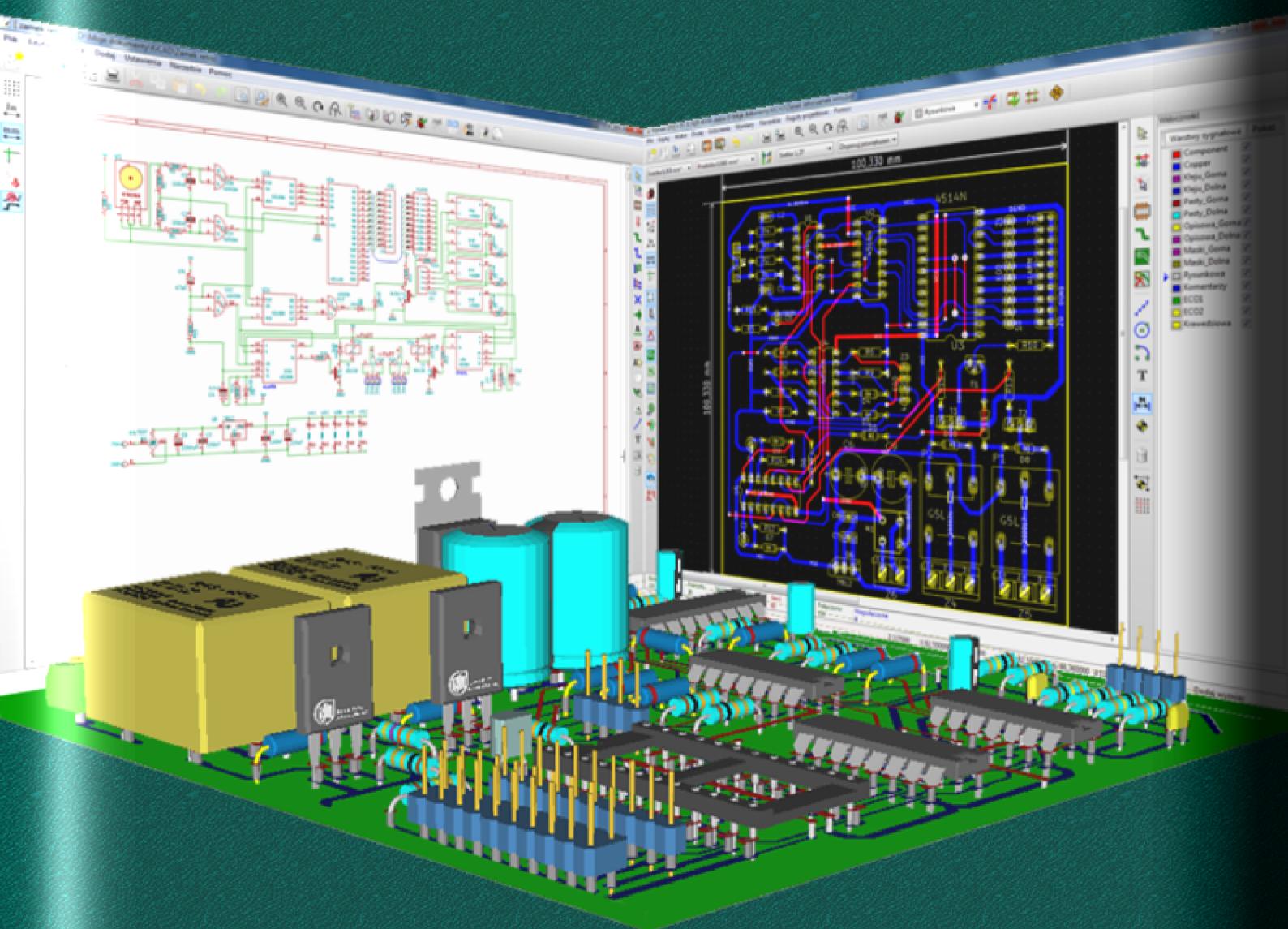


KOŁO W PRODUKCJI



Konkursowy
LUBCZA 2013



Postanowiłem napisać kilka słów o sobie. Wbrew temu co sądzą niektórzy użytkownicy KiCAD'a nie jestem „ekspertem” od tego programu. Nie mam nawet wykształcenia elektronicznego ani informatycznego. Z wykształcenia jestem technikiem od obróbki skrawaniem metali. Elektronika i informatyka to moje hobby, choć mam jeszcze inne zainteresowania. Wracając do KiCAD'a, w 2006 roku po raz pierwszy miałem styczność z tym programem. Wkrótce potem podjąłem się przetłumaczenia interfejsu KiCAD'a pomimo, że w zasadzie nie znam języka angielskiego. Opracowałem też wtedy prosty czterdziesto stronicowy kurs KiCAD'a, który był umieszczany na opracowywanych przeze mnie płytach z tym programem. W ubiegłym roku postanowiłem raz jeszcze napisać obszerniejszy kurs obsługi tego programu. Kosztował mnie on sporo pracy. Kiedy kurs ten ukończyłem w oparciu o komplikację KiCAD'a z 19 stycznia 2012 roku zaczęły się pojawiać nowe komplikacje tego programu. Stanąłem przed wyborem czy opublikować trochę nieaktualny opis tego programu, czy go uaktualnić. Wybrałem uaktualnienie co oznaczało rozpoczęcie pracy niemal do nowa. Trzeba było wykonać wszystkie zrzuty ekranu od nowa, dopasować treść opisu do aktualnej wersji KiCAD'a oraz całość raz jeszcze poskładać. To było naprawdę sporo pracy, którą udało się mi ukończyć w oparciu o wersję KiCAD'a z 31 maja 2013 roku, choć czasami miałem już dość i chciałem zaznaczyć pliki i wcisnąć klawisz Del. Same materiały źródłowe, teksty, zrzuty ekranu z Windows XP i Windows 7 to aż 100 MB danych połączonych w całość w tej publikacji. Kurs ten postanowiłem udostępnić bezpłatnie, wszak KiCAD powstał z myślą o tych których nie stać na zakup komercyjnego oprogramowania. Także wielu młodych ludzi którzy jeszcze się uczą może zwyczajnie nie stać na wydanie kilkudziesięciu złotych na zakup tradycyjnej książki, których ceny są stosunkowo wysokie. Udostępniony plik PDF z tym kursem nie ma w zasadzie żadnych zabezpieczeń i nawet można go sobie wydrukować jeśli ktoś zechce. Nie mam też żadnych zastrzeżeń co do rozpowszechniania tego kursu. Warunki są tylko dwa, publikacja ta może być rozpowszechniana bezpłatnie i nie może ona być zmieniana modyfikowana, i usuwana informacje o autorze.

Na koniec mała prośba, którą możecie spełnić lub nie. Pomyślcie, że drukowane książki dla elektroników i informatyków kosztują od około 50 zł do ponad 100 zł. Tą publikację otrzymujecie za darmo w postaci pliku PDF. Część zaoszczędzonych pieniędzy możecie przeznaczyć na wsparcie w zasadzie nieuleczanie chorej na SMA Mai, córki naszego Kolegi Artech z „Elektrody”. Trudno ocenić wartość swojego dzieła, ale część zaoszczędzonych na tej publikacji pieniędzy możecie przeznaczyć na leczenie Mai. Nawet mała kwota ma znaczenie. Dla jednego mała kwota to może być 10 zł, dla innego znacznie więcej. Jeśli wiele osób przyłączy się do pomocy to będzie ona znacząca. Kiedy opublikowałem w zamkniętym przez FBI serwisie wymiany plików „Megaupload” jedną z płyt z KiCAD'em to ilość pobrań wynosiła około 15 000. Liczba ta pomnożona przez 10 zł może stanowić już znaczącą pomoc dla Mai. Więcej informacji, w tym numer konta bankowego można znaleźć na stronie internetowej: <http://www.majaprzegalinska.pl/>

Krzysztof Kawa

KiCAD w pigułce spis treści

<u>01. Od autora</u>	2
<u>02. Spis treści</u>	3
<u>03. Wstęp</u>	5
<u>04. Rozdział I, Informacje ogólne</u>	6
<u>05. Rozdział II, Biblioteki elementów</u>	12
<u>06. Rozdział II, Biblioteki elementów, tworzenie biblioteki schematowej</u>	13
<u>07. Rozdział II, Biblioteki elementów, tworzenie biblioteki płytowej</u>	20
<u>08. Rozdział II, Biblioteki elementów, edycja istniejących bibliotek</u>	26
<u>09. Rozdział II, Biblioteki elementów, kreator bibliotek online</u>	30
<u>10. Rozdział II, Biblioteki elementów, biblioteki z programu Eagle</u>	33
<u>11. Rozdział II, Biblioteki elementów, biblioteki 3D</u>	36
<u>12. Rozdział III, Tworzenie schematów</u>	37
<u>13. Rozdział III, Tworzenie schematów, ogólne zasady tworzenia schematów</u>	38
<u>14. Rozdział III, Tworzenie schematów, ustawienia edytora Eeschema</u>	39
<u>15. Rozdział III, Tworzenie schematów, utworzenie nowego projektu</u>	42
<u>16. Rozdział III, Tworzenie schematów, tworzenie i edycja schematu, dodawanie bibliotek</u>	43
<u>17. Rozdział III, Tworzenie schematów, rozmieszczenie elementów na planszy schematu</u>	45
<u>18. Rozdział III, Tworzenie schematów, numeracja i oznaczenie elementów na schemacie</u>	47
<u>19. Rozdział III, Tworzenie schematów, rysowanie połączeń na planszy schematu</u>	49
<u>20. Rozdział III, Tworzenie schematów, magistrale połączeń na schemacie</u>	51
<u>21. Rozdział III, Tworzenie schematów, niewykorzystane połączenia, zasilanie i test ERC</u>	54
<u>22. Rozdział III, Tworzenie schematów, tworzenie wykazu elementów</u>	55
<u>23. Rozdział III, Tworzenie schematów, tworzenie netlisty</u>	56
<u>24. Rozdział IV, Kojarzenie elementów</u>	57
<u>25. Rozdział V, Edycja płytki drukowanej</u>	60
<u>27. Rozdział V, Edycja płytki drukowanej, ustawienia edytora Pcbnew</u>	61
<u>28. Rozdział V, Edycja płytki drukowanej, rozpoczęcie pracy z edytorem Pcbnew</u>	65
<u>29. Rozdział V, Edycja płytki drukowanej, nowa płytka</u>	67
<u>30. Rozdział V, Edycja płytki drukowanej, ustawienia warstw i wczytanie netlisty</u>	68

<u>31. Rozdział V, Edycja płytki drukowanej, rozmieszczenie elementów na płytce</u>	<u>69</u>
<u>32. Rozdział V, Edycja płytki drukowanej, reguły projektowe Pcbnew</u>	<u>73</u>
<u>33. Rozdział V, Edycja płytki drukowanej, trasowanie ścieżek</u>	<u>75</u>
<u>34. Rozdział V, Edycja płytki drukowanej, globalna edycja pól lutowniczych</u>	<u>76</u>
<u>35. Rozdział V, Edycja płytki drukowanej, kontrola reguł projektowych DRC</u>	<u>77</u>
<u>36. Rozdział V, Edycja płytki drukowanej, wypełnienie płytki drukowanej</u>	<u>78</u>
<u>37. Rozdział V, Edycja płytki drukowanej, widok 3D płytki drukowanej</u>	<u>80</u>
<u>38. Rozdział VI, FreeRouter</u>	<u>82</u>
<u>39. Rozdział VII, Projekt z bibliotekami Eagle</u>	<u>89</u>
<u>40. Rozdział VIII, Eksport danych</u>	<u>94</u>
<u>41. Rozdział VIII, Eksport danych z Eeschema</u>	<u>95</u>
<u>42. Rozdział VIII, Eksport danych z Pcbnew</u>	<u>97</u>
<u>43. Rozdział VIII, Eksport danych z Pcbnew, drukowanie płytki</u>	<u>98</u>
<u>44. Rozdział VIII, Eksport danych z Pcbnew, tworzenie plików Gerber I Excellon</u>	<u>99</u>
<u>45. Rozdział VIII, Eksport danych z Pcbnew, przeglądarka plików Gerber - GerbView</u>	<u>101</u>
<u>46. Rozdział VIII, Eksport danych z Pcbnew, łączenie płytEK drukowanych</u>	<u>104</u>
<u>47. Rozdział VIII, Eksport danych z Pcbnew, pliki Pick & Place</u>	<u>105</u>
<u>48. Rozdział IX, Narzędzia dodatkowe KiCAD'a</u>	<u>107</u>
<u>49. Rozdział IX, Narzędzia dodatkowe KiCAD'a, edytor logo</u>	<u>108</u>
<u>50. Rozdział IX, Narzędzia dodatkowe KiCAD'a, uniwersalny kalkulator</u>	<u>110</u>
<u>51. Rozdział X, Nowości w programie KiCAD</u>	<u>112</u>
<u>52. Zakończenie</u>	<u>116</u>

Moja przygoda z KiCAD'em.

