

PROJEKTOVANIE A VÝSTAVBA

Bilančné výpočty, procesný návrh aparátov, PFD

Prednáška

Vypracoval: Ing. Martin Juriga, PhD.

Bratislava, október 2013

PaV – Úvod

Komplexný návrh celej technológie
Čo sú výstupy ??

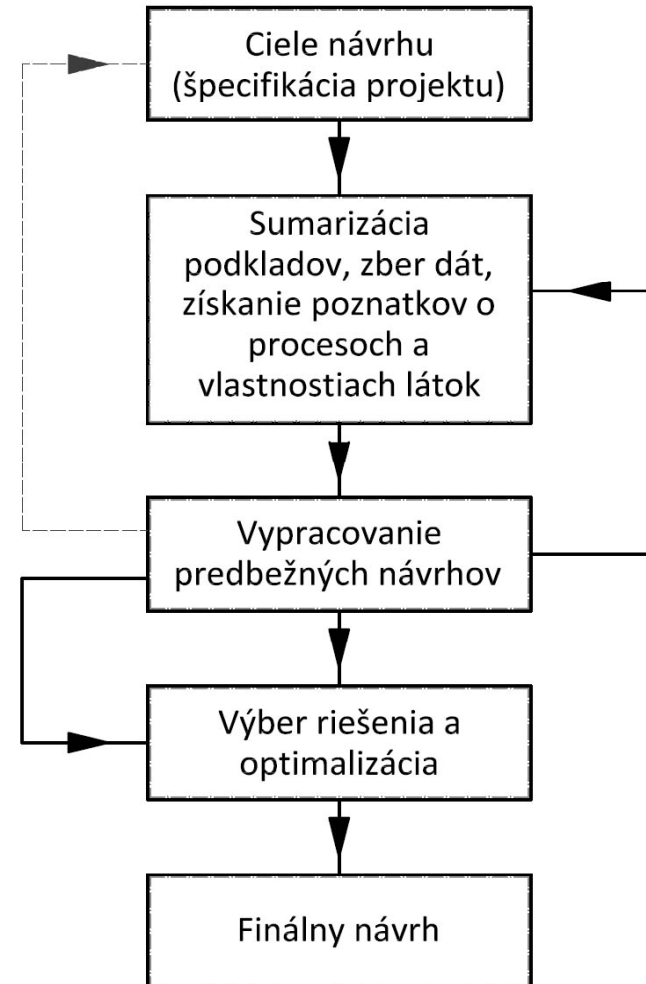
Optimalizácia

- Hľadanie ideálnych procesných parametrov
- Hľadanie možnosti úspor energie
- prepočty pre rôzne varianty
- Aké sú prevádzkové limity (maximálne a minimálne toky v technológii)

Riešenie rizikových uzlov

Empirické overenie „ nových“ častí

Procesný návrh zariadení a aparátov (expertné skupiny, dodávatelia, inžinierske firmy, atď. ... /



PaV – Idea

Filozofická otázka

Kedy sa rodia nové nápady ?

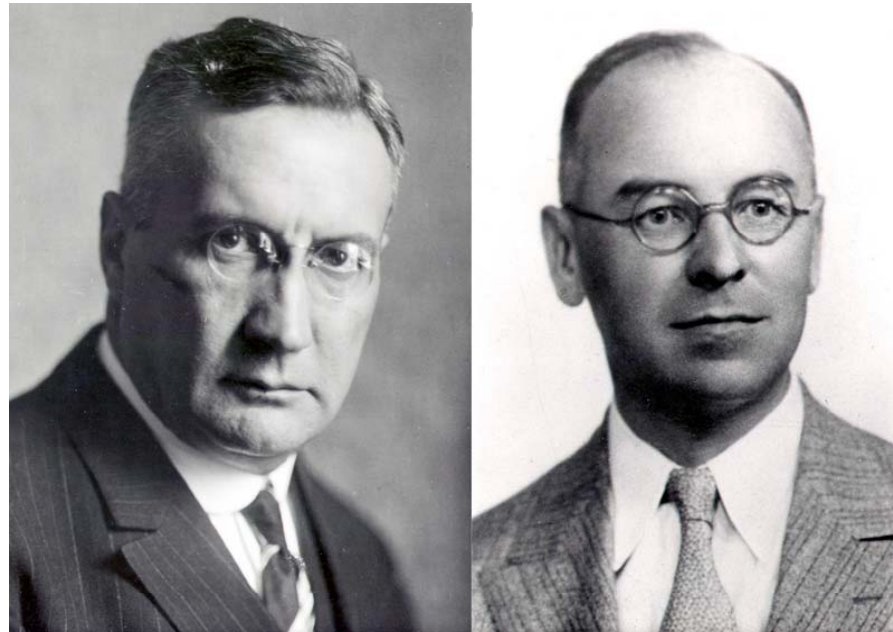
Kto je inšpirátor ľudskej vynaliezavosti ?

Vonkajšia a vnútorná výzva.

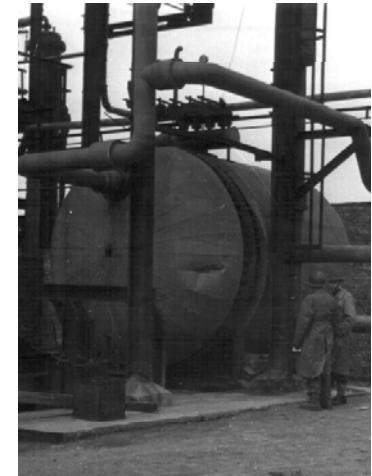
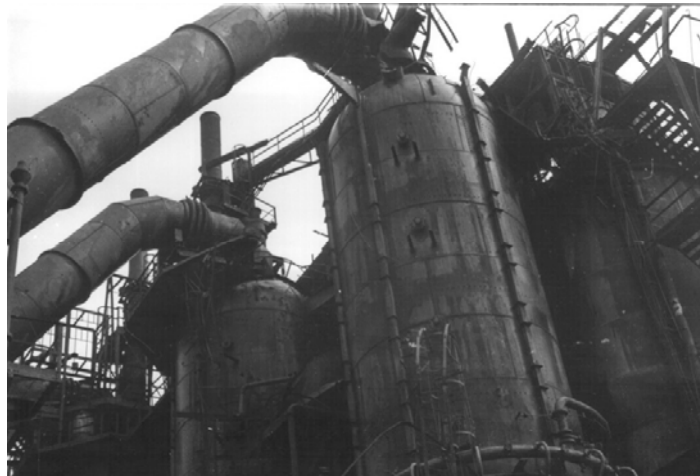
- niekto akokeby prišiel na svet s nejakou ideou ktorú chce naplniť

-Celospoločenská požiadavka ...

