

PROCES NÁVRHU TECHNOLOGICKÉ STAVBY

Navrhnout stavbu znamená jednoznačně určit všechny prvky stavby a všechny jejich charakteristiky. Atributy prvků stavby lze rozdělit do čtyř skupin. Prvek stavby má určitou funkci (F), je lokalizovatelný (L), má určitou geometrii (G) a vlastnosti (V). Právě vztah k prostoru, tedy umístění neboli lokalizovatelnost prvku a jeho fyzické rozměry neboli geometrie, odlišují prvky stavby od prvků jiných systémů.

Hierarchicky nejvyšším prvkem je **stavba**, která je lokalizována v katastrálním území, její funkce je dána např. výrobní kapacitou daného produktu a geometrie je vymezena obrysem pozemku. Dalším příkladem prvku je **budova**, která je lokalizována půdorysem na generelu stavby, její funkce může být např. kotelna a geometrie je dána třemi rozměry 12x36x9 m³. Příkladem z oblasti **technologie** může být uhelný parní kotel 30 t/h, 400 °C, 4 MPa, jenž je lokalizovaný na půdorysu přízemí kotelny, geometrie dána třemi rozměry uvnitř kotelny 6x10x7 m a vlastnosti, které specifikují tento prvek, jsou např. spalování ve stacionární fluidní vrstvě, výparník s přirozenou cirkulací atd. Vlastnosti musí prvek jednoznačně určit. Rozsah vlastností závisí na popisu hierarchicky nižších prvků.

Základní atributy, které jednoznačně definují každý prvek stavby, jsou:

F - funkce: určuje výstup z daného prvku, jako je např. výkon, produkt a jeho množství, počet osob užívajících prvek apod.;

L - lokalizace: umístění prvku v prostoru, v místnosti, v budově a na území stavby;

G - geometrie: každý prvek stavby má své rozměry, např. délku x šířku x výšku;

V - vlastnosti: specifikují prvek, např. typ, materiál, izolace, nátěry apod.

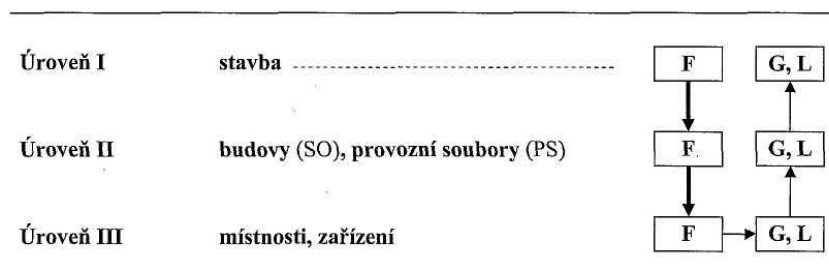
Rozdělení atributů prvků do čtyř skupin odpovídá logice návrhu stavby. V prvním kroku návrhu určujeme funkci všech prvků. Přitom se postupuje od funkce nejvyššího prvku směrem k dílčím prvkům, a to tak dlouho, až se dostaneme k prvku, u něhož jsme schopni určit jeho geometrii. Nejčastěji ji stanovujeme z nabídky dodavatele.

Funkci celé stavby vždy zadá investor nebo vlastník. Např. centrální zdroj tepla pro 10 000 bytů, který jako palivo používá plyn. Takto definovaná funkce umožňuje vypočítat tepelný výkon kotelny, následně stanovit počet jednotlivých kotlů, jejich výkon a z údajů od dodavatele určit i geometrii, tedy velikost kotle.

Známe-li funkci všech prvků stavby, a u prvků na nejnižší úrovni i jejich velikost, začínáme postupně umísťovat neboli lokalizovat jednotlivé prvky až vytvoříme celou stavbu. V případě tepelného zdroje sestavíme dispozici kotelny ze znalosti rozměrů kotlů a všech dalších zařízení.

Při návrhu budovy nejprve stanovíme funkci jednotlivých místností, z této funkce plochu každé místnosti a pak zpětně výsledné rozměry budovy. Funkce budovy a její velikost je pak rozhodující pro lokalizaci budovy na území stavby. Nejprve tedy postupně určujeme funkci všech prvků od složitější k jednodušším a pak z velikosti nejjednodušších sestavujeme zpětným postupem složitější prvky, jak ukazuje obr. 1.

Obecně rozeznáváme tři úrovně stavby. Na první úrovni je stavba samotná. Např. výtopna, která má zadanou funkci množstvím dodaného tepla a je lokalizován v městě *M*. Geometrie stavby je dána vnějším rozměrem pozemku. Druhou úroveň tvoří stavební objekty, tedy jednotlivé budovy, komunikace a další stavební prvky. Na tuto druhou úroveň patří také provozní soubory. Poslední třetí úroveň tvoří z hlediska stavební části jednotlivé místnosti a u provozních souborů jednotlivé stroje a zařízení.



Obr. 1 Schematický postup při projektování

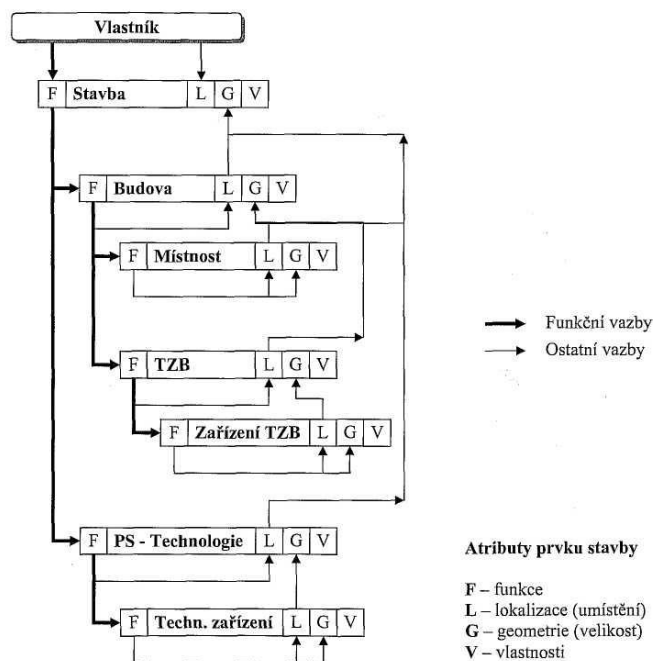
Při návrhu čtyř skupin vlastností F, L, G, V pro všechny prvky hierarchické struktury využíváme hlavně následující příčinné vazby:

- F → F z funkce vyššího prvku postupně určíme funkce prvků nižších;
- F → G z funkce hierarchicky nejnižších prvků určíme jejich geometrii;
- F, G → L z funkce a velikosti prvku určíme jeho umístění ve vyšším prvku;
- L → G lokalizace dílčích prvků určí geometrii a velikost vyššího prvku;
- F → V vlastnosti jsou většinou určovány funkcí prvku.