Kiedy w drugiej połowie lat 90 ubiegłego wieku nabyłem mój pierwszy już wówczas przestarzały komputer PC klasy 486 postanowiłem wówczas zaopatryć się w oprogramowanie do projektowania układów elektronicznych. Ponieważ mieszkam na wsi, gdzie wówczas komputery klasy PC nie były tak rozpowszechnione jak dzisiaj, a i Internet był „rarytasem” to nikt mi nie potrafił wskazać jakiego programu potrzebuję. Udałem się wówczas do pewnej firmy komputerowej. Nazwę tej firmy tu przemilczę aby jej nie kompromitować. Także w tej firmie początkowo nie byli w stanie mi wskazać jakiego programu potrzebuję. W końcu jeden z pracowników tej firmy doznał „oświecenia” i wskazał na program OrCAD. Nic więcej jednak nie wiedział poza tym, że jest to bardzo kosztowny program, ale nie był w stanie podać nawet jego przybliżonej ceny, ani dystrybutora tego programu. Jak później się dowiedziałem cena tego rodzaju komercyjnych programów porównywalna jest do ceny średniej klasy samochodu. Ostatecznie ten pracownik doradził mi aby udał się na giełdę elektroniczną do Krakowa, gdzie będę mógł kupić odpowiedni program po dużo niższej cenie. Jednak programy z giełdy, różne wersje OrCAD'a i kilka wcześniejszych wersji Protela nie działały wcale lub działały nieprawidłowo, były niekompletne. Niektórym tym programom brakowało edytora płyt drukowanych i płyta z giełdy wylądowała w koszu. Jakiś czas potem na płytach CD dołączanych do czasopism komputerowych zaczęły się pojawiać różne programy do projektowania układów elektronicznych, lecz najczęściej były to wersje demonstracyjne mające różnego rodzaju ograniczenia. Później pojawił się program EdWIN opisywany na łamach „Elektroniki Praktycznej” około 1998 roku ubiegłego wieku. Nabyłem ten program z licencją do użytku domowego i jakiś czas z niego korzystałem. Jednak jakoś nie mogłem się przyzwyczaić do nieco odmiennego interfejsu użytkownika i sposobu jego obsługi. Program powędrował na półkę, gdzie leży do dzisiaj. W międzyczasie unowocze-

śniłem swój komputer i dalej szukałem odpowiedniego programu. Poznałem Protela 98, 99, 99SE, Eagle, ale niestety miały one różne ograniczenia. Znów do łask wrócił EdWin. Tak było do początku 2006 roku, kiedy to w Internecie znalazłem informację o zupełnie darmowym dostępnym na licencji GPL programie KiCAD. Pobrałem wówczas ten program i po rozpakowaniu go na dysk zacząłem jego poznawanie, co nie było szczególnie trudne z uwagi na pewne podobieństwa do programu OrCAD. Po kilku dniach testów uznałem, że program jest dość łatwy w obsłudze i da się na nim pracować. Także pod Linuksem, który mam zainstalowany na drugim komputerze. Poznając KiCAD'a zauważałem, że posiada on kilka wersji językowych. Niestety nie posiadał on polskiej wersji językowej. Analizując dokumentację dołączoną do KiCAD'a „rozpracowałem” sposób polonizacji KiCAD'a przewidziany przez autora programu Jean'a Pierrea Charrasa. Zabrałem się wówczas do tłumaczenia menu KiCAD'a. Z informacji zawartych na Forum „Elektrody” wynikało, że kilka osób zajęło się tłumaczeniem menu KiCAD'a. Tak się jednak złożyło, że ja pierwszy ukończyłem to tłumaczenie. Były to początki i może to nie było najlepsze tłumaczenie z uwagi na bardzo słabą moją znajomość języka angielskiego. Co kilka tygodni lub miesiąca pojawiały się kolejne kompilacje KiCAD'a. Nie różniły się one zbyt wiele od siebie, najczęściej były w nich usuwane błędy zauważone we wcześniejszych wersjach. Do większości tych wersji opracowałem tłumaczenia menu na język polski. Później do tłumaczenia menu KiCAD'a dołączyły inne osoby, eliminując moje błędy w tłumaczeniu co pozytywnie odbiło się na jakości tego tłumaczenia. Ponieważ na Forum „Elektrody” pojawiły się różne opinie na temat KiCAD'a, że nie ma instalatora, ma skromne biblioteki opracowałem do KiCAD'a program instalacyjny. Wówczas też wpadłem na pomysł opracowania płyty CD, która by zawierała KiCAD'a i różne darmowe lub dostępne na licencji GPL programy przydatne w pracowni elektronika. Tak powstawały moje kolejne płyty CD i KiCAD'em, na których zgromadziłem dość obszerne archiwum różnych bibliotek dla KiCAD'a. Powstał także, prosty czterdziestostronicowy kurs obsługi tego programu. Wiele materiałów zawartych na mojej płycie CD dostępnych jest bezpłatnie w Internecie, ale płyta ta powstawała głównie z myślą o tych, którzy nie mają dostępu do Internetu i tych, którzy lubią mieć wszystko pod ręką w jednym miejscu. Opracowywane przeze mnie płyty CD z KiCAD'em były tak popularne, że przez jakiś czas po wpisaniu w wyszukiwarkę „Google” hasła „kicad” informacje o opracowanej przeze mnie płycie były zawarte na pierwszym miejscu. Sam program jest „jaki jest” bez większych problemów można na nim projektować różne układy elektroniczne, nawet te bardziej rozbudowane. Nie oznacza to, że KiCAD jest idealny, zawiera on bowiem pewne drobne błędy i niedoścignięcia. Biorąc jednak pod uwagę to, że jest on tworzony amatorsko przez grupę ochronników, taki stan rzeczy nie dziwi. Także komercyjne programy nie są wolne od błędów, o czym zapewne wiele razy się można było przekonać. W sumie błędy te są eliminowane w kolejnych komplikacjach KiCAD'a. Kolejną zaletą KiCAD'a jest to, że dostępny jest on na licencji GPL, czyli krótko pisząc jest on dostępny zupełnie za darmo do zastosowań prywatnych jak i komercyjnych, np. w firmach. Dostajemy nawet do KiCAD'a jego kod źródłowy więc można program ten dostosować do własnych potrzeb, czego zabrania większość licencji komercyjnego oprogramowania. Co prawda KiCAD nie dorównuje komercyjnym programom, ale czy od razu trzeba sięgać po jedną z wersji Protela obecnie Altium, tylko po to aby zaprojektować prosty układ składający się kilku lub kilkunastu elementów. Do tego celu w zupełności wystarczy KiCAD. Czasem widzę jak młodzi elektronicy przesyłają schematy rysowane w „Paintie” lub „Wordzie” jako rozwiązanie do „Szkoły Konstruktorów” na łamach „Elektroniki dla Wszystkich”, czy w Internecie na forach dyskusyjnych, a rozwiązanie jest proste – KiCAD. Dlatego warto bliżej poznać ten program na łamach tego kursu.

ROZDZIAŁ PIERWSZY INFORMACJE OGÓLNE



Informacje ogólne

Publikacja ta ma na celu w szybki sposób zapoznać użytkowników programu KiCAD z podstawami jego obsługi. Została ona oparta na projekcie zamka cyfrowego opisanego w jednym z numerów „Młodego Technika” z pierwszej połowy lat 80 ubiegłego wieku, z artykułu „Układy średniej skali integracji” Rolanda Wacławka. W publikacji tej krok po kroku zostanie przedstawiony opis tworzenia projektu układu elektronicznego w programie KiCAD. Opis ten porusza zagadnienia tworzenia bibliotek elementów, korzystanie z bibliotek programu Eagle i DipTrace, tworzenia projektów, a także korzystania z zewnętrznego FreeRoutera oraz tworzeniem dokumentacji produkcyjnej zaprojektowanego układu elektronicznego. Publikacja ta zapewne nie wyczerpuje wszystkich zagadnień i niektóre „tajniki” obsługi KiCAD'a trzeba poznawać samemu. Tym bardziej, że dość często ukazują się nowe komplikacje KiCAD'a, które się nieco różnią od poprzednich wersji. Opis ten bazuje na komplikacji KiCAD'a 31 maja 2013 roku uruchamianej pod kontrolą Windows 7.

Kurs ten może być dowolnie rozpowszechniany, pod warunkiem iż będzie się to odbywało bezpłatnie. Kurs ten nie może być rozpowszechniany w celach zarobkowych, sprzedawany na aukcjach internetowych, itp. Także dokonywanie zmian w tym dokumencie, kopiowanie jego fragmentów tekstowych jak i graficznych jest zabronione.

Wszelkie dostrzeżone błędy w tym kursie, sugestie, itp. proszę kierować na adres mailowy kaawa@wp.pl

Opis programu KiCAD

Zanim przystąpimy do poznawania programu KiCAD zamieszczę tutaj garść ogólnych informacji o tym programie.

Program KiCAD składa się z sześciu

odrębnnych programów, które mogą być uruchamiane niezależnie od siebie oraz trzech dodatkowych modułów uruchamianych w poziomu wcześniej uruchomionych programów. Każdy z tych programów ma ściśle określone zadania w pakiecie KiCAD, biorąc aktywny udział na każdym etapie powstawania projektu. W skład pakietu KiCAD wchodzą następujące moduły:

➤ **Menadżer projektów KiCAD**, za jego pomocą można uruchamiać sześć głównych aplikacji pakietu KiCAD:

➤ **Eeschema** – edytor schematów,

➤ **Cvpcb** – program do kojarzenia elementów schematu z odpowiednimi obudowami fizycznych elementów płytowych,

➤ **Pcbnew** – edytor płyt drukowanych,

➤ **Gerbview** – przeglądarka plików Gerber do przemysłowego wykonywania płyt drukowanych.

➤ **Bitmap2Component** do konwersji obrazów graficznych do postaci bibliotek, co umożliwia umieszczenie np. firmowego logo na płycie.

➤ **PCB kalkulator** umożliwia przeprowadzenie różnych obliczeń z zakresu elektroniki i tworzenia płyt drukowanych. Ponadto menadżer ten umożliwia tworzenie projektu, także na podstawie szablonu i zarządzenie projektem oraz posiada wbudowane narzędzie do kompresji ZIP.

➤ **Edytor schematów EESchema**, służy do edycji schematów ideowych i jego najważniejszymi cechami są, możliwość tworzenia schematów wieloakruszkowych, oznaczenie wartości i numeracji elementów na schemacie także w sposób automatyczny, wbudowany moduł ERC (electrical rule check) do sprawdzenia utworzonego schematu pod kątem

występowania ewentualnych błędów, tworzenie listy elementów wykorzystanych w edytowanym schemacie, tworzenie listy połączeń (netlisty) wbudowana przeglądarka bibliotek schematowych oraz edytor bibliotek schematowych Libedit.

➤ **Edytor Cvpcb**, służy on do kojarzenia elementów umieszczonych na schemacie z odpowiednimi obudowami elementów, które zostaną umieszczone na płytce drukowanej projektowanego urządzenia. Kojarzenie to odbywa się na podstawie listy połączeń (netlisty) utworzonej wcześniej w edytorze schematów EESchema.

➤ **Edytor płyt drukowanych PCBnew**, służy do projektowania płyt drukowanych. Płytki mogą być tworzone ręcznie bez powiązania ze schematem ideowym, półautomatycznie z wykorzystaniem schematu ideowego i listy połączeń (netlisty) i ręcznym rozmieszczeniem elementów na płycie, a także ręcznym trasowaniem ścieżek, automatycznie gdzie elementy są rozmieszczone i łączone ścieżkami przez automaty wbudowane w program. Ponadto program PCBnew umożliwia podgląd trójwymiarowy (3D) projektowanej płytki drukowanej. Tak jak i edytor schematów Eeschema posiada wbudowany edytor bibliotek płytowych Module Editor, a także wbudowany moduł DRC (design rule check) do kontroli zaprojektowanej płytki pod kątem występowania ewentualnych błędów. Wbudowany jest także pasek narzędzi mikrofalowanych przydany przy projektowaniu płyt układów wielkiej częstotliwości, oraz automaty do automatycznego rozmieszczenia elementów na płytce i automatycznego trasowania ścieżek. Pcbnew posiada interfejs do zewnętrznych autorouterów,

tj. Specctry i FreeRoute. Edytor PCBnew posiada także moduł umożliwiający utworzenie dokumentacji w formacie GERBER i EXCELLON niezbędnej do przemysłowego wykonania zaprojektowanych płytEK drukowanych.

➤ **GerbView** jest to przeglądarka plików GERBER, która służy do przeglądania utworzonej w programie PCBnew dokumentacji produkcyjnej płytEK drukowanych.

➤ **Bitmap to Component Converter** jest to prosta aplikacja umożliwiająca konwersję obrazu graficznego do postaci elementów bibliotecznych, zarówno schematowych jak i płytKowych. Dzięki temu w łatwy sposób można w tworzonym projekcie umieścić np. firmowe logo przekonwertowane do postaci biblioteki.

➤ **Kalkulator PCB** jest to wielofunkcyjny kalkulator pozwalający nie tylko na dokonanie podstawowych obliczeń z zakresu projektowania płytEK drukowanych, ale dokonanie innych obliczeń z zakresu elektroniki a nawet kod barwny rezistorów.

Poprzednie wersje KiCAD'a

Program KiCAD ciągle się rozwija i często kilka razy w roku ukazują się kolejne komplikacje tego programu. Są w nich usuwane błędy jakie zostały dostrzeżone w jego wcześniejszych wersjach. Dodawane są także nowe funkcje, które nie były dostępne we wcześniejszych wersjach KiCAD'a. Na chwilę obecną najnowszą wersję KiCAD'a jest komplikacja z 31 maja 2013 roku. Pomimo pojawiania się ciągle nowych komplikacji KiCAD'a, pliki tworzone w poszczególnych jego komplikacjach są ze sobą kompatybilne i nie powinno być problemów z ich otwieraniem w nowszych wersjach tego programu.

Kompatybilność KiCAD'a z innymi programami EDA

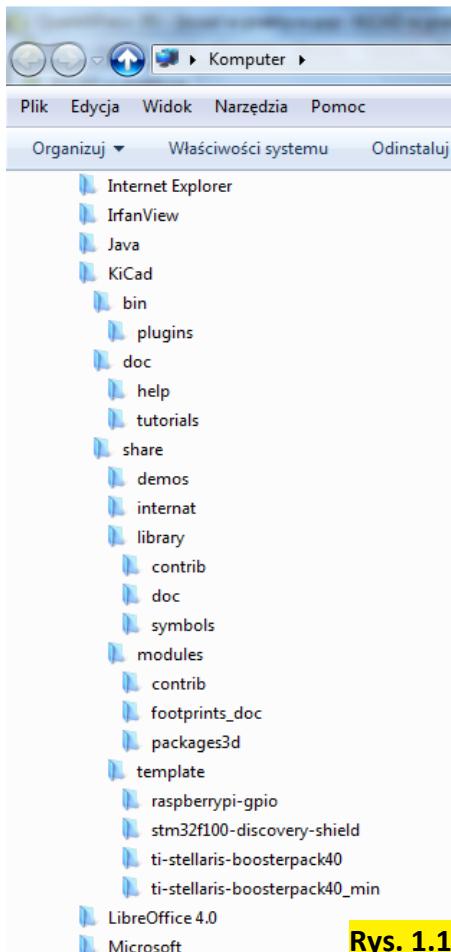
KiCAD pomimo swoich zalet w zasadzie nie jest kompatybilny z innymi programami tego rodzaju. Znaczy to tyle, że projektów wykonanych w innych programach do projektowania układów elektronicznych nie da się otworzyć bezpośrednio, ani też pośrednio zimportować do programu KiCAD. Także pliki projektów z KiCAD'a nie są zgodne z innymi programami do projektowania układów elektronicznych. Dlatego chcąc przenieść interesujący nas projekt z np. OrCAD'a, Protel'a, itp. do KiCAD'a w zasadzie zostaje ręczne przerysowanie schematu i na jego podstawie odtworzenie płytEK drukowanej. Jednak w ostatnim okresie czasu zaczynają się jednak pojawiać programy do konwersji plików różnych programów EDA na format plików KiCAD'a. Także najnowsze komplikacje KiCAD'a mają możliwość wczytywania plików z programu Eagle w wersji 6.x.x. Jak na razie możliwe wczytanie jest samego projektu płytEK, ale w przyszłości planowane jest także bezpośrednie korzystanie z bibliotek programu Eagle w programie KiCAD. Możliwe więc, że w przyszłości możliwości programu KiCAD w tym zakresie zostaną poszerzone w jeszcze większym zakresie.

