



KAPITAŁ LUDZKI
NARODOWA STRATEGIA SPÓJNOŚCI

UNIA EUROPEJSKA
EUROPEJSKI
FUNDUSZ SPOŁECZNY



APARATURA PROCESÓW CHEMICZNYCH, BIOCHEMICZNYCH I OCHRONY ŚRODOWISKA

**TOM I
GRAFIKA INŻYNIERSKA**

*JAN HEHLMANN
KRZYSZTOF KIRAGA
ROBERT KUBICA
EDYTA KUJAWSKA
MACIEJ JODKOWSKI*

SPIS TREŚCI

1. WSTĘP.....	2
2. PODSTAWY RYSUNKU TECHNICZNEGO	3
2.1. FORMY DOKUMENTACJI RYSUNKOWEJ	3
2.2. PODSTAWOWE NORMATYWY RYSUNKOWE	4
2.3. FORMATY ARKUSZY, RODZAJE LINII, PODZIAŁKI RYSUNKOWE.....	4
2.4. ZASADY WYMIAROWANIA	8
2.5. POŁĄCZENIA	11
2.5.1. Połączenia nierozłączne.	11
2.5.2. Połączenia rozłączne.	14
2.6. UPROSZCZENIA RYSUNKOWE.....	20
2.7. AKSONOMETRIA I RZUTOWANIE.....	21
2.8. PRZEKROJE, KŁADY I ROZWINIĘCIA KONSTRUKCJI APARATUROWYCH.....	26
2.8.1. Przekroje.....	26
2.8.2. Kłady	30
2.8.3. Rozwinięcia.....	31
2.9. RZUTY BUDOWLANE I ROZMIESZCZENIE APARATÓW	44
3. SCHEMATY TECHNOLOGICZNE	45
3.1. PODSTAWOWE ELEMENTY APARATURY I ARMATURY	45
4. PRZYKŁADY ĆWICZEŃ RYSUNKOWYCH.....	61
5. PROJEKTOWANIE WSPOMAGANE KOMPUTEROWO.....	75
6. RYSUNKI KONSTRUKCYJNE WYBRANYCH APARATÓW	81
7. LITERATURA	96

1. WSTĘP

Przedmiotem monografii jest nowe ujęcie sposobu nauczania rysunku technicznego w obszarze projektowania urządzeń i instalacji przemysłu chemicznego, biotechnologicznego i farmaceutycznego.

Monografia zawiera: ogólne normatywne zasady rysunku technicznego prezentowane w oparciu o aparaturę chemiczną, zasady sporządzania schematów technologiczno - pomiarowych, rysunki złożeniowe aparatów, rysunki wykonawcze a także zasady sporządzania projektów.

2. PODSTAWY RYSUNKU TECHNICZNEGO

W technice jednym z podstawowych sposobów przekazywania informacji jest rysunek. Umożliwia on komunikację pomiędzy projektantem a wykonawcą.

Rysunek techniczny jest specjalnym rodzajem rysunku wykonywanego według ustalonych zasad i norm. Dzięki zwięzłemu i przejrzystemu przedstawianiu kształtów i wymiarów odwzorowywanego przedmiotu dokładnie wskazuje on wygląd przedmiotu po wykonaniu. Określa on również w sposób jednoznaczny budowę i zasadę działania różnych maszyn i urządzeń. Sprawilo to, że rysunek techniczny stał się powszechnym i niezbędnym środkiem porozumiewania się wszystkich pracowników zatrudnionych w procesie produkcyjnym. Znajomość zasad sporządzania i umiejętność odczytywania rysunku technicznego umożliwia przekazywanie myśli naukowo-technicznej w postaci dokumentacji projektowej.

Rysunek techniczny musi być wykonany zgodnie z obowiązującymi przepisami i normami, które umożliwiają jednoznaczne zrozumienie jego treści. W oparciu o rysunek zostaje opracowany proces technologiczny dla danej produkcji przemysłowej.

2.1. FORMY DOKUMENTACJI RYSUNKOWEJ

Odręczny szkic techniczny

Jest to rysunek odręczny, wykonany najczęściej na białym papierze. Szkic techniczny służy do wstępnego zapisu informacji technicznej. Nie musi spełniać wszystkich kryteriów rysunku technicznego. Najczęściej jest to rysunek nieskalowany.

Rysunek techniczny schematyczny

Rysunek schematyczny przedstawia zasadę działania urządzenia. W rysunkach schematycznych stosuje się daleko idące uproszczenia, a więc zawiera on symbolicznie przedstawione elementy układu, które wchodzi w skład określonego systemu funkcjonalnego. Rysunkami schematycznymi są też schematy blokowe.

Rysunek techniczny wykonawczy

Rysunek wykonawczy jest jednym z najważniejszych rysunków. Pozwala odtworzyć kształt przedmiotu z wymiarami. Zawiera informacje na temat dokładności wykonania wytworu, rodzaju materiału. Na rysunku wykonawczym znajdują się konieczne rzuty przedmiotu oraz wymagane przekroje. Rysunek wykonawczy musi być wyposażony w tabelkę rysunkową. Musi ona oprócz wielu koniecznych danych zawierać numer rysunku oraz wielkość podziałki. Numer rysunku powinien być zgodny z numerem części na rysunku zestawieniowym.

Rysunek techniczny złożeniowy

Rysunek złożeniowy jest przedstawieniem wytworu w całości. Na rysunku muszą być uwidocznione wszystkie części wytworu. W związku z tym w rysunkach złożeniowych stosuje się rzutowanie aksonometryczne i przekroje. Wszystkie części wytworu muszą być ponumerowane i opisane w tabelce rysunkowej.

Rysunek techniczny montażowy

Rysunek montażowy jak sama nazwa mówi pokazuje nam sposób montażu wytworu techniki. Nie zawiera wymiarów wytworu (czasem zdarza się, że podane są wymiary gabarytowe).

2.2. PODSTAWOWE NORMATYWY RYSUNKOWE

Aby rysunek mógł spełniać rolę międzynarodowego języka wszystkich inżynierów i projektantów musi on być sporządzony według ściśle określonych zasad i przepisów. Zasady te muszą być stosowane i przestrzegane przez wszystkie kraje, które współpracują ze sobą w zakresie wymiany myśli naukowo-technicznej. Brak ogólnie przyjętych umownych znaków, skrótów i sposobu przedstawiania przedmiotu na rysunku, sposobu określenia wymiarów i innych uproszczeń, prowadziłby do nieporozumień i mógłby spowodować wadliwe wykonanie przedmiotu.

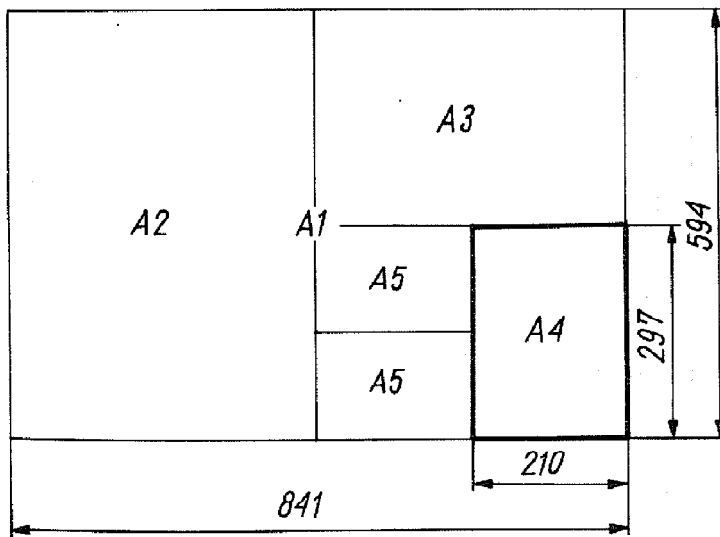
Normy rysunkowe zawierają szczegółowo opracowane przepisy dotyczące wszystkich zagadnień związanych z wykonaniem rysunku technicznego, są opracowywane przez Polski Komitet Normalizacyjny (PKN) i podlegają aktualizacji oraz dostosowaniu do wymogów ISO.

2.3. FORMATY ARKUSZY, RODZAJE LINII, PODZIAŁKI RYSUNKOWE

W rysunku technicznym stosuje się standardowe i pochodne wymiary arkuszy papieru.

Standardowe wymiary arkuszy rysunkowych

Arkusz	Rozmiar szerokość x wysokość [mm]
A0	1189 x 841
A1	841 x 594
A2	594 x 420
A3	420 x 297
A4	297 x 210
A5	210 x 148

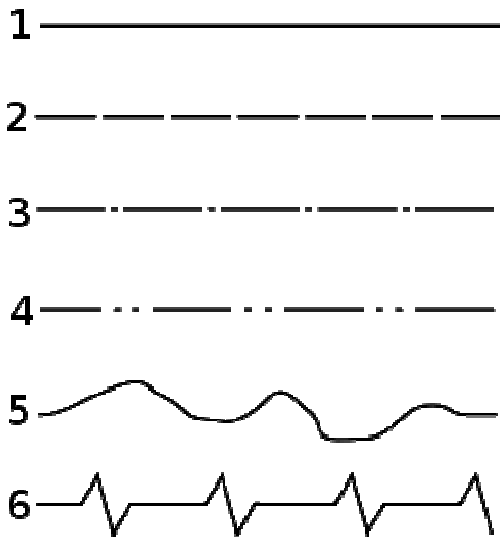


Pochodne wymiary arkuszy rysunkowych

Krotność	A0	A1	A2	A3	A4
	szerokość x wysokość [mm]				
2	1189 x 1682				
3	1189 x 2523	841 x 1783	594 x 1261	420 x 891	297 x 630
4		841 x 2378	594 x 1682	420 x 1189	297 x 841
5			594 x 2102	420 x 1486	297 x 1051
6				420 x 1783	297 x 1261
7				420 x 2080	297 x 1471
8					297 x 1682
9					297 x 1892

Linie rysunkowe

W rysunku technicznym stosuje się linie cienkie, grube i bardzo grube. Linia cienka ma około 1/3 grubości linii grubej.



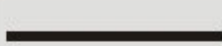


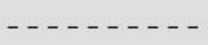




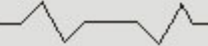
Typy linii w rysunku technicznym:

1. Linia ciągła
2. Linia kreskowa
3. Linia punktowa
4. Linia dwupunktowa
5. Linia falista
6. Linia zygzakowa

Zastosowanie linii rysunkowych

Typ linii	Grubość	Zastosowanie
ciągła	Bardzo gruba	linia oznaczająca przekrój narożniki przekrojów łamanych
	Gruba	krawędzie rysunków
	Cienka	linie wymiarowe linie pomocnicze obiekty przyległe kreskowania
kreskowa	cienka	zarysy i krawędzie niewidoczne
punktowa	gruba	powierzchnie powlekane
	cienka	osie symetrii linie podziałowe powierzchnie obrabiane cieplnie
dwupunktowa	cienka	skrajne położenia elementów ruchomych wyfrezowane krawędzie
falista	cienka	urwania i przerwania obiektów
zygzakowa	cienka	urwania i przerwania obiektów

Rodzaje linii rysunkowych

	<i>Linia bardzo gruba 2g</i>	<i>Linia gruba g</i>	<i>Linia cienka 1/2 - 1/4 g</i>
<i>Linia ciągła</i>			
<i>Linia kreskowa</i>			
<i>Linia punktowa</i>			
<i>Linia dwupunktowa</i>			
<i>Linia falista</i>			
<i>Linia zygzakowa</i>			

Zgodnie z normą PN-EN ISO 5455 podziałka jest stosunkiem liczbowym wielkości liniowych przedstawionych na rysunku do odpowiednich rzeczywistych wielkości liniowych.

Oznaczenie tzw. *podziałki głównej*, zastosowanej do większości rzutów i rysunków na arkuszu należy umieszczać w przeznaczonym do tego polu tabliczki rysunkowej. Jeżeli na rysunku konieczne jest zastosowanie kilku podziałek, tzw. *pomocniczych* należy umieścić je w pobliżu numeru pozycji lub literowego oznaczenia odpowiedniego szczegółu widoku bądź przekroju.

Znormalizowane podziałki stosowane w rysunku technicznym

Typ	Zalecane podziałki				
	50:1	20:1	10:1	5:1	2:1
Zwiększająca					
Naturalna					1:1
Zmniejszająca	1:2		1:5		1:10
	1:20		1:50		1:100
	1:200		1:500		1:1000
	1:2000		1:5000		1:10000

2.4. ZASADY WYMIAROWANIA

Wymiarowanie jest jedną z najistotniejszych i najtrudniejszą czynnością związaną rysunkiem technicznym, gdyż umożliwia odczytanie rysunku i wytworzenie przedmiotu zgodnie z wymaganiami konstruktora. Ogólne zasady wymiarowania są znormalizowane zgodnie z: PN-ISO 129/Ak, PN-82/M-01143, PN-83/N-01620, PN-88/M-01142 i dotyczą one:

- linii wymiarowych i pomocniczych linii wymiarowych,
- strzałek wymiarowych,
- liczb wymiarowych,
- znaków wymiarowych.

Linie wymiarowe i pomocnicze linie wymiarowe

Linia wymiarowa jest cienką linią ciągłą, rysowaną równoległe do wymiarowanego odcinka w odległości co najmniej 10 mm, zakończone są grotami dotykającymi ostrzem krawędzi przedmiotu, pomocniczych linii wymiarowych lub osi symetrii.

Linie wymiarowe nie mogą się przecinać.

Pomocnicze linie wymiarowe są to cienkie ciągłe linie będące przedłużeniem linii rysunku, rysowanym prostopadle do mierzonego odcinka. Pomocnicze linie wymiarowe mogą się przecinać, ponadto przedłuża się je o 2-3 mm za punkt ich zetknięcia z linią wymiarową.

Strzałki wymiarowe

Długość grota powinna wynosić 6-8 grubości linii zarysu przedmiotu, lecz nie mniej niż 2,5 mm. Groty może być otwarty, zamknięty lub zamknięty i zaczerniony. Na szkicach odręcznych dopuszcza się stosowanie grotów niezaczernionych. Ostrze grota może być o dowolnym kącie rozwarcia z przedziału 15 - 90°. Długość grotów powinna być jednakowa dla wszystkich wymiarów na rysunku. Zasadniczo ostrza grotów powinny dotykać od wewnątrz linii pomiędzy którymi podajemy wymiar. Podając małe wymiary groty można umieszczać na zewnątrz tych linii, na przedłużeniach linii wymiarowej. Dopuszcza się zastępowanie grotów cienkimi kreskami o długości co najmniej 3,5 mm nachylonymi pod kątem 45° do linii wymiarowej lub kropkami o średnicy 1mm.

Liczby wymiarowe

Wymiary liczbowe określające aktualną odległość podaje się na rysunkach technicznych w milimetrach, przy czym oznaczenie „mm” pomija się.


Liczby wymiarowe umieszcza się pośrodku, nad liniami wymiarowymi w odległości 0,5 – 1,5 mm od nich. W przypadku krótkiej linii wymiarowej liczbę wymiarową można napisać na jej przedłużeniu. Liczby wymiarowe powinny mieć jednakową wysokość, niezależnie od

wielkości rzutów i wartości wymiarów na wszystkich rysunkach wykonanych w ramach jednego arkusza.

Należy unikać umieszczania liczb wymiarowych na liniach zarysu przedmiotu, osiach i liniach kreskowania przekrojów. Wymiary powinny być tak rozmieszczone aby możliwe było odczytanie jak najwięcej patrząc na rysunek od dołu lub od prawej strony.

Znaki wymiarowe

Do wymiarowania niektórych elementów stosuje się specjalne znaki wymiarowe, które zestawiono w poniższej tabeli.

Znak wymiarowy	Opis	Przykłady
\cap	długość łuku	
R	promień krzywizny	R16
ϕ	średnica krzywizny	ϕ 75
o	kulistość powierzchni	o ϕ 40; o R20
	bok kwadratu	12
\sphericalangle	pochylenie powierzchni	\sphericalangle 1: 100
	zbieżność powierzchni	1 : 50
	długość rozwinięcia	170
x	grubość (długość) przedmiotu przedstawionego w jednym rzucie	x 1
	kąt w nazwie n – kąt o parzystej liczbie boków n (oprócz kwadratu)	6 20

Podstawowe zasady wymiarowania

Podstawą w wymiarowaniu jest określenie bazy wymiarowej, czyli elementu geometrycznego przedmiotu, względem którego określa się położenie innych elementów geometrycznych tegoż przedmiotu. Łańcuch wymiarowy przedmiotu to zespół wymiarów określających wzajemne położenie elementów geometrycznych przedmiotu, tworzących wraz z wymiarem wypadkowy obwód zamknięty.

- **Zasada wymiarów koniecznych**

Zawsze podaje się wymiary gabarytowe (zewnętrzne) a wymiary mniejsze rysujemy bliżej rzutu przedmiotu. Zawsze podaje się tylko tyle i te wymiary, które są niezbędne do

jednoznacznego określenia wymiarowego przedmiotu. Każdy wymiar na rysunku powinien dać się odmierzyć na przedmiocie w trakcie wykonywania czynności obróbkowych.

- **Zasada niepowtarzania wymiarów**

Wymiary nie powinny się powtarzać ani na tym samym rzucie ani na różnych rzutach tego samego przedmiotu. Każdy potrzebny wymiar powinien być podany na rysunku tylko raz i to w miejscu, w którym jest on najbardziej zrozumiały, łatwy do odszukania i potrzebny ze względu na przebieg obróbki.

- **Zasada niezamykania łańcuchów wymiarowych**

Zasada ta polega na pominięciu jednego z wymiarów (wypadkowego) w każdym łańcuchu wymiarowym przedmiotu. Łańcuchy wymiarowe stanowią szereg kolejnych wymiarów równoległych (tzw. łańcuchy wymiarowe proste) lub dowolnie skierowanych (tzw. łańcuchy wymiarowe złożone). W obu rodzajach łańcuchów nie należy wpisywać wszystkich wymiarów, gdyż łańcuch zamknięty zawiera wymiary zbędne wynikające z innych wymiarów. Łańcuchy wymiarowe powinny więc pozostać otwarte, przy czym pomija się wymiar najmniej ważny.

- **Zasada pomijania wymiarów oczywistych**

Pomijanie wymiarów oczywistych dotyczy przede wszystkim wymiarów kątowych, wynoszących 0° lub 90° , tj. odnoszących się do linii wzajemnie równoległych lub prostopadłych.

- **Wymiarowanie równoległe, szeregowe i mieszane**

Wymiary biegnące w jednym kierunku można podawać na rysunkach w trzech układach:

- wymiarowanie w układzie równoległym polega na podawaniu wszystkich wymiarów równoległe w odniesieniu do jednej bazy. Na płaszczyźnie obieramy dwie, wzajemnie prostopadłe bazy.
- wymiarowanie w układzie szeregowym polegające na podawaniu wymiarów równoległych jeden za drugim.
- wymiarowanie w układzie mieszanym będące połączeniem obu powyższych sposobów. Przy wymiarowaniu mieszanym położenie tych powierzchni, które powinny znajdować się w ściśle określonych odległościach od pewnej bazy, wymiaruje się od tej bazy, natomiast położenia pozostałych powierzchni względem poprzednich lub między sobą określa się krótkimi łańcuchami wymiarowymi, czyli wymiaruje się szeregowo.

Uwagi:

- Nie stosuje się osi symetrii albo linii widoku jako linii wymiarowej.
- Nigdy nie umieszcza się wymiaru na osi symetrii ani linii wymiarowej tam, gdzie powinna znajdować się oś symetrii.
- Nigdy nie stosuje się linii wymiarowej jako kontynuacji linii widoku.
- Linie wymiarowe nigdy nie powinny się przecinać ani linie pomocnicze z liniami wymiarowymi.
- Unika się wymiarowania do linii kropkowej.
- Nigdy nie domyka się łańcucha wymiarowego.
- Unika się wymiarowania do linii niewidocznych.

2.5. POŁĄCZENIA

Połączenia są jedną z podstawowych grup elementów w budowie maszyn i wiążą elementy składowe w sposób umożliwiający wspólne poruszanie się oraz przenoszenie obciążeń.

Dzielią się na nierozłączne i rozłączne.

2.5.1. Połączenia nierozłączne.

Połączenia nierozłączne cechuje możliwość uszkodzenia lub zniszczenia części łączonych przy próbie rozłączenia.

Połączenia spawane

Łączenie metali lub tworzyw sztucznych przy pomocy spawania jest powszechnie stosowaną metodą w budowie maszyn i polega na ich miejscowym stopieniu materiału z dodaniem lub bez spoiwa.

Współczesna technika spawania operuje kilkoma metodami:

- **Spawanie gazowe**

- polega na miejscowym stopieniu części łączonych w płomieniu gazowym, najczęściej acetylenowo-tlenowym, w temperaturze do 3200°C za pomocą palnika gazowego. Jest szczególnie przydatne w pracach remontowych i pracach w terenie. Głównym obszarem zastosowania tej metody jest spawanie rur i blach o grubości od 0,4 mm do 40 mm w cienkościennych konstrukcjach stalowych.

1. spawanie półautomatyczne (MIG metal inert gas) i MAG (metal active gas). Wysoka wydajność spawania, poprawa środowiska pracy spawacza oraz łatwość automatyzacji to główne źródła popularności tych procesów.
2. spawanie acetylenowo - tlenowe (spawanie gazowe)

- **Spawanie elektryczne**

Stosuje się do łączenia blach o grubości od 1 do 80 mm a wykonywane jest spawarką w oparciu o zjawisko łuku elektrycznego w temperaturze do 3500°C.

- **Spawanie TIG**

Obecnie spawanie TIG jest jednym z podstawowych procesów wytwarzania konstrukcji, zwłaszcza ze stali wysokostopowych, stali specjalnych, stopów niklu, aluminium, magnezu, tytanu i innych. Spawać można w szerokim zakresie grubości złączy, od dziesiątych części mm do nawet kilkuset mm. Spawanie TIG prowadzone może być prądem stałym lub przemiennym.

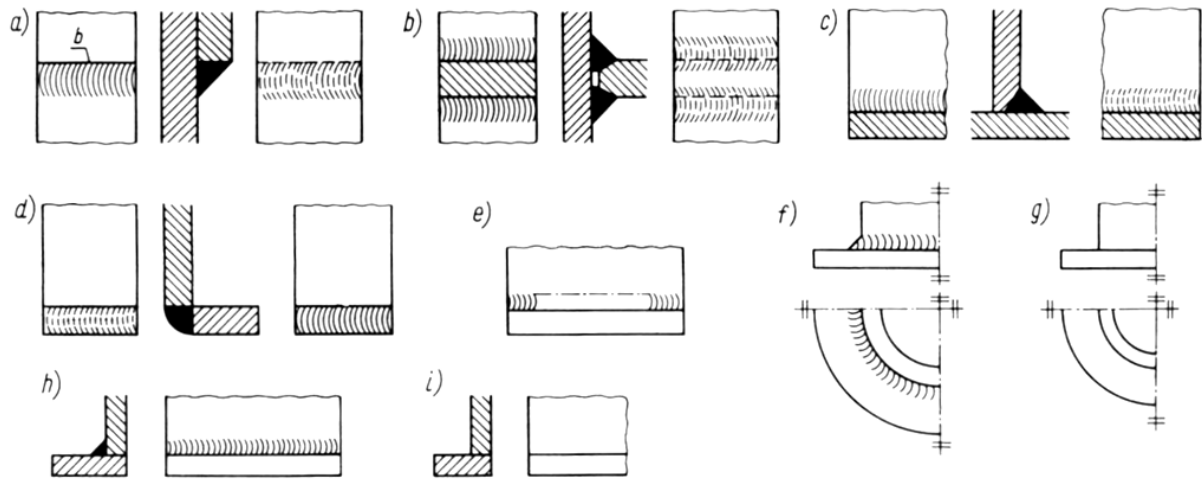
Rzadziej stosuje się spawanie termitowe, spawanie elektronowe, spawanie laserowe.

- **Rodzaje spoin**

W rysunku technicznym złącze spawane rysuje się, w zależności od stopnia uproszczenia, jak pokazano poniżej. W I stopniu uproszczenia wymiaruje się spoiny jak inne części maszyn. W III stopniu uproszczenia zaznacza się je linią oraz symbolem rodzaju spoiny.

Wyróżniamy:

- spoiny czołowe – stosowane do łączenia stykowego blach, prętów, rur itp. przy spawaniu czołowym jest wymagana odpowiednio przygotowana krawędź elementów
- spoiny pachwinowe – stosuje się do zakładkowego i niezakładkowego łączenia blach, łączenia części ustawionych pod kątem itp
- spoiny brzeżne – łączenie cienkich blach. Powstaje przez stopienie odwiniętych krawędzi blach bez użycia dodatkowego metalu
- spoiny otworowe i punktowe wykonuje się przeważnie w celu wzmocnienia spoin pachwinowych przy łączeniu szerokich elementów.
- krawędziowe
 - nośne(mocne) duże obciążenia
 - szczelne – szczelność
 - złączne (szcpe) elementy konstrukcyjne (rurociągi)



Połączenia zgrzewane

Połączenia zgrzewane metali i tworzyw sztucznych powstają przez miejscowe, silne dociskanie do siebie łączonych elementów, bez ich podgrzania (zgrzewanie zgniotowe, ultradźwiękowe) lub z jednoczesnym podgrzewaniem wystarczającym do doprowadzenia łączonych części do stanu plastyczności.

Najczęściej stosuje się jednak zgrzewanie z podgrzaniem.

Połączenia lutowane

Lutowaniem nazywamy proces łączenia metalowych części za pomocą roztopionego lutu posiadającego niską temperaturę topliwości. Połączenie uzyskuje się dzięki wzajemnej dyfuzji lutu i łączonych części. W zależności od rodzaju lutu zastosowanego do łączenia części, lutowanie dzielimy na miękkie, o niskiej temperaturze topliwości i twarde, o wysokiej temperaturze topliwości. Oba typy lutów gwarantują połączenie o określonej wytrzymałości i szczelności.

Połączenie to stosuje się przy łączeniu elementów z miedzi, brązu w wymiennikach ciepła, kolumnach rektyfikacyjnych, w aparaturze do głębokiego chłodzenia przy produkcji ciekłego tlenu.

Połączenia klejone

Połączenia klejone znajdują szerokie zastosowanie w budowie maszyn i aparatury chemicznej, szczególnie w przypadku tworzyw niemetalicznych, takich jak: szkło, materiały węglowe, drewno, polichlorek winylu, masy plastyczne.

Połączenia klejone znajdują zastosowanie przy wykładaniu aparatów ze stali wykładziną chemoodporną np. guma, ebonit, szkło organiczne, płytki ceramiczne, polichlorek winylu, płytki węglowe.

Podstawową zaletą tego typu połączeń jest możliwość uzyskania trwałego i szczelnego połączenia między różnymi tworzywami niemetalowymi, czego nie można uzyskać za pomocą spawania i lutowania. Niewątpliwą wadą połączenia klejonego jest mała odporność na temperaturę, która nie powinna przekraczać 60°C a dla klejów specjalnych 250°C.

Połączenia nitowe

Są połączeniami stosowanymi do łączenia materiałów niespawalnych bądź trudnospawalnych, głównie przy wyrobie zbiorników i kotłów a także do łączenia elementów w konstrukcjach stalowych (wiązary, słupy). Łącznikami są nity, składające się ze łba, trzona i zakuwki kształtowanej przy zamykaniu nitu. Nity, będące elementami znormalizowanymi, mogą być zamykane na zimno (o średnicy do 10 mm) lub na gorąco.

Wśród połączeń nitowych wyróżniamy:

mocne

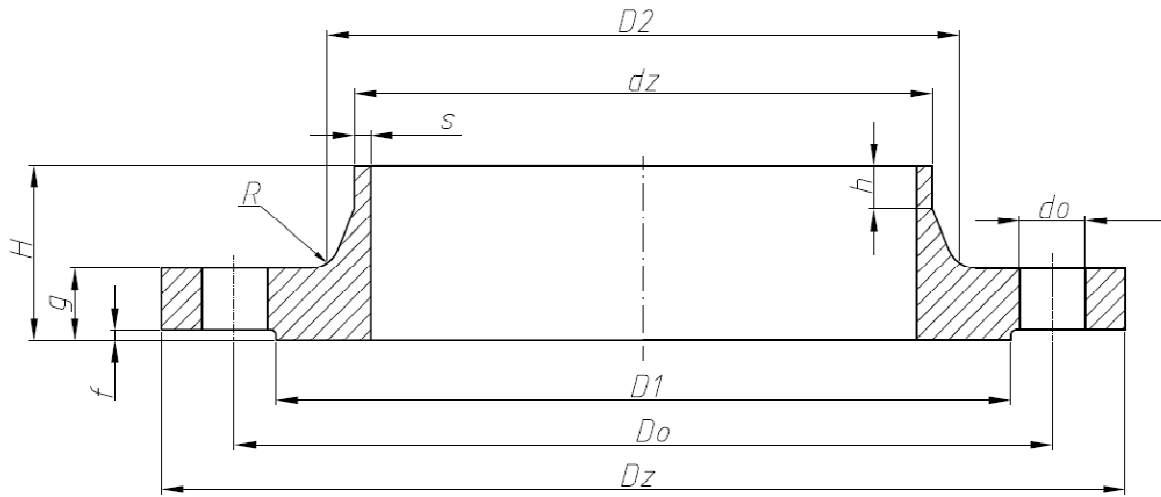
zakładkowe i nakładkowe

2.5.2. Połączenia rozłączne.

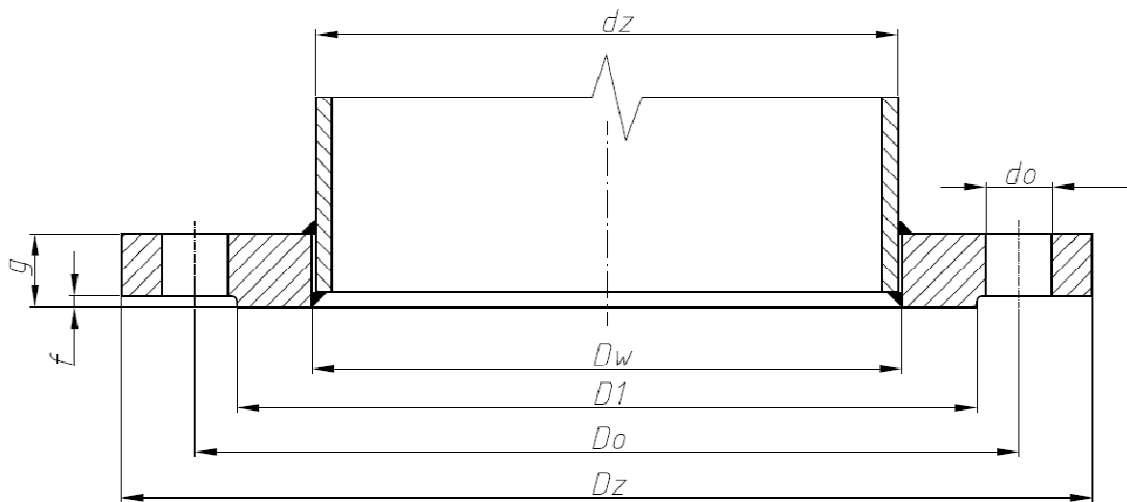
Połączenia kołnierzowe

Połączenia kołnierzowe należą do najczęściej stosowanych w budowie aparatury chemicznej do łączenia króćców aparatów z siecią rurociągów. Wyróżniamy w tej grupie połączeń; kołnierze stałe i luźne. Połączenia kołnierzowe mogą pracować w temperaturze otoczenia lub w temperaturach podwyższonych. Połączeniem kołnierzowym gorącym określa się połączenie, którego temperatura w czasie pracy jest wyższa od 300°C. Temperatura połączenia kołnierzowego uzależniona jest od temperatury płynu płynącego przez rurociąg lub znajdującego się w aparacie.

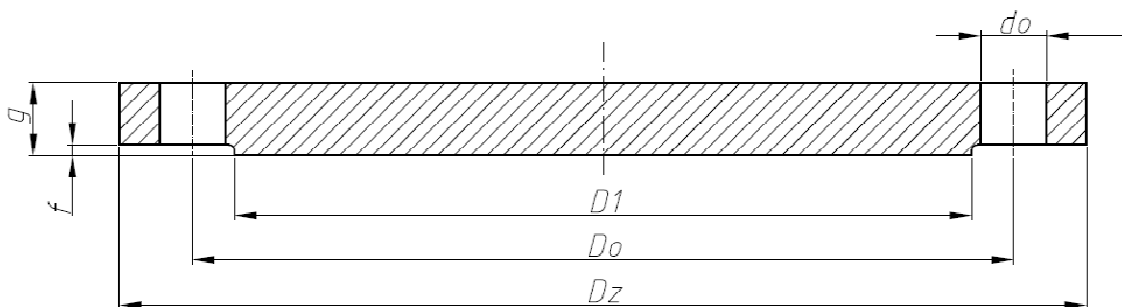
Na rysunkach przedstawiono różne typy kołnierzy wraz z charakterystycznymi wymiarami.



