přístupových sítí k internetu a rozvoj informačních a komunikačních technologií.

Podpora je zacílena přednostně na malé a střední podniky, nicméně specifické aktivity jsou mj. vhodné taktéž pro velké podniky, podnikatelská seskupení, výzkumné organizace, subjekty inovační infrastruktury, obecně prospěšné společnosti, neziskové organizace či orgány státní správy a samosprávy a pro jimi založené a zřizované organizace.

Operační program se skládá z 5 prioritních os. Jednotlivé prioritní osy OP PIK pokrývají celkem 12 investičních priorit v rámci 5 tematických cílů. Prioritní osy jsou dále rozděleny na specifické cíle, v jejichž rámci je stanoveno 23 programů podpory. Výjimkou je prioritní osa 5 Technická pomoc, která je určena pro podporu řízení a implementaci operačního programu.

Prioritní osy OP PIK jsou následující:

- PO 1 Rozvoj výzkumu a vývoje pro inovace
- PO 2 Rozvoj podnikání a konkurenceschopnosti malých a středních podniků
- PO 3 Účinné nakládání energií, rozvoj energetické infrastruktury a obnovitelných zdrojů energie, podpora zavádění nových, technologií v oblasti nakládání energií a druhotných surovin
- PO 4 Rozvoj vysokorychlostních přístupových sítí k internetu a informačních a komunikačních technologií
- PO 5 Technická pomoc“ [14]



Obrázek 25 Prioritní osy OPPIK – alokace [14]

V kapitolách 4.2 a 4.3 jsou představeny používané druhy dotačních programů.

4.2 Dotace na stroje a technologie

„Strukturální fondy vám pomůžou s rozvojem firmy. Pořídíte si modernější a výkonnější technologie, snížíte náklady na výrobu, a tím zvýšíte svou konkurenceschopnost.

Z fondů EU si můžete pořídít nové stroje pro výrobu či zefektivnění provozu, nové technologie, vybavení výzkumných center nebo vzdělávacích středisek. Z dotací EU si můžete nakoupit i hardware, software, patenty a licence.

Podporované oblasti

- Dotace na nové stroje a vybavení
- Dotace na hardware a software
- Podpora nákupu know-how
- Opatření patentů a licencí
- Dotace na nákup strojů

Dotace na nákup strojů lze získat zejména z **Operačního programu Podnikání a inovace pro konkurenceschopnost (OPPIK)**. Ten je stěžejním programem, z něhož můžete žádat o dotace na stroje. OP Podnikání a inovace pro konkurenceschopnost nabízí

hned osm programů, ze kterých mohou české firmy získat dotace na stroje a technologie. Dalšími takovými programy jsou **Operační program Životní prostředí, Program rozvoje venkova a Integrovaný regionální operační program.**

- Inovace

Z tohoto programu můžete čerpat dotace na nové stroje pro zavádění inovativních procesů či výrobků.

- Potenciál

Dotační program, z něhož získáte dotace na stroje a technologie pro firemní výzkum a vývoj.

- Technologie

Program, ze kterého malé a střední podniky mohou získat dotaci na nákup výrobních strojů.

- Úspory energie

Dotační program, ze kterého můžete čerpat dotaci na technologie, které povedou ke snížení energetické náročnosti provozu.

- Nízkouhlíkové technologie

Dotační program pro podniky, které chtějí získat dotaci na rozvoj a využívání nízkouhlíkových technologií.

- Školicí střediska

Dotační program, ze kterého získáte dotaci například na vybavení vzdělávacích center.

- Služby infrastruktury

Program, ze kterého získáte významnou finanční podporu na stroje pro vědeckotechnické parky a podnikatelské inkubátory.

- Úspory energie v SZT

Program, který finančně podpoří nákup zařízení kombinující výrobu tepla a elektřiny.

- Operační program Životní prostředí

Z tohoto programu získáte dotaci na nové technologie sloužící ke zlepšení kvality vod, snížení znečištění ovzduší, nakládání s odpady a pečující o přírodu a krajinu.

- Program rozvoje venkova

Program, ze kterého získáte dotaci na nákup strojů pro zemědělství, lesnictví a potravinářství.