Zaměříme se nyní na zjednodušenou skupinu prvků, která obsahuje Stavbu, Budovy, Provozní soubory a Zařízení. Vlastník většinou určuje funkci Stavby a její lokalitu. Hlavní příčinné vazby používané při návrhu jsou ukázány na obr. 2.

Základní linie návrhu je hierarchický návrh funkce jednotlivých prvků od nejvyšších až po nejnižší. Z obrázku je patrné, že technická zařízení budov jsou podřízeným prvkem Budovy, protože budova určuje funkci těchto zařízení. Naproti tomu funkce technologických provozních souborů vyplývá z funkce Stavby, která určuje typ produktu a jeho množství.

Funkční návrh končí u elementů, kde již přímo z funkce můžeme určit jejich velikost. V tomto případě jsou to místnosti, jejichž velikost vyplývá z počtu osob, které je používají a z jejich činností, dále to jsou technická zařízení budov a technologická zařízení, kde velikost zjistíme z nabídek výrobců. Seskupením zařízení získáme prostorové nároky celých provozních souborů. Prostorové nároky provozních souborů a místností určí velikost budov. Konečným krokem je lokalizace budov a venkovních provozních souborů na území stavby.



Obr. 2 Postup při návrhu prvků stavby

Výše uvedený postup vyžaduje kompletní funkční návrh všech prvků a zpětné sestavení celé stavby na základě znalosti velikostí všech konečných dílčích prvků. To je možné až v konečných fázích projektování při zpracování Detail Designu neboli prováděcí dokumentace. V prvotních stádiích projektování určujeme funkci pouze základních prvků a jejich prostorovou velikost odhadujeme na základě minulých projektů. Postupně naše znalosti o detailech vzrůstají a každý další stupeň projektové dokumentace ověřuje a upravuje prostorové odhady větších celků na základě znalosti velikosti dílčích prvků.

Podstatné je, že postupy projektování se dají rozdělit do dvou skupin:

- funkční návrh** - funkce vyššího prvku určí nižší prvky a jejich funkci;
- návrh umístění** neboli lokalizace prvku - ze známé funkce dílčích prvků a z jejich velikosti stanoví umístění nebo také seskupení dílčích prvků, a tak určí geometrii neboli velikost vyššího prvku.

Na úrovni stavby se návrh umístění týká výběru staveniště. Na úrovni stavebních objektů a provozních souborů jde o jejich umístění na území stavby. Výsledkem lokalizace stavebních objektů a provozních souborů je **generel stavby**. Umístění místnosti v budově nebo zařízení v technologické lince se nazývá **dispoziční řešení**. Pro budovy jsou výsledkem **půdorysy** jednotlivých podlaží a pro technologické celky **dispozice** strojů a zařízení.

Funkční návrh procesní technologie

Technologické stavby se z hlediska postupů při projektování dělí na **procesní technologie**, které zpracovávají kontinuální látky a energie, a technologie, které vyrábějí **kusovou produkci**. Mezi procesní technologie patří elektrárny, rafinérie, chemické závody, pivovary, cukrovary a další. Jsou charakteristické tím, že jednotlivá zařízení jsou propojena potrubím. Tyto technologie jsou velmi často umístěny ve venkovním prostředí. Většinou pracují kontinuálně 24 hodin denně a 7 dnů v týdnu. Vyžadují jednotný řídicí systém ovládaný z velínu. **Technologie na kusovou produkci** se skládají ze zařízení propojených dopravníky. Tyto technologie jsou většinou umístěny v budovách a pracují diskontinuálně ve směnném provozu. Každý samostatný stroj nebo linka má svůj lokální řídicí systém ovládaný obsluhou. Příkladem je výroba automobilů, výroba elektronických součástek a spotřebních zařízení, plnicí a balicí linky. Dále si popíšeme postup při funkčním návrhu procesních technologií a také se zmíníme o návrhu budov.

Procesní technologie ze zadaných surovin a energií vytvoří produkt, jímž může být nová látka nebo užitečná forma energie, např. elektrina nebo horká voda pro vytápění bytů.

Procesní technologie se skládají z dílčích operací. Hlavní operací je většinou chemická reakce vyžadující určité reakční podmínky. Za ní následují procesy, které vytvoří žádoucí produkt. Nalezení správného sledu chemických reakcí a následných technologických kroků je úkol laboratorního výzkumu. Převedení laboratorně popsanych postupů do reálných zařízení je již věcí technologického inženýrství, které se opírá o teorii přenosu impulzu, energie a hmoty. Teorie přenosových jevů odvozuje základní rovnice pro bilancování hmoty a energie v proudových schématech a poskytuje teoretické nástroje pro návrh velikosti jednotlivých zařízení.

Návrh procesních technologií probíhá ve čtyřech krocích:

1. **Reglement - technologický postup.** Technologický postup je sled operací, včetně podmínek za nichž probíhají, např. teplota a tlak.
2. **Proudové technologické schéma (Process Flow Diagram - PFD).** PFD je technologické schéma, které obsahuje všechny komponenty a všechny proudy se všemi stavovými veličinami a látkovými bilancemi. Definuje základní procesní požadavky na komponenty (kapacitu, tlak, teplotu atd.) a na potrubní větve (průtoky, tlaky, teplotu).
3. **Specifikace zařízení (Data sheets).** Obsahují všechny základní údaje o zařízení včetně rozměrového náčrtku s procesně důležitými detaily.
4. **Strojně-technologické schéma (Piping & Instrumentation Diagram - PID).** PID obsahuje všechna zařízení, potrubní větve, uzavírací a regulační armatury, měřicí čidla a regulační smyčky. Definuje čísla komponent, u potrubních větví jejich číslo, průměr, médium, materiál, potrubní třídu, u uzavíracích, regulačních a pojistných armatur jejich číslo a typ a u měřících prvků jejich číslo, typ a typ vazby na akční člen. Je to základní podklad pro návrh potrubních větví a systému měření a regulace (MaR).

Tyto podklady jsou jádrem Licence a Basic Designu. Důležitou součástí je také dispozice hlavních komponent.

