

**VYSOKÁ ŠKOLA BÁŇSKÁ -
TECHNICKÁ UNIVERZITA OSTRAVA**
Hornicko-geologická fakulta
Institut ekonomiky a systémů řízení

Analýza technologického procesu
Analysis of the Technological Process

bakalářská práce

Autor:

Vedoucí bakalářské práce:

Petra Langerová

Ing. Otte Lukáš, Ph.D.

Ostrava 2013

VŠB - Technická univerzita Ostrava
Hornicko-geologická fakulta
Institut ekonomiky a systémů řízení

Zadání bakalářské práce

Student: **Petra Langerová**
Studijní program: **B2102 Nerostné suroviny**
Studijní obor: **6209R013 Informační a systémový management**
Téma: **Analýza technologického procesu
Analysis of the Technological Process**

Zásady pro vypracování:

V rámci závěrečné práce proveďte analýzu technologického procesu regulace tlaku plynu pro spotřebič a to z pohledu důležitých informačních vazeb.

Práci strukturujte dle následujícího:

- 1) Úvod do problematiky
- 2) Analýza TP regulace tlaku plynu
- 3) Struktura informačního systému
- 4) Návrh vazeb do technologického procesu

Rozsah práce: cca 30 stran textu

Seznam doporučené odborné literatury:

[1] Dostál, P. , Gazdová, F. *Řízení technologických procesů*. Zlín: Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, 2006. ISBN 80-7318-465-6.

[2] Pour, J., Gála, L., Šedivá, Z. *Podniková informatika 2. přeprac. a aktualiz. vyd.* Praha: Grada, 2009, 496 s. Expert (Grada). ISBN 978-80-247-2615-1.

Formální náležitosti a rozsah bakalářské práce stanoví pokyny pro vypracování zveřejněné na webových stránkách fakulty.

Vedoucí bakalářské práce: **Ing. Lukáš Otte, Ph.D.**

Datum zadání: 31.10.2012

Datum odevzdání: 30.04.2013



doc. Dr. Ing. Oldřich Kodým
vedoucí institutu



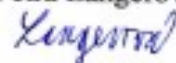
prof. Ing. Vladimír Slivka, CSc., dr.h.c.
děkan fakulty

Autorské prohlášení

- Celou bakalářskou práci včetně příloh, jsem vypracovala samostatně a uvedla jsem všechny použité podklady a literaturu.
- Byla jsem seznámena s tím, že na moji bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č.121/2000 Sb. - autorský zákon, zejména § 35 – využití díla v rámci občanských a náboženských obřadů, v rámci školních představení a využití díla školního a § 60 – školní dílo.
- Beru na vědomí, že Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava (dále jen VŠB-TUO) má právo nevýdělečně, ke své vnitřní potřebě, bakalářskou práci užít (§ 35 odst. 3).
- Souhlasím s tím, že jeden výtisk bakalářské práce bude uložen v Ústřední knihovně VŠB-TUO k prezenčnímu nahlédnutí a jeden výtisk bude uložen u vedoucího bakalářské práce. Souhlasím s tím, že údaje o bakalářské práci, obsažené v Záznamu o závěrečné práci, umístěném v příloze mé bakalářské práce, budou zveřejněny v informačním systému VŠB-TUO.
- Souhlasím s tím, že bakalářská práce je licencována pod Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 3.0 Unported licencí. Pro zobrazení kopie této licence, je možno navštívit <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/3.0/>
- Bylo sjednáno, že s VŠB-TUO, v případě zájmu o komerční využití z její strany, uzavřu licenční smlouvu s oprávněním užít dílo v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona.
- Bylo sjednáno, že užít své dílo – bakalářskou práci nebo poskytnout licenci k jejímu komerčnímu využití mohu jen se souhlasem VŠB-TUO, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly VŠB-TUO na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše).

V Ostravě dne 30.4.2013

Petra Langerová



Anotace

V úvodu bakalářské práce je shrnutá historie, základy automatizace a základní pojmy z oblasti automatizace a řízení systémů. Součástí úvodu je stručně nastíněn cíl práce, kterým je analýza technologického procesu regulace tlaku plynu pro spotřebič, kterým je vysoká kroková žíhací pec a vazby z daného procesu do informačního systému.

V druhé části se předložená práce zabývá samotnou analýzou technologického procesu, který tvoří regulace tlaku plynu, na jejímž základě se reguluje teplota vysoké krokové pece a pro rychlejší dosažení této teploty se předehřívá vzduch v rekuperátoru.

V poslední části práce je popsána struktura a vazby informačního systému z uživatelského pohledu. Součástí bakalářské práce jsou principy snímání, ukládání a další zpracování vstupních a výstupních veličin.

Klíčová slova: automatizace, analýza technologického procesu, regulace tlaku plynu, kroková žíhací pec, informační systém

Summary

In the introduction to the bachelor's thesis summarizes the history, basics automation and basic concepts of automation and control systems. The part of the introduction is briefly outlined the aim, which in an analysis of the technological process control gas pressure to the appliance, which is the high walking beam furnace annealing and links from the process into the information system.

In the second part of this thesis discusses the analysis of the technological process, which consists of gas pressure regulation, based on which regulates temperature and high walking beam furnace for faster reaching the temperature preheated air in the heat exchanger.

The last part describes the structure and bond information system from the user's point of view. Parts of this thesis are the principles of capturing, storing and processing of input and output variables.

Keywords: the automation, the analysis of the technological process, the regulation of the gas pressure, the stepwise annealing furnace, the information system

Poděkování

Ráda bych touto cestou poděkovala mému vedoucímu bakalářské práce Ing. Lukáši Ottemu, Ph.D. za odborné vedení, podnětné rady, cenné připomínky a čas, jenž mi věnoval po celou dobu vzniku této bakalářské práce.

Dále bych ráda poděkovala panu Janovi Mrkvicovi z Třineckých železáren, a.s., Tažírny trub – Vítkovice za poskytnutí informací pro mou bakalářskou práci, bez něhož by tato práce nevznikla.

V neposlední řadě bych také ráda poděkovala celé své rodině a příteli za trpělivost a podporu poskytovanou po celou dobu studia.

Obsah

1.	Úvod.....	1
1.1.	Historické ohlédnutí.....	2
1.2.	Základní pojmy	3
2.	Analýza technologického procesu	6
2.1.	Regulační stanice tlaku plynu	7
2.1.1.	Strojní zařízení regulační stanice	8
2.1.2.	Regulace tlaku plynu	11
2.2.	Regulace teploty vysoké pece	16
2.3.	Předehřev vzduchu v rekuperátoru	21
2.4.	Průmyslové plynovody versus větrná síť	22
3.	Struktura informačního systému	23
3.1.	Vazby v informačním systému	25
3.1.1.	Vizualizace krokové pece	26
3.1.2.	Popis aplikace krokové žíhací pece	30
4.	Návrh vazeb	33
4.1.	Další návrhy	34
5.	Závěr	35
	Literatura.....	36
	Seznam obrázků.....	38
	Seznam tabulek	38
	Seznam příloh	39

Seznam použitých symbolů a zkratek

apod.	a podobně
atd.	a tak dále
cca	přibližně
min.	minimálně
např.	například
popř.	popřípadě
př. K.	před Kristem
př. n. l.	před našim letopočtem
resp.	respektive
tzv.	tak zvaný

1. Úvod

Automatizace představuje významný prostředek pro zvýšení produktivity, jakosti a konkurenční schopnosti výroby a služeb a je jedním z nejdynamičtějších technických oborů. Průmyslové podniky dnes ve velké míře používají automatizaci, ať části nebo celého výrobního procesu, protože automatizace využívá nejmodernější mikroelektronické součástky a přebírá nejnovější výsledky (informace, postupy a výsledky výzkumu i standardní výrobky) z různých oborů, především z elektroniky a techniky počítačů, informatiky a komunikační techniky, ale i z měřicí techniky, techniky pohonů a zabezpečovací techniky. Pracovní úkony musí být co nejkratší a nejjednodušší, aby vyžadovaly minimum lidských sil, proto činnost člověka přebírají automaty, počítače a prvky umělé inteligence. Tím se člověk osvobodí nejen od fyzické činnosti, ale i od jednotvárné a unavující duševní činnosti. [1]

Bakalářská práce na téma Analýza technologického procesu je realizována v Třineckých železárnách, a.s., které byly založeny v roce 1839 Těšínskou komorou a jsou průmyslovým podnikem s nejdelsí tradicí hutní výroby v České republice. V úvodní části je shrnutá historie a základy automatizace, které čtenáře seznámí s principy řízení. Náplní samotné práce je analýza technologického procesu regulace tlaku plynu pro plynový spotřebič, kterým je vysoká kroková žihací pec. Jedná se o regulaci tlaku plynu, na jejímž základě se reguluje teplota vysoké pece, jde tedy o vlečnou regulaci. Dále je v této kapitole popsána regulační stanice plynu i s vybavením. Pochody, které probíhají v regulační stanici a v peci, jsou doplněny obrázky s funkčním popisem přímo z reálného provozu.

Struktura informačního systému jakéhokoliv technologického procesu vyžaduje určité požadavky na podnikovou informatiku, protože data tvořící obsah podnikových systémů jsou to nejcennější, co firma má. Tyto požadavky souvisí s použitým hardwarem a softwarem. V Třineckých železárnách, a.s. je použit pro technologický proces krokové pece řídicí systém Allen Bradley s PLC automaty Simatic a vizualizačním softwarem WinCC Open Architecture, použitým jako rozhraní mezi člověkem a strojem na úrovni supervizora, např. dispečera na stanovišti RaM (regulace a měření). V závislosti na vstupních veličinách a parametrech (tlaku plynu a jeho množství) je umožněno sledovat odezvy systému na výstupu (požadována teplota v peci pro ohřev materiálu) a také provádět regulaci těchto veličin a zároveň získaná data ukládat do informačního systému. Také je zde možnost vstupní parametry pro regulaci teploty krokové pece načíst ze souboru uloženého v relační databázi Microsoft SQL Serveru. Analýza informačních vazeb do technologického procesu je z uživatelského hlediska a charakterizuje samotné procesy, které jsou chápány jako množina na sebe navazujících činností, které ze vstupů vytvářejí výstupy, na nichž je závislá výroba v krokové peci. Na závěr jsou zpracovány

vlastní návrhy na možné úpravy v daném technologickém procesu, které mohou zlepšit efektivitu výroby.

1.1. Historické ohlédnutí

„Slovo automat je řeckého původu [autómatos] a znamená sám o sobě jednající. Už ve středověku si lidé uvědomili, že schopnost člověka samostatně tvůrčím způsobem jednat a řídit mnohé děje reálného světa je v přírodě mimořádným jevem. Proto obdivovali vše, co se jim podařilo uměle vytvořit a mělo podobné automatické vlastnosti. Později i ve středověku byly takové výtvořiny považovány za kouzla a zázraky.“¹

Ve starověkém městě Alexandrii již 200 lety př.n.l. žasli lidé při samovolném otevírání velikých, těžkých, bronzových chrámových vrat a když kovoví ptáci a kovové sochy postříkávaly věřící posvátnou vodou. Přitom tento zázrak tkvěl v důmyslném využití páry a teplého vzduchu v zařízení zkonstruovaném alexandrijským učencem Hérónem. [1]

Také od starodávna používali mlynáři na vodních a větrných mlýnech jednoduché zařízení regulující přísun zrní mezi mlýnské kameny v závislosti na jejich otáčkách. Ve středověku stavěli automaty převážně zruční hodináři hlavně jako mechanické hračky. Hodinový stroj byl představitelem vrcholné řemeslnické zručnosti, mechanické dovednosti a složitosti, který obsahoval řadu důmyslných regulátorů. Jedním z nich je i Staroměstský orloj mistra Jana Hanuše z Růže z roku okolo 1490, ale také různé zvonkohry ve velkých kláštorech jako je zvonkohra v Loretě na Hradčanech od mistra Neumana z roku 1965. [1]

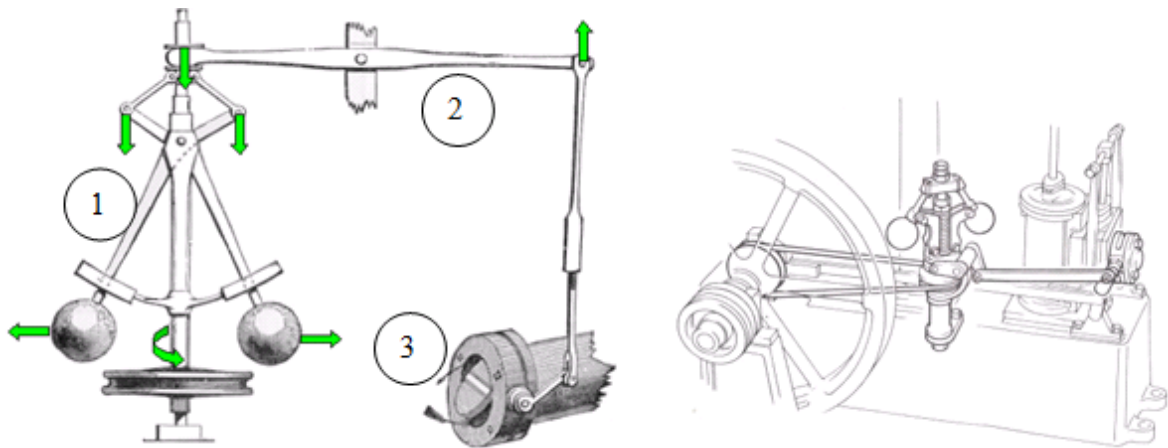
S nástupem novověku se díky potřebám a požadavkům změnila potřeby a pozornost vědců, vynálezců a konstruktérů k řešení automatů, které umožňovaly zvýšení produktivity lidské práce. První známý regulační mechanismus se datuje do roku 270 let př.K., kdy Řek Ktesibios vynalezl plovákový regulátor vodních hodin. [1]

Ve středověku stavěli automaty převážně zruční hodináři hlavně jako mechanické hračky. Za zmínku zde stojí mnohé složité orloje, jejichž mistři dokázali navrhnout a realizovat zařízení, která ukazovala přesný čas, kalendářní data, postavení planet na obloze a prováděla řadu dalších pozoruhodných úkonů. [1]

Klasickým příkladem, jak automatizace pomohla zásadním způsobem zvýšit možnosti parního stroje, je vynález odstředivého regulátoru otáček od anglického mechanika Jamese Watta z roku 1782, viz obrázek 1. Regulátor se skládá se ze dvou závaží, která rotují a jsou poháněna strojem, jehož otáčky mají být regulovány. Čím rychleji tato závaží rotují, tím větší je vlivem odstředivé síly jejich výchylka od svislé osy

¹ Lacko, B., Beneš, P., Maixner, L. a Šmejkal, L. *Automatizace a automatizační technika: Systémové pojetí automatizace*. Vyd. 1. Praha: Computer Press, 2000, x, 97 s. ISBN 80-722-6246-7.

rotace. Uvedené vychýlení je nad jejich ukotvením převedeno na svislý pohyb, který je dále pákou a táhlem převeden k ventilu přivádějícímu páru ke stroji. Tím je realizována mechanická záporná zpětná vazba, která dovoluje působením poměrně malých sil regulovat velmi výkonný stroj. [1], [2]



Obrázek 1: Wattův regulátor otáček parního stroje z roku 1784

Zdroj: [2]

Popis: 1...roztěžník spojený s hřídelem stroje

2...převod výchylky objímky roztěžníku na regulační orgán

3...klapka u přívodu páry

První průmyslová revoluce představovala velký technický a sociálně - ekonomický převrat, vyvolaný a charakterizovaný hromadným zaváděním strojů do výroby. Stále se zdokonalující stroje dokázaly vyrobit několikanásobně větší množství výrobků než rukodělná práce. Blahobyt v podobě automatizace byl brzy vystřídána deziluzí, na kterou jako první ukazovali umělci. Středověká představa Golema, hliněného člověka, kterému do úst vložený kouzelný šém vdechne život nebo divadelní hra R.U.R. od Karla Čapka z roku 1921, níž popsal objevení výroby umělých lidí otcem a synem Rossumovými, kteří je pojmenovali roboty. Roboti nahradí lidskou práci a lidé se mohou věnovat odpočinku a radovánkám. Propuštění dělníci z práce zahájí stávkou a úřady proti nim pošlou vyzbrojené Roboty, kteří nakonec získají vládu nad světem a sprovodí lidstvo ze světa. Největší zásluhou Čapka spočívá v položení celé řady otázek kolem výroby, použití a hlavně zneužití automatů, na něž dodnes hledáme správné odpovědi. [1]

1.2. Základní pojmy

Analýza systému je technickým typem jednoznačné úlohy, kdy na základě znalosti struktury systému zjišťujeme jeho chování.