Struktura katalogów KiCAD'a

Program KiCAD posiada następującą strukturę katalogów i plików pokazaną na rysunku 1.1 i dotyczy ona Windows 7. Struktura ta jest identyczna w różnych wersjach Windowsa i Linuksa, choć inna jest lokalizacja programu na dysku komputera.

- **bin** – katalog ten zawiera pliki wykonywalne programu
- **plugins** – katalog ten zawiera wtyczki rozszerzające możliwości KiCAD'a
- **doc** – katalog ten zawiera dwa kolejne katalogi:

- **help** z plikami pomocy KiCAD'a
- **tutorial** z wielojęzycznymi opisami korzystania z KiCAD'a
- **share** – katalog ten zawiera pięć kolejnych katalogów:
- **demos** – katalog ten zawiera przykładowe projekty stworzone w programie KiCAD
- **internat** – katalog ten zawiera pliki językowe dla poszczególnych wersji językowych KiCAD'a
- **library** – katalog ten zawiera pliki bibliotek schematowych KiCAD'a oraz (opcjonalny) podkatalog:
- **doc** – katalog ten zawiera noty aplikacyjne różnego rodzaju elementów elektronicznych w postaci plików PDF.
- **modules** – katalog ten zawiera pliki bibliotek płytKowych KiCAD'a oraz podkatalog:
- **packages3d** – katalog ten zawiera pliki bibliotek elementów do podglądu 3D płytEK



Rys. 1.1

drukowanych
 ➤ **template** - katalog ten zawiera plik konfiguracyjny KiCAD'a i ewentualnie plik konfiguracyjny skrótów klawiszowych programu
 ➤ ponadto katalog główny KiCAD'a może zawierać opcjonalnie katalog **wings3d** z narzędziem i dokumentacją (PDF) Wings3D do modelowania obudów 3D potrzebnych do podglądu 3D płytek drukowanych

W katalogu głównym programu KiCAD znajdziemy jeszcze różne pliki informacyjne, itp. zawierające informacje o Autorze programu, tekst licencji GPL, itp.

Pliki programu KiCAD

Podczas pracy z programem KiCAD wykorzystywane są następujące formaty plików tego programu:

***.pro** – plik projektu KiCAD'a zawiera on różne parametry programu, które odnoszą się do całego projektu.
***.sch** – plik schematu – Eeschema
***.lib** – plik biblioteki schematowej
***.sym** – symbole bez elementu, np. bramki
***.bac** – kopia pliku *.lib
***.bck** – kopia pliku *.bac
***.dcm** – plik dokumentacji biblioteki schematowej
***.erc** – plik raportu ERC
***.lst** – lista elementów projektu
-cache.lib – kopia schematowych elementów bibliotecznych użytych w lokalnym projekcie. Umożliwia skorzystanie z niestandardowych elementów bibliotecznych na innym komputerze.
***.000** – plik tymczasowy
***.bak** – plik tymczasowy
***.brd** – plik płytki drukowanej – Pcbnew
***.mod** – plik biblioteki płytowej
***.emp** – plik eksportu pojedynczego modułu
***.equ** – plik parametrów elementu płytowego
***.mdc** – plik dokumentacji biblioteki płytowej

***.rpt** – plik raportu DRC
***.cmp** – plik skojarzeń elementów – CvPcb
***.net** – plik netlisty
***.stf** – plik przypisań obudów płytowych do elementów schematowych
***.rpt** – plik raportu
***.wrl** – plik obudowy 3D Pcbnew
-cmp.pos – plik produkcyjny pozycjonowania elementów płytki warstwa górna
-copper.pos – plik produkcyjny pozycjonowania elementów płytki warstwa dolna
***.drl** – plik wierceń płytki
***.gbl** – dolna warstwa – plik Gerber
***.gtl** – górna warstwa – plik Gerber
***.gto** – górna warstwa opisowa – plik Gerber
***.gbo** – dolna warstwa opisowa – plik Gerber
***.gtp** – górna warstwa pasty – plik Gerber
***.gbp** – dolna warstwa pasty – plik Gerber
***.gts** – górna warstwa maski lutowniczej – plik Gerber
***.gbs** – dolna warstwa maski lutowniczej – plik Gerber
***.dsn** – plik eksportu projektu do autoroutera Specctra
***.ses** – plik importu projektu do autoroutera Specctra
***.mcr** – plik makr

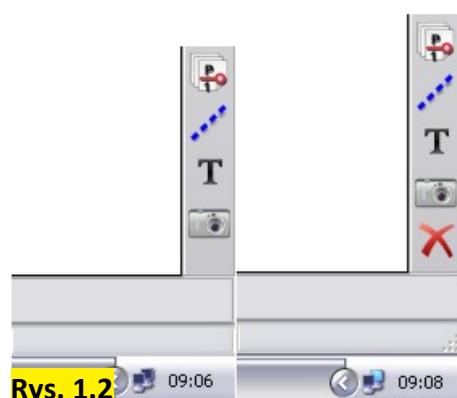
Wymagania systemowe i sprzętowe KiCAD'a

Na stronie internetowej KiCAD'a jak również w plikach pomocy dołączonych do niego nie ma wzmianki na temat wymagań sprzętowych KiCAD'a.

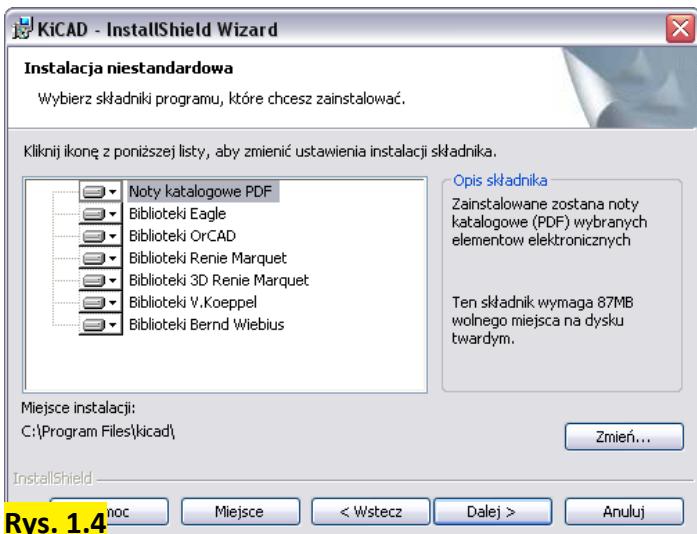
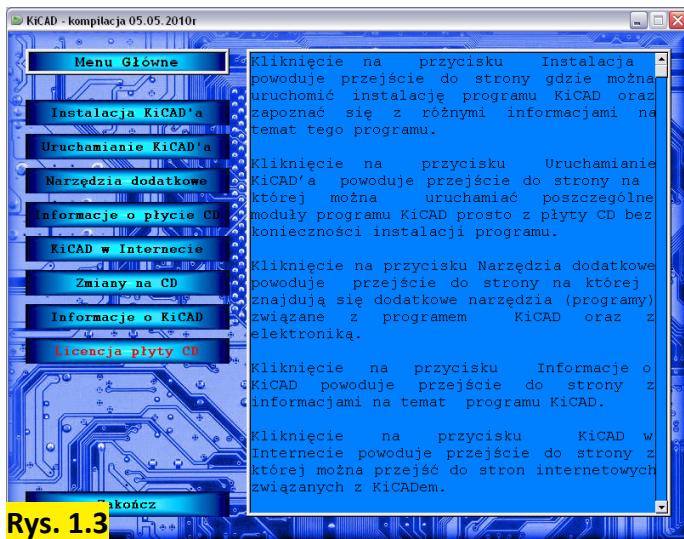
Zaczniemy więc od wymagań systemowych. Początkowo KiCAD był przystosowany do uruchamiania w systemie Linuks zawierającego bibliotekę libc.so.6 w wersji 6. W zasadzie nie ma innych ograniczeń co do danej dystrybucji Linuksa i KiCAD powinien działać pod kontrolą wszystkich nowych dystrybucji Linuksa. Natomiast w systemach

Windows KiCAD jest przewidziany do działania pod kontrolą Windows 2000 i Windows XP i nowszych wersji tego systemu operacyjnego. Pojawiła się także komplikacja KiCAD'a którą można uruchomić już bez problemów pod kontrolą Windows 98. Jedynie w Windows 98 potrzebna jest biblioteka unicows.dll, niezbędna do prawidłowego działania KiCADA. Mimo tego autor programu KiCAD i tak ostrzega o możliwości pojawienia się nieprawidłowości działania KiCADA pod Windows 98, szczególnie przy drukowaniu.

Teraz wróćmy do wymagań sprzętowych KiCADA, o których bynajmniej ja nigdzie nie znalazłem wzmianki. Najstarszy komputer na którym udało się mi uruchomić KiCAD'a z 2007 roku, miał procesor Celeron 400 MHz, 128 MB pamięci RAM, kartę graficzną z akceleratorem 3D i pamięcią 4 MB RAM, oraz miejsce na dysku od około 286 MB do około 1 GB (w zależności od systemu operacyjnego i zainstalowanych lub skopiowanych plików programu, not aplikacyjnych oraz bibliotek elementów. Rozdzielcość monitora jako absolutne minimum należy przyjąć 1280 x 1024 pikseli dla monitora 17 calowego o proporcjach ekranu 4:3 przy 16 bitowej głębi kolorów, w przeciwnym razie ikonki na paskach narzędziowych mogą być niewidoczne co utrudni korzystanie z programu. Dotyczy to szczególnie najnowszych wersji KiCAD'a, gdzie zastosowane zostały duże kafelkowe ikonki. Obrazowo pokazałem do zagadnienie na rysunku 1.2, gdzie na monitorze o przekątnej



Rys. 1.2



18,5 cala, proporcjach ekranu 16:9 i rozdzielczości 1366x768 pikseli dolne ikony na paskach narzędziowych nie są widoczne. W razie potrzeby można włączyć autoukrywanie paska zadań. Przy podanej powyżej konfiguracji komputera KiCAD działał ociężale, co było spowodowane tym iż system operacyjny na tym komputerze - Linuks SUSE 10.0 na swoje potrzeby pochłaniał większość zasobów komputera w tym pamięci RAM. Słabszych konfiguracji komputera nie sprawdziłem ponieważ nie miałem do takich dostępu. Moim zdaniem rozsądna konfiguracja komputera do wygodnej pracy z programem KiCAD powinna wyglądać następująco. Procesor z zegarem od około 2GHz, 1 GB pamięci RAM, karta graficzna z akceleratorem 3D z co najmniej 128 MB pamięci RAM, przy co najmniej 16 bitowej głębi kolorów i rozdzielczości 1024 x 768 pikseli. KiCAD u mnie na dysku komputera zajmuje wraz dodatkowymi bibliotekami oraz z notami aplikacyjnymi elementów PDF około 940 MB. Do tego należy doliczyć ewentualne biblioteki 3D z programu DipTrace, które zajmują na dysku dalsze 810 MB.

Instalacja KiCAD'a

Niedawno KiCAD pobrany z jego strony domowej nie wymagał instalacji. Pobrane archiwum zarówno w Linuksie jak i w Windowsie po

rozpakowaniu wystarczyło skopiować do odpowiadającej nam lokalizacji i ręcznie utworzyć skrót do programu. Obecnie KiCAD dostępny jest dla Windowsa w wersji z instalatorem. Zarówno na swojej stronie domowej jak i na opracowanej przeze mnie płycie CD pokazanej na rysunku 1.3. Instalacja KiCADA pod Windowsem, patrz na rysunek 1.4 nie odbiega od instalacji innych programów dla systemu Windows, więc nie będę się rozpisywał na ten temat. W Linuksie natomiast zalecana jest instalacja a w zasadzie skopiowanie programu KiCAD do lokalizacji **/usr/local/kicad** i utworzenie skrótu do programu na pulpicie i (lub) w menu start. Z tego co pamiętam kiedy umieściłem KiCADA w innej lokalizacji to w ogóle się on nie uruchamiał. Dozwolony jest także katalog domowy np.



/home/krzysiek/programy/kicad i z tej lokalizacji KiCAD działa poprawnie. Oczywiście nazwa użytkownika „krzysiek” będzie inna w zależności, jaką kto sobie zdefiniował przy instalacji systemu Linuks lub przy tworzeniu swojego konta użytkownika. Innym sposobem instalacji KiCAD'a w Linuksie jest skorzystanie z centrum oprogramowania danej dystrybucji Linuksa jak to pokazałem na rysunku 1.5 na przykładzie dystrybucji Linuks Mint 14. Jednak nie wszystkie dystrybucje Linuksa mają w swoich repozytoriach program KiCAD. Pewnym minusem instalacji KiCAD'a w Linuksie przez repozytorium oprogramowania jest to, że w ten sposób dostępne są często starsze wersje KiCAD'a. W takim przypadku trzeba skorzystać z nowszej dystrybucji danej kompilacji Linuksa poprzez ręczną jego instalację lub aktualizację. Przy kopiowaniu KiCADA w Linuksie (pobrany ze strony domowej KiCAD dla Linuksa wymaga jedynie skopiowania w odpowiednią lokalizację) należy wziąć pod uwagę prawa dostępu nadane indywidualnemu użytkownikowi, ewentualnie znać hasło administratora - jeśli jest to komputer w domu i sami go użytkujemy i jesteśmy sami dla siebie administratorem systemu i jego użytkownikiem to nie będzie z tym problemu.

