

PROCES NÁVRHU TECHNOLOGICKÉ STAVBY

Filozofie procesu návrhu

návrh stavby znamená jednoznačně určit

- všechny prvky stavby
- všechny charakteristiky prvků

atributy prvků stavby lze rozdělit do čtyř skupin

- funkce (F)
- lokalizace (L) } typické pro prvky budov
- geometrie (G)
- vlastnosti (V)

Filozofie procesu návrhu

Hierarchické členění prvků

- **stavba**
 - její funkce je dána např. výrobní kapacitou – teplárna 6 MWe
 - je lokalizována v katastrálním území
 - geometrie je vymezena obrysem pozemku
- **budova**
 - funkce může být kotelna
 - je lokalizována půdorysem na generelu stavby
 - geometrie je dána třemi rozměry 12x15x9 m
- **technologie**
 - podle funkce - např. uhelný parní kotel 30 t/h, 400 °C, 4 MPa
 - lokalizovaný na půdorysu přízemí kotelny
 - geometrie dána třemi rozměry uvnitř kotelny 6x10x7 m
 - vlastnosti, které specifikují prvek – např. spalování ve stacionární fluidní vrstvě, výparník s přirozenou cirkulací atd.

Filozofie procesu návrhu

Rozdělení atributů prvků na F, L, G a V odpovídá logice návrhu stavby

1. krok návrhu

- určuje se funkce všech prvků
- postupuje se od funkce nejvyššího prvku směrem k dílčím prvkům
- hierarchické členění končí prvkem, pro který jsme schopni určit jeho geometrii – obvykle z nabídky dodavatele

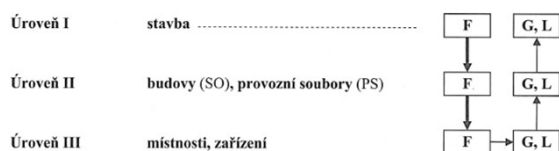
2. krok návrhu

- lokalizace (umístění) jednotlivých SO a PS

3. krok návrhu

- u SO členění staveb na jednotlivé místnosti
- u PS lokalizace jednotlivých strojů a zařízení do SO

Filozofie procesu návrhu



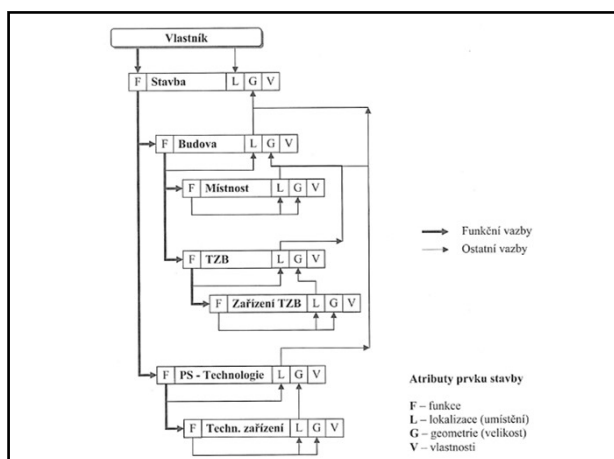
Při návrhu vlastností F, L, G, V se využívají tyto příčinné vazby:

- 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

Postup při návrhu stavby

uvažujeme zjednodušenou skupinu prvků, která obsahuje Stavbu, Budovy, Provozní soubory a Zařízení

- funkci Stavby a její lokalitu většinou určuje investor
- základem návrhu je hierarchické členění funkce jednotlivých prvků od nejvyšších až po nejnižší
- technická zařízení budov jsou podřízeným prvkem Budovy
- funkce technologických PS vyplývá z funkce Stavby
- funkční členění končí u prvků, kde z funkce můžeme určit jejich velikost
 - místnosti pro daný počet osob
 - TZB a technologická zařízení - velikost zjistíme z nabídek výrobců
- seskupením Zařízení získáme prostorové nároky celých PS
- prostorové nároky PS a místností určí velikost Budov
- návrh končí lokalizací Budov a venkovních PS na území Stavby