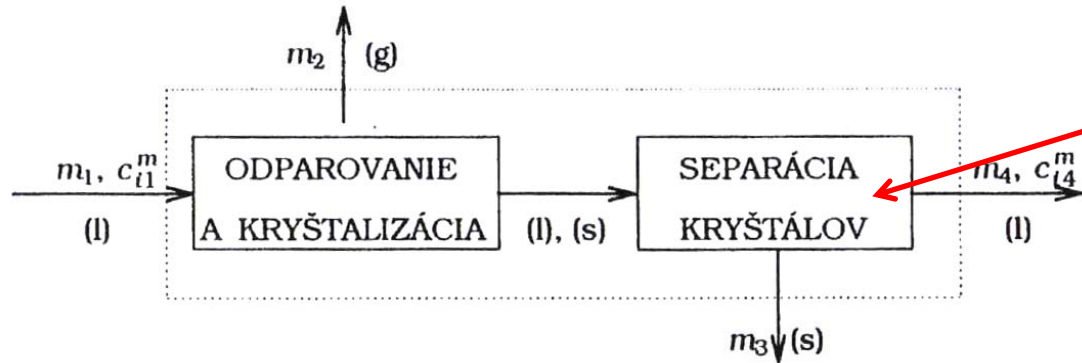
Cieľom Projektovanie je transformovať nové poznatky do reálneho riešenia.



Franz Fischer a Hans Tropsch: Fischer-Tropschova syntéza

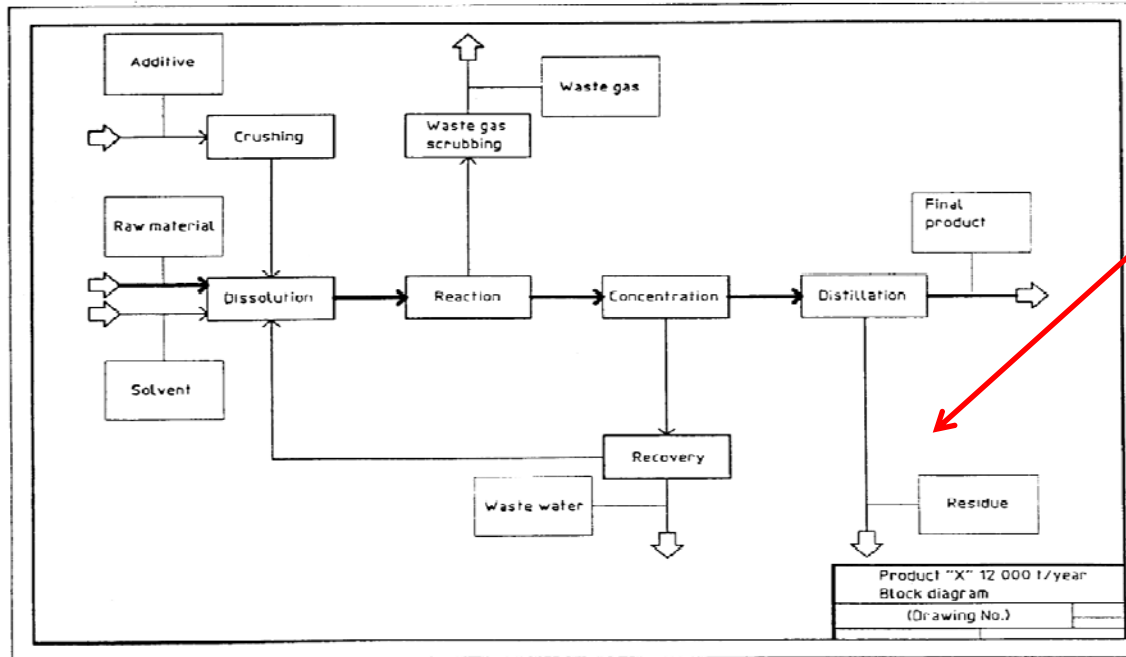


PaV – BD / Block Diagram /



Idea

- základné predpoklady
- Jednoduché manuálne výpočty
- Inžiniersky odhad



BD

- základný koncept
- Jednotkové operácie
- Bez MaR
- bez optimalizácie
- Základné bilančné výpočty

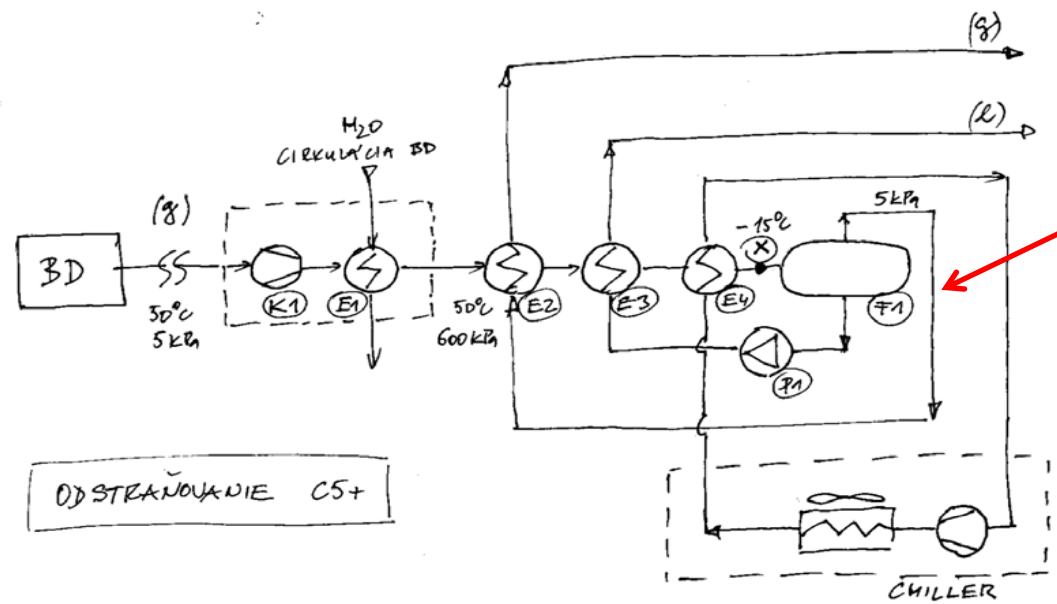
PaV – BD / Block Diagram /

BD

Vo všeobecnosti by mala obsahovať :

- ☐ hlavné jednotkové operácie (zvyčajne spolu s uvedeným toho a aký druh jednotkovej operácie sa jedná : Predpokladané pracovné parametre: tlak, teplota, prietok)
- ☐ BD neobsahuje jednotlivé samostatné zariadenia (často krát sa stáva že pod jednou jednotkovou operáciou sa skrýva viac aparátov.) Napr. separácia zložky A. zo zmesi môže v sebe obsahovať sedimentačnú nádobu aj sitový filter)
- ☐ hlavné potrubné prepojenie sú bez potrebných hnacích síl (čerpadlá, kompresory, gravitačný spád atď.)
- ☐ smery tokov médií
- ☐ hlavné stavové veličiny (teplota, tlak, prietok) v jednotlivých častiach technológie.

