

1.11 Uproszczenia rysunkowe

Odwzorowanie przedmiotów w sposób bardzo dokładny sprawiałoby duży kłopot, a do tego byłoby bardzo pracochłonne i zmniejszałoby czytelność rysunku. Dlatego dopuszcza się, dla elementów często występujących w technice, możliwość uproszczenia pewnych szczegółów. Uproszczenie polega na zastąpieniu najbardziej skomplikowanych i trudnych do narysowania linii przedmiotu liniami łatwiejszymi do rysowania. Zgodnie z normami stosowane są dwa stopnie uproszczeń:

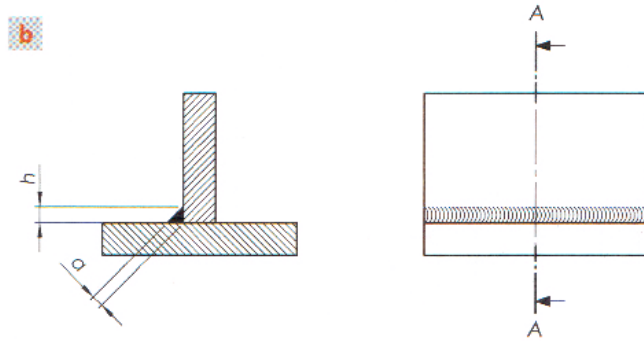
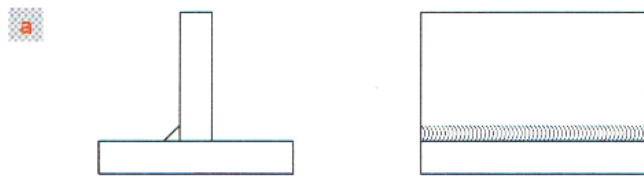
- I stopień, wykorzystywany głównie w rysunkach wykonawczych,
- II stopień, jeszcze mniej szczegółowy niż I stopień, stosowany na rysunkach złożeniowych.

Najczęściej uproszczenia rysunkowe dotyczą połączeń elementów maszyn oraz schematów mechanizmów i maszyn. Ogólnie rzecz biorąc, połączenia można podzielić na **nierozłączne** i **rozłączne**. Połączenia **nierozłączne** podczas próby rozdzielenia elementów ulegają bezpowrotnemu zniszczeniu w przeciwieństwie do rozłącznych, które można wykorzystać ponownie. Do nierozłącznych należą np. połączenia nitowe, spawane, zgrzewane, lutowane, klejone i zszywane. Do **rozłącznych** zaliczamy m.in. połączenia gwintowe, wielowypustowe, wielokarbowe, kołkowe, sworzniowe.

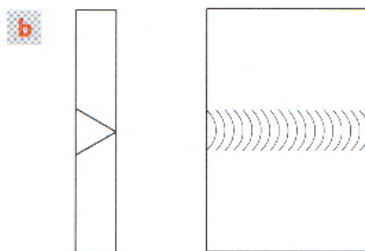
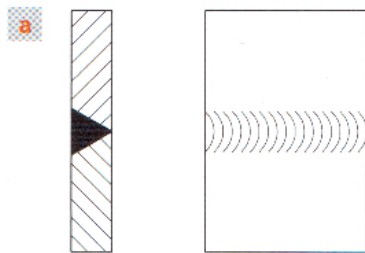
1.11.1 Uproszczenia połączeń nierozłącznych

Spawanie polega na łączeniu metalowych części w sposób trwały spoiną otrzymaną w wyniku stopienia dodatkowego spoiwa oraz nadtopienia łączonych materiałów. Zewnętrzna część spoiny, patrząc od strony jej układania, nazywana jest licem, a przeciwległą jej stronę – granią. Jest wiele rodzajów spoin spotykanych w technice. Podstawowymi rodzajami są **spoina czołowa** i **spoina pachwinowa**. Rzadziej spotykane to **spoina brzeźna**, **otworowa** albo **grzbietowa**. W zasadzie wszystkie podane rodzaje spoin na rysunku w uproszczeniu wyglądają tak samo. Różnice zaobserwujemy w oznaczeniach. Widok spoiny od strony lica, tak jak widok od strony grani, jest dla spoin podobny. Różnice będą widoczne w wyglądzie przekroju bądź widoku od przodu. W ten sposób lub poprzez samo oznaczenie można przekazać informację o kształcie i wymiarach spoiny. W rzeczywistości po przetopie spoiny wyglądają podobnie. Wyraźne różnice występują podczas przygotowania elementów łączonych do spawania. Najwięcej różnych rodzajów znajdziemy wśród spoin czołowych.

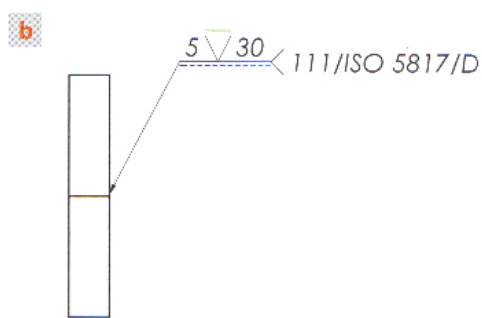
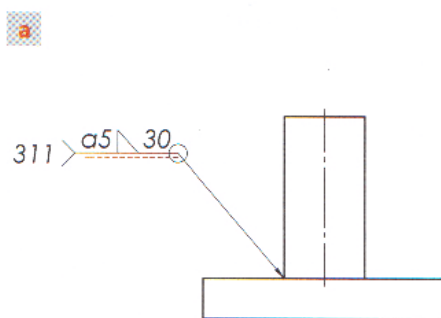
Widok i przekrój **spoiny pachwinowej** pokazano na rysunku 1.73, a **spoinę czołową** w kształcie litery V na rysunku 1.74. Zarys przekroju lub widoku od przodu rysuje się linią ciągłą grubą. Przy widoku od strony lica używa się łuków rysowanych linią ciągłą cienką. Natomiast grań należy rysować linią ciągłą grubą, a niewidoczne wtedy lico liniami cienkimi kreskowymi w postaci łuków.



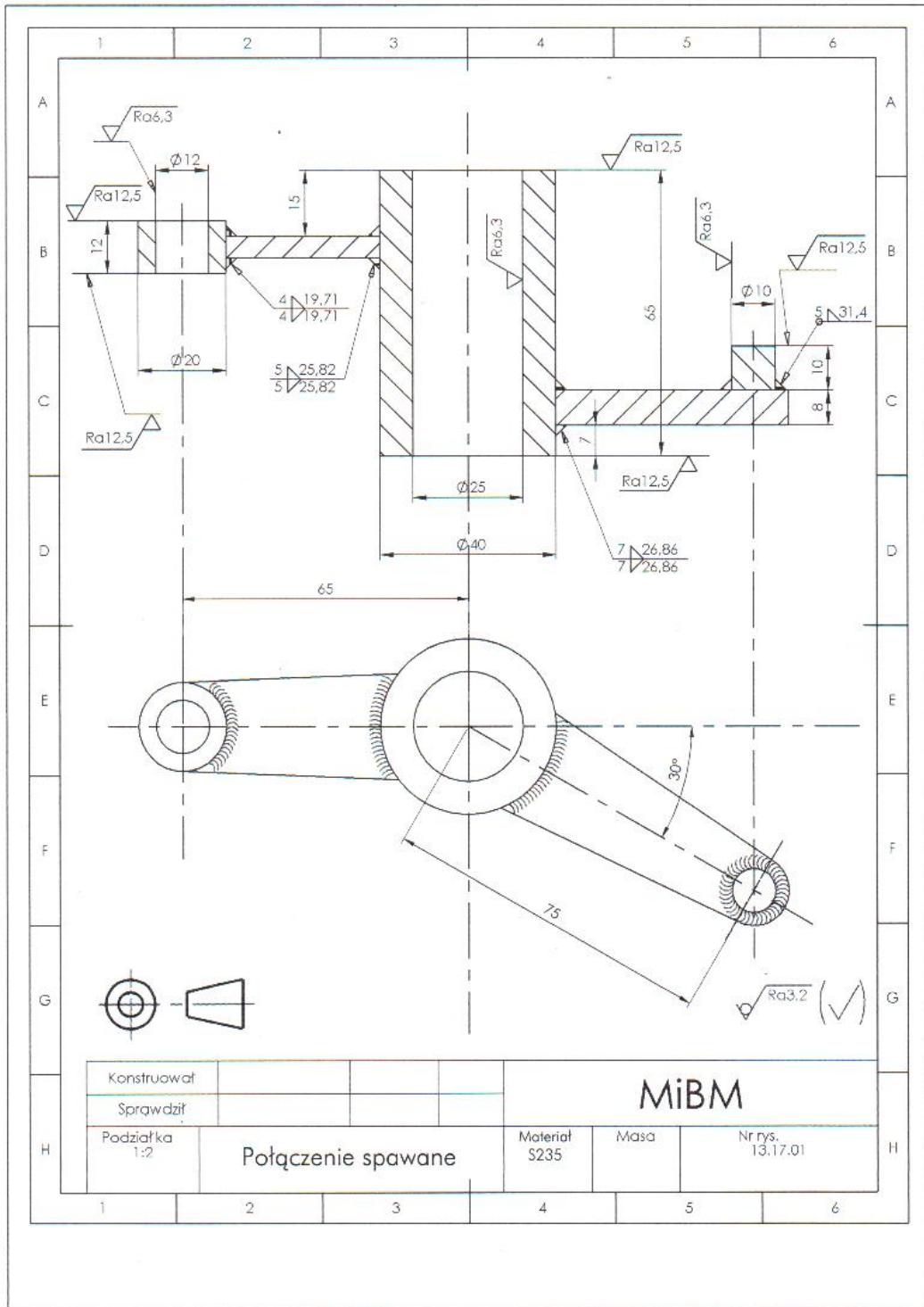
Rys. 1.73 Widok i przekrój spoiny pachwinowej



Rys. 1.74 Przekrój i widok spoiny czołowej



Rys. 1.75 Rysunek spoin w uproszczeniu z oznaczeniami



Rys. 1.76 Element spawany










Podstawowe elementy stanowiące oznaczenie spoiny to umieszczone na linii identyfikacyjnej:

- charakterystyczny wymiar przekroju poprzecznego,
- umowny znak spoiny,
- charakterystyczny wymiar przekroju wzdłużnego.