Proces je posloupnost změn v určitém vymezeném časovém úseku.

Automatizace je proces, kdy technická zařízení využíváme k nahrazení nejen fyzické práce člověkem, ale zejména k nahrazení duševní řídicí činnosti lidí.

Návrh automatizace-popsaný způsob řešení určitého automatizovaného procesu včetně provedení výběru vhodných automatizačních prostředků.

Automatické ovládání je řízení bez zpětné kontroly-bez zpětné vazby. Je charakterizováno přímým otevřeným řetězcem.

Automatické řízení poslušnost předem stanovených zásahů prováděných řídicí soustavou do řízené soustavy za účelem dosažení zadaného cíle.

Zpětná vazba zajišťuje informaci o skutečném chování regulované soustavy, resp. veličiny, aby se případná odchylka způsobená poruchou odstranila, musí se jednat o tzv. zápornou zpětnou vazbu, která působí proti smyslu odchylky skutečné hodnoty regulované veličiny od požadované hodnoty regulované veličiny.

Automatická regulace je základní oblastí automatického řízení, kdy celý regulační obvod má za úkol automaticky regulovat vliv poruchových veličin působících na soustavu jako objekt regulace. Je realizována pomocí speciálních obvodů spojených s technologickým zařízením a zajišťuje dodržování podmínek, za kterých má technologický proces probíhat. Regulace je charakterizována uzavřeným řetězcem se zpětnou vazbou. Regulace je udržování určité fyzikální veličiny na konstantní hodnotě nebo jinak podle nějakého pravidla se měnící hodnotě. Regulace se uskutečňuje v regulačním systému zvaném regulační obvod.

Regulační obvod musí splňovat dva základní úkoly:

- a) umožnit nastavením řídicí veličiny $w(t)$ změnu hodnoty regulované veličiny
- b) eliminovat nežádoucí vliv poruchové veličiny $v(t)$.

Regulovaná veličina její hodnota je výstupem z regulované soustavy a regulací se udržuje na požadované hodnotě a označuje se y (t).

Žádaná hodnota také řídicí veličina, pomocí níž se nastavuje hodnota, kterou má dosahovat regulovaná veličina. Určuje žádanou hodnotu regulované veličiny.

Regulační odchylka vlivem poruchy $v(t)$ dochází ke změně regulované veličiny $y(t)$, která se odchýlí od požadované hodnoty nastavené prostřednictvím řídicí veličiny $w(t)$. Není-li shoda mezi řídicí veličinou $w(t)$ a regulovanou veličinou $y(t)$, vznikne regulační odchylka. A právě tuto odchylku odstraňuje regulátor svým zásahem do regulované soustavy prostřednictvím akční veličiny $u(t)$. Vlivem toho, že v obvodu je záporná zpětná vazba, je zásah regulátoru takového charakteru, že působí zmenšování regulační odchylky. A pokud je regulační odchylka nulová, je regulátor bez funkce a na jeho vstupu je nula.

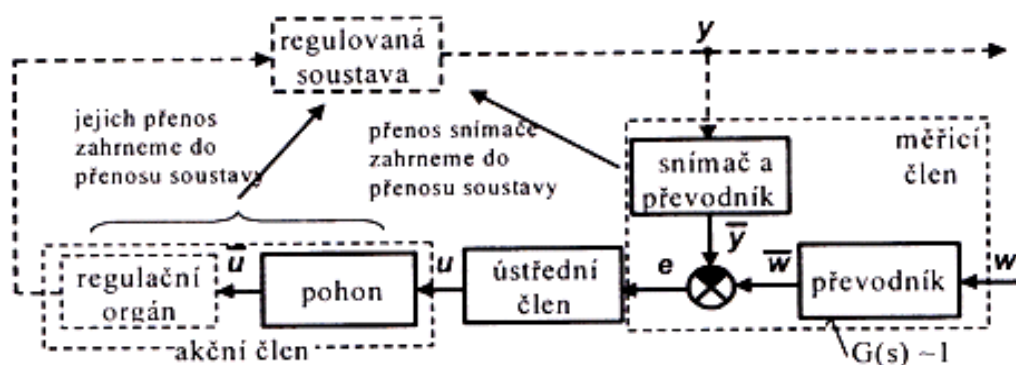
Akční veličina také výstupní veličina regulátoru nebo vstupní veličina regulované soustavy. Akční veličinou se do regulačního procesu zasahuje tak, aby se regulační odchylka udržovala minimální nebo nulová.

Regulátor je zařízení, které provádí regulaci, čili které prostřednictvím akční veličiny působí na regulovanou soustavu tak, aby byla regulovaná veličina udržována na předepsané hodnotě (ve zvláštních případech to nemusí být konstantní hodnota) a regulační odchylka byla nulová nebo co nejmenší. Regulátor tedy zpracovává regulační odchylku jako rozdíl mezi požadovanou hodnotou $w(t)$ a skutečnou hodnotou $y(t)$.

Regulátor se skládá se z několika prvků zapojených v sérii, je jím měřící člen (také čidlo, snímač), ústřední člen a akční člen (pohon, servomotor) podle obrázku 2. *Měřícím členem* zjišťujeme skutečnou hodnotu regulované veličiny, převádíme ji na elektrické napětí a vytváříme regulační odchylku. Měřící člen se skládá ze snímače s převodníkem, z převodníku řídicí veličiny a z porovnávacího členu. Čidlo zjišťuje časový průběh regulované veličiny. Výstupem čidla je signál úměrný regulované veličině, který je jiné fyzikální povahy (proto čidlo s převodníkem, kdy je regulovaná veličina už převedena, a to nejčastěji na elektrické napětí nebo proud). Porovnávací člen provádí odečítání výstupního signálu z čidla od signálu žádané hodnoty regulované veličiny a takto vytvořený rozdíl je regulační odchylka.

Ústřední člen regulátoru zpracovává regulační odchylku, kterou může zesilovat, integrovat nebo derivovat. Ústřední člen má rozhodující vliv na regulační pochod. Jeho vlastnosti můžeme volit a právě při návrhu regulátoru hledáme takový ústřední člen s takovými parametry, které nám zajistí vyhovující vlastnosti celého obvodu.

Akční člen regulátoru se skládá z pohonu a regulačního orgánu. Pohon nebo také servomotor dodává energii regulačnímu orgánu, mění jeho polohu, natočení, otevření apod. Regulační orgán přímo ovládá akční veličinu. U regulačního orgánu požadujeme lineární závislost mezi polohou pohonu a akční veličinou. [1], [3], [4], [5]



Obrázek 2: Schématické uspořádání regulátoru

Zdroj: [3]

2. Analýza technologického procesu

Analyzovaným technologickým procesem je dodávka a regulace plynu pro vysokou krokovou žíhací pec, která je znázorněná v reálném provozu na obrázku 3, v příloze 13 je řez krokovou pecí s popisem jejích jednotlivých částí. Pec o rozměrech 10,6x8,4m je určena k žíhání trubek s maximální teplotu 850°C. Jedná se o pec komorového typu s bočním zavážením a vyvážením vsázky, na jejíž vytápění se využívá zemní plyn. Kroková pec je vybavená automatickou regulací teploty i automatickou regulací tlaku spalovacího vzduchu, která ovládá servomotor regulační klapky na hlavním přívodu vzduchu. Tah a tlak v peci je automaticky regulován regulátorem, kde se nastaví požadována hodnota. Regulátor pak ovládá servopohon regulační klapky. Vysokorychlostní hořáky typu ALO jsou řízeny automatickým systémem s cyklickým ovládním ve čtyřech teplotních zónách celkem s 28 hořáky. [10], [13], [17]

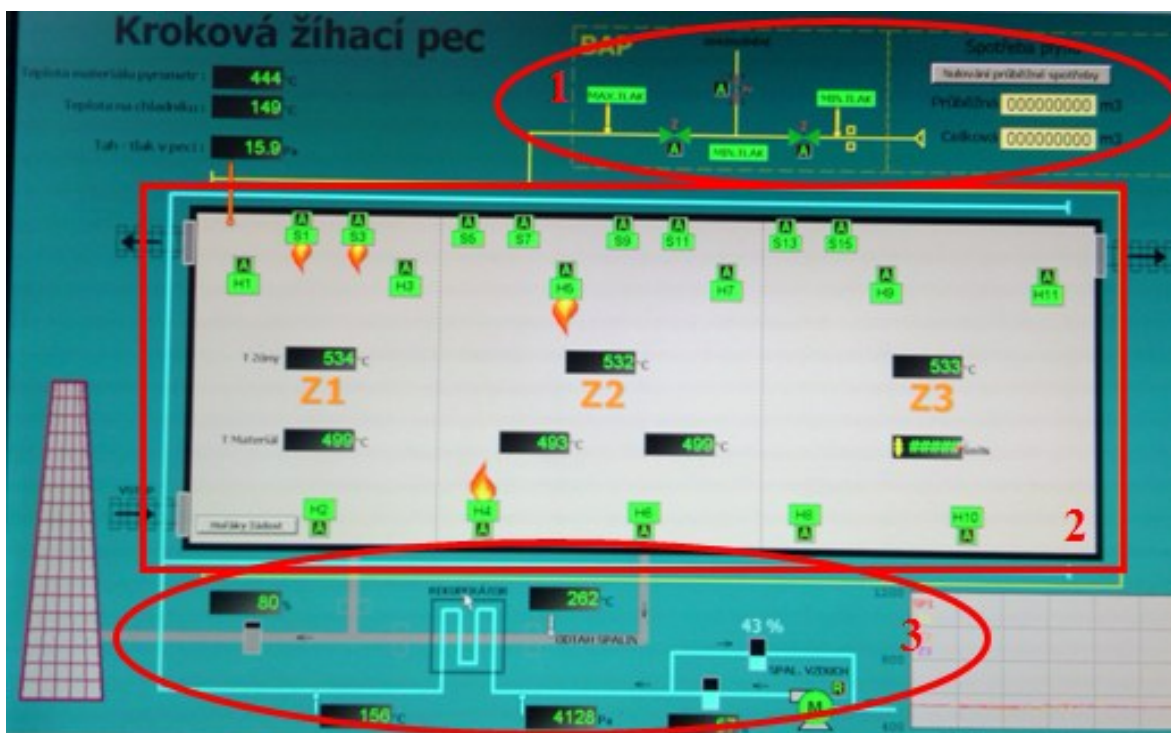


Obrázek 3: Kroková pec v reálném provozu

Zdroj: vlastní zpracování

Schéma krokové pece a v ní probíhající procesy jsou schématicky zobrazeny v reálném provozu na obrázku 4. Jedná se o vizualizaci technologického procesu v prostředí WinCC z dispečerského stanoviště operátora MaR (měření a regulace). Z obrázku jsou patrné tři jakoby samostatné obvody, které se navzájem ovlivňují a doplňují. Jednotlivé obvody jsem na obrázku 4 vyznačila červeně. Obvod 1 je regulace tlaku plynu, který je popsán v kapitole 2.1.2., dále obvod 2 jako regulace teploty na základě regulace

tlaku plynu pro krokovou pec, která je popsána v kapitole 2.2. a poslední obvod 3 jako přehřev vzduchu v rekuperátoru pro rychlejší dosažení požadované teploty v peci, blíže popsany v kapitole 2.3.



Obrázek 4: Vizualizace technologického procesu krokové žhací pece v reálném provozu

Zdroj: vlastní zpracování

Z obrázku 4 je zřejmé, že z pohledu řízení se jedná o typ vlečné regulace. To znamená, že řídicí veličina mění svou hodnotu v závislosti na jiné fyzikální hodnotě a požaduje, aby výstupní regulovaná veličina sledovala tyto změny a podle toho měnila svoji hodnotu. V případě provozu vysoké pece se jedná o regulaci teploty na základě změny přítoku a tlaku přiváděného zemního plynu a jeho následné regulace. V dalších kapitolách se budu zabývat jednotlivými procesy regulacemi a jejich informačními toky, které spolu vytváří výrobní cyklus krokové žhací pece.

2.1. Regulační stanice tlaku plynu

Regulační stanice plynu je komplexním souborem regulačních, zabezpečovacích, měřicích a uzavíracích zařízení, sloužící k zajištění dodávky plynu o požadovaném tlaku a v požadovaném množství pro veřejnou dodávku, nebo pro průmyslové účely. Základní schéma podle něhož probíhá regulace tlaku plynu je na obrázku 5.

Regulační stanice plynu rozdělujeme podle velikosti vstupního tlaku na:

- regulační stanice středotlaké - zajišťují regulaci vstupního středního tlaku plynu (do 0,3MPa) na tlak střední, nebo nízký (0,6-5,0kPa)

- regulační stanice vysokotlaké - zajišťují regulaci vysokého tlaku plynu (0,3 - 4,0 MPa) na tlak vysoký, střední nebo nízký
- regulační stanice plynu pro velmi vysoký tlak - regulaci velmi vysokého tlaku plynu (4,0 - 10,0MPa) na tlak velmi vysoký, vysoký, střední nebo nízký.

Podle pracovního přetlaku se plynovody dělí na:

- nízkotlaké – s pracovním přetlakem do 5kPa
- středotlaké – s pracovním přetlakem do 0,4MPa
- vysokotlaké – s pracovním přetlakem do 1MPa.

Podle počtu regulačních řad dělíme regulační stanice na:

- jednořadé
- dvouřadé (víceřadé).

Podle počtu regulačních stupňů dělíme regulační stanice na:

- jednostupňové
- dvou (více) stupňové.

Podle počtu výstupních potrubí je možno rozdělit regulační stanice na:

- regulační stanice s jedním výstupem
- regulační stanice se dvěma (více) výstupy.

Podle účelu použití rozdělujeme regulační stanice na:

- regulační stanice pro veřejný rozvod
- průmyslové regulační stanice.

V Třineckých železárnách, a.s. na provozu Válcovna trub ve Vítkovicích se jedná o průmyslovou středotlakou regulační stanici, jednořadou, jednostupňovou s jedním výstupem. [7]

2.1.1. Strojní zařízení regulační stanice

Rozsah a složení strojního zařízení regulační stanice je závislé na velikosti vstupního tlaku, požadovaném výstupním tlaku, velikosti a charakteristice odběru a na druhu a jakosti topného plynu. Strojní zařízení regulační stanice zpravidla obsahuje:

- hlavní uzávěr plynu na přívodu do regulační stanice má být umístěn před stavební částí ve vzdálenosti nejvíce 100m od regulační stanice.
- uzávěry - šoupátka, ventily, záslepky nebo kulové uzávěry se osazují na vstupní a výstupní straně regulační řady, mezi jednotlivými regulačními stupni a řadami, na ochozech, odbočkách apod., aby bylo možné uzavírat, popř. odpojovat jednotlivé samostatně regulované větve plynového rozvodu. Na všech uzávěrech musí být jednoznačně zratelná jejich poloha-otevřeno-zavřeno.