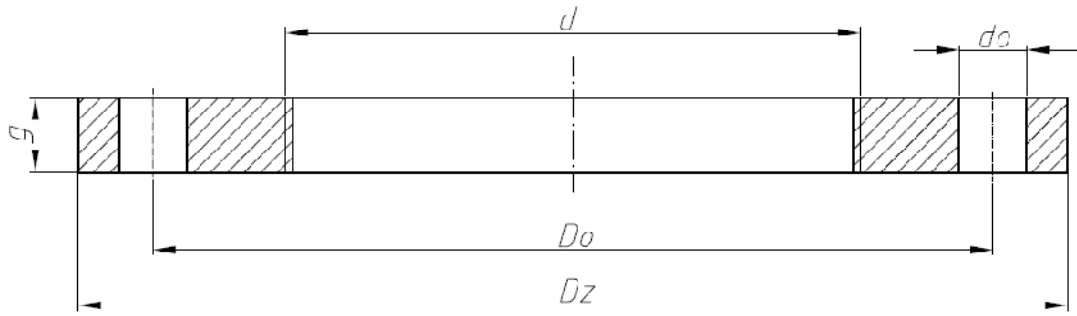
Kołnierz okrągły z szyjką do przyspawania



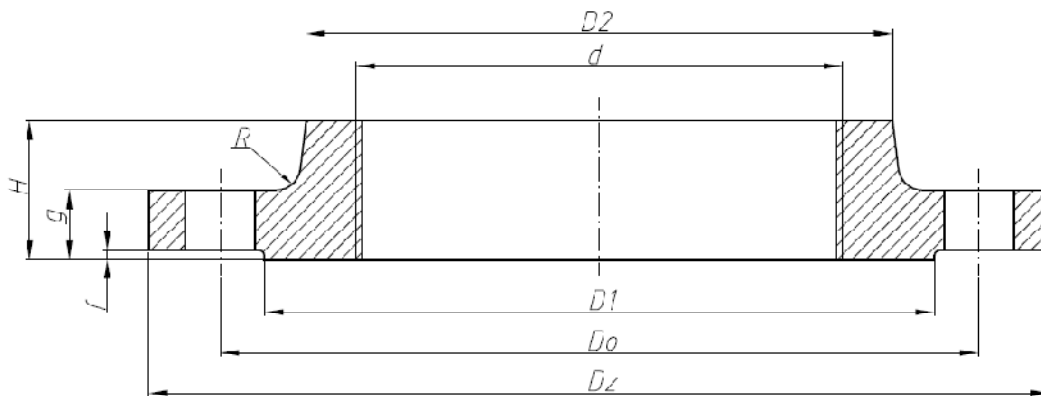
Kołnierz okrągły płaski do przyspawania



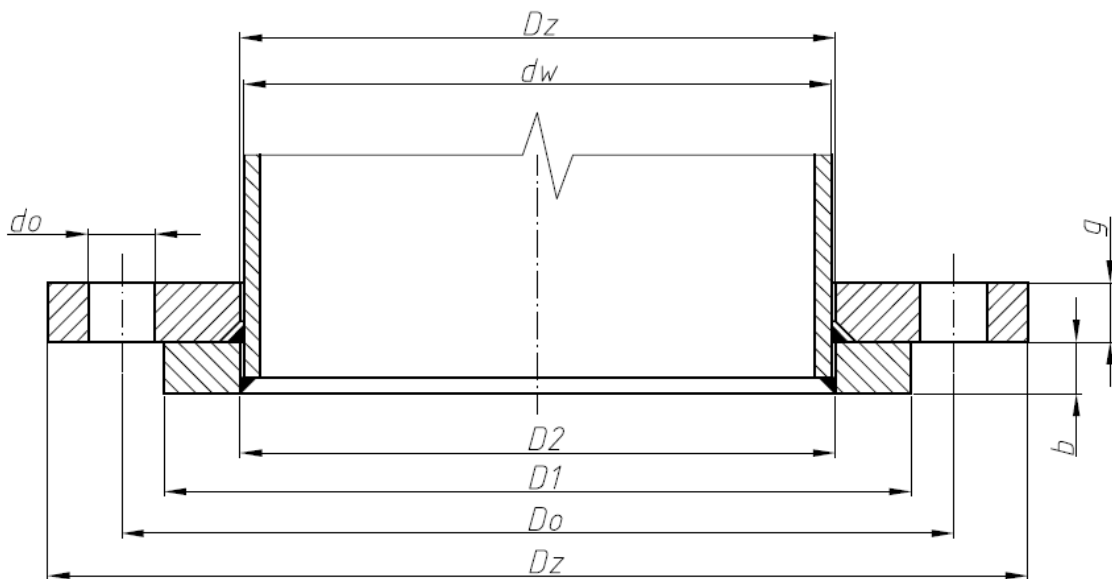
Kołnierz okrągły zaślepiający



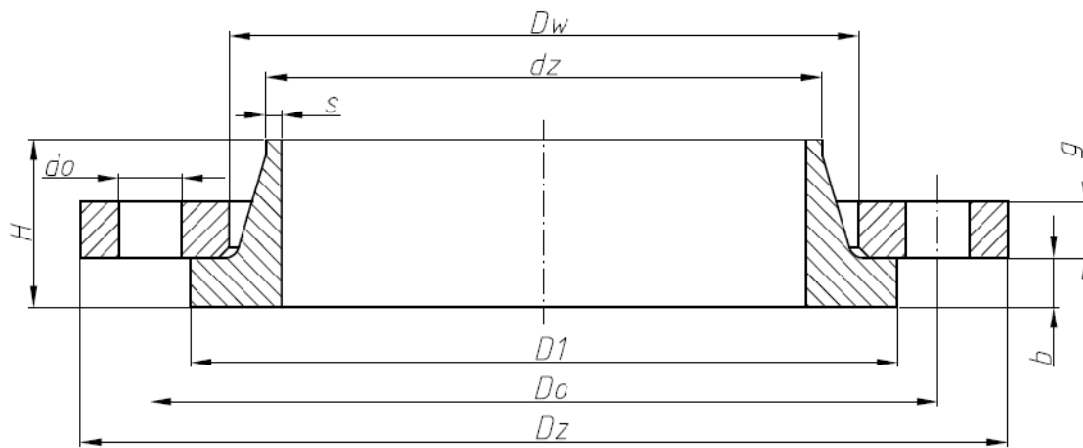
Kołnierz okrągły płaski gwintowany



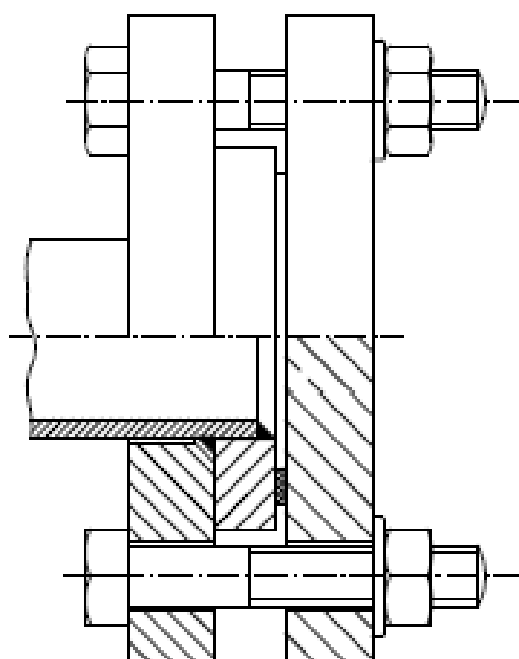
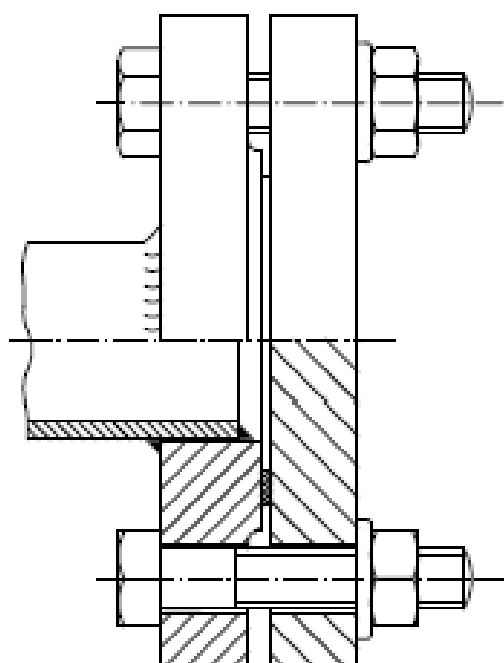
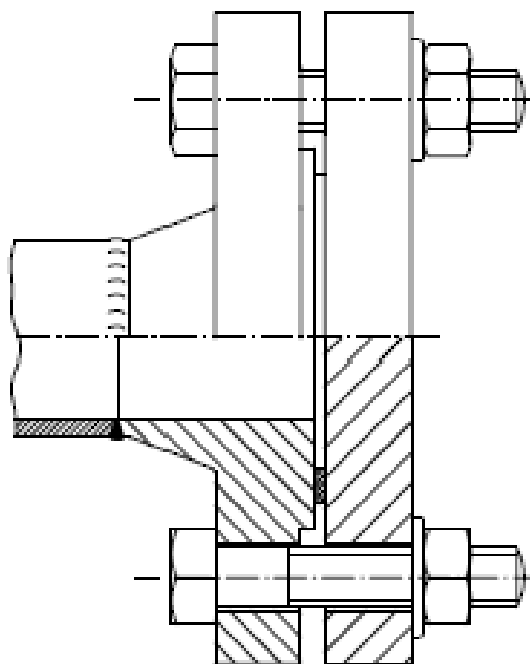
Kołnierz okrągły z szyjką gwintowaną



Kołnierz luźny z pierścieniem do przyspawania



Kołnierz luźny z pierścieniem szyjkowym do przyspawania



- Przykłady połączeń kołnierzowych
I – kołnierz z szyjką i kołnierz zaślepiający
II – Kołnierz płaski i kołnierz zaślepiający
III – Kołnierz luźny i kołnierz zaślepiający

Połączenia gwintowe

W aparaturze chemicznej połączenia gwintowe stosuje się do łączenia rur wysokiego ciśnienia o średnicy nominalnej $D_{nom} \leq 20$ mm, rur średniego i niskiego ciśnienia przy $D_{nom} \leq 32$ mm i innych.

Średnicę gwintu dobiera się z norm gwintów do średnicy rury, przyjmując odpowiedni zarys gwintu.

Połączenia kształtowe

Połączenia wciskowe

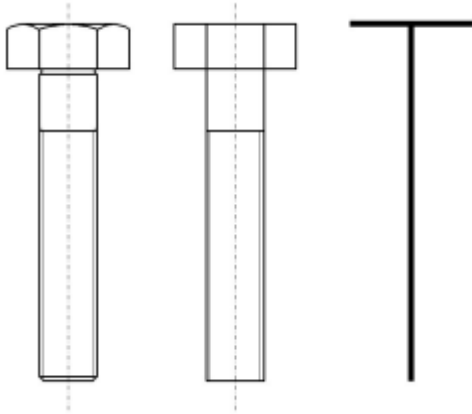
Jest to typ połączenia, w którym wzajemne unieruchomienie łączonych części następuje na skutek tarcia wywołanego przez wcisk. Rozłączeniu połączonych w ten sposób części przeciwstawiają się siły sprężystości, wywołane odkształceniem połączonych części.

W grupie tej należy wyszczególnić połączenia wciskowe bezpośrednie, w których jedna z części obejmuje i zaciska drugą oraz pośrednie, w których połączenie odbywa się za pomocą łączników rozprężnych lub zaciskowych: tuleje, pierścienie czy kotwice.

Szybkozłącza

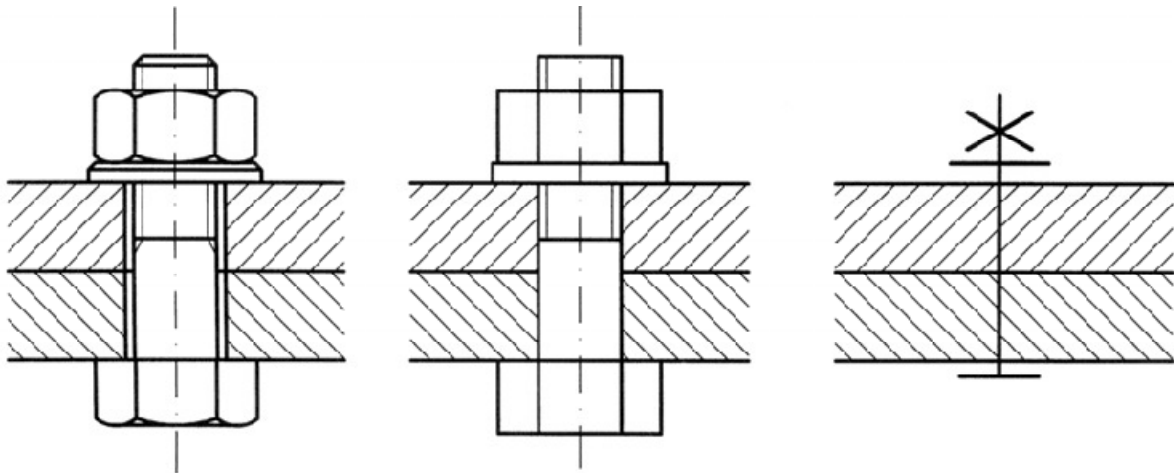
2.6. UPROSZCZENIA RYSUNKOWE

Rysunek techniczny jest pewną formą idealizacji rzeczywistości. Proces tej idealizacji nazywa się uproszczeniem. W rysunku technicznym stosuje się rysunek dokładny i dwa stopnie uproszczenia.



Na rysunku przedstawiono uproszczenie na przykładzie śruby.
Od lewej: rysunek dokładny, I stopień uproszczenia, II stopień uproszczenia (symbol)

<i>Rysunek dokładny</i>	<i>Rysunek uproszczony</i>	<i>Symbol</i>
<p><i>Wkręt</i></p>		
<p><i>Śruba</i></p>		
<p><i>Nakrętka</i></p>		
<p><i>Podkładka</i></p>		



Połączenie śrubowe : rysunek dokładny, I stopień uproszczenia, II stopień uproszczenia

2.7. AKSONOMETRIA I RZUTOWANIE

Aksonometria

Do przedstawienia kształtów przedmiotów w sposób poglądowy (perspektywiczny), w jednym rzucie, służą w rysunku technicznym rzuty aksonometryczne. Aksonometrią nazywamy rzutowanie modelu na jedną rzutnię i przypominają swoim wyglądem rysunki perspektywiczne stosowane w plastyce. Wyróżniamy następujące rodzaje rzutów aksonometrycznych:

ze względu na kierunek rzutowania:

- aksonometria prostokątna – kierunek rzutowania jest prostopadły do rzutni,
- aksonometria ukośna – kierunek rzutowania nie jest prostopadły do rzutni.

ze względu na kierunek rzutowanych osi układu prostokątnego:

- izometria – wszystkie osie układu prostokątnego w przestrzeni tworzą jednakowy kąt z rzutnią i ich obrazy ulegają jednakowemu skrótovi – na rzutni powstaje obraz trzech osi tworzących pomiędzy sobą kąty po 120° , często na rysunkach izometrycznych pomija się wpływ skrótovi,
- dimetria – dwie z osi układu prostokątnego tworzą z rzutnią jednakowe kąty (najczęściej są do niej równoległe),
- anizometria (trimetria) - każda z osi układu prostokątnego tworzy z rzutnią inny kąt i podlega innemu skrótovi.

W aksonometrii obiekty trójwymiarowe odwzorowane są przez figury płaskie.

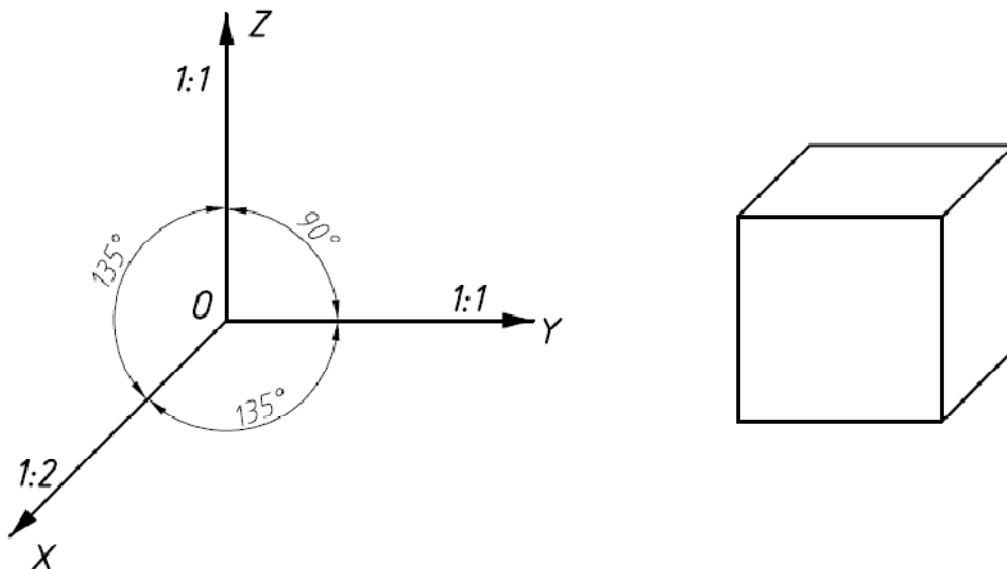
- odcinek pozostaje odcinkiem, co najwyżej zmieniając długość, lub zostaje zredukowany do punktu
- odcinki równoległe pozostają nadal równoległe i są one jednakowo skracane lub wydłużane
- rzutem okręgu jest elipsa okrąg, jeśli leży w płaszczyźnie równoległej do rzutni

Dimetria ukośna (zwana kawalerską) – aksonometria w której wszystkie wymiary obiektu równoległe do płaszczyzny OYZ przedstawia się bez zmiany długości, natomiast wymiary równoległe do osi OX ulegają skróceniu o połowę. Wymiary nierównoległe do osi OX i płaszczyzny OYZ ulegają skróceniu w różnym stopniu. Kąty między osiami wynoszą 135° , 135° , 90° . Na rysunku przedstawiono rozstaw osi w układzie 0-XYX oraz sześcian narysowany w dimetrii ukośnej.

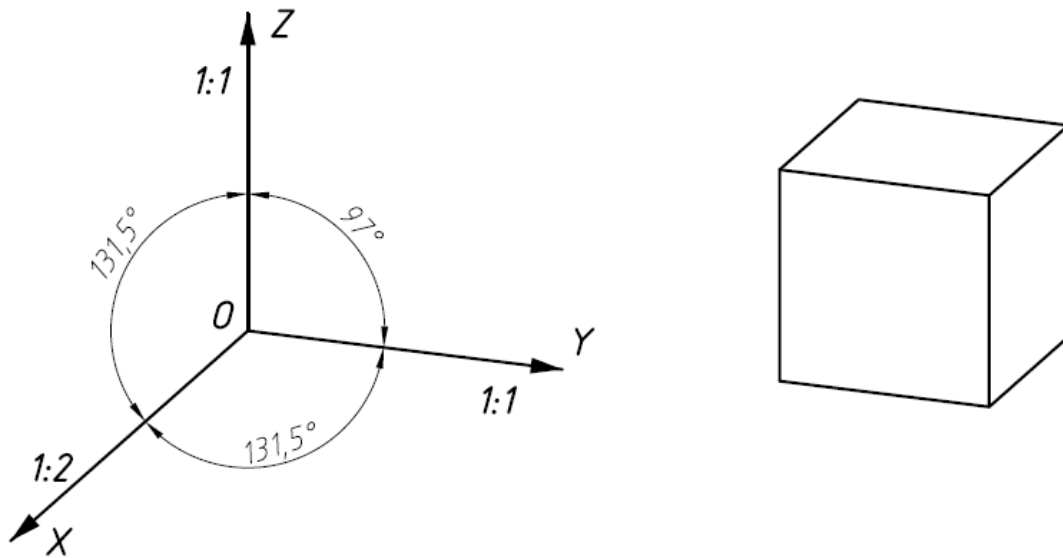
Dimetria prostokątna - aksonometria w której wszystkie wymiary obiektu równoległe do płaszczyzny OYZ przedstawia się bez zmiany długości, natomiast wymiary równoległe do osi OX ulegają skróceniu o połowę. Wymiary nierównoległe do osi OX i płaszczyzny OYZ ulegają skróceniu w różnym stopniu. Jest to ogólnie przyjmowana zasada, aczkolwiek dokładnie na osiach OX,OY,OZ powinny być skrócenia odpowiednio: 0,47:0,94:0,94.

Kąty między osiami wynoszą 131.5° , 131.5° , 97° . Na rysunku przedstawiono rozstaw osi w układzie 0-XYX oraz sześcian narysowany w dimetrii prostokątnej

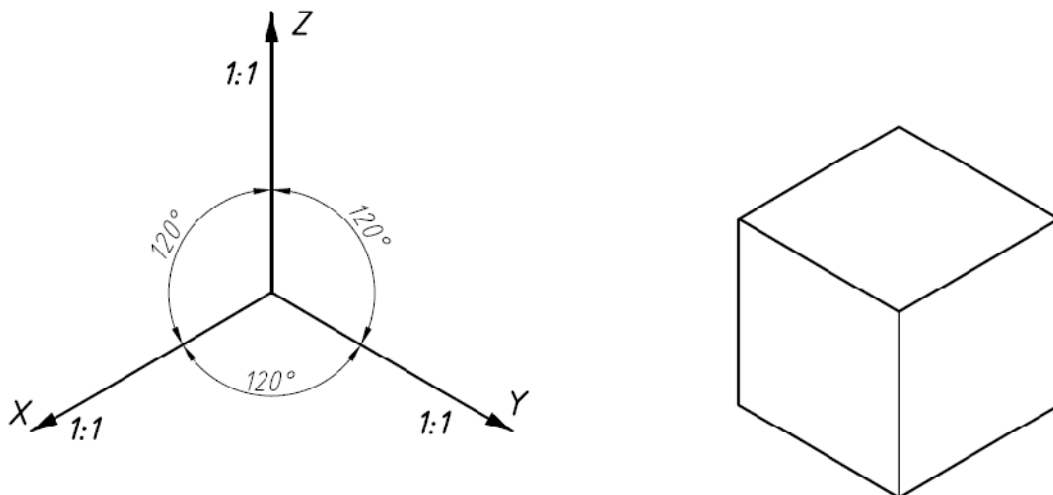
Izometria – aksonometria gdzie kąty pomiędzy osiami 0-XYZ wynoszą 120° . W tym układzie osi nie występuje skrót krawędzi. Zaletą takiego odwzorowania przedmiotu jest bardzo widoczna góra przedmiotu. Rzut ten możemy więc zastosować w przypadku przedmiotu, który najwięcej detali ma na górze. Na rysunku przedstawiono rozstaw osi w układzie 0-XYX oraz sześcian narysowany w izometrii



Dimetria ukośna



Dimetria prostokątna



Izometria

Rzutowanie prostokątne.

Rysunek techniczny przedmiotu jest najczęściej podstawą jego wykonania. Z tego względu odwzorowywany przedmiot nie powinien mieć zniekształceń. Przedstawienie przedmiotu trójwymiarowego na dwuwymiarowym rysunku bez zniekształceń wymaga zastosowania specjalnych sposobów. Poznany wcześniej sposób rysowania przedmiotów w rzucie aksonometrycznym w pewnym stopniu zniekształca bryłę np. ścianka boczna, która w rzeczywistości jest prostokątna na takim rysunku ma kształt rombu. Najczęściej stosowane na rysunkach wykonawczych są rzuty prostokątne, które pokazują

przedmiot z kilku stron. Wystarczy przedstawienie bryły w trzech ujęciach, dlatego przyjęto układ rzutowania wykorzystujący trzy płaszczyzny wzajemnie prostopadłe zwane rzutniami. Na każdej z nich przedstawiamy rzut prostokątny przedmiotu.

Rzut prostokątny powstaje w następujący sposób:

- przedmiot ustawiamy równolegle do rzutni, tak aby znalazł się pomiędzy obserwatorem a rzutnią,
- patrzymy na przedmiot prostopadle do płaszczyzny rzutni,
- z każdego widocznego punktu prowadzimy linię prostopadłą do rzutni,
- punkty przecięcia tych linii z rzutnią łączymy odpowiednimi odcinkami otrzymując rzut prostokątny tego przedmiotu na daną rzutnię

Znane są dwa sposoby rzutowania prostokątnego:

1. *Metoda europejska E* – obowiązująca w Polsce, bazująca na założeniu, że rzutowany przedmiot znajduje się pomiędzy obserwatorem a rzutnią i rzutnie są wzajemnie prostopadłe.
2. *Metoda amerykańska A* – według której to rzutnia znajduje się pomiędzy obserwatorem a przedmiotem, co skutkuje innym układem rzutów w porównaniu z metodą E. Stosowana jest głównie w krajach anglosaskich.

Zgodnie z metodą E, jeśli przedmiot jest umieszczony wewnątrz sześcianu, którego wszystkie ściany są płaszczyznami rzutowania, to po rozwinięciu rzuty na płaszczyzny rzutowania opisują przedmiot kompletnie i są nazywane:

Rzut w kierunku A – rzut z przodu (*rzut główny*)

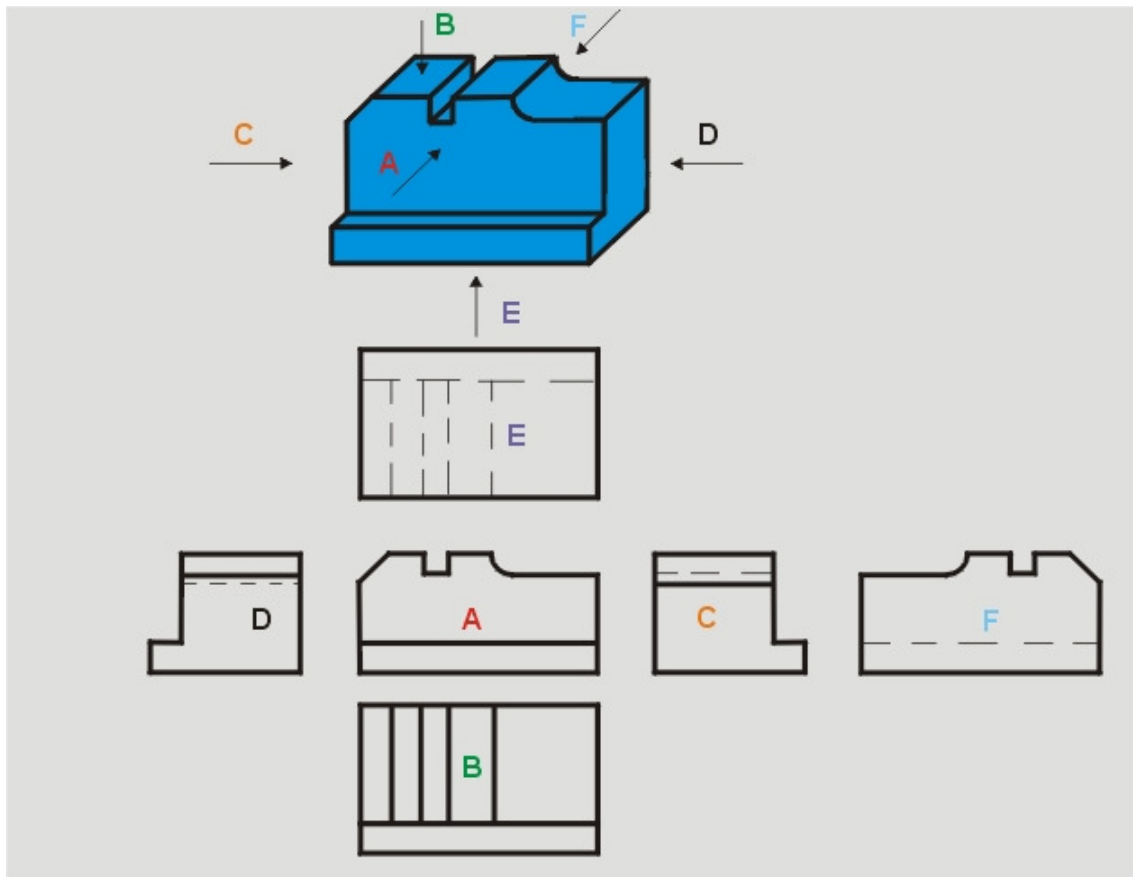
Rzut w kierunku B – rzut z góry

Rzut w kierunku C – rzut od lewej strony

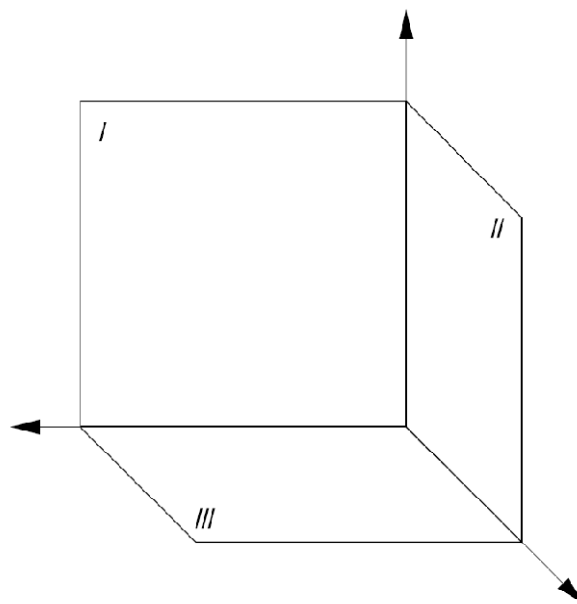
Rzut w kierunku D – rzut od prawej strony

Rzut w kierunku E – rzut z dołu

Rzut w kierunku F – rzut z tyłu



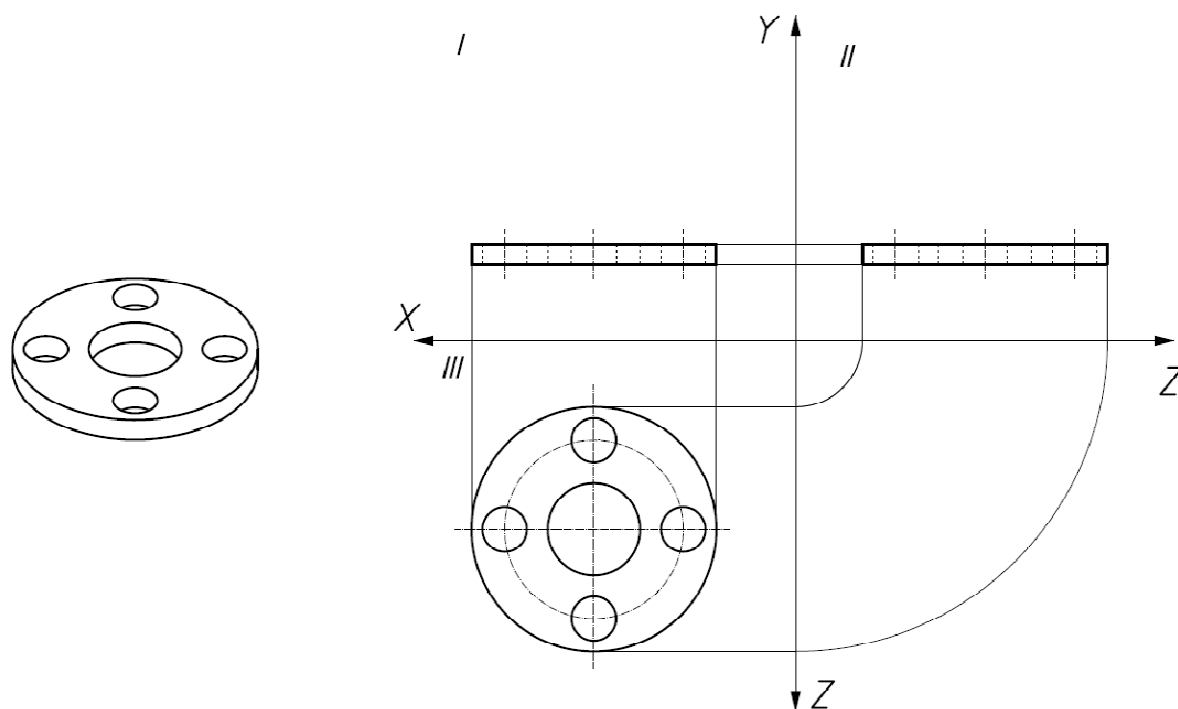
W praktyce wykonuje się tylko tyle rzutów ile jest niezbędnych do jednoznacznego przedstawienia kształtów i wymiarów przedmiotu. Najczęściej stosujemy układ trzech rzutni wzajemnie prostopadłych. Płaszczyzny te nazywamy: I - rzutnia pionowa zwana główną, II - rzutnia boczna, III - rzutnia pozioma.



Układ 3 płaszczyzn

Rysując poszczególne rzuty na arkuszu należy pamiętać, że po ich wzajemnym ułożeniu względem siebie rozpoznajemy który z rzutów jest rzutem głównym, który bocznym a który z góry. Wobec tego nie jest obojętne w którym miejscu narysujemy kolejne rzuty. Rzut I (z przodu) i rzut III (z góry) mają **jednakową długość** i leżą dokładnie **jeden nad drugim**.

Rzut I (z przodu) i rzut II (z boku) leżą dokładnie **obok siebie** i mają **jednakową wysokość**. Rzuty z góry (III) i z boku (II) mają **jednakową szerokość**.



