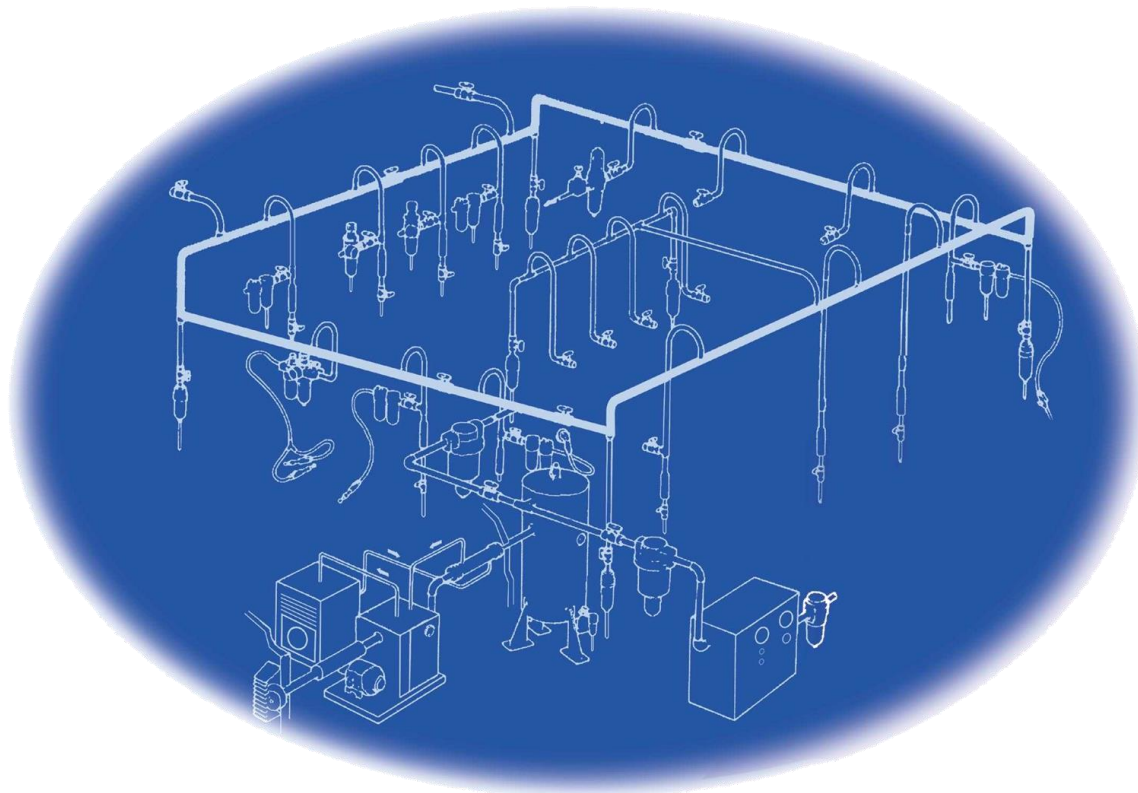


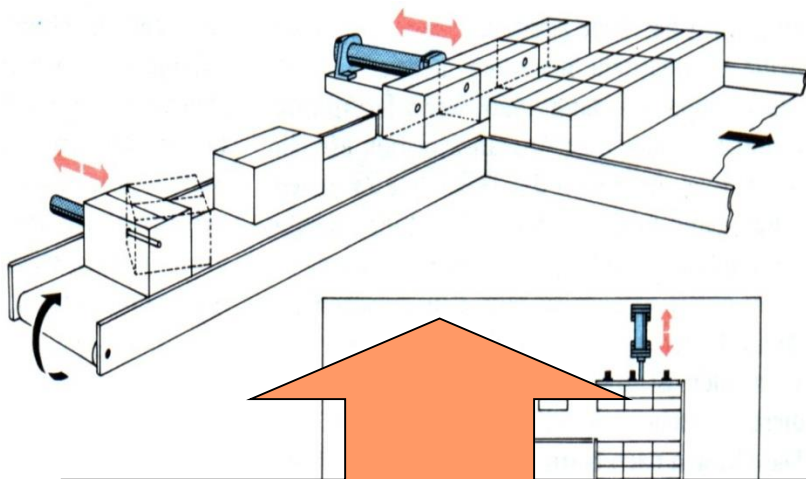


«Інструменти впровадження енергозберігаючих технологій для Вашого виробництва в контексті Індустрії 4.0»



Пневматика чи електромеханіка?

Co-funded by the
Erasmus+ Programme
of the European Union



На виконання роботи в
1 кДж використовується
в 15-20 раз
більше енергії





Технологічний ланцюг отримання стисненого повітря та подачі його до обладнання



•лічильники

•Компресор

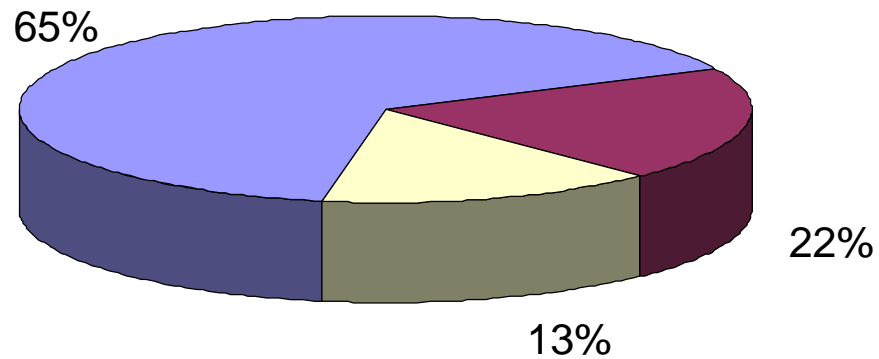
•Фільтри
• Осушка

•Шланги,
трубопроводи

•Пневматичні
компоненти

Затрати в собівартості стисненого повітря

Co-funded by the
Erasmus+ Programme
of the European Union

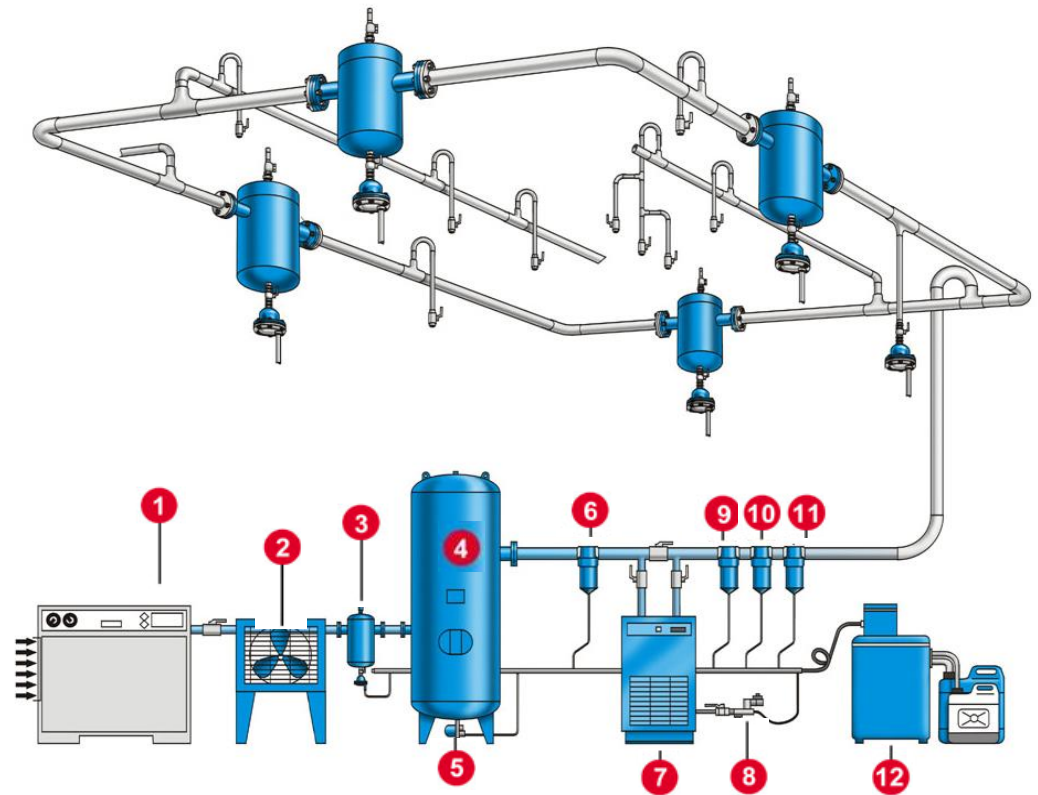


- Електроенергія
- Втрати в розведенні
- Втрати в машині



Схема отримання стисненого повітря

- 1 Компресор
- 2 Охолоджувач
- 3 Сепаратор
- 4 Ресивер
- 5 Конденсатовідвідник
- 6 Фільтр грубої очистки
- 7 Сушарка
- 8 Електронна система контролю
- 9/10/11 Фільтри
- 12 Сепаратор для очищення води та масла



Класи очистки стисненого повітря по ISO 8573-1

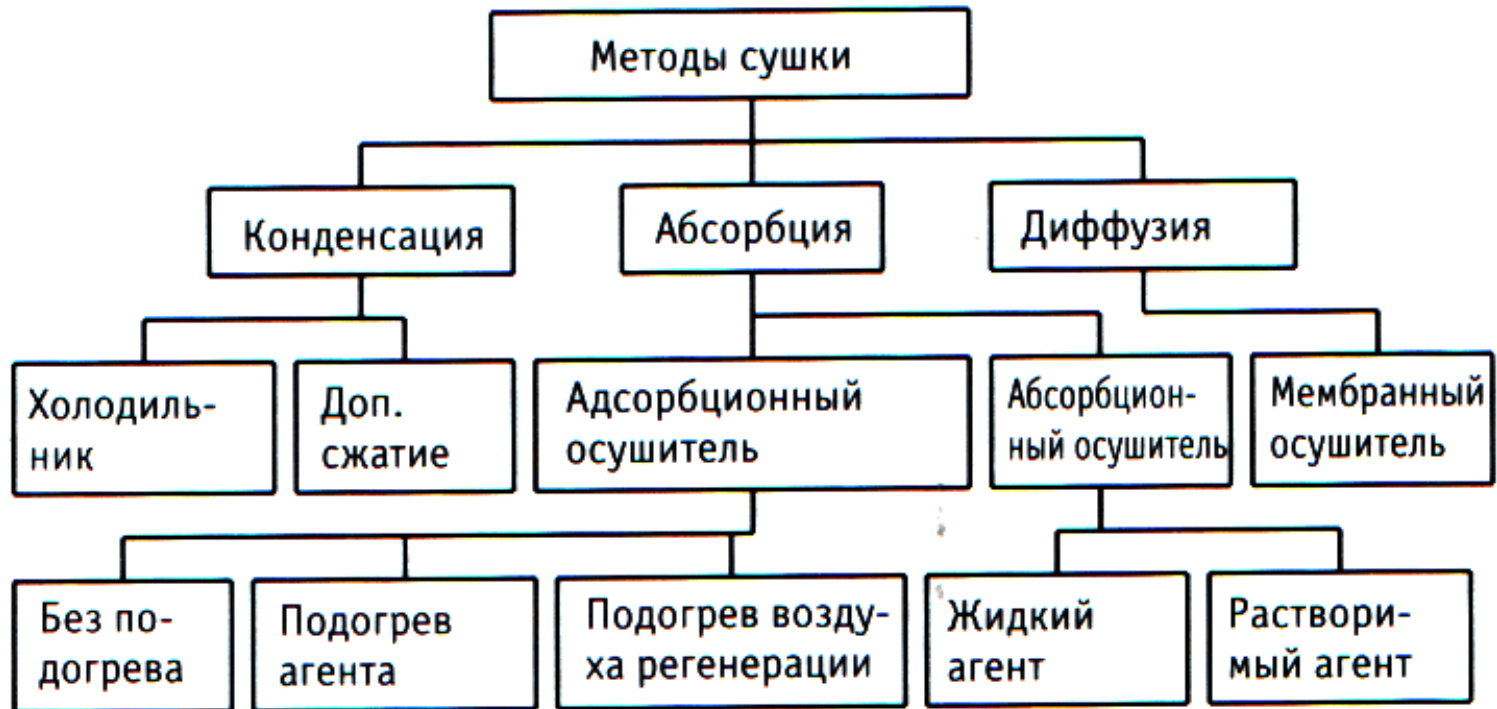
Co-funded by the
Erasmus+ Programme
of the European Union