- filtry - slouží k zachycení nečistot unášených plynem a chrání tak zabezpečovací a regulační zařízení před poškozením prachem a mechanickými nečistotami. Součástí regulační řady jsou filtry s filtrační vložkou, které se osazují ihned za vstupní šoupátko regulační řady.
- bezpečnostní rychlouzávěry - jsou pojistná zařízení, která musí být seřízená tak, aby při překročení nastavených hodnot okamžitě a spolehlivě přerušil dodávku plynu. Jeho znovuvvedení do provozu se provede ručně.
- regulační armatury - zajišťují regulaci vstupního přetlaku na požadovanou hodnotu výstupního přetlaku. Tato regulace probíhá najednou pomocí jednoho regulátoru, ze středního tlaku na nízký tlak.
- pojistná zařízení na jednotlivých regulačních stupních – regulátor - musí být jističen samostatným pojistným ventilem, jehož úkolem je přepouštět do volného ovzduší případné úniky z regulátoru při nulovém odběru a tím zabránit předčasné činnosti bezpečnostního rychlouzávěru. Pojistné ventily jsou zařízení na ochranu před přetlakem, působí automaticky, bez jakékoliv jiné energie, než je energie látky, které se ochrana týká, zaručuje průtočné množství látky tak, aby nebyl překročen předem určený maximální tlak. Jsou konstruovány tak, aby po poklesu tlaku se opět uzavřely a zabránily dalšímu úniku látky poté, co byly obnoveny běžné podmínky provozu.
- klapka - neboli regulační ventil je jednosměrné zařízení umístěné mezi příruby bez jakéhokoliv těsnění. Klapka svým pohybem otevírá nebo uzavírá průtok potrubím.
- obtoková potrubí - umožňují mimořádný provoz v zájmu zajištění dodávky plynu v době opravy regulační řady, její poruchy nebo mimořádných okolností. Ochozové potrubí musí být opatřeno filtrem a příslušnými uzavíracími a regulačními uzávěry.
- čidlo tlaku plynu - dává impuls zabezpečovacímu zařízení a umísťuje se na potrubí topného plynu právě za uzávěr zabezpečovacího zařízení ve směru toku topného plynu. Při použití regulátoru tlaku plynu, se toto čidlo umístí až za regulátor.
- odvodňovací zařízení - každá větev rozvodu plynu musí být opatřena odvodňovacím zařízením, aby ji bylo možno v nejkratší době zbavit bezpečným způsobem vzduchu nebo dopravovaného plynu. Pro odvodnění rozvodu plynu se odvodňovací uzávěr opatří trubicí vyvedenou mimo budovu střechou nebo boční stěnou, nejméně 2m nad střechu budovy. Vyústění musí být zajištěno proti dešti a zpětnému srážení vytékajícího plynu větrem.
- měřicí zařízení - zajišťuje průběžnou kontrolu funkce regulační stanice a stavu sledovaných hodnot. Musí být instalováno tak, aby měřené hodnoty, které přístroje ukazují byly čitelné z místa obsluhy. Měřicí zařízení se sestává především:
 - a) z přístrojů ukazovacích-tlakoměr vstupního přetlaku
 - tlakoměr výstupního přetlaku
 - tlakoměr na každém regulačním stupni

teploměr na měřidle průtoku plynu

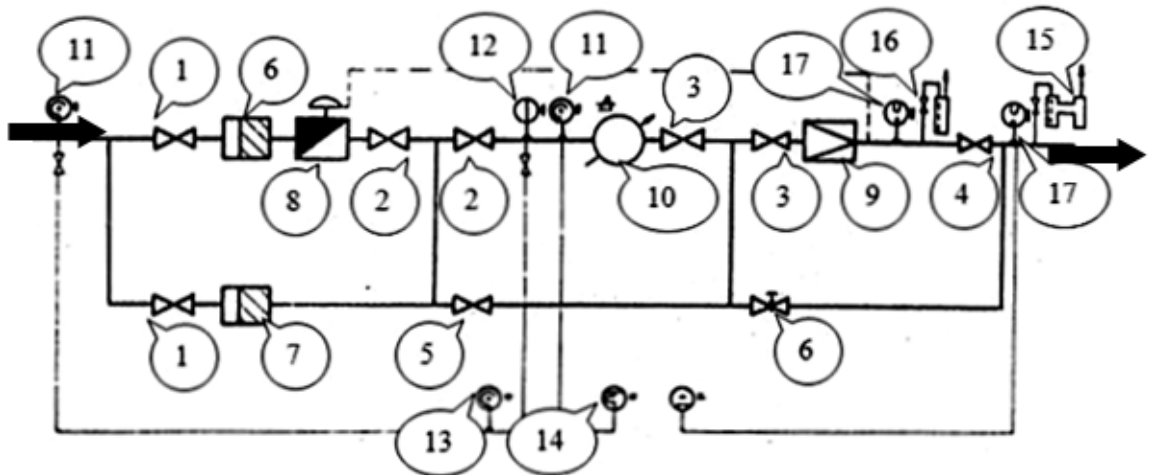
teploměr na výstupu z regulační stanice

b) objemového měřidla průtoku plynu

c) z přístrojů registračních (zapisovacích)-tlakoměr výstupního přetlaku

tlakoměr na měřidle objemu

tlakoměr na mezistupni. [7], [8], [10], [11]



Obrázek 5: Regulace středotlaku na nízkotlak

Zdroj: [7]

1...kulový kohout

2...kulový kohout

3...kulový kohout

4...kulový kohout

5...uzavírací ventil

6...regulační ventil

7...filtr

8...bezpečnostní rychlouzávěr BAP

9...regulátor tlaku

10...plynoměr

11...tlakoměr deformační

12...teploměr

13...tlakoměr registrační

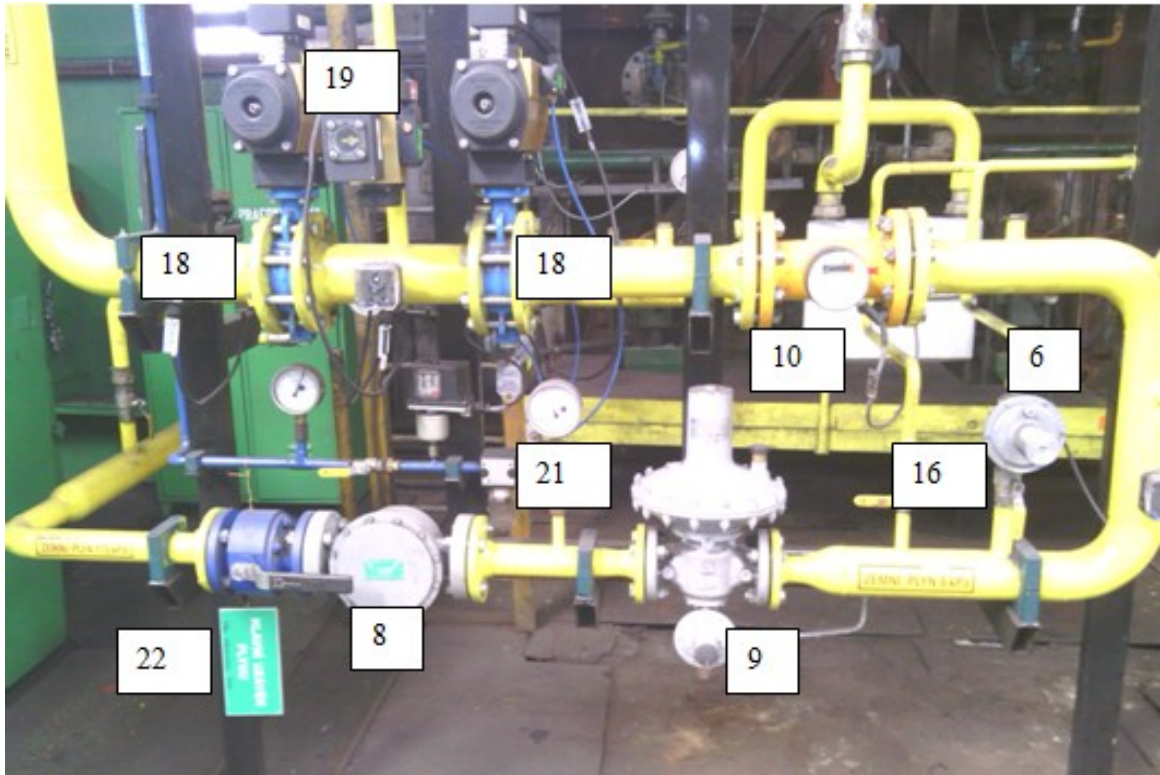
14...teploměr registrační

15...pneumaticko-elektrické odvzdušnění

16...ruční odvzdušnění

17...tlakové snímací čidlo

Na obrázku 5 je základní a všeobecně platné schéma pro průmyslové podniky. Avšak pro podmínky reálného provozu není regulace plynu podmíněná použitím všech zařízení, neboť každý podnik má jinou strukturu výroby a tomu je také regulace plynu přizpůsobená. Na obrázku 6 je regulační stanice plynu ve Vítkovicích v reálném provozu, kde jsou zaznačená hlavní zařízení tohoto procesu.



Obrázek 6: Regulační stanice tlaku plynu v reálném provozu

Zdroj: vlastní zpracování

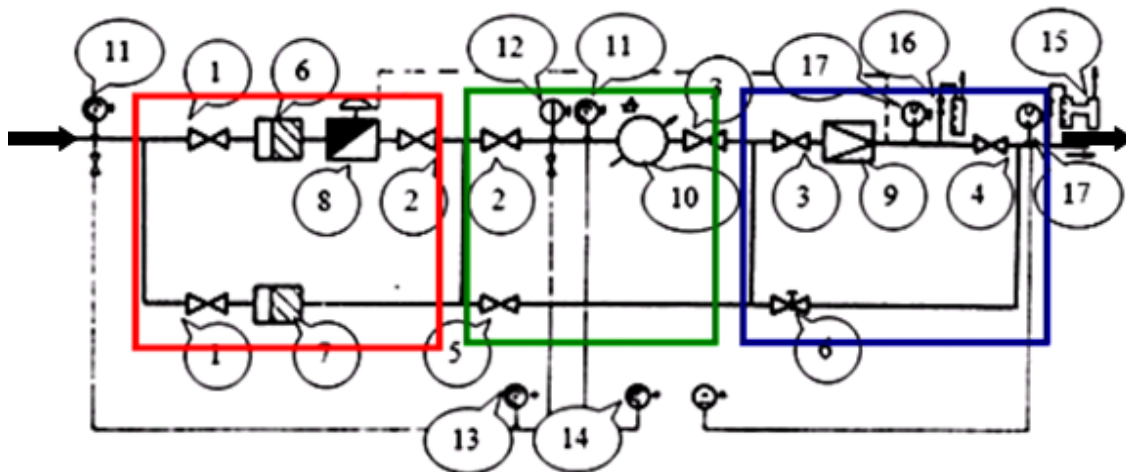
- Popis: 18...elektrické klapky
19...elektrické odvzdušnění
21...manometr se vstupním tlakem 1,6bar
22...HUP

2.1.2. Regulace tlaku plynu

Z veřejné rozvodné sítě je plynovým potrubím přiveden zemní plyn, jehož směr proudění znázorňuje černá šipka na počátku schématu v obrázku 5. Před vstupem do systému je proudící plyn v potrubí změřen tlakoměrem. Počáteční naměřený tlak je 170kPa, který se dále reguluje pro použití krokové pece. Za tlakoměrem je kulový kohout, který umožňuje uzavření a případné odstavení dané větve. Pro případ odstavení je plyn sveden obtokovým potrubím. To umožňuje výměnu, opravu či revizi části regulační stanice za plného provozu bez odstavení krokové žíhací pece.

Pokud je odstávka stanice nutná, musí být po celou dobu odstávky zajištěná nepřetržitá kontrola systému. Je to proto, že v obtokovém potrubí není bezpečnostní rychlouzávěr BAP, který by jinak při normálním chodu systému reagoval na výskyt poruchových veličin. Při výskytu poruchy u odstávky je pracovník dané směny povinen ihned řešit nastalou situaci, provést hlášení a podat zprávu o vzniklé události pro zaevidování do systému. Tento obtok je na obrázku 7 znázorněn červeně.

Plyn proudí přes filtr, kde je zbaven nečistot, pokračuje opět přes kulový kohout, který umožňuje opětovné odstavení a svedení plynu přes obtokové potrubí, které je na obrázku 7 znázorněno zeleně. Pokud není potřeba povést obtok, změří se tlak plynu, jeho teplota a průtok plynu se odečte na plynoměru. Za plynoměrem je další kulový kohout na poslední svedení plynu obtokovým potrubím podle obrázku 7, kde je obtokové potrubí znázorněno modře. Není-li potřeba provést obtok, plyn poteče plyn regulátorem plynu, kde se sníží jeho tlak na maximálně požadovaných 5kPa pro pec. Pro kontrolu je na konci celého procesu snímací tlakové čidlo, které tuto hodnotu sejme.



Obrázek 7: Regulace plynu a jeho případné obtoky

Zdroj: [7]

Elektromagnetické uzavírací ventily

Jedny z nejjednodušších potrubních prvků sloužící k uzavírání či odstavení potrubí za všech běžných provozních i mimoprovozních stavů. Vyznačují se vysokou těsností, jsou vybaveny zpětným sedlem umožňující výměnu ucpávky za provozu při plně otevřeném ventilu. Jejich jediným stavem je poloha, otevřeno nebo zavřeno, která se zobrazí na monitoru tak, že okruh BAP svítí zeleně a hodnoty v plynovém potrubí signalizují MIN. TLAK na vstupu a MAX. TLAK na výstupu. Maximální tlak je zároveň vstupní veličina pro regulaci teploty v peci a jedná se o tlak velikosti 5kPa. Ventil i s popisem je v příloze 1. [17]

Bezpečnostní rychlouzávěr BAP

Membránové bezpečnostní uzávěry dvoustupňové čtyřimpulsní jsou určeny pro ovládání průtoku plyných médií potrubím. Jsou to nepřímocinné (membrána není přímo řízena cívkou, ale tlakem protékajícího plynu) a direktní (2 polohy - otevřeno x zavřeno) ventily bez napětí. Základní technické údaje jsou uvedeny v tabulce 1. [17]

Bezpečnostní rychlouzávěr vypíná při těchto stavech:

- pokles tlaku plynu pod 1000Pa
- pokles tlaku spalovacího vzduchu pod 500Pa

- při stoupenutí výstupního tlaku nad 5500kPa
- výpadku napájení pro kabinu M a R
- výpadku napájení pro danou pec
- výpadku napájení pro pohon valnice v peci
- v případě, že dojde k zastavení valnic v peci
- v případě uvedení v činnost kterékoliv tlačítko “CENTRAL STOP“. [16]

Uvedené stavy při nichž BAP vypíná patří mezi poruchové veličiny v regulaci tlaku plynu. Protože se jedná o informační vazby mezi technologickým procesem a systémem, jsou tyto poruchové veličiny blíže popsány v kapitole 3.1.2.

Opětovné uvedení BAP do provozu je možné pouze ručním nastavením obsluhy pece za těchto podmínek :

- dostatečný tlak plynu
- dostatečný tlak spalovacího vzduchu
- pecní valnice jsou v provozu. [16]

BAP se sestává z hlavního regulačního ventilu A, řídicího regulátoru B a pojistného ventilu tělesa C. Hlavními částmi jsou těleso T, membránová komora N, kuželka K a membrána D. Tento typ ventilu se konstrukčně řešen tak, že prostor nad membránou je zatěžován tlakem plynu od řídicího regulátoru tak, aby byl vyvažován výstupní tlak, který působí pod membránou. Tlak P_c v komoře C působí na membránu D a tlak P_c je vyvažován tlakem na výstupní straně P_v , který působí na membránu D v opačném směru a předpětím pružiny M, které působí na pohyblivé zařízení. Tlak pružiny M se rovná součtu váhy pohyblivého mechanismu a zatížení vyvozeného tlakem 0,025 na membránu D. Princip bezpečnostního rychlouzávěru je v příloze 2. [17][16], [17]

Činitelé ovlivňující rovnováhu:

- a) zvětšení tlaku na vstupní straně
- b) snížení tlaku na vstupní straně
- c) zvětšení odběru plynu
- d) snížení odběru plynu. [17]

Ad a) Zvětšení tlaku P_m způsobí zvětšení množství plynu dodávaného na výstupu, které nyní, protože je větší než spotřeba, povede ke zvětšení výstupního tlaku P_v . Na zvětšení tlaku P_v okamžitě reaguje komora C automatické regulace. Porušením rovnováhy mezi silou pružiny M_s a tlakem na membránu P_v se membrána D1 pohne vzhůru. Od membrány D1 se pohyb přenáší na páku L pomocí dřívku S. Výsledkem je změna poloh ventilů V1 a V2. Ventil V1 se přestaví do polohy “zavřeno“ a uzavře přívod plynu zatímco ventil V2 se přestaví do polohy “otevřeno“ a uvolní průchod plynu z komory C do komory C1 a tedy do potrubí na výstupní straně regulátoru.