Kołnierz w izometrii i rzutowaniu prostokątnym na 3 płaszczyzny

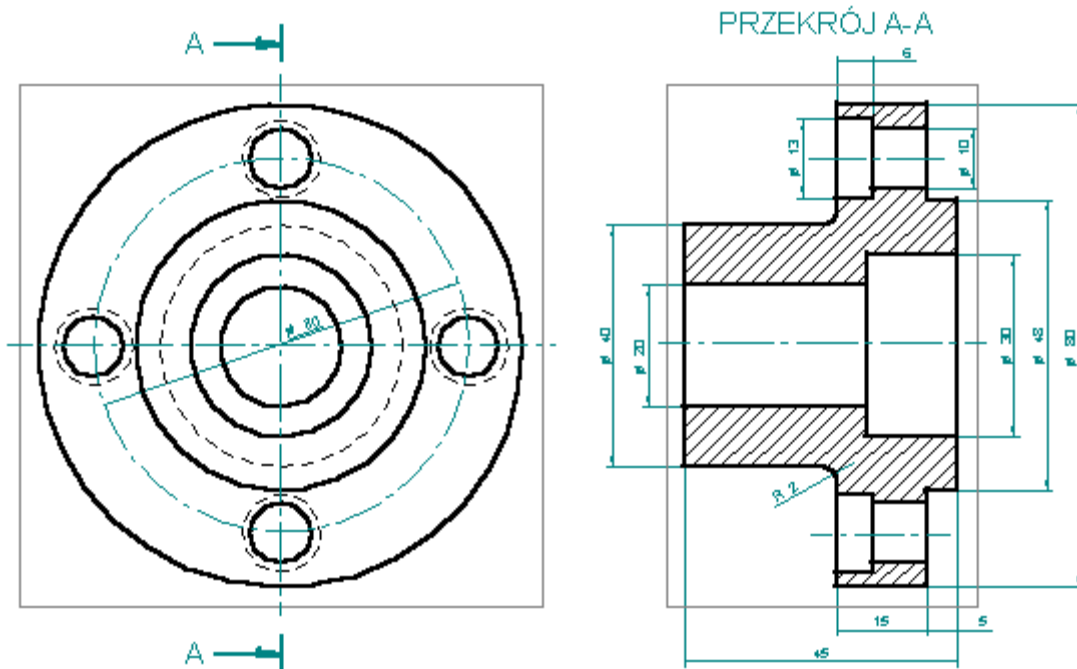
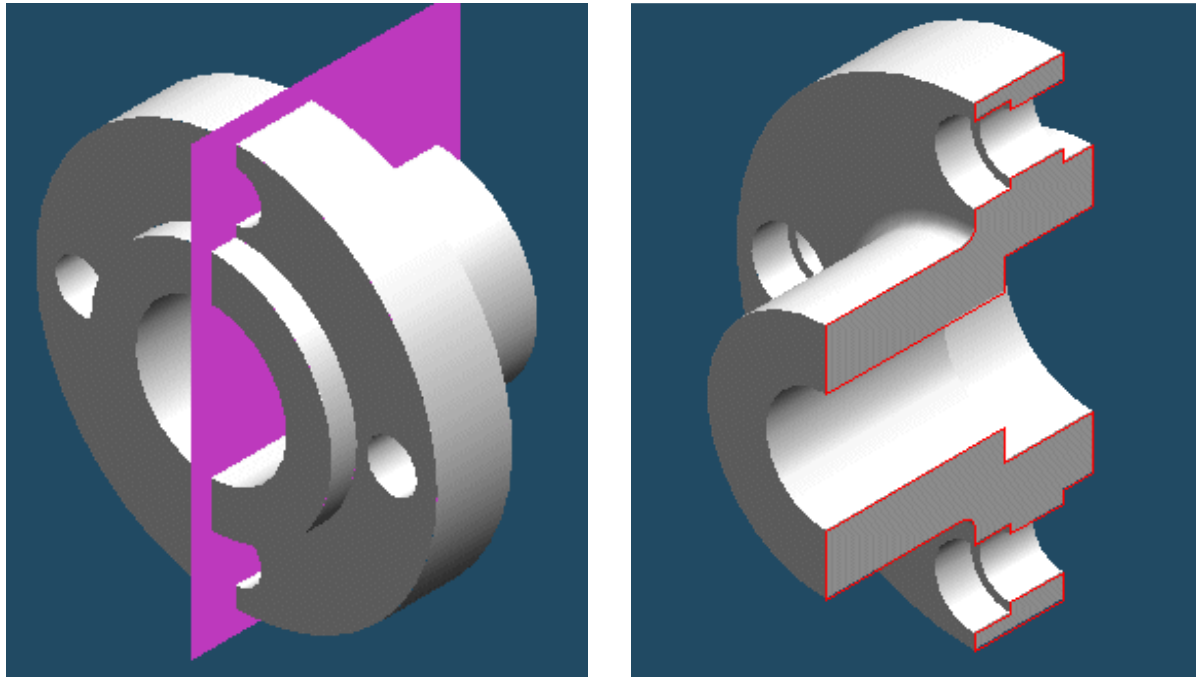
2.8. PRZEKROJE, KŁADY I ROZWINIĘCIA KONSTRUKCJI APARATUROWYCH

2.8.1. Przekroje

W celu pokazania szczegółów elementów bardzo często obok widoków pokazuje się przekroje. Przekrój przedstawia wewnętrzną budowę elementu lub zespołu. Przekrój uzyskuje się przecinając element wyobrażoną płaszczyzną lub szeregiem połączonych ze sobą płaszczyzn. Płaszczyznę lub płaszczyzny przekroju pokazuje się na rysunku widoku lub innym przekroju zaznaczając brzegi płaszczyzn grubymi liniami. Najbardziej zewnętrzne brzegi oznacza się wielkimi literami, poczynając od **A**, które są odsyłaczami do odpowiedniego przekroju. Nad rzutem przekroju powtarza się te litery, rozdzielając je

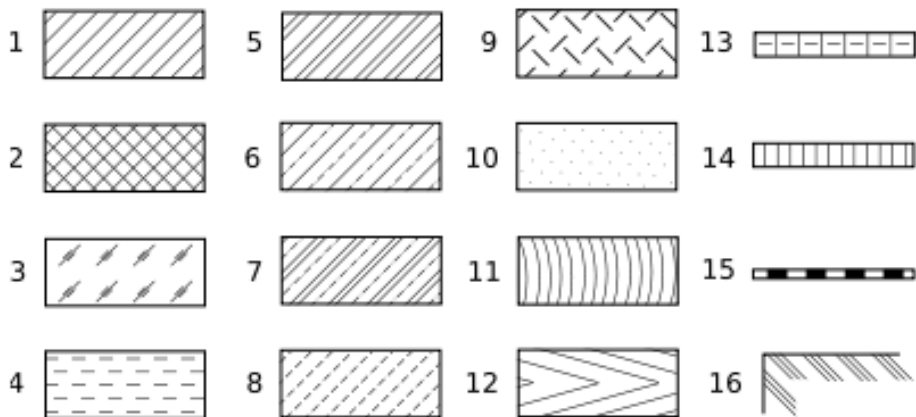
pozioma kreska. Strzałka obok litery oznacza kierunek, z którego przekrój się ogląda. Strzałki umieszczamy w odległości 2 - 3 mm od zewnętrznych końców grubych kresek. Przekrój może być umieszczony na tym samym lub oddzielnym arkuszu papieru co widok. Elementy przecięte kreskuje się stosując odpowiednie kreskowanie w zależności od materiału, z którego mają być wykonane. Konwencjonalnie nie przecina się (w przekroju pokazuje jako widok) takich elementów jak: śruby, wały, wpusty itp.

Przykład tworzenia i oznaczania przekroju jednopłaszczyznowego



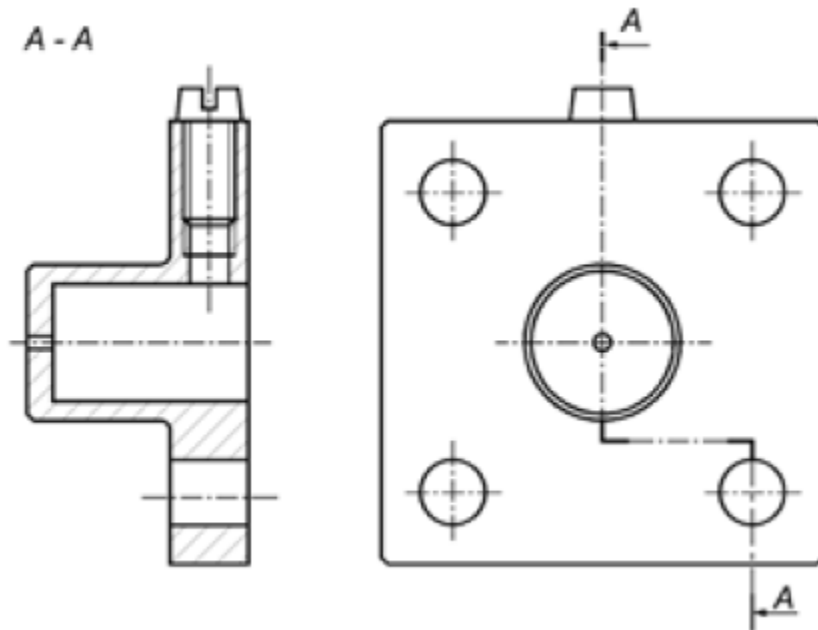
Rodzaje kreskowania

1. metal
2. tworzywa sztuczne, guma
3. szkło, materiały przezroczyste
4. ciecze, gazy
5. materiały ceramiczne, ceramika
6. beton
7. beton zbrojony
8. kamień naturalny
9. materiały sypkie
10. gips, tynk, azbestocement
11. drewno w przekroju poprzecznym
12. drewno w przekroju wzdłużnym
13. pustaki szklane
14. drewniane płyty konstrukcyjne
15. izolacja przeciwwilgociowa
16. grunt naturalny

**Rodzaje przekrojów:**

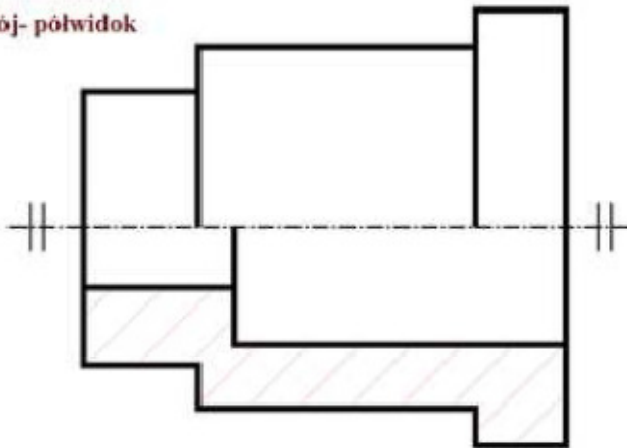
- Przekrój jednopłaszczyznowy
- Półwidok-półprzekrój
- Przekrój wielopłaszczyznowy
- Przekrój cząstkowy

Przekrój wielopłaszczyznowy powstaje poprzez przecięcie przedmiotu więcej niż jedną płaszczyzną. Płaszczyznę przekroju oznacza się ciągłymi liniami grubymi na krawędziach przedmiotu i w punktach zmiany płaszczyzny.

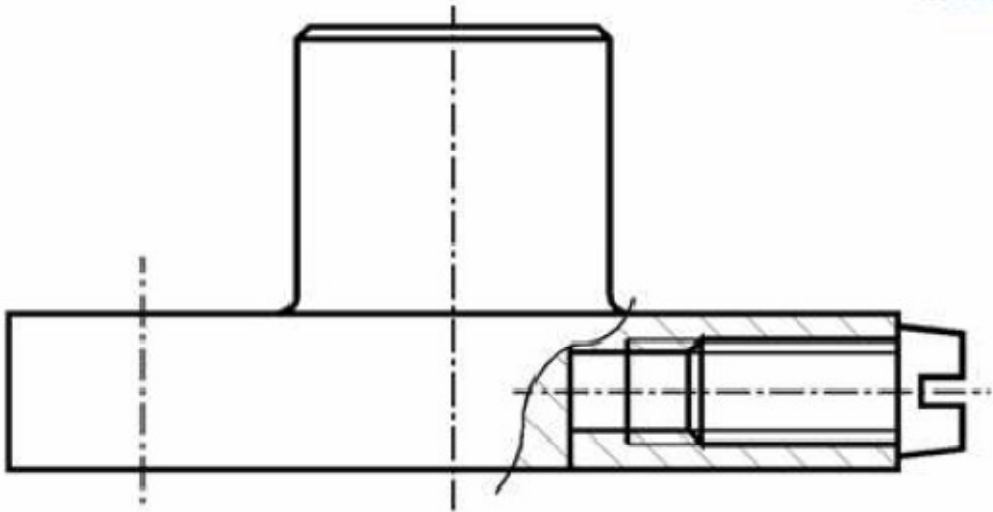


Półwidok-półprzekrój łączy ze sobą przekrój i widok bryły. Polega na przedstawieniu w jednym rzucie kombinacji widoku i przekroju bryły oddzielonych linią punktową. W ten sposób można rysować tylko przedmioty posiadające oś symetrii.

Półprzekrój- półwidok

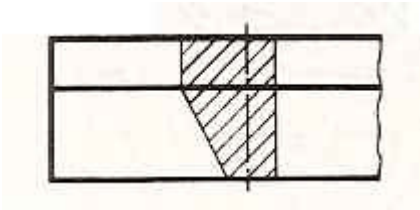


Przekrój cząstkowy polega na przedstawieniu fragmentu budowy wewnętrznej przedmiotu. Element ten ograniczony jest na rysunku linią falistą odrębną i kreskowany jak każdy inny przekrój.

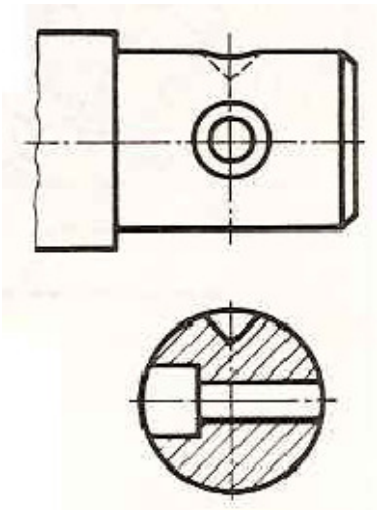


2.8.2. Kłady

Kład jest to zarys figury płaskiej, leżącej w płaszczyźnie poprzecznego przekroju przedmiotu, obrócony wraz z tą płaszczyzną o 90° i położony na widoku przedmiotu (kład miejscowy) lub poza jego zarysem (kład przesunięty).



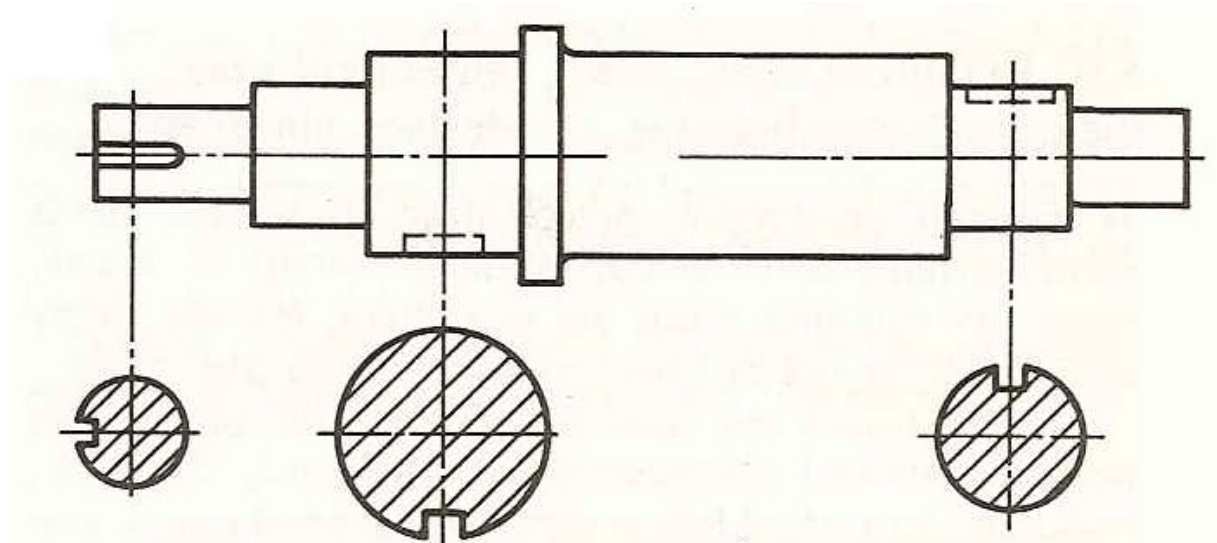
Kład miejscowy



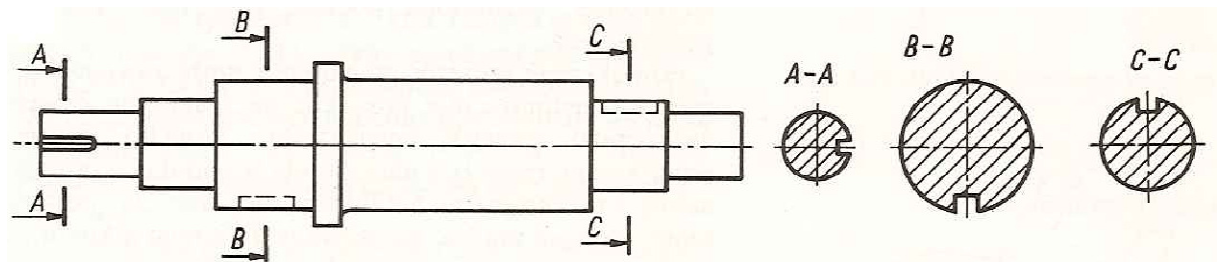
Kład przesunięty

Kłady miejscowe wolno rysować tylko wtedy, gdy nie zaciemniają rysunku. Kłady miejscowe rysuje się liniami cienkimi, zaś kłady przesunięte liniami grubymi.

Kierunek obrotu płaszczyzny przekroju wraz z kładem powinien być zgodny z kierunkiem patrzenia na przedmiot od strony prawej lub od dołu.



W razie potrzeby klady można umieszczać w innych miejscach arkusza, należy jednak w takim przypadku oznaczyć je tak samo jak przekrój.



2.8.3. Rozwinięcia

Konieczność rysowania rozwinięć powierzchni brył występuje najczęściej przy projektowaniu konstrukcji przestrzennych z blach. Poniżej podano przykłady tworzenia rozwinięć powierzchni różnych brył.

- **Rozwinięcie kuli – sposób 1 (rys I)**

Rysujemy rzut pionowy i poziomy kuli o danej średnicy kuli $E'' - E''$. W rzucie pionowym okrąg koła dzielimy na odpowiednią ilość równych części w zależności od żądanego stopnia dokładności, np. na 16 jak na rysunku. Punkty podziału oznaczmy liczbami 0'', 1'', 2'', 3'', 4'', 5'', 6'', 7'', 8'', które łączymy prostymi równoległymi do równika

(osie $E'' - E''$). Proste te stanowią rzuty pionowe równoleżników. Następnie punkty podziału z rzutu pionowego przenosimy za pomocą odnoszących na rzut poziomy otrzymując na równiku punkty A', B', C', D', E' oraz na osi kuli odpowiednio punkty $0', 1', 2', 3', 4'$. Z punktu $0'$ zakreślamy koła równoleżnikowe o promieniach $0'-1', 0'-2', 0'-3', 0'-4'$. Punkty podziału równika kuli w rzucie poziomym A', B', C', D', E' łączymy ze środkiem $0'$ otrzymując rzuty poziome południków kuli. Punkty przecięcia południków i równoleżników rzutu poziomego można przenieść na rzut pionowy, otrzymując południki wyznaczone punktami $0'', 1'', 2'', 3'', 4'', 5'', 6'', 7'', 8''$. Rozwinięcia wycinka kuli (na rysunku przedstawiono rozwinięcie $1/8$ powierzchni kuli) uzyskuje się przez odłożenie połowy obwodu kuli (odcinek 0-8) oraz równy podział tego odcinka (w tym przypadku na 8 części), uzyskując punkty 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8. Z punktów tych kreślimy proste równoległe do równika, na których odmierzymy wartości cięciw uzyskanych z przecięcia odpowiednich równoleżników i południków w rzucie poziomym. Otrzymujemy punkty 1-7, które po połączeniu tworzą rozwinięcie powierzchni kuli. Połączenie ośmiu wycinków kuli daje całą powierzchnie kuli.

- **Rozwinięcie kuli – sposób 2 (rys II)**

Rozwijamy tu powierzchnie półkuli za pomocą pasów. Rysujemy kule w rzucie pionowym o danej średnicy. Okrąg w rzucie pionowym dzielimy na odpowiednia ilość równych części (na rysunku okrąg podzielono na 16 równych części), uzyskujemy punkty 1, 2, 3, 4, $1', 2', 3', 4'$, przez które prowadzimy proste równoległe $4-4', 3-3', 2-2', 1-1'$. Uzyskujemy 3 równoległe pasy kuli i odcinek kuli. Pasy kuliste potraktować można jako stożki ścięte o wierzchołkach Z_1, Z_2, Z_3, Z_4 . Należy zatem wykonać rozwinięcia trzech stożków ściętych (pasów kulistych) oraz stożka zwykłego (czaszy kuli). Na osi pionowej y obieramy wierzchołki stożków Z_1, Z_2, Z_3, Z_4 , z których promieniami równymi $Z_1-4', Z_1-3', Z_2-3', Z_2-2', Z_2-1', Z_3-1', Z_3-1'$ stanowiącymi tworzące stożków zataczamy łuki. Ze wzoru $W=360 r/R$ obliczamy kąt wierzchołkowy stożka, którego połowę wyznaczamy symetrycznie z wierzchołka Z_2 po obu stronach osi y . Ramiona kąta W wyprowadzone z wierzchołka Z_2 stanowią tworzące stożka ściętego p_3 . Rysujemy rzut boczny kuli, na którym nanosimy koła stanowiące podstawy stożków ściętych. Na koła te rzutujemy punkty 1, 2, 3 itd. Odcinki $0_2-1_2, 1_2-2_2$ itd. Nanosimy na rozwinięcie uzyskując jego długość. Podobny sposób

wykreślamy rozwinięcie stożków p_1 , p_2 , p_4 . Zestawienie rozwinięć pozwala uzyskać powierzchnie półkuli.

- **Przenikanie i rozwinięcia dwóch walców o różnych średnicach pod kątem prostym (rys.III)**

Rysujemy walce w rzucie pionowym i poziomym. W rzucie pionowym i poziomym wykonujemy kład przekrojów końca walca II, które dzielimy np. na 12 części uzyskując punkty 1, 2, 3, 4, 5, 6. Punkty te przenosimy za pomocą odnoszących na pobocznicę walca I w rzucie poziomym uzyskując punkty a' , b' , c' , d' , które następnie przenosimy do rzutu pionowego. Przecięcia się odnoszących z rzutu poziomego i rzutu pionowego wyznacza punkty a'' , b'' , c'' , d'' . Połączenie tych punktów daje linię przenikania walców. Rozwinięcie walca I uzyskujemy rysując prostokąt w wysokości walca I i długości równej obwodowi walca I. Punkty wyznaczające otwór w walcu I uzyskuje się w wyniku przecięcia odnoszących odpowiednich punktów z rzutu pionowego i poziomego. Połączenie tych punktów daje linię obrysu otworu w walcu I (linia a, b, c, d). Rozwinięcie walca II można uzyskać rysując prostokąt o długości równej obwodowi walca II. Wysokość prostokąta rozwinięcia walca II uzyskuje się dzieląc rozwinięcie na 12 równych części rzędami. Wysokości poszczególnych rzędnych przenosi się z rzutu poziomego walca II, uzyskując linie a b c d.

- **Przenikanie i rozwinięcia dwóch walców o równych średnicach pod kątem prostym (rys. IV)**

Rysujemy walce w rzucie pionowym, poziomym i bocznym. Rzut boczny walca II dzielimy na odpowiednią ilość równych części, np. na 12 – uzyskując punkty 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6. Punkty te przenosimy na rzut poziomy za pomocą odnoszących, otrzymując w rzucie poziomym punkty a_1 , b_1 , c_1 , d_1 . Odnoszące punkty z rzutu bocznego - 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6 punktów z rzutu poziomego a_1 , b_1 , c_1 , d_1 , przecinają się w rzucie pionowym w punktach a'' , b'' , c'' , d'' . Punkty te wyznaczają linię przenikania dwóch walców o równych średnicach, która w tym przypadku jest linią prostą. Rozwinięcie walca I wykonujemy rysując prostokąt długości obwodu walca I i wysokości równej wysokości walca I. Linie obrysu otworu wyznacza się przenosząc na rozwinięcie (poczynając od środka rozwinięcia) punkty a_1 , b_1 , c_1 , d_1 . Odnoszące punktów a_1 , b_1 , c_1 , d_1 i odnoszące punktów 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6 przecinają się w punktach a, b, c, d wyznaczających linię obrysu otworu. Rozwinięcie walca II uzyskuje się rysując

prostokąt o długości równej obwodowi walca II. Długość tego prostokąta dzielimy na taką samą ilość równych części, jak w rzucie bocznym np. na 12, i uzyskujemy na rozwinięciu walca II punkty 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6. Prostopadłe wystawione z tych punktów o długościach wziętych z rzutu poziomego dają punkty a, b, c, d, wyznaczające linie przenikania.

- **Przenikanie i rozwinięcia dwóch walców o różnych średnicach pod kątem ostrym (rys.V)**

Rysujemy rzut poziomy i pionowy walców. Wykonujemy kłady walca II w rzucie pionowym i poziomym. Klady są kołami. Koła te dzielimy na odpowiednią ilość równych części, np.12, uzyskując punkty 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6. Przecięcia się odnoszących tych punktów z rzutu poziomego i pionowego wyznaczają punkty a", b", c", d", e", f", g", które po połączeniu dają linię przenikania. Rozwinięcie walca I uzyskuje się rysując prostokąt o podstawie równej obwodowi walca I i wysokości równej wysokości walca I. Linie obrysu otworu (punkty A, b, c, d, e, f, g) otrzymujemy w wyniku przecięcia się odnoszących punktów linii przenikania rzutu pionowego a", b", c", d", e", f", g" i rzutu poziomego a', b', c', d'. Rozwinięcie walca II można uzyskać rysując podstawę walca o długości równej obwodowi walca. Wysokość rozwinięcia uzyskuje się dzieląc podstawę rozwinięcia na 12 równych części – punkty 0, 1, 2, 3, 4, 5, . Z punktów tych rysujemy wysokości walca wzięte z rzutu pionowego walca II (odcinki 0-a, 0-b itd.)

- **Przenikanie i rozwinięcia dwóch walców o równych średnicach pod kątem ostrym (rys.VI)**

Linia przenikania jest w tym przypadku prosta linia łamana a", b", c", d", e", f", g". Metoda wyznaczania linii przenikania oraz rozwinięć jest taka sama jak opisana wyżej metoda wyznaczania krzywej przenikania dwóch walców o różnych średnicach pod kątem ostrym.

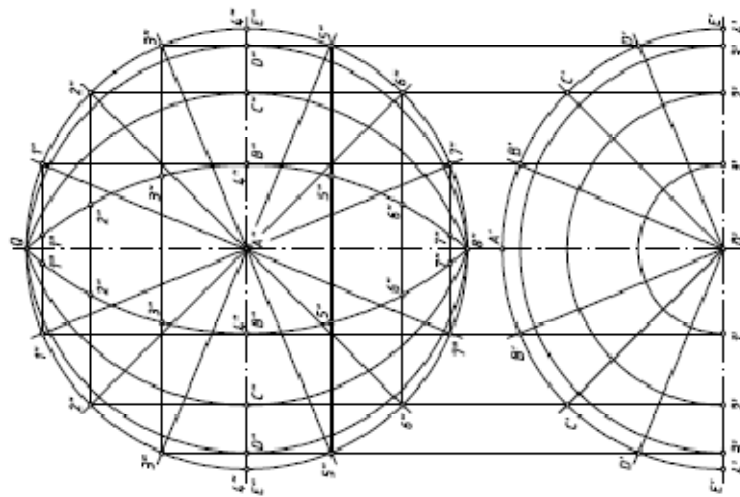
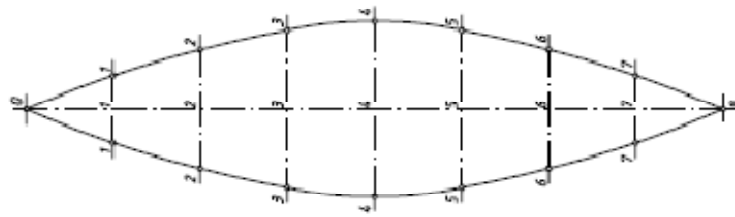
- **Przenikanie i rozwinięcia walca z wpustem o przekroju owalnym pod kątem ostrym (rys. VII)**

Rysujemy walec i wpust w rzucie pionowym i poziomym. Po narysowaniu wykonujemy kład wpustu w rzucie pionowym, który dzielimy na pewną ilość równych części np.12, uzyskując punkty 3", 4", 5", 6". Linie przenikania w rzucie pionowym

można uzyskać przez przecięcie się odnoszących z rzutu poziomego i pionowego. W tym celu przenosimy z rzutu poziomego odnoszące punktów d' , uzyskujemy punkt d'' , oraz odnoszące punktu a' uzyskujemy w rzucie pionowym punkty a'' , g'' . Połączenie punktu d'' z punktami a'' i g'' daje linię przenikania, która jest linią prostą. Punkty c'' , b'' , e'' , f'' uzyskać można w wyniku przecięcia linii przenikania i odnoszących punktów $5''$, $6''$. Punkty $0'$, $1'$, $2'$, $3'$, $4'$, $5'$, $6'$ wyznaczają linię kładu owalu w rzucie poziomym. Uzyskuje się je przez odniesienie głębokości punktów a' , b' , c' , d' na odpowiednich odnoszących rzutu poziomego. Rozwinięcie walca I otrzymuje się rysując prostokąt o długości równej obwodowi walca I i wysokości równej wysokości walca I. Linie obrysu otworu uzyskuje się w wyniku przecięcia odnoszących punktów a'' , b'' , c'' , d'' , e'' , f'' , g'' z rzutu pionowego i odnoszących punktów a' , b' , c' , d' z rzutu poziomego. Punkty A, B, C, D, E, F, G wyznaczają linię obrysu otworu w rozwinięciu walca I. Rozwinięcie wpustu II otrzymuje się rysując prostokąt o długości równej obwodowi wpustu. Prostokąt ten dzielimy na 12 równych części – punkty 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6. Z punktów tych rysujemy prostopadłe na których odmierzamy odpowiednie głębokości odcinków $0'-d'$, $0'-c'$ itd. Otrzymujemy punkty a, b, c, d, e, f, g, stanowiące linię przenikania rozwinięcia wpustu II.

- **Przenikanie i rozwinięcia rozgałęzienia rurowego z bocznym wpustem w kształcie walca (rys. VIII)**

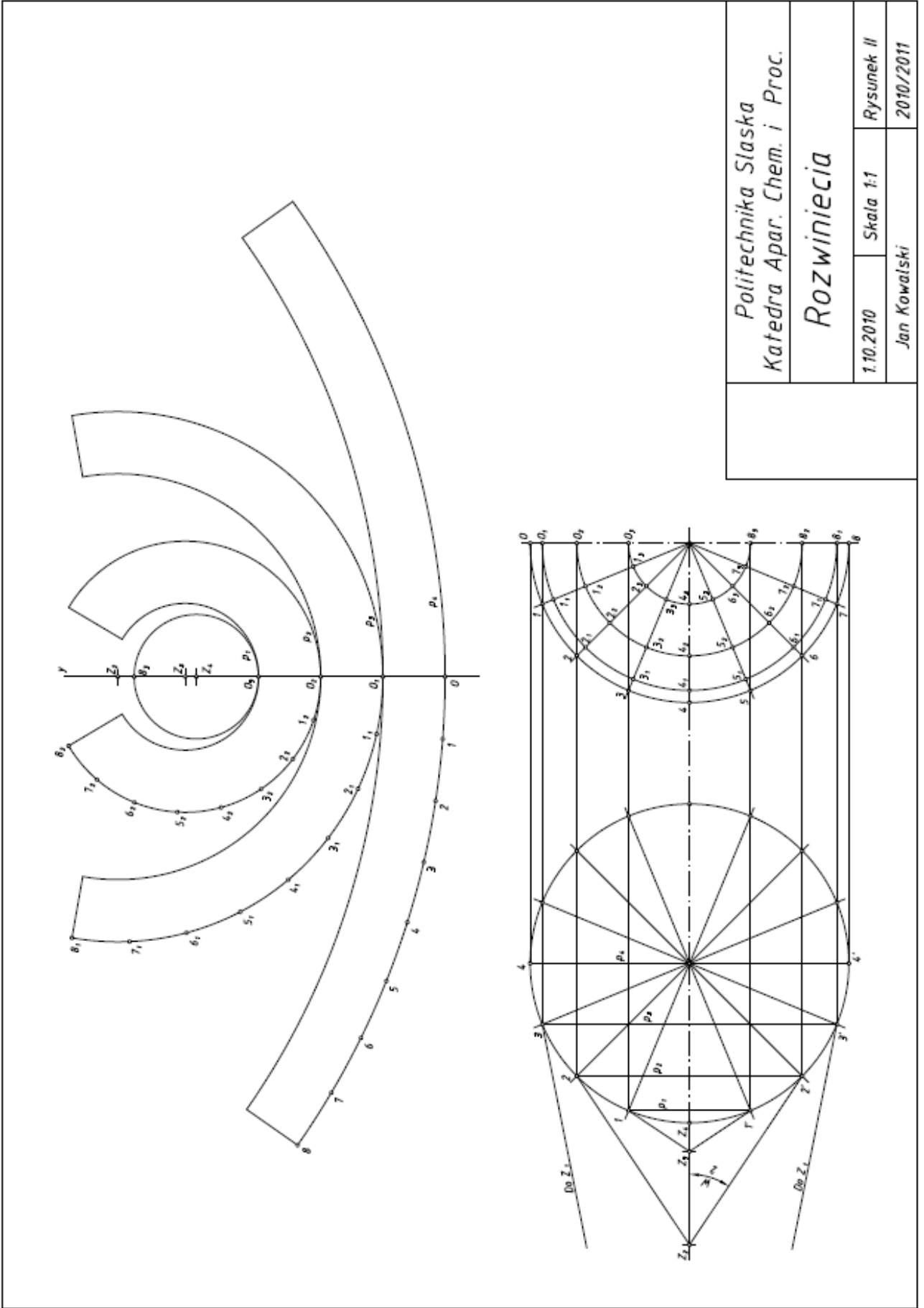
Rysujemy walec I i II w rzucie pionowym i poziomym. Walec II w rzucie pionowym dzielimy na pewną ilość części np. 12 i uzyskujemy punkty 1, 2, 3, 4, 5, 6, a'' , b'' , c'' , d'' , e'' , f'' , g'' . Odnoszące tych punktów wyznaczają ich położenie w rzucie poziomym – punkty 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, a' , b' , c' , d' , e' , f' , g' . Rozwinięcie walca I uzyskuje się przez narysowanie prostokąta o podstawie równej obwodowi walca I i wysokości równej wysokości walca I. Punkty linii obrysu otworu rozwinięcia a, b, c, d, e, f, g, uzyskuje się w wyniku przecięcia odnoszących punktów z rzutu poziomego i pionowego. Rozwinięcie walca II otrzymujemy rysując podstawę walca o długości równej obwodowi walca II. Podstawę tę dzielimy na 12 równych części, uzyskując punkty 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6. Z punktów tych wystawiamy prostopadłe, które przecinają się z odnoszącymi rzutu poziomego w punktach a, b, c, d, e, f, g, wyznaczając linię przenikania walca II.