Przykłady oznaczenia spoin pachwinowej i czołowej podano na rysunku 1.75. Wykaz znaków określających rodzaj i kształt poszczególnych spoin podano w tabelicy 1-14.

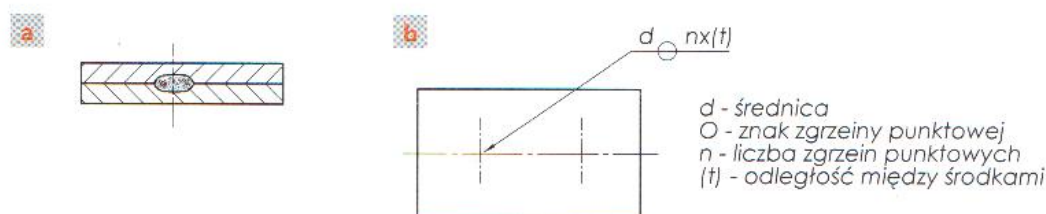
Tego rodzaju oznaczenia stosuje się na rysunku opisującym sposób wykonania przedmiotu spawanego (patrz rys. 1.76).

Tabl. 1-14 Rodzaje spoin

Nazwa spoiny	Przekrój spoiny	Symbol spoiny	Nazwa spoiny	Przekrój spoiny	Symbol spoiny
Czołowa I			Grzbietowa		
Czołowa V		∨	Otworowa okrągła i podłużna		┌┐
Czołowa 1/2 V		∨	Brzeżna z brzegami podwiniętymi przetopionymi		┌┐
Czołowa Y		Y	Pachwinowa		└┘
Czołowa 1/2 Y		Y			

Podobnym technologicznie do spawania sposobem łączenia elementów jest **zgrzewanie**. W tym przypadku w czasie łączenia nie doprowadza się materiału do stanu ciekłego, lecz do stanu plastycznego (tzw. ciastowatości), a połączenie uzyskuje się przez silny docisk elementów do siebie. Podstawowe rodzaje zgrzein to **punktowe** i **liniowe**. W przemyśle samochodowym jest to główna metoda łączenia blach na nadwozia.

Połączenia zgrzewane przedstawia się w sposób umowny. W uproszczeniu zgrzeinę rysuje się tylko wtedy, gdy trzeba w sposób obrazowy przedstawić jej kształt. Zdarza się to niezmiernie rzadko. Na rysunku 1.77a pokazano, w przekroju, takie właśnie rozwiązanie. Najczęściej połączenie przedstawia się w sposób umowny, oznaczając miejsce położenia oraz podając na linii odniesienia umowne symbole dotyczące rodzaju, wielkości, liczby zgrzein i odległości między nimi (rys. 1.77b). Wymiarem charakteryzującym zgrzeinę



Rys. 1.77 Połączenie zgrzewane

a - uproszczenie w przekroju, b - umowne oznaczenie zgrzeiny punktowej

punktową jest jej średnica, a zgrzeinę liniową – jej szerokość. Te wymiary podaje się przed umownym symbolem, a pozostałe wielkości po nim.

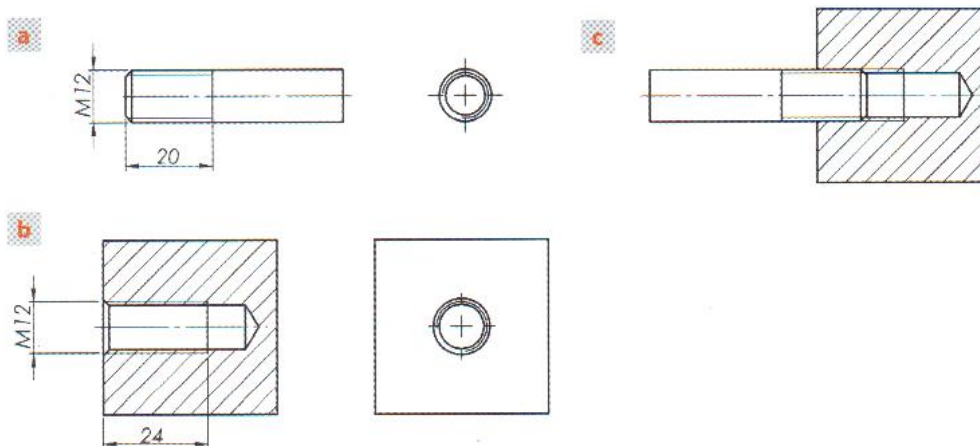
1.11.2 Uproszczenia połączeń rozłącznych

Połączenia gwintowe

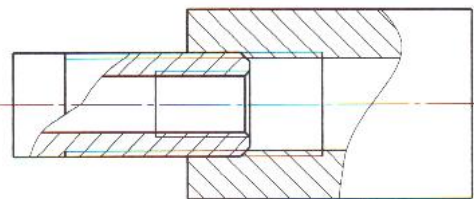
Do grupy połączeń rozłącznych należą połączenia gwintowe, które z uwagi na prostotę montażu, łatwość demontażu i możliwość wielokrotnego wykorzystania są najczęściej stosowane w technice. Niestety, ich kształt jest bardzo trudny do odtworzenia. Pomocna w tym przypadku jest norma dotycząca szczegółowych i uproszczonych zasad rysowania gwintów. Zgodnie z nią gwinty można rysować w uproszczeniu w następujący sposób:

- powierzchnię wierzchołków rysuje się linią ciągłą grubą, czyli tak jak element wyglądałby przed nagwintowaniem;
- powierzchnię dna bruzd gwintu rysuje się linią ciągłą cienką;
- zakończenie gwintu rysuje się linią ciągłą grubą, poprzeczną do osi gwintu; w przekrojach płaszczyzną przechodzącą przez oś gwintu zakończenie musi kończyć się krótkimi liniami grubymi między zarysem a dnem bruzdy i ewentualnie można dorysować linią cienką przerywaną łączącą te linie grube (patrz rys. 1.79).

Ponadto, stosownie do wymagań normy, odległość między linią grubą (zarysem przedmiotu) i cienką (obrazującą gwint) powinna być w przybliżeniu równa głębokości



Rys. 1.78 Uproszczenia rysunkowe gwintów
 a – zewnętrznego, b – wewnętrznego, c – połączenia gwintów wewnętrznego i zewnętrznego



Rys. 1.79 Połączenie gwintowe rur

gwintu, ale nie mniejsza niż 0,7 mm lub podwójnej grubości linii grubej. W rzucie na płaszczyznę prostopadłą do osi gwintu linia cienka powinna mieć długość około $3/4$ okręgu (z przerwą w dowolnym miejscu) i nie powinna zaczynać się ani kończyć na osiach symetrii (patrz rys. 1.78).

W przypadku rysowania połączenia gwintowego należy pamiętać, że śrub się nie przecina, a w połączeniach element z gwintem zewnętrznym zasłania element z gwintem wewnętrznym. Te podstawowe reguły zilustrowano na rysunkach 1.78a oraz 1.78b.

Wyjątek, ukazujący przekrój śruby, przedstawiono na rysunku 1.79, gdzie nagwintowany element jest wkręcony w rurę, stanowiącą swego rodzaju nakrętkę. Wyrwanie ukazuje szczegóły gwintu zewnętrznego i wewnętrznego oraz linie przejścia pomiędzy nimi.

W rzeczywistości spotyka się wiele odmian i rodzajów elementów gwintowanych z uwagi na wszechstronność zastosowań. Podstawowe rodzaje oraz sposób ich przedstawiania na rysunku podano w tablicach 1-15 do 1-19.

Tabl. 1-15 Podstawowe rodzaje śrub

Lp.	Rysunek szczegółowy	Przedstawienie	
		uproszczone	umowne
1			—
2			—Y
3			—
4			—

Oznaczenie gwintu składa się z:

- symbolu rodzaju gwintu;
- średnicy gwintu;
- długości lub głębokości gwintu (jeśli otwór gwintowany jest nieprzelotowy).

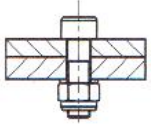
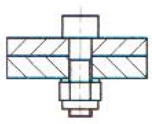
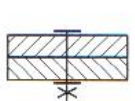
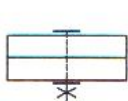
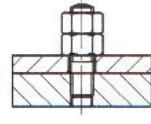
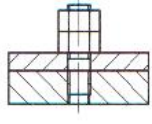
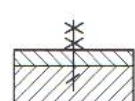
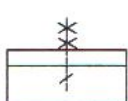
Tabl. 1-16 Podstawowe rodzaje nakrętek

L.p.	Rysunek szczegółowy	Przedstawienie	
		uproszczone	umowne
1			

Tabl. 1-17 Podstawowe rodzaje podkładek i zawlecza

L.p.	Rysunek szczegółowy	Przedstawienie	
		uproszczone	umowne
1			
2			

Tabl. 1-18 Podstawowe sposoby łączenia elementów za pomocą połączeń gwintowych

L.p.	Rysunek szczegółowy	Przedstawienie		
		uproszczone	umowne	
			w przekroju	w widoku
1				
2				

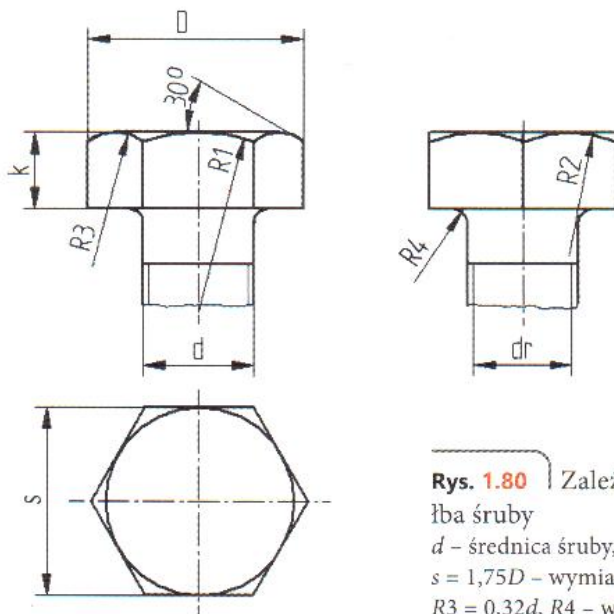
Tabl. 1-19 Oznaczenia gwintów

Rodzaj gwintu	Oznaczenie	Przykład
Metryczny zwykły	M	M8
Metryczny drobnozwojny	M	M12×1
Całowy		1/2"
Rurowy walcowy	G	G1/2"
Rurowy stożkowy	R; Rc	Rc>1/2"
Trapezowy symetryczny	Tr	Tr48×8
Trapezowy niesymetryczny	S	S48×8
Okrągły	Rd	Rd40
Stożkowy metryczny	MK	MK20
Edisona	E	E27
Do zaworów do dętek	Ven	Ven6
Lewy	LH	M8LH
Wielokrotny	Z-krotny	2-krotny

Do trudniejszych elementów rysunkowych należy sześciokątny łeb śruby. Ponieważ jednak ten element jest często odtwarzany, na rysunku 1.80 pokazano zależności geometryczne między poszczególnymi wymiarami łba.