PaV – PFD / Process Flow Diagram /

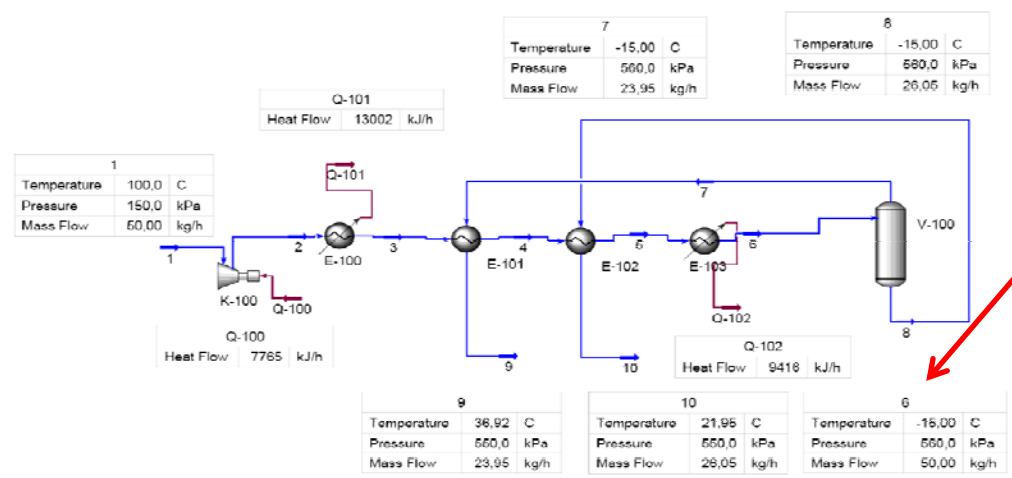


Idea

- základné predpoklady
- Jednoduché manuálne výpočty
- Inžiniersky odhad

PFD

- v podobe počítačovej simulácie
- Overenie
- Optimalizácia
- Podklady pre MaR
- Podklady pre stroje a zariadenia



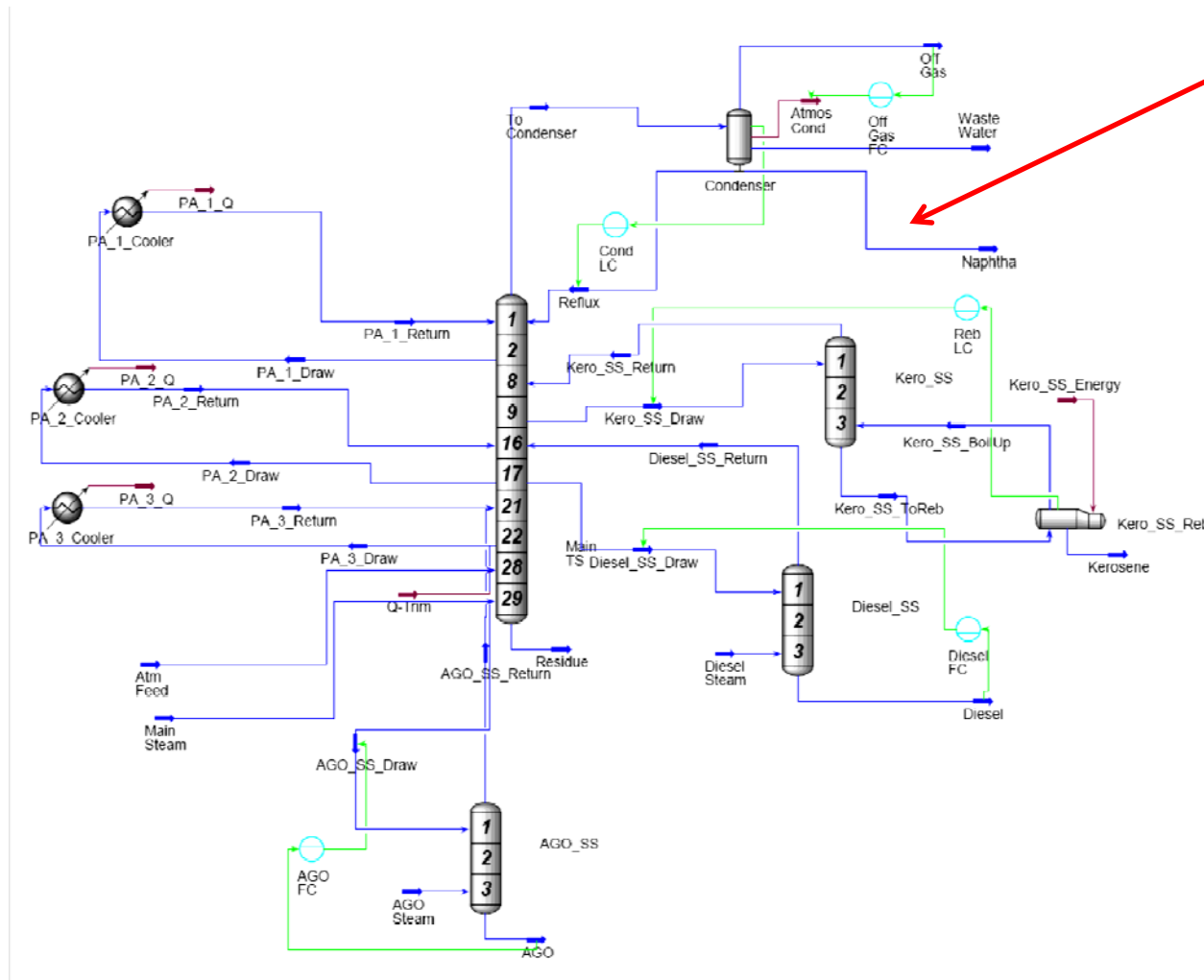
PaV – PFD / Process Flow Diagram /

PFD

Vo všeobecnosti by mala obsahovať :