Класс	Размер твердых частиц μm	Плотность частиц $\text{мг}/\text{м}^3$	Точка росы под давлением $^{\circ}\text{C}$	Макс. содержание масла $\text{мг}/\text{м}^3$	Используемая степень фильтрации μm
1	0.1	0.1	-70	0.01	0.01
2	1	1	-40	0.1	0.1
3	5	5	-20	1.0	1.0
4	15	8	+3	5	1.0**
5	40	10	+7	25	1.0**
6	Не задан	Не задана	+10	Не задано	Не задана
7	Не задан	Не задана	Не задана	Не задано	Не задана

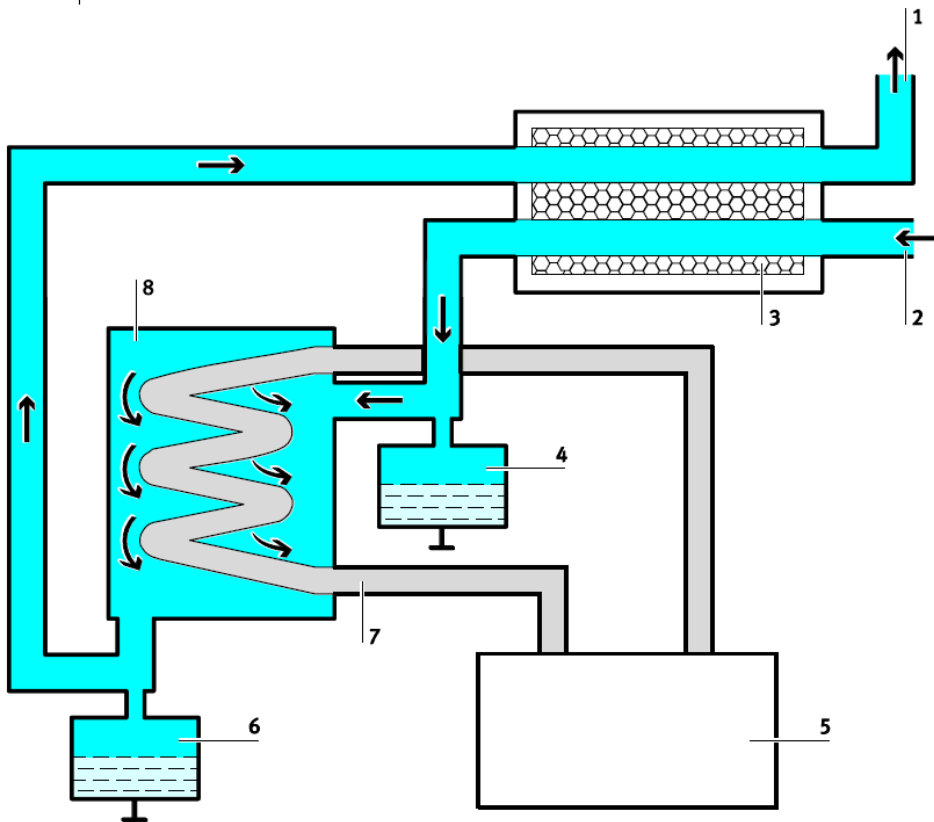


Класифікація методів сушки повітря





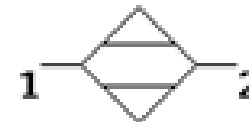
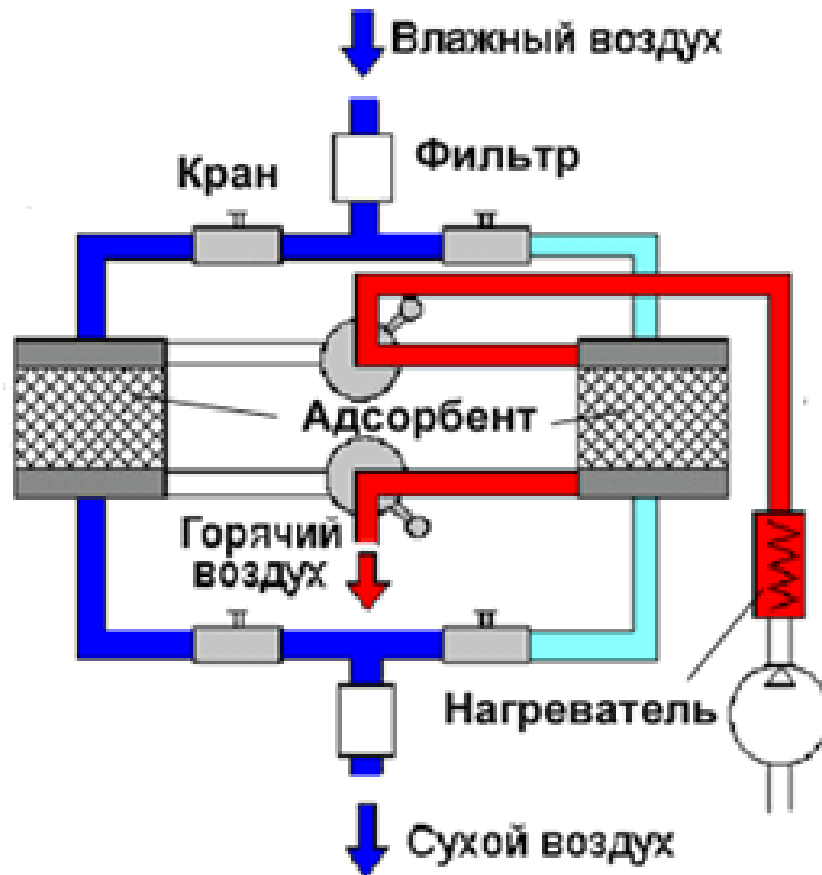
Принцип роботи рефрежераторної сушарки



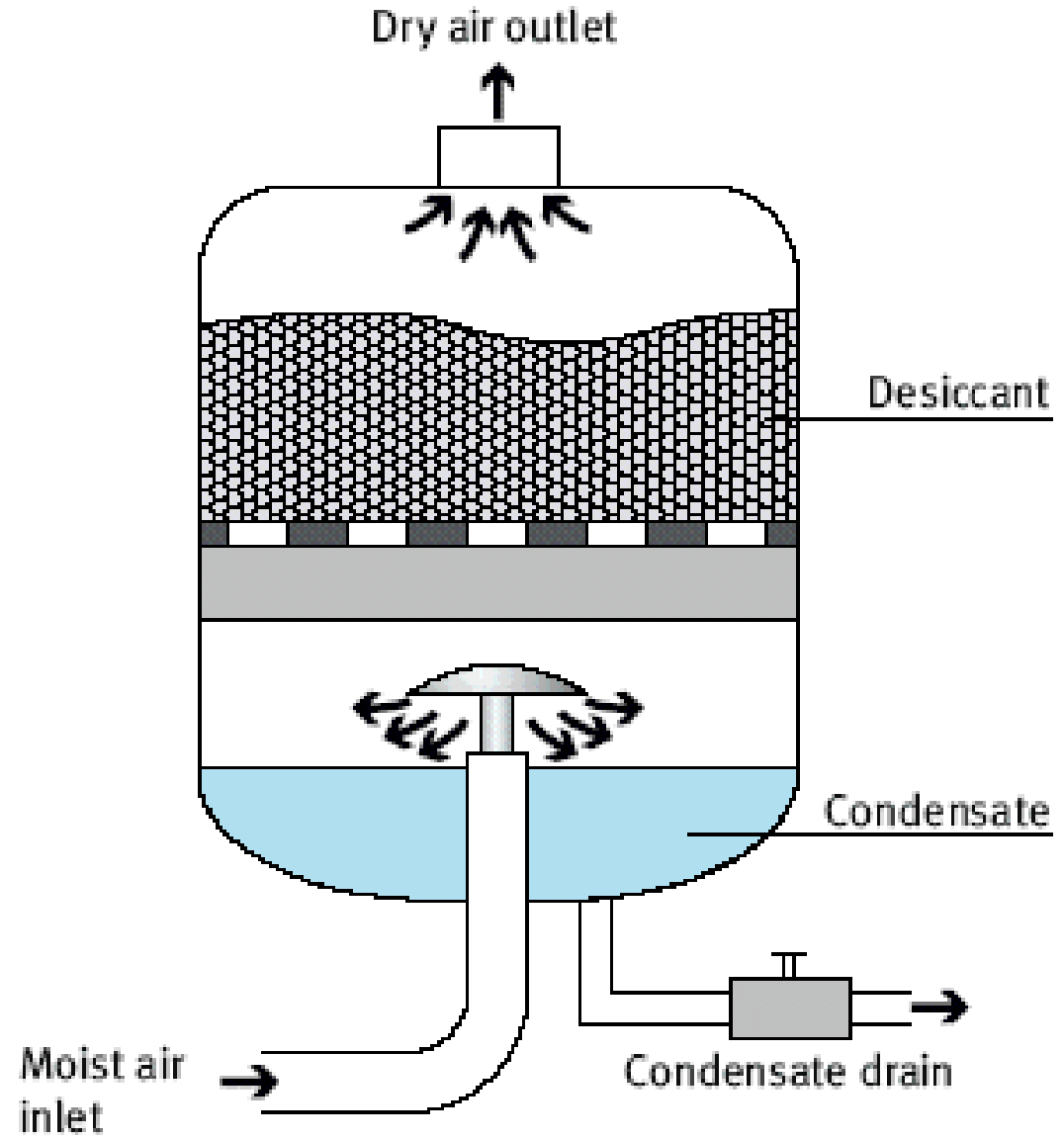
- 1 Air outlet
- 2 Air inlet
- 3 Separator
- 4 Drain valve
- 5 Refrigeration
- 6 Drain valve
- 7 Cold serpentine
- 8 Heat exchanger