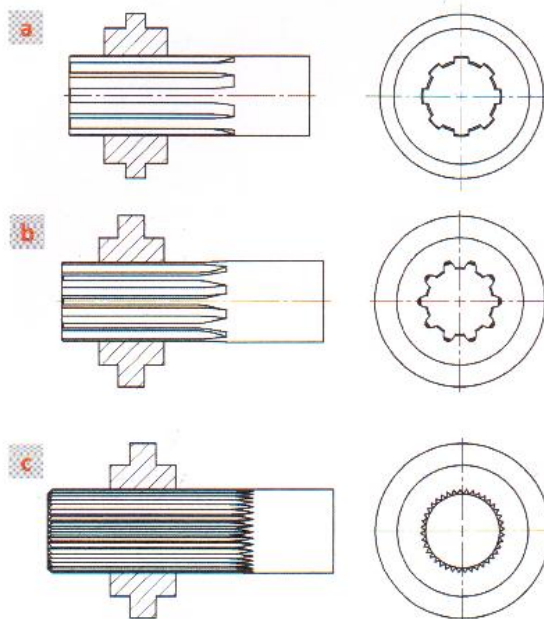
Połączenia kształtowe

Połączenia rozłączne to nie tylko połączenia śrubowe. Należą do nich również odpowiednio ukształtowane zakończenia osi i wałów współpracujące z innymi częściami. Są to połączenia wielowypustowe równoległe, ewolwentowe i wielokarbowe. Mimo że są podobne, można je rozróżnić po kształcie w przekroju pojedynczego wypustu. Wielowypusty równoległe mają boczne ścianki równoległe do siebie, przez co przypominają



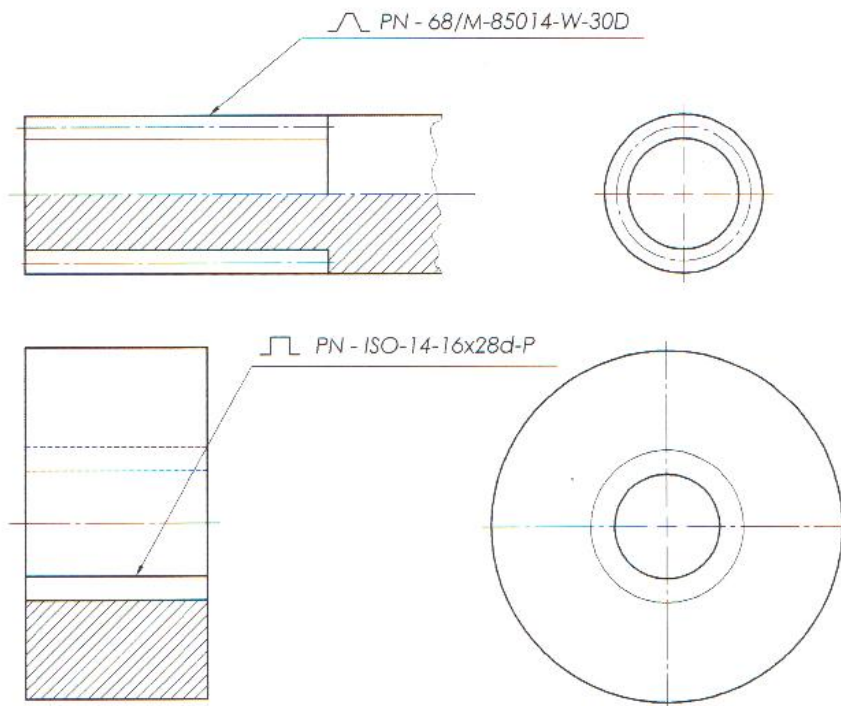
Rys. 1.80 Zależności geometryczne między wymiarami łba śruby

d – średnica śruby, $d_r = 0,8d$ – średnica rdzenia śruby, $D = 2d$,
 $s = 1,75D$ – wymiar pod klucz, $k = 0,7d$, $R1 = 1,5d$, $R2 = d$,
 $R3 = 0,32d$, $R4$ – wartość z tablic



Rys. 1.81 Połączenia wielowypustowe
 a – równoległe,
 b – ewolwentowe,
 c – wielokarbowe

prostokąt. Nazwa wielowypustu ewolwentowego wywodzi się od zarysu powierzchni bocznej wypustu, przypominającego kształtem zęb koła zębatego. Przekrój pojedynczego wypustu wielokarbowego swym kształtem przypomina trójkąt równoboczny. Jego ścianki boczne są nachylone względem siebie pod kątem 60° . Można narysować je w sposób rzeczywisty lub uproszczony. Przykłady złączy wielowypustowych podano na rysunku 1.81.



Rys. 1.82 Oznaczanie połączeń wielowypustowych

Oczywiście, w tym przypadku także łatwiej jest posługiwać się uproszczeniem rysunkowym, bowiem wymienione rodzaje wielowypustów w uproszczeniu różnią się tylko oznaczeniami. Kształt jest taki sam i przypomina połączenie gwintowe. W przekroju nie zakreskuje się wypustu, a dno rowka rysuje linią grubą. Wszystkie wielkości połączenia wielowypustowego są znormalizowane i powinny być podawane w następującej kolejności:

- znak graficzny wielowypustu,
- oznaczenie normy,
- poprzedzona myślnikiem liczba wypustów,
- poprzedzone znakiem „x” wymiary charakterystyczne dla danego rodzaju wielowypustu, jak np. wartość średnicy wrębów, tolerancja wykonania wymiaru, rodzaj połączenia (np. P – przesuwne). Przykłady oznaczeń podano na rysunku 1.82.

Sprężyny

Sprężyny należą także do elementów o skomplikowanych kształtach, które można narysować w uproszczeniu. Charakterystyczną cechą sprężyn jest zdolność do odkształceń odwracalnych. Dzięki odpowiedniej budowie oraz materiałowi, z którego są wykonane, mogą zmieniać swoje wymiary pod wpływem działającej siły. Te zależności można odzwierciedlić w postaci wykresu. Rysunek sprężyny powinien odwzorowywać jej kształt w widoku lub przekroju, zawierać charakterystykę w postaci wykresu oraz tabelę z charakterystycznymi parametrami i wymaganiami technicznymi.

Sprężyny można podzielić na wiele rodzajów, w zależności od zastosowanych kryteriów. Przykładowo, zależnie od rodzaju dominujących naprężeń, można wyróżnić sprężyny:

- ściskane,
- rozciągane,
- skręcane,
- zginane,
- o złożonym stanie naprężeń.

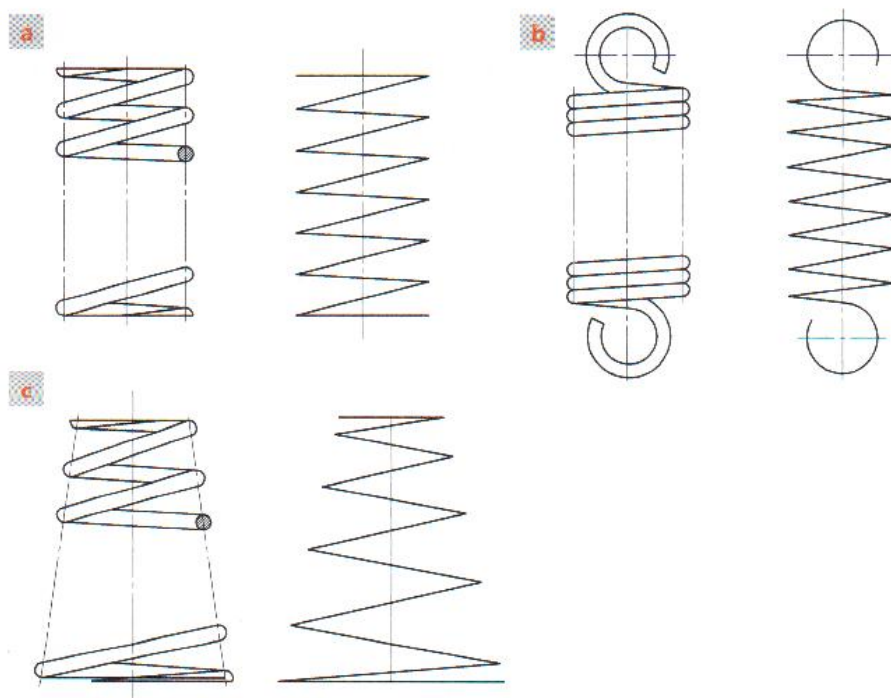
W zależności od cech konstrukcyjnych, głównie kształtu, rozróżnia się sprężyny:

- śrubowe walcowe, stożkowe, baryłkowe,
- talerzowe,
- spiralne,
- wielopłytkowe,
- inne.