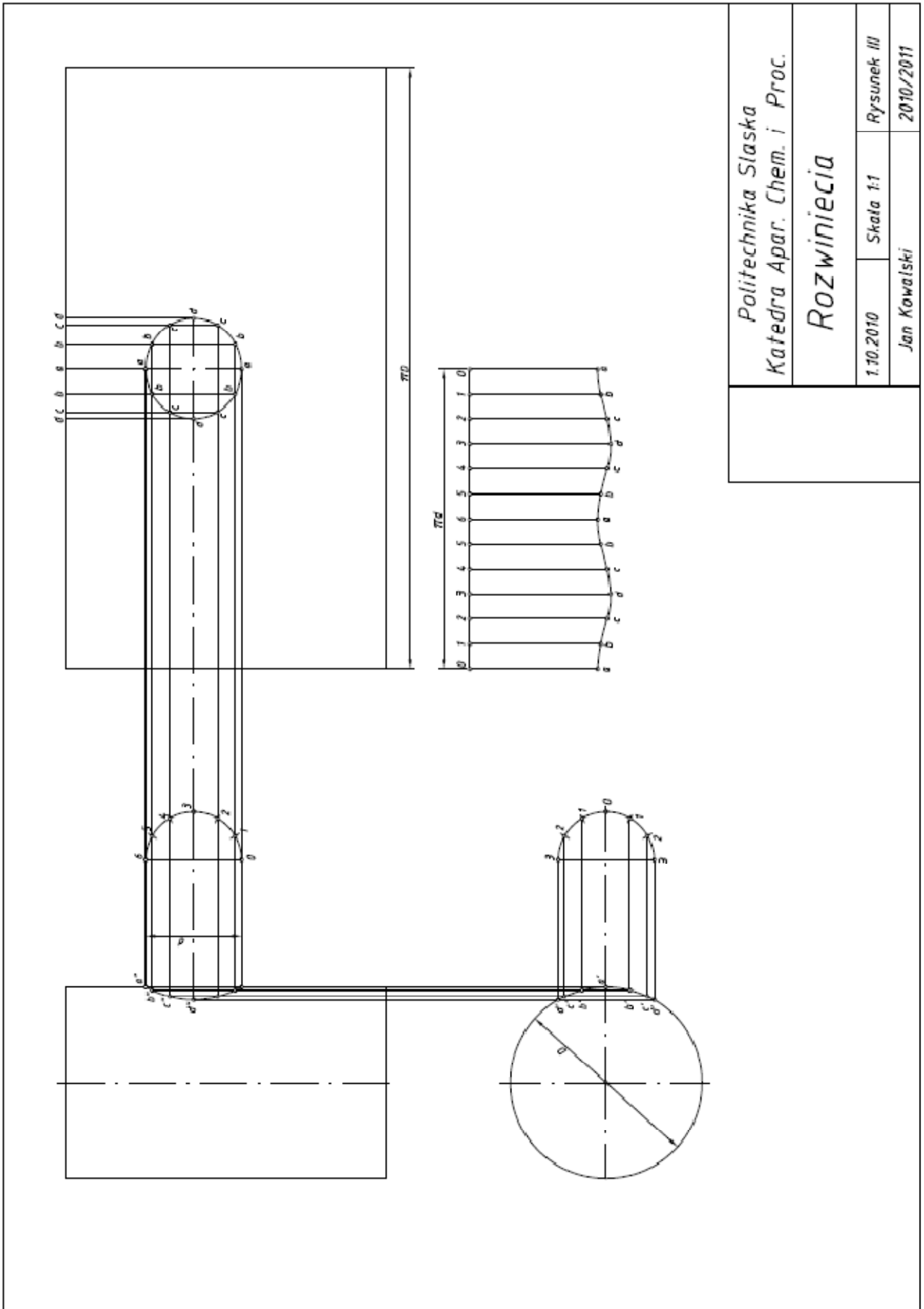
Politechnika Śląska
Katedra Apar. Chem. i Proc.

Rozwinięcia

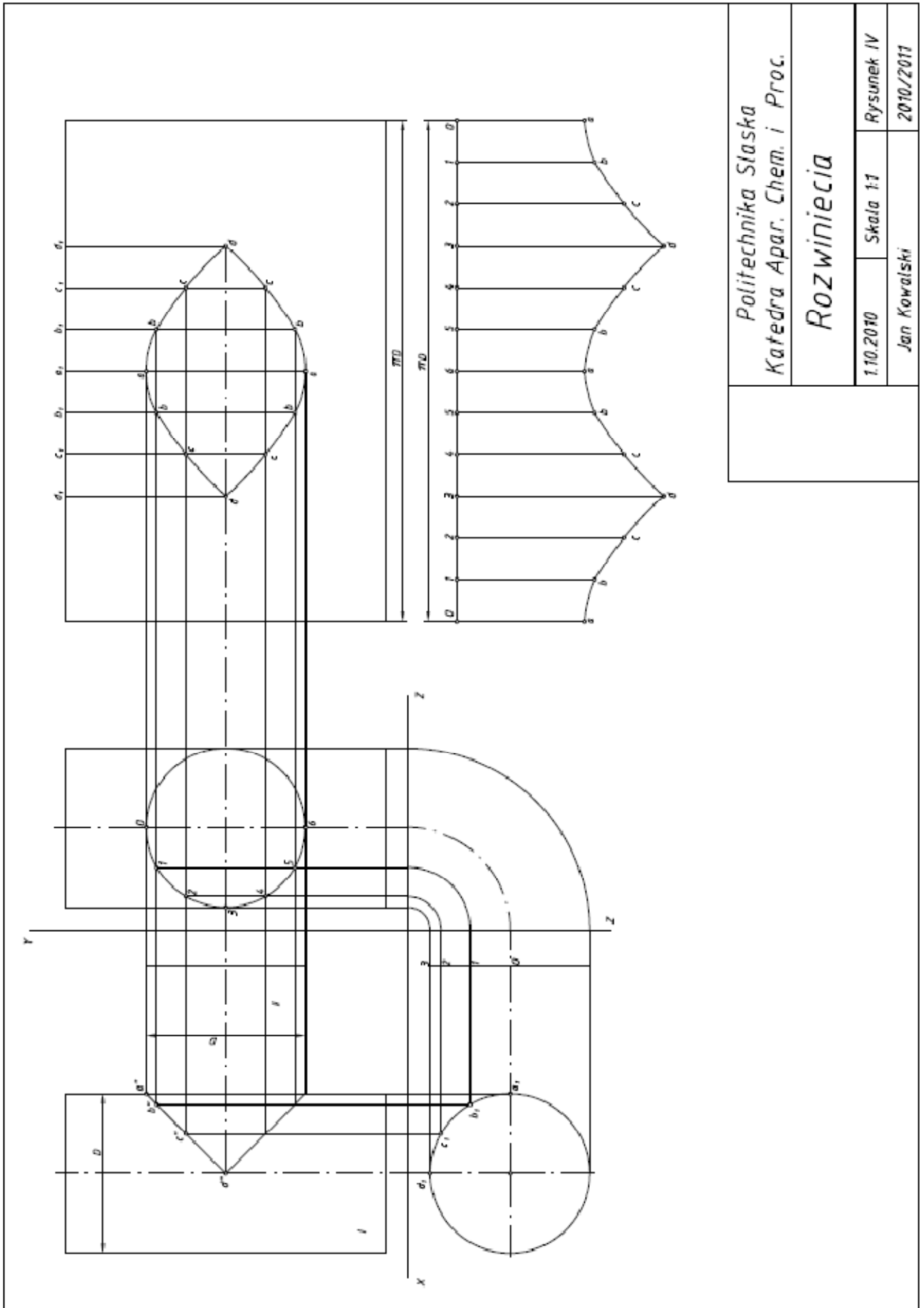
1.10.2010	Skala 1:1	Rysunek I
Jan Kowalski		2010/2011



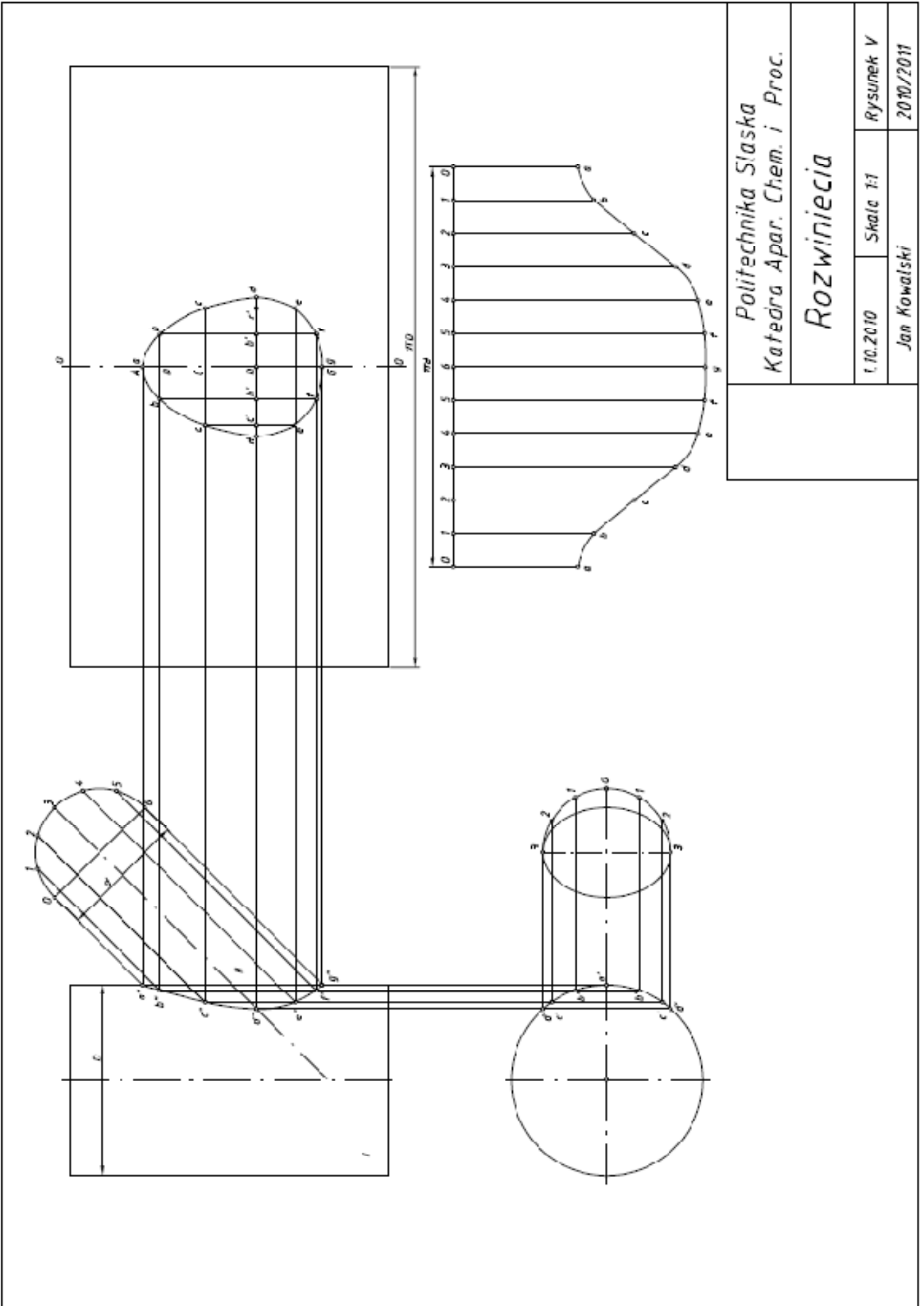
Politechnika Śląska Katedra Apar. Chem. i Proc.	
<h2>Rozwinięcia</h2>	
1.10.2010	Skala 1:1
Jan Kowalski	
Rysunek II	
2010/2011	



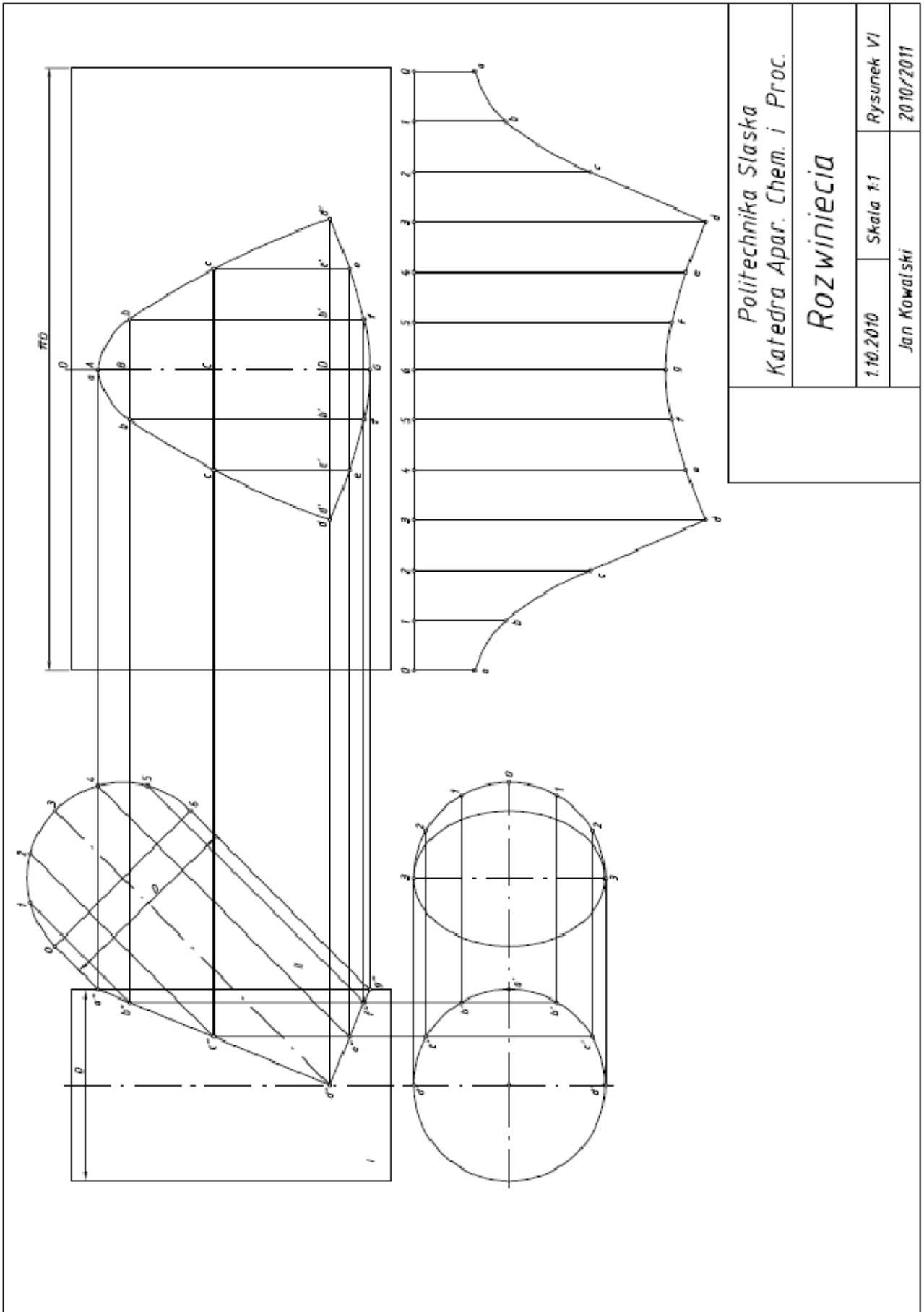
Politechnika Śląska		Rysunek III	
Katedra Apar. Chem. i Proc.		2010/2011	
Rozwinięcia		Jan Kowalski	
1.10.2010	Skala 1:1		



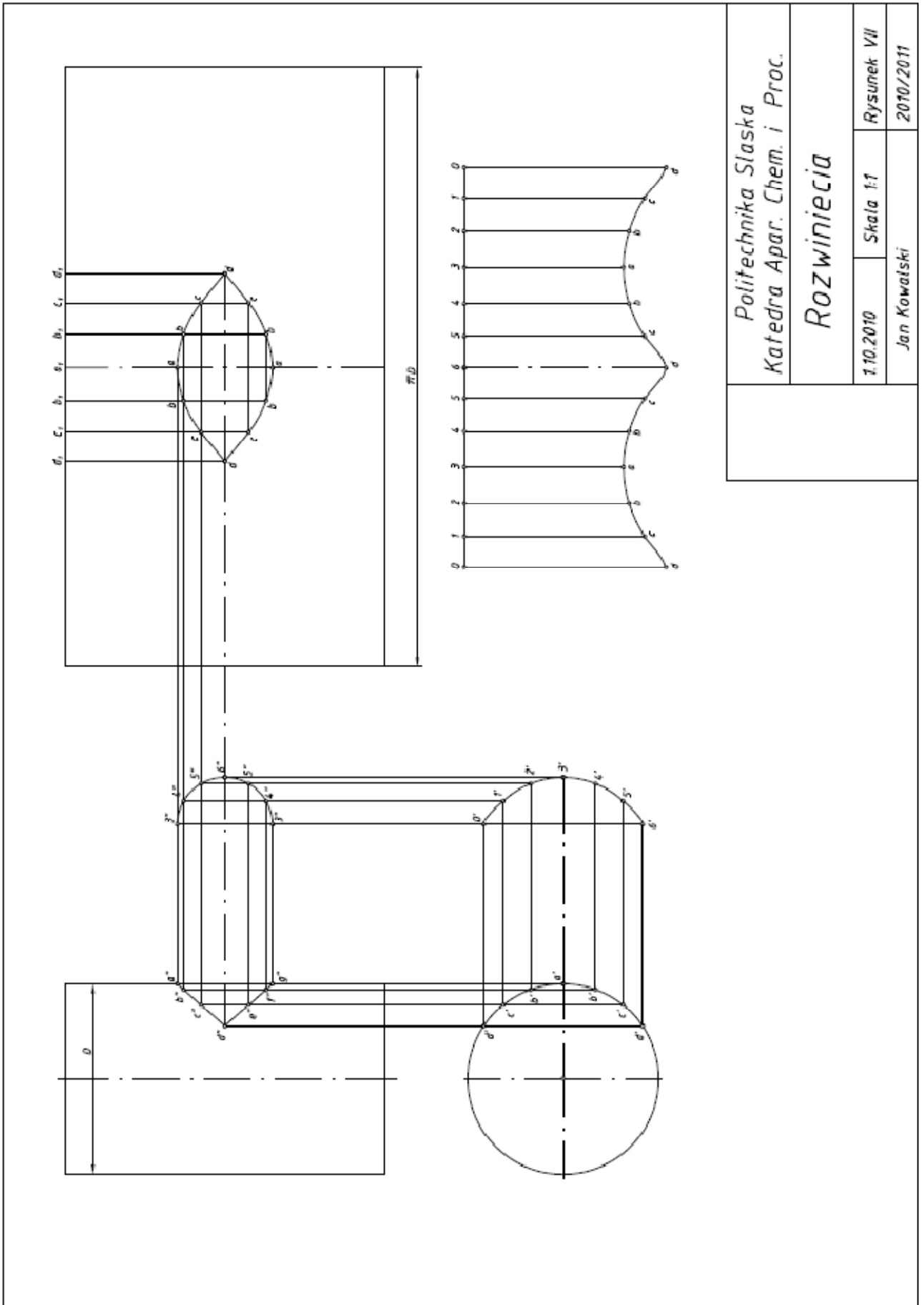
<p>Politechnika Śląska Katedra Apar. Chem. i Proc.</p>		<p>Rysunek IV</p>	
		<p>1.10.2010</p>	<p>Skala 1:1</p>
<p>Rozwinięcia</p>		<p>2010/2011</p>	
		<p>Jan Kowalski</p>	



Politechnika Śląska		Rysunek V	
Katedra Apar. Chem. i Proc.		2010/2011	
Rozwinięcia			
1.10.2010	Skala 1:1	Jan Kowalski	



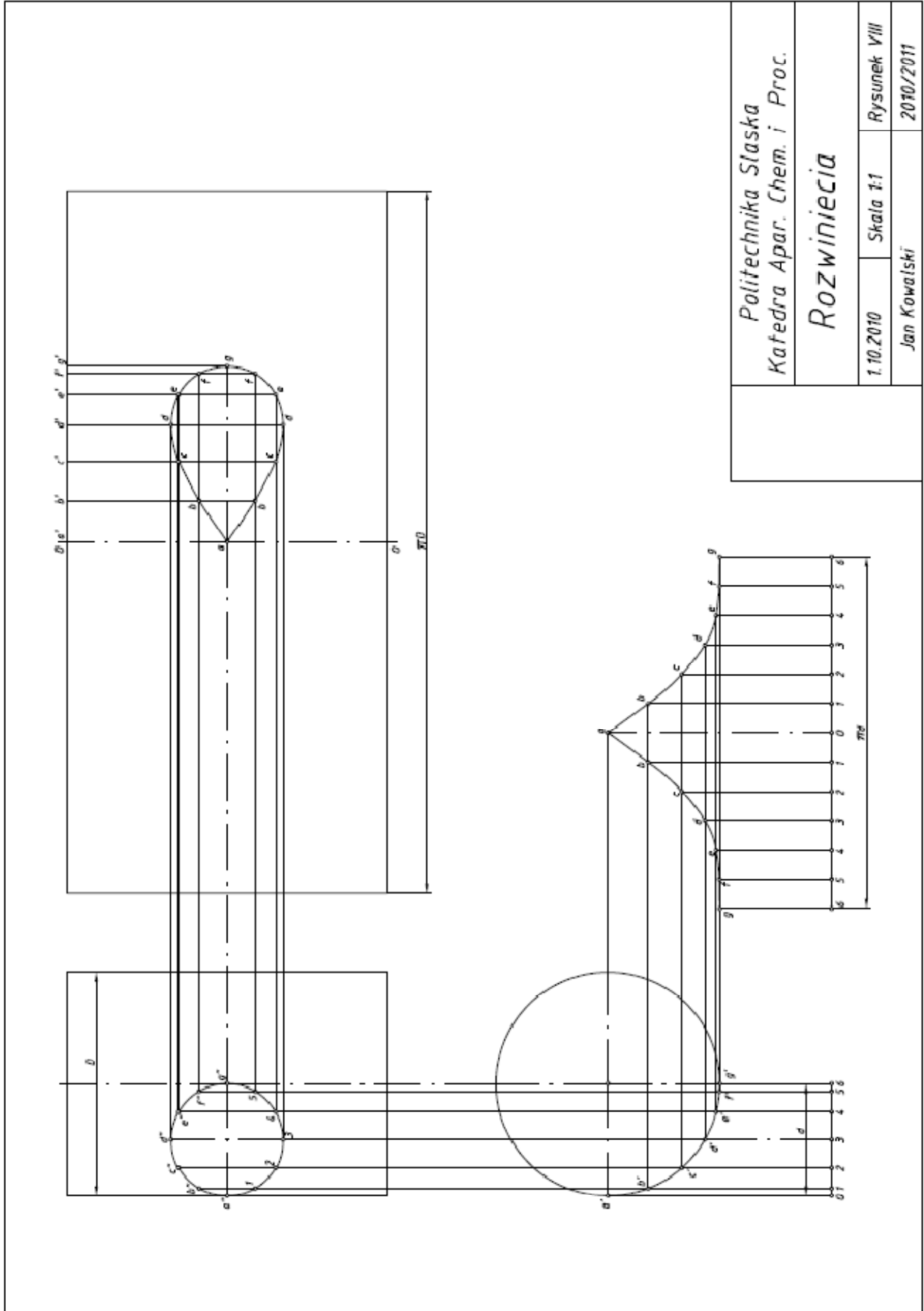
Politechnika Śląska Katedra Apar. Chem. i Proc.	
<h2>Rozwinięcia</h2>	
1.10.2010	Skala 1:1
Jan Kowalski	
Rysunek VI	
2010/2011	



Politechnika Śląska
Katedra Apar. Chem. i Proc.

Rozwiniecia

1.10.2010	Skala 1:1	Rysunek VII
Jan Kowalski		2010/2011



<p>Politechnika Śląska Katedra Apar. Chem. i Proc.</p>		Skala 1:1	Rysunek VIII
		1.10.2010	2010/2011
<p>Rozwinięcia</p>			
Jan Kowalski			


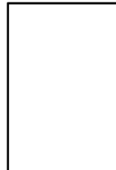



2.9. RZUTY BUDOWLANE I ROZMIESZCZENIE APARATÓW

Nieodłącznym elementem dokumentacji technicznej jest rysunek budowlany, w którym obowiązują zasady różne od zasad rysunku technicznego maszynowego. Obrisy przekrojów wykonuje się liniami grubszymi niż obrisy widoków, linie niewidoczne mają taką samą grubość jak linie widoczne. Przy wymiarowaniu rysunków budowlanych strzałki linii wymiarowych zastępuje się ukośnymi kreskami lub kropkami. Wymiary na rysunkach orientacyjnych i sytuacyjnych podaje się w metrach, z dokładnością do dwóch miejsc dziesiętnych po przecinku, a na rysunkach projektów wstępnych, technicznych i roboczych zbiorczych w centymetrach lub za pomocą wielokrotności przyjętego modułu. Sposoby wymiarowania elementów budowlanych i części budowli są określone normą PN-ISO 129:1996.

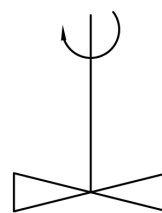
3. SCHEMATY TECHNOLOGICZNE

Schemat technologiczny przedstawia przebieg procesu za pomocą symboli graficznych oznaczających elementy instalacji tj.: aparaty, armatura, urządzenia, połączonych ze sobą liniami symbolizującymi strumienie masy, energii lub nośniki energii. Schemat technologiczny powinien informować o rodzaju zastosowanych aparatów i ich wzajemnej lokalizacji, drodze oraz kierunku wejścia i wyjścia poszczególnych strumieni oraz charakteryzować warunki pracy instalacji. Dodatkowo na schemacie technologicznym umieszcza się dane o natężeniu przepływu poszczególnych strumieni, o armaturze, napędów itp.

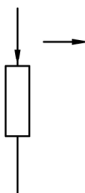
3.1. PODSTAWOWE ELEMENTY APARATURY I ARMATURY

1	Naczynia otwarte	
2	Naczynia bezciśnieniowe zamknięte	
3	Naczynia ciśnieniowe	
4	Naczynia próżniowe	
5	Wypełnienie	

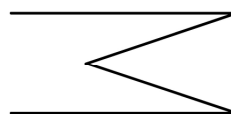
6 Mieszadło – ogólnie



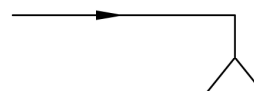
7 Latarka obserwacyjna rurociągu



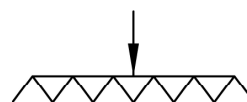
8 Element grzewczy lub chłodzący



9 Dysza rozpylająca



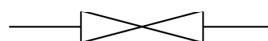
10 Urządzenie zraszające



11 Zawór – ogólnie



12 Bełkotka



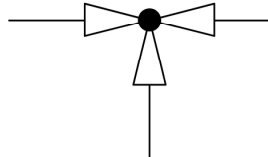
13 Zasuwa



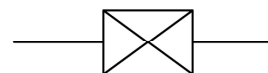
14 Kurek jednodrogowy



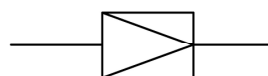
15 Kurek trójdrogowy



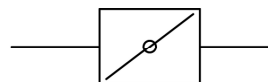
16 Zawór zwrotny



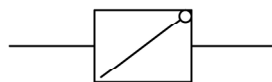
17 Zawór redukcyjny



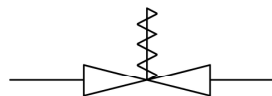
18 Kłapa dławiąca



19 Kłapa zwrotna



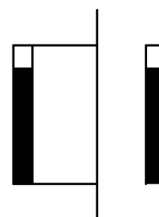
20 Zawór bezpieczeństwa – ogólnie



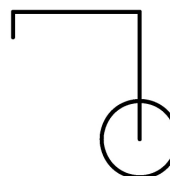
21 Odwadniacz (garnek kondensacyjny)



22 Cieczowskaz



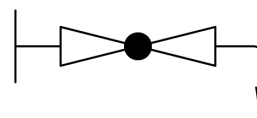
23 Pływakowy wskaźnik poziomu



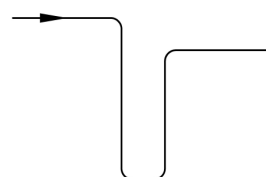
24 Lejek



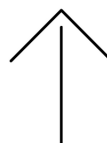
25 Kurek pobierczy



26 Syfon zamknięcie cieczowe



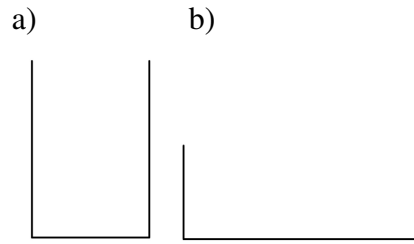
27 Kominiek



URZĄDZENIA DO MAGAZYNOWANIA CIAŁ STAŁYCH I CIECZY

1 Zbiornik otwarty:

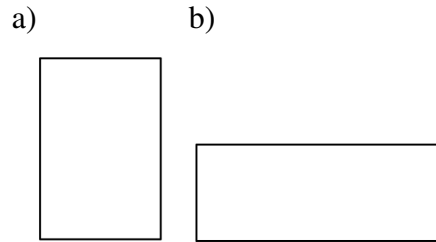
- a) pionowy
- b) poziomy



2

Zbiornik zamknięty bezciśnieniowy:

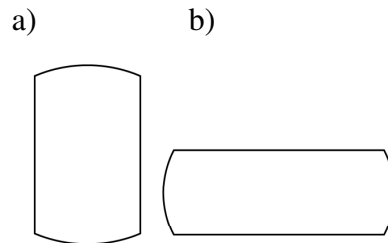
- a) pionowy
- b) poziomy



3

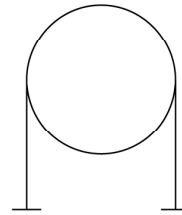
Zbiornik ciśnieniowy:

- a) pionowy
- b) poziomy



4

Zbiornik kulisty



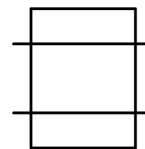
5

Butla stalowa



6

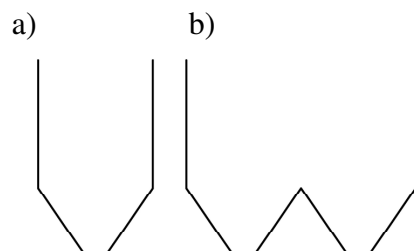
Beczka



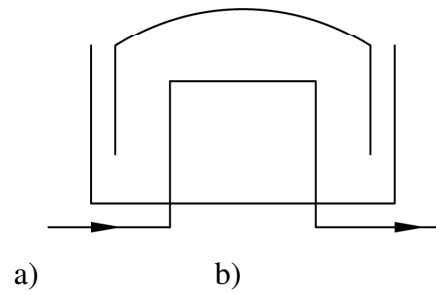
7

Zasobnik:

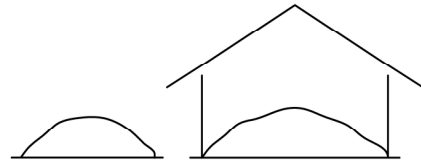
- a) jednowysypowy
- b) wielowysypowy



8 Zbiornik gazu

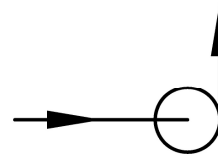


9 Zbiorniki materiałów sypkich:
a) odkryty
b) pod dachem



URZĄDZENIA DO TRANSPORTU CIAŁ STAŁYCH, CIECZY I GAZÓW

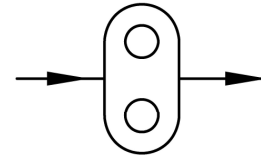
1 Pompa – ogólnie



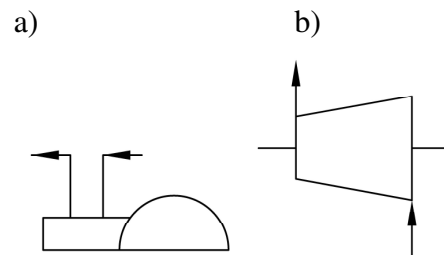
2 Wentylator



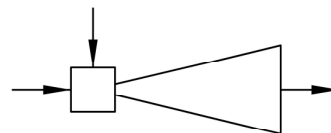
3 Dmuchawa



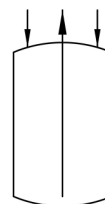
4 Sprężarka:
a) tłokowa
b) wirnikowa



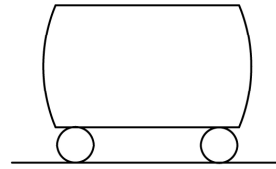
5 Smoczek (injektor, ejektor)



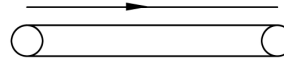
6 Przetłocznica



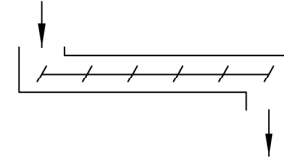
7 Cysterna kolejowa lub samochodowa



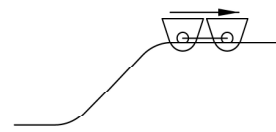
8 Przenośnik taśmowy



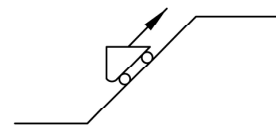
9 Przenośnik ślimakowy



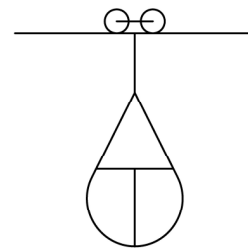
10 Przenośnik kubełkowy



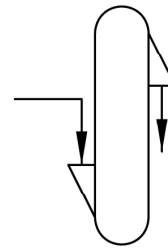
11 Przenośnik wózkowy



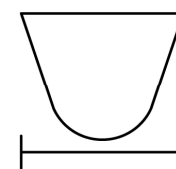
12 Przenośnik czerpakowy



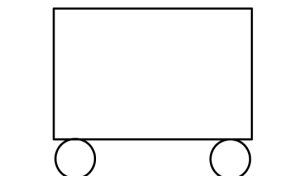
13 Podnośnik kubełkowy



14 Wywrotka

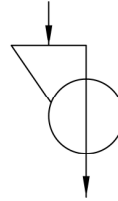


15 Wózek

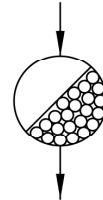


URZADZENIA DO ROZDRABNIANIA I SEGREGOWANIA CIAŁ STAŁYCH

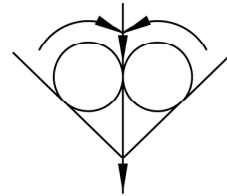
1 Młyn – ogólnie



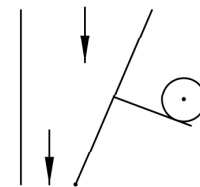
2 Młyn kulowy



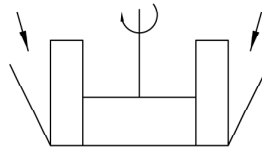
3 Kruszarka walcowa



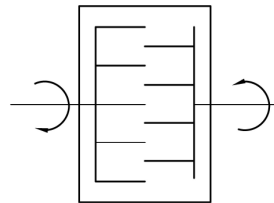
4 Kruszarka szczękowa



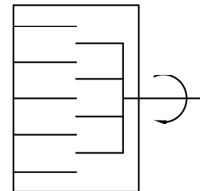
5 Gnotownik obiegowy



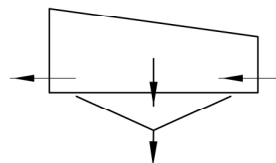
6 Dezyntegrator (młyn palcowy)