- Integrovaný regionální operační program

Dotační program, který umožňuje získání dotace na nákup technologií pro vytvoření nebo rozšíření sociálního podniku.“ [15]

4.3 Dotace na výzkum a vývoj

„Základním posláním EU fondů je podporovat inovační aktivity firem. Neustálý vývoj nových produktů a inovace těch stávajících je pro české společnosti jedinou cestou, jak uspět i v mezinárodní konkurenci.

V oblasti **výzkumu a vývoje** je možné z dotací podpořit jak náklady na mzdy výzkumných pracovníků, tak výdaje na vybudování a technologické vybavení výzkumných i vývojových pracovišť či firemních laboratoří.

Podporované oblasti:

- Dotace na mzdy výzkumných pracovníků
- Dotace na prototypy a průmyslové vzory
- Dotace na vybudování technologického zázemí
- Dotace na ochranu průmyslového vlastnictví

EU dotace na výzkum a vývoj mohou firmy získat především z Operačního programu Podnikání a inovace pro konkurenceschopnost (OPPIK). Při zapojení do mezinárodních konsorcií mají české firmy možnost získat finanční podporu z **mezinárodních programů** (známých také jako *komunitární programy*), které jsou řízeny přímo z Bruselu.

Na národní úrovni pak výzkumné aktivity podporují dotace **Technologické agentury České republiky (TAČR)**.

- Aplikace

Dotační program, ze kterého můžete získat finanční podporu pro tvorbu prototypů, užitečných či průmyslových vzorů, poloprovozu, software či ověřených technologií.

- Potenciál

Program poskytující dotace na vybudování a vybavení zázemí pro výzkum a vývoj.

- Inovace

Z tohoto programu, můžete získat dotaci například na zajištění ochrany průmyslového vlastnictví i na pořízení licencí a patentů.

- Spolupráce

Program podporující rozvoj klastrů, platforem a dalších typů kooperačních sítí.

- TAČR (Technologická agentura ČR)

Poskytuje dotace na experimentální vývoj a aplikovaný výzkum.

- Mezinárodní programy

Díky mezinárodním programům získáte dotaci na jedinečné výzkumné projekty realizované v rámci mezinárodní spolupráce.“ [16]

4.4 Dotace na ekologii a energetiku

„Potřebujete získat podporu v oblasti energetiky či ekologie? Dotaci můžete získat například na snižování zatížení životního prostředí, na podporu obnovitelných zdrojů energie i na úspory v bytových domech.

Čerpat můžete v rámci Operačního programu Podnikání a inovace pro konkurenceschopnost, z Operačního programu Životní prostředí nebo z Integrovaného operačního programu (IROP).

Podporované oblasti

- Rekonstrukce starých objektů
- Realizace úsporných opatření
- Dotace na nové stroje a vybavení
- Operační program Životní prostředí (OPŽP)

Hlavním cílem programu je snižování emisí, zvyšování energetické účinnosti a zvyšování podílu energie z obnovitelných zdrojů. **Program se skládá z několika oblastí neboli prioritních os.** Jedná se o zlepšování kvality vod a snižování rizika povodní, zlepšování kvality ovzduší v lidských sídlech, o oblast odpadů a materiálových toků, o ekologickou zátěž a rizika, o ochranu a péči přírody a krajiny i o energetické úspory.

- Obnovitelné zdroje energie

Cílem programu je podpora využívání alternativních zdrojů energie a zvýšení podílu obnovitelných zdrojů na konečné spotřebě energie v ČR. Program je součástí OP Podnikání a inovace pro konkurenceschopnost (OPPIK). Program podporuje projekty zaměřené na **výstavbu nových či modernizaci stávajících malých vodních elektráren, kogeneračních jednotek z biomasy nebo např. vyvedení tepla či bioplynu z bioplynových stanic apod.**

- Úspory energie

Program je součástí OP Podnikání a inovace pro konkurenceschopnost (OPPIK). Dotaci mohou získat podniky zvažující investice do snížení své energetické náročnosti či zvýšení energetické efektivity. Podporovány jsou např. výměny rozvodů tepla a elektřiny, výměna tepelného zdroje, osvětlení, energeticky efektivních výrobních technologií aj.