- ☐ hlavné aparáty (zvyčajne spolu s uvedeným hlavných parametrov, napr. celový objem, tlak, teplota, materiálové požiadavky)
- ☐ hlavné zariadenia (zvyčajne spolu s uvedeným hlavných parametrov, napr. pre čerpadlo výtlačná výška, výkon motora atď.)
- ☐ hlavné potrubné prepojenie
- ☐ smery tokov médií
- ☐ hlavné stavové veličiny (teplota, tlak, prietok) v jednotlivých častiach technológie
- ☐ nosné regulačné okruhy

PaV – PFD / Process Flow Diagram /



Výstup z PFD

-PFD schéma / výstup z
simulačného
programu/

-Optimalizačné výpočty

- MaR /Hlavné
regulačné prvky /

PaV – PFD / Process Flow Diagram /

1	Case Name: C:\Work_2011\plyn_c5vyssie_2.usc		
2	Unit Set: SI		
3	Date/Time: Wednesday Nov 23 2011, 15:54:53		
4			
5			
6	Material Stream: 1	Fluid Package: Basis-1	
7		Property Package: Peng-Robinson	
8			
9	CONDITIONS		
10			
11		Overall	Vapour Phase
12	Vapour / Phase Fraction	1.0000	1.0000
13	Temperature: (C)	100.0 *	100.0
14	Pressure: (kPa)	150.0 *	150.0
15	Molar Flow (kgmole/h)	1.269	1.269
16	Mass Flow (kg/h)	50.00 *	50.00
17	Std Ideal Liq Vol Flow (m3/h)	9.577e-002	9.577e-002

Výstup z PFD

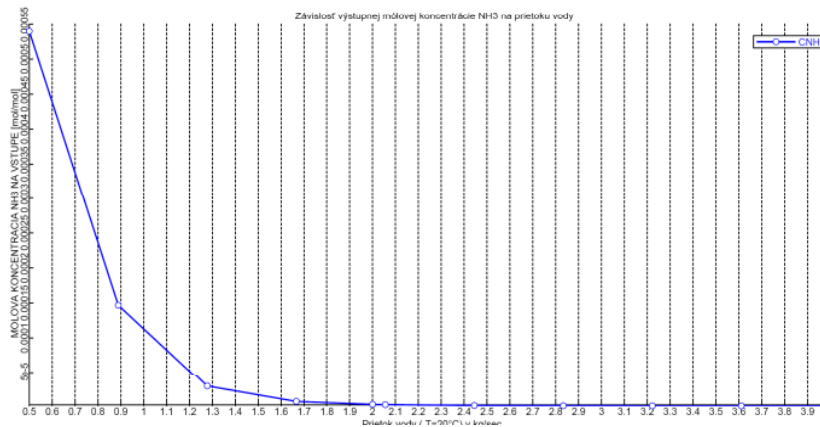
-Bilančná tabuľka

-F-CH Vlastnosti pre jednotlivé prúdy

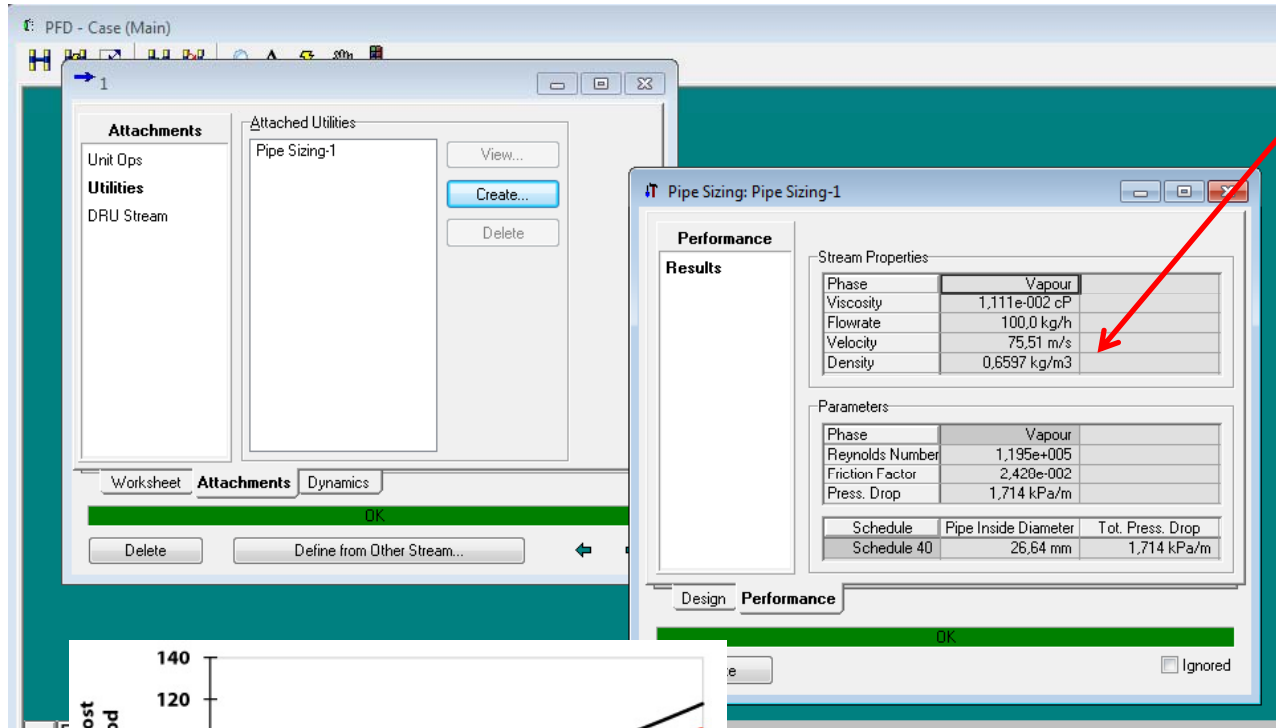
-Optimalizácia

A5, BILANCNA TABULKA. (Absorbcia ČPAVKU (NH3) z chladiacej stanice (SP 1516)
 Prúd (podľa schémy)

	1. plyn	.1A plyn	2. kvapalina	3. plyn	4. kvapalina
Molovy tok kmol/sec					
H2O	0	0	0,3330506	8,16E-03	0,3248914
NH3	5,22E-04	5,22E-04	0	3,62E-06	5,18E-04
H3O+	0	0	0	0	0
NH4+	0	0	0	0	0
OH-	0	0	0	0	0
AIR	0,4616308	0,4616308	0	0,4598321	1,80E-03
Molove zloženie					
H2O	0	0	1	0,0174343	0,9929188
NH3	1,13E-03	1,13E-03	0	7,74E-06	1,58E-03
H3O+	0	0	0	0	0
NH4+	0	0	0	0	0
OH-	0	0	0	0	0
AIR	0,9988706	0,9988706	0	0,9825579	5,50E-03
Hmotnostny tok kg/sec					
H2O	0	0	6	0,1469899	5,85301
NH3	8,89E-03	8,89E-03	0	6,17E-05	8,83E-03
H3O+	0	0	0	0	0
NH4+	0	0	0	0	0
OH-	0	0	0	0	0
AIR	13,36463	13,36463	0	13,31256	0,0520741
Hmotnostne zloženie					