Postup při návrhu stavby

- na počátku projektování určujeme funkci pouze základních prvků a jejich prostorovou velikost odhadujeme na základě minulých projektů
- funkční návrh všech prvků a zpětné sestavení celé stavby na základě znalosti velikostí všech konečných dílčích prvků je možný až při zpracování Detail Designu

Postup projektování se dá rozdělit do dvou fází:

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

Postup při návrhu stavby

Výsledkem je

- na úrovni Stavby výběr staveniště
- na úrovni SO a PS jejich umístění na území stavby = **general stavby**
- v rámci SO a PS rozmístění místností v budově nebo zařízení v technologické lince = **dispoziční řešení**
- pro budovy půdorys jednotlivých podlaží
- pro technologii dispozice strojů a zařízení

Funkční návrh procesní technologie

Technologie

- procesní
 - kontinuálně zpracovávají látky a energie (elektrárny, rafinérie, chemické závody, pivovary, cukrovary apod.)
 - jednotlivá zařízení jsou propojena potrubím
 - většinou pracují kontinuálně
 - vyžadují jednotný řídicí systém ovládaný z velína
- výrobní
 - produkují kusové výrobky
 - skládají se ze zařízení propojených dopravníky
 - pracují diskontinuálně ve směnném provozu
 - každý stroj nebo linka má svůj lokální řídicí systém ovládaný obsluhou

Funkční návrh procesní technologie

Procesní technologie

- ze zadaných surovin a energií vytvoří produkt
 - novou látku
 - užitečnou formu energie
- skládá se z dílčích operací
- určení správného sledu operací je úkolem inženýra
 - opírá se o teorii přenosu energie a hmoty
 - odvozuje základní rovnice pro bilancování hmoty a energie v technologických schématech
 - s jejich využitím provádí dimenzování jednotlivých zařízení

Funkční návrh procesní technologie

probíhá ve čtyřech krocích:

- **Návrh technologického postupu (Reglement)** = sled jednotkových operací včetně podmínek, za nichž probíhají
- **Proudové technologické schéma (Process Flow Diagram - PFD)**
 - obsahuje všechny komponenty a proudy se všemi stavovými veličinami a látkovými bilancemi
 - definuje základní procesní požadavky na komponenty (kapacitu, parametry) a na potrubní větve (průtoky, tlaky, teplotu).
- **Specifikace zařízení (Data sheets)** - obsahují
 - všechny základní údaje o zařízení
 - rozměrový náčrtek s procesně důležitými detaily.
- **Strojně-technologické schéma (Piping & Instrumentation Diagram - PID)**
 - obsahuje všechna zařízení a jejich prvky
 - definuje
 - čísla **komponent**
 - číslo, průměr, médium, materiál, potrubní třídu u **potrubních větví**
 - číslo a typ u uzavíracích, regulačních a pojistných **armatur**
 - číslo, typ a typ vazby na akční člen u **měřících prvků**
 - je základním podkladem pro návrh potrubních větví a systému MaR a ASŘ

Technologický postup

- vychází ze znalosti technologického procesu a probíhající chemických reakcí
- určuje sled jednotlivých operací a zařízení, která je provádějí

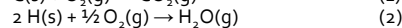
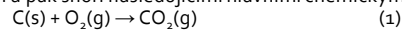
Př.: Technologický postup pro jednotku na výrobu páry

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

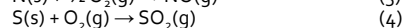
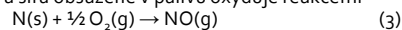
Řešení: Topný olej je přehřát parou o přetlaku 13 bar na teplotu 100 °C v ohřivači B-120. Olejové čerpadlo P-116 přivádí topný olej do hořáku kotle D-110. Ventilátor V-117 nasává přes filtr F-118 spalovací vzduch o teplotě 27 °C, který je přiveden do hořáku kotle D-110. Současně se do hořáku přivádí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