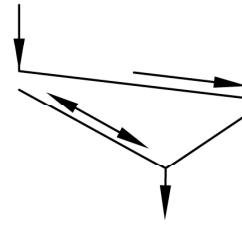
7 Dezyntegrator



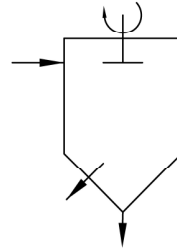
8 Sito obrotowe



9 Sito potrząsalne

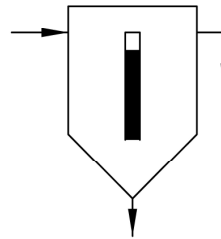


10 Separatopr

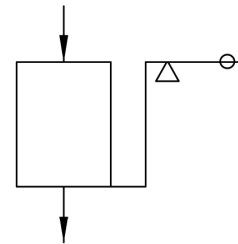


URZĄDZENIA DO DOZOWANIA

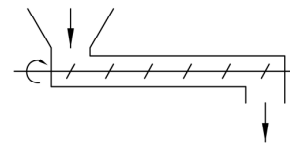
1 Miernik ciecży objętościowy



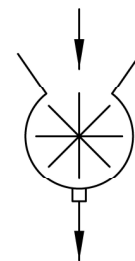
2 Miernik wagowy



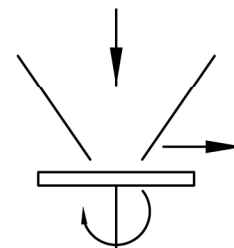
3 Dozownik materiałów sypkich ślimakowy – ogólnie



4 Dozownik łopatkowy

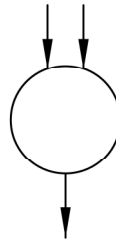


5 Dozownik tarczowy

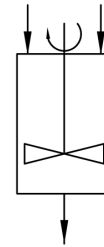


URZĄDZENIA DO MIESZANIA CIAŁ STAŁYCH ORAZ CIAŁ STAŁYCH Z CIECZAMI

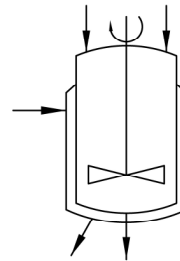
1 Mieszalnik – ogólnie



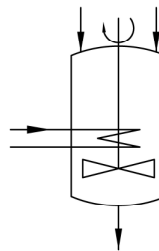
2 Mieszalnik z mieszadłem pionowym (bezcisnieniowy)



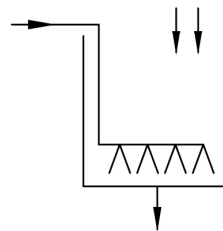
3 Mieszalnik ciśnieniowy z ogrzewaniem lub chłodzeniem zewnętrznym



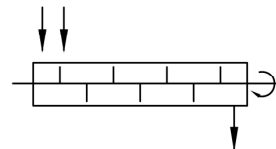
4 Mieszalnik ciśnieniowy z ogrzewaniem lub chłodzeniem wewnętrznym



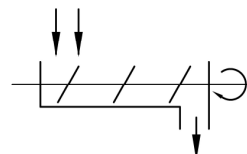
5 Mieszalnik z bełkotką



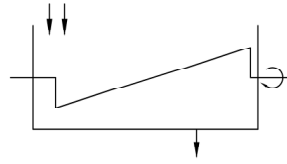
6 Mieszalnik z mieszadłem poziomym (łopatkowym)



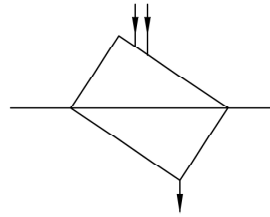
7 Mieszalnik z mieszadłem ślimakowym wstęgowym



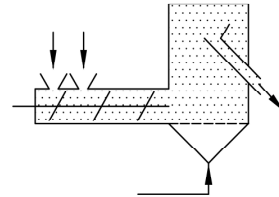
8 Ugniataarka



9 Mieszalnik bębnowy – ogólnie

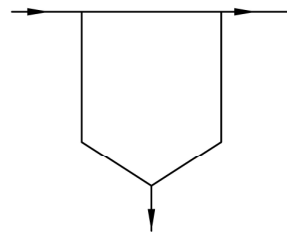


10 Mieszalnik fluidyzacyjny

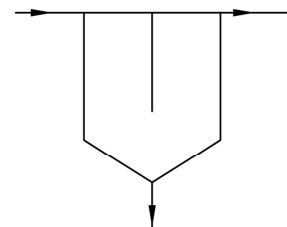


URZĄDZENIA DO ODDZIELANIA CIAŁ STAŁYCH I CIECZY OD GAZÓW

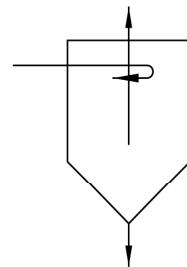
1 Separator – ogólnie



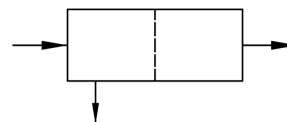
2 Oddzielacz kropel



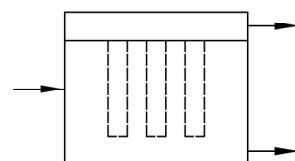
3 Cyklon, hydrocyklon



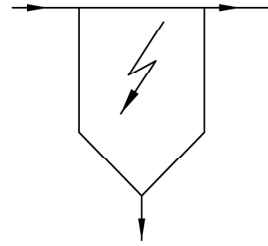
4 Filtr gazowy – ogólnie



5 Filtr workowy

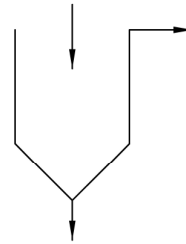


6 Elektrofiltr

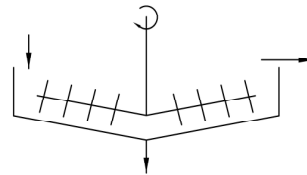


URZĄDZENIA DO ODDZIELANIA CIAŁ STAŁYCH OD CIECZY I CIECZY OD CIECZY

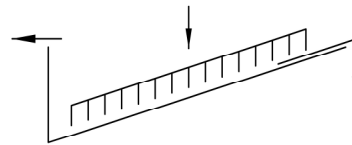
1 Oadnik, odstojnik



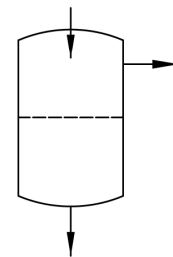
2 Odstojnik typu Dorra



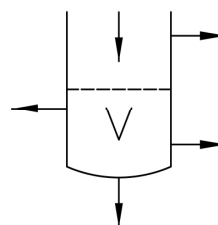
3 Klasyfikator – ogólnie



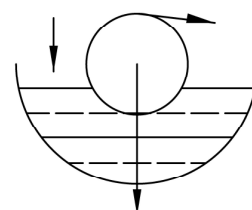
4 Filtr ciśnieniowy



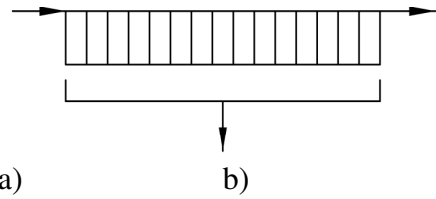
5 Filtr próżniowy – nucza



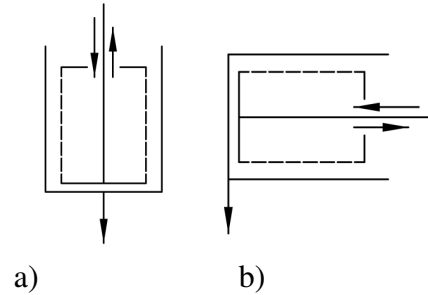
6 Filtr obrotowy



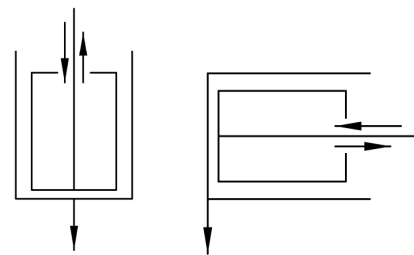
7 Prasa filtracyjna



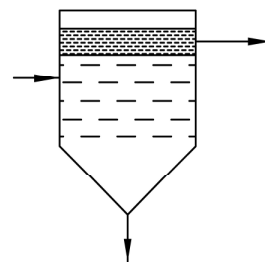
8 Wirówka filtracyjna – ogólnie:
a) pionowa
b) pozioma



9 Wirówka osadzająca – ogólnie:
a) pionowa
b) pozioma

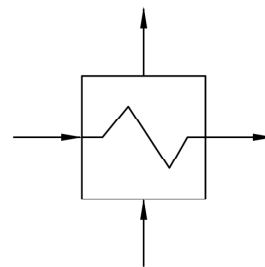


10 Rozdzielacz cieczy

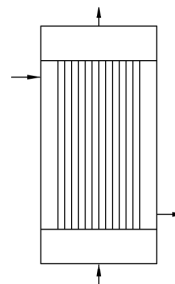


URZĄDZENIA DO WYMIANY CIEPŁA

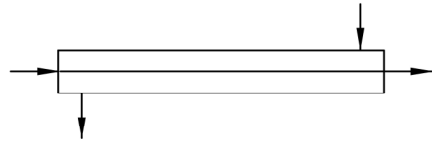
1 Wymiennik ciepła – ogólnie



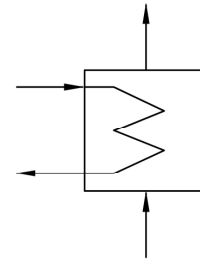
2 Wymiennik ciepła płaszczowo-rurowy - ogólnie



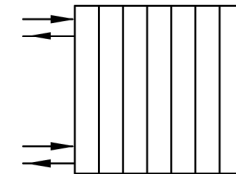
3 Wymiennik ciepła typu „rura w rurze”



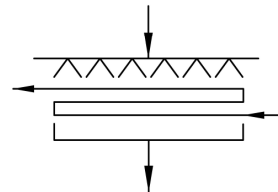
4 Wymiennik ciepła wężownicowy



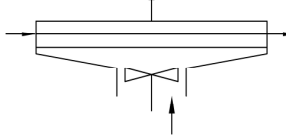
5 Wymiennik ciepła płytowy



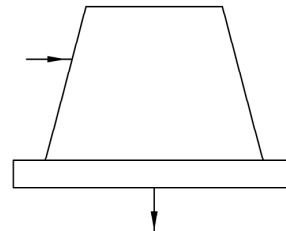
6 Chłodnica ociekowa



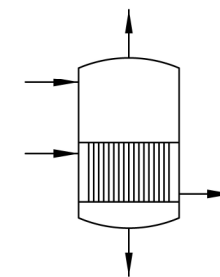
7 Chłodnica powietrzna



8 Chłodnica kominowa

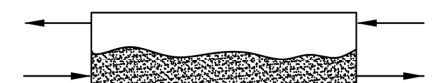


9 Wyparka – ogólnie



URZĄDZENIA DO SUSZENIA

1 Suszarka - ogólnie



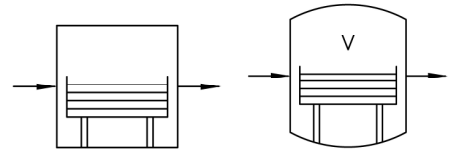
2 Suszarka komorowa:

a) bezciśnieniowa

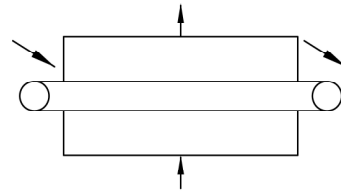
a)

b)

b) próżniowa



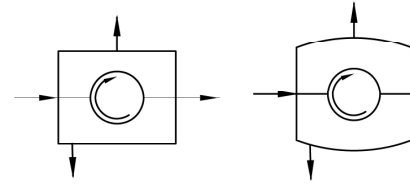
3 Wyparka – ogólnie



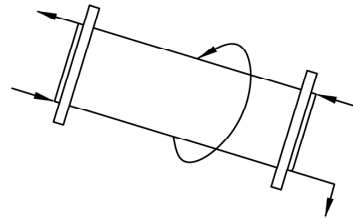
a)

b)

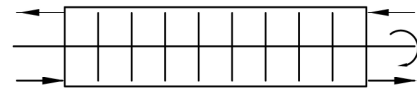
4 Suszarka walcowa:
a) bezciśnieniowa
b) próżniowa



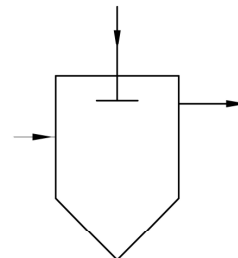
5 Suszarka bębnowa



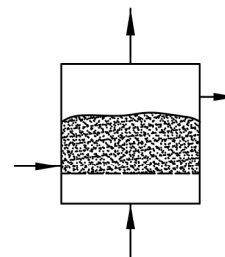
6 Suszarka wirnikowa



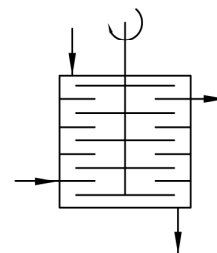
7 Suszarka rozpyłowa



8 Suszarka fluidyzacyjna

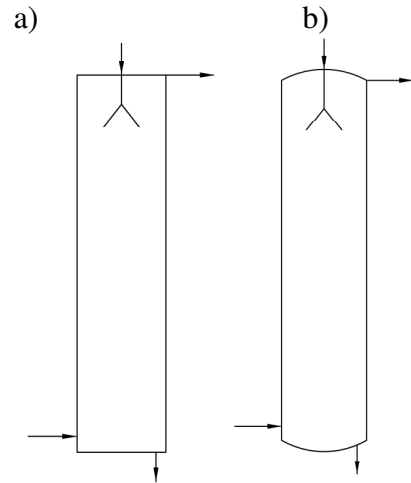


9 Suszarka półkowo – tarczowa

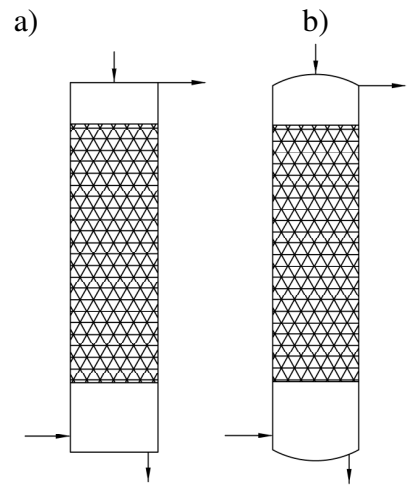


URZĄDZENIA DO ABSORPCJI REKTYFIKACJI I EKSTRAKCJI

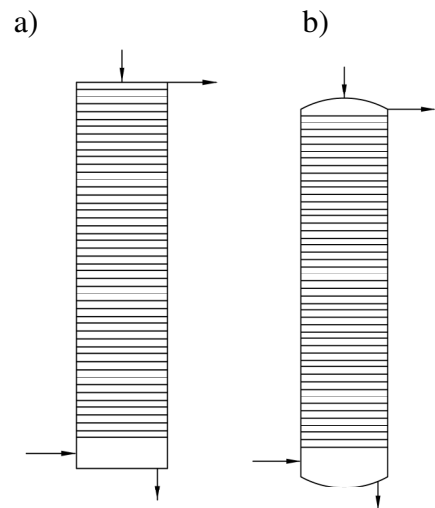
- 1** Kolumna bezwypełnienia:
 a) bezciśnieniowa
 b) ciśnieniowa



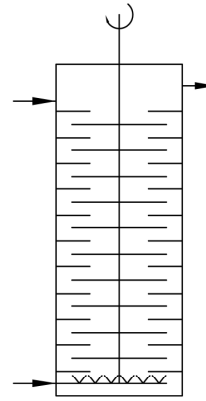
- 2** Kolumna z wypełnieniem:
 a) bezciśnieniowa
 b) ciśnieniowa



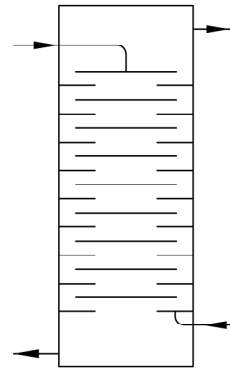
- 3** Kolumna półkowa - ogólnie:
 a) bezciśnieniowa
 b) ciśnieniowa



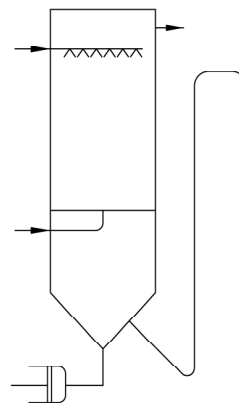
4 Kolumna wirnikowa



5 Kolumna z przegrodami

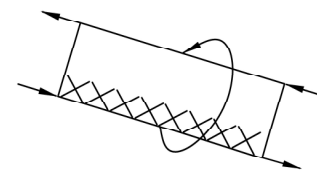


6 Kolumna pulsacyjna

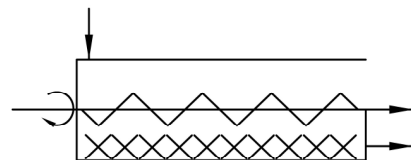


URZĄDZENIA DO KRYSTALIZACJI

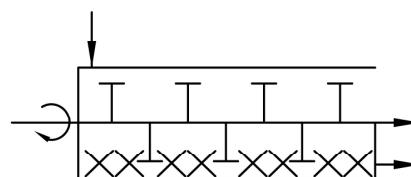
1 Krystalizator bębnowy



2 Krystalizator ślimakowy



3 Krystalizator skrobakowy



4. PRZYKŁADY ĆWICZEŃ RYSUNKOWYCH

Zadanie nr 1

Temat: Wymiarowanie

Format arkusza rysunkowego :A3

Celem tematu jest zapoznanie studentów z zasadami i sposobami wymiarowania elementów aparatury chemicznej, używania wymiarów liniowych pionowych i poziomych, wymiarowanie średnic i promieni oraz stosowania różnych podziałek w rysunku. Ćwiczenie polega na narysowaniu i zwymiarowaniu 10-12 modeli przy zastosowaniu różnych podziałek dla poszczególnych elementów arkusza. Należy zwrócić uwagę na równomierne rozmieszczenie rysowanych elementów na arkuszu oraz stosowanie takich podziałek aby rysowane elementy były porównywalnej wielkości. Przykład prawidłowego wykonania ćwiczenia przedstawiono na rys 4.1.

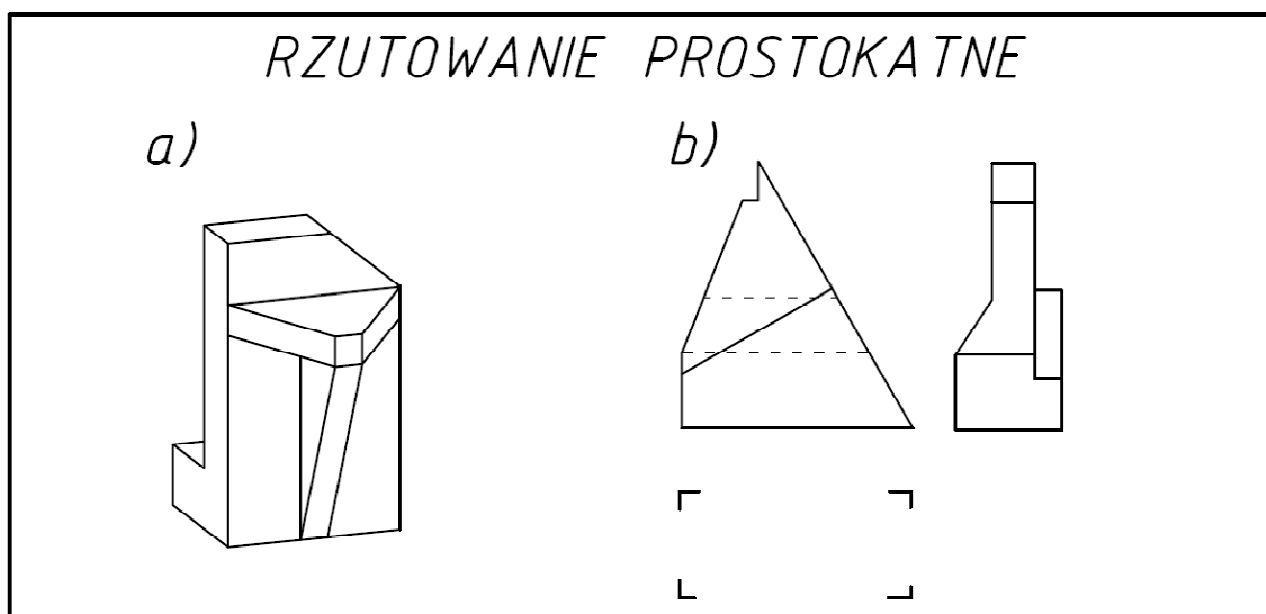
Zadanie nr 2

Temat : Rzutowanie prostokątne

Format arkusza rysunkowego :A3

Celem tematu jest zapoznanie studentów z zasadami przedstawiania brył na rysunku. Temat obejmuje zasady rysunku aksonometrycznego w izometrii i dimetrii oraz rzutowania prostokątnego.

Ćwiczenie polega na narysowaniu i zwymiarowaniu 2 modeli w podziałce 2:1. Przykład modeli będących przedmiotem ćwiczenia przedstawiono na rysunku 4.2.



Rys. 4.2. Przykładowy model do ćwiczenia nr 2

Model A przedstawia bryłę w dimetrii. W ramach ćwiczenia należy narysować i zwymiarować model A przy zastosowaniu rzutowania prostokątnego.

Model B przedstawia bryłę w rzutowaniu prostokątnym przy czym bryła przedstawiona jest tylko w 2 rzutach. W ramach ćwiczenia należy przerysować i zwymiarować dwa dostępne rzuty oraz dorysować brakujący rzut.

Przykład prawidłowego wykonania ćwiczenia przedstawiono na rys 4.3.

Zadanie nr 3

Temat: Przekroje

Format arkusza rysunkowego :A3

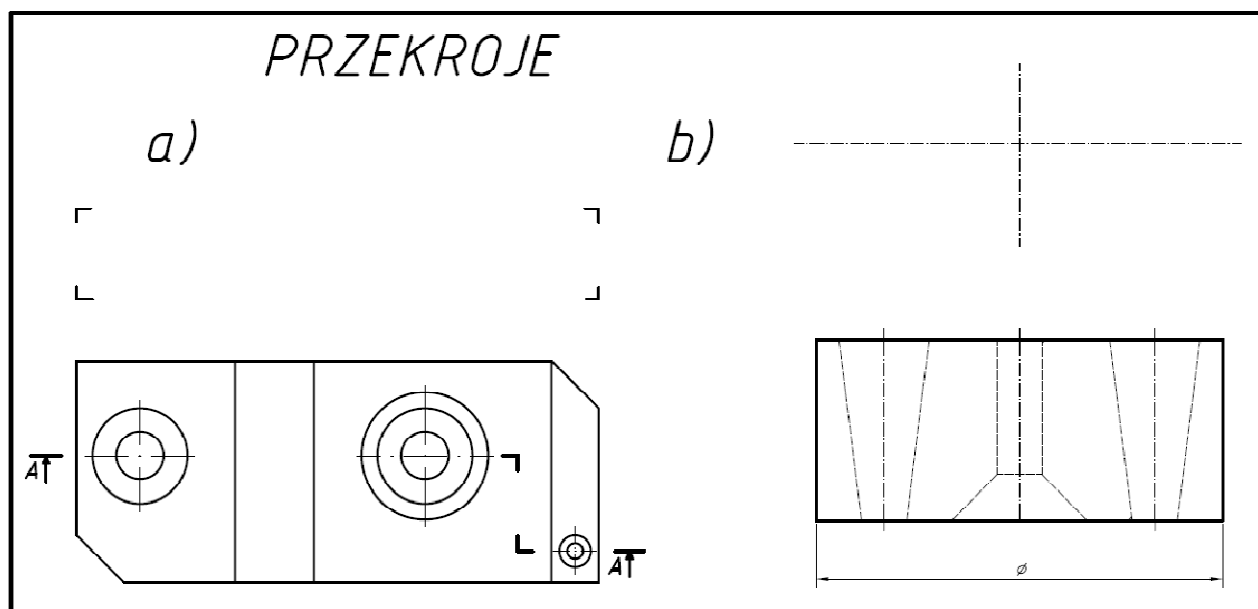
Celem tematu jest zapoznanie studentów z zasadami stosowania przekrojów, widoków, kładów rysunkowych i kreskowań przekrojów.

Ćwiczenie polega na narysowaniu i zwymiarowaniu 2 modeli w podziałce 2:1. Przykład modeli będących przedmiotem ćwiczenia przedstawiono na rysunku 4.4.

Model A przedstawia bryłę prostopadłościenną zawierającą otwory okrągłe i prostokątne z zaznaczoną linią przekroju. W ramach ćwiczenia należy narysować i zwymiarować bryłę wg modelu A oraz narysować przekrój wg zaznaczonej linii przekroju.

Model B przedstawia bryłę obrotową z zaznaczonymi niewidocznymi krawędziami wewnątrz bryły. W ramach ćwiczenia należy przerysować i zwymiarować bryłę wg modelu B (bryłę należy narysować w przekroju) oraz narysować widok bryły wg modelu B.

Przykład prawidłowego wykonania ćwiczenia przedstawiono na rys. 4.5.



Rys. 4.4. Przykładowy model do ćwiczenia nr 3

Zadanie nr 4

Temat: Przekroje

Format arkusza rysunkowego :A3

Celem tematu jest zapoznanie studentów z zasadami stosowania przekrojów, widoków, kładów rysunkowych i kreskowań przekrojów na elementach aparatury chemicznej.

Ćwiczenie polega na narysowaniu w widoku i przekroju oraz zwymiarowaniu dennicy elipsoidalnej z kołnierzem płaskim oraz króćca z kołnierzem szyjkowym.

Ćwiczenie należy wykonać wg indywidualnych założeń obejmujących

D_{np} - średnicę nominalną kołnierza płaskiego [mm]

D_{nsz} -średnicę nominalną kołnierza szyjkowego [mm]

P_n – ciśnienie nominalne [Pa]

g – grubość ścianki dennicy

Przykład prawidłowego wykonania ćwiczenia przedstawiono na rys. 4.6.

Zadanie nr 5

Temat: Elementy zbiorników

Format arkusza rysunkowego : 2 x A3

Celem tematu jest zapoznanie studentów z zasadami rozwinięć konstrukcji aparaturowych na przykładzie zbiornika cylindrycznego z pokrywą, dnem stożkowym i króćcem bocznym.

Ćwiczenie polega na narysowaniu i zwymiarowaniu w rzutowaniu prostokątnym zbiornika wg indywidualnych danych projektowych oraz wykonanie rozwinięć wszystkich elementów modelu

Ćwiczenie należy wykonać wg indywidualnych założeń obejmujących (rys. 4.7):

D - średnicę zbiornika [mm]

d - średnicę króćca [mm]

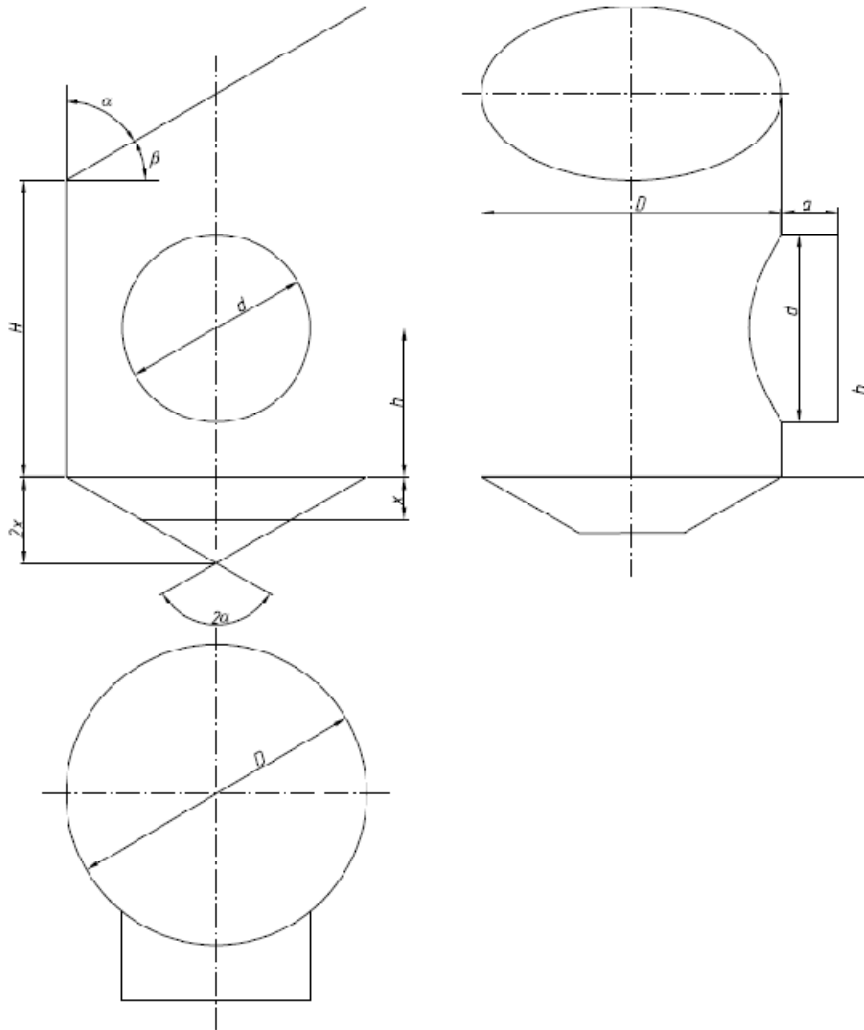
H – wysokość zbiornika [mm]

h – umiejscowienie króćca [mm]

a – wysokość króćca [mm]

β - kąt pochylenia pokrywy

Przykład prawidłowego wykonania ćwiczenia przedstawiono na rys. 4.8 i 4.9.



Rys. 4.7. Podstawowe założenia do wykonania ćwiczenia 5

Zadanie nr 6**Temat : Schematy technologiczne****Format arkusza rysunkowego :A3**

Celem tematu jest zapoznanie studentów z zasadami tworzenia schematów technologicznych, używania symboli aparatury chemicznej oraz zasadami oznaczeń AKPiA.

Ćwiczenie polega na narysowaniu schematu technologicznego procesu rektyfikacji ciągłej oraz oznaczenie na schemacie punktów AKPiA.

Przykład prawidłowego wykonania ćwiczenia przedstawiono na rys. 4.10.

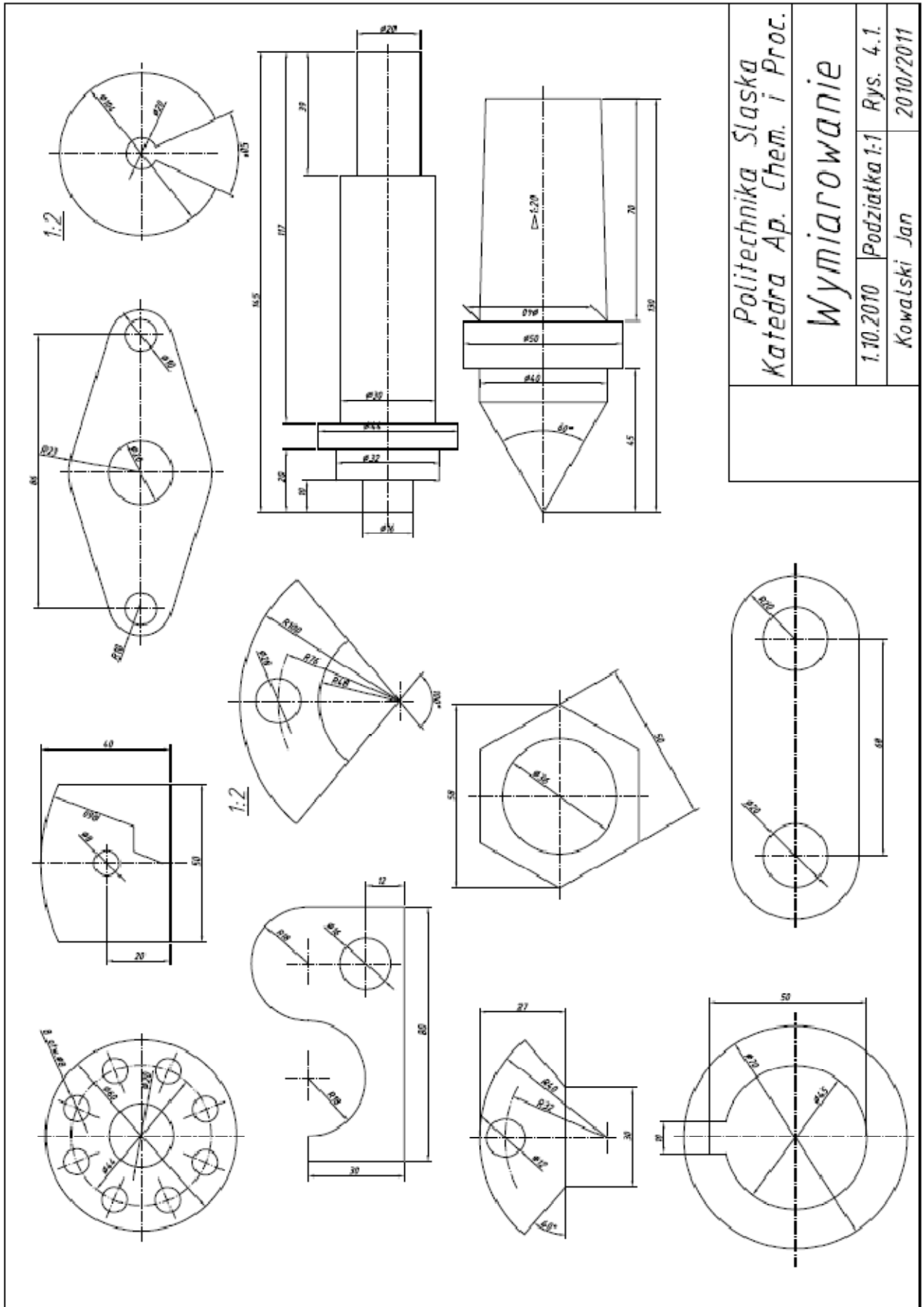
Zadanie nr 7**Temat : Przekroje aparatów****Format arkusza rysunkowego:A3**

Celem tematu jest zapoznanie studentów z zasadami tworzenia dokumentacji technicznej na przykładzie rysunku zestawieniowego wybranego aparatu.