Принцип роботи адсорбційної сушарки

Co-funded by the
Erasmus+ Programme
of the European Union



Принцип роботи абсорбційної сушарки





Система виробництва, розподілення і підготовки стисненого повітря



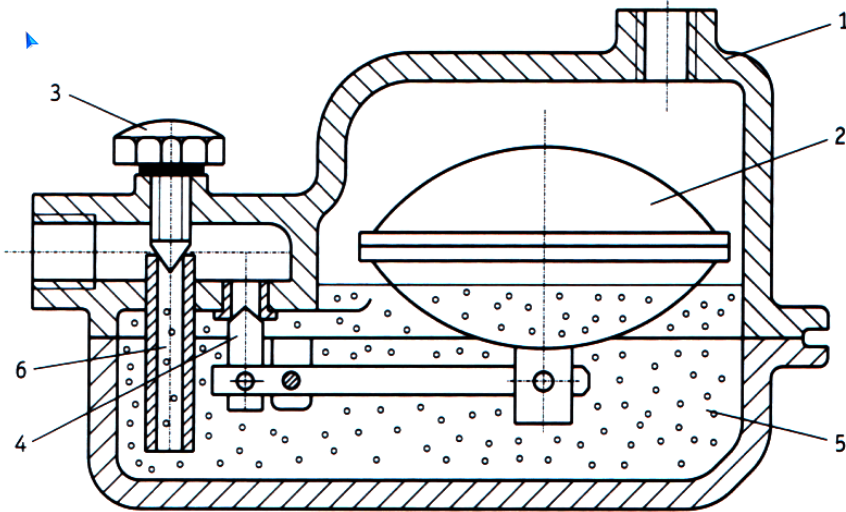
Пристрої відводу конденсату

Co-funded by the
Erasmus+ Programme
of the European Union

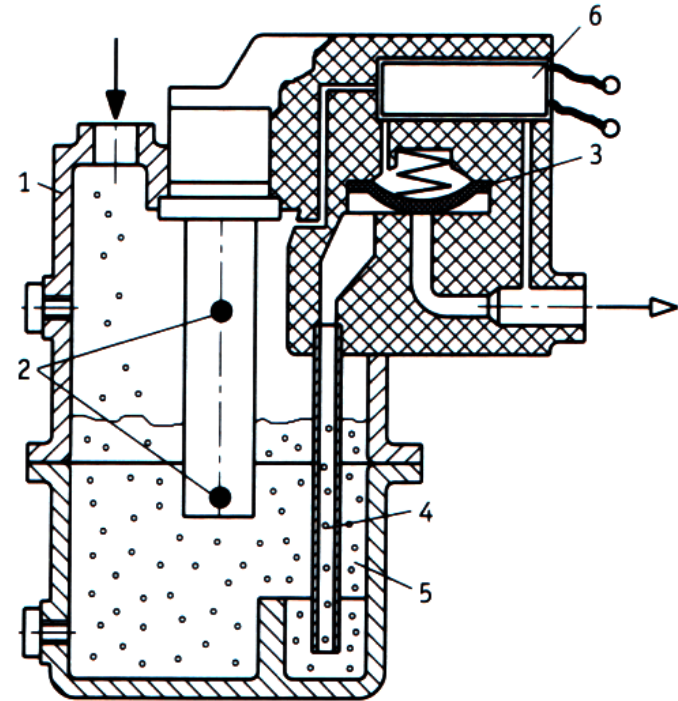


Конструкція пристрою для відводу конденсату

Co-funded by the
Erasmus+ Programme
of the European Union



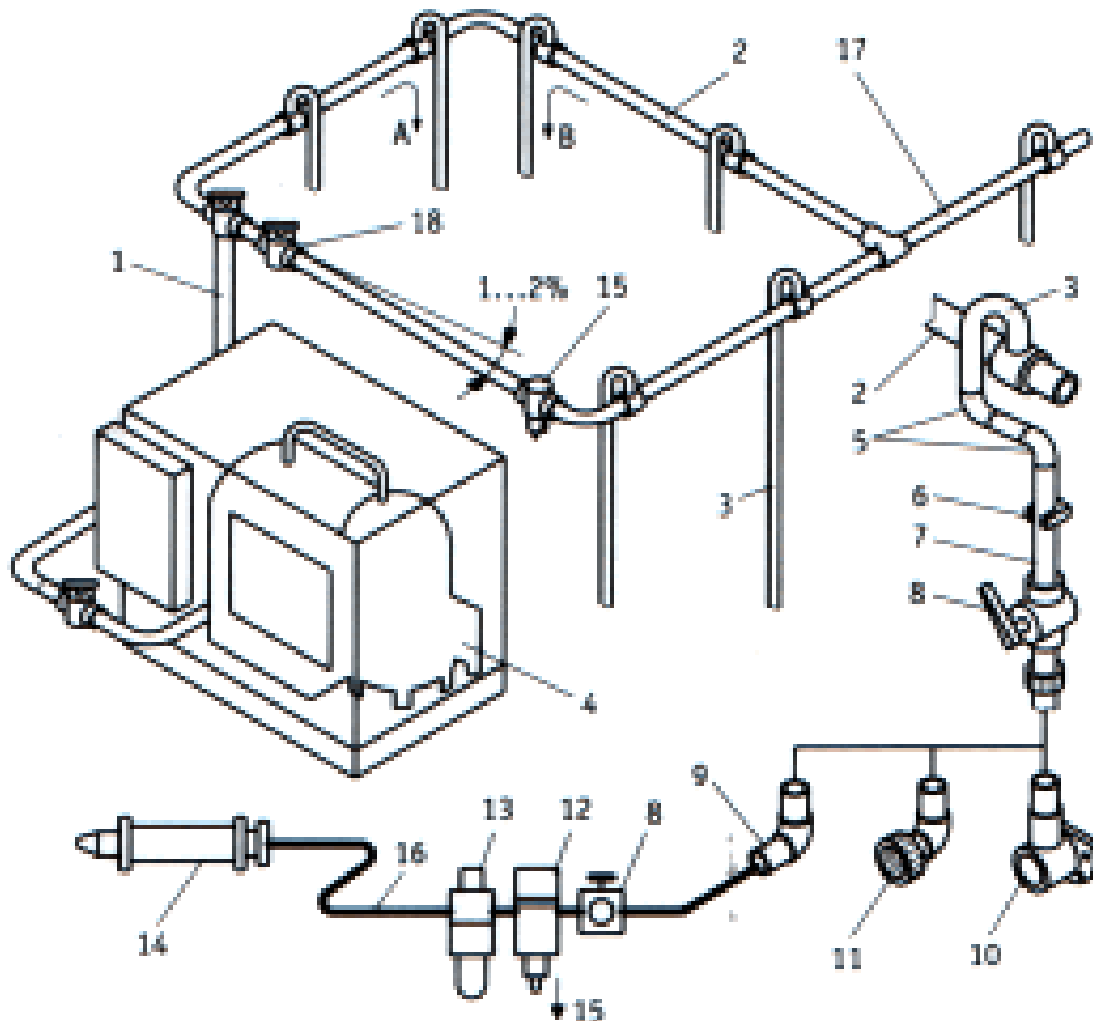
Поплашковий



Електронний

Елементи системи стисненого повітря

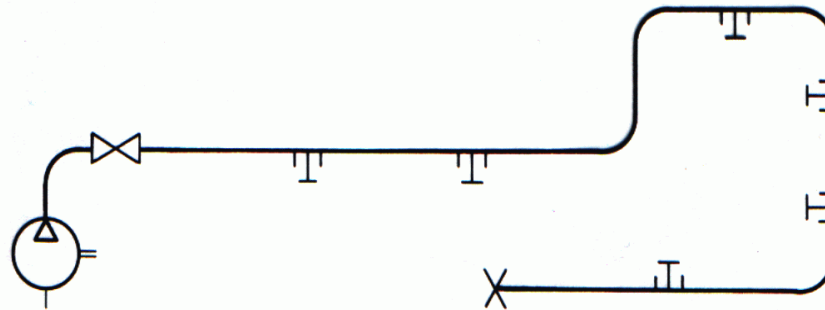
Co-funded by the
Erasmus+ Programme
of the European Union



- 1 **Главный трубопровод**
- 2 **Распределительный трубопровод (здесь в виде замкнутого кольца)**
- 3 **Соединительный трубопровод (подключен сверху трубы)**
- 4 **Компрессорная станция**
- 5 **Уголок**
- 6 **Держатель**
- 7 **Труба**
- 8 **Шаровой кран**
- 9 **Угловое соединение (90 градусов)**
- 10 **Настенный штуцер**
- 11 **Переходной штуцер с накидной гайкой**
- 12 **Фильтр**
- 13 **Маслораспылитель**
- 14 **Потребитель**
- 15 **Конденсат**
- 16 **Шланг**
- 17 **Ответвленный трубопровод**
- 18 **Отсечной клапан**

Недоліки централізованої схеми живлення

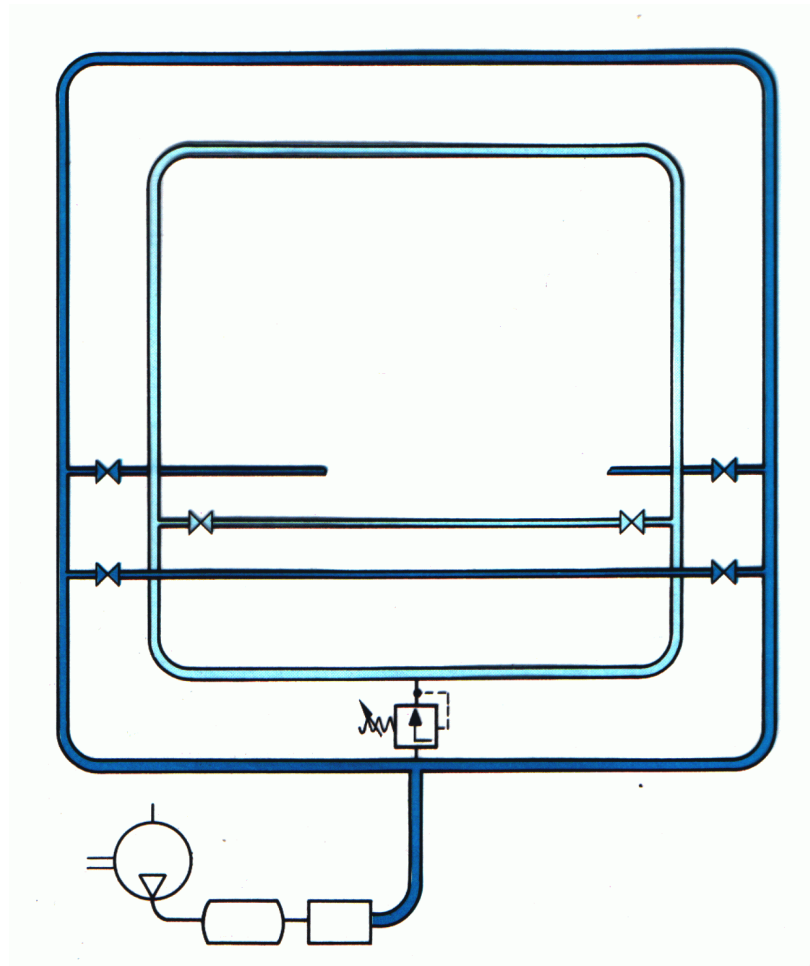
Co-funded by the
Erasmus+ Programme
of the European Union



1. Велика довжина трубопроводів призводить до втрат тиску;
2. Великі непродуктивні втрати повітря;
3. Висока інерційність системи живлення;
4. Обмерзання внутрішньої поверхні ділянок магістралі, які проходять на відкритому повітрі;