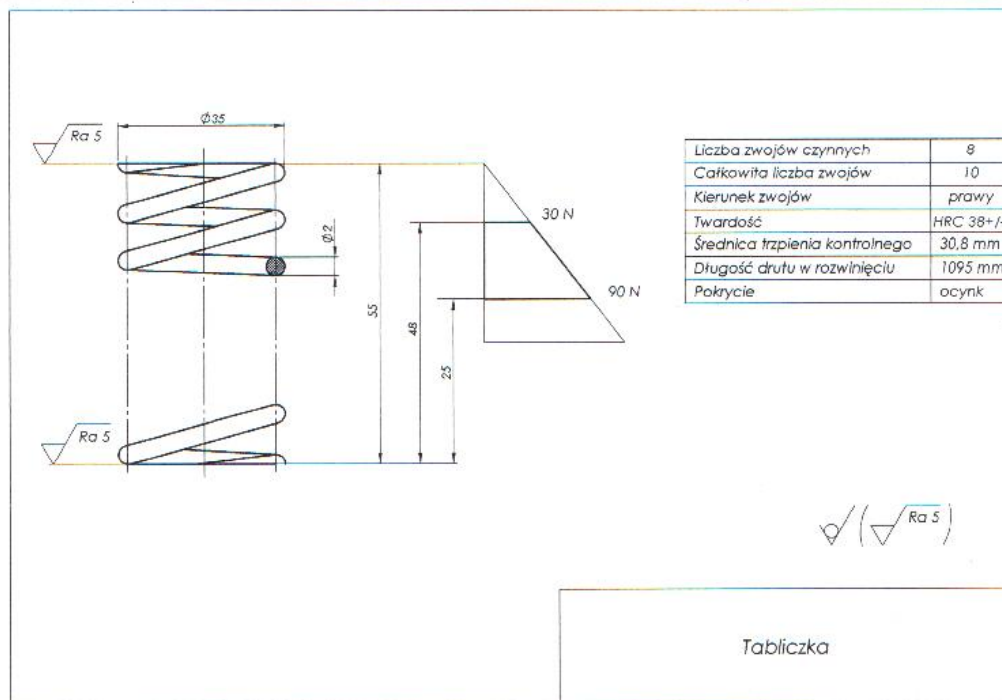
Po przykładowo przedstawionych podziałach widać, jak trudno jest znaleźć uniwersalne rozwiązanie oddające wszystkie cechy sprężyny. Na rysunku 1.83 pokazano kształty sprężyny śrubowej walcowej ściskanej, sprężyny rozciąganej i sprężyny stożkowej. W pojazdach samochodowych tego typu elementy występują dość często.

Sam rysunek bez dodatkowych informacji nie jest wystarczający, aby wykonać sprężynę. Dodatkowo należy podać zmianę wymiarów pod wpływem zmiany wartości działającej siły oraz takie wielkości, jak:

- liczba zwojów czynnych,
- całkowita liczba zwojów,
- kierunek zwojów (lewy lub prawy),
- twardość materiału,



Rys. 1.83 Przykłady dokładnego i uproszczonego rysowania sprężyn
a – walcowej ściskanej, *b* – walcowej rozciąganej, *c* – stożkowej



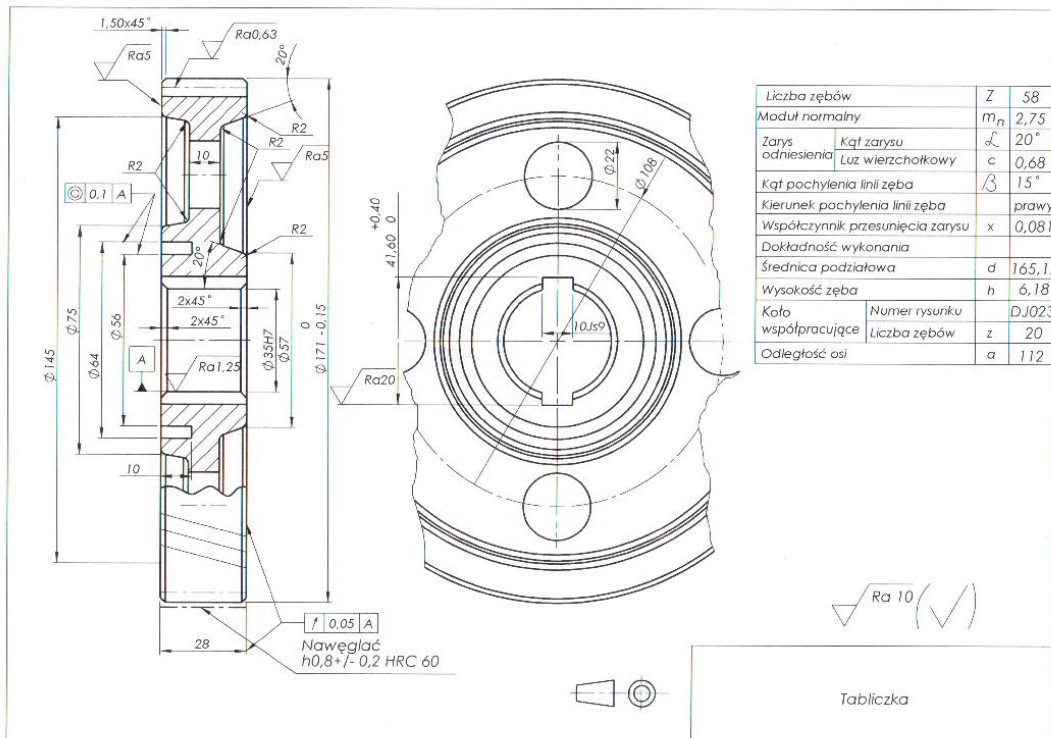
Rys. 1.84 Rysunek wykonawczy sprężyny

- średnica elementu do kontroli sprężyny,
- całkowita długość drutu na sprężynę,
- rodzaj pokrycia ochronnego lub dekoracyjnego.

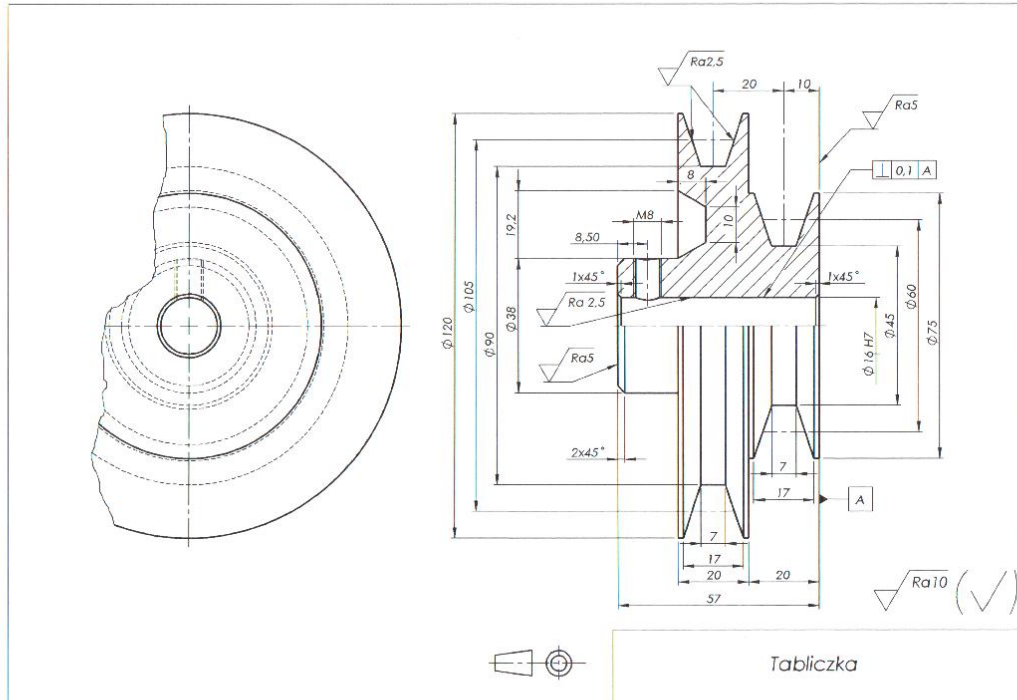
Sposób zakończenia sprężyn opisuje się zgodnie z ogólnymi zasadami wymiarowania. Przykład rysunku wykonawczego typowej sprężyny pokazano na rysunku 1.84.

Napędy

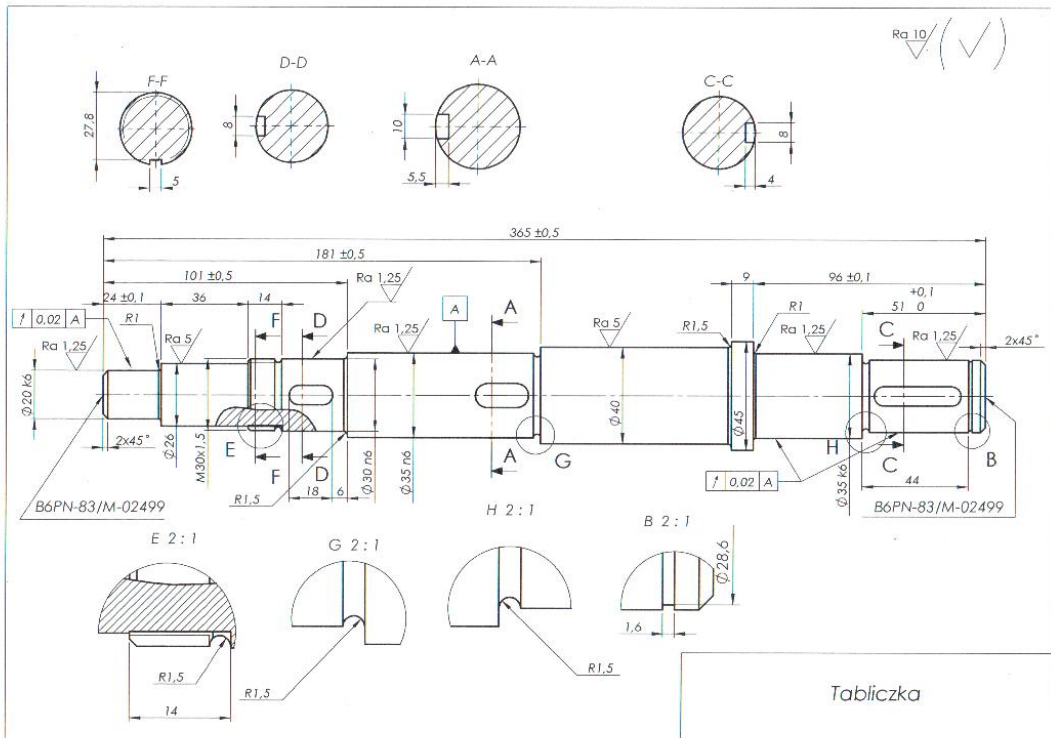
Działanie każdej maszyny jest związane z przeniesieniem siły, prędkości obrotowej lub jakiegoś ruchu. Sposobów przenoszenia jest wiele, ale najczęściej odbywa się to za pomocą typowych elementów. Głównie są to osie, wały, koła pasowe i zębate, przekładnie łańcuchowe, zębatki, mechanizmy zapadkowe, ślimaki i ślimacznice itp. Również dla tych elementów znaleziono sposób na jak najprostsze, a zarazem wyczerpujące oddanie ich kształtu i właściwości przy zachowaniu poprzednio podanych zasad (patrz rys. 1.85 do 1.89).