Reglement - technologický postup

Technologický postup vychází ze znalosti technologického procesu a v něm probíhajících chemických reakcí. Chemická reakce udává, jaká látka a v jakém skupenství vznikne, a tím určí i následné operace, které vedou k žádoucímu produktu. Jako příklad ukážeme technologický postup pro jednotku na výrobu procesní páry.

Zadání: Sestavte technologický postup jednotky na výrobu 50 t/hod. páry o přetlaku 20 barg. Jednotka spaluje topný olej. Uvolněné teplo vyrábí páru z vratného kondenzátu doplňovaného demineralizovanou vodou.

Řešení: Topný olej je předehřát parou o přetlaku 13 barg na teplotu 100 °C v ohřivači B-120. Olejové čerpadlo P-116 přivádí topný olej do hořáku kotle D-110. Ventilátor V-117 nasává přes filtr F-118 spalovací vzduch o teplotě 27 °C, který je přiveden do hořáku kotle D-110. Současně se do hořáku přivádí atomizující pára o přetlaku 13 barg.

Teplota v hořáku kotle D-110 dosahuje 2000 °C. Palivo se nejprve odpaří a pak shoří následujícími hlavními chemickými reakcemi:



Dusík a síra obsažené v palívu shoří reakcemi



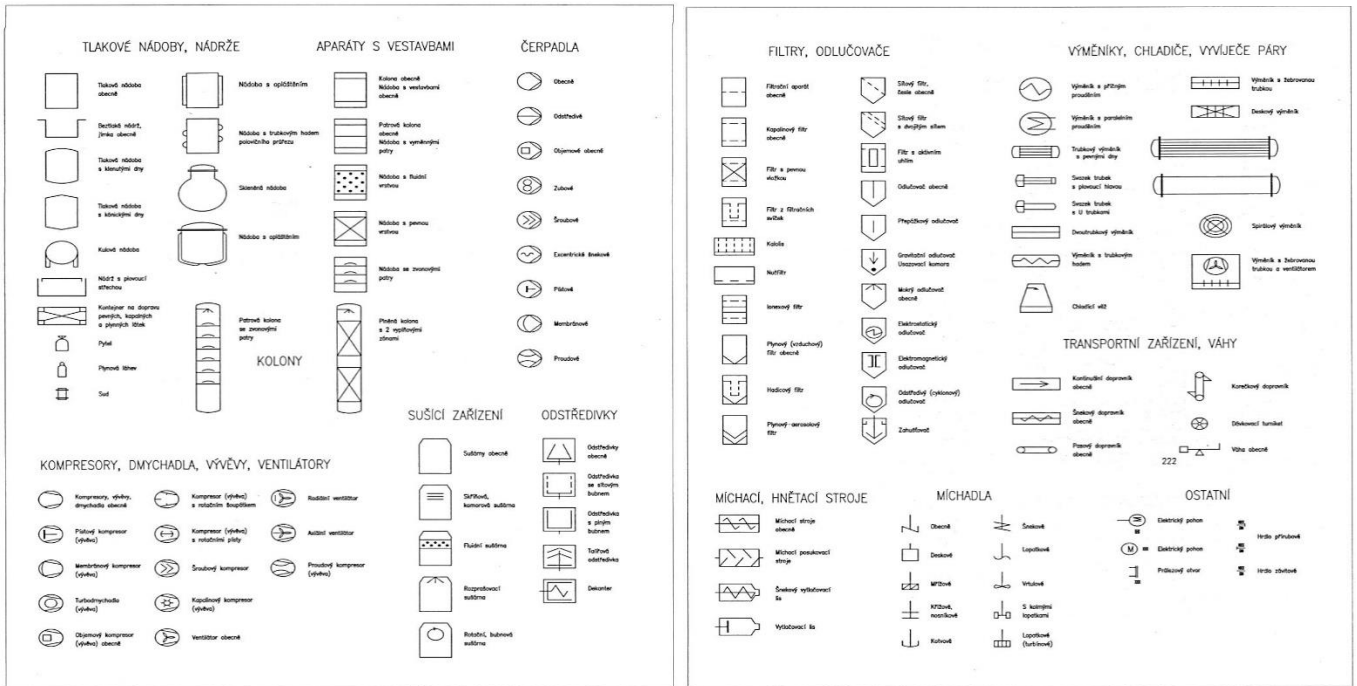
Reakce (1) a (2) jsou významné z hlediska produkce tepla pro generování páry. Z hlediska bilancí je můžeme považovat za nevratné. Všechny vstupní složky úplně zreagují. Reakční teplo se radičním výměníkem W-111 a konvekčním výměníkem W-112 předá do páry. Spaliny vystupující do komína mají teplotu 160 °C.

Vratný kondenzát se spolu s demineralizovanou vodou přivádí do zásobníku vratného kondenzátu B-119. Odtud se odstředivým čerpadlem P-115 přivádí o teplotě 21 °C do zásobníku na kondenzát B-114. Kondenzát je odpařován v kotli D-110 pomocí radičního výměníku W-111 a konvektivního výměníku W-112. Pára a kondenzát se oddělí ve sborníku páry B-113, z něhož se vyrobená pára o přetlaku 20 barg a teplotě 213 °C odvádí do procesu.

Proudové technologické schéma (Process Flow Diagram - PFD)

Grafickým znázorněním technologického postupu je proudové technologické schéma. Proudové technologické schéma obsahuje zařízení a proudy, které je spojují. Toky jdou na schématu zleva doprava se vstupními surovinami na levé straně a koncovými produkty nebo odpady na pravé straně. Schéma je orientováno vodorovně se zařízeními umístěnými ve výšce a připomínajícími reálný proces. Stroje a zařízení se kreslí schematickými značkami. Proudové schéma s nižším stupněm rozlišení se nazývá blokové, protože se v něm skupiny technologických operací nahradí jednotlivými bloky. Schematické značky pro kreslení zařízení v procesních technologiích popisuje evropská norma ČSN EN ISO 10628 (2002), která původně vychází z německé normy DIN, viz obr. 3.

Každé zařízení ve schématu musí být označeno. Pro označování strojů a zařízení má každá větší inženýrská firma své vlastní standardy. V energetice byl zaveden jednotný systém **značení zařízení KKS** = Kraftwerk Kennzeichen System = systém pro značení (zařízení) elektráren.