Tlak P_c poklesne, takže membrána D a s ní kuželka ventilu se přestaví vzhůru. Výsledným zmenšením užitečného průtočného průřezu se tlak P_v opět ustálí na nastavené hodnotě. [17]

Ad b) V případě zmenšení výstupního tlaku P_v pracuje automatické regulace opačným způsobem. Membrána D1 se přestaví dolů účinkem pružiny M_s , čímž se uzavře ventil V2 a současně se otevře ventil V1, kterým se uvolní přívod plynu do komory C. Jakmile výstupní tlak P_v dosáhne nastavenou hodnotu, vyváží se tlak pružiny M_s tlakem na membránu D1 a páka L zaujme rovnovážnou polohu, ve které minimální změna polohy jedním nebo druhým směrem způsobí přivření nebo pootevření ventilů V1 a V2, čímž se reguluje tlak v komoře C. V případě nutnosti začne pracovat výpustní ventil V_s . [17]

Ad c) a d) Po funkční stránce je zvětšení nebo snížení odběru plynu shodné s předchozími případy, protože zvětšení nebo snížení odběru plynu odpovídá snížení nebo zvýšení tlaku na vstupní straně přístroje. [17]

Tabulka 1: Základní technické údaje BAP

Zdroj: [17]

Pracovní přetlak plynu pro středotlak	minimální 0,05bar (5kPa)
	maximální 0,5bar (50kPa)
Tlaková ztráta (Δp)	viz graf
Maximální četnost spínání	10min ⁻¹
Otevírací doba	do 1 sekundy
Uzavírací doba	do 1 sekundy
Zatížení	trvalé
Teplota média	+2°C až +90°C
Teplota okolí	-40°C až +75°C
Elektrické napětí	230V 50Hz

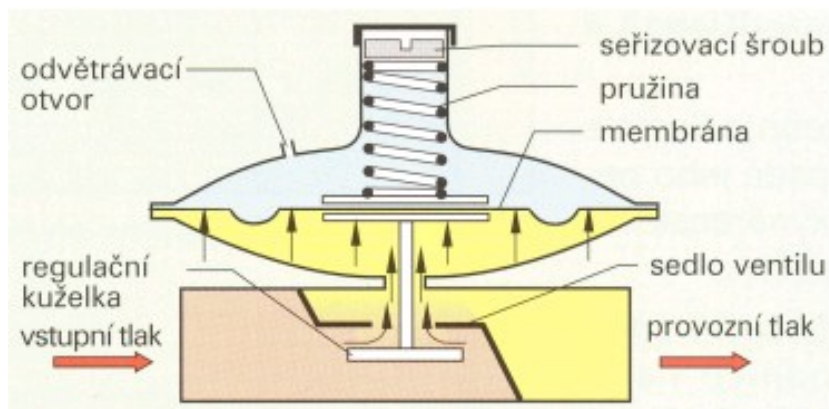
Regulační ventil

Regulační ventily jsou armatury řízené spojitým signálem sloužící k regulaci průtoku a tlaku protékajícího média. Regulačním ventilem ovládaný pojistný ventil je zařízení, které při překročení nastaveného přetlaku automaticky otevře a tím odvede médium mimo chráněné zařízení. Odpouští se většinou do volného prostoru, zemní plyn nad střechu budovy. Regulační ventil je zobrazen v příloze 3. [17]

Regulátor

Pro snížení tlaku plynu a jeho udržování na konstantní výši s dovolenými výchylkami se používají v rozvodech plynu regulátory tlaku. Regulátor tlaku pracuje na principu rovnováhy sil. Princip regulátoru tlaku plynu je znázorněn na obrázku 8. Regulace je založená na přenosu výstupního signálu (tj. tlaku plynu) z výstupního hrdla armatury pod membránou, která řídí průtok plynu sedlem ventilu a výstupní tlak pomocí

páky, táhla a škrťícího uzávěru. Těsné klapky typu PRS se používají v automatických systémech a aplikacích dálkového ovládnání k regulaci průtoku kapalin, par a plynů. Vzhledem k vysoké těsnosti uzávěru je se používají jako regulační klapky s regulací 0 -100% při úhlu otočení 0 - 90°, která je popsána v příloze 4. V příloze 5 je tabulka technických údajů při přezkoušení regulačního zařízení. [10]



Obrázek 8: Princip regulátoru tlaku plynu

Zdroj: [10]

Plynoměr

Těleso obsahuje měřicí komoru obklopenou obvodovým pláštěm a čelními deskami, dva rotační písky otáčející se proti sobě pomocí ozubených převodů a dva kryty pro olejovou lázeň pro převody. Plyn je přiváděn přes aerodynamický usměrňovač proudění k lopatkovému kolu, které je uváděno do rotačního pohybu. Rychlost otáčení je přímo úměrná průtoku měřeného média a počet otáček (jejich součet) je úměrný množství protečeného média. Pohyb lopatkového kola je snímán snímačem a pomocí elektroniky vyhodnocovaný počítačem typu EPP1. Počítadlo zobrazující proteklé množství obsahuje převody na devítimístní číselník a silikagelovou vložku proti zamlžování počítadla. [16]

Stav plynoměru není vybaven konektorem pro dálkový přenos údajů z plynoměru do počítače. To znamená, že každé ráno chodí pracovník opsat stav plynoměru po 24hodinovém provozu krokové pece. Tuto hodnotu pak pracovník zapíše do tabulky spotřeby v počítači a uloží do relační databáze SQL Serveru jako Tabulku spotřeby za příslušný měsíc.

Registrační teploměr

Registrační teploměr ukládá aktuální teplotu do paměti EEPROM v intervalu jedné hodiny. Zařízení je vybaveno zdrojem reálného času (RTC), který zároveň probouzí mikroprocesor ze stavu spánku. Jako teplotní senzor byl zvolen obvod firmy Dallas DS18B20, který má dostatečnou přesnost a komunikuje po 1wire sběrnici. Komunikace s pamětí, hodinami RTC probíhá po sběrnici I2C. Zařízení je vybaveno převodníkem pro USB rozhraní, který se spojí s počítačem PC. [16]

Deformační tlakoměr

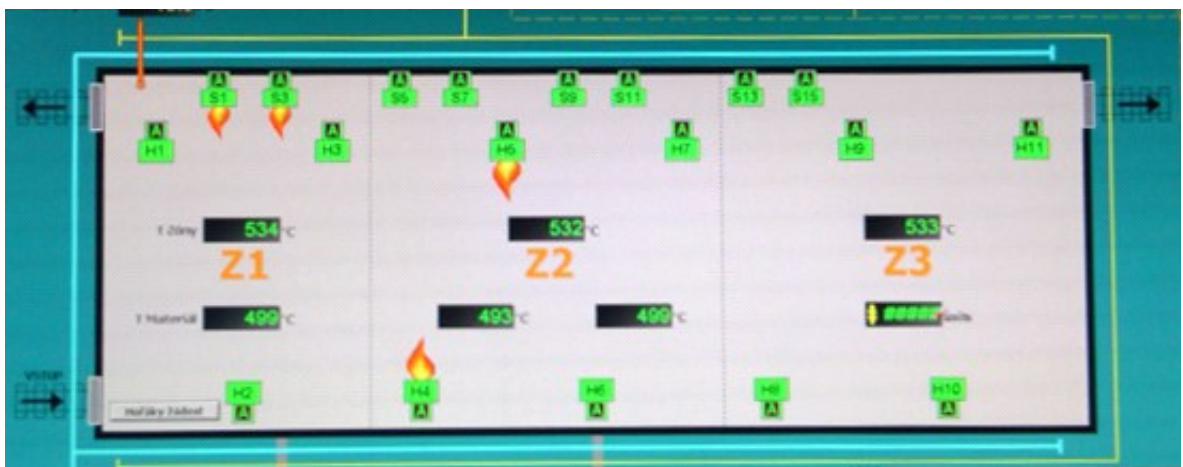
Tlakoměr neboli manometr slouží jako mechanické měřidlo tlaku. Používá se k měření tlaku v rozvodech plynu nebo vzduchu, ale také vody a topení. Měřidla tlaku jsou důležitou součástí všech tlakových systémů a měly by být pravidelně kontrolovány a v případě poškození ihned vyměněny, aby se předešlo poruchám a následným škodám na rozvodech a připojených zařízeních. Pro přesnější měření je použitý membránový tlakoměr. [18], [19]

Funkční princip deformačních tlakoměrů je založen na pružné deformaci a tím na změně geometrického tvaru vhodných tlakoměrných prvků vlivem působení měřeného tlaku. Závislost zdvihu na tlaku je přibližně lineární. [18]

Složení tlakoměru:

- čidlo reagující na příslušný fyzikální děj. Pojmem snímač tlaku se obvykle označuje tlakoměr, který funguje jako automatizační prvek, např. měřicí člen v regulačním obvodu. Citlivou částí snímače, která je v bezprostředním styku s měřeným médiem, je čidlo, např. membrána. Membrány tvoří měřicí prvky inteligentních snímačů tlaku, jsou velmi tenké, mají malý průměr a její deformace lze elektricky snímat. [18]
- indikátor, který chování čidla převádí na děj objektivně pozorovatelný zrakem. Při měření tlaku dochází k deformaci čidla, které se vhodným způsobem přeměňuje na jiný signál, který je vhodný pro další zpracování. Označení převodník tlaku má velmi podobný význam jako snímač tlaku; jde o elektronické zařízení určené k měření tlaku, které je schopno přenést informaci o měřeném tlaku prostřednictvím elektrických signálů k dalším zařízením. [18]

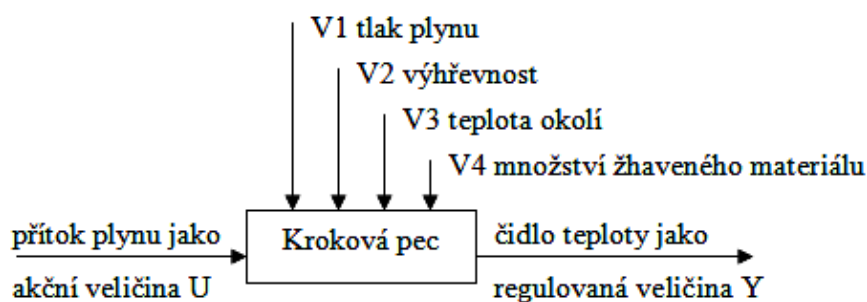
2.2. Regulace teploty vysoké pece



Obrázek 9: Vizualizace teplotních zón krokové žhací pece z MaR v reálném provozu

Zdroj: vlastní zpracování

Po regulaci tlaku plynu, který je potřebný pro vytápění krokové pece, přichází na řadu regulace teploty pece, která je zobrazena na vizualizaci z dispečerského stanoviště MaR na obrázku 9. Průtok plynu je v tomto případě akční veličinou a mezi poruchové veličiny se řadí kolísání tlaku plynu, výhřevnost, změna teploty okolí a kolísání odběru tepla z pece. Úkolem je tedy udržovat konstantní teplotu plynem ve vyhřívané peci. Tento regulační pochod je schématicky zobrazen na obrázku 10. [17]



Obrázek 10: Regulovaná soustava s regulací teploty krokové pece

Zdroj: [18]

Pec je vybavena automatickou regulací teploty. Vysokorychlostní hořáky typu ALO jsou řízeny automatickým systémem s cyklickým ovládáním ve čtyřech zónách. Kroková pec je osazena celkem 28 hořáky, jejichž rozdělení do teplotních zón je následující:

1. zóna - levá stěna nad vsázkou – 10 hořáků
2. zóna – levá stěna pod vsázkou – 4 hořáky
3. zóna – pravá stěna nad vsázkou – 10 hořáků
4. zóna – pravá stěna pod vsázkou – 4 hořáky. [17]

Regulace teploty se pak provede buď signálem od regulátoru teploty nebo od slaboproudého signálu cyklického ovládání a to otevřením nebo uzavřením pouze uzavíracího orgánu vzduchu. Na základě změny přetlaku vzduchu v obchvatovém potrubí reguluje rovnotlaký regulátor průchod plynu do hořáku. Tato regulace je znázorněna schématem v příloze 8. [17]

Automatická regulace je prováděná pro každou zónu samostatně. Každý regulátor má počet výstupů upraven podle počtu hořáků dané zóny. Toto zařízení dává signál stykačům, které ovládají ELHY zavírací regulační klapku spalovacího vzduchu před hořáky. Při plném otevření vzduchové klapky pracuje hořák na plný plyn a opačně. Přívod plynu do hořáku je regulován automatickým mechanickým rovnotlakým regulátorem GIB, který je zabudován v plynovém potrubí před každým hořákem a otevírá se podle tlaku spalovacího vzduchu před hořákem. Rovnotlaký regulátor GIB je zabudován v plynovém potrubí před každým hořákem a otevírá přívod plynu v závislosti na tlaku spalovacího vzduchu před hořákem. Velikost minimálního příkonu je dána tryskou v obchvatu regulátoru GIB a nastavením škrťacího ventilu v obchvatu regulační klapky vzduchu. Hořáky jsou regulátorem spínány cyklicky, doba provozu na MAXIMUM-IMPULS a doba

provozu na MINIMUM-POMLKA. Hořáky jsou řízeny regulátorem a jsou závislé na potřebném tepelném příkonu pro udržení žádané teploty v peci. [17]

Zapalování a hlídání plamene včetně signalizace poruchy a provozu hořáků je elektrické a slouží k němu zapalovače umístěné na stěně pece poblíž každého hořáku, které jsou propojené se zapalovacími elektrodami hořáků vysokonapětovým kabelem. Vysokorychlostní hořák je znázorněn v příloze 7. Pro hlídání slouží hlídače plamene, které jsou umístěny ve třetím a čtvrtém poli rozvaděče. Před zapalováním je nutno vždy pec provětrat. Přepnutím ovladačů v polích 3 a 4 rozvaděče do polohy “Provětrání“ se otevrou klapky na přívodu vzduchu a tím je možno při spuštěném ventilátoru provětrání pece. Ventilátor se ovládá tlačítky na dveřích rozvaděče a jeho chod signalizuje signálka. Jistící a spínací prvky jsou umístěny v silnoproudém rozvaděči. Teplota v peci a odtahovém kanále je ukazována a zapisována ve společném zapisovači, který je umístěn v rozvaděči. Teplota v peci je snímána pyrometry, které jsou na obrázku 9 označeny jako S s příslušným indexem, a její maximální hodnota nebo překročení jsou signalizovány signálními žárovkami a houkačkou v panelu měření a regulace. Tento panel je zobrazen v příloze 6. [17]

Regulace hořáku “MAX-MIN-0“. Nastavení minimálního příkonu hořáku se určí tryskou v obchvatu rovnotlakého regulátoru podle obrázku z přílohy 6 pro plyn s nastavením ručního regulačního orgánu v obchvatu vzduchu. Stisknutím tlačítka na zapalovači hořáku, tlačítkem pro zapálení umístěném na rozvaděči nebo programátorem (program uložený v počítači na centrálním dispečinku, odkud se sleduje, zadávají nebo kontrolují probíhající procesy) se sepne v hlídacím zařízení startovací relé, které otevře uzavírací orgán v přívodu plynu a začne zapalování hořáku na minimální příkon trvajícím 3 sekundy. Toto relé zůstává ještě sepnuto maximálně 2 sekundy po rozepnutí signálu startu. Po odpadnutí startovacího relé se rozsvítí signálka “PROVOZ“. Vypnutím hořáku tlačítkem “STOP“ nebo programátorem zhasne signálka “PROVOZ“, zruší se kontrola plamene a uzavře se uzavírací orgán plynu. [17]

Plynové pece musí být vybaveny zabezpečovacím zařízením takové konstrukce, aby se automaticky uzavřel přívod topného plynu do všech hořáků pece v těchto případech:

- a) při poklesu přetlaku topného plynu pod přípustnou mez,
- b) při poklesu přetlaku spalovacího vzduchu pod přípustnou mez,
- c) při stoupnutí přetlaku topného plynu nad přípustnou mez,
- d) při stoupnutí přetlaku spalovacího vzduchu nad přípustnou mez,
- e) že není zajištěn dostatečný umělý odtah nebo cirkulace spalin. [17]

Zabezpečovací zařízení nesmí při opětovném správném nastavení přetlaku topného plynu nebo vzduchu či opětovného dostatečného umělého odtahu nebo cirkulace spalin samočinně otevřít přívod plynu. Čidlo tlaku plynu dávající impuls zabezpečovacímu

zařízení se umísťuje na potrubí topného plynu vždy za uzávěr zabezpečovacího zařízení ve směru toku topného plynu. Je-li v rozvodu plynu zařazen regulátor tlaku plynu, je nutno umístit toto čidlo až za regulátor tlaku ve směru toku plynu. Otevření přívodu topného plynu může provést pouze obsluha pece a to po předchozí kontrole zařízení. Nezbytnou podmínkou v tomto případě je však trvalá obsluha pece. Takové signalizační zařízení musí být světelné i zvukové a musí být napájeno z vlastního zdroje, aby byly vyloučeny zásahy nepovolaných osob. [10]