Ćwiczenie polega na narysowaniu w przekroju i zwiarowaniu absorbera z wypełnieniem usypowym bądź wymiennika ciepła płaszczowo – rurowego z kompensatorem

soczewkowym. Należy wykonać przekrój w odpowiedniej podziałce oraz oznaczyć i wyspecyfikować poszczególne elementy rysowanych aparatów. Na rysunku należy umieścić krótką charakterystykę techniczną aparatu oraz wykaz króćców.

Przykład prawidłowego wykonania ćwiczenia przedstawiono na rys. 4.11 i 4.12.

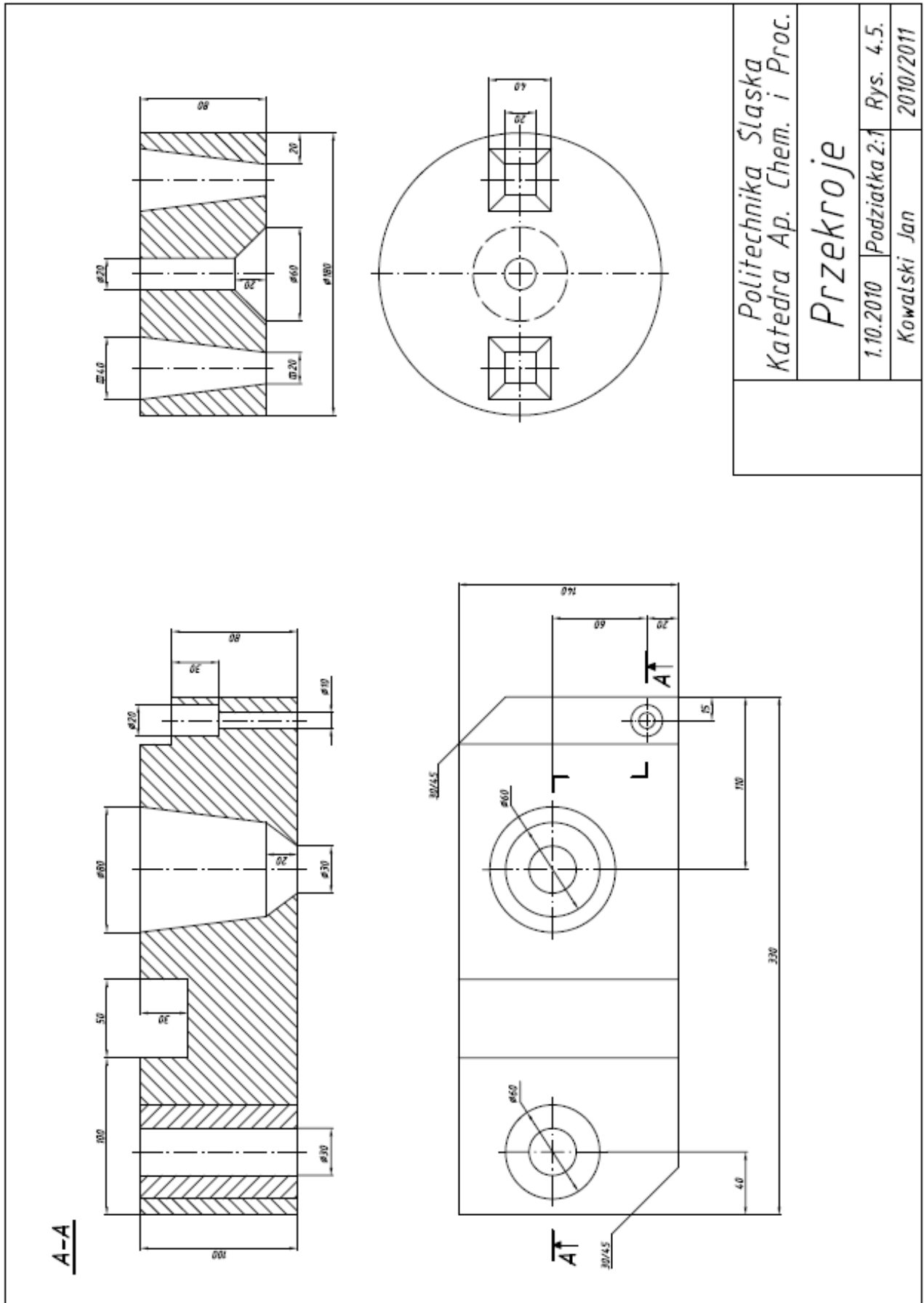


Politechnika Śląska
 Katedra Ap. Chem. i Proc.
Wymiarowanie
 1.10.2010 Podziatka 1:1 Rys. 4.1.
 Kowalski Jan 2010/2011

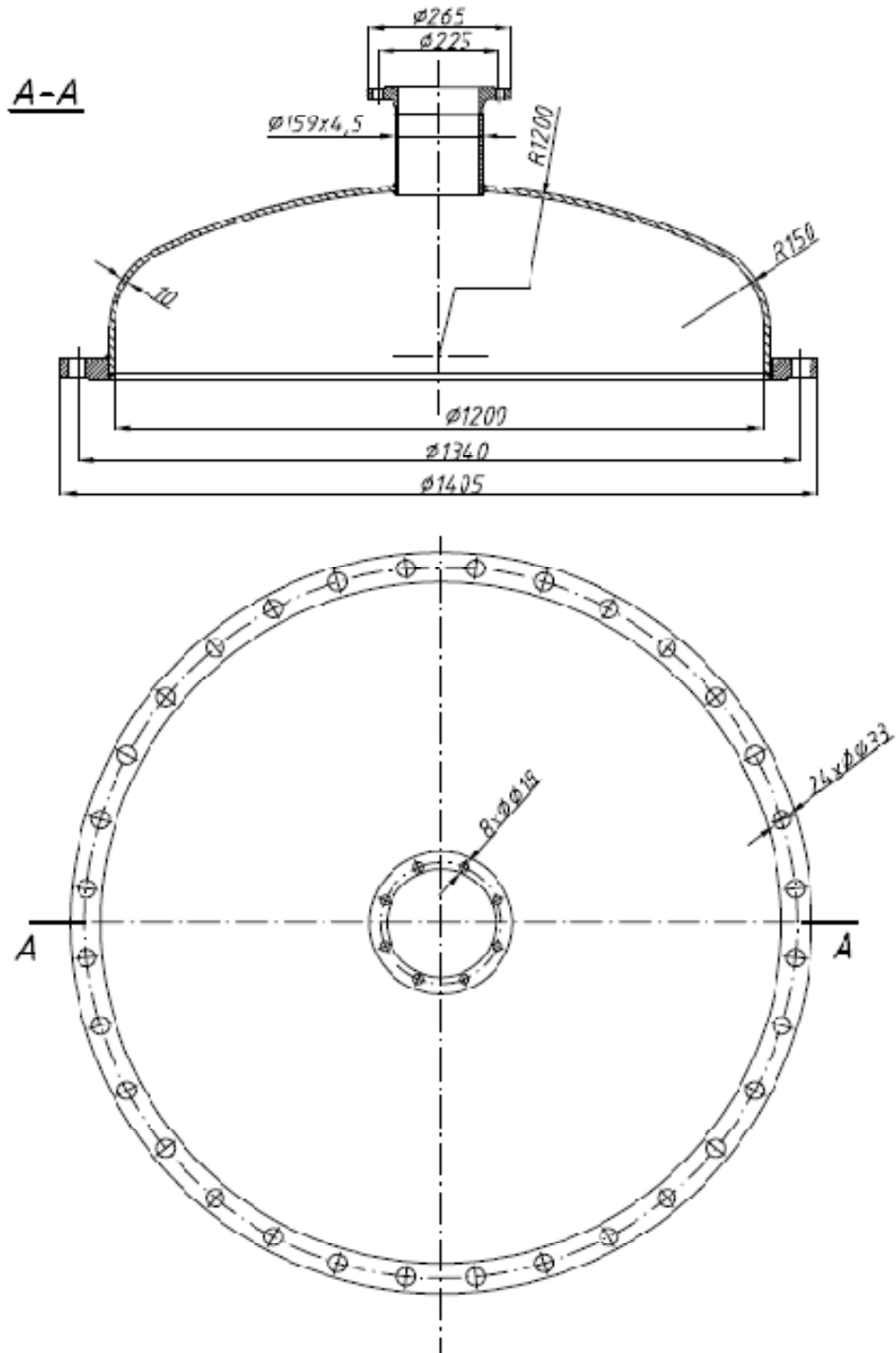
Technical drawing of a mechanical part, showing six views with dimensions:

- Front View (top left):** Shows a stepped shaft with a diameter of 65. A section with a diameter of 29 and length 17 is shown. The total length is 75. A chamfered end has a diameter of 19 and a length of 5.
- Top View (middle left):** Shows a rectangular part with a width of 70 and a height of 10. A chamfered end has a diameter of 19 and a length of 36. A distance of 29 is marked from the chamfered end to the start of the main section.
- Left Side View (bottom left):** Shows a profile with a total height of 57 and a total width of 64. A chamfered end has a diameter of 19 and a length of 24. A distance of 57 is marked from the chamfered end to the start of the main section.
- Right Side View (middle right):** Shows a profile with a total height of 76 and a total width of 35. A chamfered end has a diameter of 19 and a length of 7.
- Isometric View (center right):** A 3D perspective drawing of the part.
- Top View (bottom right):** Shows a rectangular part with a width of 64 and a height of 57. A chamfered end has a diameter of 19 and a length of 24. A distance of 57 is marked from the chamfered end to the start of the main section.

Politechnika Śląska
 Katedra Ap. Chem. i Proc.
Rzutowanie prostok.
 15.10.2010 Podziatka 2:1 Rys. 4.3.
 Kowalski Jan 2010/2011



Politechnika Śląska Katedra Ap. Chem. i Proc.	
Przekroje	
1.10.2010	Podziatka 2.1
Kowalski Jan	Rys. 4.5.
	2010/2011



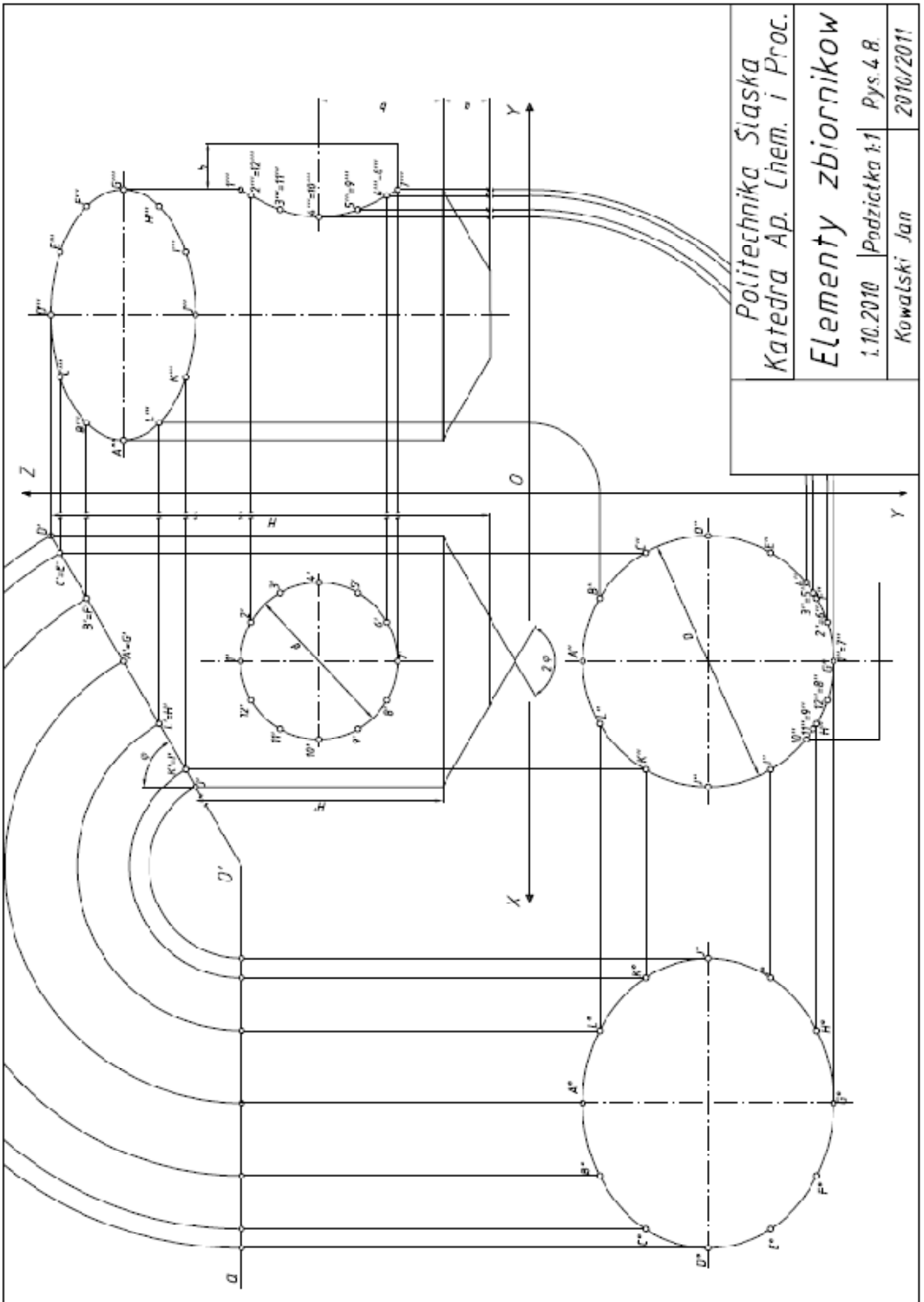
Politechnika Śląska
 Katedra Ap. Chem. i Proc.

Przekroje

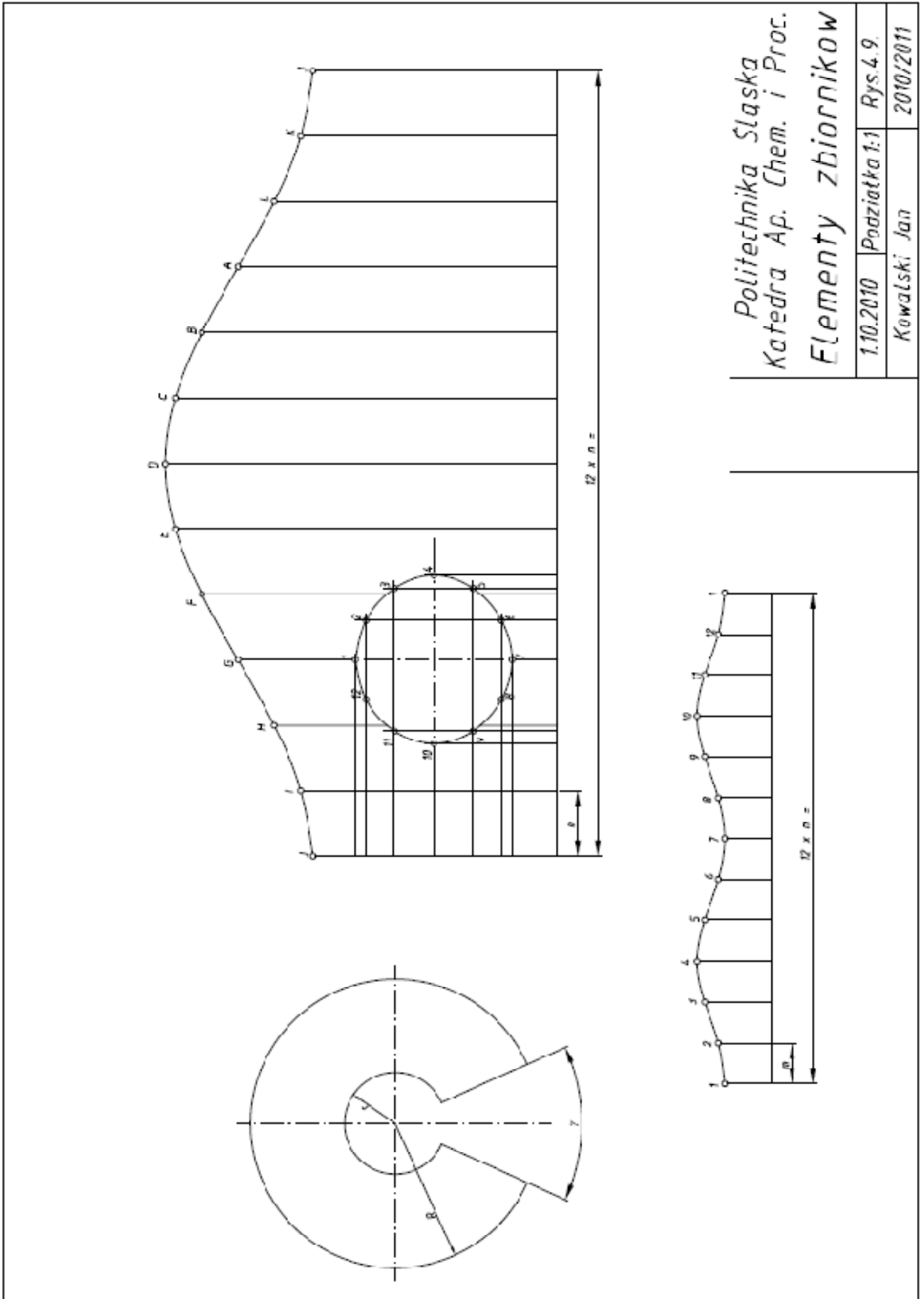
15.10.2010 Podziałka 2:1 Rys.4.6.

Kowalski Jan

2010/2011

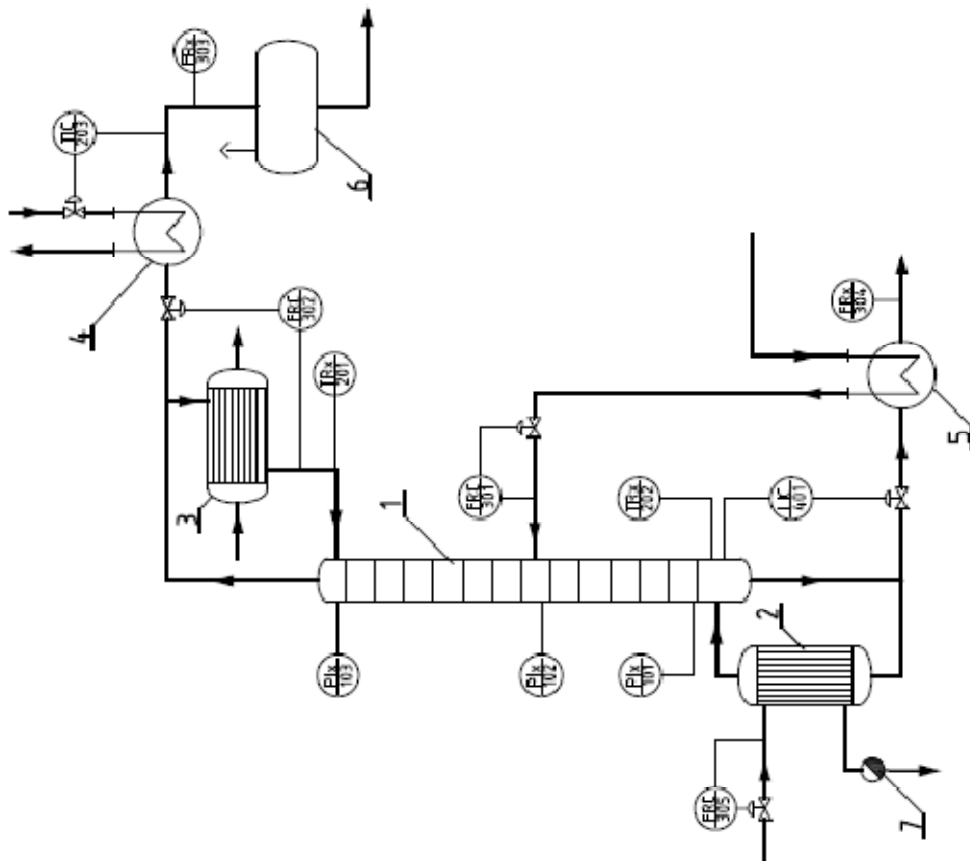


Politechnika Śląska
 Katedra Ap. Chem. i Proc.
Elementy zbiorników
 1.10.2010 | Podziałka 1:1 | Pys. 4.8.
 Kowalski Jan | 2010/2011



Politechnika Śląska
Katedra Ap. Chem. i Proc.
Elementy zbiorników

1.10.2010 Podziałka 1:1 Rys.4.9.
Kowalski Jan 2010/2011



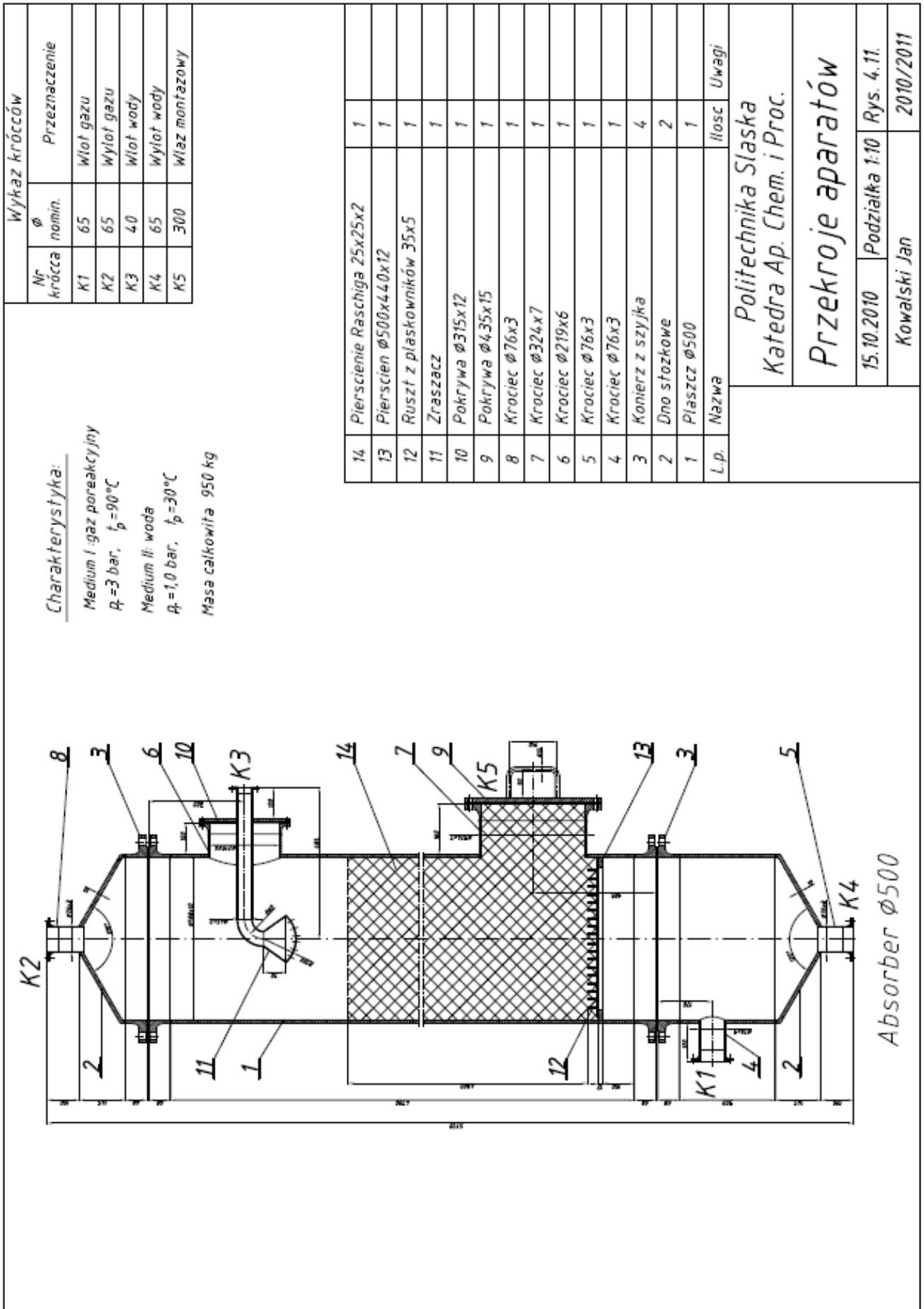
7	Garnek kondensacyjny	1
6	Zbiornik produktu	1
5	Podgrzewacz surowki	1
4	Skraplacz	1
3	Deflegmator	1
2	Warnik	1
1	Kolumna pakowa	1
L.p.	Nazwa	Ilość Uwagi

Politechnika Śląska
Katedra Ap. Chem. i Proc.

Schematy technolog.

15.10.2010 Podziałka Rys. 4.10.
Kowalski Jan 2010/2011

Schemat instalacji do rektyfikacji ciągłej



Wykaz króćców		
Nr króćca	Ø nomin.	Przeznaczenie
K1	500	Wlot gazu
K2	500	Wylot gazu
K3	400	Wlot gazu grzejnego
K4	400	Wylot gazu grzejnego

Charakterystyka:

Przestrzeń rurowa:

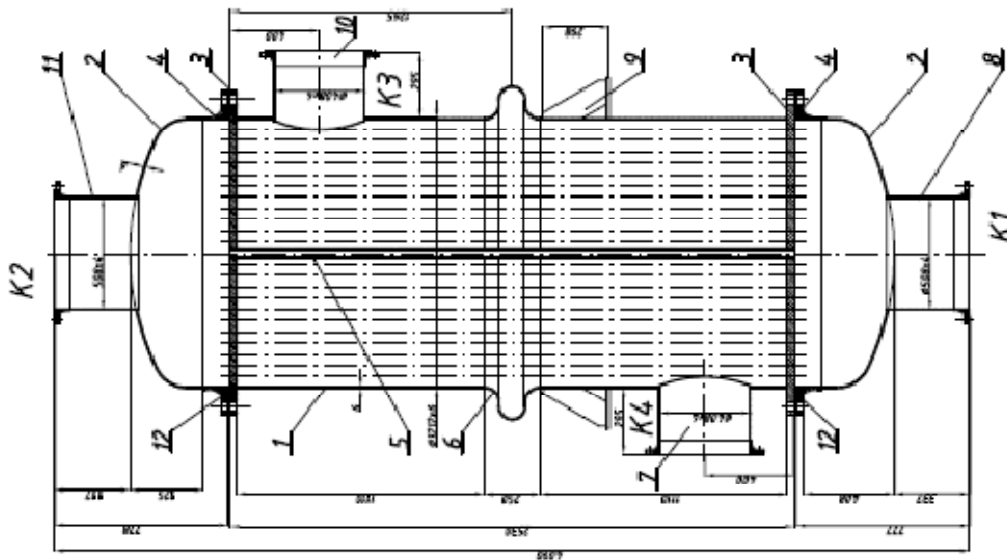
Medium: gaz wodny o parametrach
 $p_1=1,1 \text{ bar}$, $t_1=20^\circ\text{C}$, $t_2=120^\circ\text{C}$

Przestrzeń miedzynurowa:

Medium: gaz grzejący o parametrach
 $p_2=2,0 \text{ bar}$, $t_3=300^\circ\text{C}$

Powierzchnia wymiany ciepła: $F = 153 \text{ m}^2$

Masa całkowita: 4550 kg



12	Uszczelka	2
11	Króciec $\phi 508 \times 4$	1
10	Króciec $\phi 408 \times 4$	1
9	Lapa wspornikowa 180	4
8	Króciec $\phi 508 \times 4$	1
7	Króciec $\phi 408 \times 4$	1
6	Kompensator	1
5	Rurka $\phi 38 \times 3$ $l=2536 \text{ mm}$	511
4	Kolnierz z szyjką	2
3	Dno sitowe	2
2	Dno elipsoidalne	2
1	Plaszcz $\phi 1200$	1
L.p.	Nazwa	Ilość Uwagi

Politechnika Śląska
 Katedra Ap. Chem. i Proc.

Przekroje aparatów

15.10.2010 Podziałka 1:20 Rys. 4.12.

Kowalski Jan

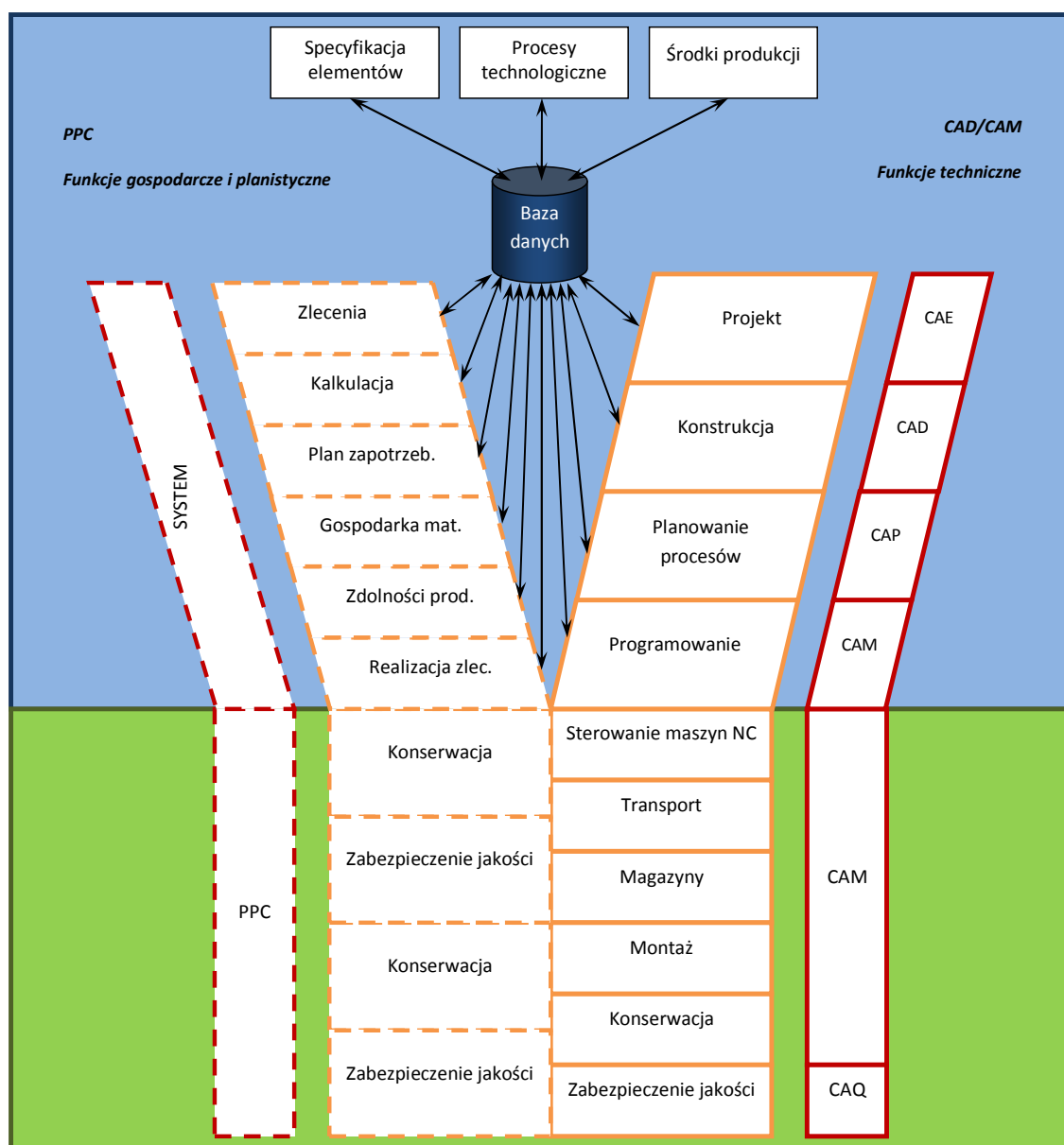
2010/2011

Wymiennik ciepła płaszczowo - rurowy

5. PROJEKTOWANIE WSPOMAGANE KOMPUTEROWO

Projektowanie wspomagane komputerowo, CAD (ang. Computer Aided Design), obejmuje zastosowanie sprzętu i oprogramowania komputerowego w projektowaniu technicznym. Początkowo pojęcie CAD dotyczyło tworzenia wyłącznie dokumentacji – Computer Aided Drafting. Metodologia CAD znajduje zastosowanie między innymi w inżynierii chemicznej i procesowej, mechanicznej, elektrycznej, budowlanej.

Znamienne dla CAD jest cyfrowe modelowanie geometryczne mające na celu opracowanie zapisu konstrukcji wyrobu (jednego obiektu technicznego lub ich układu). Projektowanie wspomagane komputerowo stanowi część szerszej dziedziny, jaką jest ogół działań inżynierskich wspomaganych komputerowo CAx. Klasyfikacja systemów komputerowego wspomaganie działań inżynierskich CAx z systemami integrującymi (wg Scheera,)



Rys.1. Klasyfikacja systemów CAx w układzie „Y” Scheera

DEFINICJE

CAD-projektowanie wspomagane komputerowo (ang. Computer Aided Design)

Projektowanie jest procesem stopniowego określania cech obiektu, począwszy od ogólnych aż do coraz bardziej szczegółowych, obejmuje czynności i zdarzenia występujące pomiędzy pojawieniem się problemu a powstaniem dokumentacji opisującej rozwiązanie problemu.