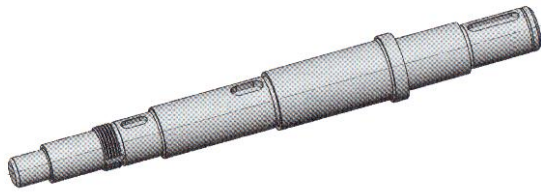
Rys. 1.85 Rysunek koła zębatego



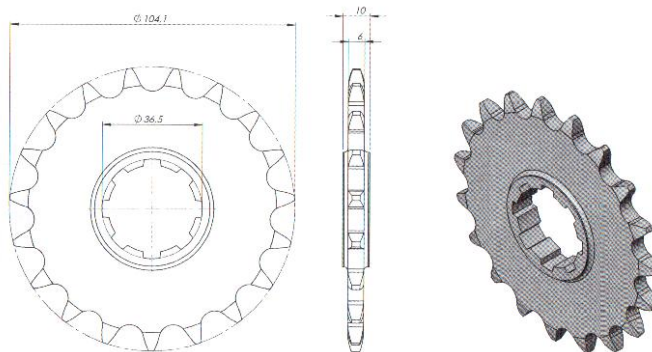
Rys. 1.86 Rysunek koła pasowego



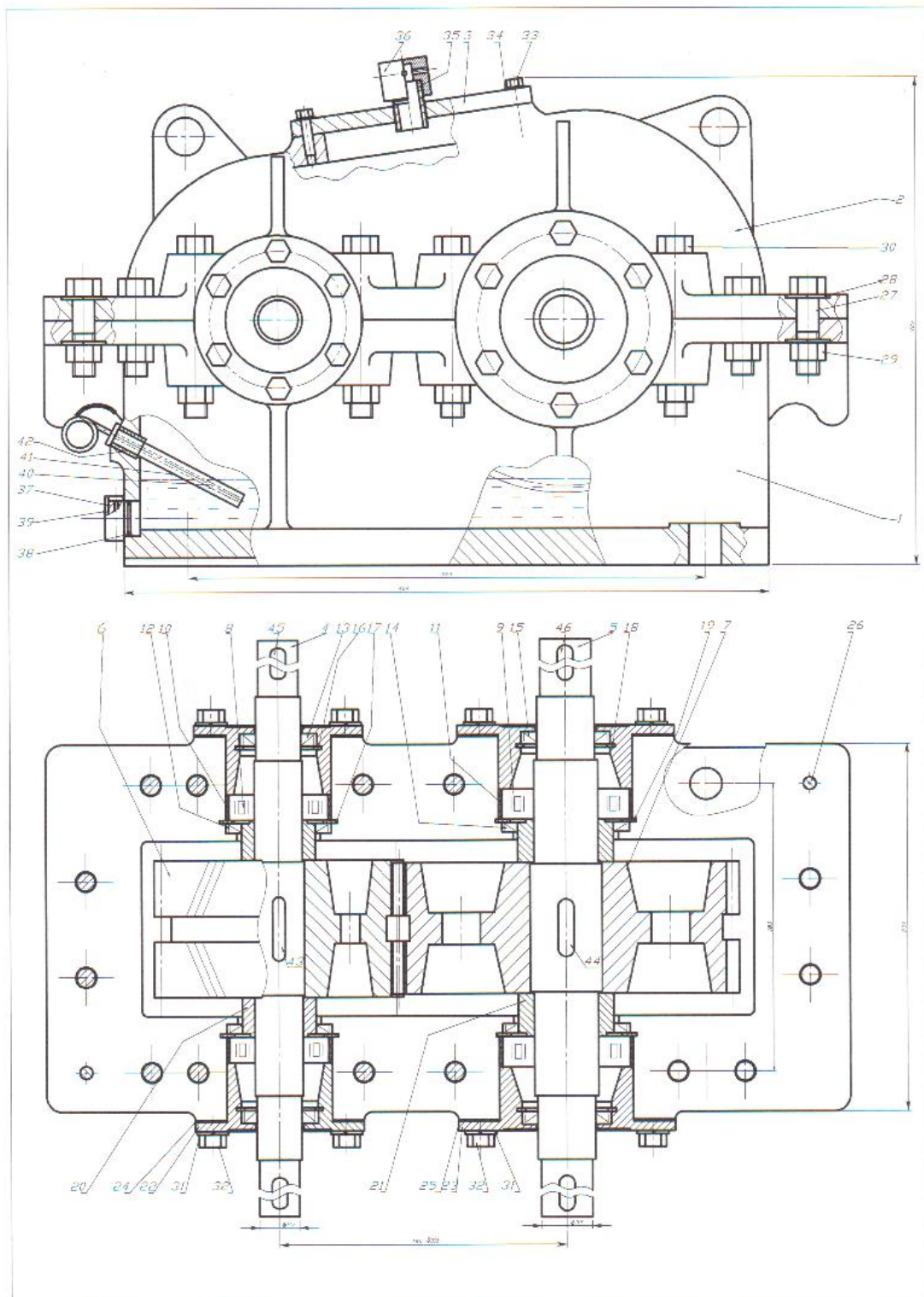
Rys. 1.87 Rysunek wałka



Rys. 1.87 cd. Rysunek wałka



Rys. 1.88 Rysunek koła zębatego łańcuchowego

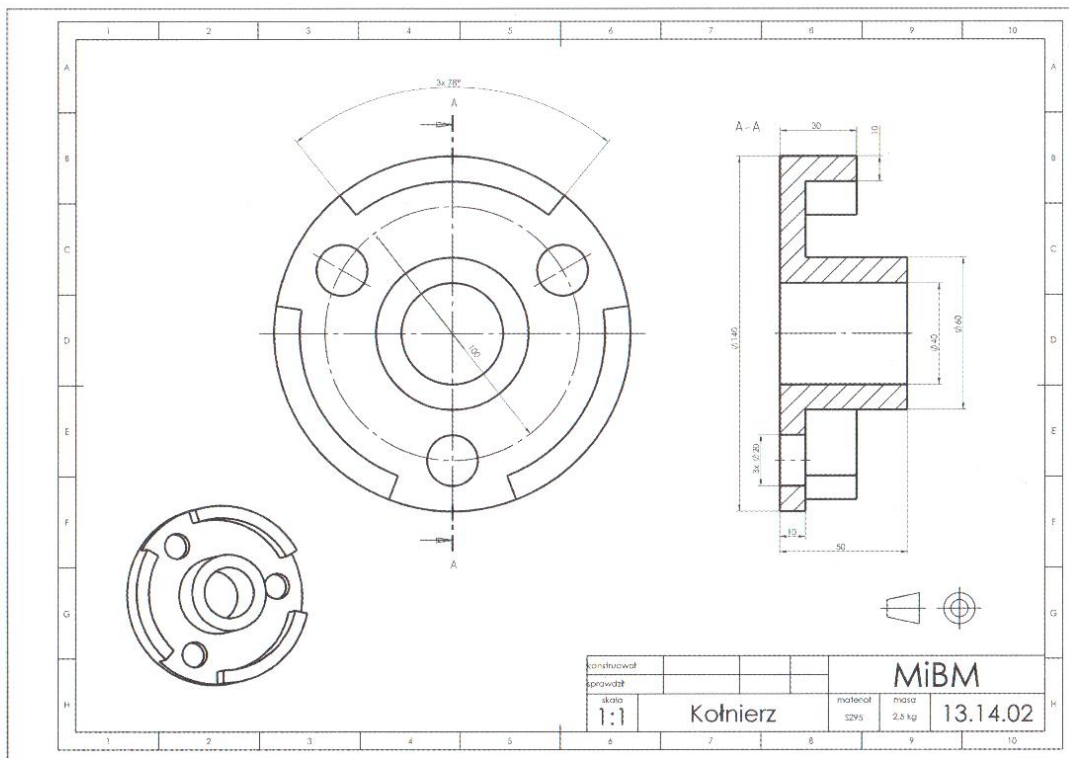


Rys. 1.89 Rysunek przekładni zębatej

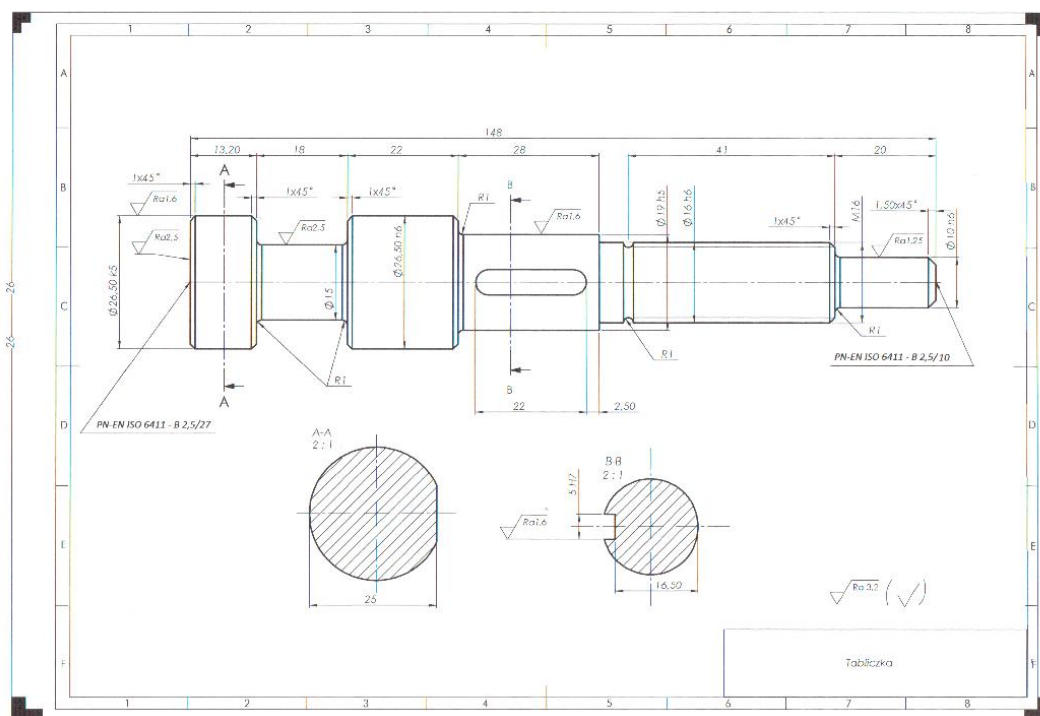
Rysunek wykonawczy

1.12

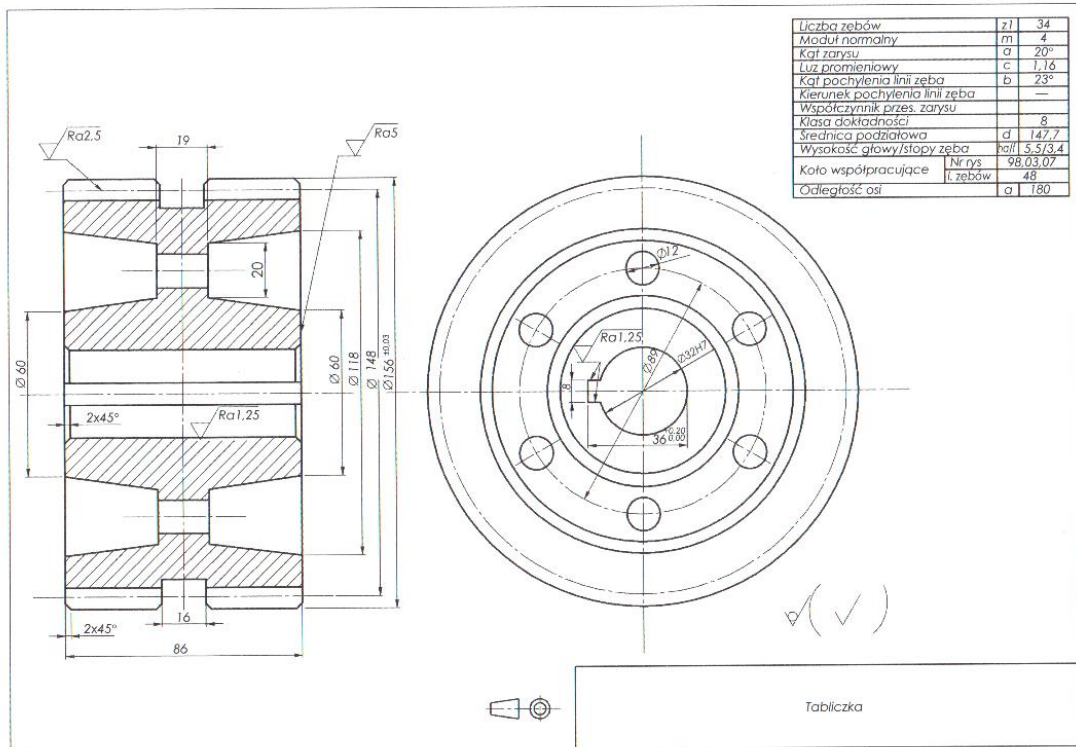
Rysunkiem wykonawczym nazywamy rysunek jednego przedmiotu z uwzględnieniem wszystkich wymaganych przekrojów i detali (czasami na kilku arkuszach). Przedmiot przedstawiony na rysunku wykonawczym musi być dokładnie zwymiarowany. Na