- Nízkouhlíkové technologie

Program, jenž je součástí **OP Podnikání a inovace pro konkurenceschopnost (OPPIK)**, cílí na větší rozšíření nízkouhlíkových technologií při nakládání s energií (např. elektromobilita) a usiluje o zvýšení využívání druhotných surovin.

- Úspory energie v SZT (v soustavách zásobování teplem)

Cílem programu, jenž je součástí OP Podnikání a inovace pro konkurenceschopnost (OPPIK), je podpora zavádění nových i rekonstrukce stávajících tepelných rozvodů a zařízení s kombinovanou výrobou elektřiny a tepla s cílem dosažení úspor primární energie.

- Smart grids I (distribuční sítě)

Program Smart grids I. (distribuční sítě) je realizován v rámci **OP Podnikání a inovace pro konkurenceschopnost** (OPPIK). Typickým projektem je např. nasazení automatizovaných dálkově ovládaných prvků v distribuční soustavě vysokého napětí.

- Smart Grids II (přenosová síť)

Cílem programu, jenž je součástí **OP Podnikání a inovace pro konkurenceschopnost** (OPPIK) je zlepšení kvality, spolehlivosti, bezpečnosti a udržitelnosti dodávek elektřiny prostřednictvím přenosových sítí konečným zákazníkům.

- Integrovaný regionální operační program (Úspory v bytových domech)

Podporována je řada aktivit, které přispívají k energetickým úsporám. Tyto aktivity je možné kombinovat, a tím zvýšit jejich efektivnost (např. se zateplením obvodových konstrukcí a výměnou oken lze současně provést také výměnu zdroje tepla nebo instalaci dalších systémů pro získání energie).“ [17]

4.5 Ekonomické zhodnocení

Každý projekt prochází ekonomickou rozvahou. Není tomu jinak ani v tomto případě. Investor společnosti ROKOSPOL, a.s. se rozhodl zainvestovat do vývoje společnosti výstavbou nové skladové haly. V této hale bude umístěna KGJ a k tomu na střeše haly bude umístěna FVE elektrárna. Mezi motivační část pro investora, pro získání dotací, patří i výše dotací na jednotlivé technologické prvky výrobního provozu.

Prvek financování	Orientační cena	Orientační využití dotací	
Stavební část nové skladové haly	18 mil. Kč	30 %	5,4 mil. Kč
Intralogistické řešení do skladu	10 mil. Kč	30 %	3 mil. Kč
Projekt instalace FVE elektrárny	3 mil. Kč	70 %	2,1 mil. Kč
Nákup KGJ	1,5 mil. Kč	50 %	0,75 mil. Kč
Cenová nabídka na ŘS	2,5 mil. Kč	30 %	0,75 mil. Kč
Cenová nabídka na bat. uložení	1,5 mil. Kč	50 %	0,75 mil. Kč
Suma investic	36,5 mil. Kč	34,93 %	12,75 mil. Kč

Tabulka 23 Investiční rozvaha

Z tabulky č. 22 vyplývá, že největší investice je samotná stavba skladové haly včetně logistického řešení. Je také nutné posoudit, zda celá investice bude mít do budoucna i nákladovou část spojenou s údržbou. Této části se ale v tomto hodnocení nehodlám věnovat.

Celková část, která by byla možná čerpat z dotací, je přes 30 %. Úspěšnost získání financování dotací je především záležitostí včasného odevzdání všech potřebných dokumentů. Každý celek se liší výší procenta návratnosti investic v závislosti na celkové uvolněné částce na dotační program, který je zájmem investora.

Cenovou nabídku za řídicí systém jako celek obdržela společnost ROKOSPOL, a.s. od nejmenované firmy. Cenová nabídka od této dodavatelské firmy poskytovala komplexní řešení včetně vyčíslení analýzy provozu a výkresové dokumentace. Dodavatelská firma poskytla i servisní smlouvu, ve které stanovuje částky za servis a služby v rámci údržby systému (servisní smlouvy nejsou součástí této práce). Tato nabídka se skládá z následujících částí, které jsou uvedené v tabulce č. 23.