PaV – PFD / Process Flow Diagram /

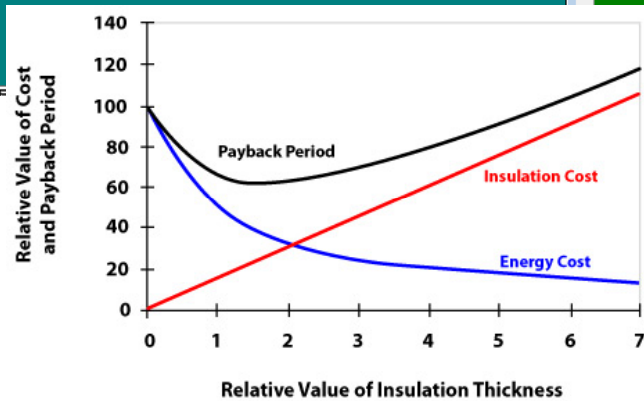


Výstup z PFD

-Optimalizačné výpočty

Napr.

-Návrh priemerov potrubí a izolácií /predbežná /



PaV – PFD / Process Flow Diagram /

PFD

Požiadavky na prevedenie. / v prípade, že sa nejedná o výstup z programu a je nutné PFD nakresliť /

Normy:


ISO 10628:2000 Flow Diagrams For Process Plants - General Rules.

BS 1553-1:1977 Graphical symbols for general engineering - Part 1: Piping systems and plant, British standard.

BS 1553-2:1950 Graphical symbols for power generating plant - Graphical symbols for general engineering, British standard

BS 1553-3:1950 Graphical symbols for compressing plant - Graphical symbols for general engineering, British standard

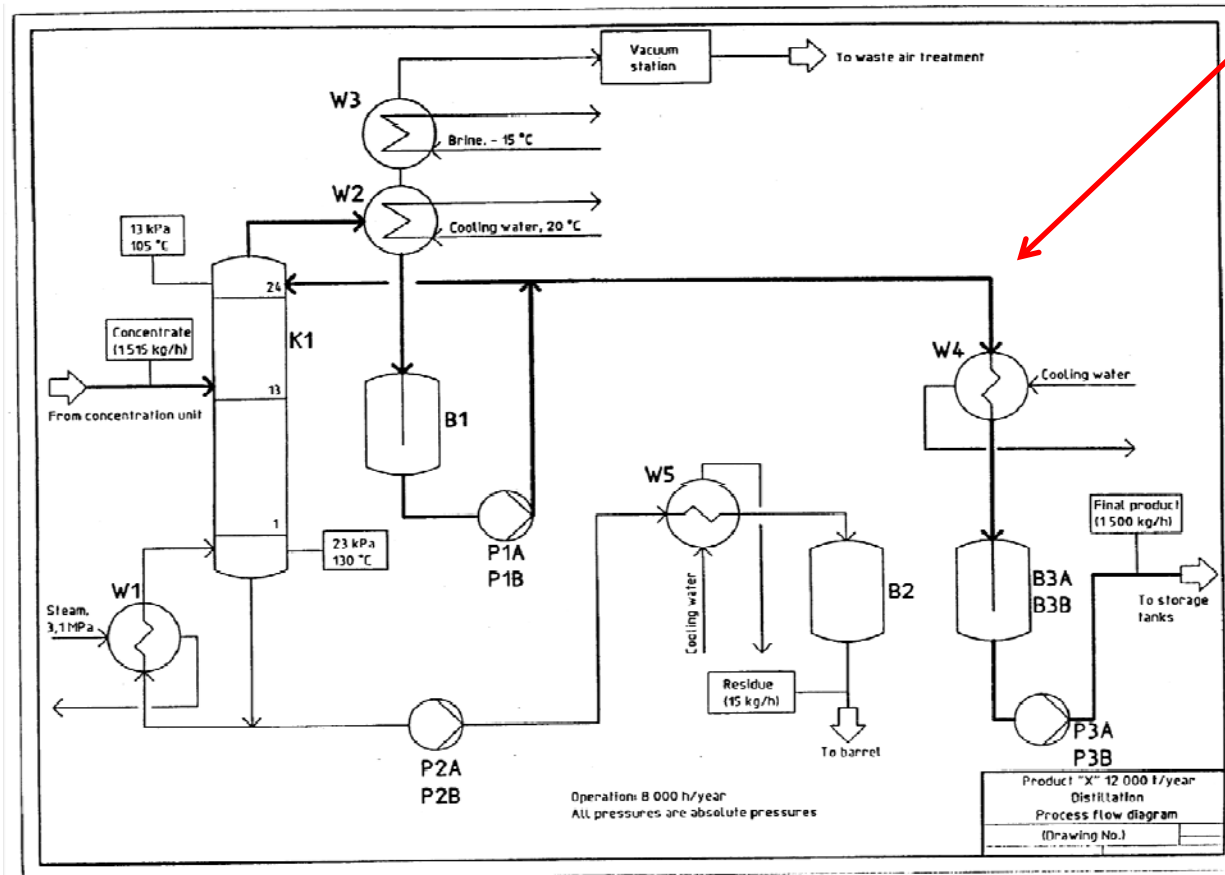
Normy nie sú záväzné,
je vždy n dohode
investora a
zhotoviteľa ako sa
dohodnú ...



Čo je obsahom týchto
noriem
Čo je dôležité pre
investora ?
Vlastné štandardy a
doporučenia.