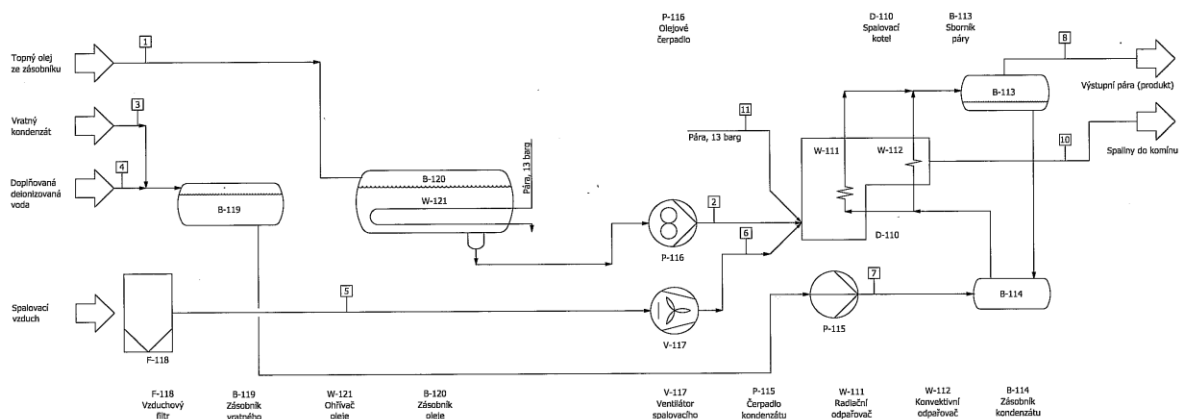


Obr. 3 Značky zařízení

Podstatnou vlastností proudového technologického schématu (PFD) je specifikace všech proudů, které spojují stroje a zařízení. Proudů jsou vzestupně očíslovány a na vstupu nebo výstupu označeny názvem proudu.

Hmotnostní a tepelné bilance pro PFD schéma

PFD schéma zobrazuje výsledky materiálových a tepelných bilancí. Pod schématem je tabulka, která pro každý proud a každou složku udává hmotnostní tok [kg/h] pro kontinuální výrobu. Schéma specifikuje pro každý proud jeho teplotu, tlak a skupenství, a to buď formou značek s hodnotami, nebo rozšířením tabulky hmotové bilance. PFD schéma pro generátor páry na obr. 4 odpovídá technologickému popisu podle výše uvedeného příkladu.



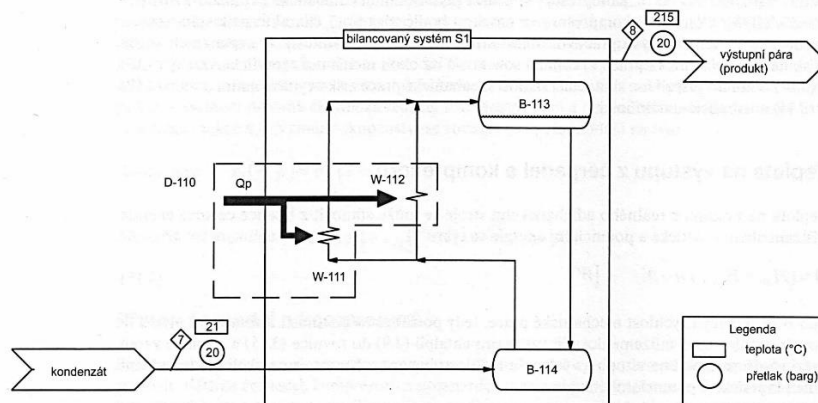
Proud	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Prac. teplota [°C]	95	100	20	20	27	70	21	215	2000	360	195
Prac. tlak [barg]	2	18	2	2	0	0,6	20	20	0,2	0,02	13
Složky	M [kg/kmol]	[kg/s]	[kg/s]	[kg/s]	[kg/s]	[kg/s]	[kg/s]	[kg/s]	[kg/s]	[kg/s]	[kg/s]
C	12,0	0,916	0,916								
H	1,0	0,105	0,105								
N ₂	28,0	0,006	0,006			11,885	11,885		11,885	11,885	
O ₂	32,0	0,018	0,018			3,611	3,611		0,328	0,328	
S	32,1	0,007	0,007							0,000	
CO ₂	44,0								3,360	3,360	
CO	28,0								0,014	0,014	
NO	30,0								0,015	0,015	
SO ₂	64,1								1,261	1,261	0,105
H ₂ O	18,0			11,111	2,778	0,208	0,208	13,889	13,889	0,000	
popel		0,000							0,000	0,000	
Celkem		1,053	1,053	11,111	2,778	15,704	15,704	13,889	13,889	16,862	0,105

Obr. 4 PFD schéma parního generátoru z příkladu

Výpočet toků hmoty a teploty jednotlivých proudů je založeno na uplatnění zákonů zachování hmoty a energie v integrální formě pro konečně velké systémy. Bilancovaným systémem může být jedno nebo více zařízení uvedených na PFD schématu.

Zadání: Pro parní generátor o výkonu 50 tun páry/hod, o přetlaku 20 barg a teplotě 215 °C, který je popsán PID schématem na obr. 4 a technologickým postupem ve výše uvedeném příkladu, stanovte množství potřebného topného oleje a spalovacího vzduchu. Hořák pracuje s přebytkem vzduchu 10 %, při němž dojde k úplnému spálení všech prvků v topném oleji podle rovnic v příkladu a oxidaci uhlíku až na CO₂. Pro atomizaci oleje na kapky se přivádí sytá pára v poměru 1 :10 k oleji.

Řešení: Nejdříve stanovíme tepelný výkon Q_p [W], který předává kotel D-110 pomocí výměníků W-111 a W-112 do páry. Pro tento účel bude bilancovaný systém S1 obsahovat sborník páry B-113, zásobník kondenzátu B-114 a výměníky W-111 a W-112, viz obr. 5. Do systému vstupuje kondenzát proudem 7 a vystupuje pára proudem 8. Do systému je přes teplotní plochu výměníků přiváděn tepelný výkon Q_p