Ovládání regulátoru

Čelní panel regulátoru obsahuje spodní a horní řadu tlačítek. Každému tlačítku přísluší podle významu jedna nebo dvě signálky. Tlačítka ve spodní řadě nastavujeme parametry řízení a konstanty regulátoru, horní řadou tlačítek způsob regulace, režim nastavení a měřenou veličinu. Regulátor je možné používat v automatickém i ručním řízení. Jednotlivé způsoby se předvolí tlačítkem “AUT”/“MAN” (automaticky/manuálně) na předním panelu jednotky regulátoru. V automatickém řízení se navíc volí způsob zadávání požadované teploty. [17]

Ve stavu “LOC” (local) je teplota zadávána jako jeden z parametrů regulátoru. Po stisknutí tlačítka “SET” ve stavu “REM” (remote) je teplota zadávána jako parametr z externího programátoru teploty (program uložený v počítači na dispečerském stanovišti MaR, odkud se sleduje a kontroluje probíhající proces). Automatický způsob “AUT” se využívá k řízení signálu zpětné vazby do regulátoru, který podává informace o teplotě v peci. V režimu “LOC” se signál zpětné vazby z termočlánku porovnává s žádanou hodnotou teploty “W” jako pevně nastavenou jako parametr regulátoru tlačítky na čelním panelu. Výstupem regulátoru je veličina úměrná velikosti regulační odchylky, stanovené jako rozdíl velikostí skutečné a žádané teploty. Podle velikosti regulační odchylky se mění výstup regulátoru a způsob cyklování jednotlivých hořáků prostřednictvím hlídacích zařízení. [17]

V režimu “REM” se nastavení žádané hodnoty teploty pro regulátor může libovolně měnit externím programátorem teploty. Při automatickém způsobu regulace “AUT” se uplatní a má smysl nastavovat parametry řízení “TYPE” jako T, K, Ti, Td a Be. Parametr “W” se uplatní pouze v režimu “LOC”, kdy regulujeme podle námi zvolené hodnoty a ne hodnoty zadávané externím programátorem “REM”. [17]

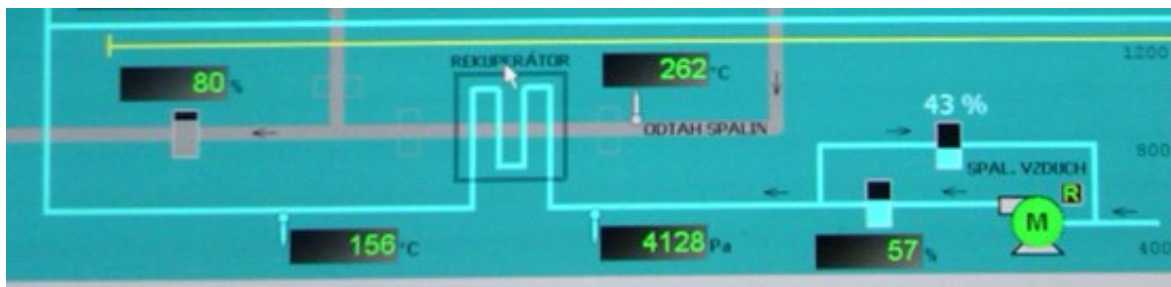
Ruční způsob “MAN” nevyužívá k řízení signál zpětné vazby z termočlánků. Výstupem regulátoru je přímo žádaná velikost hodnoty topného výkonu “V” nastavovaný jako parametr tlačítky na čelním panelu. Podle nastavené velikosti výkonu se mění způsob cyklování jednotlivých hořáků prostřednictvím hlídacích zařízení. Tímto způsobem je možné měnit topný výkon pece a tím i teplotu v peci. Proto se při tomto způsobu regulace nastaví pouze parametr “V” a ostatní parametry se neuplatňují. [17]

V praxi se doporučuje nastavit všechny parametry, aby při náhodném přepnutí mezi způsoby regulace "AUT" a "MAN" nedocházelo k neočekávaným jevům. Regulátor si nastavené parametry pamatuje i po vypnutí napájecího napětí a znovu zapnutí regulátoru. Výstupy z regulátoru jsou přivedeny do hlídacího zařízení jehož prostřednictvím jsou ovládány hořáky pece. [17]

Jednotlivě nastavované parametry

- W je požadována teplota, která se nastaví ve °C v rozsahu 0-1200. Na displeji se zobrazí jako . . 0000-1200. Parametr se uplatní při způsobu regulace "AUT" v režimu "LOC". [16]
- V je požadovaný výkon, který se nastaví v % v rozsahu 0-100. Na displeji se zobrazí jako . . 0001-0100. Parametr se uplatní při způsobu regulace "MAN". [16]
- TYPE je požadovaný zákon řízení, který se nastaví čísly 2-8. Na displeji se zobrazí jako 0002-0008. Čísla 2 až 8 představují tzv. polohový zákon řízení. Volí se jím typy regulátoru I, P, PI, PD, PID, RG 1 a RG 2. Parametr se uplatní při způsobu regulace "AUT" v režimu "LOC" i "REM". [16]
- T je perioda vzorkování, která se nastaví v rozsahu 0,1-200sec. Na displeji se zobrazí jako 0001-02000. Parametr se uplatní při způsobu regulace "AUT", "LOC" i "REM". [16]
- K je zesílení proporcionální složky P regulátoru, které se nastavuje v rozsahu 0,001-2,000. Na displeji se zobrazí jako 0001-2000. Parametr se uplatní při způsobu regulace "AUT" v režimu "LOC" i "REM" a za předpokladu zvolení vhodného zákona řízení obsahujícím proporcionální složku P. [16]
- Ti je nastavení integrační složky I regulátoru, který se nastaví v rozsahu 1-2000sec. Na displeji se zobrazí jako 0001-2000. Parametr se uplatní při způsobu regulace "AUT" v režimu "LOC" i "REM" a za předpokladu zvolení vhodného zákona řízení obsahujícím integrační složku I. [16]
- Td je nastavení derivační složky regulátoru, který se nastaví v rozsahu 1-2000sec. Na displeji se zobrazí jako 0001-2000. Parametr se uplatní při způsobu regulace "AUT" v režimu "LOC" i "REM" a za předpokladu zvolení vhodného zákona řízení obsahujícím integrační složku D. [16]
- Be je nastavení mezí regulační odchylky od žádané teploty, která se nastaví ve °C v rozsahu 0-1200. Na displeji se zobrazí jako . . 0000-1200. Parametr se uplatní při způsobu regulace ve °C v rozsahu 0-1200. Na displeji se zobrazí jako . . 0000-1200. Parametr se uplatní při způsobu regulace "AUT" v režimu "LOC" i "REM". Při překročení meze nastavení regulační odchylky v kladném i záporném smyslu se rozsvítí signálka ALARM E. [16]

2.3. Předehřev vzduchu v rekuperátoru



Obrázek 11: Vizualizace předehřevu vzduchu v rekuperátoru z MaR v reálném provozu

Zdroj: vlastní zpracování

K dosažení požadované teploty v krokové peci pro ohřev materiálů v co nejkratším časovém úseku je prováděn předehřev vzduchu v rekuperátoru. Princip předehřevu je znázorněn na obrázku 11 z dispečerského stanoviště MaR. Rekuperátor je tepelný výměník, který odebírá odpadní teplo spalinám a přivádí jej stlačenému vzduchu před jeho vstupem do spalovací komory. To má za následek pokles spotřeby paliva (nárůst účinnosti), neboť již není zapotřebí tolik paliva k ohřátí vzduchu na požadovanou teplotu pro ohřev materiálu.

Dnem pece je proveden odvod spalin šesti otvory, které ústí pod pecí do tří sběrných kanálů. V každém kanále je umístěná ručně ovládaná klapka k seřízení rovnoměrné atmosféry v peci. Tři sběrné kanály jsou napojeny do odtahového kanálu vedoucího kolem pece do komína. V tomto kanále je umístěná šachtička s dvěma pyrometry, za ní je vstupní kontrolní šachta dále trubkový smyčkový rekuperátor, který ohřívá spalovací vzduch z ventilátoru umístěném v podzemní kobce. [17]

Za rekuperátorem je zabudována kouřová klapa, která je ovládána dálkově servopohonem. Potrubí spalovacího vzduchu je od rekuperátoru až po hořáky tepelně izolováno. Potrubí rozvodu plynu je opatřeno uzavíracími a zabezpečovacími orgány a je zavěšené kolem horní části pece. Hořáky jsou vybaveny elektrickým zapalováním a hlídáním plamene. Okruh plynového potrubí je opatřen odvzdušňovacím potrubím, které je vyvedeno na střechní budovy. Dvířka umístěná ve výšce nístěje slouží ke kontrole pecního prostoru a průchodu vsázky pece. [17]

Kroková pec je vybavená automatickou regulací tlaku spalovacího vzduchu, která ovládá servomotor regulační klapky na hlavním přívodu vzduchu. Poloha klapky je v % ukazována na rozvaděči. Tah a tlak v peci je automaticky regulován regulátorem, kde se nastaví požadovaná hodnota. Regulátor pak ovládá servopohon regulační klapky, která je umístěná za rekuperátorem v kouřovém kanále. Poloha otevření klapky a teploty horkého spalovacího vzduchu je poté ukazována na přístroji v rozvaděči. [17]

2.4. Průmyslové plynovody versus větrná síť

Plynovody v průmyslových závodech zajišťující rozvod plynu z veřejného plynovodu tvoří rozsáhlou plynovodní síť a jsou složitým a technicky náročným plynovým zařízením, jehož provoz a údržba klade vysoké nároky na kvalifikaci. Tlaková ztráta se volí tak, aby byl vždy zajištěn požadovaný minimální tlak plynu před spotřebiči, případně před spotřebičovými (regulátor zajišťující konstantní tlak plynu před plynovým spotřebičem) nebo plynoměrovými regulátory (regulátor instalovaný za účelem zajištění konstantního tlaku plynu před plynoměrem a ve spotřebním rozvodu). [9], [11], [12]

Tyto průmyslové plynovody se chovají podobně jako větrný systém dolu. Než se plyn dostane ke spotřebiteli, musí projít systémem sběrných plynovodů do úpraven, kde se zbavuje nežádoucích látek (voda, síra, prach atd.), a odtud se dále přepravuje prostřednictvím vysokotlakých plynovodů k odběrnému místu, kde je nutné upravit regulátorem tlak plyn v regulačních stanicích. Tyto plynovody pak nazýváme větvemi sítě a jako celek tvoří rozvodnou neboli svodnou síť. Aby v sítích “něco” proudilo, musíme vyvolat mezi konci sítě rozdíl potenciálu, což činíme elektrickým generátorem, čerpadlem nebo ventilátorem. [14]

Při použití lineární analýzy považujeme větrná síť plynovodu za tok od zdroje ke spotřebiči. Zdroje objemového průtoku a tlakového rozdílu jsou pojímány explicitně jako přípoje z vnějšího světa. Údaje, které mohou být pokládány za vnější průtok do nebo z uzlu, např.: známý celkový objemový průtok dolu, větev s požadovaným pevným objemovým průtokem, umožňují vypustit danou větev ze sítě, což vede ke zjednodušení sítě. Větrná síť plynovodu je graf, který se skládá z n větví a m uzlů. V takovém grafu lze určit jeho kostru, která obsahuje přesně $(m-1)$ větví a která v síti definuje tzv. fundamentální systém smyček. K popisu matematického modelu metody řešení použijeme maticových rovnic. Konfigurace sítě bude určena pomocí upravené základní incidenční matice $B(m, n)$, z níž vypouštíme řádek odpovídající poslednímu uzlu sítě, takže nadále budeme pracovat s maticí $B'(m-1, n)$ a maticí fundamentálních smyček. [15]

3. Struktura informačního systému

Funkční struktura technického systému vyjadřuje průběh hmotových, energetických a informačních toků mezi dílčími funkcemi systému a její uspořádání je odvozeno z technologie technického procesu, jehož operace jsou technickým systémem zabezpečovány. [13]

Orgánová struktura technického systému vyjadřuje vazby mezi jednotlivými moduly (označovanými také jako orgány) systému, které realizují jednotlivé dílčí funkce. Orgánová struktura, jejíž výchozí představa odpovídá schematickému modelu technického systému - technický systém je tvořen orgány pracovními (transformačními), pomocnými, pohonnými, řídicími a příp. spojovacími - je odvozena z představy funkční struktury při přidělení vhodných technických prvků jako zdrojů provádění funkcí systému. [13]

Hardwarové a softwarové zabezpečení vazeb informačního systému na technologický proces je následující:

Řídicí systém Allen-Bradley

K řízení technologického procesu v Třineckých železárnách se používá řídicí systém Allen Bradley, který obsahuje PLC Simatic řady S7, panel operátora s barevným displejem a zařízení do sítě LAN. Systém se vyznačuje obrovskou modularitou a možností kombinovat jednotlivé prvky napříč modelovými řadami a díky propojitelnosti na fieldbus sítě i se staršími, nebo již nepodporovanými modely zařízení. Díky koncepci komunikace lze mezi sebou systémy propojovat a vytvářet tak velmi rozsáhlé systémy s centrální správou, šetřící náklady na údržbu a provoz. Obrovskou výhodou je možnost začlenit do systémů i další prvky pro ovládání pohonů (elektronické tepelné ochrany motorů, frekvenční měniče aj.) a signalizaci (od signálek, přes jednoduché světelné displeje až po rozsáhlé vizualizační aplikace) od stejného výrobce a dosáhnout tak jednoduché implementace s celou řadou výhod přinášejících ve výsledku obrovské úspory času a financí. [13]

PLC Simatic S7-400

Systémy SIMATIC jsou známy především svojí spolehlivostí a robustností a jsou stabilním prvkem nejrůznějších technologií. Z celkové koncepce integrované automatizace s mnoha referenčními aplikacemi poskytuje univerzální automatizační platformu pro systémová řešení s hlavním důrazem na výrobní technologii. Paměťové karty MMC (Micro Memory Card), fungující jako programové a datové paměti, nepotřebují zálohovací baterii a částečně tedy snižují náklady na údržbu. Na MMC lze uložit celý projekt včetně symboliky a komentářů, což umožňuje snazší údržbu. [13]

STEP 7

STEP 7 obsahuje SIMATIC Manager, centrální nástroj pro kompletní obsluhu všech dílčích softwarových nástrojů daného projektu. To se týká nejen samostatných CPU, ale i celých provozů bez ohledu na to z kolika automatů, pohonů a operátorských rozhraní se dané řešení skládá. Dále zajišťuje udržení konzistence dat celého projektu. STEP 7 obsahuje jak hardwarovou konfiguraci provozu, tak i parametrizaci jednotlivých modulů. Také v sobě integruje tři základní programovací jazyky: instrukce (STL), kontaktní schéma (LAD) a funkční bloky (FBD). STEP 7 umožňuje uložení jakýchkoliv dat do CPU, např. pro potřeby servisu či aktualizace systému. Pro pracovníka servisu jsou přístupné nejen běžící programy, ale i celý projekt včetně symboliky a komentářů. [13]

Vizualizační software

Samotný hardware by nemohl fungovat bez kvalitního software. Vizualizace technologického procesu je v prostředí WinCC Open Architecture (OA) od firmy Siemens divize I IA&DT, který je určen pro rozsáhlé SCADA aplikace. [13]

WinCC je vybudováno na relační databázi (Microsoft SQL Server), v níž jsou uložena konfigurační i archivní data. Relační databáze SQL Server plně zabezpečuje možnost dlouhodobého archivování požadovaných hodnot. Systém umožňuje záložní archivaci na vybrané médium s volbou zpětného vložení do WinCC. Tato koncepce umožňuje přístup ke zmíněným datům metodami ODBC (Open Data-Base Connectivity), SQL (Structured Query Language). Aplikace běžící paralelně s WinCC, např. MS Excel, mohou spolupracovat na datech prostřednictvím DDE (Dynamic Data Exchange), OLE (Object Linking and Embedding) a OPC. Svou otevřeností je systém WinCC připraven na komunikační propojení s vnitropodnikovými systémy (např. systém SAP – hlavní podnikový informační systém typu ERP, který díky svojí otevřenosti umožňuje snadnou integraci s dalšími aplikacemi nebo moduly, prostřednictvím vlastních rozhraní a integračních nástrojů). [13]

Z hlediska současných požadavků odpovídá systém WinCC standardu FDA 21 CFR, který vyžaduje důslednou archivaci všech operátorských zásahů v běžící aplikaci WinCC. Nezbytnou součástí aplikace je systém správy jednotlivých operátorů a jejich přístupových práv. Tento systém je možno ovládat z centrální stanice, čímž je zajištěna nejvyšší ochrana nastavených hodnot. Pokud to okolnosti vyžadují je možno archivovat i projekční změny vlastní WinCC aplikace. [13]