rysunku wykonawczym podaje się informacje dotyczące tolerancji wymiarów, kształtu, położenia, chropowatości powierzchni i obróbki cieplnej elementu. Może zawierać uwagi dotyczące technologii wytwarzania, np. średnicę frezu, twardość powierzchni itd. Na rysunku podaje się także informację o materiale, z którego przedmiot ma być wykonany, oraz przybliżoną masę. Do jego wykonania potrzebna jest dość szeroka wiedza, o czym łatwo się przekonać na podstawie zamieszczonych przykładów (patrz rys. 1.90 do 1.95).



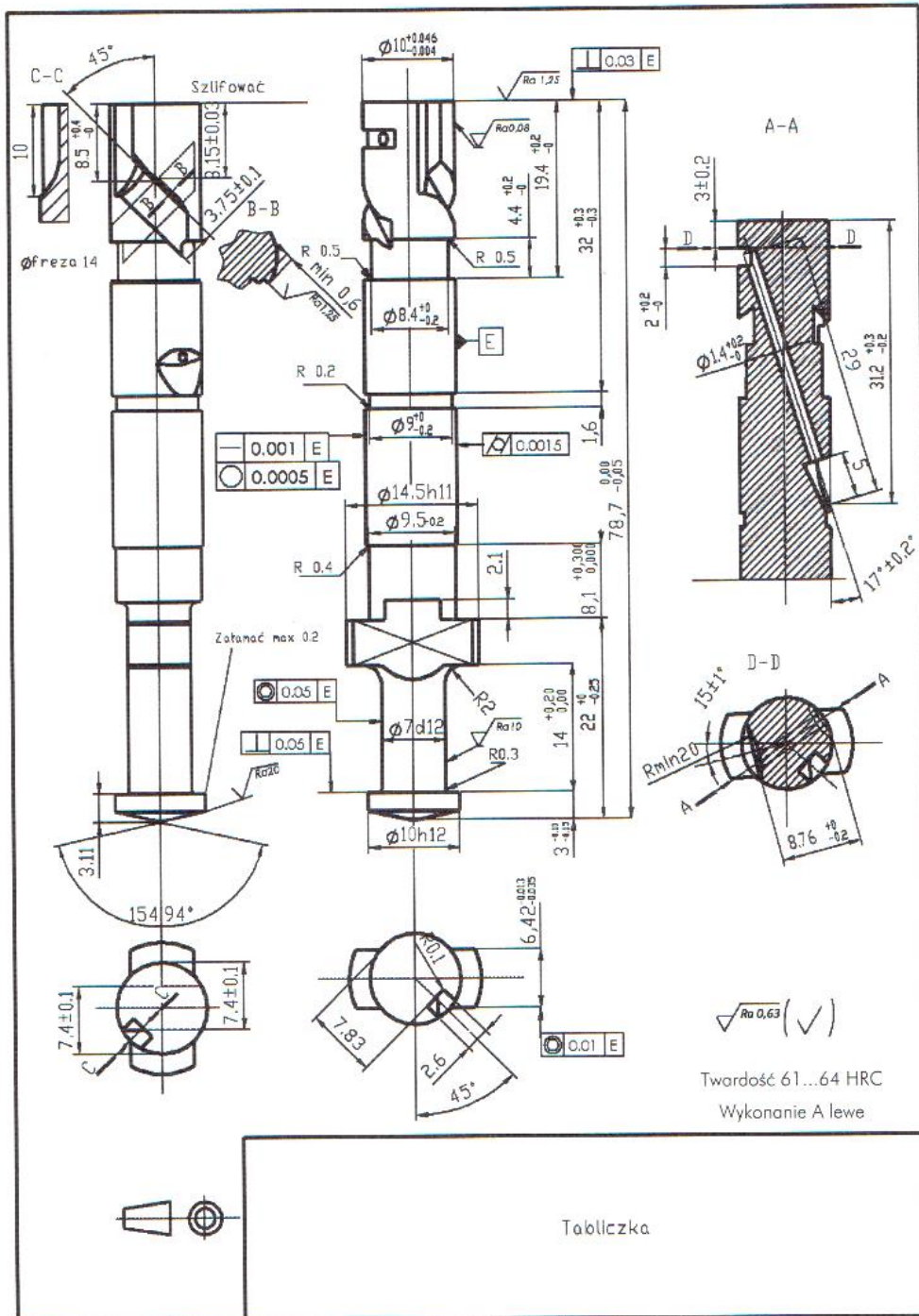
Rys. 1.90 Rysunek wykonawczy trzpienia



Rys. 1.93 Rysunek wykonawczy wałka



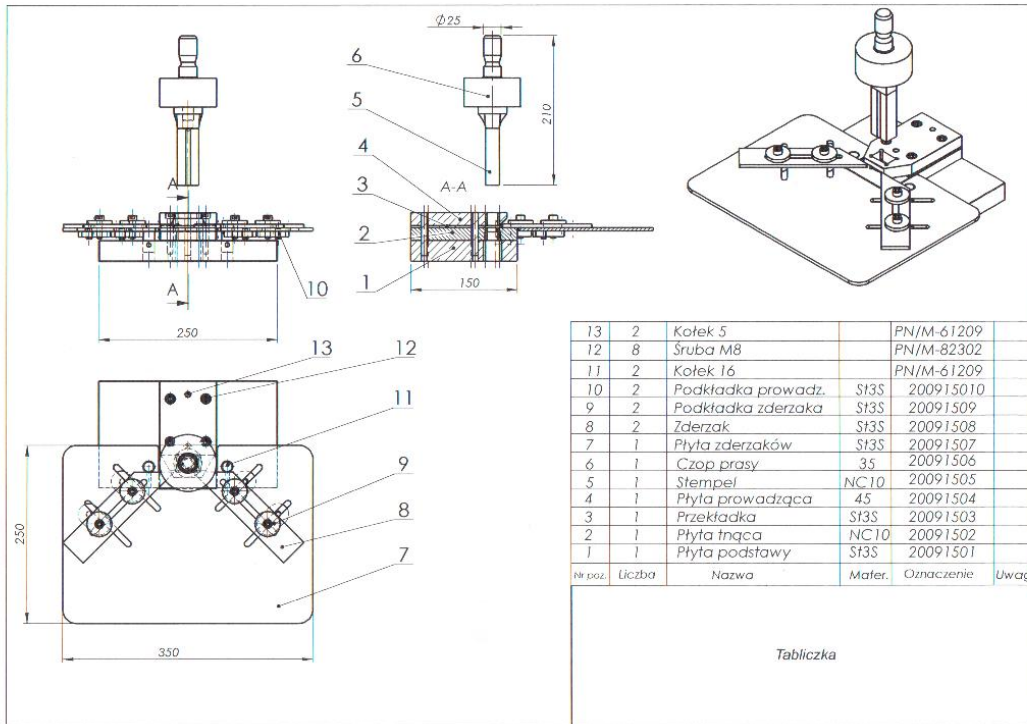
Rys. 1.94 Rysunek wykonawczy koła zębatego