Technologický postup

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 palivu oxiduje reakcemi



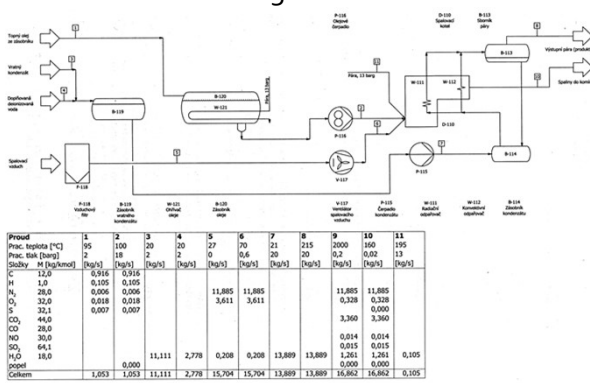
Reakce (1) a (2) jsou významné z hlediska produkce tepla pro generování páry. Reakční teplo se předá do páry sálavou výhřevnou plochou W-111 a konvekčním svazkem W-112. Spaliny vystupující do komína mají teplotu 160 °C.

Vratný kondenzát se spolu s demi vodou přivádí do zásobníku vratného kondenzátu B-119. Odtud se čerpadlem P-115 přivádí o teplotě 21 °C do napájecí nádrže B-114. Voda se odpařuje v sálavé výhřevné ploše W-111 a v konvekčním svazku W-112 kotle D-110. Pára a kondenzát se oddělí v parním bubnu B-113, z něhož se pára o přetlaku 20 bar a teplotě 213 °C odvádí do technologie.

Proudové technologické schéma - PFD

- je grafickým znázorněním technologického postupu
- obsahuje zařízení a proudy, které je spojují
- toky jdou zleva doprava
 - vstupní suroviny jsou na levé straně
 - koncové produkty nebo odpady jsou na pravé straně
- schéma je orientováno vodorovně se zařízeními rozmístěnými vertikálně a připomínajícími reálný proces
- stroje a zařízení se kreslí schematickými značkami
- při nižším stupni rozlišení se skupiny technologických operací a zařízení nahradí bloky = **blokové technologické schéma**

Proudové technologické schéma - PFD



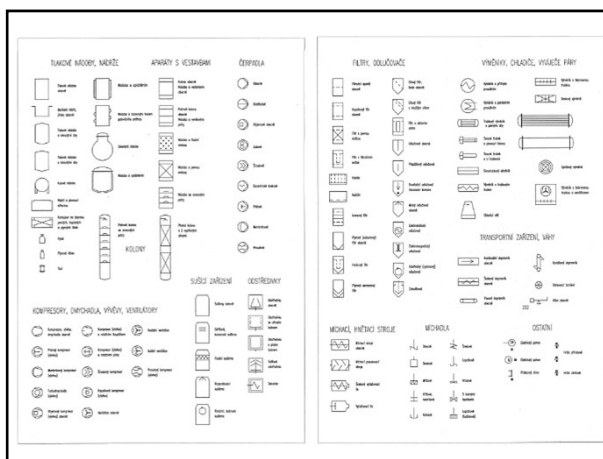
Proudové technologické schéma - PFD

Značky

- schematické značky pro kreslení zařízení v procesních technologických definuje evropská norma ČSN EN ISO 10628

Označení prvků

- každý prvek ve schématu musí být označen
- pro označování strojů a zařízení má každá inženýrská firma své vlastní standardy
- v energetice byl zaveden **jednotný systém značení zařízení KKS** = Kraftwerk Kenzichen System = systém pro značení (zařízení) elektráren



KKS kód

= technologické značení orientované na funkci zařízení

• umožňuje označit

- stavební objekt
- funkční skupinu
- signály MaR a ASŘ

Skládá se ze 3 stupňů označování:

1. stupeň KKS – úroveň systému
2. stupeň KKS – úroveň agregátu
3. stupeň KKS – úroveň provozního prostředku

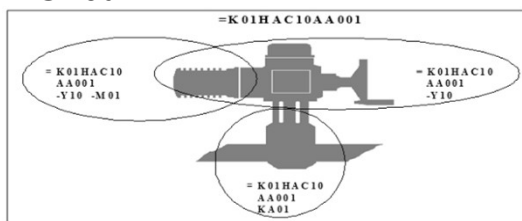
výrobní podniky mohou používat

- o. stupeň KKS – úroveň výroby

KKS kód

Běžně používaný termín	Výrobní	Úroveň systému	Úroveň agregátu	Úroveň prov. prostředku
Číslo stupně členění	0	1	2	3
Možnost zápisu	0. stupeň	1. stupeň	2. stupeň	3. stupeň
Možnost zkráceného zápisu	0. st.	1. st.	2. st.	3. st.
Pojmenování znaků	G	F ₀ , F ₁ , F ₂ , F ₃ , F _N	A ₁ , A ₂ , A _N , A ₃	B ₁ , B ₂ , B _N

KKS kód

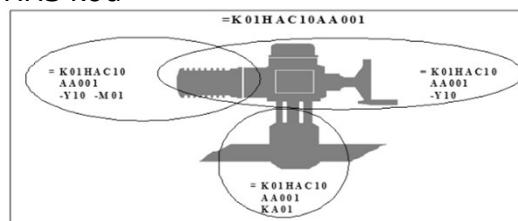


Ko1 je tzv. předčíslicí (zcela volitelné) a znamená, že zařízení se nachází na kotli Ko1

HAC - 1. stupeň KKS (neboli „systém“)

- dle lexikonu KKS znamená – Ekonomizér (H – konvenční výroba tepla, HA – tlakový systém, HAC – ekonomizér)
- číslo 10 za HAC je pořadové číslo v rámci 1. stupně KKS

KKS kód



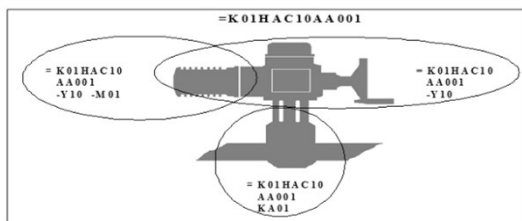
AA - 2. stupeň KKS (neboli „agregát“)

- dle lexikonu KKS znamená – Armatura včetně pohonu (A – agregát, AA – armatura včetně pohonu)
- číslo 001 je pořadové číslo armatury na potrubí

KA (resp. -Y10) - 3. stupeň KKS (neboli provozní prostředek)

- dle lexikonu KKS znamená – Šoupě, ventil, klapka, kohout (resp. Elektrické polohovadlo).

KKS kód



-Mo1 - rozšířený 3. stupeň KKS, neboli stupeň KKS_3_2 a

- dle lexikonu KKS znamená – Motor.
- je podmnožinou servopohonu, který je podmnožinou uzávěru, který je podmnožinou systému, který je podmnožinou v tomto případě kotle Ko1

KKS kód

Lexikon KKS definuje označení a pojmy

texty z Lexikonu KKS jsou zvýrazněny žlutou barvou

Číslo	G	F0	F1	F2	F3	F _N	A1	A2	A _N	A3	B1	B2	B _N
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Důvodní název: Hapřovad
 1. stupeň KKS: Průtokový systém vysokotlaké redukční stanice RSH001001-01
 2. stupeň KKS: Armatura včetně pohonu, tank nízké tlakovosti
 3. stupeň KKS: Šoupě, ventil, klapka, kohout, ochranná membrána, brzdící stopa zábrusný kotouč
 3. stupeň KKS: Šoupě