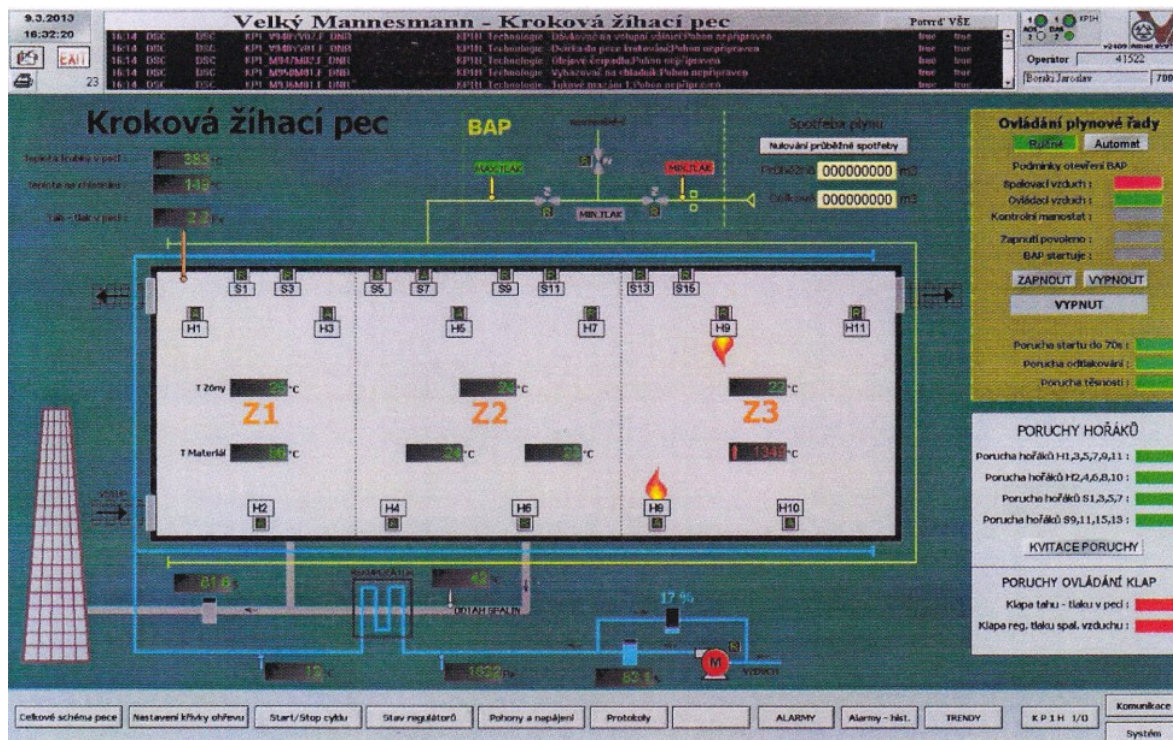
Ovládání aplikace

Snímky se skládají ze statické a dynamické části. Statická část je neměnná a slouží pouze pro lepší znázornění technologie. Vlastní zobrazení stavu technologie je dynamickou částí. Ta je složena z jednotlivých objektů, které mohou měnit barvu, tvar,

polohu, viditelnost, apod. v závislosti na stavu procesu. Pomocí aktivních objektů je možno také zadávat hodnoty a povely systému. Takový objekt se orámuje, když na něj najede kurzor a po kliknutí na něj se vykoná požadovaná akce. Jde-li o zadání číselné hodnoty, po kliknutí se vykreslí pole pro zápis hodnoty. Hodnotu je nutno po zapsání potvrdit stiskem klávesy „Enter“, kliknutím mimo pole nebo stiskem klávesy „Esc“ se změny zruší a v platnosti zůstává původní hodnota. [13]

3.1. Vazby v informačním systému

Na informační vazby, které probíhají v technologickém procesu regulace tlaku plynu pro krokovou pec je nahlíženo pouze z uživatelského pohledu. Na obrázku 12 je vizualizace v prostředí WinCC Open Architecture. Obrazovka je rozdělena horizontálně na tři části. V horní části zvané „Panel“ se zobrazují názvy snímků, aktuální alarmy, datum a čas, stav serverů, umožňuje přihlášení operátora a ukončení aplikace. Pod panelem se nachází vlastní snímek s technologickým schématem. Ve spodní části obrazovky pod technologickým snímkem je zobrazena sada tlačítek pro přepínání se mezi snímky zvaná „Přepínač“. Dále se v aplikaci vyskytují „pop-up“ okna, tj. okna která jsou vždy v popředí. Obvykle jsou v nich doplňující informace k vybranému objektu, (zobrazí se např. po kliknutí na analogovou hodnotu, pohon, ventil, apod.), nebo se prostřednictvím nich uskutečňuje výběr. [13]



Obrázek 12: Popis HMI vizualizace
Zdroj: vlastní zpracování

3.1.1. Vizualizace krokové pece

Zabezpečení aplikace-přístupová práva

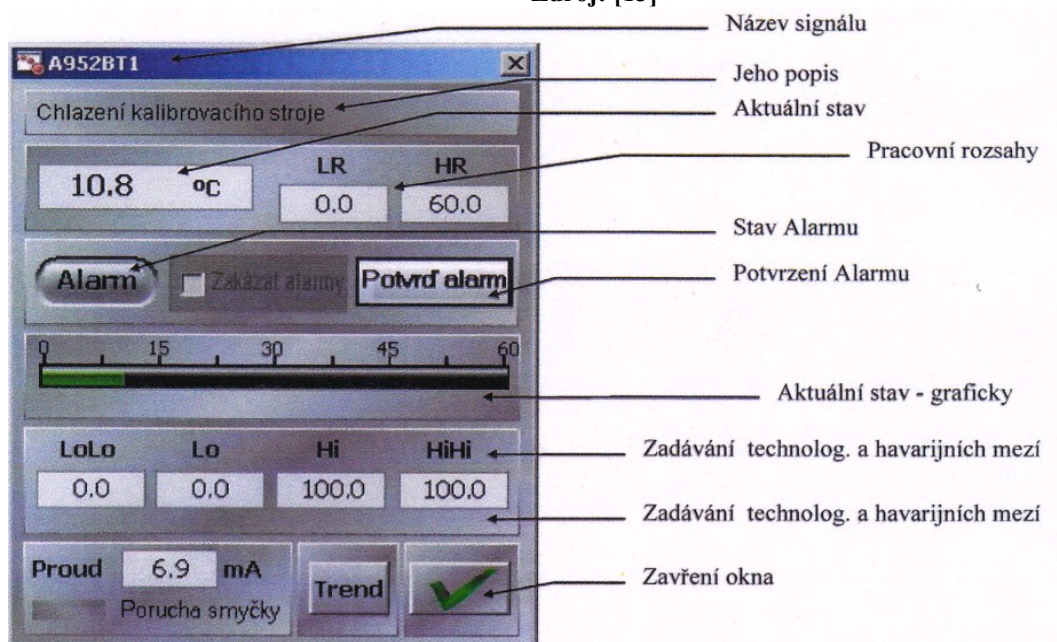
Pro zabezpečení aplikace před nepovolaným zásahem, identifikaci operátora, který potvrdil daný alarm a podobně je vyžadováno přihlášení se operátora do systému jménem a heslem. Jsou zde čtyři úrovně oprávnění pro přihlášení:

- 0 žádné pouze prohlížení technologie
- 1-4999 operátor sledování a řízení technologie, potvrzování alarmů
- 5000-7999 technolog změny alarmových mezí, ukončení aplikace
- 9000-9999 administrátor změny, vytváření a rušení aplikací uživatelů. [13]

Způsob zobrazení a zadávání analogových veličin

Když změna dané položky není povolena, vybarví se šedě. Při překročení mezních hodnot Lo a Hi se okno vybarví žlutou barvou. Při překročení mezních hodnot LoLo a HiHi se okno vybarví červenou barvou. Popis dialogového okna pro zadávání analogových veličin v reálném provozu je vysvětlen v tabulce 2. Generování alarmů je možno povolit/zakázat kliknutím do pole „zakázat alarmy“. Tlačítkem „Potvrď“ je možno potvrdit příslušný alarm. Tato akce má stejný účinek jako potvrzení alarmu v horním panelu nebo obrazovce „Alarmy“. Tyto poruchové veličiny se ukládají jako záznamy do relační databáze SQL Serveru a jsou uchovávány i po ukončení programu pro jejich případné dohledání. [13]

Tabulka 2: Zobrazení a zadávání analogových veličin
Zdroj: [13]

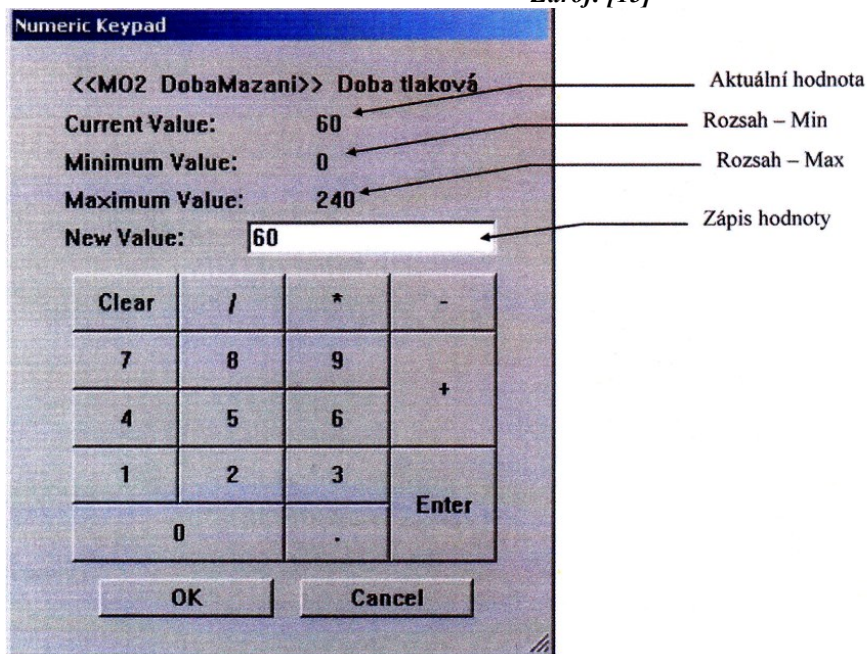


Způsoby zobrazení a zadávání parametrů

Parametry se zobrazují podobně jako analogové hodnoty a zadávají se přímo po kliknutí na hodnotu. Na rozdíl od měřených hodnot je zobrazení zadávaných hodnot v šedém rámečku. Ručně zadávané parametry se nemusí ukládat, neboť systém je vybaven automatickým programátorem. To znamená, že při volbě “AUT“ je program s přednastavenými hodnotami pro spuštění technologického procesu vyvolán z SQL serveru, kde je uložen. Způsob zobrazení a zadávání parametrů je zobrazen v tabulce 3. [13]

Tabulka 3: Zobrazení a zadávání parametrů

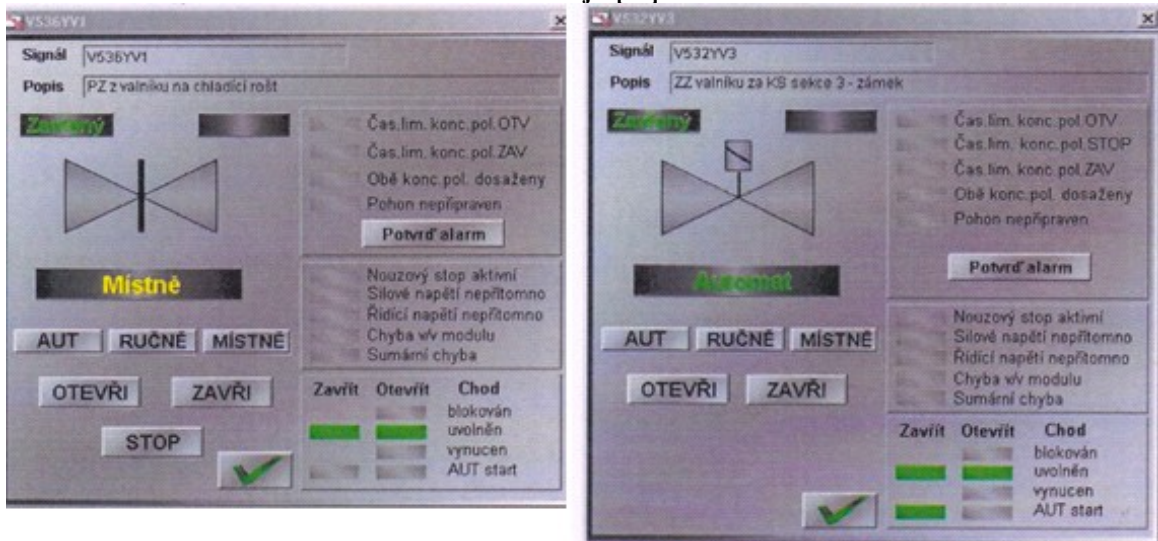
Zdroj: [13]



Způsoby zobrazení a ovládání pohonů a akčních čidel

Zobrazení pohonů, armatur a jiných akčních členů se skládá ze symbolu představujícího daný člen (ventil, čerpadlo, atd.), ze signálek (chod, režim, alarm) a případně ze zobrazení parametrů pohonu (procento otevření, otáčky, poloha, atd.). U těchto členů lze z tabulky 4 vyčíst, co vše lze u daného zařízení nastavit. V této tabulce je zobrazeno místní nebo automatické nastavení. Poruchové stavy u ovládání pohonů a akčních čidel musí být zachovány i po ukončení programu a proto se jejich seznam i s popisem ukládá na SQL Server. Pokud parametry nastavuje místně, musíme proces sami spustit, ale zároveň máme možnost proces v libovolné fázi pozastavit tlačítkem STOP. [13]

Tabulka 4: Zobrazení a ovládání pohonů, akčních členů a čidel a jejich režimů
Zdroj: [13]

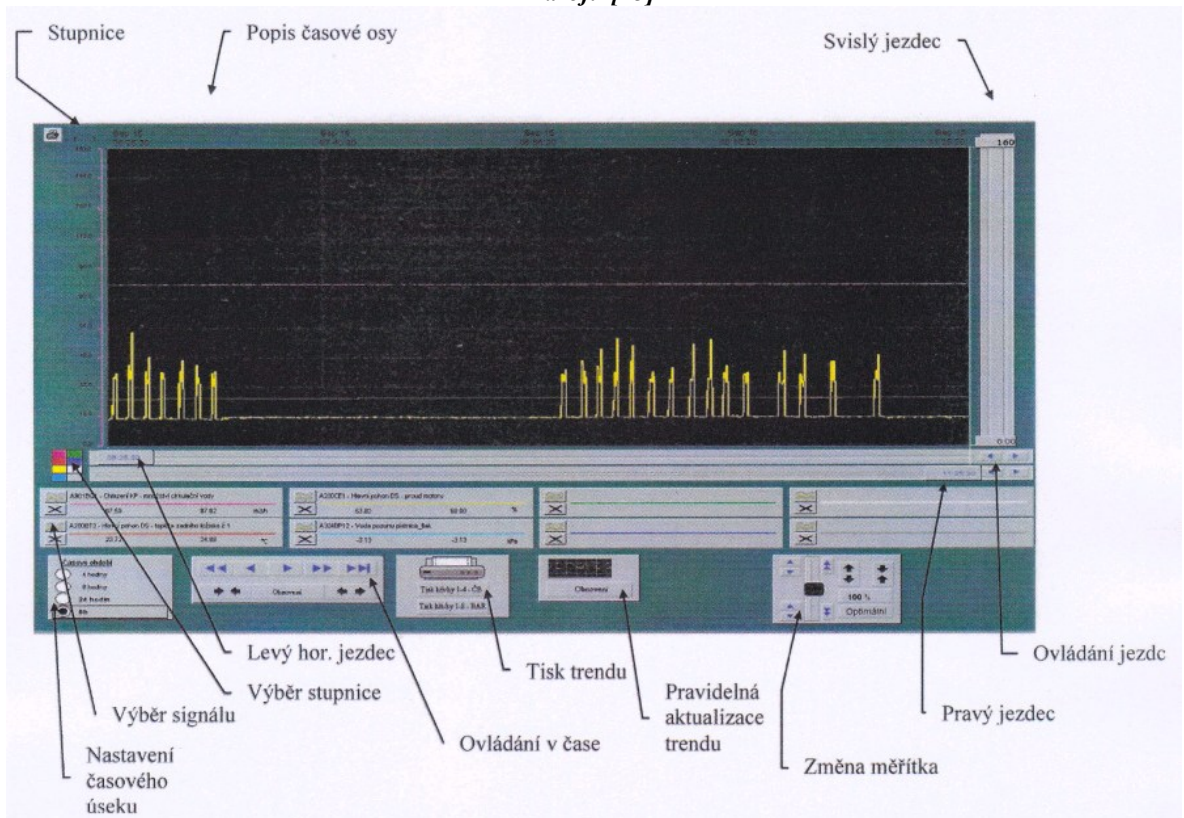


Trendy

Reálné trendy jsou určeny pro okamžité zobrazení průběhu dané veličiny. Reálné trendy (RT) jsou použity např. pro zobrazení průběhu teplot, průtoku, rychlosti, apod. hodnoty zobrazené v RT jsou uloženy pouze v paměti počítače a ukončením programu nebo dosáhnutím konce trendu (levé strany) hodnoty zanikají. RT jsou nakonfigurovány pevně, aby je obsluha nemohla libovolně změnit. [13]