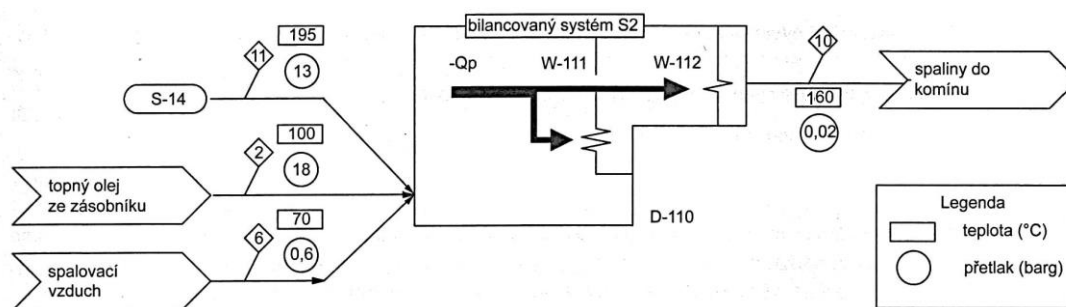


Obr. 5 Bilancovaný systém S1 pro výpočet tepla předaného páře

Při zanedbání kinetické a potenciální energie v proudech 7 a 8 můžeme napsat bilanci celkové energie, rovnice (3.6), ve tvaru

$$0 = m_7 \cdot h_7 - m_8 \cdot h_8 + Q_p \quad [W]$$

Množství topného oleje, který musíme spálit, abychom mohli do páry předat tepelný výkon, získáme z bilancí pro systém S2, který zahrnuje spalovací prostor kotle D-110. Do tohoto systému vstupuje proudem 2 topný olej, proudem 6 spalovací vzduch a proudem 11 pára, jež slouží k atomizaci topného oleje, viz obr. 6. Z kotle vystupují spaliny proudem 10 o teplotě 160 °C. Systém S2 nekoná mechanickou práci, ale odvádí se z něj do trubek výměníků W-111 a W-112 tepelný výkon Q_p .



Obr. 6 Bilancovaný systém S2 pro výpočet množství topného oleje

Bilance celkové energie pro systém S2 má tvar

$$0 = m_{11} \cdot h_{11} + m_2 \cdot h_2 + m_6 \cdot h_6 - m_{10} \cdot h_{10} - Q_p \quad [W]$$

Řádně sestavené PFD schéma uvádí všechna zařízení a definuje hmotnostní toky proudů a jejich stavové vlastnosti jako je teplota, tlak, skupenství. Údaje na vstupu a výstupu z jednotlivých zařízení jsou základními údaji pro jejich návrh. Výsledkem návrhu jsou specifikace jednotlivých zařízení.

Specifikace zařízení (Data sheets)

Specifikace zařízení je jednou z nejdůležitějších součástí definice nové technologie. Návrh zařízení, v nichž dochází k proudění látek, se opírá o teorii přenosových jevů a ta poskytuje základní parciální diferenciální rovnice pro přenos hybnosti, energie a hmoty. Jejich přesné počítačové řešení je možné pouze pro jednofázové systémy s laminárním prouděním v jednoduché geometrii. Pro většinu reálných zařízení nejsme schopni ani s pomocí počítačů zjistit lokální hodnoty rychlosti, tlaku, teploty a složení média v pracovním prostoru zařízení. Proto se při výpočtu procesních zařízení, jako jsou např. výměníky, čerpadla, kompresory apod., používají experimentálně stanovené empirické vztahy, které s různou měrou využívají zákonů podobnosti a základních bilančních rovnic.

Výsledkem návrhu je specifikace zařízení, která obsahuje všechna podstatná data o zařízení a jeho náčrt. Rozsah specifikace musí dostačovat výrobcí pro zpracování výrobní dokumentace a jeho vyrobení. Náčrt obsahuje všechny geometrické detaily, které jsou důležité z hlediska jeho funkce. U zařízení jako jsou čerpadla, kompresory ventilátory nebo hořáky, kde existuje specializovaný výrobce, postačují pouze základní parametry. Každý typ zařízení je popsán jiným souborem údajů. Pro tepelný výměník je charakteristická teplosměnná plocha a pro čerpadlo zase oběžné kolo a elektrický pohon. Tabulka sumarizuje možné údaje, které se u obecného zařízení specifikují.

Skupina	Položka	Detailní položka
Identifikace	Projekt	název projektu, částí projektu, PS SO
	Aparát	název, kód
Funkcionalita	Druh zařízení	typ, výrobce
	Funkční charakteristika	výkon, kapacita, teplosměnná plocha, otáčky, tlaková diference, sací tlak, počet pater, přenesený tepelný výkon apod.
	Geometrické charakteristiky	výška, šířka, délka, objem, plocha, průměr, počet trubek, teplosměnná plocha apod.
	Hmotnost	celková, prázdného zařízení, zařízení s vodou
Pracovní podmínky	Teplota	pracovní, návrhová, (minimální, maximální)
	Tlak	pracovní, návrhový, zkušební
Vnější prostředí	Podmínky	teplota min., max., vlhkost vzduchu min., max., nadmožská výška
	Zatížení	větrém, sněhem, seizmická zóna
Média	Složení	složky a fáze včetně jejich koncentrací,
	Podmínky	tlak, teplota, stav (kapalina, plyn, pára, ...)
	Vlastnosti	molekulová hmotnost, hustota, viskozita, specifické teplo, tepelná vodivost apod.
Konstrukce	Normy	norma kvality ČSN, ASME, ...
	Geometrie částí	průměr oběžného kola, počet, trubek, počet pater, typ pater apod.
	Rotační části	typ ložisek, druh mazání, typ ucpávky
	Pevné vestavby	narážky, patra kolon, vnitřní teplosměnné plochy apod.
	Rotující části	míchadla (typ, průměr, oběžná kola)
	Příslušenství	náplň, katalyzátor
	Konstrukční materiály	materiál jednotlivých částí, korozní přídavek, součinitel svaru, RTG zkouška svarů
	Ochrana povrchu	nátěry, izolace
	Pozice	vertikální, horizontální apod.
	Kotevní šrouby	průměr, délka, materiál
Pohon	Elektrický	napěťová soustava V/Hz, příkon, otáčky, prostředí, třída izolace, třída krytí (IP)
	Hydromotor	příkon, kroutící moment, tlak, průtok
	Pomocná zařízení	převodovka, spojka, ucpávka
Příslušenství	Náplně	tělíska, katalyzátor, aktivní uhlí apod.
Tabulka hrdel	Hrdla	označení, DN, PN, těsnící plocha apod.

Příklad specifikace neboli datasheetu pro zásobník oleje B-120 ukazuje následující tabulka a obrázek, kde je uveden jeho rozměrový náčrt.