PaV – PFD / Process Flow Diagram /

Príklad PFD z normy ISO 10628

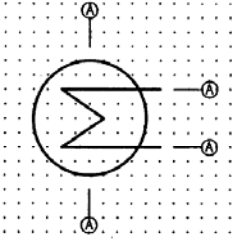
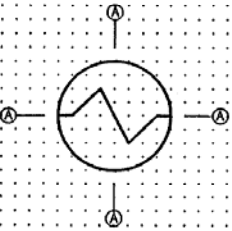
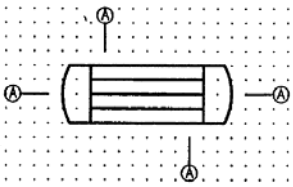
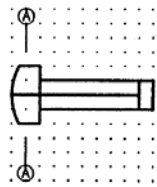
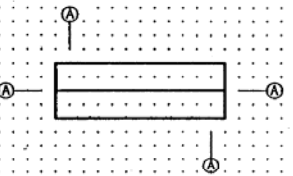
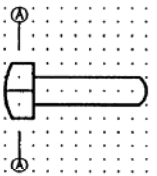
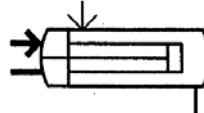
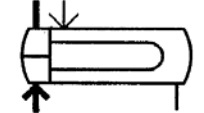


Čo sú typické znaky PFD ?

Čo obsahuje a čo neobsahuje ?

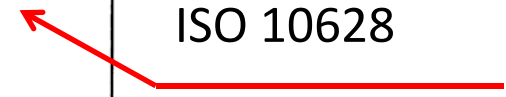
Prečo sa PFD vzájomne tak líšia ?

PaV – PFD / Process Flow Diagram /

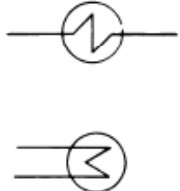
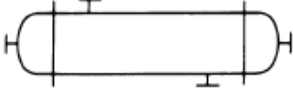
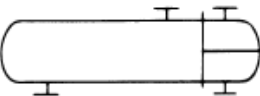
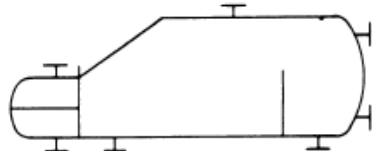
Grundreihe (Basic series)	Graphische Symbole (Graphical symbols)		Anwendungsbeispiele (Examples)
Sachgruppe 4 (Subject group 4)	Nebenreihe (Detailed series)		
	Wärmeaustauscher (W), Dampferzeuger (D), Öfen (D) [Heat exchangers (W), Steam generators (D), Furnaces (D)]		
 <p>oder (or)</p>  <p>Wärmeaustauscher, allgemein (Heat exchanger, general)</p>	 <p>Rohrbündel-Wärmeaustauscher mit Festböden (Tube-bundle heat exchanger shell and tube type heat exchanger with fixed tube sheets)</p>  <p>Rohrbündel mit Schwimmkopf (Tube-bundle with floating head)</p>  <p>Doppelrohr-Wärmeaustauscher (Double-pipe heat exchanger)</p>  <p>Rohrbündel mit U-Rohr (Tube-bundle with U-tubes)</p>		 <p>Rohrbündel-Wärmeaustauscher mit Schwimmkopf (Floating-head tube-bundle heat exchanger)</p>  <p>Rohrbündel-Wärmeaustauscher mit U-Rohr (Tube-bundle heat exchanger with U-tube)</p>

(fortgesetzt)

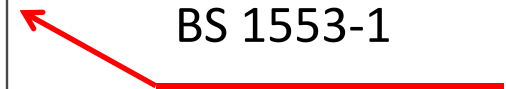
Grafické znázornenie jednotlivých aparátov ISO 10628



PaV – PFD / Process Flow Diagram /

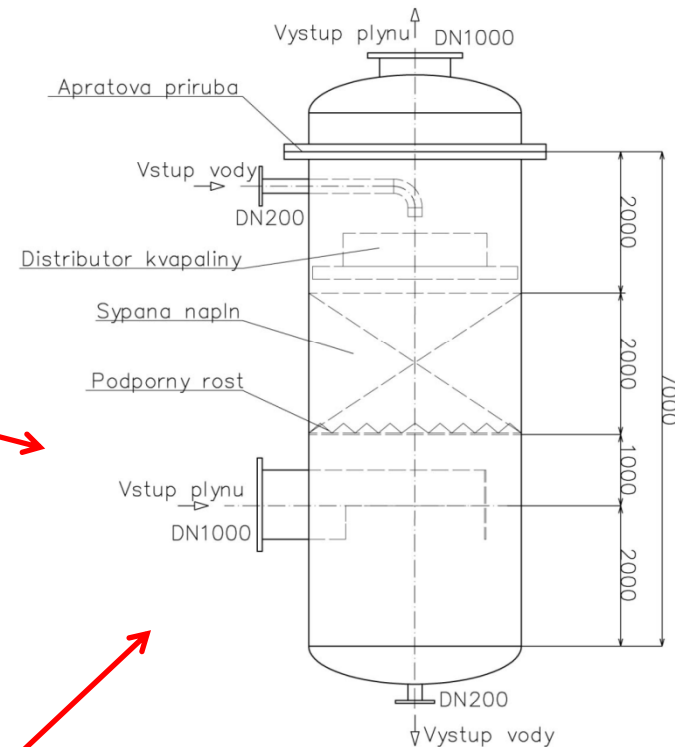
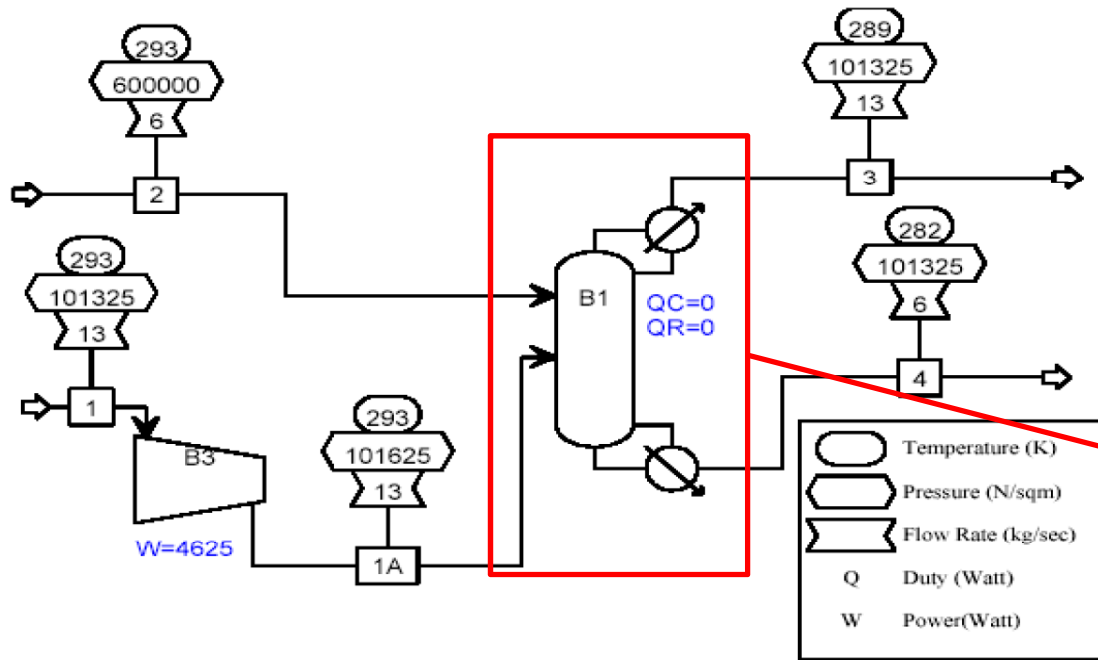
No.	Description	Symbol
5.1.1	Heat exchanger (basic symbols) Alternative:	
5.1.2	Shell and tube: fixed tube sheet	
5.1.3	Shell and tube: U tube or floating head	
5.1.4	Shell and tube: kettle reboiler	