Схема розгалуженої пневматичної системи

Co-funded by the
Erasmus+ Programme
of the European Union



Визначення кількості підключень до центральної магістралі в залежності від її діаметра

Co-funded by the
Erasmus+ Programme
of the European Union



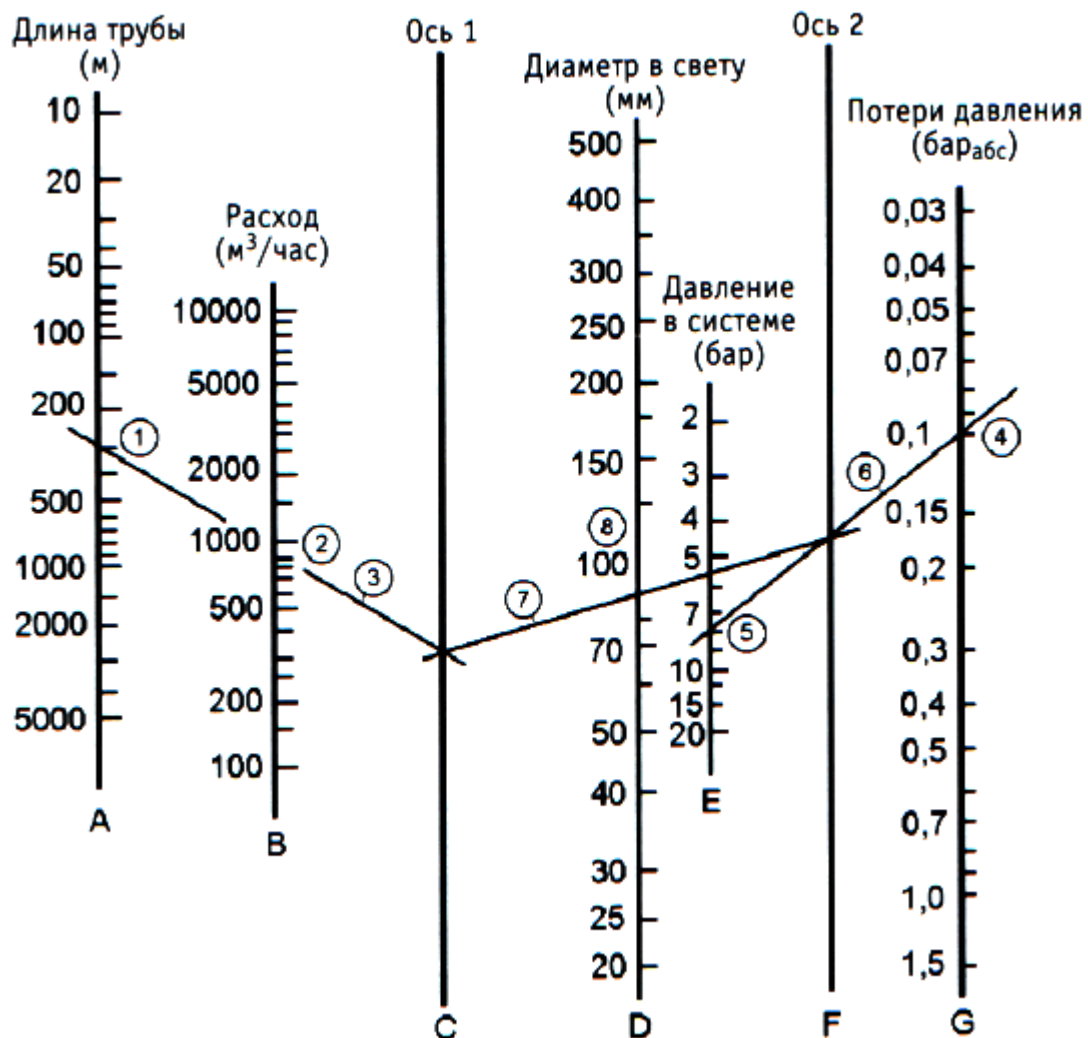
Распределитель- ный трубопровод		Число ответвлений								
		внутренний диаметр в мм								
дюймы	мм	3	6	10	13	19	25	38	51	76
1/2	13	20	4	2	1	—	—	—	—	—
3/4	19	40	10	4	2	1	—	—	—	—
1	25	—	18	6	4	2	1	—	—	—
1 1/2	38	—	—	16	8	4	2	1	—	—
2	51	—	—	—	16	8	4	2	1	—
3	76	—	—	—	—	16	8	4	2	1

Пример: Сколько соединительных трубопроводов может иметь распределительный трубопровод с внутренним диаметром 51 мм:

- 16 с диаметром 13 мм
- 8 с диаметром 19 мм
- 4 с диаметром 25 мм
- 2 с диаметром 38 мм
- 1 с диаметром 51 мм.

Номограмма для визначення діаметра магістралі

Co-funded by the
Erasmus+ Programme
of the European Union



Який внутрішній діаметр треба для труби довжиною 300м.
Тиск магістралі 7 бар.
Об'ємні витрати становлять 21 м³/хв
(1м³/год = 0,2778 * 10⁻³ м³/с
1л/год = 0,2778 * 10⁻⁶ м³/с)

Вплив конструкції трубопроводу на його опір

Co-funded by the
Erasmus+ Programme
of the European Union



Опір різних елементів трубопроводу представлених у вигляді участків труби еквівалентної довжини

Co-funded by the
Erasmus+ Programme
of the European Union



Название	Рисунок	Эквивалентная длина в метрах									
		Диаметр трубы в миллиметрах									
		9	12	14	18	23	40	50	80	100	
Шаровой кран		0,2	0,2	0,2	0,3	0,3	0,5	0,6	1,0	1,3	
Поворот на 90 градусов		0,6	0,7	1,0	1,3	1,5	2,5	3,5	4,5	6,5	
Тройник		0,7	0,85	1,0	1,5	2,0	3,0	4,0	7,0	10	
Сужение с 2d на d		0,3	0,4	0,45	0,5	0,6	0,9	1,0	2,0	2,5	

Значення стандартних номінальних діаметрів труб для магістралі

Co-funded by the
Erasmus+ Programme
of the European Union



Номинальный диаметр	Номинальный диаметр	Номинальный диаметр
20	80	300
25	100	350
32	125	400
40	150	450
50	200	500
65	250	600

Значення шорсткості внутрішніх поверхонь труби

Co-funded by the
Erasmus+ Programme
of the European Union



Матеріал	Шероховатість, мкм
Медная труба	менее 1,5
Пластиковая труба	менее 1,5
Стальная труба, тянутая	от 10 до 50
Стальная труба, сварная	от 50 до 100
Стальная труба, гальванизированная	от 120 до 150

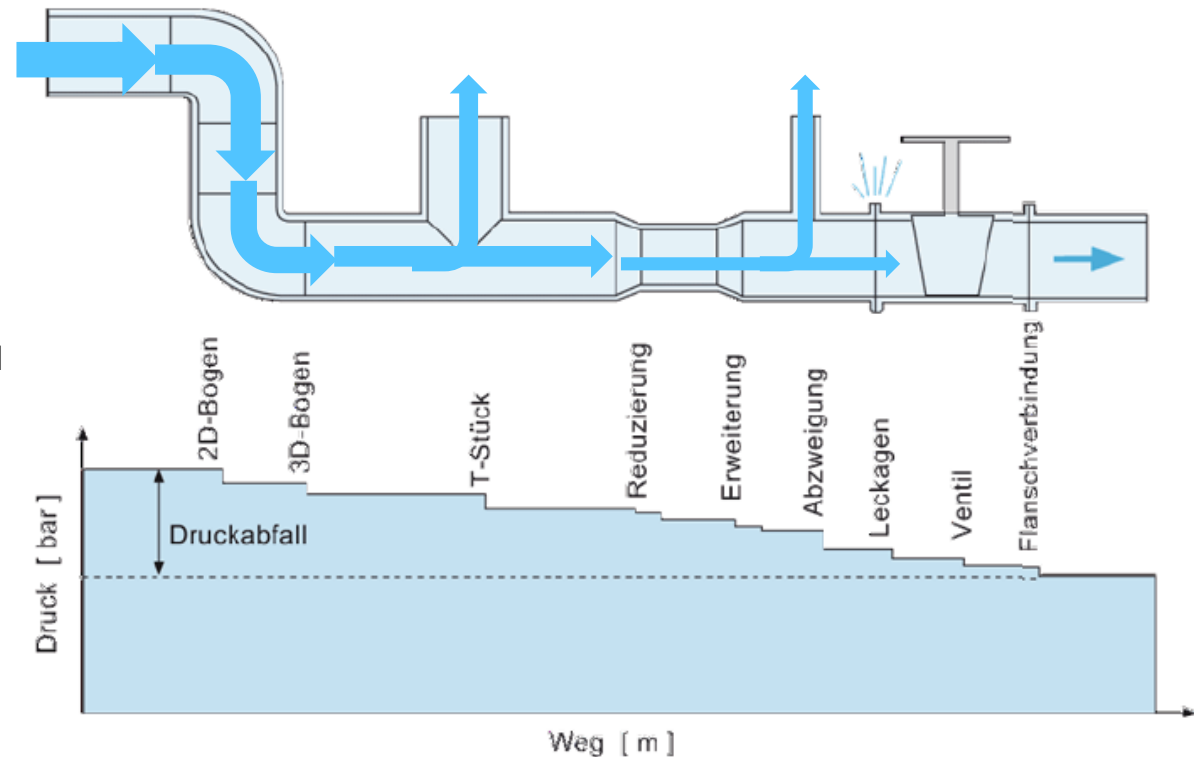
Висновок: “вбивці тиску”



Проектування систем пневматичного живлення: вибір довжини та діаметру трубопроводів

“вбивці тиску”

- довгі труби
- невеликі внутрішні діаметри труб
- переходи
- звуження
- розподільники і з'єднання



Застосування ресиверів

Co-funded by the
Erasmus+ Programme
of the European Union



Застосування ресиверів

Co-funded by the
Erasmus+ Programme
of the European Union



Розрахунок та підбір об'єму ресивера (літрах) визначався за наступною методикою:

Co-funded by the
Erasmus+ Programme
of the European Union



Початкові дані:

Q_1 - витрати повітря за час фази розвантаження (роботи) ресивера, л/с;

t_1 - час фази розвантаження ресивера, с;

P_1 - нормальний робочий тиск в мережі, бар;

P_2 - мінімальний робочий тиск в мережі. Який забезпечить нормальну роботу обладнання, бар;