Společnost ABC, a.s.		Adresa/TEL/FAX/E-mail	
DATA SHEET		Zásobník oleje	
Project: B-120 Code:		B-120 Code:	
Obchodní případ:	Generátor páry	Číslo OP:	P-001
Unit:	Generátor páry	Unit No:	PS-01
Provozní soubor/jednotka:	Generátor páry	Číslo PS/PJ:	PS-01
Item:	Zásobník oleje	Item Code:	B-120
Apparát:	Zásobník oleje	Označení aparátu:	B-120
1 Function:	obřev topného oleje z 95 °C na 100 °C	28 Code requirements:	Standardy kvality: ČSN
2 Type:	trubkový s U trubkami	29 Surface per Unit:	Výmětní plocha: 0,63 m ²
3 Connected in:	Vstup - čerpadlo ze zásobníku Připojen k: Vstup - olejové čerpadlo P-116	30 Shells per Unit:	Počet dílů výměníku: 1
4 Performance of one Unit:	Shell Side: Strana plášť Tube Side: Trubk. strana	31 Surface per Shell:	Plocha jednoho dílu: 0,63 m ²
5 Fluid entering:	Medium: Topný olej	32 Heat Exchanged:	Celkové převedené teplo: 22 100 W
6 Condensable Vapours:	Kondenzovatelné páry: kg/h	33 Heat Transfer Coef.:	Koeficient přestupu tepla: 390 W/m ²
7 Non-Cond. Vapours:	Nekondenz. páry: kg/h	34 Heat Transfer Coef. Clean:	Koef. přest. tepla čistého výměníku: 420 W/m ²
8 Liquid:	Kapalina: kg/h	35 Tube material:	Trubky: 12 022.1
9 Total Fluid enter:	3 800	36 OD/ID:	25/2 mm
10 Fluid Vapour or Cond.:	Páry nebo kondenzát: kg/h	37 Shell material OD:	Plášť: 11 368.1 D 1 200 mm
11 Viscosity:	Viskozita: mPas	38 Charact.:	Trubková strana:
12 Molecular Weight:	Molekulová váha:	39 Tube Sheets:	Trubkovnice:
13 Specific Heat:	Specifické teplo: kJ/kg °K	40 Raffles - cross:	Přepážky:
14 Latent Heat:	Latentní teplo: kJ/kg	41 Tube fastening:	Upevňovací trubek: U-trubky do příruby
15 Thermal Conductivity:	Tepelná vodivost: W/m °K	42 Tube support:	Podpěry trubek:
16 Fouling factor:	Odpor zanesení: m ² °C/kW	43 Corrosion allowance Shell Side:	Korozní přírůstek plášťové strany: 1 mm
17 Temperature in:	Vstupní teplota: °C	44 Corrosion allowance Tube Side:	Korozní přírůstek trubkové strany: 0 mm
18 Temperature out:	Výstupní teplota: °C	45 Nozzles: Hrdla:	
19 Operating overpressure:	Pracovní přetlak: MPa	46 Item:	Item: DN PN Facing: Těsnící plocha: Service: Funkce:
20 Number of passes:	Počet chodů:	47 H11	40 0,6 trubčí těsnící lišta vstup oleje
21 Velocity:	Rychlost: m/s	48 H2	40 0,6 trubčí těsnící lišta vstup oleje
22 Pressure drop:	Tlaková ztráta: kPa	49 H3	40 0,6 trubčí těsnící lišta recirkulace oleje
23 Design Overpressure:	Návrhový přetlak: MPa	50 H4, H6	25 1,6 trubčí těsnící lišta vstup páry
24 Test Overpressure:	Zkušební přetlak: MPa	51 H5, H7	25 1,6 trubčí těsnící lišta výstup kondenzátu
25 Design Temperature:	Návrhová teplota: °C	52 H8	40 0,6 trubčí těsnící lišta odhaz odplynů
26 Total Weight:	Celková váha: 1 000 kg	53 H9, H10	40 0,6 trubčí těsnící lišta měření tlaku/teploty
27 Remark:	Poznámka:	54 H11/H12	40 0,6 trubčí těsnící lišta měření tlaku/teploty
55 Rev. No:	0 1 2 3 4	Page:	Strana:
56 Date: Sign:		Page:	Strana:
Datum Podpis:			

Společnost ABC, a.s.		Adresa/TEL/FAX/E-mail	
DATA SHEET		Zásobník oleje	
Project: B-120 Code:		B-120 Code:	
Obchodní případ:	Generátor páry	Číslo OP:	P-001
Unit:	Generátor páry	Unit No:	PS-01
Provozní soubor/jednotka:	Generátor páry	Číslo PS/PJ:	PS-01
Item:	Zásobník oleje	Item Code:	B-120
Apparát:	Zásobník oleje	Označení aparátu:	B-120
1 Rev. No:	0 1 2 3 4	Page:	Strana:
2 Date: Sign:		Page:	Strana:
Datum Podpis:			

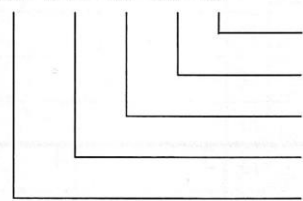
Strojně technologické schéma - PID schéma (Piping & Instrumentation Diagram - PID)

Známe-li proudové technologické schéma a jednotlivá zařízení, můžeme zpracovat detailní schéma, které obsahuje všechna potrubí i pomocná. Takové schéma se nazývá strojně technologické nebo PID schéma, z anglického *Piping & Instrumentation Diagram*. PID schéma obsahuje detaily všech zařízení včetně náhradních, všechna vstupní a výstupní hrdla, vestavby (např. patra), všechna potrubí včetně armatur a všechna měřicí čidla a regulační orgány i pohony všech strojů. V PID diagramu jsou vyznačeny všechny řídicí smyčky a limitní stavy ochranných prvků.

Každé zařízení je označeno kódem stejným jako na PFD schématu. Zařízení se znázorňují stejnými schematickými značkami jako na PFD schématech nebo podrobnějšími schematickými obrázky, které vystihují jejich tvar.

Každá potrubní větev je jednoznačně označena identifikačním kódem. Kód větve obsahuje číslo větve, médium, průměr, potrubní třídu nebo materiál a někdy také i tlak. Typický kód potrubní větve ukazuje obr. 7.