Proces projektowania konstrukcyjnego dzieli się na trzy podstawowe fazy:

- faza koncepcji,
- faza konstruowania (geometryczne kształtowanie wyrobu),
- faza przygotowania dokumentacji

Definiowaną postać konstrukcyjną wyrobu tworzą jego cechy:

- wszystkie geometryczne,
- wszystkie dynamiczne,
- niektóre technologiczne (np. materiałowe).

Zbiór tych trzech rodzajów informacji stanowi zapis konstrukcji wyrobu (jego dokumentację konstrukcyjną).

Rodzaje modeli geometrycznych

Graficzny model 2D jest reprezentowany przez pewien układ linii łączących ciąg punktów. Model ten jest zazwyczaj tworzony z takich elementów jak prosta, łuk, okrąg, parabola, itp.

Modele w systemie 3D są konstruowane w przestrzeni trójwymiarowej, przy czym istnieją trzy rodzaje tych modeli: modele krawędziowe - punkty, linie, okręgi, które są zapisywane w układzie kartezjańskim; modele powierzchniowe - tworzone z powierzchni elementarnych (np. płaskich, stożkowych, walcowych); modelowanie bryłowe 3D - najbardziej dokładne, tworzone przez łączenie obiektów geometrycznych. Oprócz dokładności modelowanie przestrzenne oferuje:

- wierność reprezentacji komputerowej
- kontrolę dopasowania, współdziałania elementów
- wirtualne prototypowanie
- automatyczne tworzenie rysunków konstrukcyjnych
- asocjatywność danych

- analizy FEM - kinematyka
- błyskawiczne prototypowanie - rapid prototyping
- wykorzystanie systemów CAM w procesie produkcji

Modelowanie bryłowe

Istnieją dwa podstawowe typy modeli bryłowych:

- 1) modelowanie ograniczone powierzchniami (B-REP - Boundary Representation) - reprezentacja brzegowa,
- 2) modele utworzone z pełnych brył (CSG - Constructive Solid Geometry) - konstrukcyjna geometria bryłowa

W modelowaniu typu B-REP poszczególne ściany są ograniczone krawędziami, a krawędzie są ograniczone wierzchołkami. W tego typu modelu występują więc cztery podstawowe rodzaje elementów geometrycznych: wierzchołki, krawędzie, ściany i utworzone z nich bryły.

W modelu typu CSG złożony obiekt jest opisywany za pomocą łączenia prymitywów bryłowych (prostokątów, walec, kula, stożek, torus). Łączenie elementów geometrycznych w obiekt jest zapisywane w strukturze wewnętrznej systemu w powiązaniu z historią połączeń.

Zadania systemów CAD

Do zakresu CAD można zaliczyć:

1. Komputerowe odwzorowanie konstrukcji, w tym:
 - modelowanie cyfrowe - tworzenie cyfrowej makiety wyrobu,
 - wykonywanie dokumentacji rysunkowej z modeli cyfrowych,
 - kreślenie - zastosowanie komputera jako rodzaju elektronicznej deski kreślarskiej – CADD.
2. Opracowywanie i zarządzanie bazami danych (elementów znormalizowanych, własności materiałowych itp.).
3. Symulacja, wizualizacja i animacja – CAID (cyfrowe prototypowanie, przygotowywanie ofertowych prezentacji fotorealistycznych itp.).

Z CAD częściowo pokrywają się następujące obszary działalności inżynierskiej:

1. Optymalizacja konstrukcji i procesów (m.in. analizy kinematyczne, modelowanie przepływów itp.).

2. Wytrzymałościowe obliczenia inżynierskie (np. metodą elementów skończonych – MES).
3. Inżynieria odwrotna (ang. Reverse Engineering, RE) – skanowanie kształtów oraz struktury wewnętrznej obiektów oraz obróbka uzyskanych w ten sposób modeli cyfrowych.
4. Sieci neuronowe (algorytmy sztucznej inteligencji, w tym m.in. systemy ekspertowe – systemy doradcze wspomagające podejmowanie decyzji).
5. Edytory tekstów i arkusze kalkulacyjne w zastosowaniu do projektowania technicznego.

Podstawowym zadaniem systemów CAD jest modelowanie geometryczne projektowanych obiektów. Jednak systemy te służą nie tylko do rysowania i modyfikowania dokumentacji technologicznej, lecz także do całościowego projektowania obejmującego: opracowanie koncepcji produktu, jego postaci geometrycznej, właściwości materiałów, analizę oraz ocenę jego cech wytrzymałościowych i funkcjonalnych, wygenerowanie pełnego zestawu dokumentacji konstrukcyjnej produktu. Opracowany model geometryczny powinien zostać następnie wykorzystany w projektowaniu technologicznym i wytwarzaniu.

- projektowanie koncepcyjne
- modelowanie geometryczne obiektów
- analizy obliczeniowe i symulacyjne
- opracowanie dokumentacji konstrukcyjnej
- opis struktury produktu na podstawie rysunków złożeniowych, tworzenie list kompletacyjnych
- karty i formularze technologiczne dla obróbki konwencjonalnej
- wymiana danych z innymi systemami (standardy IGES, VDA, DXF...)
- obsługa baz danych

CAE – komputerowo wspomagane prace inżynierskie (ang. Computer Aided Engineering)

Grupa narzędzi CAE obejmuje oprogramowanie komputerowe wspomagające prace inżyniera w szerszym zakresie jak np. projektowanie z obliczeniami wytrzymałości MES oraz tworzenie i archiwizacja programów NC offline CAS np. w zakresie testów technicznych i analiz projektów realizowanych komputerowo. Można spotkać się z

także z rozszerzeniem pojęcia CAE o CAP(Computer Aided Planning). Do grupy tej należą narzędzia inżynierskie umożliwiające wykonywanie analiz i obliczeń konstrukcyjnych:

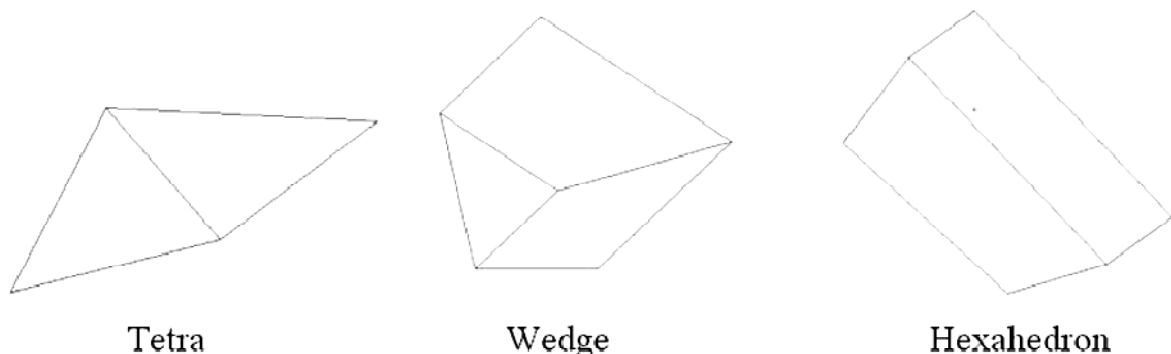
- komputerowa analiza sztywności,
- obliczenia wytrzymałości konstrukcji,
- symulacja procesów zachodzących w projektowanych układach,
- aplikacje zorientowane problemowo z różnych dziedzin techniki (naprężenia, rozkłady temperatur, przepływy).

Metoda Elementów Skończonych (MES, ang. FEM, finite-element method)

Metoda Elementów Skończonych przeznaczona do obliczeń fizycznych opiera się na podziale obszaru (najczęściej powierzchni lub przestrzeni) na skończone elementy uśredniające stan fizyczny ciała i przeprowadzaniu faktycznych obliczeń tylko dla węzłów tego podziału. Poza węzłami wyznaczana właściwość jest przybliżana na podstawie wartości w najbliższych węzłach. Jest to najczęściej stosowana metoda obliczeniowa w narzędziach typu CAE, obejmuje ona;

- Modelowanie elementów skończonych;
Aproksymacja modelu geometrycznego CAD za pomocą siatki elementów o określonym kształcie i niewielkich rozmiarach.
- Analizę;
Obliczenia naprężeń, odkształceń, przemieszczeń w wybranych punktach modelu przez rozwiązanie układu równań dla siatki.

Podstawowe elementy przestrzenne siatki dyskretyzacji przedstawione zostały na Rys. 2.



Rys. 2. Podstawowe elementy siatki dyskretyzacji

CAP, CAPP – komputerowo wspomagane planowanie procesów technologicznych (ang. Computer Aided Process Planning)

Grupa narzędzi CAP i CAPP obejmuje oprogramowanie komputerowe wspomagające projektowanie procesów technologicznych, obróbki i montażu. Do grupy tej należą narzędzia inżynierskie umożliwiające:

- opracowanie dokumentacji technologicznej
- planowanie rodzajów maszyn, narzędzi, oprzyrządowania
- planowanie kolejności operacji i parametrów obróbki
- normowanie zużycia materiałów
- określanie czasów jednostkowych, kosztów

Systemy CAPP nie obejmują planowania terminów i obciążenia stanowisk roboczych (funkcje PPC)

- CAPP obejmuje przedmiot i sposób jego wytwarzania
- PPC obejmuje harmonogramy i obciążenia stanowisk wytwarzania

CAM – komputerowo wspomagane wytwarzanie (ang. Computer Aided Manufacturing)

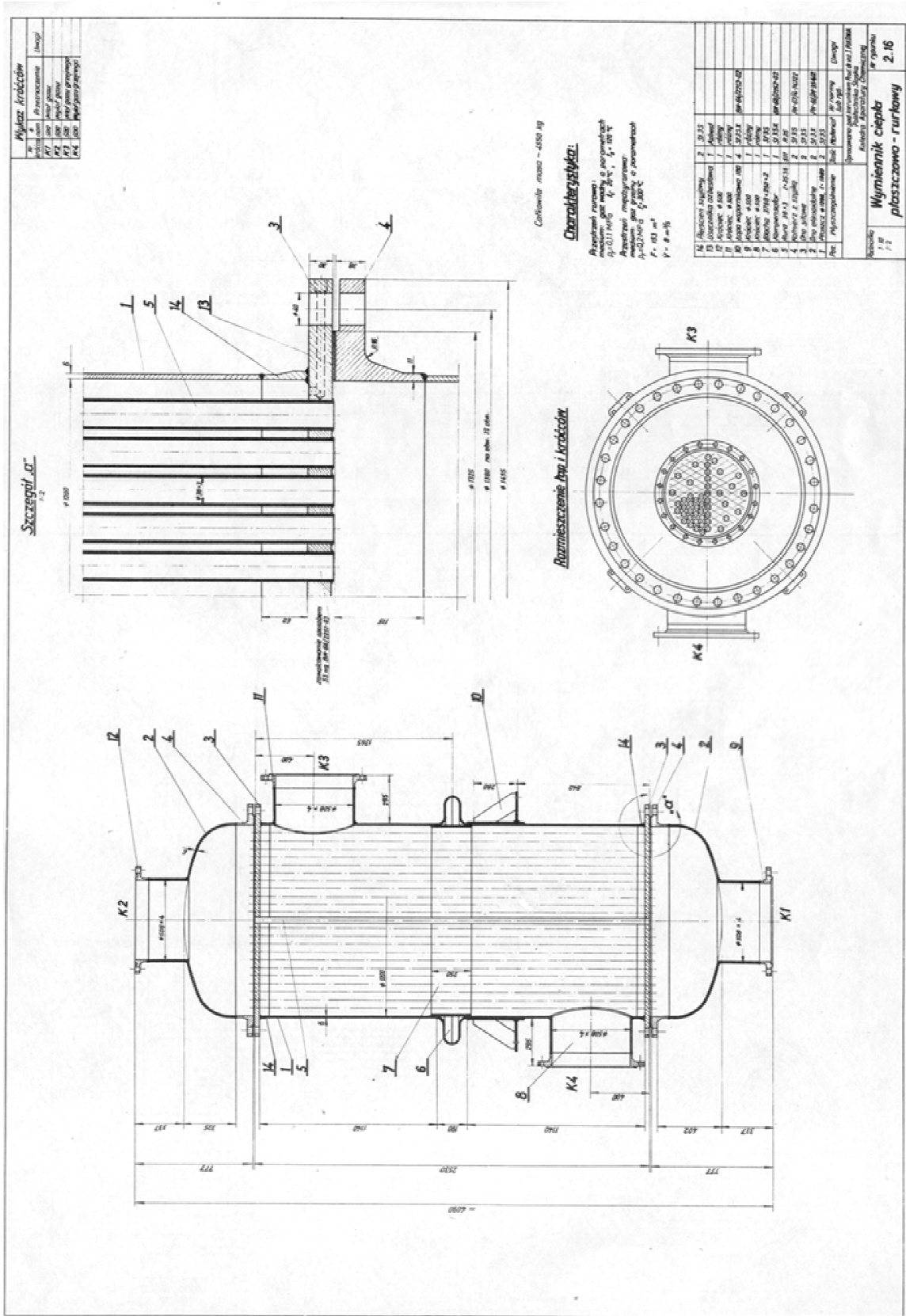
Do grupy tej należą narzędzia inżynierskie których zadaniem jest transformacja (przetwarzanie) obiektów (modeli 2D/3D otrzymanych na drodze modelowanie komputerowego) na instrukcje maszynowe. Instrukcje maszynowe sterują dalej pozycją i parametrami narzędzia obróbczego. CAM obejmuje wykorzystanie maszyn sterowanych numerycznie NC i CNC, które umożliwiają automatyczne wytwarzanie elementów. Do grupy tej należą narzędzia inżynierskie umożliwiające::

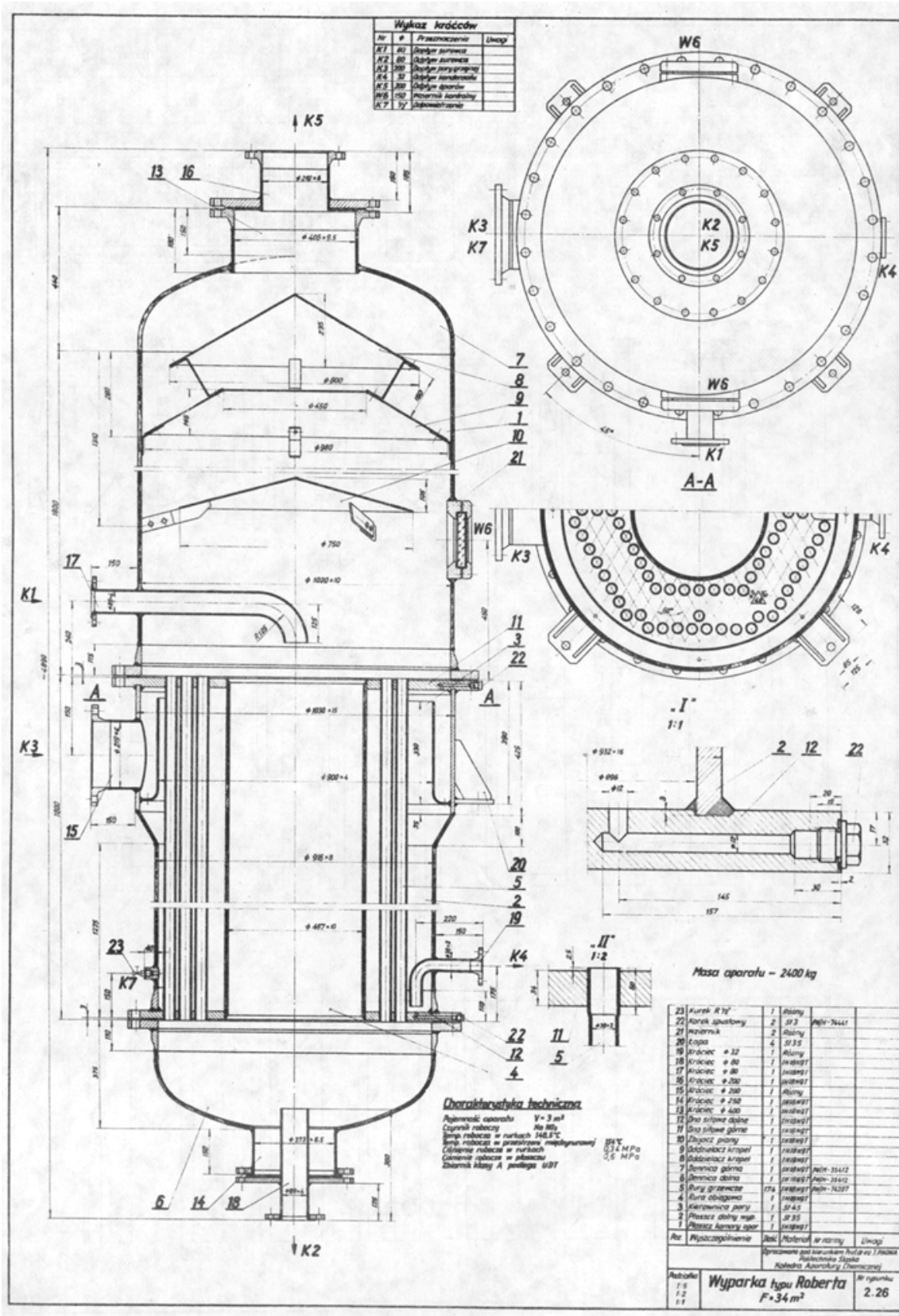
- tworzenie programów sterujących NC,
- uruchamianie programów NC (symulacja, weryfikacja),
- sterowanie i nadzorowanie urządzeń i procesów wytwarzania oraz montażu na najniższym poziomie systemów wytwórczych.

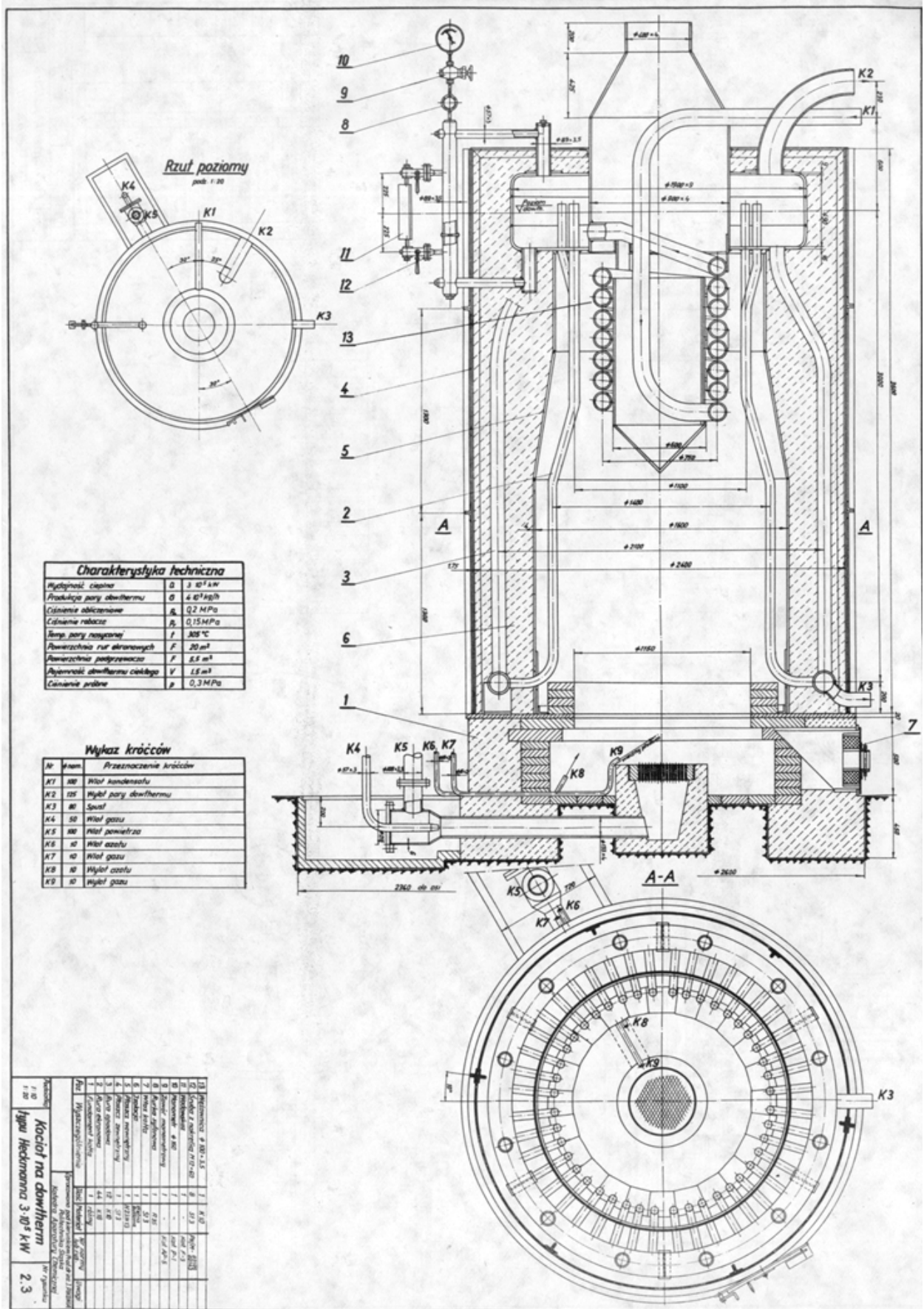
Funkcje systemów CAM odnoszą się zazwyczaj do wszystkich urządzeń sterowanych numerycznie:

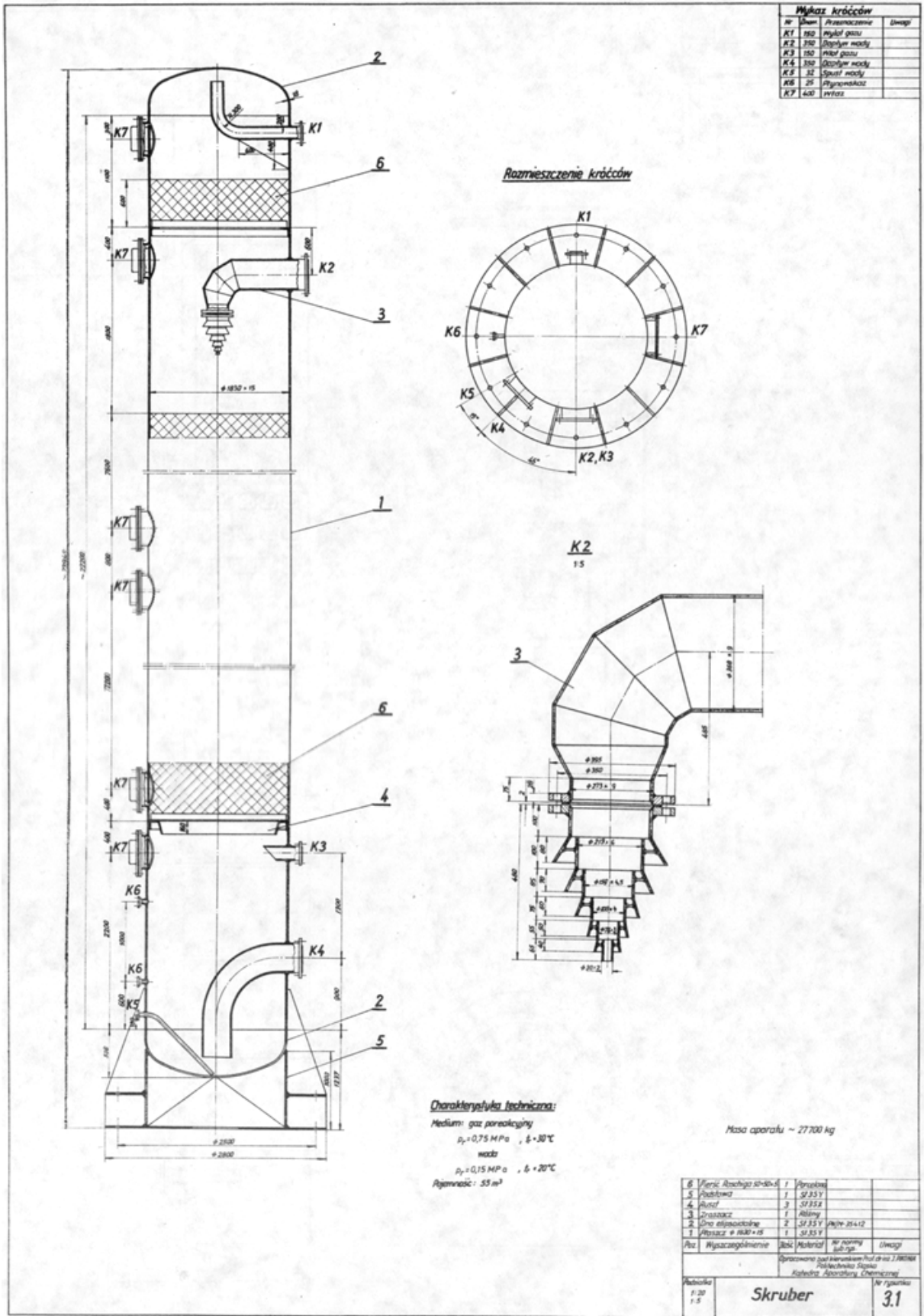
- obrabiarek,
- współrzędnościowych maszyn pomiarowych,
- robotów przemysłowych,
- systemów transportowych.

6. RYSUNKI KONSTRUKCYJNE WYBRANYCH APARATÓW



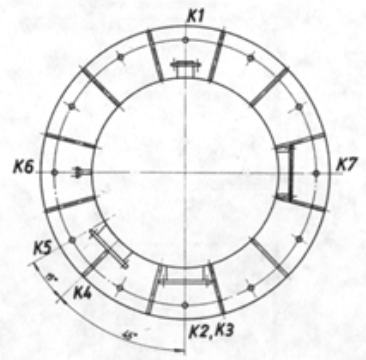




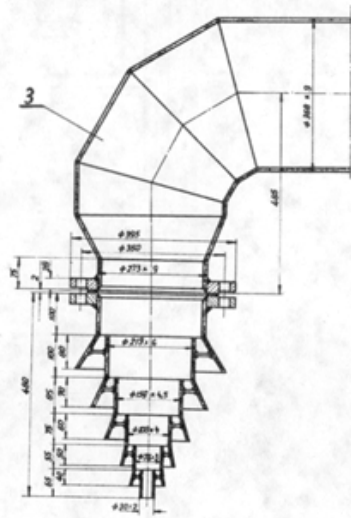


Wykaz króćców		
Nr	Symbol	Przeznaczenie
K1	350	Wylot gazu
K2	350	Wylot wody
K3	150	Wlot gazu
K4	350	Wylot wody
K5	32	Spust wody
K6	25	Przymocowanie
K7	400	Wylot

Rozmieszczenie króćców



K2
1:5

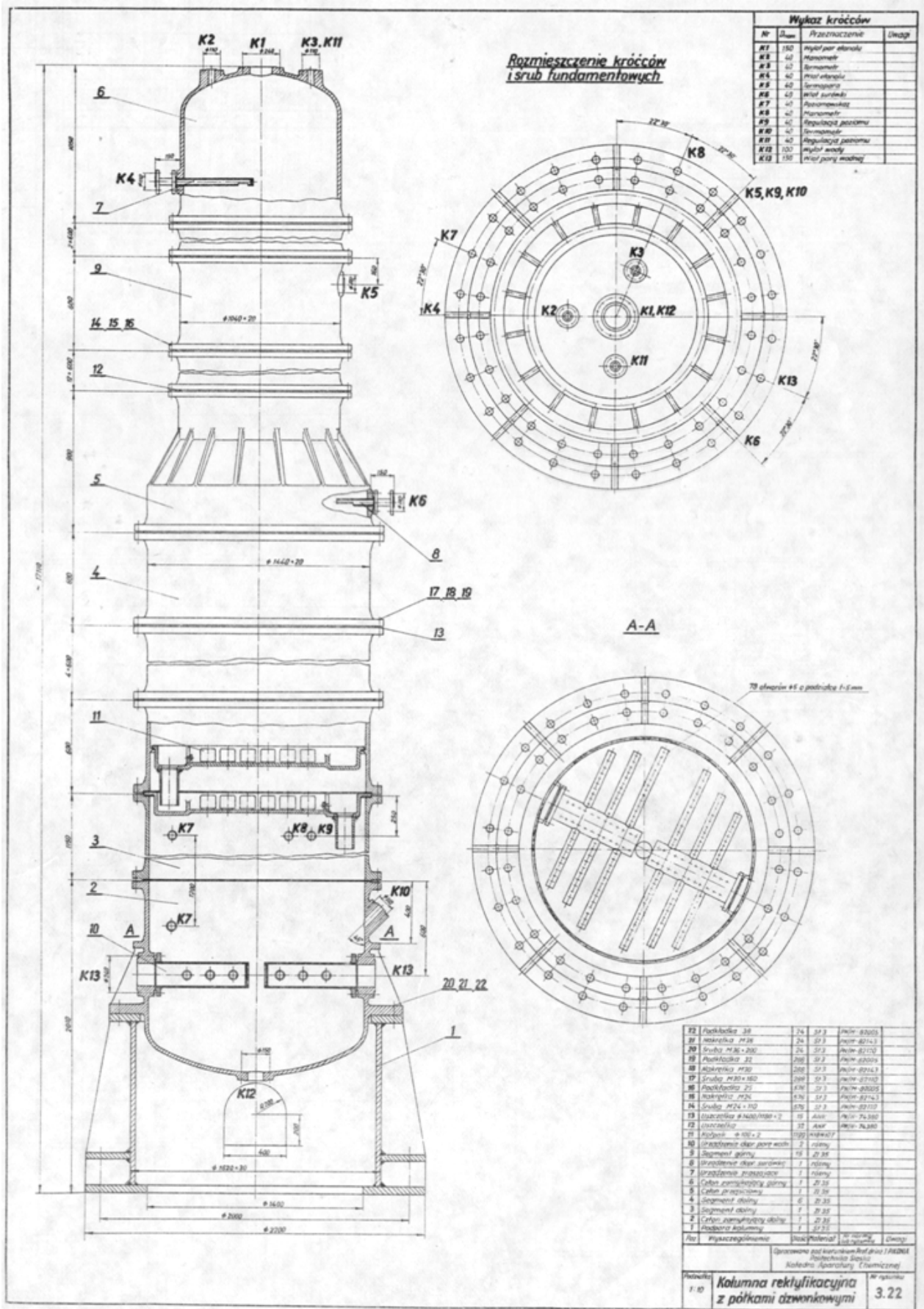


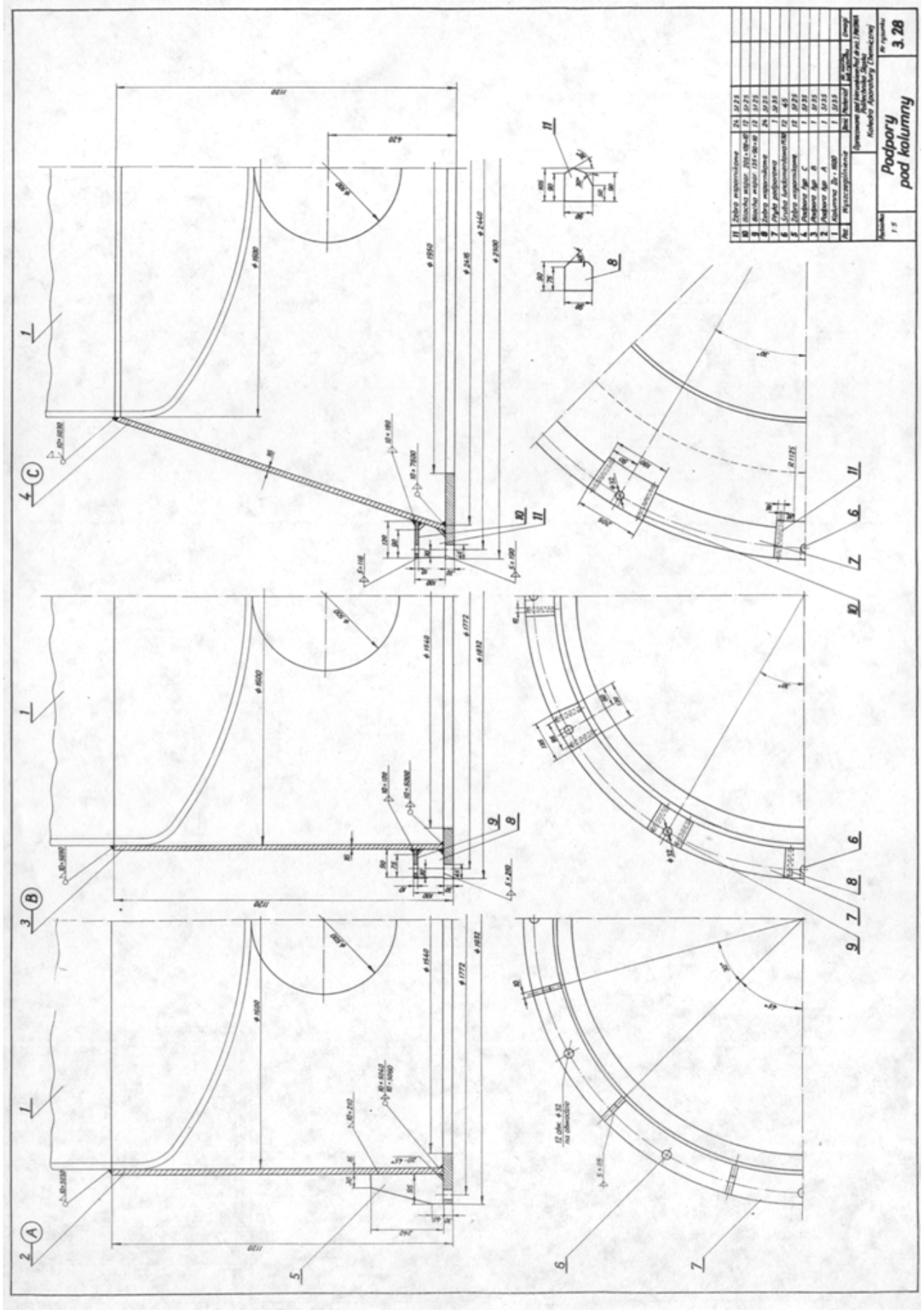
Charakterystyka techniczna:

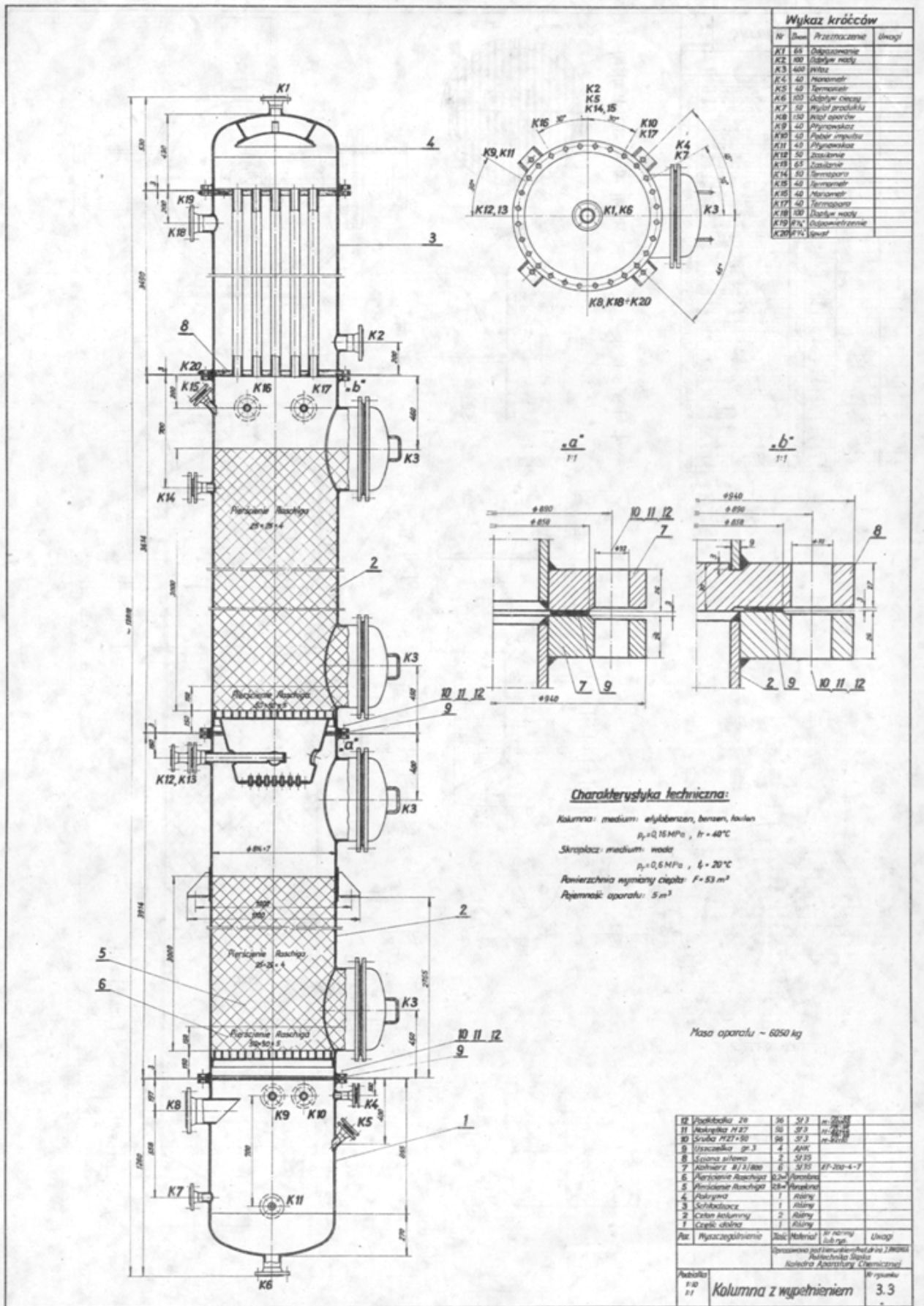
Medium: gaz parociekły
 $p_0 = 0,75 \text{ MPa}$, $t = 30^\circ\text{C}$
 woda
 $p_0 = 0,15 \text{ MPa}$, $t = 20^\circ\text{C}$
 pojemność: 55 m^3

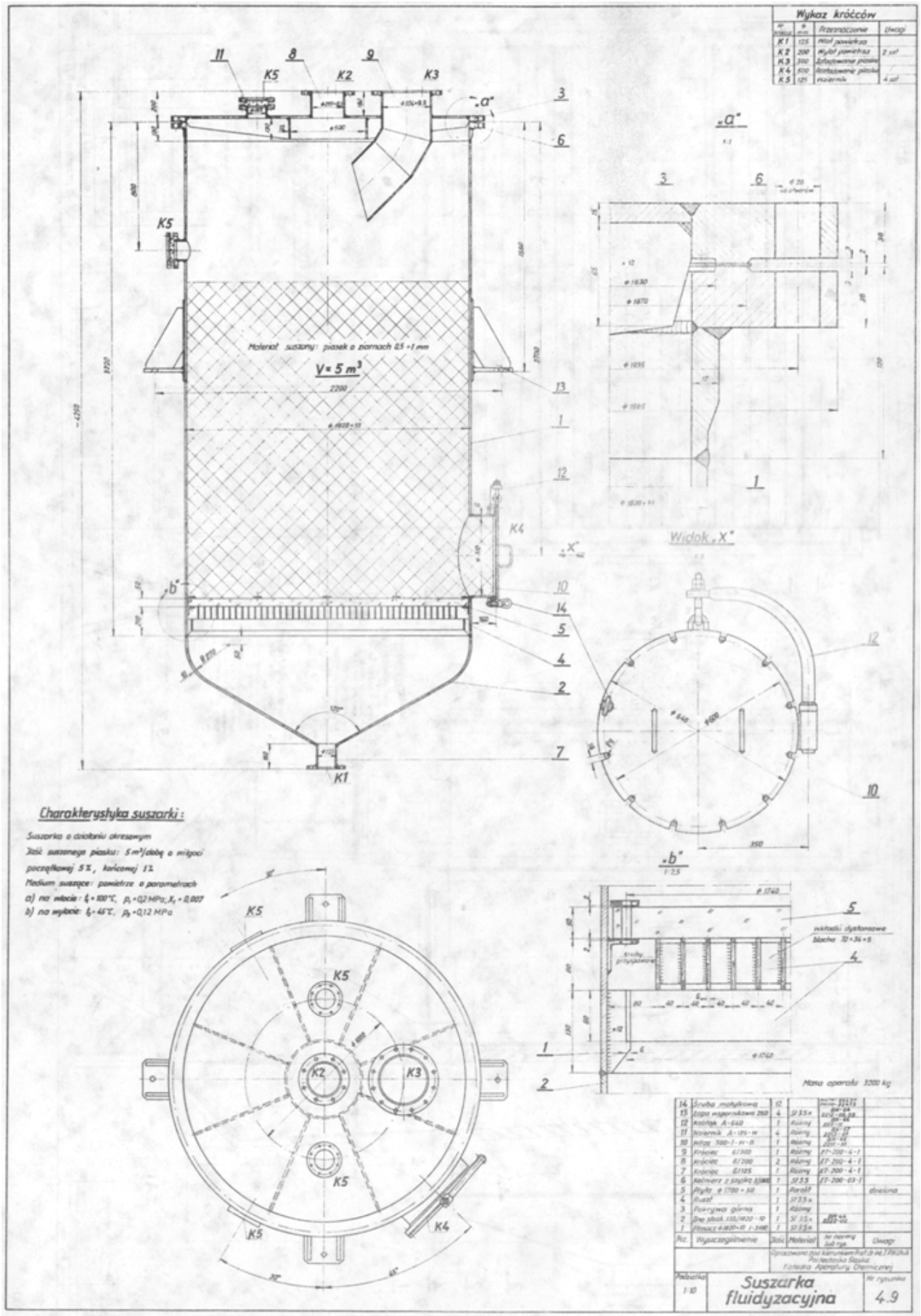
Masa aparatu ~ 27700 kg

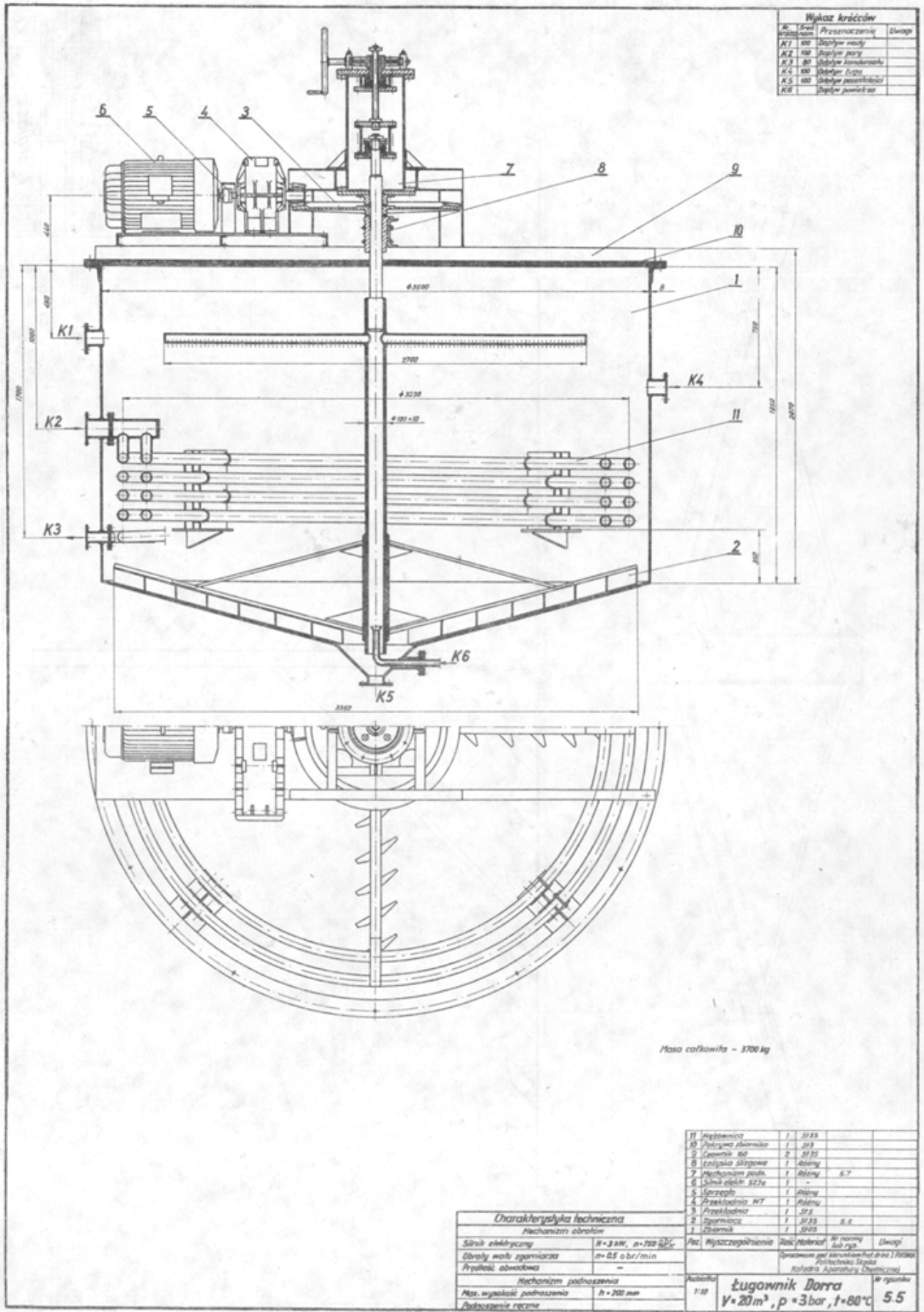
6	Wyciąg	Aluchowy szkielet	1	Skruber		
5	Pachownia	1	SF 35 Y			
4	Wylot	3	SF 35 X			
3	Wylot	1	Aluminiowy			
2	Wylot	2	SF 35 Y			
1	Wylot	1	SF 35 Y			
Wz	Wypoczątkowanie	2	Kolejność	Wz	Wypoczątkowanie	Wz
Opracowano w Zakładzie Poligrafii i Drukarni Politechniki Śląskiej Katedra Aparatury Chemicznej						
Skruber				Nr rysunku 3.1		

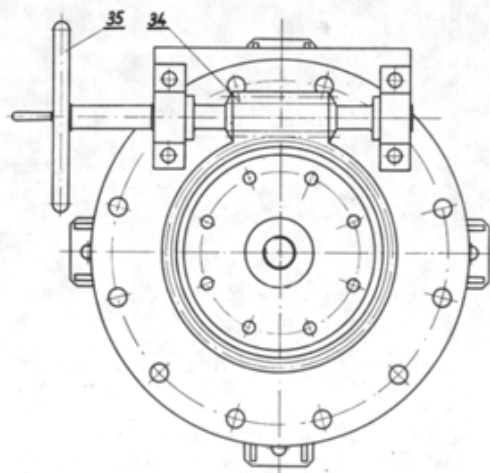
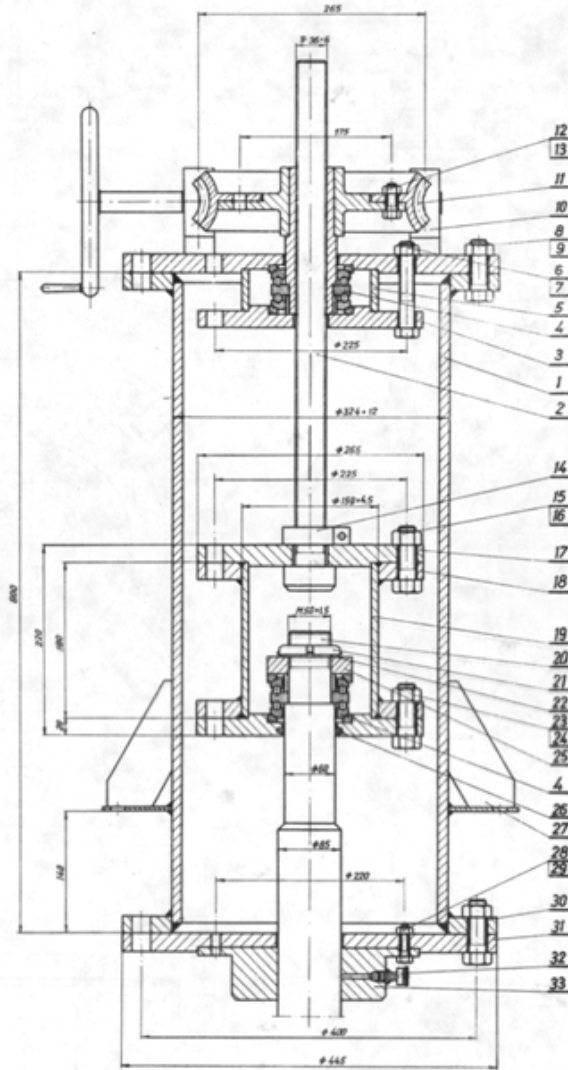






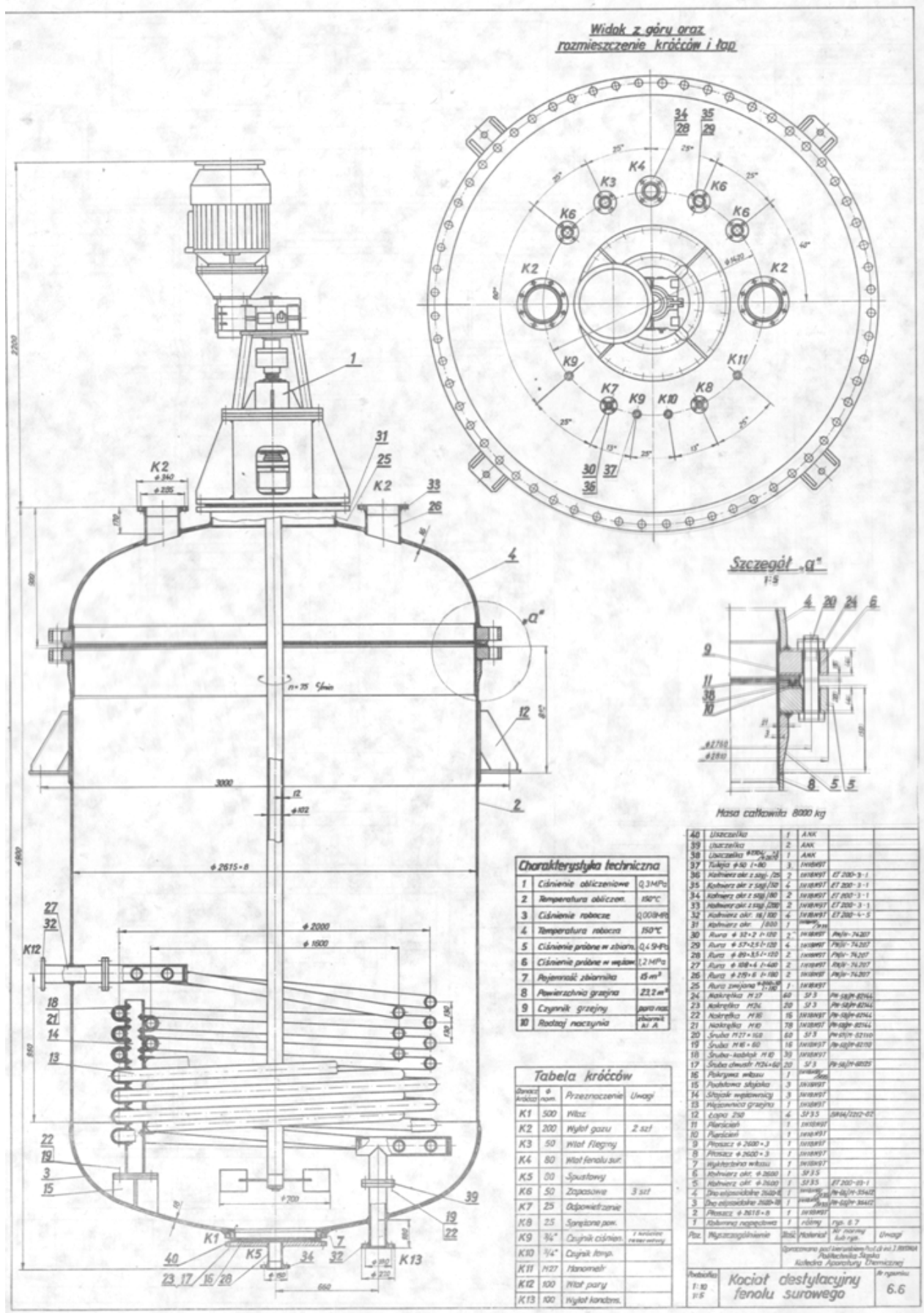


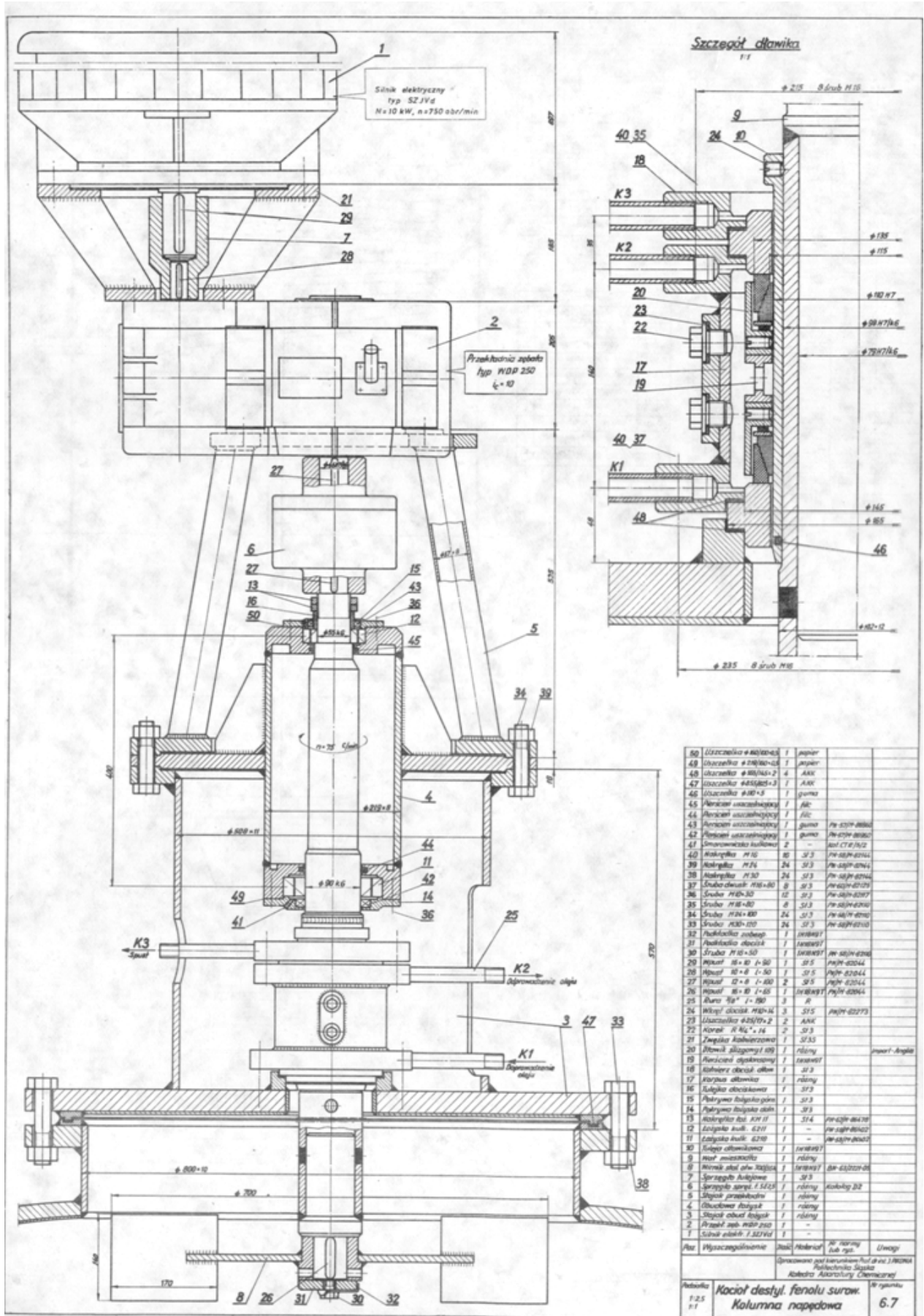


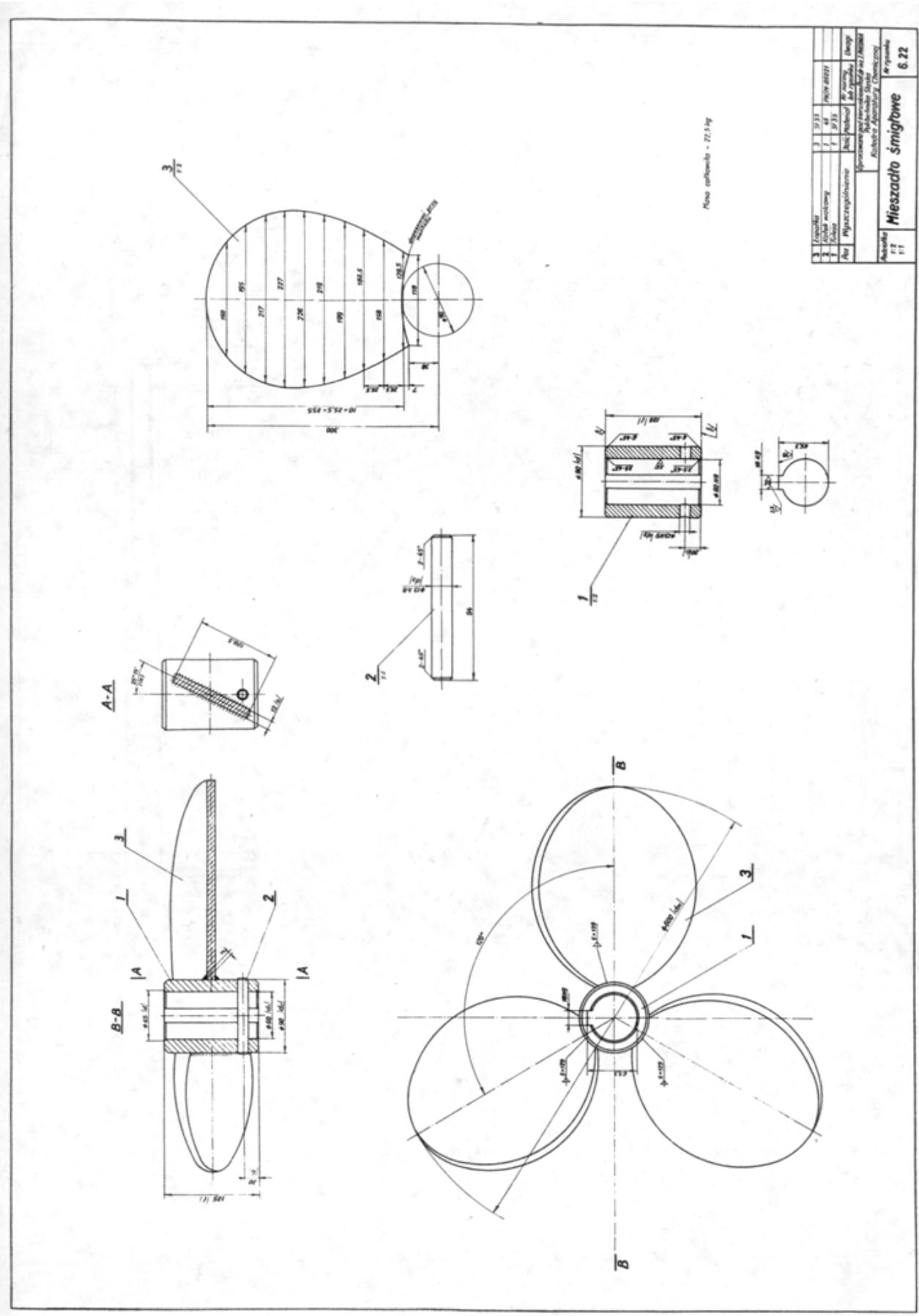


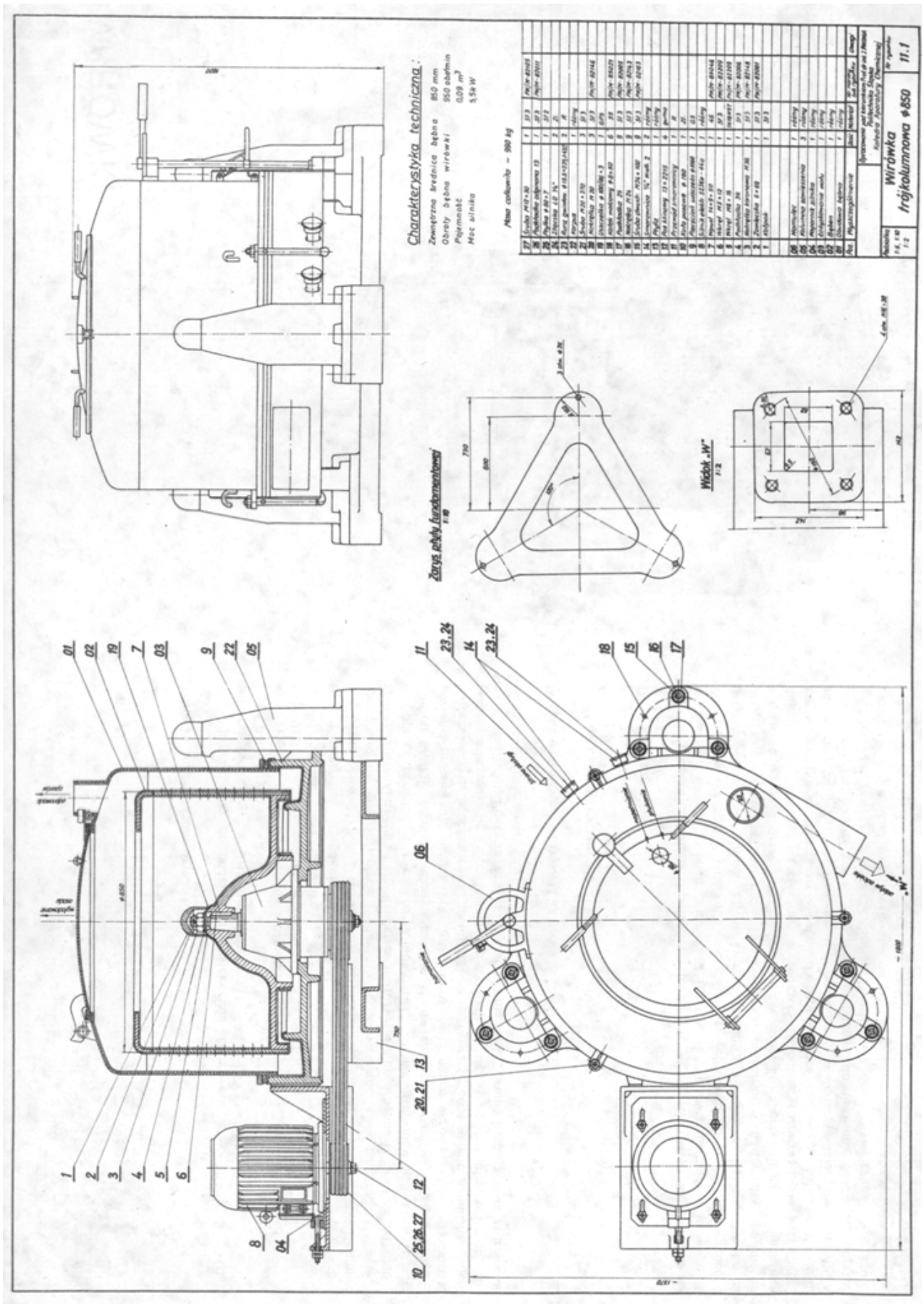
35	Osłona	1	21.08		
34	Śruby	1	S16		
33	Łopatyki ślizgowe	1	21.22		
32	Ślizownica żelazna	1	równy		
31	Rollerz specjalny	1	S13		Pr. 100-0200
30	Rollerz M1200/30	1	S13		Pr. 100-7433
29	Rollerz M12	8	S14		Pr. 100-0200
28	Śruby M12 x 30	8	S13		Pr. 100-0200
27	Łopata smarowa 80	4	S13		Pr. 100-0200
26	Ślizownica żelazna	1	150		Pr. 100
25	Rollerz obrotowy	1	S13		
24	Rollerz M18	8	S14		Pr. 100-0200
23	Śruby M18 x 40	8	S13		Pr. 100-0200
22	Rollerz żelazny	1	S13		Pr. 100-0200
21	Rollerz aluminiowy	1	S14		Pr. 100-0200
20	Rollerz	1	S13		
19	Łopata φ 180 ± 0.05	1	2		
18	Rollerz aluminiowy	2	S13		Pr. 100-7433
17	Rollerz specjalny	1	S13		
16	Rollerz M18	8	S14		Pr. 100-0200
15	Śruby M18 x 40	8	S13		Pr. 100-0200
14	Ślizownica obrotowa	1	S13		
13	Rollerz M12	8	S14		Pr. 100-0200
12	Śruby M12 x 30	8	S13		Pr. 100-0200
11	Ślizownica	1	21.22		
10	Łopatyki ślizgowe	2	21.22		
9	Rollerz M12	24	S14		Pr. 100-0200
8	Śruby M12 x 30	24	S13		Pr. 100-0200
7	Rollerz M18	8	S14		Pr. 100-0200
6	Śruby M18 x 40	8	S13		Pr. 100-0200
5	Rollerz aluminiowy	1	2		Pr. 100-0200
4	Rollerz obrotowy	1	S13		
3	Rollerz specjalny	1	S13		
2	Śruby φ 20 ± 0.05	1	S13		Pr. 100-0200
1	Łopata φ 200 ± 0.1	1	2		

Nazwa		Materiał		Uwagi	
Roz.		Materiał		Uwagi	
Sprawdzono pod kierownictwem Prof. D. W. I. (1986)					
Podpisano: [Plik 1-25]					
Kolekcja Aparatury Ciężarowej					
Nazwa		Mechanizm		w rysunku	
1-25		podnoszenia		5.7	









7. LITERATURA

- [1] Tadeusz DOBRZAŃSKI, Rysunek Techniczny, WNT, Warszawa 2002, wyd. 23 uaktualnione
- [2] Zbigniew LEWANDOWSKI, Zbiór zadań z rysunku technicznego maszynowego, PWN. Warszawa 1979
- [3] Stanisław POLAŃSKI, Aleksander KOWALEWSKI, Jerzy DANILUK, Geometria dla konstruktorów, WNT, Warszawa 1965
- [4] Jerzy PIKOŃ, Podstawy konstrukcji aparatury, PWN, Warszawa 1979
- [5] Thomas E. FRENCH, Charles J. Vierck, The fundamentals of engineering drawing & graphic technology, wyd. czwarte, McGraw – Hill Company 1978.
- [6] A.R.Eide, R.D. Jenison, L.H.Mashaw, Engineering Graphics Problem Books, McGraw – Hill Company 1985.
- [7] Rysunek techniczny I rysunek maszynowy, Zbiór Polskich Norm – Wydawnictwo Normalizacyjne, Warszawa 1997
- [8] T. Winkler, Komputerowy zapis konstrukcji, WNT, Warszawa 1997
- [9] A.Pikoń, AutoCAD 2002 – Pierwsze Kroki, Helion 2002.
- [10] A.Pikoń, AutoCAD 2002, Helion 2002.
- [11] Scheer A.W., ARIS - Modellierungsmethoden, Metamodelle, Anwendungen, 4 wyd. Springer-Verlag, Berlin Heidelberg, 2001, ISBN-3-540-41601-3)
- [12] Chlebus E., Techniki komputerowe CAx w inżynierii produkcji, WNT, Warszawa 2000
- [13] Sielicki A., Jeleniewski T., Elementy metodologii projektowania technicznego, WNT, Warszawa, 1980
- [14] Sydor M., Wprowadzenie do CAD. Podstawy komputerowo wspomaganego projektowania. Warszawa: Wydawnictwo Naukowe PWN, 2009, ISBN 978-83-01-15822-4