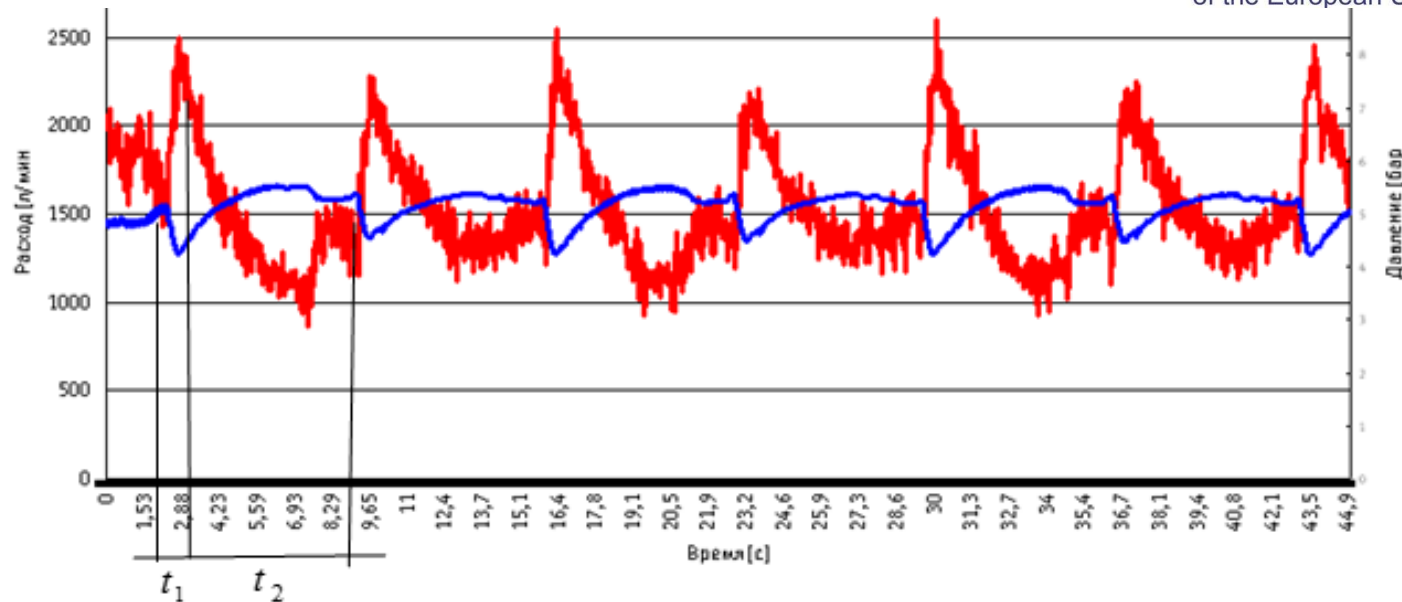
Q_2 - додаткові витрати повітря за час фази завантаження (наповнення) ресивера, л/с;

t_2 - час фази завантаження ресивера, с;

$$V = \frac{Q \times t_1}{P_1 - P_2} \quad (\text{літрів})$$

Розрахунок та підбір об'єму ресивера (літрах) визначався за наступною методикою:

Co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union



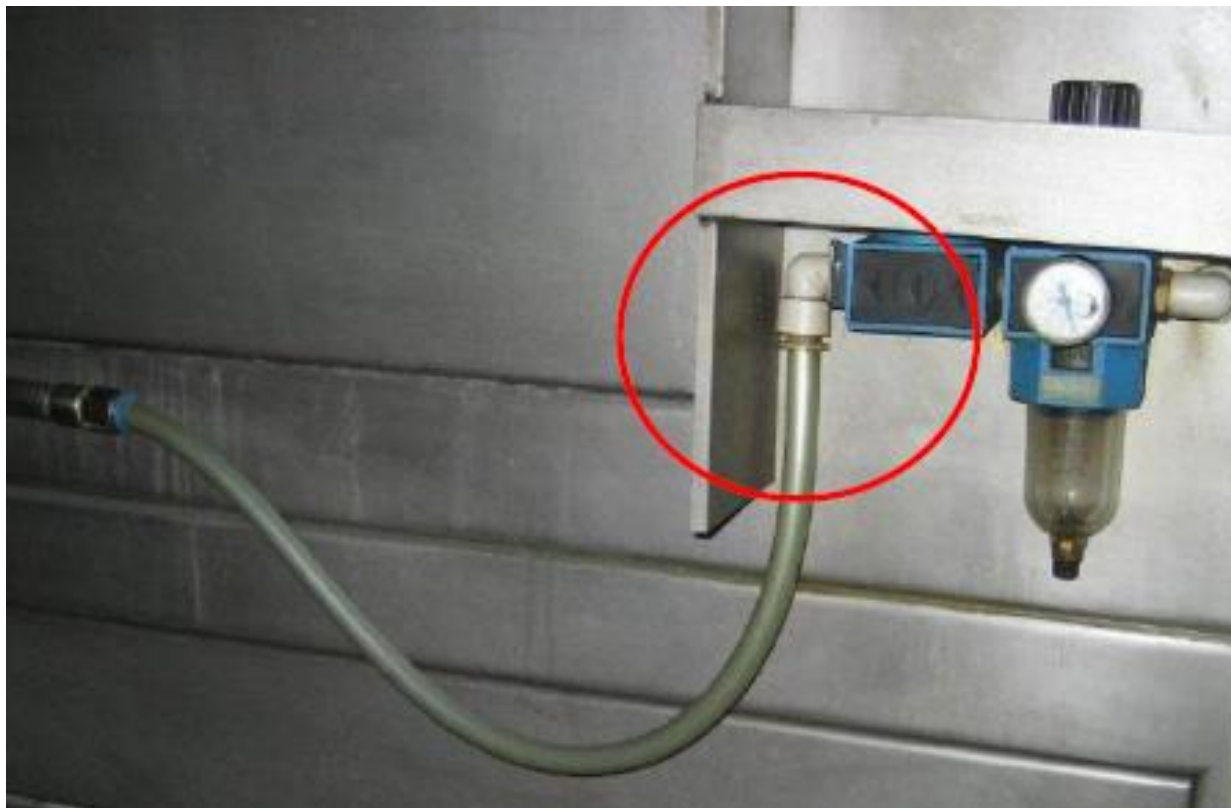
Лінія *****	Q_1 , літрів/с	t_1 , с	P_1 , бар	P_2 , бар	t_2 , с	V , літрів
	18	2	5,5	5,0	6	72

$$Q_1 = \frac{2597 - 1549}{60} = 18 \text{ літрів/секунда}$$

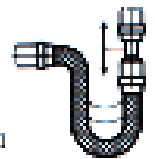
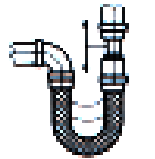



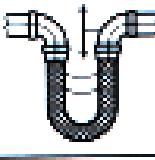
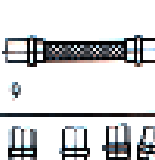
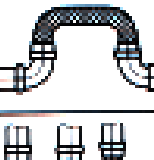
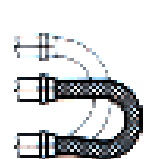
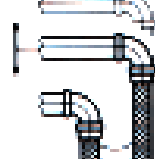

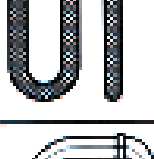
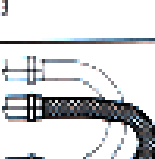
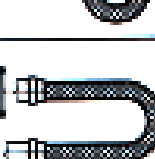

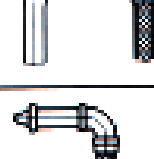

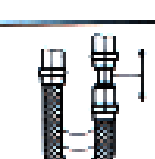


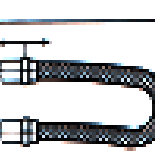
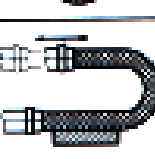
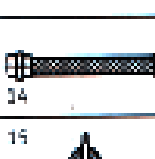
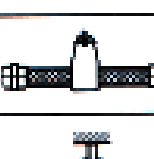




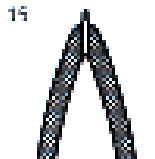
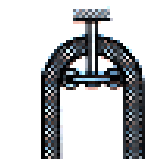
Висновок: на лінію **** необхідно ставити ресивер об'ємом не менше 72 літри. Час роботи ресивера становить біля 2 секунд з витратами 18л/с. Такий об'єм дозволить ліквідувати миттєвий скачок витрат. Час заповнення ресивера до наступного скачка складає біля 6 секунд, який характеризується низькими загальними витратами повітря.



Правильне та неправильне підключення гнучких шлангів



Правильне та неправильне підключення гнучких шлангів

неправильно	правильно	неправильно	правильно
1 	1 	8 	8 
2 	2 	9 	9 
3 	3 	10 	10 
4 	4 	11 	11 
5 	5 	12 	12 
6 	6 	13 	13 
7 	7 	14 	14 
		15 	15 

Co-funded by the
Erasmus+ Programme
of the European Union



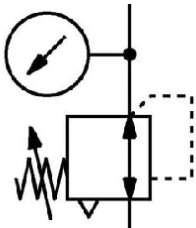


Регулятор тиску



Q: Яка величина тиску потрібна для системи живлення?

A: Мінімально можливий тиск, щоб система забезпечувала технологічні показники обладнання.