103 – S-14 – 50 – CS – 15



tlak [bar], zde 15 bar

materiál, zde CS – uhlíková ocel

průměr DN (mm), zde DN 50 mm

médium, zde S-14 – pára 14 barg

číslo větve – zde větev č. 103,

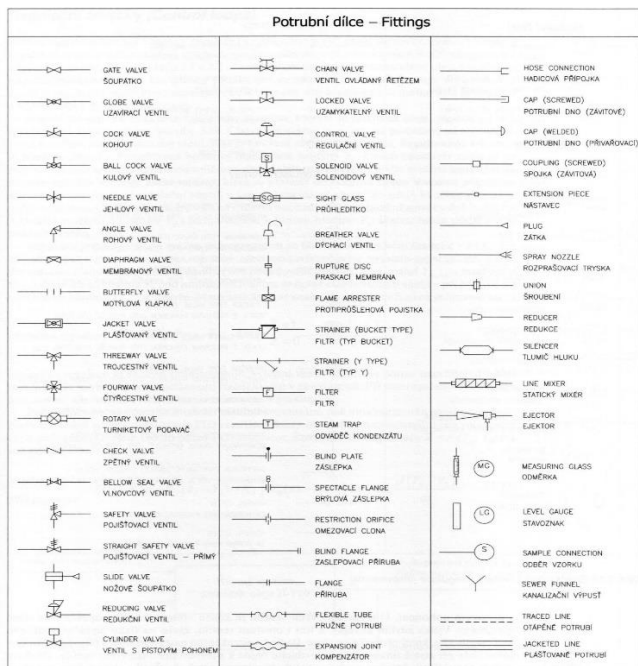
číslo může obsahovat i číslo PS
např. 12-0053 by znamenalo větev
č. 53 provozního souboru PS 12

Obr. 7 Příklad kódu potrubní větve

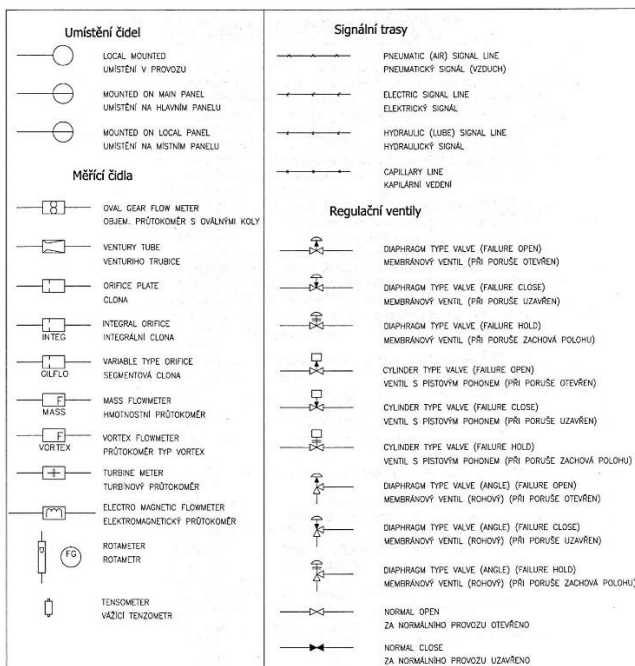
PID schéma obsahuje velké množství různých druhů armatur, např. kulové kohouty, ventily, šoupátka, regulační ventily, pojistné ventily, kondenzační hrnce a řadu dalších. Každá větší inženýrská firma má standardy pro označování armatur. V Česku existuje doporučující norma ČSN 013502 pro značky armatur a ČSN 180051 pro značení měřících a řídicích obvodů. Obr. 8 ukazuje příklad základních značek pro armatury, které vycházejí ze zahraničních technologických schémat.

Měřicí čidla jsou vždy umístěna na zařízení nebo v potrubí. Podle typu čidla jsou změřené hodnoty zobrazovány přímo na místě jako u budíkových tlakoměrů nebo na lokálních panelech a nebo jsou přenášena do velínu a zobrazována na obrazovce řídicího panelu. Typickým čidlem se vzdáleným zobrazením výstupu je odporový teploměr PT100, jehož elektrický signál se většinou přenáší do velínu, kde se zobrazuje. Měřicí signály jsou přenášeny elektricky, pneumaticky

stlačeným měřicím vzduchem, hydraulicky nebo kapilárami. Typické značky pro označování přístrojů pro měření a regulaci jsou ukázány na obr. 9.



Obr. 8 Značky pro kreslení potrubních dílců

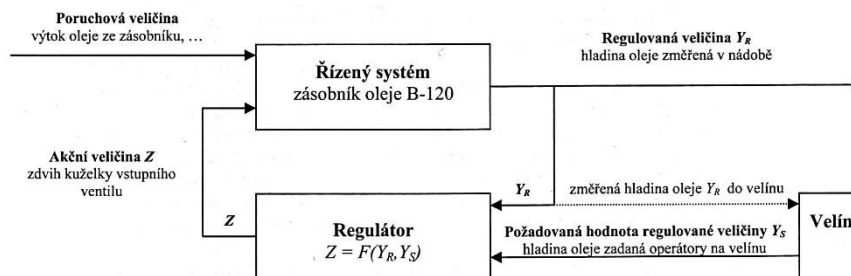


Obr. 9 Značky prvků měření a regulace

Regulační ventily mohou na daný signál uzavřít nebo otevřít průtok kapaliny. Takto se chovají solenoidové ventily, které při přívodu elektrického napětí do cívky magnetickou silou přemohou pružinu a průtok jednorázově uzavřou nebo otevrou podle toho, jak je konstrukčně nasměrováno působení pružiny. Pro plynulou regulaci průtoku se používají membránové ventily nebo ventily s pístovým pohonem. U membránových ventilů je konec vřetene kuželky upevněn na střed membrány. Výška zdvihu kuželky, a tím i otevření ventilu, závisí na tlaku plynu přivedeného nad membránu, který přemáhá pružinu. Podle konstrukčního nastavení směru působení pružiny závisí, zda při ztrátě tlaku měřicího vzduchu dojde k otevření nebo uzavření ventilu. Druhým typickým ventilem, který umožňuje plynule regulovat průtok, je ventil s elektrickým pohybem pístu, na jehož konci je kuželka, která reguluje průtok. Ventil, jenž se při ztrátě signálu uzavře (otevře) má schématickou značku se šipkou na „vřetenu“ směrem k (od) potrubí. Při normálním provozu jsou některé ventily otevřené a jiné zavřené. Uzavřeny jsou většinou všechny odkalovací a odvzdušňovací ventily. Ventily za normálního provozu uzavřené mají tělo vybarveno černé.

Regulační smyčky (Control loops)

PID schémata zobrazují všechny regulační smyčky, které řídí chod jednotky. Způsob kreslení regulační smyčky si ukážeme na příkladu regulace hladiny v zásobníku oleje B-120 na schématu uvedeném na obr. 4 z příkladu. Z nádoby odtéká proměnné množství oleje v závislosti na požadovaném výkonu. Do nádoby přitéká olej ze zásobníku a na jeho vstupu do zásobníku B-120 je regulační ventil, který reguluje průtok oleje tak, aby hladina v zásobníku byla konstantní a topné trubky byly stále zatopeny.