KKS kód

- s ohledem na různé požadavky označování zařízení v energetických výrobních rozlišuje Metodika KKS 5 druhů označování:
 1. Technologické značení zařízení
 2. Technologické značení budov a prostorů
 3. Značení místa vestavby – umístění do kobky/pole/skríně
 4. Značení umístění na stavbě
 5. Značení kabelu
- obecná Metodika značení KKS od VGB Group a z ní odvozený Lexikon KKS jsou dokumenty často velmi obecné - umožňující jednu věc označit více způsoby
- u řady společností vznikla potřeba vytvořit konkrétní adresnou „Metodiku KKS“
 - vybírá z Obecné Metodiky od VGB pouze důležité části
 - definuje tzv. „Závazné kódy KKS“, které se u dané společnosti vždy používají

KKS kód

Výhody systému KKS:

- umožňuje vytvoření jednotné databáze veškerého výrobního i nevýrobního zařízení a stavebních objektů
- umožňuje vytvářet velmi efektivně dokumentaci, orientovanou na potřeby zákazníka
- umožňuje sjednotit značení a způsob tvorby dokumentace v rámci všech dodavatelských firem a jejich subdodavatelů
- umožňuje nasazení moderních prostředků výpočetní techniky do oblasti údržby, řízení investic i provozu
- je mezinárodně uznávaný standard, což usnadňuje komunikaci s jednotlivými účastníky procesu výstavby
- podstatně usnadňuje procesy zavádění systému jakosti ISO 9000 a systému environmentálního managementu ISO 14000

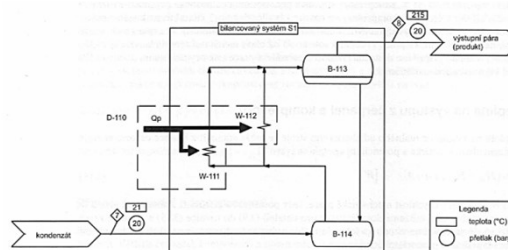
Hmotnostní a tepelné bilance pro PFD schéma

- PFD schéma zobrazuje výsledky materiálových a tepelných bilancí formou tabulky
- výpočet toků hmoty a tepla jednotlivých proudů je založeno na uplatnění zákonů zachování hmoty a energie

Př.: Pro parní generátor o výkonu 50 tun páry/hod, o přetlaku 20 bar a teplotě 215 °C, který je popsán PFD schématem, stanovte množství potřebného topného oleje a spalovacího vzduchu. Hořák pracuje s přebytkem vzduchu 10 %.

Hmotnostní a tepelné bilance pro PFD schéma

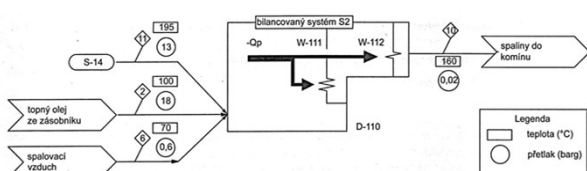
Bilance systému S1 - teplo předané páře



$$0 = m_7 \cdot h_7 - m_8 \cdot h_8 + Q_P$$

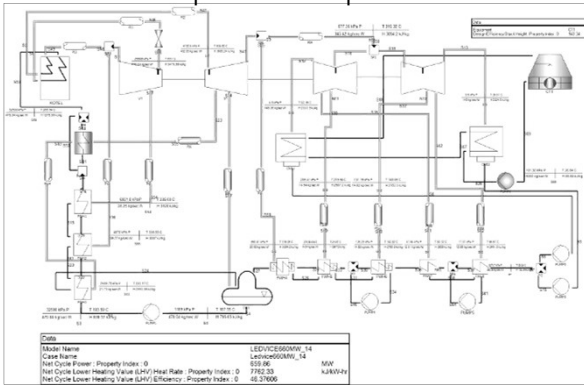
Hmotnostní a tepelné bilance pro PFD schéma