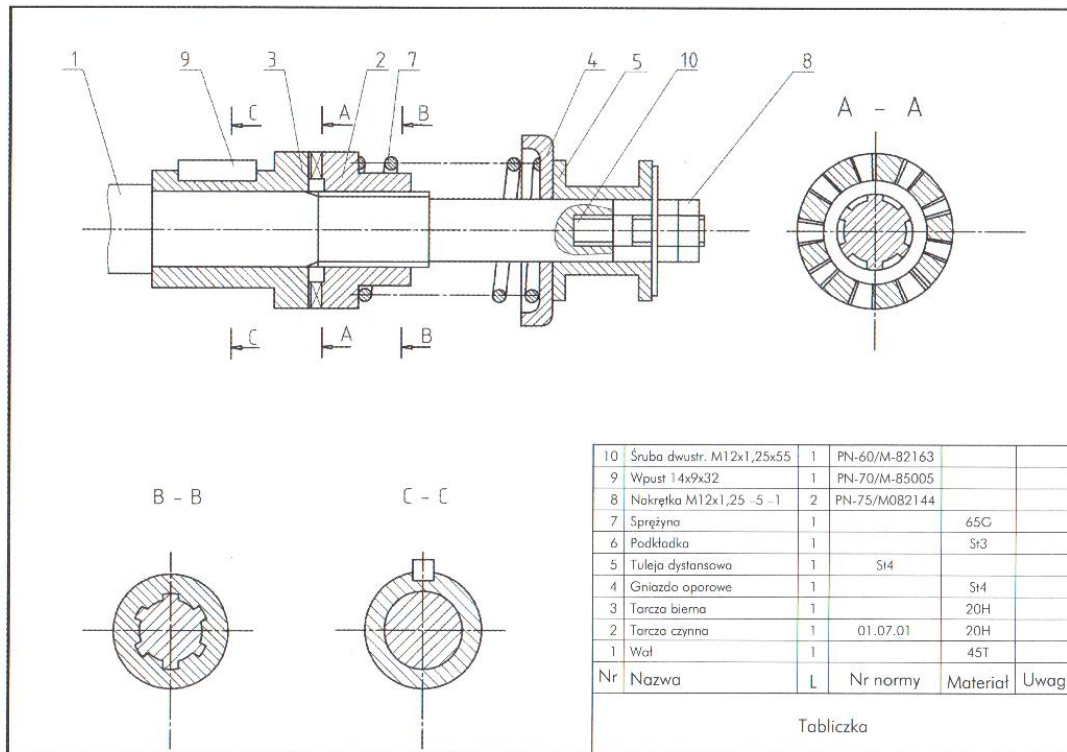
Rys. 1.95 Rysunek wykonawczy tłoczka pompy wtryskowej

1.13 Rysunek złożeniowy

Rysunkiem złożeniowym nazywamy rysunek całej maszyny, urządzenia, zespołu lub podzespołu ze wszystkimi wchodzącymi w jego skład elementami. Zwykle przedstawia on widoki, przekroje i detale. Może mieścić się na jednym arkuszu lub zajmować ich większą liczbę. Na rysunku złożeniowym umieszcza się tylko podstawowe, gabarytowe wymiary. Bardzo ważna jest tabela opisująca liczbę, nazwy, normy lub numery części nietypowych. Wszystkie elementy urządzenia muszą być zidentyfikowane i opisane w tabeli. Przy opisie elementu typowego stosuje się odesłania do katalogu lub odpowiedniej normy. Dla elementów nietypowych odsyła się do odpowiedniego rysunku wykonawczego. Ponieważ tabela rysunku złożeniowego składa się z podstawowej i nadpisanej nad nią tabeli dotyczącej wykazu części, kolejność jest podawana od dołu do góry z pierwszeństwem dla części nietypowych. Na rysunku złożeniowym podaje się wszystkie instrukcje montażowe. Oznacza się też pasowania. Przykłady kilku rysunków złożeniowych zamieszczono na następnych stronach (rys. 1.96 do 1.98 i 1.100) oraz na wklejce (rys. 1.99).



Rys. 1.96 Rysunek złożeniowy przyrządu do wykrawiania blach



Rys. 1.97 Rysunek złożeniowy sprzęgła kłowego

Rysunki schematyczne

1.14

Rysunki schematyczne służą do ilustracji zasady działania urządzenia. Nie zawierają szczegółów konstrukcyjnych. Pokazano na nich tylko najważniejsze elementy z pominięciem szczegółów budowy. Rysunki te stosuje się w różnych dziedzinach techniki – stąd spotykane są schematy kinematyczne, hydrauliczne, pneumatyczne itd. Na schematach kinematycznych podaje się oznaczenia wskazujące, czy dany element porusza się, a jeżeli tak, to w jakim kierunku. Ruch oznacza się za pomocą strzałek.

Na schemacie, mimo dużego uproszczenia, są pokazane istotne cechy elementów oraz ich zadania w mechanizmach złożonych. Określone są także łączenia między parami kinematycznymi. Nieważne są szczegóły połączenia, lecz czy jest to połączenie stałe, czy ruchome. Do zapisu rysunku schematycznego służą symbole graficzne zawarte w odpowiednich normach. Na rysunku 1.101 podano niektóre z nich, najczęściej wykorzystywane w przemyśle motoryzacyjnym.

Przykłady zastosowania schematów zostaną przedstawione na rysunkach. Na pierwszym z nich (patrz rys. 1.102) pokazano schemat układu tłokowo-korbowego silnika spalinyowego, podając interpretację jego działania.

Z przedstawionego schematu wynika, że ruch posuwisto-zwrotny tłoka 5 w cylindrze 3 zostaje zamieniony na ruch obrotowy wału korbowego 7 dzięki korbowodowi 6, połączonemu w parę kinematyczną z tłokiem, poprzez sworzeń 4, oraz z wałem korbowym. Do sterowania dolotem mieszanki paliwowo-powietrznej oraz wylotem spalin służą zawory 1 i 2, odpowiednio suwliwie zamontowane w komorze spalania silnika.

	Nazwa	Oznaczenie
Ruch jednokierunkowy i zwrotny	o stałym kierunku	
	o zmiennym kierunku	
Pary kinematyczne	para obrotowa w mechanizmach płaskich	
	para przesuwna	
	para cylindryczna	
	para kulista	

Rys. 1.101 Symbole graficzne stosowane na schematach

	Nazwa	Oznaczenie
Koła zębate walcowe, stożkowe i mechanizmy zębate	walcowe o uzębieniu zewnętrznym	
	walcowe o uzębieniu wewnętrznym	
	stożkowe	
	przekładnia zębata walcowa	
	przekładnia zębata stożkowa czołowa	
	przekładnia zębata stożkowa hipoidalna	

	Nazwa	Oznaczenie
Ogniwa mechanizmów i ich połączenia	ogniwa nieruchome	
	wał, oś, trzpień	
	połączenie nieruchome części ogniwa	
	połączenie nieruchome elementu z wałem, osią	

Rys. 1.101 cd.

Drugi przykład obrazuje zasadę działania części układu przeniesienia napędu, a dokładniej mostu napędowego z przekładnią główną stożkową i mechanizmem różnicowym (rys. 1.103).

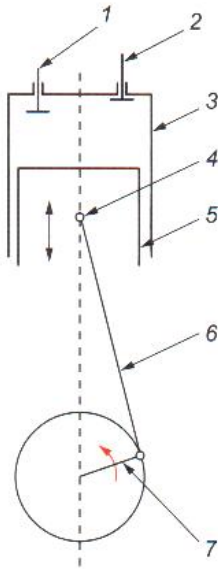
Wałek atakujący 9 zakończony zębnikiem 1 współpracuje z kołem talerzowym 2, przynosząc na niego napęd poprzez uzębienia przekładni kątovej. Do koła talerzowego

	Nazwa	Oznaczenie
łożyska ślizgowe i toczne	poprzeczne (symbol ogólny)	
	wzdłużne (symbol ogólny)	
	ślizgowe poprzeczne	
	toczne poprzeczne	
	toczne wzdłużne jednostronne	

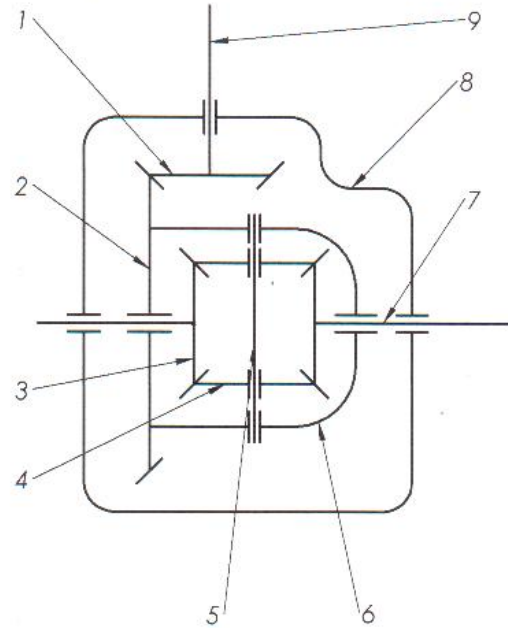
	Nazwa	Oznaczenie
Sprzęgła	nierozłączne (symbol ogólny)	
	nierozłączne sztywne	
	odchylne (Cardana)	
	kłowe włączalne	
	wielopłytkowe mechaniczne	

Rys. 1.101 | cd.

jest zamocowana obudowa mechanizmu różnicowego 6 z umieszczonymi w środku: sworzniem 5, kołami satelitarnymi 4 i kołami koronowymi 3. Obudowa mechanizmu różnicowego 6, obracając się wraz z kołem talerzowym, pociąga za sobą sworznię 5, na którym są osadzone obrotowo koła satelitarne. Cały mechanizm różnicowy wiruje, przekazując napęd poprzez koła koronowe 3 na pólśie napędowe 7 wychodzące z obudowy mostu napędowego 8 do kół pojazdu.