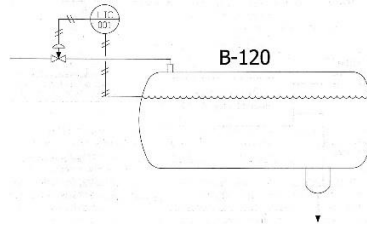


Obr. 10 Regulační obvod se zpětnou vazbou

Regulační smyčka se skládá z řízeného systému, kterým je zásobník oleje, měřicích čidel, regulátoru a akčního členu, viz obr. 10. Chování systému je ovlivněno **poruchovými veličinami**, které se v čase nepředvídatelně mění. Zde je to výtok

oleje ze zásobníku. **Regulovanou veličinou** je hladina oleje Y_R . Požadovaná hodnota regulované veličiny Y_S , kterou operátoři zadávají na velínu, vstupuje spolu se změřenou veličinou do **regulátoru**. Regulátor podle zvolené matematické formule spočítá hodnotu **akční veličiny**, která se přeneše do akčního členu. V našem případě je akčním členem vstupní regulační ventil, u kterého regulátor nastavuje zdvih kuželky Z , jenž je akční veličinou. Obsluha na velínu vidí na řídicím počítači z této regulační smyčky dvě hodnoty. Aktuální změřenou hladinu Y_R a požadovanou hodnotu hladiny Y_S , kterou může podle svého uvážení změnit.

Každý regulační obvod je označen kódem, který se skládá ze znakové části zachycující typ regulované veličiny, způsob zobrazení změřené hodnoty, a uvádí, zda se jedná o regulační obvod. Označení *LIC* na obr. 11 znamená měření hladiny (*L*), lokální indikaci (*I*) a (*C*) automatickou regulaci. Číselný kód 001 je pořadové číslo smyčky. Význam písmen určuje česká norma ČSN 18 0051, která vychází z anglických názvů veličin.

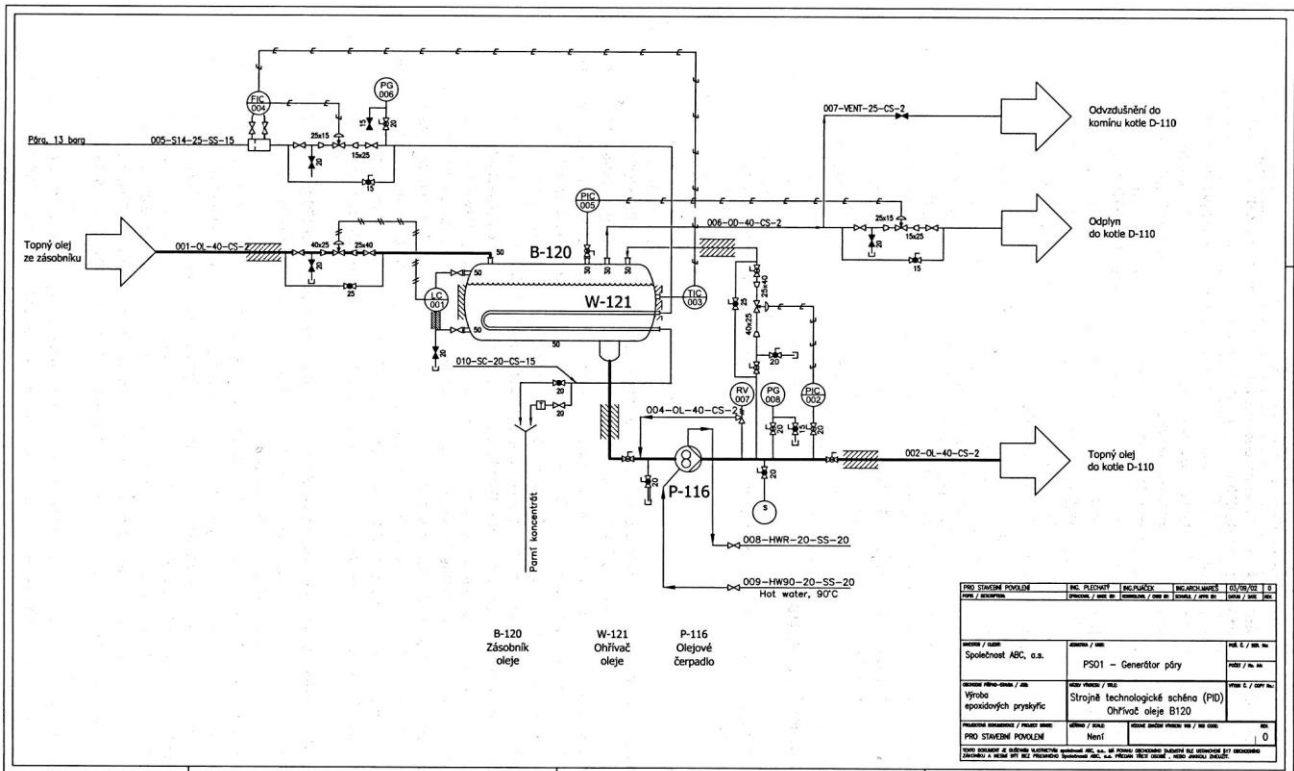


Obr. 11 Zobrazení regulačního obvodu řídicího výšku hladiny v zásobníku oleje B-120

Počet regulovaných veličin

Pro každý systém existuje právě jeden správný počet regulačních smyček. Je-li regulačních smyček méně, soustavu nelze řídit a soustava může samovolně přejít do nežádoucího stavu. Příkladem z obr. 3.11 by mohla být absence regulačního ventilu na vstupu do zásobníku B-120. Hladina B-120 by samovolně klesala v závislosti na poměru přítoku a odtoku a nebyli bychom ji schopni ovlivnit. Druhým extrémem je větší počet regulačních smyček. V tomto případě se jednotlivé regulátory mezi sebou přetahují a soustava začne oscilovat. Tuto situaci bychom způsobili, pokud by na výstup z B-120 byl nainstalován druhý regulační ventil, který by dostával pokyny také od měření hladiny. Správný počet regulačních smyček odpovídá počtu stupňů volnosti soustavy, který lze teoreticky odvodit. V praxi se většinou vychází ze zkušenosti. Provoz zásobníku oleje potřebuje další regulační obvody, které zajistí

- konstantní tlak na vstupu do kotle D-110
- konstantní hladina oleje v zásobníku B-120
- tlak v zásobníku B-120
- teplotu v zásobníku B-120



Obr. 11 PID schéma zásobníku oleje s parním ohřevem