Bilance systému S2 - výpočet množství topného oleje



$$0 = m_{11} \cdot h_{11} + m_2 \cdot h_2 + m_6 \cdot h_6 - m_{10} \cdot h_{10} - Q_P$$

Hmotnostní a tepelné bilance pro PFD schéma



Specifikace zařízení (Data sheets)

- je jednou z nejdůležitějších součástí definice nové technologie
- návrh zařízení se provádí pomocí vhodně zvolených výpočtových metod a postupů – exaktních nebo empirických
- výsledkem návrhu je specifikace zařízení, která obsahuje
 - všechna podstatná data o zařízení - rozsah specifikace musí dostačovat výrobcí pro zpracování výrobní dokumentace a jeho vyrobení
 - jeho náčrt - obsahuje všechny geometrické detaily, které jsou důležité z hlediska jeho funkce
- pokud existuje specializovaný výrobce zařízení, postačí specifikovat pouze základní parametry

Specifikace zařízení (Data sheets)

Údaje vyplňované při specifikaci zařízení

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 ap.
	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., nadmořská výška
	Zatížení	větem, sněhem, seizmická zóna
Média	Uložení	složky a fáze včetně jejich koncentrací,
	Podmínky	tlak, teplota, stav (kapalina, plyn, pára, ...)
	Vlastnosti	molekulová hmotnost, hustota, viskozita, specifické teplo, tepelná vodivost apod.

Specifikace zařízení (Data sheets)

Údaje vyplňované při specifikaci zařízení

Konstrukce	Normy	norma kvality ČSN, ASME....
Geometrie částí		průměr oběžného kola, počet trubek, počet pater, typ pater ap.
Rotální části		typ ložisek, druh mazání, typ ucpávky
Pevné vestavby		narážky, patra kolon, vnitřní teplosměnné plochy apod.
Rotující části		michadla (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	těliška, katalyzátor, aktivní uhlí apod.
Tabulka hrdel	Hrdla	označení, DN, PN, těsnící plocha apod.

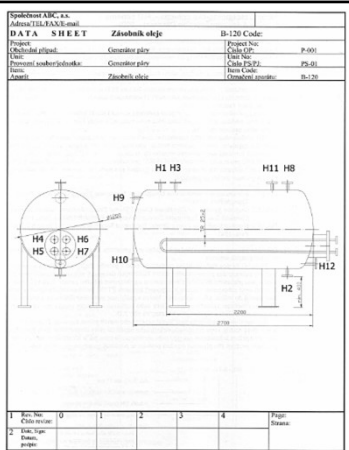
Data sheet

Zásobník oleje z příkladu

Sprohbeten ABC, s.r.l.		Zásobník oleje		B-120 Code:	
Adress: 11111, 11111, 11111		DATA SHEET		P-001	
Projekt: ...		Cesnostní plán: ...		Kód: ...	
Pracovní podmínky: ...		Cesnostní plán: ...		PS-01	
Média: ...		Zásobník oleje		B-120	
1	Typ: ...	24	25
2	26	27
3	28	29
4	30	31
5	32	33
6	34	35
7	36	37
8	38	39
9	40	41
10	42	43
11	44	45
12	46	47
13	48	49
14	50	51
15	52	53
16	54	55
17	56	57
18	58	59
19	60	61
20	62	63
21	64	65
22	66	67
23	68	69
24	70	71
25	72	73
26	74	75
27	76	77
28	78	79
29	80	81
30	82	83
31	84	85
32	86	87
33	88	89
34	90	91
35	92	93
36	94	95
37	96	97
38	98	99
39	100	101