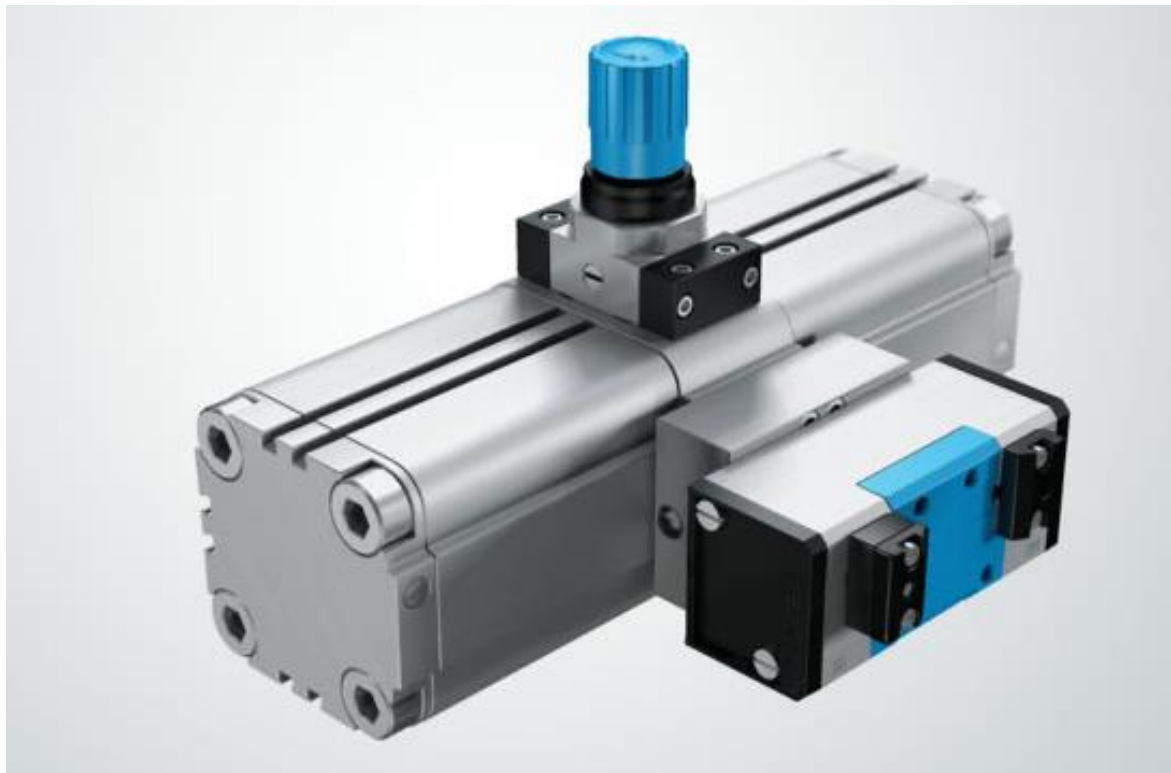


Значення економії повітря при зменшенні тиску в магістралі

Снижение давления, бар	Экономия энергии, %
С 6 до 5	17
С 6 до 4	33
С 6 до 3	50

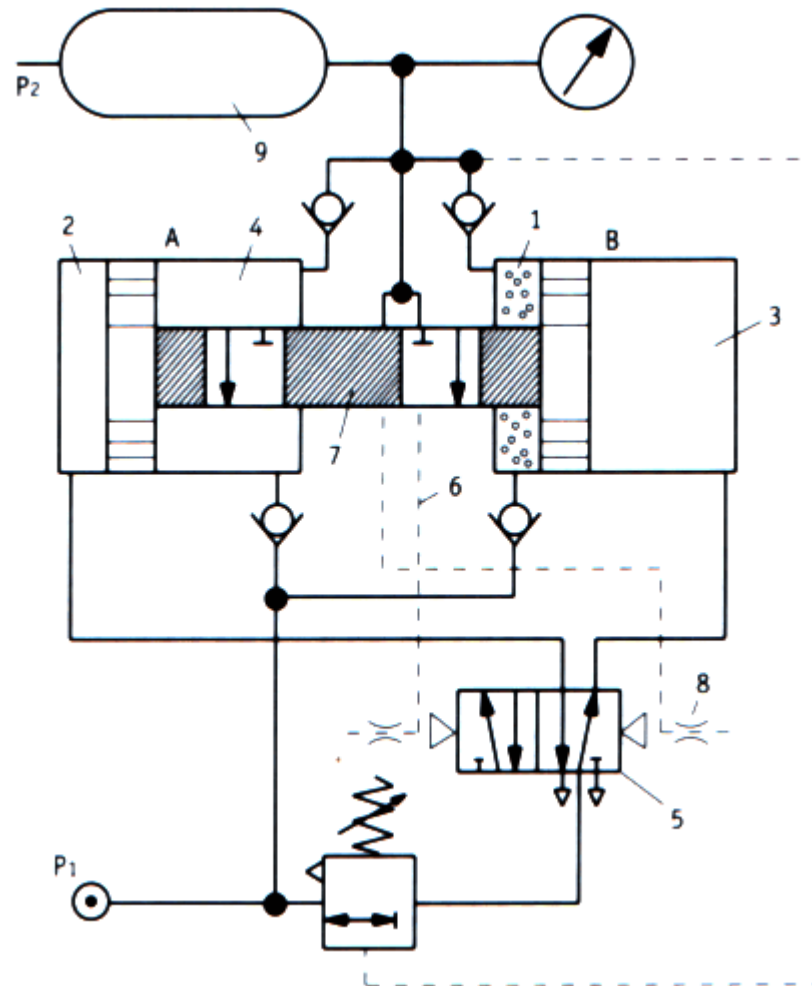


Підсилювач тиску



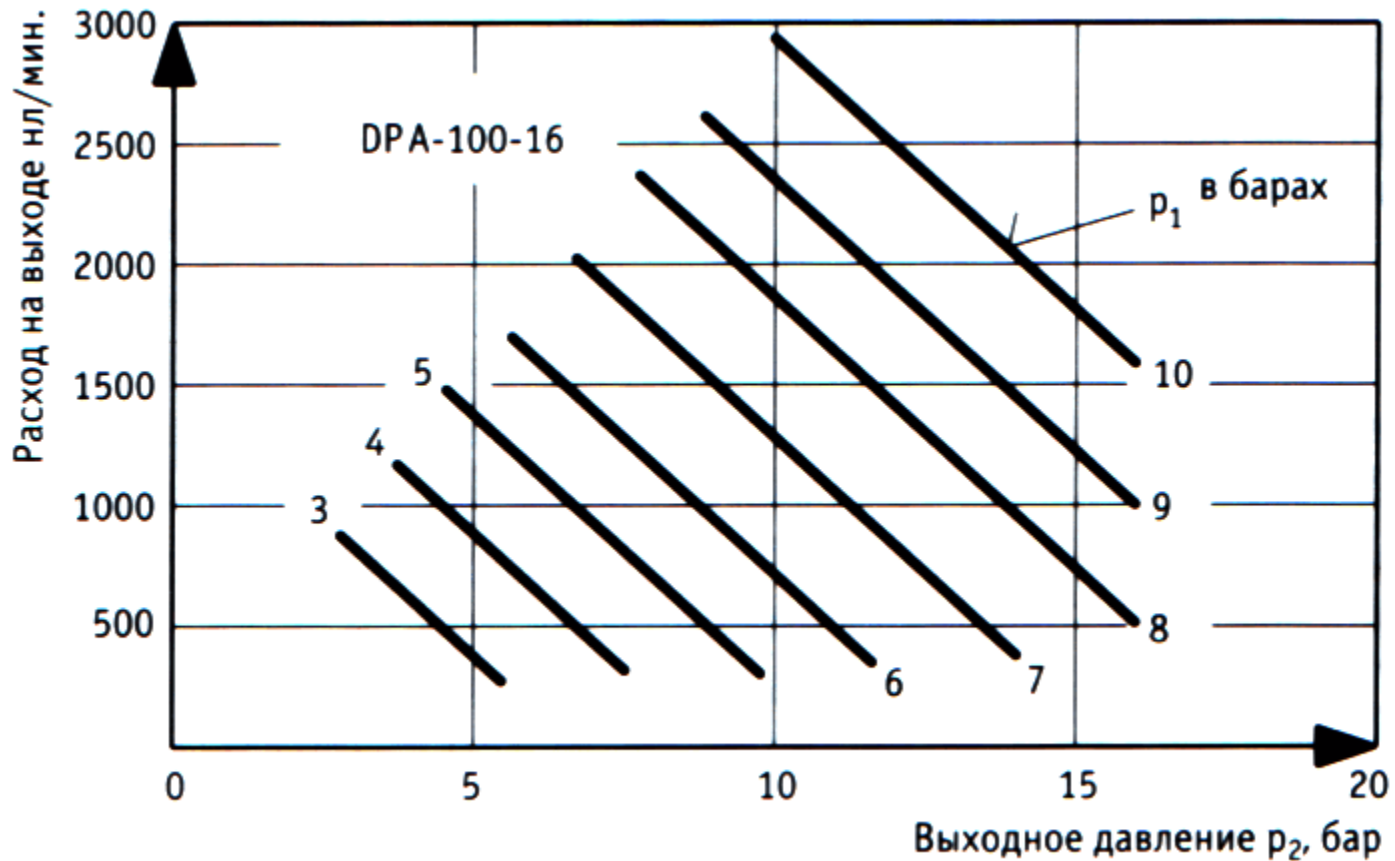
Конструкція пневматичного підсилювача тиску

Co-funded by the
Erasmus+ Programme
of the European Union



Визначення об'ємних витрат через підсилювач тиску

Co-funded by the
Erasmus+ Programme
of the European Union



Визначення **місць втрат повітря** за допомогою ультразвукового детектора

Co-funded by the
Erasmus+ Programme
of the European Union



Визначення **місць втрат повітря** за допомогою ультразвукового детектора

Co-funded by the
Erasmus+ Programme
of the European Union



Витратомір марки- VSM 3K

Co-funded by the
Erasmus+ Programme
of the European Union



Більш мобільним та простим у використанні є витратомір марки VSM-3K. Їм можна виміряти витрати повітря в діапазоні від 1,5 літрів/хв. до 3000 літрів/хв. із похибкою до 2,5%.

Методика проведення сервісу

Вимірювання потоку повітря (під час простою машини)

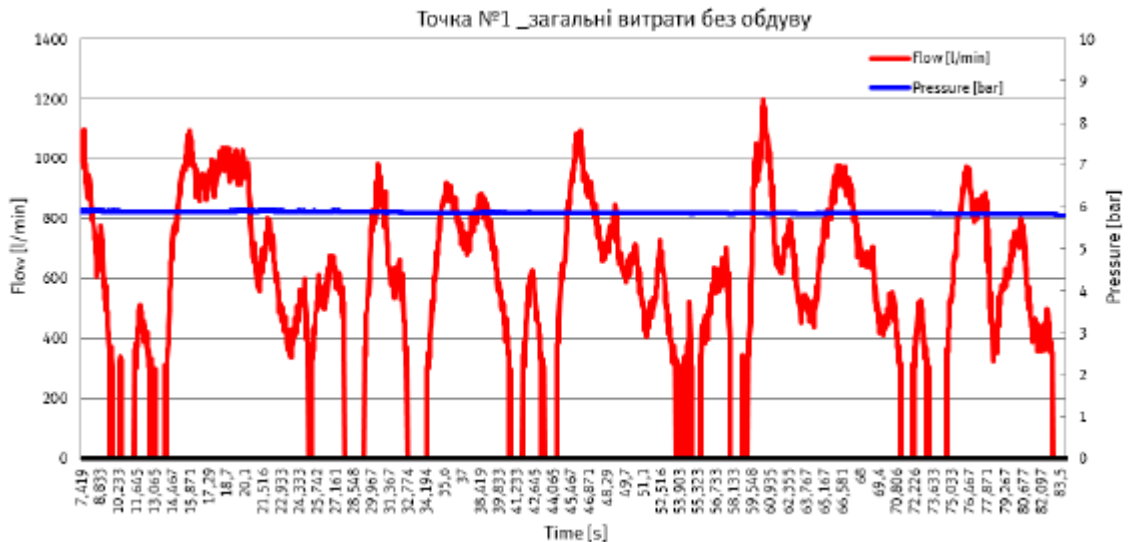


Непродуктивні втрати повітря

Динамічне вимірювання витрати повітря (на працюючій машині)