Możliwe problemy z programem KiCAD

Podczas prawie sześciioletniego zajmowania się programem KiCAD zauważałem kilka sytuacji, kiedy program ten nie działa prawidłowo. Pierwszym problemem jaki zauważałem były ścieżki dostępu oraz wielkość liter w nazwie katalogu programu KiCAD. Początkowo kiedy pod Windowsem (XP) stosowałem nazwę katalogu z programem KiCAD właśnie w postaci „KiCAD” to program działał jedynie poprawnie w lokalizacji C:\KiCAD\ Natomiast w przypadku lokalizacji C:\Program Files\KiCAD\ działał, ale przy uruchomieniu sygnalizował iż nie może znaleźć plików bibliotek, plików pomocy HELP, itp. Rozwiążanie tego problemu okazało się bardzo proste. Wystarczyło zmienić nazwę katalogu programu z „KiCAD” na „kicad” i program działał poprawnie niemal z dowolnej lokalizacji i dowolnego dysku. Chyba, że zanadto przesadzimy ze ścieżkami dostępu i lokalizacją KiCADA, w systemie. Drugim problemem, jaki jak się okazało mniejszej wagi są komunikaty zapory ognioowej pokazane na rysunku 1.6. Jak się okazało komunikaty te występują one przy oryginalnej zaporze ognioowej Windows oraz firewallach innych producentów. Tego rodzaju komunikatów nie zauważałem w Linuksie. Jak się okazało KiCAD, aby był niezależny od systemu operacyjnego i mógł działać w Linuksie i Windowsie musi korzystać z pewnych mechanizmów wymiany danych w poszczególnych modułach dostępnych w obydwu tych systemach operacyjnych. W przypadku Linuksa i Windowsa są to tzw.

„sockety” - gniazdka sieciowe, które uruchamiają komunikację sieciową w obrębie pakietu KiCAD. Właśnie to powoduje fałszywe alarmy niektórych firewalli. Dlatego w przypadku wystąpienia powyższych komunikatów, należy pozwolić zaporze ognioowej na odblokowanie danego programu. Zablokowanie tych programów może spowodować nieprawidłowe działanie pakietu KiCAD. W rozwiązyaniu tych problemów ma swój znaczący udział Tasza z „Elportalu” – www.elportal.pl

W nowszych systemach Windows głównie Windows 7 może wystąpić problem z usługą User Account Control (UAC), która ma chronić komputer przed nieautoryzowanym dostępem do systemu i dysku systemowego C:\ przez programy. Jakkolwiek usługa ta ma na celu ochronę komputera przed szkodliwym oprogramowaniem to niekiedy przysparza ona niezamierzonych problemów. Może on np. utrudniać zapis bibliotek KiCAD'a w ich oryginalnej lokalizacji, broniąc dostępu do dysku C:\. W tym przypadku warto rozważyć instalację KiCAD'a na innym dysku niż C:\ jeśli komputer ma podzielony dysk na partie lub przechowywanie plików projektów i bibliotek w wydzielonym przez system folderze na pliki w lokalizacji C:\Users

KiCAD w Internecie

W tym miejscu zebrałem informacje o najważniejszych stronach internetowych związanych z programem KiCAD, gdzie można np. znaleźć dodatkowe biblioteki i materiały do tego programu;

Pierwszą stroną jest strona domowa KiCADA:

www.lis.inpg.fr/realise/au/lis/kicad/

Drugą stroną jest strona dostępna ze strony domowej KiCADA, z której możemy pobierać kolejne wersje KiCADA, jego kody źródłowe, noty aplikacyjne, jak również starsze komplikacje KiCADA:

<http://iut-tice.uif-grenoble.fr/cao/>

Trzeciąwartą zainteresowania

stroną związaną z programem KiCAD jest strona:

www.reniemarquet.cjb.net/kicad.htm

Na stronie tej znajdziemy wiele materiałów związanych z programem KiCAD. Strona ta zawiera ogromny zbiór bibliotek elementów elektronicznych do KiCAD'a.

Czwartą stroną na której znajdziemy biblioteki do programu KiCAD jest strona:

<http://www.kicadlib.org/>

Jest na niej link do kolejnych stron związanych z programem KiCAD, gdzie znajdziemy także kilka konwerterów plików na format KiCAD'a.

Piątąwartą zainteresowania stroną jest strona:

www.rohrbacher.net/kicad/quicklib.php

Strona ta to interaktywny kreator elementów schematowych – układów cyfrowych do programu KiCAD.

Szóstą stroną na której znajdziemy ogromne archiwum bibliotek do KiCADA przekonwertowanych z programu Eagle jest:

<http://library.oshec.org/>

Biblioteki te można pobierać wybiórczo jak również w postaci skompresowanego archiwum.

Siódmą stroną związaną z programem KiCAD jest nowo powstała i rozwijająca się polska strona internetowa:

<http://kicad.elektroda.eu/>

Znajdziemy na niej między innymi testowe wersje KiCAD'a.

Ósmą przedstawioną tu stroną internetową zawierającą bogate biblioteki do KiCAD'a jest:

<http://smisioto.no-ip.org/elettronica/kicad/kicad-en.htm>

Dziewiątą stroną zawierającą krótki kurs programu KiCAD jest strona:

<http://leon-instruments.blogspot.com/2012/05/kurs-kicad-wstep.html>

Ostatnią dziesiątą stroną jest strona:

<http://tuturutu.tode.cz/index.php>

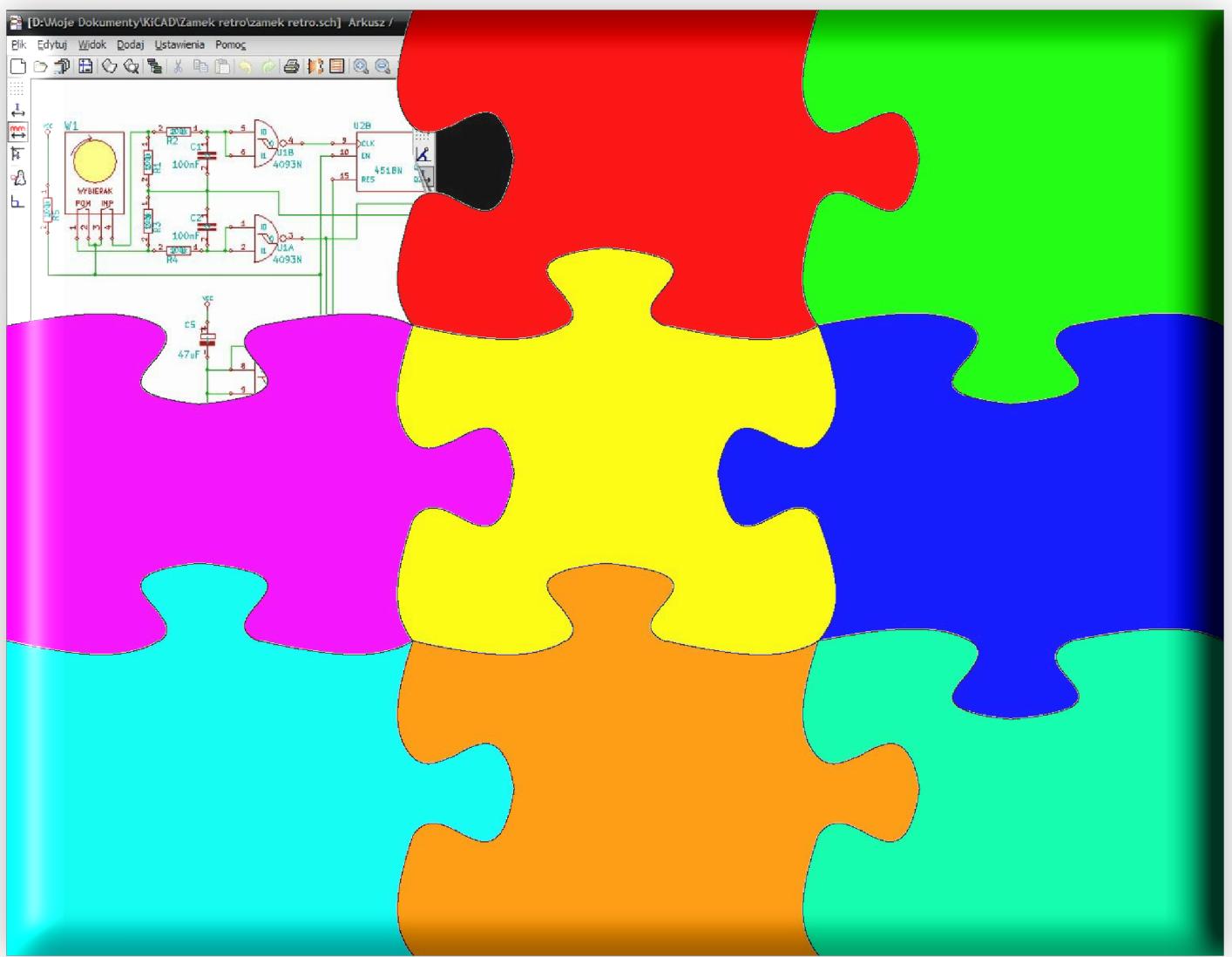
gdzie także znajdziemy nieoficjalne testowe wersje programu KiCAD.



Rys. 1.6

ROZDZIAŁ DRUGI

BIBLIOTEKI ELEMENTÓW



O bibliotekach elementów KiCAD'a

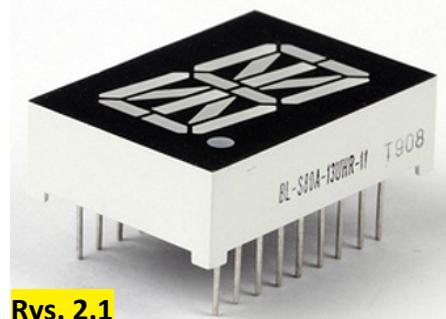
Na początek kilka słów o bibliotekach programu KiCAD. Mianowicie, kiedy pojawił się program KiCAD, pojawiły się także narzekania na jego skromne biblioteki elementów. Obecnie sytuacja uległa znaczącej poprawie, biblioteki KiCAD'a są obszerniejsze, a w internecie można znaleźć sporo bibliotek elementów do tego programu. Problem brakujących bibliotek dla programów do projektowania układów elektronicznych dotyczy także innych programów w tym komercyjnych i raczej nie ma takiego programu, który by zaspokoił wszystkie wymagania projektantów pod względem bibliotek elementów.

Każdy projekt układu elektronicznego składa się najczęściej ze schematu i płytka. Do zaprojektowania ich potrzebne są odpowiednie symbole elementów, które umieszczamy na planszy schematu, a także na projektowanej płycie. Elementy te następnie odpowiednio połączone tworzą projekt w postaci schematu a potem płytki.

Dużo popularnych elementów, jak np. rezystory, kondensatory, tranzystory, niektóre układy scalone, złącza, itp. w postaci symboli schematowych i odpowiadających im elementów płytowych jest instalowana wraz z programem KiCAD. Często się jednak zdarza, że brakuje w tych bibliotekach jakiegoś elementu. Możemy wówczas poszukać go w internecie, bez gwarancji, że znajdziemy odpowiedni element. Zamiast jednak tracić czas na szukanie potrzebnego elementu lub zaśmiecać fora dyskusyjne z prośbą o zaprojektowanie odpowiedniego elementu, możemy go zaprojektować samodzielnie. Wcale nie jest to takie trudne, jakby mogło się wydawać na początku. Zaczynając naukę od projektowania prostych elementów, z czasem nauczymy się projektować

bardziej skomplikowane elementy.

Nasz przykładowy element biblioteczny, który zaprojektujemy, to będzie, wyświetlacz mozaikowy LED podobny do tego z rysunku 2.1. Zanim

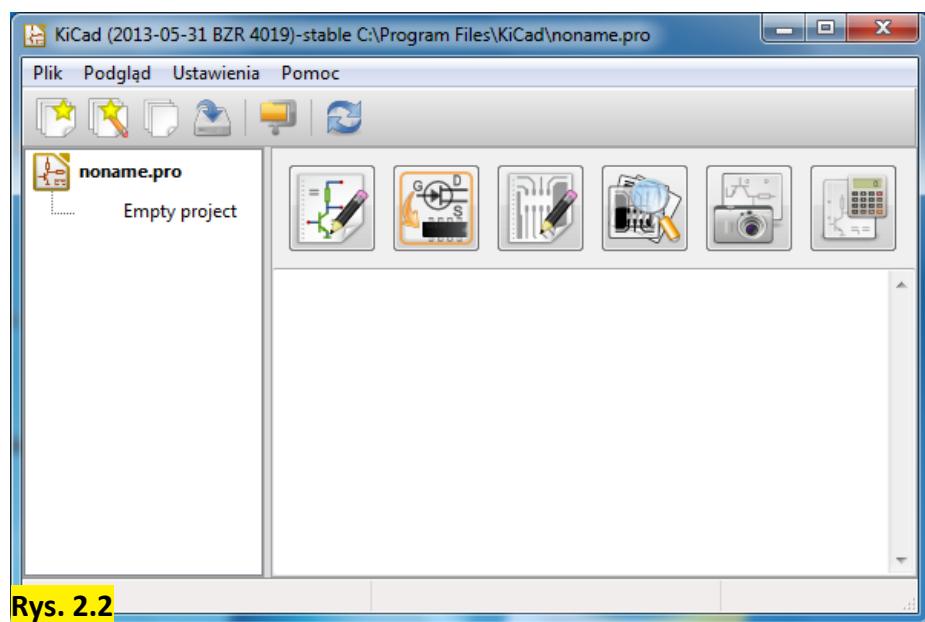


Rys. 2.1

przystąpimy do projektowania potrzebnego elementu, wskazane jest pobranie z internetu jego tzw. noty aplikacyjnej, czyli plik PDF opisujący parametry naszego elementu, często jego schemat wewnętrzny (uproszczony w przypadku skomplikowanych elementów), opis i funkcje wyprowadzeń oraz co jest bardzo ważne wymiary i układ fizyczny wyprowadzeń (pinów) elementu. Dane te znacznie ułatwiają zaprojektowanie potrzebnego elementu. W tym przykładzie wybór padł na wspomniany wyświetlacz o oznaczeniu PSA05-11, który wraz z notą aplikacyjną znajdziemy między innymi w sklepie AVT. Po pobraniu z internetu jego noty aplikacyjnej możemy rozpocząć projektowanie potrzebnego wyświetlacza.