Historické trendy jsou určeny pro analyzování trendů pojmenovanou „Trendy“. V této obrazovce je možno zobrazovat sadu až osmi trendových signálů. Nastavení trendu, tj. výběr signálů v trendu, délka časové osy a délka trendu se ukládá při opuštění obrazovky trendů. V menu pro výběr signálů je představena množina signálů patřící k této technologické obrazovce, avšak do trendu je možno vložit libovolnou kombinaci signálů. Vzhled trendové tabulky je popsán v tabulce 5. [13]

Tabulka 5: Vzhled tabulky trendu probíhajícího procesu v reálném provozu
Zdroj: [13]



Alarmy a alarmová hlášení

Výpis alarmů je zobrazován v malém alarmovém okně na horním panelu, kde jsou pouze alarmy pro danou skupinu a nebo v obrazovce „Alarmy“, tento výpis je zobrazen v tabulce 6. Dělení alarmů podle priority je následující:

- 1-99 kritické
- 100-499 vážné, většinou havarijní meze
- 500-899 lehké, většinou technologické meze
- 900-999 eventy. [13]

Tabulka 6: Výpis alarmů a alarmových hlášení

Zdroj: [13]

Datum	Čís	State	Class	Typ	Pr...	Názov	Skupina	Hodnota	Linh	Popis signálu	Operátor
17.03	14.03.03	UMACK	VALUE	Lo	500	A245VPI QW F. I. a	PS	true	true	Manipulace s klapky roztání ocelné desky, pod hlavními mram...	
17.03	14.03.15	UMACK	VALUE	Hi	500	A245VPI QW F. II	PS	true	true	Manipulace s klapky roztání ocelné desky, pod technolog. maxim...	
17.03	14.03.15	UMACK	VALUE	Hi	200	A245VPI QW F. III	PS	true	true	Manipulace s klapky roztání ocelné desky, pod hlavními mram...	
17.03	13.34.25	UMACK	RTM	SYSTEM	Co	WinPlatform_Auto1_Jarida from W	WinPlatf	0	0	1 out alarm communication to WinPlatform_Auto1_Jarida	
17.03	13.34.17	UMACK	OSC	OSC	500	M538VPI F. WID. A	Přední	true	true	PZ v tahu na palubováděm na valník, Cas lim konc. pol. QIV	
17.03	12.30.50	UMACK	RTM	OSC	500	V732 VU1. WID. A	Úpich 2	false	true	Přidávací zařízení 1 v příslušné rodu na valník v hale IV, Cas lim...	
17.03	12.11.34	UMACK	RTM	OSC	200	OpPlatformCommOut Binpt	OpPLCO	0	0	OpPlatformCommOut - Výpadek komunikace z operátorské stanice...	
17.03	12.11.20	UMACK	RTM	OSC	500	Watchdog D11 F. Watchdog	D11	connected	connected	Právo komunikace s PLC D11	
17.03	12.11.20	UMACK	RTM	USER	Sign	Watchdog D11 F. Watchdog	D11	connected	connected	Ztráta komunikace s PLC D11	
17.03	12.09.11	UMACK	RTM	SYSTEM	Co	WinPlatform_Auto1_Maria from	WinPlatf	0	0	1 out alarm communication to WinPlatform_Auto1_Maria	
17.03	12.09.05	UMACK	RTM	OSC	500	V245VPI F. WID. A	OS	false	true	Vnitřní únik čerpy motor, Cas lim. časové upad	
17.03	12.05.25	UMACK	RTM	OSC	500	M745VPI F. WID. A	OS	false	true	Vnitřní únik čerpy motor, Cas lim. časové upad	
17.03	11.46.48	UMACK	RTM	OSC	500	V220VPI F. WID. A	PZE	false	true	Hydraulické stanice plynu únikové čerpy 1/24 pilov. Cas lim. ko...	
17.03	10.02.52	UMACK	RTM	SYSTEM	Co	Hlavní kotlina RO1 from WinPlat	Hlavní R	0	0	1 out alarm communication to Hlavní kotlina RO1	
17.03	09.37.37	AKC	OSC	OSC	200	A525001 QW Binpt ALB	RZ D16	Alarm	Alarm	1037.7 - Hlavní únik ventilátorů - 452 - 422, nast. > Alarm	Viewers/Oper
17.03	09.37.47	AKC	OSC	OSC	200	A550001 QW Binpt ALB	RZ D16	Alarm	Alarm	1038.5 - Hlavní únik vzdušného vrtákového dopravníku - 455 001	Viewers/Oper
17.03	09.37.47	AKC	OSC	OSC	200	A550001 QW Binpt ALB	RZ D16	Alarm	Alarm	1038.5 - Hlavní únik vzdušného vrtákového dopravníku - 455 001	Viewers/Oper
17.03	09.35.37	AKC	USER	Sign	100	A552004 F. LF	CHVZ	true	true	Chlazení křehkého stroje 2ak, chýba úspěrky	Viewers/Jarida
17.03	09.35.08	AKC	OSC	OSC	200	A5721 001 F. WID. QW	Úpich 2	true	true	Úniková vlnitka k uplňovacímu č. 2 v hale IV, Cas lim. časové upad	Viewers/Jarida
17.03	09.35.08	AKC	OSC	OSC	200	A5721 001 Binpt ALB	RZ1	Alarm	Alarm	1024.5 - Hlavní únik 01 - obnova > Alarm	TE1020/Oper
17.03	09.35.08	AKC	OSC	OSC	200	A5721 001 Binpt ALB	RZ1	Alarm	Alarm	1024.7 - Hlavní únik 02 - obnova > Alarm	TE1020/Oper
17.03	09.35.37	AKC	VALUE	Hi	500	A552011 F. Hi	CHVZ	true	true	Chlazení křehkého stroje 2ak, nad technol. maximum III	TE1020/Jarida
17.03	09.33.37	AKC	OSC	OSC	200	A553001 QW Binpt ALB	Skotina	Alarm	Alarm	1022.5 - Skotina jecha filtracího automatu, nad technol. maximum I	TE1020/Jarida
19.03	22.31.57	AKC	VALUE	Lo	200	A3301012 F. L1.5	PZ1	true	true	Veliká spotřeba plynu, nad technolog. maximum IV	TE1010/Oper
19.03	22.31.42	AKC	VALUE	Lo	200	A3301012 F. L1.5	PS	true	true	Veliká spotřeba plynu, nad technolog. maximum I a I a	TE1010/Oper
19.03	11.29.53	AKC	OSC	OSC	200	A3301011 QW Binpt ALB	PS	false	false	005.3 - Hlavní páhán poutní stálice, přelomová prouška > Alarm	TE1010/Oper
19.03	07.36.26	AKC	OSC	OSC	500	A341011 F. DMI	PS	true	true	05.2 tapová, páhán nepřijezzen	TE1010/Oper
19.03	06.54.48	AKC	OSC	OSC	100	A552004 F. DMI	CHVZAK	true	true	Stavba prázdných válek - čerpy 2ak, Páhán nepřijezzen	TE1020/Oper
19.03	06.54.45	AKC	OSC	OSC	500	A552004 F. DMI	CHVZAK	true	true	Stavba prázdných válek - čerpy 2ak, Páhán nepřijezzen	TE1020/Oper
19.03	17.31.45	AKC	USER	Sign	100	A321002 F. LF	CHVZ	true	true	Chlazení křehkého stroje voda před par. pístak, chýba úspěrky	Viewers/Oper
19.03	17.31.45	AKC	VALUE	Lo	500	A321002 F. Lo	CHVZ	true	true	Chlazení křehkého stroje voda před par. pístak, nad technolog. min.	Viewers/Oper
19.03	10.04.50	AKC	VALUE	Lo	200	A3301012 F. L1.5	CHVZ	true	true	Chlazení křehkého stroje voda před par. pístak, pod hlavními mram...	Viewers/Oper
19.03	06.29.53	AKC	USER	Sign	100	A341051 QW F. LF	OS	true	true	Úniková vlnitka u stroje 1 - chýbějí úspěrky, chýba úspěrky	TE1020/Oper
19.03	06.29.53	AKC	USER	Sign	100	A341052 QW F. LF	OS	true	true	Úniková vlnitka u stroje 2 - chýbějí úspěrky, chýba úspěrky	TE1020/Oper
19.03	06.29.53	AKC	USER	Sign	100	A341053 QW F. LF	OS	true	true	Úniková vlnitka u stroje 3 - chýbějí úspěrky, chýba úspěrky	TE1020/Oper
19.03	06.29.54	AKC	OSC	OSC	200	A3301011 QW Binpt ALB	FALDSC	false	false	00.5 - Rozvaděč B110 - hlavní přívod 500VAC, rozpt. > Alarm	TE1020/Oper
09.03	09.29.19	AKC	USER	Sign	100	A3301011 F. LF	VU	true	true	Hladina odply, chýba úspěrky	TE1010/Oper

3.1.2. Popis aplikace krokové žihací pece

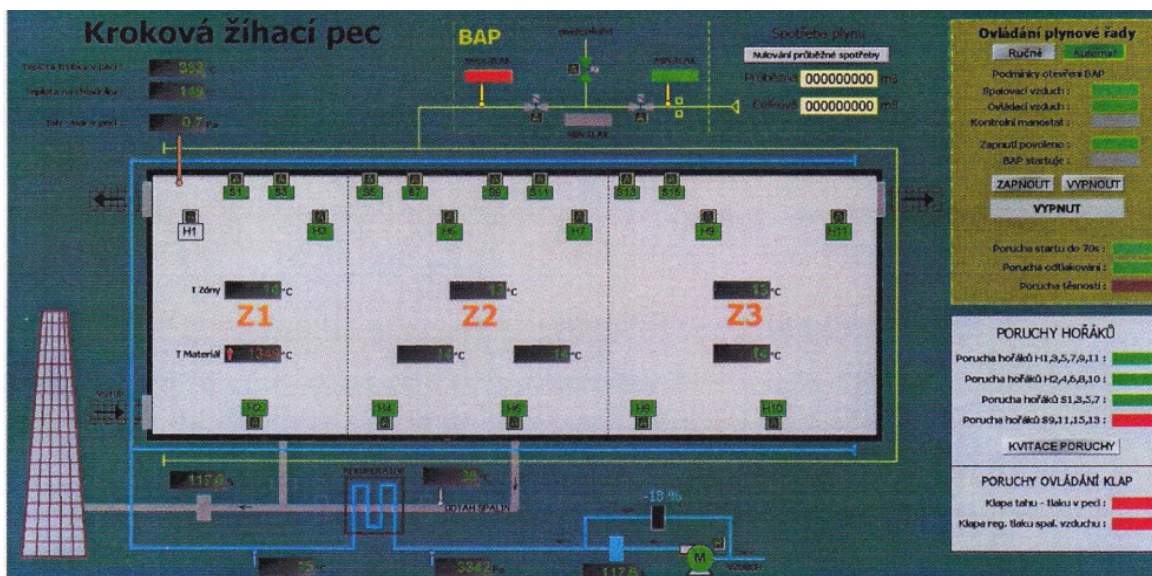
V kapitole 4. je popsána struktura snímku na obrazovce. Volbou položky „Celkové schéma pece“ se vyvolá obrazovka s celkovým technologickým schématem žihací pece a regulační stanice plynu. Zde jsou zobrazeny následující údaje:

- teplota v peci v jednotlivých zónách (vzduchu i materiálu)
- teplota spalín před rekuperátorem
- teplota vzduchu z rekuperátorem
- tlak v peci
- tlak spalovacího vzduchu
- otevření klapky v komínu
- stav tlaku plynu
- stav tlaku spalovacího vzduchu
- stav ventilátoru
- celková a průběžná spotřeba plynu
- stavy hořáků, jejich poruchy a kvitace (potvrzování poruch)
- poruchy ovládání klap. [13]

Na obrázku 13 je plynová řada BAP v běžném provozním stavu. Aby mohl být technologický proces spuštěn, musí být přepnutá do automatického režimu. To se provede stisknutím tlačítka AUTOMAT a to je signalizováno zeleným podsvícením tohoto tlačítka. Po splnění podmínek pro start zapnutí BAP (tlak spalovacího vzduchu a ovládacího vzduchu) se rozsvítí kontrolka. „Zapnutí povoleno“ a je možno tlačítkem ZAPNOUT

spustit sekvenci zapnutí plynu. Jednotlivé kroky sekvence jsou zobrazovány na indikátoru stavu. V případě úspěšného provedení všech kroků sekvence je zapnut plyn k hořákům pece a signalizováno ZAPNUTO. Pokud dojde během startu BAP k poruše, je zobrazen příslušný alarm:

- porucha startu do 70s (start trval déle než maximální povolená doba 70sekund),
- porucha odtlakování,
- porucha těsnosti. [13]



Obrázek 13: Ukázka výskytu jedné z poruch, při níž BAP vypíná přívod plynu

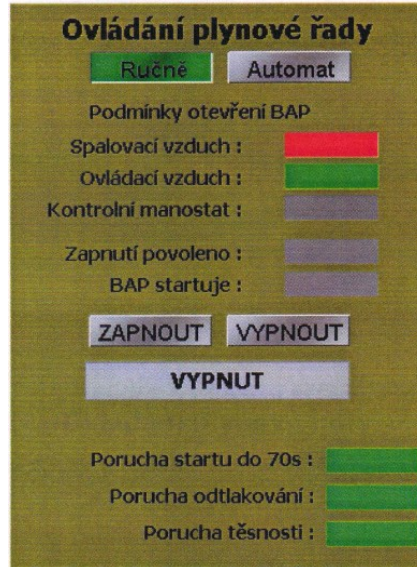
Zdroj: [13]

V kapitole 2.1.2. je uvedeno, při jakých stavech BAP vypíná. Pro názornost je na obrázku 13 reálná ukázka výskytu jedné z poruchy. Jedná se o poruchu stoupnutí výstupního tlaku z plynové řady BAP. Princip ovládání BAP je zobrazen v tabulce 7. To znamená, že na operátorském pracovišti, které je vybaveno vizualizačním softwarem WiCC, se rozsvítí kontrolka signalizující tuto poruchu a ve spodní části obrazovky se objeví obdélník s textem poruchy. Na vizualizaci se rozsvítí červeně MAX TLAK signalizující stoupnutí výstupního tlaku a na panelu Ovládání plynové řady se zobrazí Porucha těsnosti. Překročením povoleného tlaku dojde zároveň k překročení teploty materiálů v Zóně 1 v krokové peci a to je signalizováno jako Porucha hořáků.