Споживання повітря працюючою машиною

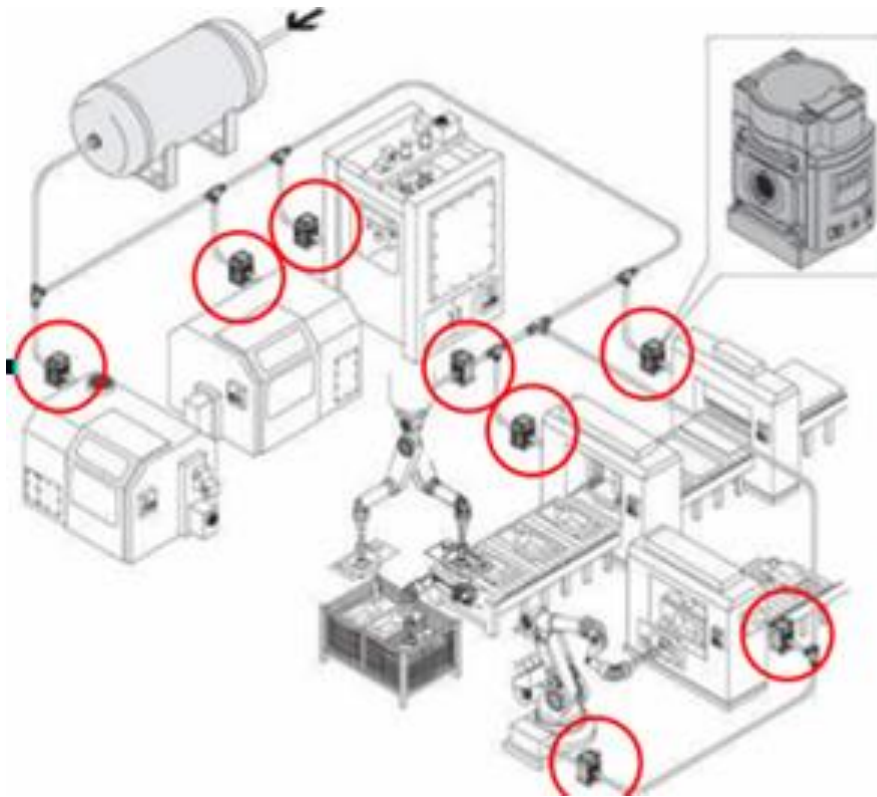


Co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union



Датчики для мониторингу параметрів повітря в системі

Co-funded by the
Erasmus+ Programme
of the European Union

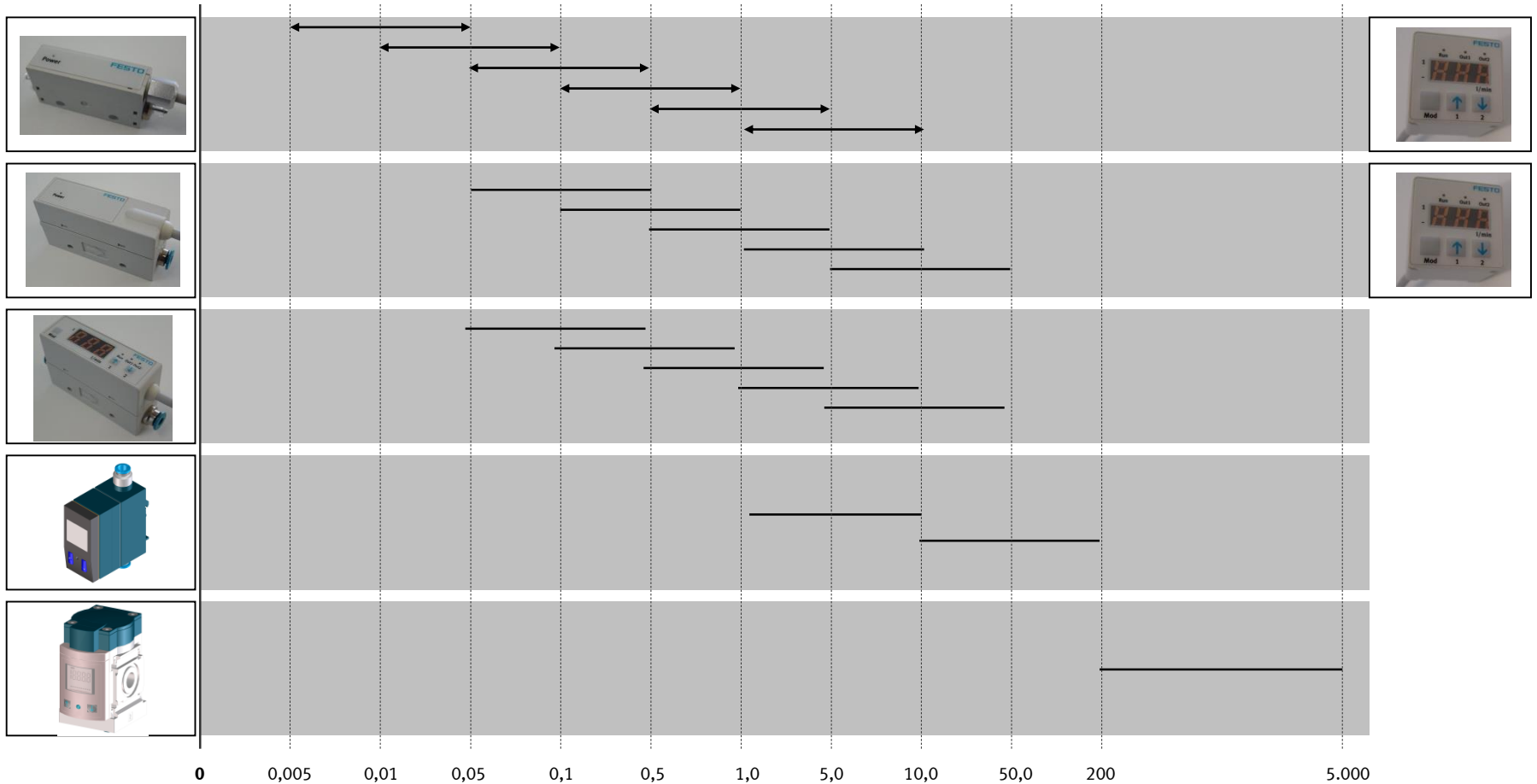


- Измерение расхода для:
Мониторинга работы системы
Мониторинга утечек
- Измерение потребления:
→ экономия энергии
- Диагностика состояния системы
- Электрический терминал CPX для обработки сигналов датчиков



Огляд датчиків витрат

Co-funded by the
Erasmus+ Programme
of the European Union





Висновки та рекомендації



1. Animations MS6 - LWS



Test conditions:
-water : 10g / 500nl/min.
→ 15 times more

LWS – 1000nl/min

2. Забезпечити **постійний аудит** системи подачі повітря

Co-funded by the
Erasmus+ Programme
of the European Union



Розробити структуру відповідальних за енергозбереження стисненого повітря на участках виробництва та по магістралях подачі повітря



3. Забезпечити **постійний** аудит системи подачі повітря

FESTO

Використання
стисненого
повітря

Діаметр отвору, мм	Втрати повітря (л/с) при тиску 6 бар,	Втрати енергії, кВт
1	1,3	0,3
2	11,1	3,1
3	31	8,3



Хороша можливість **добитися економії стисненого повітря**



4. Провести виявлення **місць втрати** стисненого повітря з трубопроводів

Локалізація мест утечек с помощью ультразвукового течеискателя

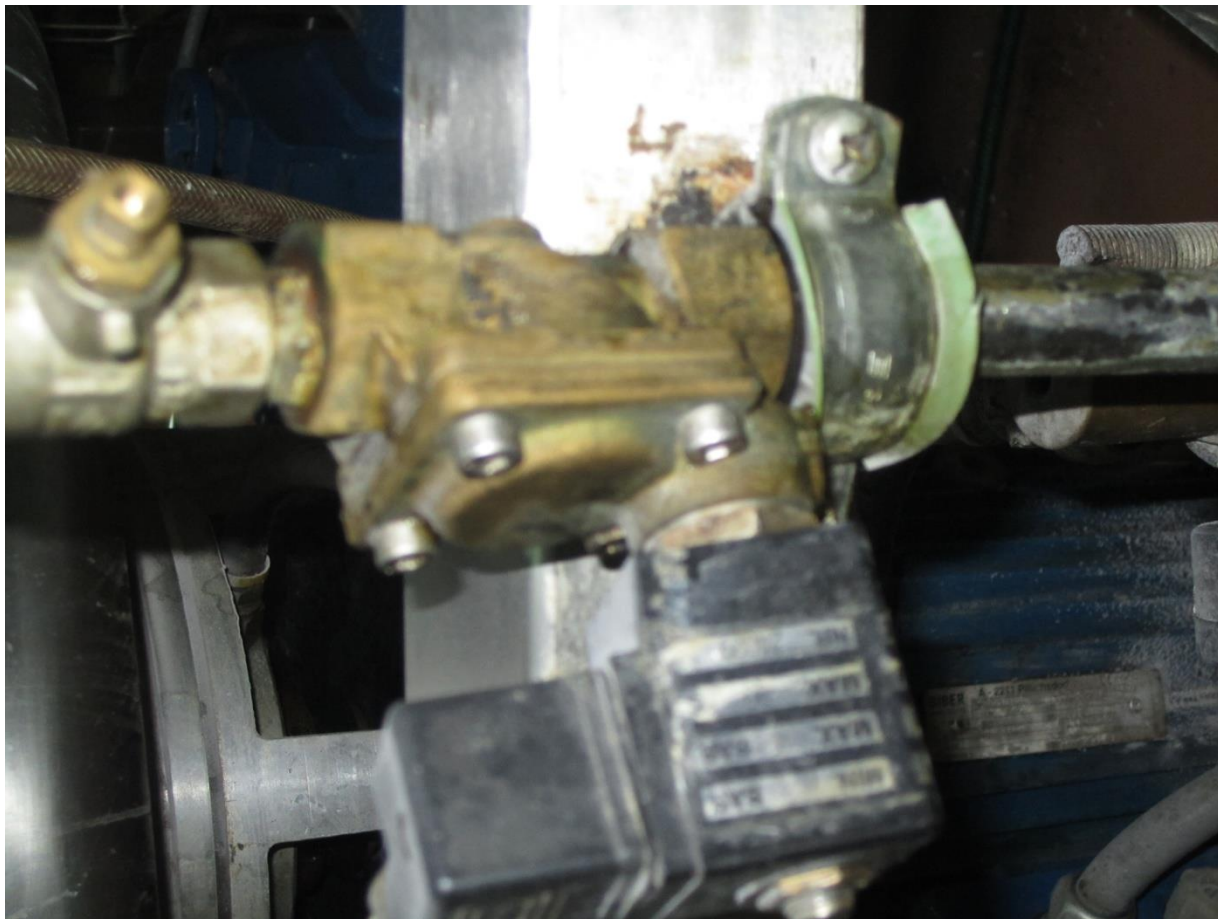


- Ультразвуковой течеискатель высокой чувствительности, позволяет работать в помещениях с высоким уровнем шума;
- Спрей для локализации мест утечек;