Prvek ŘS	Orientační cena
Centrální jednotka	1 mil. Kč
Akční členy	0,5 mil. Kč
Komunikační prvky	0,25 mil. Kč
Analýza provozu a návrh systému	0,25 mil. Kč
Práce a materiál	0,5 mil. Kč
Suma investic	2,5 mil. Kč

Tabulka 24 Cenová nabídka na ŘS

Společnost ROKOSPOL, a.s. nadále využívá ke zlepšení celkové ekonomické situace také výhodné odkupní ceny (v rámci zeleného bonusu) vyrobené elektrické energie z FVE elektrárny.

Vhodnost kogenerační jednotky se projeví i v rámci ekonomického zhodnocení. Vyrobené teplo, které se využije na vytápění haly, už tak nebude potřeba vyrábět jinou technologickou metodou. Dalšími nespornými výhodami je eliminace překračování rezervovaného příkonu, která bude mít za následek i vyloučení přídatných nákladů a omezení výpadků elektrické energie z distribuční sítě, které způsobí zmenšení nákladů (především za technologické škody a následnou nápravu).

Při výběru systému v tomto případě hraje roli i návratnost celého systému. Vzhledem k tomu, že ještě není vybrán konkrétní ŘS, a tudíž ani výsledná cena, je kalkulace návratnosti v tuto chvíli pouze v čistě teoretické rovině.

$$DCF = \frac{CF}{(1+i)^t}, (4.1), \quad \text{zdroj [18]}$$

DCF – suma investic

CF – suma nákladů

t – doba návratnosti investice

i – diskontní sazba (míra inflace, z dat ČNB 04/2019)

Odhad návratnosti investice řídicího systému	
Poplatky za překročení rezervovaného příkonu	0,25 mil. Kč
Poplatky spojené s řešením technologických problémů	0,15 mil. Kč
Suma nákladů za rok	0,4 mil. Kč
Suma celkových investic	4 mil. Kč
Míra inflace, z dat ČNB 04/2019	0,023 (-)
<i>Doba návratnosti investice</i>	<i>11,25 let</i>

Tabulka 25 Odhad návratnosti investice

Závěr

Tato diplomová práce řešila problematiku řídicího systému provozu ve společnosti ROKOSPOL, a.s. Problematika řídicího systému pro takto rozsáhlé objekty je velmi obsáhlá a určitě stojí za to jí věnovat ještě větší důraz.

Cílem této práce bylo nalézt řešení přijatelné pro společnost ROKOSPOL, a.s., které vycházelo z reálné potřeby vyřešení dosavadních problémů, které byly v rámci celé práce zjištěny.

Tento cíl se povedlo splnit do té míry, že vznikl návrh konceptu pro řídicí systém výrobního provozu. Tento koncept vzešel z kombinací několika klíčových prvků. Mezi tyto prvky patří komplexní popsání provozu, důkladná analýza celého areálu a popis implementace reálného zvoleného řešení. Výsledkem tohoto konceptu je přehledný diagram, který jasně stanovuje hierarchii a priority výrobního provozu. Tento koncept může tak sloužit jako podklad pro samotnou realizaci řídicího systému.

V neposlední řadě se dostává ke slovu i ekonomická stránka věci, kde se odhadla doba návratnosti možného řídicího systému. Doba návratnosti vyšla na poměrně dlouhé období (11 let). Za mě, ale má význam investice řídicího systému daleko větší dopad, nejen z pohledu ekonomického. Tento pohled je čistě technický a praktický. Z technického hlediska dojde především ke stabilizaci všech technologických prvků výrobní části provozu. To zabrání dalším nežádoucím poruchám a výpadkům výrobního procesu. Výpadky každého charakteru mají neblahý vliv na celý areál. Z praktického hlediska se jedná o stabilitu celého provozu z pohledu jistoty dodávky elektrické energie. Především o jistotu a spolehlivost je v dnešní době obrovský zájem nejen z pohledu investorů, ale především z řad zaměstnanců společnosti.