Grafické
znázornenie
jednotlivých
aparátov
BS 1553-1



PaV – PFD / Process Flow Diagram /

PFD – Zadávacie podklady pre inžinierske firmy a dodávateľov.



A5, BILANCNA TABULKA. (Prud (podľa schemy)) Absorpcia ČPAVKU (NH3) z chladiacej stanice (SP 1516)

	1.		2.		4.	
	plyn	plyn	kvapalina	plyn	kvapalina	kvapalina
Molovy tok kmol/sec						
H2O	0	0	0,3330506	8,16E-03	0,3248914	
NH3	5,22E-04	5,22E-04	0	3,62E-06	5,18E-04	
H3O+	0	0	0	0	0	
NH4+	0	0	0	0	0	
OH-	0	0	0	0	0	
AIR	0,4616308	0,4616308	0	0,4598321	1,80E-03	

PaV – PFD / Process Flow Diagram /

PFD – Zadávacie podklady pre inžinierske firmy a dodávateľov.

Rozlišujeme:


Štandardné zariadenie
vyrábané viac menej
sériovo (čerpadlá
kompresory, filtre
atď.)

Zariadenie “ušité
namieru” (kolónové
aparátuy, miešadlá,
niektoré VT, atď)



PaV – PFD / Process Flow Diagram /

PFD – Zadávacie podklady pre inžinierske firmy a dodávateľov.

	NOVING NOVÁKY, spol. s r. o. Nám. SNP 323 P. O. Box 41 972 71 Nováky	Telefón: 046 5461462 046 5461465 Fax: 046 5461463 E-mail: projekt@novina.sk
DOTAZNÍK ČERPADLA		
Počet kusov :	<input type="text"/>	v sérii : <input type="text"/> paralelne : <input type="text"/>
ČERPANÁ KVAPALINA		
Názov :	<input type="text"/>	
Chemické zloženie :	<input type="text"/>	
Koncentrácia [%] :	<input type="text"/>	
pH [-] :	<input type="text"/>	
Prevádzková teplota [°C] :	min: <input type="text"/>	max: <input type="text"/>
Obsah pevných prímies [%] :	Veľkosť zrn [mm] :	<input type="text"/>
Druh :	Abrazivita <input type="checkbox"/>	
Hustota [kg/m ³] :	min: <input type="text"/>	max: <input type="text"/>
Dynamická viskozita [mPa.s] :	min: <input type="text"/>	max: <input type="text"/>
Kinematická viskozita [mm ² /s] :	min: <input type="text"/>	max: <input type="text"/>
Napätie pár pri prevádz. teplote [kPa] :	<input type="text"/>	
Vlastnosť :	Sedimentácia <input type="checkbox"/>	Kryštalizácia <input type="checkbox"/> Horľavosť <input type="checkbox"/>
Obsah a druh nasýtených plynov :	<input type="text"/>	
PRIETOK		
Požadovaný prietok [l/s] :	min: <input type="text"/>	max: <input type="text"/>
DOPRAVNÁ VÝŠKA		
Požadovaná dopravná výška [m] :	min: <input type="text"/>	max: <input type="text"/>
TLAK NA SACOM HRDLE		
Nátok [m] :	min: <input type="text"/>	max: <input type="text"/>
Sanie z hĺbky [m] :	min: <input type="text"/>	max: <input type="text"/>
MATERIÁLOVÉ PREVEDENIE		
Požadovaný materiál :	<input type="text"/>	

Posúdenie
technického riešenia.



PaV – PFD / Process Flow Diagram /

PFD – Zadávacie podklady pre inžinierske firmy a dodávateľov.

Zadanie.
 Výstupy z bilančného výpočtu.
 Návrh môže realizovať aj projekčná organizácia ktorá vypracovala PFD

POZNAMKY:

- STĚNOVÝ TĚLOVÝ: měřít: detailní zaráženo
- ** DNOVÝ VENTIL: AUTOMATICKÝ:
 - měřítko detailní zaráženo
 - průtokový odpor: 0,6 MPa
 - kapacitní koef. bez mrtvých prostorů
 - výhledové číslo podle výškov. 45'
 - poloha nádobní vyvýšená třída ventila podle výškov.

NOVÁ ODELOVÁ KONSTRUKCE

DETAIL A (část detailů)

M16
 P16
 Těsnicí deska
 Distanční plechy
 Přisravná deska

PRACOVNÉ, SKOŠOVÉ A VÝPOČTOVÉ PODMĚNKY

Pracovní prostor	Pracovní tlak (kg/cm ²)	Pracovní teplota (°C)	Skok (kg/cm ²)	Skok (°C)
42	1005	100	1000	100
43	1000	100	1000	100
44	1000	100	1000	100

TECHNICKÉ PODMĚNKY

Číslo	Podmínka	Podmínka
21	1005	100
22	1000	100
23	1000	100

MATERIÁL A HMĚTNOST

Číslo	Materiál	hmotnost (kg)
21	1005	100
22	1000	100
23	1000	100

ORIENTAČNÉ OSAJE

KOTOL plniaci objem 3000 l

A322

PaV – PFD / Process Flow Diagram /

PFD – Zadávacie podklady pre inžinierske firmy a dodávateľov.