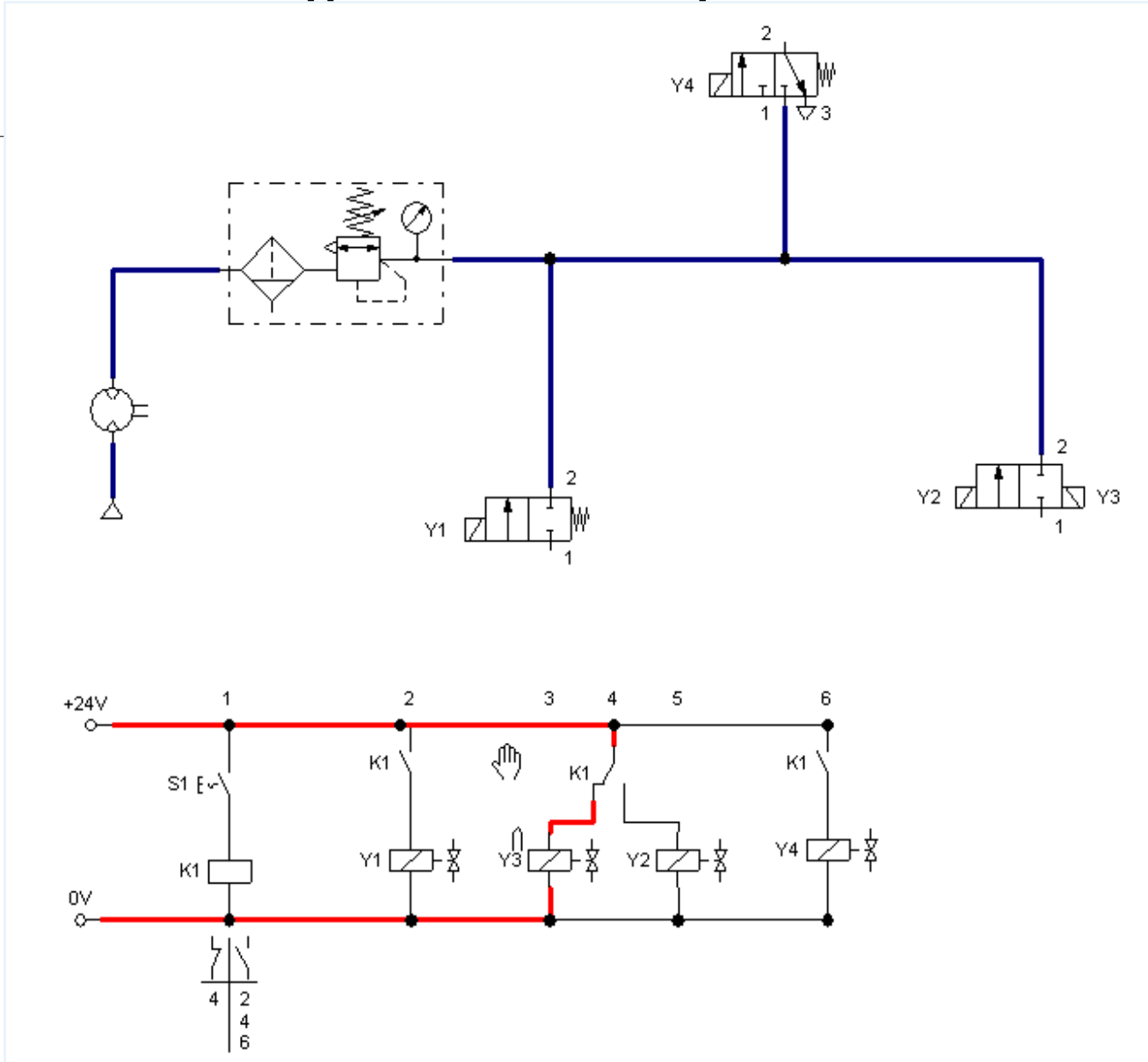
5. Приклад установки на магістраль відсікаючого розподільника марки 2/2 з електричним способом керування

Co-funded by the
Erasmus+ Programme
of the European Union





6. Принципова схема відключення магістралей



7. В системах, де передбачено регулювання тиску необхідно його **зменшувати до міні технологічного**

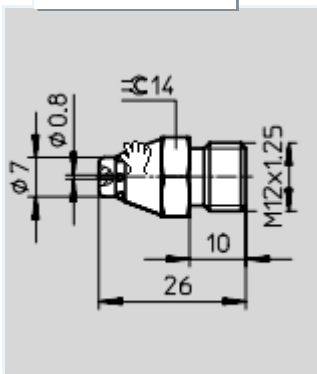
Co-funded by the
Erasmus+ Programme
of the European Union



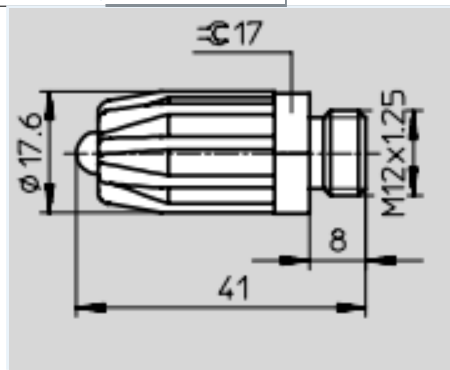
8. Характеристика сопел



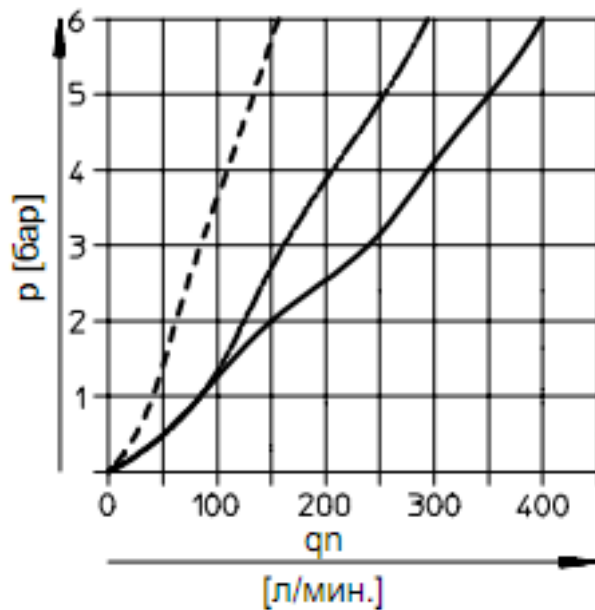
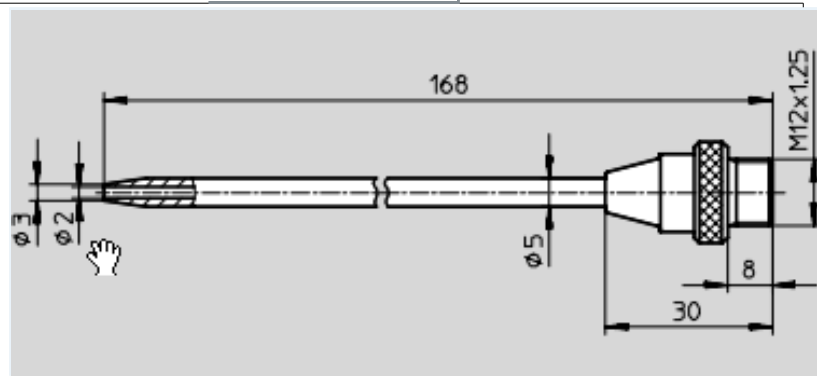
LPZ-SD



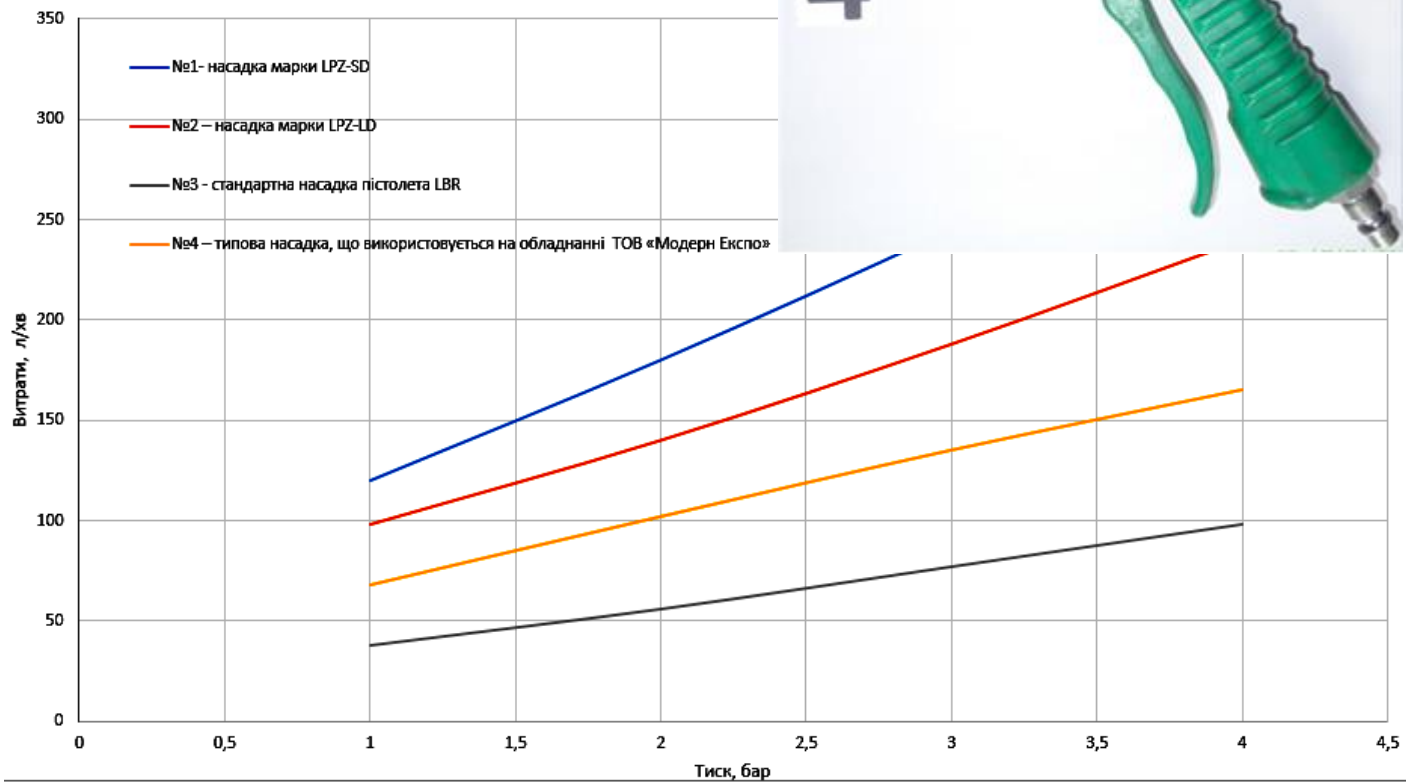
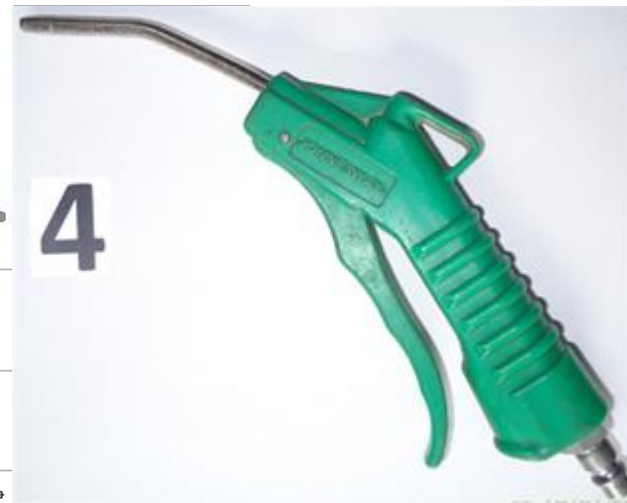
LPZ-LD



LPZ-RG-150



- LPZ-SD
- - - LPZ-RB-150/
- LPZ-RG-150
- LPZ-LD





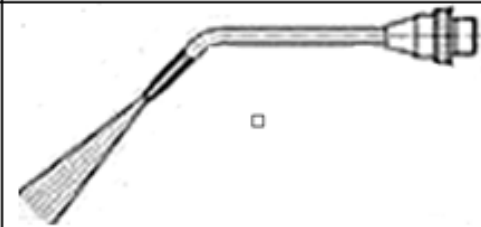
**насадки №2-
марка LPZ-LD**



**насадки №3 -
стандартна
насадка пістолета LBR**



**насадки №4 - типова
насадка, що викорис-
товується на обладнанні
ТОВ «Модерн Експо»**



фільтр - вологовідділювач

3 бари



15 секунд



25 секунд



18 секунд