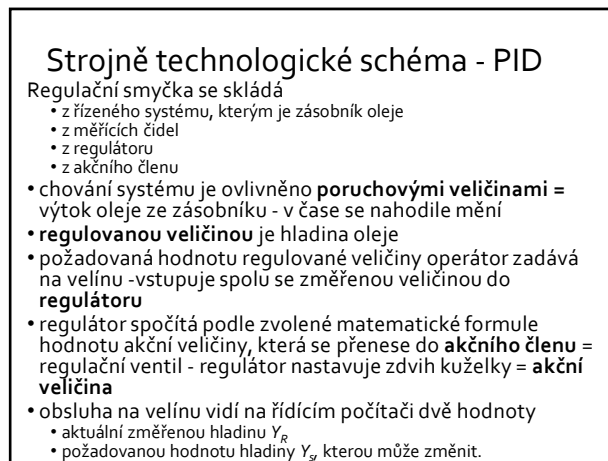
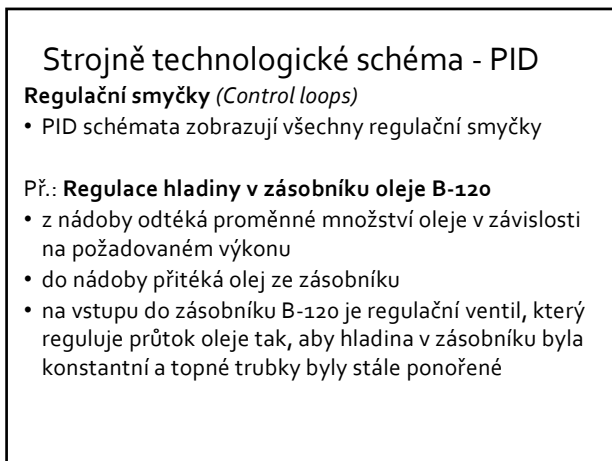
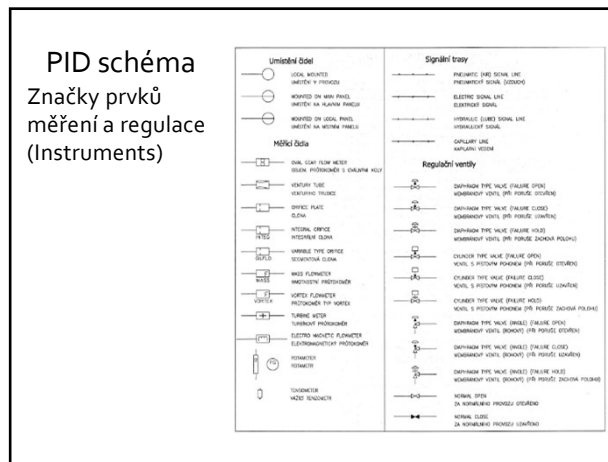
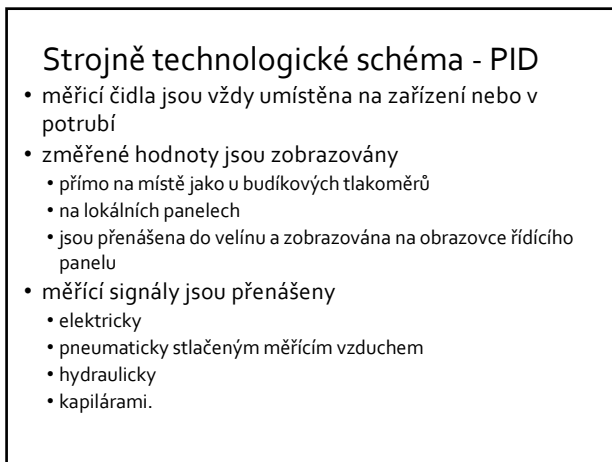
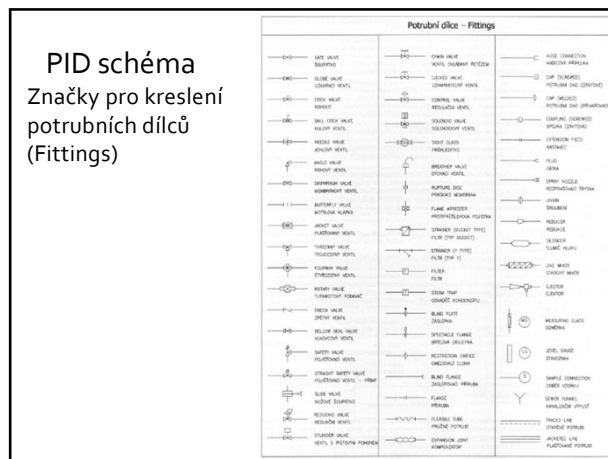
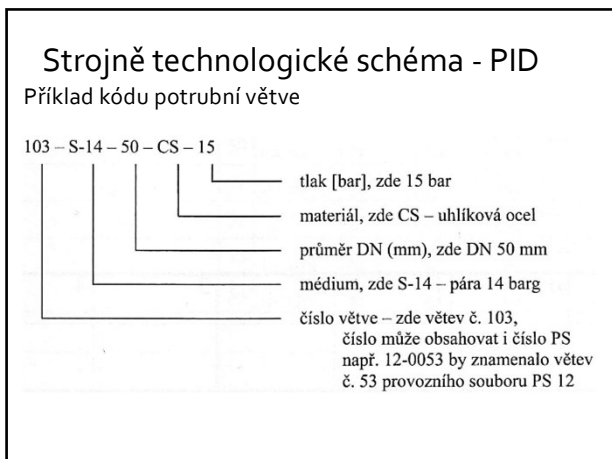
Data sheet