Rys. 1.102 Schemat kinematyczny układu tłokowo-korbowego silnika spalinowego
1, 2 – zawory, 3 – cylinder,
4 – sworzeń, 5 – tłok,
6 – korbowód,
7 – ramię wału korbowego



Rys. 1.103 Schemat mostu napędowego
1 – zębnik, 2 – koło talerzowe,
3 – koło koronowe, 4 – koło satelitarne, 5 – sworzeń,
6 – obudowa mechanizmu różnicowego, 7 – półosie napędowe, 8 – obudowa mostu napędowego,
9 – wałek atakujący

1.15 Wspomaganie projektowania CAD

Programy CAD wspomagają projektowanie części pojazdów. Proces produkcji współczesnych samochodów wymaga komputerowego wsparcia m.in. przy wytwarzaniu i konstruowaniu części, dlatego oprogramowanie CAD uzupełniono nowymi rodzajami oprogramowania CAM i CAE.

Omawianie programów wspierających projektowanie CAD należy rozpocząć od wyjaśnienia kilku pojęć związanych z komputerowymi programami ułatwiającymi pracę technika i inżyniera.

Skrót CAD (ang. *Computer Aided Design*) oznacza komputerowo wspomaganie projektowanie wyrobów i metod wytwarzania. Oprogramowanie CAD jest wykorzystywane w przygotowaniu technicznym:

- konstrukcji,
- technologii,
- tworzenia rysunku,
- tworzenia wykazu części,
- organizacji pracy.

Skrót CAM (ang. *Computer Aided Manufacturing*) oznacza komputerowe sterowanie wytwarzania. Oprogramowanie CAM wykorzystuje się do:

- programowania maszyn CNC (maszyny sterowane numerycznie);
- sterowania pracą urządzeń;
- nadzoru nad pracą urządzeń;
- kontroli danych eksploatacyjnych.

Skrót CAE (ang. *Computer Aided Engineering*) tłumaczy się jako komputerowo wspomaganie konstruowanie. Oprogramowanie CAE jest wykorzystywane do:

- obliczeń wytrzymałościowych z użyciem takich metod obliczeniowych, jak np. MES (metoda elementów skończonych);
- symulacji komputerowych;
- analizy naprężeń.

Pierwsze programy powstawały raczej jako innowacyjne ciekawostki, a nie efektywne narzędzia wspomagające pracę technika i inżyniera. Wraz z rozwojem komputerów narzędzia oprogramowania CAD stawały się coraz efektywniejsze, aż w końcu prawie całkowicie wyparły tradycyjne metody projektowania z użyciem desek kreślarskich. Zastosowanie narzędzi oprogramowania CAD ma bardzo wiele zalet, z których najważniejszymi są:

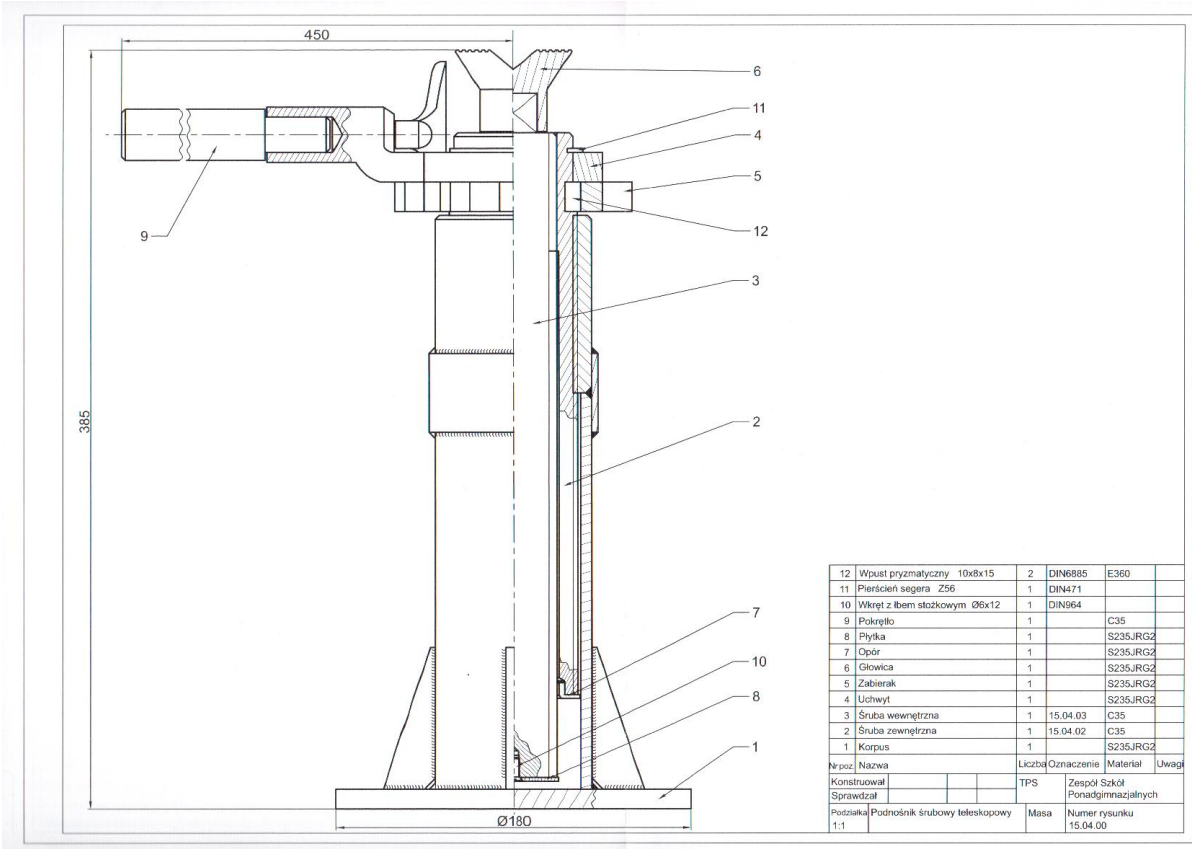
- skrócenie procesu projektowania części i zespołów samochodów;
- skrócenie procesu wdrażania do produkcji nowych samochodów;
- zmniejszenie kosztów projektowania;
- zmniejszenie liczby lub całkowite wyeliminowanie prototypów;
- możliwość sprawdzenia części, zespołów, a nawet całego samochodu wirtualnie, gdy jeszcze nie został wyprodukowany.

Występują dwa rodzaje oprogramowania CAD: 2D (dwuwymiarowe) i 3D (trójwymiarowe). Oprogramowanie CAD 2D służy do tworzenia dokumentacji płaskiej, czyli wykonywanej w sposób podobny do kreślenia na płaskiej desce kreślarskiej z użyciem elektronicznych narzędzi kreślarskich. Było ono pierwszym rodzajem oprogramowania CAD. Programy CAD 2D umożliwiają wykonanie rysunku na płaszczyźnie, zgodnie z zasadami rysunku technicznego. Ponieważ dla osób nieznających „języka” rysunku technicznego i bez wyobraźni przestrzennej rysunki te były zbyt trudne do odczytu, więc wprowadzono modelowanie bryłowe CAD 3D. Na rysunku 1.104 (na wklejce) przedstawiono ten sam przedmiot wykreślony za pomocą programów CAD 2D oraz CAD 3D.

Programy do modelowania bryłowego CAD 3D umożliwiają przedstawienie części, zespołu, a nawet całego pojazdu w taki sposób, jak wyglądają one w rzeczywistości, czyli przestrzennie. Wykreślony w ten sposób przedmiot można obejrzeć z każdej strony. Po wykonaniu modelu bryłowego za pomocą odpowiednich narzędzi wykonuje się z tego modelu dokumentację płaską. Dzięki drukarkom przestrzennym na podstawie oprogramowania CAD 3D możliwe jest także wykonanie zaprojektowanej przestrzennie części lub zespołu.

Dokumentacja modelowania bryłowego CAD 3D ma wiele zalet i zdawałoby się, że powinna wyprzeć CAD 2D, jednak nie wszystkie branże odchodzą od modelowania płaskiego. Modelowanie CAD 2D wykorzystuje się w geodezji, kartografii, instalacjach elektrycznych i budownictwie. Poza tym dokumentacja 2D stanowi podstawowy zapis informacji również w branży samochodowej.

Szerokie wykorzystanie oraz wzrost liczby producentów oprogramowania spowodowały, że powstały wyspecjalizowane branżowe programy CAD, np.: dla mechaników, elektryków i elektroników, geodetów, architektów, krawcowych itp.



12	Wpust pryzmatyczny 10x8x15	2	DIN6885	E360			
11	Pierścień segera Z56	1	DIN471				
10	Wkręt z łbem stożkowym Ø6x12	1	DIN964				
9	Pokrętło	1		C35			
8	Płytki	1		S235JRG2			
7	Opór	1		S235JRG2			
6	Głowica	1		S235JRG2			
5	Zabierak	1		S235JRG2			
4	Uchwyt	1		S235JRG2			
3	Śruba wewnętrzna	1	15.04.03	C35			
2	Śruba zewnętrzna	1	15.04.02	C35			
1	Korpus	1		S235JRG2			
Nr poz		Nazwa		Liczba	Oznaczenie	Materiał	Uwagi
Konstruował				TPS	Zespół Szkół Ponadgimnazjalnych		
Sprawdzał							
Podziałka		Podnośnik śrubowy teleskopowy		Masa	Numer rysunku		
1:1					15.04.00		