Zadanie.
 Výstupy z bilančného výpočtu.
 Návrh môže realizovať aj projekčná organizácia ktorá vypracovala PFD

30 trubiek ø20x1,2 mm
 2 chody (U - trubky)
 6 jednosegmentových prepážok, rozost 500 mm
 relatívna výška 55% vod. priemeru pláňa

66	65	64	63	62	61	60	59	58	57	56	55	54	53	52	51
50	44	50	16	VÝSTUP TEPLONOSNEJ LÁTKY	ČSN 13 1860.0 typ 01										
49	43	50	16	VÝSTUP TEPLONOSNEJ LÁTKY	ČSN 13 1860.0 typ 01										
48	46	32	16	VÝSTUP PRACOVNEJ MIEDA	ČSN 13 1860.0 typ 01										
47	46	100	16	VÝSTUP PRACOVNEJ MIEDA	ČSN 13 1860.0 typ 01										
46	46			Účelom											
45				Prísoba - typ											

HRDIA A PRÍPOJENIA

44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	
44	Trubkový	chladivca voda	1000	voda	-100 až 600	800	600	5	at 137	5	at 30	150											
45	Medzitrubkový	ACEITHÉLAKHELOHEW		voda	-6,5 až 600	800	600	5	at 137	5	at 30	150											
	Pracovný priestor	Pracovná látka	mer. hmot. [kg/m ³]	Skupinné číslo	prerovný	skupinný	prerovný	skupinný	prerovný	skupinný	prerovný	skupinný	prerovný	skupinný	prerovný	skupinný	prerovný	skupinný	prerovný	skupinný	prerovný	skupinný	prerovný

PRACOVNÉ, SKÚŠOBNÉ A VÝPOČTOVÉ PODMIEKY

42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66
42	13	Vankličky s vývody podľa ČSN 33 2000-3, ČSN 33 2320, vč. protokál z PK 11/00	12	11	Nóler	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
43	32	Spôsob prevádzky	Dobrotlivý - 1. deň	11	Nóler	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
44	13	Umiestnenie aparátu	vertikálne	61	Isolácie	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
45	30	Dobrotlivý, izolácie	ZSR ČSN 69 0000 - kat.4	3	Vymaerka	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
46	29	Krakový prírubok	1,0 mm	5	Náplň	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
47	28	Skúška tesnosti	ČSN 69 0000 - 71	7	prítlačok	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
48	27	Prúch	prerovnosť 5,6 m ³	6	hrubost	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
49	26	Objem	prerovnosť 5,6 m ³	5	aparátu	prí prírubok	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

TECHNICKÉ PODMIEKY

25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50
25	21	Hmotnostná úroveň aparátu	E322	4																					
26	22	Prúch aparátu	prevádzkových 1	5																					
27	22	Hromo-tyr-glas	prevádzkových 1	5																					
28	21	Dodávateľ	1 01 28.12.1999	6																					

ORIENTAČNÉ ÚDAJE

66	65	64	63	62	61	60	59	58	57	56	55	54	53	52	51
66	65	64	63	62	61	60	59	58	57	56	55	54	53	52	51

POZNÁMKY:

1. Povrchová úprava vrátane Na 1,5 - zvrú prerúvať, vnútornej Na 1,6 - zvrú prerúvať, povrch zpoložiť
2. Aparát spracúvať podľa priložených kreslín, vč. 2-člný typ PFD, podľa údajov nižšie
3. Hmotnosť aparátu je odhadovaná na základe skutočnej hmotnosti, úroveň hmotnosti je odhadovaná na základe skutočnej hmotnosti
4. Aparát spracúvať podľa priložených kreslín
5. Aparát spracúvať podľa požiadaviek pre výrobné podmienky a ich vzájomne zosúladiť
6. Povrchová úprava vrátane vnútornej plochy v hrúbke prevádzkových prúchov je odhadovaná podľa údajov nižšie

MATERIÁL A HMOTNOSŤ

25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50
25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50

ORIENTAČNÉ ÚDAJE

66	65	64	63	62	61	60	59	58	57	56	55	54	53	52	51
66	65	64	63	62	61	60	59	58	57	56	55	54	53	52	51

ORIENTAČNÉ ÚDAJE

66	65	64	63	62	61	60	59	58	57	56	55	54	53	52	51
66	65	64	63	62	61	60	59	58	57	56	55	54	53	52	51

ORIENTAČNÉ ÚDAJE

66	65	64	63	62	61	60	59	58	57	56	55	54	53	52	51
66	65	64	63	62	61	60	59	58	57	56	55	54	53	52	51

ORIENTAČNÉ ÚDAJE

66	65	64	63	62	61	60	59	58	57	56	55	54	53	52	51
66	65	64	63	62	61	60	59	58	57	56	55	54	53	52	51

ORIENTAČNÉ ÚDAJE

66	65	64	63	62	61	60	59	58	57	56	55	54	53	52	51
66	65	64	63	62	61	60	59	58	57	56	55	54	53	52	51

ORIENTAČNÉ ÚDAJE

66	65	64	63	62	61	60	59	58	57	56	55	54	53	52	51
66	65	64	63	62	61	60	59	58	57	56	55	54	53	52	51

ORIENTAČNÉ ÚDAJE

66	65	64	63	62	61	60	59	58	57	56	55	54	53	52	51
66	65	64	63	62	61	60	59	58	57	56	55	54	53	52	51

ORIENTAČNÉ ÚDAJE

66	65	64	63	62	61	60	59	58	57	56	55	54	53	52	51
66	65	64	63	62	61	60	59	58	57	56	55	54	53	52	51

ORIENTAČNÉ ÚDAJE

66	65	64	63	62	61	60	59	58	57	56	55	54	53	52	51
66	65	64	63	62	61	60	59	58	57	56	55	54	53	52	51

ORIENTAČNÉ ÚDAJE

66	65	64	63	62	61	60	59	58	57	56	55	54	53	52	51
66	65	64	63	62	61	60	59	58	57	56	55	54	53	52	51

ORIENTAČNÉ ÚDAJE

66	65	64	63	62	61	60	59	58	57	56	55	54	53	52	51
66	65	64	63	62	61	60	59	58	57	56	55	54	53	52	51

ORIENTAČNÉ ÚDAJE

66	65	64	63	62	61	60	59	58	57	56	55	54	53	52	51
66	65	64	63	62	61	60	59	58	57	56	55	54	53	52	51

ORIENTAČNÉ ÚDAJE

66	65	64	63	62	61	60	59	58	57	56	55	54	53	52	51
66	65	64	63	62	61	60	59	58	57	56	55	54	53	52	51

ORIENTAČNÉ ÚDAJE

66	65	64	63	62	61	60	59	58	57	56	55	54	53	52	51
66	65	64	63	62	61	60	59	58	57	56	55	54	53	52	51

ORIENTAČNÉ ÚDAJE

66	65	64	63	62	61	60	59	58	57	56	55	54	53	52	51
66	65	64	63	62	61	60	59	58	57	56	55	54	53	52	51

ORIENTAČNÉ ÚDAJE

66	65	64	63	62	61	60
----	----	----	----	----	----	----