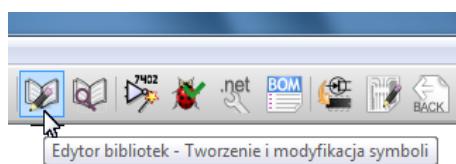
Tworzenie schematowego elementu bibliotecznego

Aby utworzyć symbol schematowy wyświetlacza mozaikowego PSA05-11, uruchamiamy KiCAD'a. Ukaże się małe okienko pokane na rysunku 2.2. Okienko to przypomina trochę Panel Kontrolny (Control Panel) z programu Eagle. Jest jednak mała różnica pomiędzy Eagle i KiCAD'em. Mianowicie w programie KiCAD, jego główne aplikacje są niezależne od głównej aplikacji z rysunku 2.2. Natomiast w programie Eagle zamknięcie Control Panelu zamyka edytor schematów i płyt. Jak widzimy na rysunku 2.2 okno to posiada sześć głównych ikon służących do uruchamiania poszczególnych aplikacji tworzących KiCAD'a. Z poziomu tego okna można wykonywać typowe operacje na plikach, jak zapisywanie, otwieranie czy archiwizacja bez konieczności korzystania z zewnętrznego programu. W oknie z rysunku 2.2 można też wybrać edytor tekstu. Nie chodzi tu jednak o edytor taki jak Writer z pakietu Open Office czy Word z pakietu MS Office. Chodzi tutaj o prosty edytor, w którym można będzie edytować pliki mające strukturę tekstową. Takim edytorem może być np. systemowy Notatnik. Ja jednak polecam nieco bardziej zaawansowany i darmowy edytor jakim jest



Rys. 2.2

PSPad. W oknie z rysunku 2.2 możemy też wybrać preferowaną przeglądarkę plików PDF, oraz wybrać język interfejsu programu. Myślę, że okno główne KiCAD'a nie sprawi nikomu problemów. Mając uruchomionego KiCAD'a, uruchamiamy edytor edytora schematów Eeschema. Myślę, że jest to oczywista czynność i nie sprawi ona nikomu problemów. Na głównym pasku narzędzi edytora Eeschema znajdujemy ikonkę „Edytor bibliotek” jak na rysunku 2.3. Po kliknięciu na



Rys. 2.3

niej zobaczymy kolejne okno, tym razem edytora bibliotek schematowych, które można zobaczyć na rysunku 2.4. Widać, że uruchomiony edytor bibliotek jest uruchomiony po raz pierwszy. Nie ma w nim wczytanej żadnej biblioteki, o czym informuje nas edytor napisem „Nie wybrano biblioteki” na belce tytułowej. Także plansza projektowa

jest pusta, a część na narzędzi na paskach narzędziowych jest nieaktywna. Jest to stan wyjściowy do rozpoczęcia projektowania nowej biblioteki.

Teraz zapoznajmy się z paskami narzędzi edytora bibliotek schematowych pokazanych na rysunku 2.4. Rozpoczniemy od głównego paska narzędzi, mamy kolejne narzędzia na głównym pasku narzędzi edytora elementów schematowych.

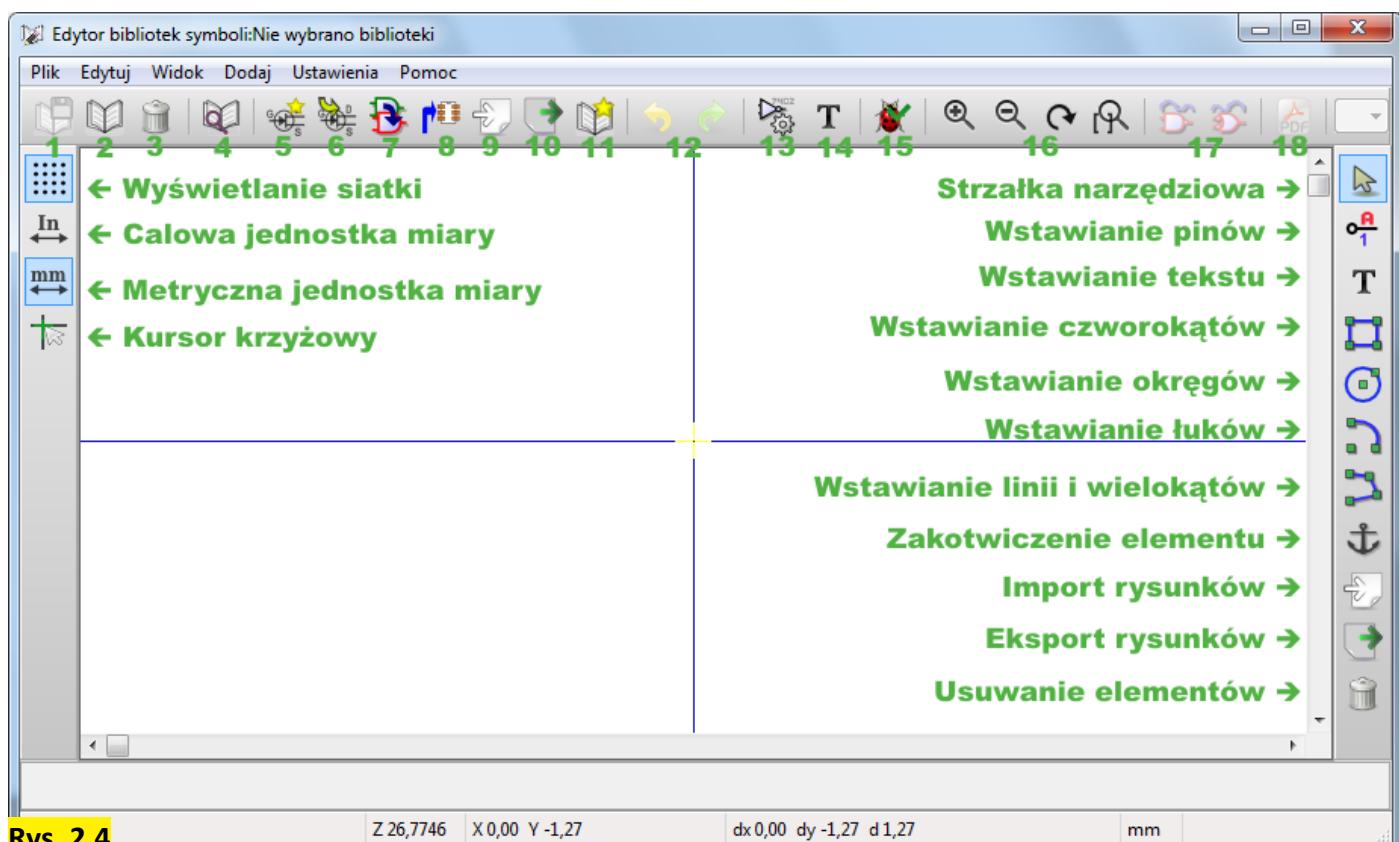
1. Zapisywanie bieżącej biblioteki na dysk
2. Wybór biblioteki roboczej
3. Usuwanie elementów z biblioteki
4. Przeglądarka elementów
5. Tworzenie nowego elementu
6. Edycja istniejącego elementu
7. Tworzenie elementu na podstawie istniejącego elementu
8. Aktualizacja elementu w bibliotece
9. Eksport elementu
10. Import elementu
11. Zapis elementu w nowej bibliotece
12. Wstawianie pól tekstowych
13. Edycja właściwości elementu
14. Odświeżanie planszy projektowej
15. Test pinów
16. Narzędzia dopasowania powiększenia
17. Przełączanie widoku elementu normalny / De Morgan
18. Dokumentacja elementu (PDF)

Lewy pasek narzędzi jest skromny i zawiera następujące narzędzia;

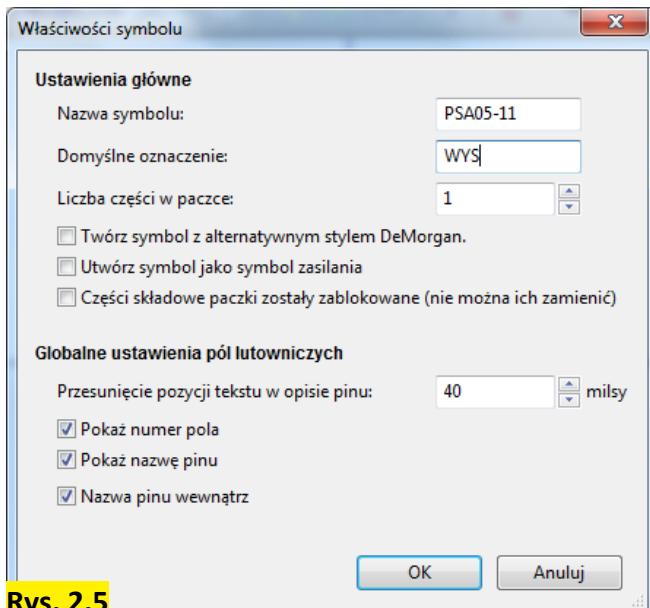
- Włączanie wyświetlania siatki
- Przełącznik jednostki miary na całową – milisy
- Przełącznik jednostki miary na metryczną – milimetry
- Przełączanie widoku kurSORA ze strzałki na pełnoekranowy krzyż

Natomiast prawy pasek narzędzi zawiera następujące narzędzia;

- Strzałka narzędziowa – kurSOR
- Dodawanie wyprowadzeń elementu tzw. pinów
- Dodawanie graficznych obiektów tekstowych do elementu
- Dodawanie obiektu graficznego prostokąt lub kwadrat do elementu



Rys. 2.4



Rys. 2.5

- Dodawanie obiektu graficznego koło do elementu
- Dodawanie obiektu graficznego łuk do elementu
- Dodawanie obiektu graficznego linie i wielokąty do elementu
- Zakotwiczenie elementu
- Import elementu jako rysunek
- Eksport elementu jako rysunek
- Usuwanie części składowych elementu (gumka do mazania)

Przeznaczenie poszczególnych narzędzi na paskach narzędziowych łatwo poznamy, przesuwając kurSOR myszki nad interesujące nas narzędzie. Po ustawnieniu kurSORa myszki na interesującym nas narzędziu i zatrzymaniu go na nim na chwilę wyświetli się etykieta z opisem tego narzędzia. Rozwiążanie to stosowane w wielu różnych programach znacznie ułatwia korzystanie nie tylko z KiCAD'a.

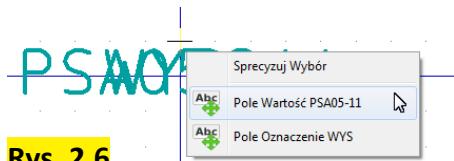
Projekt nowego elementu schematowego

Tworzenie nowego elementu schematowego rozpoczęmy od kliknięcia, na ikonę Utwórz nowy element. Otworzy się wówczas okienko z

rysunku 2.5, w którym należy wypełnić kilka pól jak na rysunku 2.5. Oczywiście pola te będą miały inną wartość w zależności od tworzonego elementu. Dla naszego wyświetlacza mozaikowego PSA05-11 wypełniamy pierwsze pole **Nazwa elementu**: jako właśnie PSA-05-11. Jest to nazwa pod jaką, nasz nowy element będzie

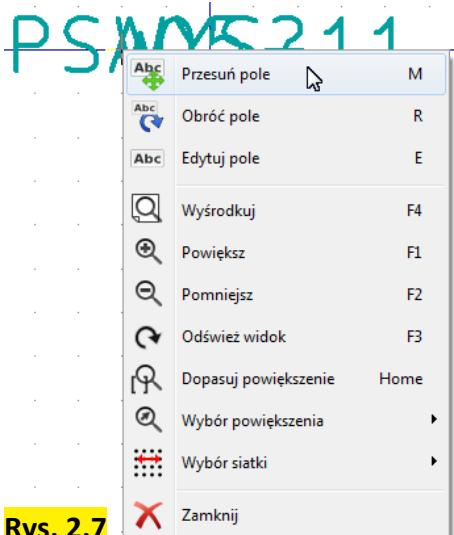
występował w bibliotece elementów na liście dostępnych elementów. Nazwa ta pojawi się także w polu z nazwą aktualnie edytowanego elementu. Nazwa ta powinna w jednoznaczny sposób, identyfikować tworzony element. Więc można zastosować też nazwę LEDx16M, która będzie się kojarzyła nam w szesnastosegmentowym mozaikowym wyświetlaczem LED. Ja jednak postanę przy nazwie katalogowej PSA05-11. Oczywiście można dostosować tak nazwę jaką, będzie nam łatwo zapamiętać. Kolejnym polem do uzupełnienia jest pole **Domyślne oznaczenie**. Jest to oznaczenie, pod jakim nasz element pojawi się na planszy schematu. Dla układów scalonych jest to U, dla rezystorów R, kondensatorów C, itd.

Dla naszego wyświetlacza zastosujemy oznaczenie WYS. Do oznaczenia WYS nie podajemy numeru porządkowego. Numer ten zostanie dodany podczas numeracji elementów na planszy schematu, po wstawieniu elementów na tą planszę. Przed numeracją elementów oznaczenie WYS będzie posiadało dodatkowo znak pytajnika – WYS?, który podczas numeracji elementu zostanie zmieniony na numer kolejny wyświetlacza. Pozostałych pól w oknie z rysunku 2.5 nie zmieniamy i nasze ustawienia zatwierdzamy przyciskiem OK.