Zásobník oleje z příkladu - náčrtek



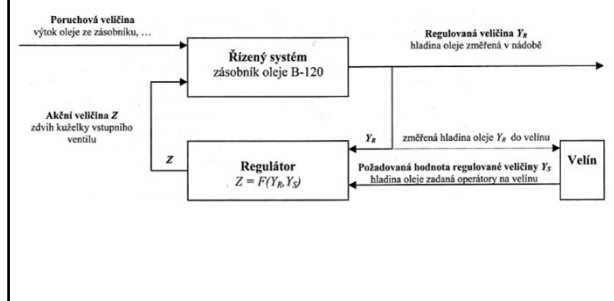
Strojné technologické schéma - PID

- detailní schéma všech potrubí včetně pomocných
- obsahuje
 - detaily všech zařízení včetně náhradních,
 - všechna vstupní a výstupní hrdla,
 - vestavby (např. patra),
 - všechna potrubí včetně armatur,
 - všechna měřicí čidla a regulační orgány,
 - pohony všech strojů
 - všechny řídicí smyčky a limitní stavy ochranných prvků
- zařízení se znázorňují stejnými schematickými značkami jako na PFD schématech nebo podrobnějšími schematickými obrázky, které vystihují jejich tvar
- každé zařízení je označeno kódem stejným jako na PFD schématu
- každá potrubní větev je jednoznačně označena identifikačním kódem - obsahuje číslo větve, médium, průměr, potrubní třídu nebo materiál a někdy také teplotu a tlak



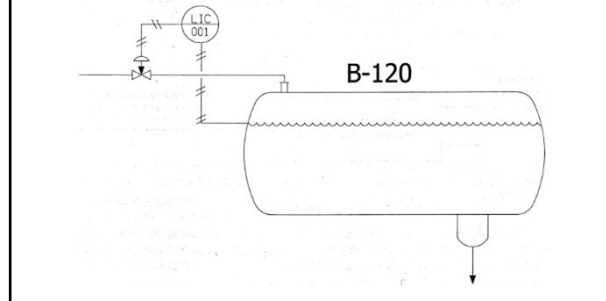
Strojně technologické schéma - PID

Regulační obvod výšky hladiny v olejové nádrži se zpětnou vazbou



Strojně technologické schéma - PID

Zobrazení regulačního obvodu řídicího výšky hladiny v zásobníku oleje B-120



Strojně technologické schéma - PID

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

Strojně technologické schéma - PID

PID schéma zásobníku oleje s parním ohřevem