Uplatnění nalézá řídicí systém nejen ve výrobním sektoru společností. Dnes je hojně skloňován pojem automatizace budov. V této sféře je velký potenciál uplatnění technologických možností, která skýtá oblast moderních technologií.

Přínos v této práci shledávám hlavně v propojení všech podstatných aspektů pro nalezení vhodného řešení problémů, kterým musí čelit pracovníci na denní bázi v reálných provozech, jako např. ve společnosti ROKOSPOL, a.s.

Seznam obrázků a tabulek

Obrázek 1 Logo společnosti ROKOSPOL, a.s. [1]	11
Obrázek 2 Spotřeba za 01/02/03/04 2018 [3]	14
Obrázek 3 Spotřeba za 05/06/07/08 2018 [3]	14
Obrázek 4 Spotřeba za 09/10/11/12 2018 [3]	15
Obrázek 5 Metodický postup energetického posudku [7]	31
Obrázek 6 Příklad zařízení připojených přes různé protokoly [8]	39
Obrázek 7 logo BACnet [8]	40
Obrázek 8 logo LonWorks [8]	40
Obrázek 9 logo KNX [8]	41
Obrázek 10 logo DALI [8]	41
Obrázek 11 logo Modbus [8]	42
Obrázek 12 logo M-Bus [8]	42
Obrázek 13 logo OPC [8]	43
Obrázek 14 logo Web Service [8]	43
Obrázek 15 logo EnOcean [8]	44
Obrázek 16 logo ZigBee [8]	44
Obrázek 17 logo IEC 61850 [8]	45
Obrázek 18 Princip funkce systému MaR [9]	46
Obrázek 19 Topologie jednotlivých vizualizací [10]	49
Obrázek 20 Grafické schéma průmyslového procesu [10]	52
Obrázek 21 PV Piktogram [11]	59
Obrázek 22 Popis KGJ Bosch [12]	61
Obrázek 23 Diagram řídicího systému	66
Obrázek 24 Operační programy 2014-2020 [14]	67
Obrázek 25 Prioritní osy OPPIK – alokace [14]	69
Tabulka 1 Základní informace o elektrárně [2]	12
Tabulka 2 Seznam parcel areálu ROKOSPOL [2]	12
Tabulka 3 Technické parametry společnosti	12
Tabulka 4 Rozdělení budov dle odběrů	13
Tabulka 5 Popis spotřeb pro rok 2018 č.1	14
Tabulka 6 Popis spotřeb pro rok 2018 č.2	15
Tabulka 7 Přehled spotřeby dle měsíců 2017	15
Tabulka 8 Přehled spotřeby dle měsíců pro rok 2017 [3]	16
Tabulka 9 Přehled spotřeby dle měsíců pro rok 2016 [3]	16
Tabulka 10 Analýza potřeb provozu	33
Tabulka 11 Kabelové protokoly č.1 [8]	40
Tabulka 12 Kabelové protokoly č.2 [8]	41
Tabulka 13 Kabelové protokoly č.3 [8]	42
Tabulka 14 Kabelové protokoly č.4 [8]	43
Tabulka 15 Bezdrátové protokoly [8]	44
Tabulka 16 Protokoly pro automatické systémy rozvodných stanic [8]	45
Tabulka 17 Možnosti vizuálních nástaveb [10]	51
Tabulka 18 Technické parametry střídače [11]	57
Tabulka 19 Technické parametry FV panelu [11]	57
Tabulka 20 Kogenerační jednotka KY100GF-NG (1. část) [13]	62

Tabulka 21 Kogenerační jednotka KY100GF-NG (2. část) [13]	63
Tabulka 22 Výkonová bilance KGJ KY100GF-NG	63
Tabulka 23 Investiční rozvaha	74
Tabulka 24 Cenová nabídka na ŘS	75
Tabulka 25 Odhad návratnosti investice	75

Zdroje a literatura:

Související normy

ČSN EN ISO 16484-1 (738521). *Automatizační a řídicí systémy budov (BACS) - Část 1: Projektová specifikace a realizace*. 1. vyd. Praha: ÚNMZ, duben 2011