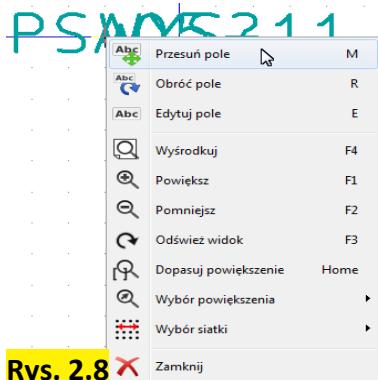
Rys. 2.6

Jak widać zawartość okna, edytora elementów schematowych się nieco zmieniła. Aktywny jest prawy pasek narzędzi, a w środku okna na przecięciu linii układu współrzędnych widać nałożone na siebie napisy WYS i PSA05-11, które wstawiliśmy w oknie z rysunku 2.5 i które można zobaczyć na rysunku 2.6. Środek przecięcia linii układu współrzędnych jest zarazem środek naszego elementu i musi być on utworzony tak aby środek elementu pokrywał się z przecięciem tych niebieskich linii. Względem tego środka pokazywane są też współrzędne elementu na pasku stanu, i środek ten stanowi punkt uchwytu elementu podczas jego przesuwania po planszy schematu. Dla wygody oznaczenie WYS i PSA05-11 na czas tworzenia elementu przesuniemy nieco poza środek planszy projektowej, aby nam nie przeszkadzały. W tym celu umieszczaMY kurSOR myszki nad oznaczeniami i wciskamy klawisz M z klawiatury. Ponieważ napisy są na siebie nałożone pojawi się okienko z pytaniem o sprecyzowanie wyboru napisu podobnie jak na rysunku 2.6. Kolejno wybieramy obydwa napisy i je odsuwamy nieco od środka układu współrzędnych – przecięcia



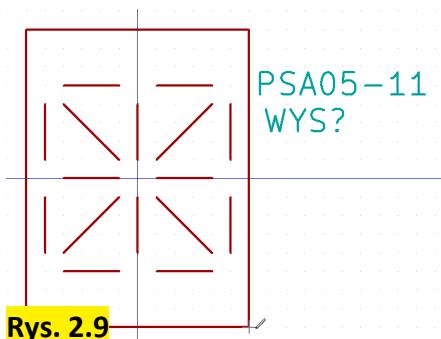
Rys. 2.7

niebieskich linii, aby nam nie przeszkadzały na tym etapie tworzeniu symbolu schematowego wyświetlacza. Odpowiednie opcje przesuwania i edycji pól tekstowych dostępne są w menu kontekstowym myszki pokazanym na rysunku 2.7 (wraz z podanym skrótem klawiaturowym) – pod prawym jej klawiszem którym trzeba kliknąć, na polu tekstu i sprecyzować wybór pola tekstu, po czym je przesunąć. Tutaj jeszcze wspomnę, że część skrótów klawiaturowych KiCAD'a działa po naciśnięciu jednego klawisza, a nie kombinacji dwóch klawiszy. Choć i to rozwiązanie jest też spotykane w programie KiCAD, np. cofnij to nie jest wciśnięcie klawisza Z z klawiatury, tylko kombinacja dwóch klawiszy Ctrl + Z. Wracając do tworzenia elementu, teraz dodamy linie narzędziem, **Dodaj linie i wielokąty** z prawego paska narzędziowego. Linie te mają symbolizować segmenty wyświetlacza, więc podobnie muszą być umieszczone na planszy jak segmenty w prawdziwym wyświetlaczu. Następnie w wspomnianym narzędziem **Dodaj linie i wielokąty** rysujemy linie imitujące oryginalne segmenty wyświetlacza. Rysownie linii rozpoczynamy od pojedynczego kliknięcia lewym klawiszem myszki, a kończymy pojedynczym kliknięciem także lewego klawisza myszki. Rysowanie ułatwiamy sobie, korzystając z wyświetlonej siatki. Długość linii segmentu wyświetlacza przyjąłem na trzy „oczka” siatki o rozmiarze 50 milsów. Środek wyświetlacza musi pokrywać się ze środkiem układu współrzędnych – przecięcia niebieskich linii. W pierwszej kolejności rysujemy pionowe i poziome segmenty wyświetlacza, a potem segmenty ukośne. Efekt końcowy rysowania segmentów wyświetlacza możemy zobaczyć na rysunku 2.8. Mamy już narysowane segmenty wyświetlacza, teraz pora na dodanie do tych segmentów obudowy. Wybieramy



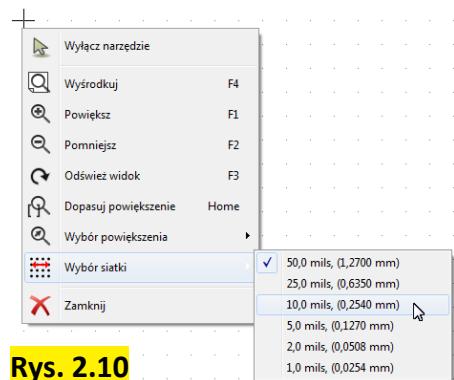
Rys. 2.8

narzędzie **Dodaj prostokąt**. Prostokąty rysuje się od jednego punktu do drugiego po przekątnej prostokąta. Po wybraniu narzędzia **Dodaj prostokąt** klikamy w miejscu, gdzie ma się znaleźć lewy górny róg i przeciągamy do miejsca, gdzie ma się znajdować prawy dolny róg i klikamy raz, aby zakończyć rysowanie prostokąta. Od góry i dołu wyświetlacza zostawiłem większy odstęp, gdyż później w tych miejscach znajdę się nazwy pinów wyświetlacza. Ustawiłem także przesunięte wcześniej napisy z prawej strony wyświetlacza i otrzymałem efekt widoczny na rysunku 2.9. Następnie

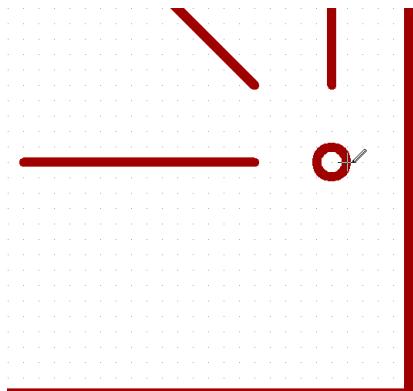


Rys. 2.9

zmniejszyłem rozmiar siatki na 10 milsów, klikając prawym klawiszem myszki na planszy i wybierając odpowiednią opcję z menu jak na rysunku 2.10. Następnie wybrałem narzędzie **Dodaj okrąg** i w prawym dolnym rogu wyświetlacza wstawiłem okrąg o średnicy 20 milsów (dwa oczka siatki). Okrąg wstawiłem w miejscu przedłużenia segmentów wyświetlacza co widać na rysunku 2.11. Okrąg ten będzie punktem dziesiętnym wyświetlacza, czyli prościej pisząc przecinkiem. Klikamy

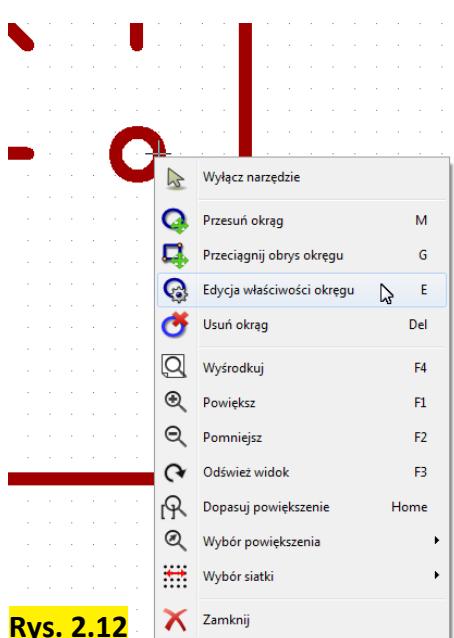


Rys. 2.10

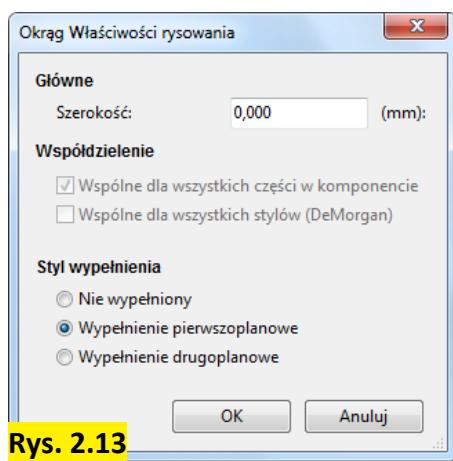


Rys. 2.11

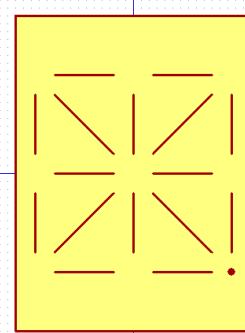
prawym klawiszem myszki na linii okręgu i z menu kontekstowego pokazanym na rysunku 2.12 wybieramy opcję **Edycja właściwości okręgu** – skrót klawiaturowy E. Otworzy się wówczas małe okienko **Okrąg właściwości rysowania** pokazane na rysunku 2.13, gdzie wybieramy opcję **Wypełnienie pierwszoplanowe**. Wybór zatwierdzamy przyciskiem OK. W tym momencie nasz okrąg zostanie



Rys. 2.12

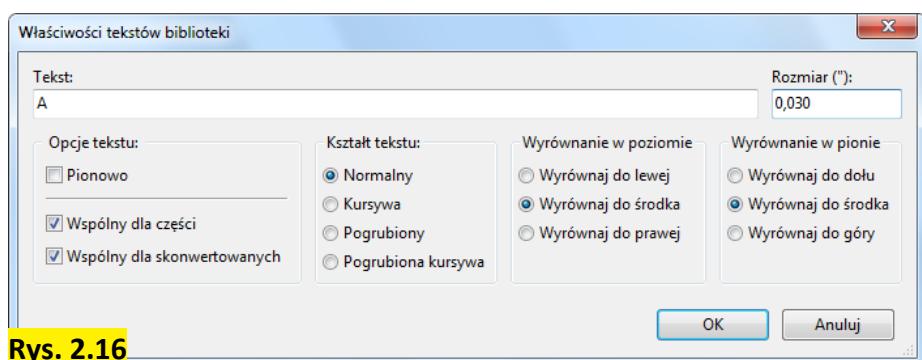
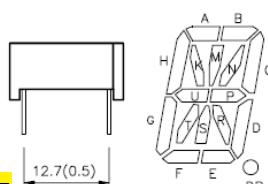


wypełniony kolorem brązowym. Podobnie postępujemy w przypadku prostokąta stanowiącego zarys – obudowę naszego wyświetlacza. Tylko w tym przypadku w oknie pokazanym na rysunku 2.13, wybieramy opcję **Wypełnienie drugoplanowe**. Prostokąt zostanie wypełniony kolorem żółtym i uzyskamy efekt taki jak na rysunku 2.14. Teraz dodamy

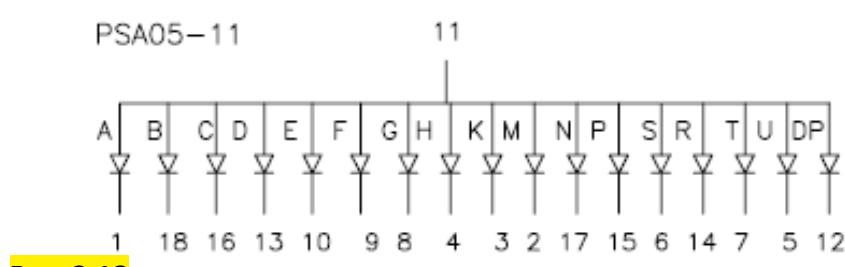
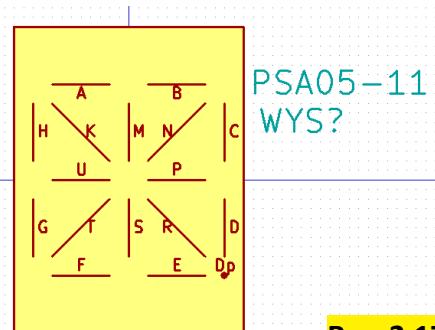


PSA05-11
WYS?

oznaczenia segmentów wyświetlacza, zgodnie z rysunkiem 2.15 pochodzący z jego noty aplikacyjnej. W tym celu wykorzystamy narzędzie, **Dodaj tekst** z prawego paska narzędzi. Otworzy się nim okienko pokazane na rysunku 2.16. W oknie tym w polu **Tekst:** wpisujemy dużą literę „A”, jest to oznaczenie pierwszego segmentu wyświetlacza. W polu **Rozmiar (""):** wpisujemy wartość 0,030, jest to wielkość wstawianej litery. Standardowo wynosi ona 0,060. My jednak ją zmniejszymy do wartości 0,030, aby

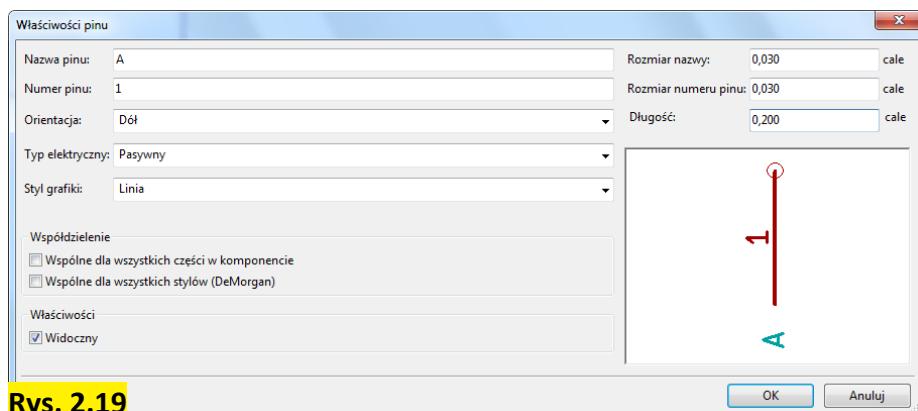


łatwiej było umieścić poszczególne litery w polu wyświetlacza. Ustawienia tekstu zatwierdzamy przyciskiem OK. Wtedy literka „A” przyklei się do kurSORA myszki i będzie za nim podążała. Przy siatce ustawionej tym razem na 25 milsów umieszczaMY literkę „A” przy odpowiednim segmencie wyświetlacza zgodnie z rysunkiem 2.15. Oznaczenia segmentów wyświetlacza staramy się rozmieścić równo i symetrycznie, korzystając z wyświetlonej siatki. Kolejne oznaCzenia segmentów przy włączonym narzędziu **Dodaj tekst**, dodajemy klikając na pustym miejscu planszy projektowej, co spowoduje otwarcie okna z rysunku 2.16. Po dodaniu wszystkich oznaczeń segmentów łącznie z punktem dziesiętnym (Dp), otrzymałem wyświetlacz jak na rysunku 2.17.