Každou poruchu je třeba potvrdit stiskem tlačítka “Kvitace poruchy“. Po potvrzení všech poruch tento obdélník zmizí. Při výskytu poruchy se také spustí houkačka, kterou lze vypnout stiskem tlačítka KVITACE, které se nachází na každé obrazovce ovládacího panelu. Houkačku lze vypnout až po potvrzení všech poruch. Seznam poruch, ale i historií lze vyvolat pomocí menu přes položky “Poruchy“. Vyvolá se obrazovka, na které je zobrazen seznam posledních 100 poruch. U každé poruchy je uveden datum výskytu poruchy, čas výskytu poruchy, čas konce výskytu poruchy, datum konce poruchy,

čas konce poruchy a popis poruchy. Poruchy i s popisem se ukládají a archivují na SQL serveru, aby je bylo možné kdykoliv dohledat. [17]

Tabulka 7: Ovládání plynové řady BAP
Zdroj: [13]

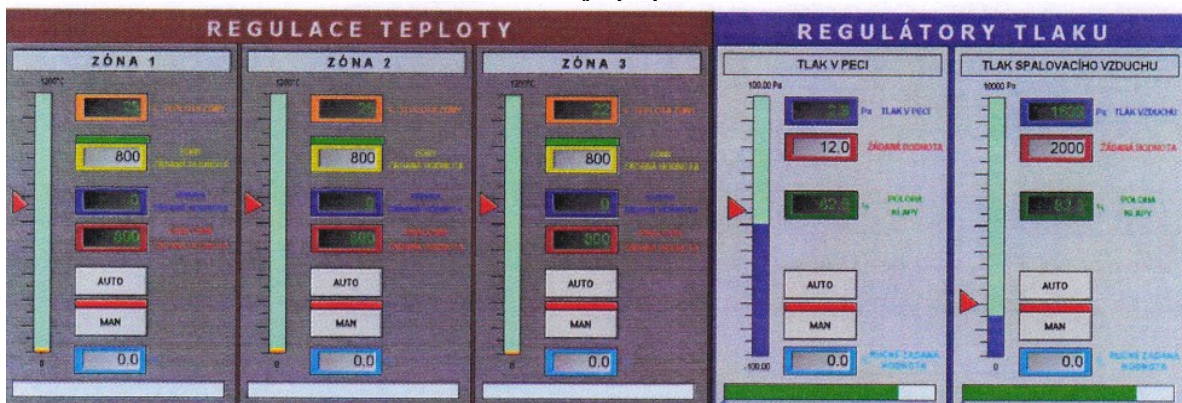


Stav regulátorů

V režimu „AUTO“ obsluha zadává žádanou hodnotu regulované veličiny a jedná se o běžný provozní stav. Obsluha má možnost v režimu „MAN“ přímo měnit žádost v % na akční člen (výkon hořáků nebo otevření klapy). Ovládání a nastavení je blíže popsáno v kapitole 2.2. V tabulce 8 jsou zobrazeny stavy těchto regulátorů:

- regulace teploty pro zóny Z1, Z2, Z3
- regulace tlaku v peci
- regulace tlaku spalovacího vzduchu. [13]

Tabulka 8: Vizualizace stavu regulátorů v reálném provozu
Zdroj: [13]



4. Návrh vazeb

Z analýzy technologického procesu a vazeb do informačního systému jsem po zhodnocení celého procesu a s přihlédnutím k danému provozu shledala, že výměnou některých měřících zařízení za novější modely by bylo umožněno snadnější snímání záznamů, ale také by se zefektivnila práce pracovníka. Co se týká softwarového vybavení, určitě bych prozatím neměnila. Software funguje přesně podle potřeb podniku a zásahem do něj by mohlo dojít k nečekaným komplikacím, který by mohly vést k omezení nebo dokonce odstavení výroby v daném technologickém procesu. Avšak bych si dovolila navrhnout lepší vyhodnocení snímaných veličin, které by nejen laikovi, ale i dalším pracovníkům mohly poskytnout rychlejší přehled vzniklých stavů a poruch v procesu. Jako softwarové vybavení pro vyhodnocení Microsoft® Office. Jedná se pouze o vlastní návrhy, které jsou realizovatelné, ale zda by je firma využila, záleží pouze na ní.

Plynoměr

V kapitole 2.1.2. u popisu plynoměru je uvedeno, že pracovník směny musí chodit opsat stav plynoměru po 24hodinovém provozu krokové pece a hodnotu pak zapíše do tabulky spotřeby v počítači a uloží do relační databáze SQL Serveru jako Tabulku spotřeby za příslušný měsíc.

Pro lepší využití bych si dovolila navrhnout plynoměr se zdvojeným nízkofrekvenčním vysílačem impulsů včetně připojovacího konektoru pro dálkový přenos údajů z plynoměru do počítače. Pracovníkovi směny by odpadla povinnost chodit opisovat stav plynoměru a ruční přepisování opsané hodnoty z plynoměru do tabulky, protože okamžitý provozní objem plynu se přenáší na převody umístěné v počítadle. Nízkofrekvenční signál je zdvojený reed-kontakt, který je umístěn v hlavě počítadla. Tento vysílač přenáší systémem rozepnuto nebo sepnuto naměřený stav objemu plynu.

Kromě výměny měřícího zařízení za novější model by také navrhla vyhodnocení těchto údajů v programu Microsoft® Excel. Co by to přineslo? Víme, že v žíhací krokové peci se vyrábí široký sortiment trubek a každý druh tohoto výrobku pro svou finální podobu potřebuje různou teplotu výroby. To znamená, že i jinou spotřebu plynu. Podle nastavení statistického vyhodnocení (např.: denní, týdenní, měsíční nebo roční) bychom byli schopni zjistit, kolik plynu se spotřebuje na který druh výrobku, ale také které výrobky šly nejvíce na odbyt.

Tlakoměr

Výměnou membránového tlakoměru za digitální tlakoměr 3.generace, např.: XP2i a jeho aktualizací pomocí DataLoggerXp by se z něj stal bezpečnější záznamník tlaku. Tento tlakoměr se vyznačuje měřícím rozsahem od 1000 kPa do 70 000 kPa a jednotky tlaku se

dají snadno přepínat. Zjednodušit obsluhu tlakoměru lze pomocí programu ConfigXP, kde se dají deaktivovat funkce, které se nepoužívají nebo aktivovat ty, které se potřebují. [21]

Aktualizací tlakoměru XP2i pomocí DataLoggerXP firmware se může do paměti XP2i zaznamenat až 32 000 hodnot měření tlaku. Interval záznamu lze nastavit od 1 sekundy až po 18 hodin. Data lze pak zaznamenávat několika způsoby:

- aktuální hodnotu tlaku - ukládá se hodnota v okamžiku záznamu,
- průměrnou hodnotu tlaku - ukládá průměrnou hodnotu v intervalu záznamu,
- průměr s minimální a maximální hodnotou tlaku - jako předchozí, navíc ukládá i maximální a minimální hodnotu v intervalu,
- stiskem tlačítka - ukládá hodnotu v okamžiku stisku tlačítka spolu s časem měření, bez pevného intervalu. [21]

Záznamy dat lze zastavit a spustit pomocí tlačítek a lze zaznamenat několik datových sad, nebo lze zvolit záznam tlaku stiskem tlačítka. Každý odečet má uložen čas záznamu. Po ukončení záznamu stačí připojit XP2i ke kterémukoli počítači s nainstalovaným Windows programem DataLoggerXP a potom lze stáhnout data a uložit je přímo do tabulky Microsoft® Excelu. [21]

4.1. Další návrhy

Bezpečnostní rychlouzávěr BAP

V kapitole 3.1.2. je popsán způsob zaznamenávání a ukládání poruch. Již víme, že u každé poruchy je uveden datum a čas výskytu poruchy, datum a čas konce výskytu poruchy a popis poruchy.

Kromě ukládání těchto poruch bych navrhla jejich statistické vyhodnocení v programu Microsoft® Excelu. Vyhodnocení si představují tak, že na základě uložených poruch by se vytvořila příslušná tabulka, kde by se vypsaly všechny nezbytné a důležité parametry, pro další vyhodnocování. Na základě tabulky by se sestrojil graf četností výskytu jednotlivých poruch v daném dni, týdnu, měsíci nebo také za celý rok. Výhodu spatřuji v tom, že z grafů by bylo možné vyčíst, která porucha se vyskytuje nejčastěji za měsíc a za rok.

Poruchy, stav regulátorů a další

Stejným způsobem jakým lze data vyhodnotit u BAP, je možné provést statistické vyhodnocení u jiných záznamů, např.: poruchy při procesu, regulace teploty v jednotlivých zónách, apod.

5. Závěr

Cílem bakalářské práce bylo analyzovat technologický proces a podrobněji specifikovat funkční strukturu používaného informačního systému v Třineckých železárnách, a.s. z uživatelského pohledu. Proces jako činnost má svůj počáteční nehmotný stav v podobě vazeb z okolních systémů, vstupních veličin a informací, které přecházejí do koncového stavu v podobě hmotných finálních výrobků a nehmotných informačních toků a vazeb uložených na SQL serveru v podnikovém systému pro další průmyslové využití. Při analýze technologického procesu regulace tlaku plynu jsem zjistila, že každý podnik si svá firemní data důkladně chrání, protože tato data tvoří srdce nejen podniku, ale také daného procesu.

Při analýze daného technologického procesu jsem zjistila, že podnik k řízení používá řídicí systém Allen Bradley, který obsahuje PLC automaty Simatic řady S7. Vizualizace technologického procesu je v prostředí WinCC Open Architecture (OA) od firmy Siemens divize I IA&DT. WinCC je vybudováno na relační databázi (Microsoft SQL Server), v níž jsou uložena konfigurační i archivní data. Relační databáze SQL Server plně zabezpečuje možnost dlouhodobého archivování požadovaných hodnot. Systém umožňuje záložní archivaci na vybrané médium s volbou zpětného vložení do WinCC.

Dle mého názoru jde o spolehlivý systém, který je plně zaběhnutý a určitě bych nedoporučovala jeho výměnu, neboť by mohla mít negativní dopad na celou výrobu. K tomuto názoru jsem dospěla i proto, že jsem se byla osobně několikrát podívat v reálném provozu Třineckých železáren, a.s. Avšak i v takovém podniku je možnost renovace převážně měřících zařízení nebo také další možnosti vyhodnocení záznamů dat, které jsem uvedla v návrhu vazeb.

Při zpracování této bakalářské práce jsem se dozvěděla více informací a principů nejen z informační oblasti, ale také z automatizace přímo z reálného provozu jednoho z největších průmyslových podniků. Díky tomu jsem také shromáždila velké množství fotografií, technické dokumentace a dalších podkladů, kterými jsem bakalářskou práci doplnila. Velmi zajímavé jsou fotografie krokové pece za plného provozu, neboť v žádné literatuře jsem podobné nenašla.

Velký přínos spatřuji v mezipředmětových vztazích. Práci na toto téma by bylo možné napsat z více pohledů, nejen z informačního uživatelského pohledu, ale také z informačního programovacího pohledu na daný systém, z pohledu automatizace a řízení systémů nebo s využitím statistické a matematické matematiky pro vyhodnocení proměnných pomocí tabulek a grafů.

Literatura

- [1] Lacko, B., Beneš, P., Maixner, L. a Šmejkal, L. *Automatizace a automatizační technika: Systémové pojetí automatizace*. Vyd. 1. Praha: Computer Press, 2000, x, 97 s. ISBN 80-722-6246-7.
- [2] Wattův odtrhivý regulátor. *WIKIPEDIE Otevřená encyklopedie* [online]. 8. 7. 2012 [cit. 2012-11-12]. Dostupné z: http://cs.wikipedia.org/wiki/Watt%C5%AFv_odst%C5%99ediv%C3%BD_regul%C3%A1tor.
- [3] Švarc, I., Šeda, M. a Vítečková, M. *Automatické řízení*. 1. vyd. Brno: Akademické nakladatelství CERM, 2007, 324 s. ISBN 978-80-214-3491-2.
- [4] Vítečková, M. a Víteček, A. *Základy automatické regulace*. 1. vyd. Ostrava: VŠB - Technická univerzita, 2006, 198 s. ISBN 80-248-1068-9.
- [5] Balátě, J. *Automatické řízení*. 1. vyd. Praha: BEN - technická literatura, 2003, 663 s. ISBN 80-730-0020-2.
- [6] Váňa, J. *Analyzátory plynů a kapalin*. 2. přepracované a doplněné vyd. Praha: SNTL, 1984, 523 s.
- [7] Vnitřní předpisy a normy Třineckých železáren, a.s., Vzdělávací středisko RACIO, Burdová, B-Plynové kotelny, 40s.
- [8] Vnitřní předpisy a normy Třineckých železáren, a.s., ČSN 38 6417 Regulační stanice plynu, vyd. ÚNM: Úřad pro normalizaci a měření Praha, 1985, 36 s.
- [9] Vnitřní předpisy a normy Třineckých železáren, a.s., Domovní plynovody, Odběrná plynová zařízení a spotřebiče na plynná paliva v budovách, ČSTZ, GAS s.r.o., 56s.
- [10] Vnitřní předpisy a normy Třineckých železáren, a.s., ČSN 06 3003 Průmyslové plynové pece, vyd. ÚNM: Úřad pro normalizaci a měření Praha, 1982, 44 s.
- [11] Vnitřní předpisy a normy Třineckých železáren, a.s., Vzdělávací středisko RACIO, Burdová, C-Průmyslové plynovody, 36s.
- [12] Vnitřní předpisy a normy Třineckých železáren, a.s., ČSN 38 6420 průmyslové plynovody, vyd. ÚNM: Úřad pro normalizaci a měření Praha, 1982, 48s.
- [13] Vnitřní předpisy a normy Třineckých železáren, a.s., Kroková žihací pec, Vizualizace a aplikace, 2013, 20s.
- [14] Větrná síť. Strakoš, V., Kolomazník, I. *Modelování a řízení energetických sítí* [online]. 1997 [cit. 2013-03-22]. Dostupné z: <http://akce.fs.vsb.cz/1998/setkatar/Sbornik/kolomazn/kolomazn.htm>
- [15] D Space. Míček, D. *Lineární model větrná síť* [online]. Sborník vědeckých prací Vysoké školy báňské - Technické univerzity Ostrava, 1999 [cit. 2013-03-22]. Dostupné z: <http://hdl.handle.net/10084/32468>

- [16] Vnitřní předpisy a normy Třineckých železáren, a.s., Regulační zařízení, Kroková pec-velký manesmann, Zakázka č.:3/11/069.1
- [17] Vnitřní předpisy a normy Třineckých železáren, a.s., Místní provozní řád krokové pece, 1992. 98s.
- [18] Vejvoda, J. *Knižnice automatizace: Pneumatická regulace*. 1. vyd. Praha: SNTL, 1966, 144s. ISBN 04-224-66.
- [19] Wittmers, H. *Polytechnická knižnice: Úvod do regulační techniky*. 1. vyd. Praha: SNTL, 1963, 200s. ISBN 04-972-63.
- [20] Kopelovič, A. P. *Hutnické aktuality: Příručka automatické regulace v hutnictví železa*. 1. vyd. Praha: SNTL, 1963, 120 s. ISBN 04-405-67.
- [21] D-Ex Instruments. *Měřicí technika* [online]. [cit. 2013-04-26]. Dostupné z: http://www.dex.cz/produkty/crystal/referencni_tlakomer_xp2i.html

Seznam obrázků

Obrázek 1: Wattův regulátor otáček parního stroje z roku 1784	3
Obrázek 2: Schématické uspořádání regulátoru	5
Obrázek 3: Kroková pec v reálném provozu	6
Obrázek 4: Vizualizace technologického procesu krokové žíhací pece v reálném provozu	7
Obrázek 5: Regulace středotlaku na nízkotlak	10
Obrázek 6: Regulační stanice tlaku plynu v reálném provozu	11
Obrázek 7: Regulace plynu a jeho případné obtoky	12
Obrázek 8: Princip regulátoru tlaku plynu.....	15
Obrázek 9: Vizualizace teplotních zón krokové žíhací pece z MaR v reálném provozu ...	16
Obrázek 10: Regulovaná soustava s regulací teploty krokové pece.....	17
Obrázek 11: Vizualizace předehřevu vzduchu v rekuperátoru z MaR v reálném provozu ..	21
Obrázek 12: Popis HMI vizualizace	25
Obrázek 13: Ukázka výskytu jedné z poruch, při níž BAP vypíná přívod plynu.....	31

Seznam tabulek

Tabulka 1: Základní technické údaje BAP	14
Tabulka 2: Zobrazení a zadávání analogových veličin.....	26
Tabulka 3: Zobrazení a zadávání parametrů	27
Tabulka 4: Zobrazení a ovládání pohonů, akčních členů a čidel a jejich režimů	28
Tabulka 5: Vzhled tabulky trendu probíhajícího procesu v reálném provozu.....	29
Tabulka 6: Výpis alarmů a alarmových hlášení.....	30
Tabulka 7: Ovládání plynové řady BAP.....	32
Tabulka 8: Vizualizace stavu regulátorů v reálném provozu	32

Seznam příloh

Příloha 1.....	I
Příloha 2.....	II
Příloha 3.....	IV
Příloha 4.....	V
Příloha 5.....	VI
Příloha 6.....	VII
Příloha 7.....	VIII
Příloha 8.....	IX
Příloha 9.....	X
Příloha 10.....	XI
Příloha 11.....	XII
Příloha 12.....	XIII
Příloha 13.....	XIV