ČSN EN 15232-1 (738532). *Energetická náročnost budov*. 1. vyd. Praha: ÚNMZ, březen 2018

ČSN EN 61724 (364620). *Kontrola výkonnosti fotovoltaického systému - Směrnice pro měření, výměnu dat a analýzu*. 2. vyd. Praha: ÚNMZ, červen 1999

ČSN EN 61727 (364620). *Fotovoltaické (FV) systémy - Parametry rozhraní s uživatelskou sítí*. 2. vyd. Praha: ÚNMZ, prosinec 1997

Literatura

MERZ Hermann, HANSEMANN Thomas, HÜBNER Christof. *Automatizované systémy budov: sdělovací systémy KNX/EIB, LON a BACnet*. Praha: Grada Publishing, a.s., 2008.

[8] Kolektiv, *Průvodce otevřenými protokoly – Systémy řízení budov*. Praha: Schneider Electric CZ, s.r.o., 2018

Internetové zdroje

[1] Společnost ROKOSPOL, <https://www.rokospol.com/cz/spolecnost/> [05/2019]

[2] ROKOSPOL a.s. - FVE Kaňovice – detail elektrárny – seznam FVE v ČR, <http://www.elektrarny.pro/detail.php?id=10757> [01/2019]

[5] Legislativní (právní) rámec energetického auditu, Inkapo, <http://www.inkapo.cz/sluzby/energeticky-audit/legislativni-ramec-energetickeho-audit> [02/2019]

[6] Rozdíl mezi energetickým auditem a energetickým posudkem, Inkapo, <http://www.inkapo.cz/sluzby/energeticky-audit/rozdil-mezi-energetickým-auditem-a-energetickým-posudkem> [02/2019]

[7] Energetický posudek – Asociace energetických auditorů: energetický audit, poradenství, legislativa, <https://www.aea.cz/energeticky-posudek> [02/2019]

[9] BUILDSYS, a.s. – Řešení pro řízení budov <http://www.buildsys.cz/buildsys-systemy-pro-rizeni-budov-automatizace-budov.html> [03/2019]

[10] Výběr vizualizace pro řídicí systém – TZB info, <https://elektro.tzb-info.cz/16582-vyber-vizualizace-pro-ridici-system> [03/2019]

[12] Kogenerace – TZB info, <https://energetika.tzb-info.cz/kogenerace> [03/2019]

[14] Obecné informace o OP PIK – API, <https://www.agentura-api.org/op-pik-obecne/> [04/2019]

[15] Dotace na nákup stroje či technologie – prehledotaci.cz
<https://www.prehledotaci.cz/dotace/stroje-technologie/> [04/2019]

[16] Dotace na výzkum, vývoj a inovace – prehledotaci.cz
<https://www.prehledotaci.cz/dotace/vyzkum-vyvoj/> [04/2019]

[17] Ekologická dotace – prehledotaci.cz <https://www.prehledotaci.cz/dotace/zivotni-prostredi-energetika/> [04/2019]

[18] Metoda doby návratnosti investice - často využívaná metoda analýzy báňských investic - teorie http://geologie.vsb.cz/loziska/cvekonomika/5_teorie.html [05/2019]

Prameny

[4] SMOLA, Ladislav. *Technická zpráva, Sklad firmy ROKOSPOL a.s., Dokumentace pro společné územní rozhodnutí a stavební povolení*. Zlín: S-Projekting s.r.o., 2018

[11] TULIS, Zdeněk. *Technická zpráva, FVE skladová hala ROKOSPOL a.s., Dokumentace pro provedení stavby*. Brno: via electra s.r.o., 2019

Přílohy:

Příloha 1 – Výkres areálu ROKOSPOL, a.s.

Příloha 2 – Schéma budov v areálu ROKOSPOL, a.s.

Příloha 3 – Spotřeby areálu firmy ROKOSPOL, a.s. [3]

Příloha 4 – Datasheet kogenerační jednotky [13]

Příloha 5 – Jednopolové schéma FVE

Příloha 6 - Výkresy nové skladové haly

Zdroj: Přílohy jsou dokumenty, které vlastní společnost ROKOSPOL, a.s.