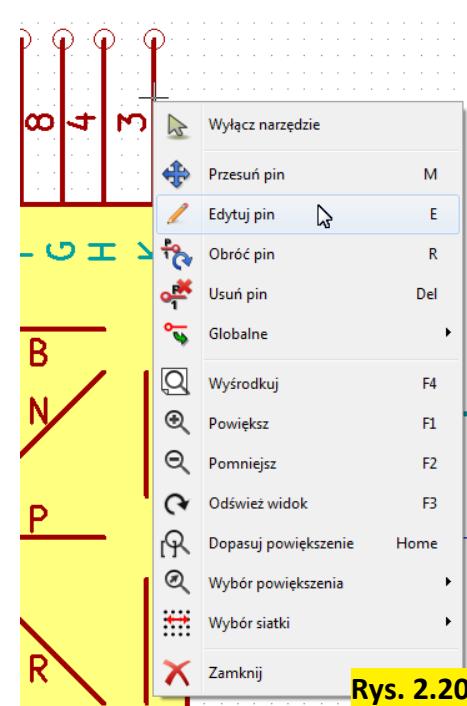
Dodawanie wyprowadzeń do wyświetlacza

Wyświetlacz nasz ma już gotową obudowę, ale brakuje mu jeszcze wyprowadzeń, za pomocą których będzie można go później podłączyć do projektowanego układu. Układ pinów wyświetlacza PSA05-11 możemy zobaczyć w jego notie aplikacyjnej oraz rysunku 2.18. Jak widzimy schemat połączenia diod LED wyświetlacza, nie jest zbytnio skomplikowany i w przypadku braku jego noty aplikacyjnej, układ pinów możemy rozpracować omówiem. Piny dodajemy do tworzonego elementu przy ustaleniu siatki na 50 milsów. Zatem aby dodać wyprowadzenia naszego wyświetlacza, skorzystajmy z narzędzia **Dodaj pin** z prawego paska narzędziowego. Po wybraniu narzędzia **Dodaj pin** i kliknięciu na pustym miejscu planszy projektowej otworzy się okienko pokazane na rysunku 2.19. W oknie tym w polu **Nazwa pinu** wpisujemy literkę „A” – jest to nazwa segmentu wyświetlacza oraz na podstawie noty aplikacyjnej wyświetlacza odpowiadający jej numer pinu 1. Dla segmentu „B” jest to numer pinu 18, itd. zgodnie z rysunkiem 2.18. Kolejnym polem w oknie z rysunku 2.19 jest pole

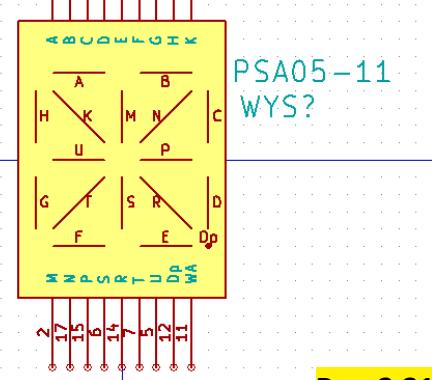


Rys. 2.19

Orientacja: które odpowiada za według mnie za dużą wartość i ułożenie pinu względem tworzonego elementu. Dostępne są cztery kierunki, prawo, lewo, góra i dół. Kółeczko na końcu pinu węzeł mający właściwości elektryczne i do niego dołącza się połączenia podczas rysowania schematu. Kółeczko to musi znaleźć się na zewnątrz tworzonego elementu, tak aby można do niego było łatwo podłączać połączenia na schemacie. Podgląd ustawienia pinu zobaczymy w dużym okienku po prawej stronie okna z rysunku 2.19. Ponieważ w pierwszej kolejności będę umieszczał piny w górnej części wyświetlacza (pionowo) wybrałem ustawienie **Dół**. Kolejnym polem do ustawienia jest **Typ elektryczny**: W przypadku naszego wyświetlacza PSA05-11 dla wszystkich pinów wybieramy wartość **Pasywny**, ponieważ wyświetlacz ten na swoich pinach nie odbiera ani nie wysyła żadnych sygnałów. Inne ustawienie tego parametru w przypadku wyświetlacza może spowodować generowanie błędów ERC. W przypadku innych elementów, jak np. układy scalone parametr elementu **Typ elektryczny**: należy odpowiednio ustawić z notą aplikacyjną danego elementu, w zależności od tego jaką rolę pełnią poszczególne jego piny. Przejdzmy teraz do pól okna **Rozmiar nazwy**: i **Rozmiar numeru pinu**: w oknie z rysunku 2.19. Od tych parametrów zależy wielkość numerów pinów i ich oznaczeń. Ustawmy tą wartość na 0,030 cala. Kolejnym parametrem jest **Długość**: pinu, która domyślnie wynosi 0,300 cala, co jest

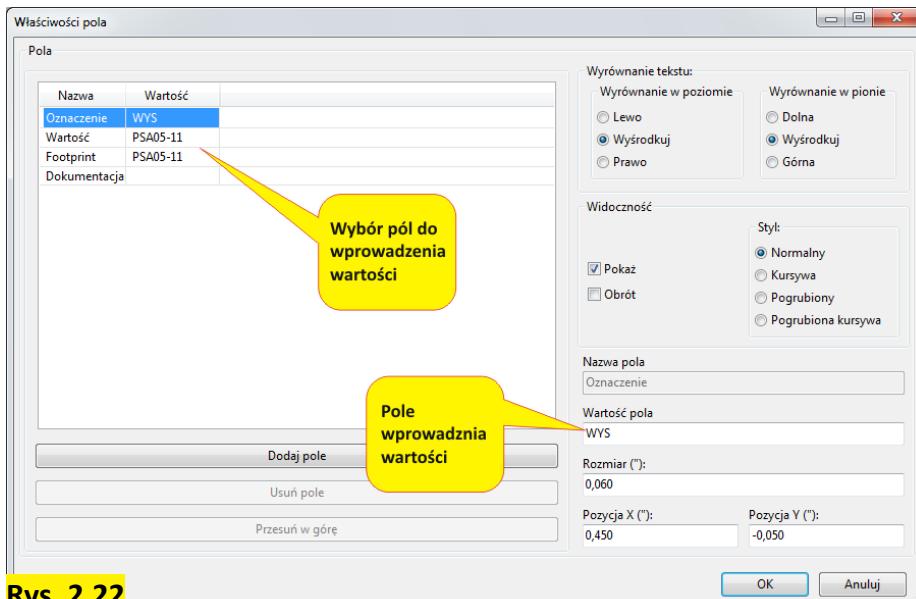


Rys. 2.20

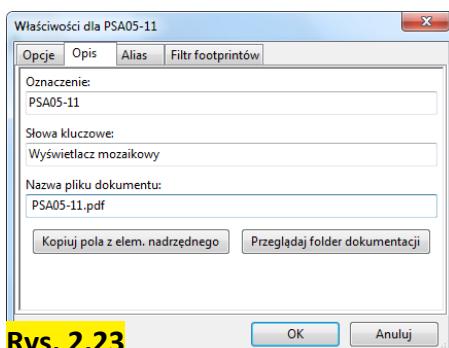


Rys. 2.21

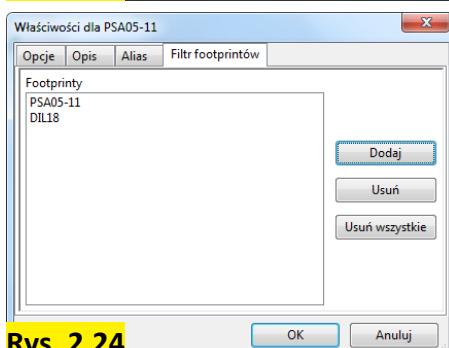
dottychnie polu pojawi się wartość PSA05-11. Jest to nazwa obudowy płytowej, z jaką będzie od tej pory kojarzony nasz wyświetlacz. W ramce **Widoczność** odznaczamy jeszcze opcję, **Pokaż** dzięki czemu pole z nazwą obudowy nie będzie widoczne na schemacie i go nie zaciemni. Dokonane zmiany zatwierdzamy przyciskiem OK w oknie z rysunku 2.22. Teraz wybierzmy jeszcze narzędzie, **Edytuj właściwości elementu** z górnego paska narzędziowego. Pojawi się okienko pokazane na rysunku 2.23. W oknie tym wybieramy zakładkę **Opis** i wypełniamy podobnie jak na rysunku 2.23. W polu **Nazwa pliku dokumentu** podajemy ścieżkę dostępu do pliku PDF – noty aplikacyjnej wyświetlacza



Rys. 2.22



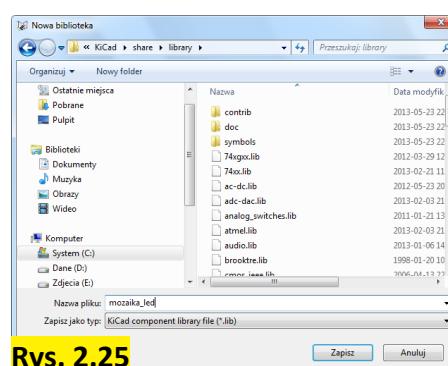
Rys. 2.23



Rys. 2.24

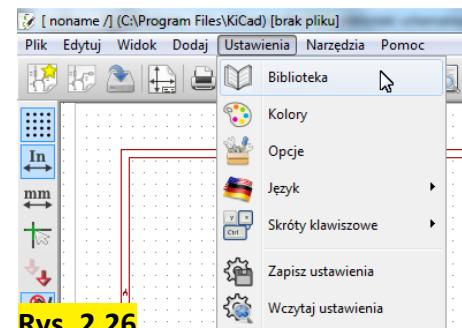
PSA05-11. U mnie wygląda ona jak na rysunku 2.23, gdyż nota aplikacyjna wyświetlacza została umieszczona w katalogu z notami aplikacyjnymi programu KiCAD. Dzięki temu podczas tworzenia projektu w razie takiej potrzeby mamy dostęp do noty aplikacyjnej zaprojektowanego elementu. Może być to także adres internetowy noty aplikacyjnej. W razie potrzeby możemy uzupełnić pozostałe zakładki okna z rysunku 2.23, w tym zakładkę **Filtr obudów**, gdzie klikamy na przycisku **Dodaj** i wpisujemy nazwę obudowy płytowej, która będzie przyporządkowana naszemu wyświet-

lacowi. W zakładce **Filtr Obudów** możemy wpisać więcej niż jedną obudowę (np. w przypadku rezyistorów) jak na rysunku 2.24. Wówczas edytor Cvpcb podczas kojarzenia elementów schematowych z płytowymi będzie sugerował wykorzystanie obudów płytowych zawartych w polu **Filtr obudów**, co znacznie ułatwia i przyśpiesza projektowanie. Ja użyłem dla elementu płytowego takiej samej nazwy jak nazwa wyświetlacza, czyli PSA05-11. W tym momencie mamy już gotowy element schematowy – wyświetlacz mozaikowy PSA05-11. Zapisujemy go klikając na ikonę **Zapisz bieżący element w nowej bibliotece**. Pojawi się standardowe okno zapisu plików Windows 7, jak na rysunku 2.25. W oknie tym podajemy nazwę nowej biblioteki ja u siebie zapisałem utworzony wyświetlacz w bibliotece mozika_led.lib w domyślnym katalogu z bibliotekami schematowymi KiCAD'a. Pojawi się jeszcze



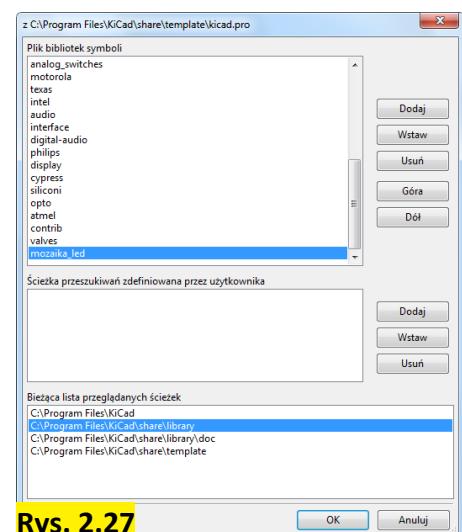
Rys. 2.25

okno informacyjne, iż trzeba dodać nowo utworzoną bibliotekę w edytorze Eeschema, aby biblioteka była dostępna w tym edytorze. W skrócie polega to na wybraniu z menu **Ustawienia** edytora schematów Eeschema opcji **Biblioteka** jak na



Rys. 2.26

rysunku 2.26. Otworzy się okno pokazane na rysunku 2.27, gdzie klikamy na przycisku **Dodaj**, otworzy się kolejne okno w którym wskazujemy lokalizację naszej nowo utworzonej biblioteki mozaika_led.lib i zatwierdzamy wybór biblioteki w kolejnych oknach. Wówczas pojawi się okno z zapisem projektu, dla którego ma być dostępna nowo dodana biblioteka. Tak dodana biblioteka jest dostępna tylko dla tego projektu do którego ją dodaliśmy. Dla każdego nowego projektu trzeba od nowa dodawać potrzebne biblioteki. Dokładniej o dodawaniu nowych bibliotek do projektu w edytorze schematów Eeschema napiszę w dalszej części kursu. Na tym zakończyliśmy tworzenie nowego elementu schematowego.



Rys. 2.27

Tworzenie płytowego elementu bibliotecznego

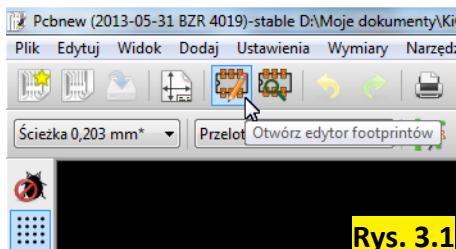
Mając utworzony symbol schematowy naszego wyświetlacza mozaikowego, PSA05-11 musimy jeszcze utworzyć dla niego odpowiedni symbol płytowy zwanym w programie Pcbnew „modułem”. Oczywiście także w tym przypadku będzie nieodzowna nota aplikacyjna tego wyświetlacza – plik PDF z fizycznymi wymiarami naszego wyświetlacza i rozkładem jego pinów. Nadmienię tutaj krótko, że o ile w przypadku elementu schematowego przy jego tworzeniu można było sobie pozwolić na pewną dowolność w tworzeniu elementu, to w przypadku elementu płytowego, utworzony element musi ściśle odpowiadać fizycznemu elementowi. Przyczyna jest prosta, jeśli pomylimy wymiary, rozstaw pól lutowniczych, itp. to później po wykonaniu płytki danego elementu nie da się wlutować w płytę, lub pomylone piny będą powodem nie działania lub

uszkodzenia zaprojektowanego układu. Szczególnie ważne jest to w przypadku elementów o wielu wyprowadzeniach jak np. układy scalone wyświetlacze, złącza. W przypadku elementów takich jak np. rezystory czy kondensatory płytka jest do „uratowania”, co nie znaczy, że te elementy płytowe projektujemy byle jak. Aby utworzyć symbol płytowy wyświetlacza mozaikowego PSA05-11, uruchamiamy KiCAD'a, a następnie edytor płyt drukowanych Pcbnew. Myślę, że jest to oczywista czynność i nie sprawi ona nikomu problemów. Na głównym pasku narzędzi edytora Pcbnew znajdujemy ikonkę „Edytor modułów”, gdyż tak są zwane elementy płytowe w programie KiCAD. Można ją zobaczyć wskazaną strzałką na rysunku 3.1. Po kliknięciu

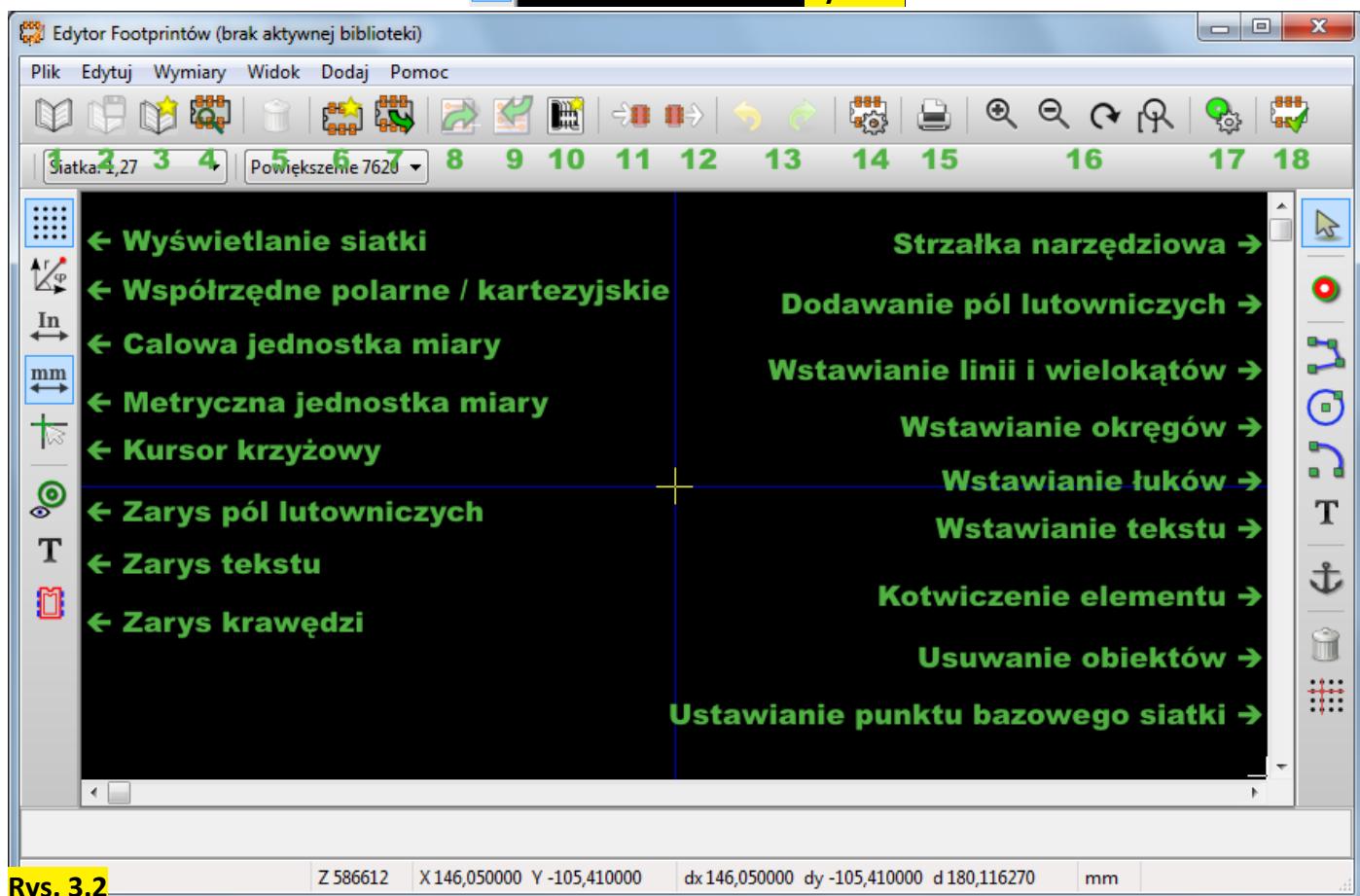
na niej zobaczymy kolejne okno, tym razem edytora bibliotek płytowych, które można zobaczyć na rysunku 3.2. Okno to jest podobne do edytora elementów schematowych. Widać, że uruchomiony edytor bibliotek jest uruchomiony po raz pierwszy. Nie ma w nim wczytanej żadnej biblioteki, plansza projektowa jest pusta, a część na narzędzi na paskach narzędziowych jest nieaktywna. Jest to stan wyjściowy do rozpoczęcia projektowania nowej biblioteki.

Teraz zapoznajmy się z paskami narzędzi edytora bibliotek płytowych pokazanym na rysunku 3.2. Rozpoczniemy od głównego paska narzędzi, mamy kolejne narzędzia na głównym pasku narzędzi edytora elementów płytowych.

1. Wybór aktywnej biblioteki
2. Zapis biblioteki
3. Zapis elementu w nowej bibliotece
4. Przeglądarka elementów
5. Usunięcie elementu (footprintu) z biblioteki



Rys. 3.1



Rys. 3.2

- 6. Tworzenie nowego footprintu
- 7. Wczytanie footprintu
- 8. Wczytanie footprintu z bieżącej płytki
- 9. Aktualizacja footprintu na bieżącej płytce
- 10. Wstawianie footprintu do bieżącej płytki
- 11. Import pojedynczego footprintu z biblioteki
- 12. Eksport pojedynczego footprintu do biblioteki
- 13. Funkcje Cofnij i Ponów
- 14. Edycja właściwości footprintu
- 15. Drukowanie footprintu
- 16. Dopasowanie powiększenia planszy projektowej oraz jej odświeżanie
- 17. Edycja właściwości pól lutowniczych footprintu
- 18. Sprawdzenie footprintu

Lewy pasek narzędziowy zawiera następujące narzędzia.

- przełącznik wyświetlania siatki
- przełącznik współrzędnych wyświetlanych na pasku stanu
- przełącznik jednostki miary na całową
- przełącznik jednostki miary na metryczną
- przełącznik kurSORA ze zwykłego na krzyżowy
- kolejne trzy ikonki to narzędzia zmiany sposobu wyświetlania elementów składowych tworzonego elementu bibliotecznego z pełnego zarysu na uproszczone. Dotyczy to pól lutowniczych, tekstów i krawędzi.

Natomiast prawy pasek narzędzi zawiera następujące narzędzia;

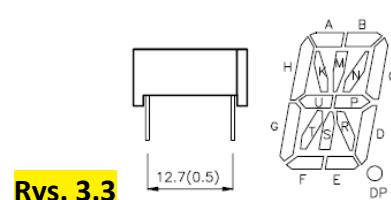
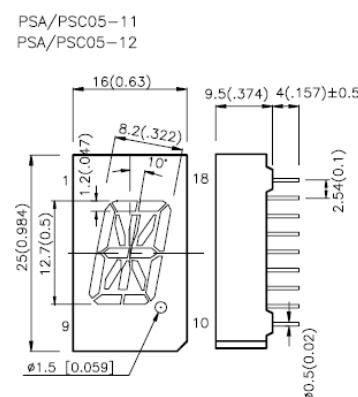
- Strzałka narzędziowa – kurSOR
- Dodawanie pól lutowniczych (padów)
- Dodawanie obiektu graficznego typu linia lub wielokąt

- Dodawanie obiektu graficznego typu okrąg
- Dodawanie obiektu graficznego typu łuk
- Dodawanie obiektu graficznego typu tekst
- Kotwiczenie pozycji modułu
- Usuwanie części składowych elementu (gumka do mazania)
- Ustawienie punktu bazowego siatki

Przeznaczenie poszczególnych narzędzi na paskach narzędziowych łatwo poznamy, przesuwając kurSOR myszki nad interesujące nas narzędzie. Po ustaleniu kurSORA myszki na interesującym nas narzędziu i zatrzymaniu go na nim na chwilę wyświetli się etykieta z opisem tego narzędzia. Rozwiążanie to stosowane w wielu różnych programach znacznie ułatwia korzystanie nie tylko z KiCAD'a.

Projekt nowego elementu płytowego - footprintu

Projekt nowego elementu płytowego zwanego w programie KiCAD modułem, rozpoczęmy od zapoznania się z rysunkiem obudowy wyświetlacza PSA05-11, którą znajdziemy we wspomnianej już wcześniej aplikacyjnej tego wyświetlacza. Tym razem interesują nas wymiary fizyczne wyświetlacza i rozkład jego pinów, które można zobaczyć na rysunku 3.3. Z tego rysunku oraz pełnej noty aplikacyjnej łatwo zauważać, że wymiary wyświetlacza podane są w milimetrach. Natomiast obok nich w nawiasach podane są wymiary w systemie całowym. W przypadku braku noty aplikacyjnej tworzonego elementu można go pomierzyć suwmiarką, ewentualnie linijką choć jest to dużo mniej dokładny sposób. Przy pomiarach linijką warto pamiętać, że najczęściej wymiary elementu są pochodną całowego systemu miary, i np. wymiar według linijki 1,5 mm może faktycznie wynosić 1,27 mm – 50 milsów, a te



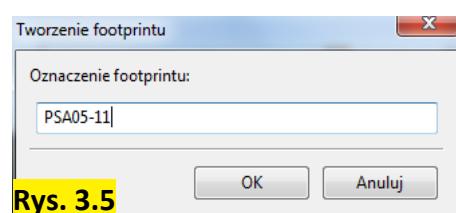
Rys. 3.3

0,23 milimetra różnicy łatwo przeoczyć na linijce. Dlatego warto w takim przypadku korzystać jednak z suwmiarki, którą można zobaczyć na rysunku 3.4.



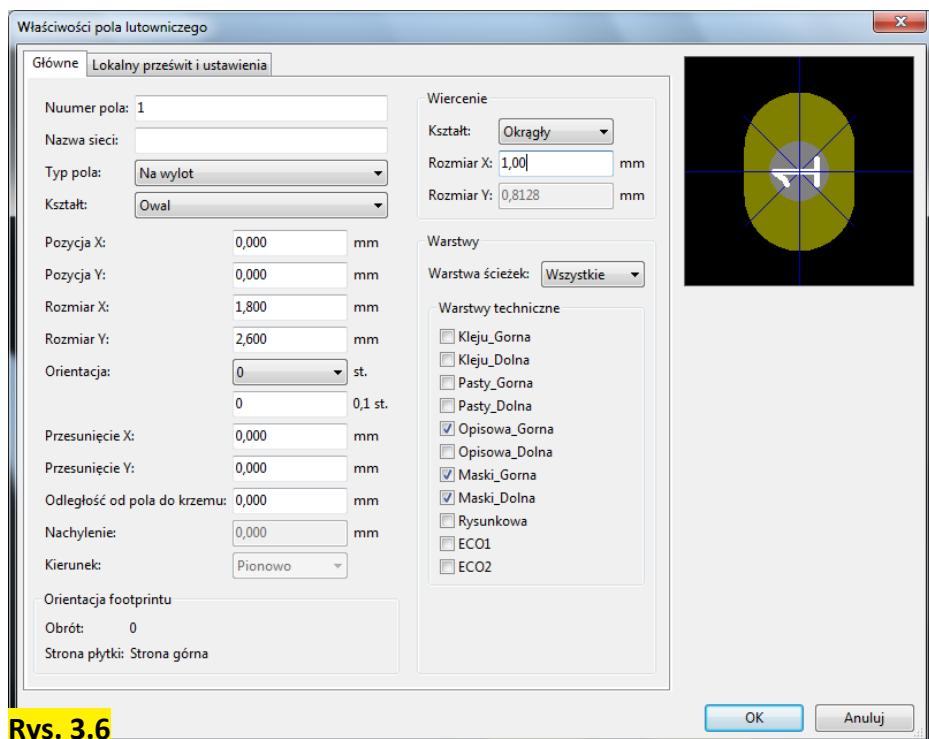
Rys. 3.4

Tworzenie nowego elementu płytowego rozpoczynamy od kliknięcia na ikonę **Nowy footprint**, otworzy się okienko pokazane na rysunku 3.5, w które wpisujemy nazwę naszego nowego modułu. Podobnie jak w przypadku elementu schematowego wpisujemy PSA05-11 i zatwierdzamy przyciskiem OK. Pojawią się jak poprzednio dwa napisy nałożone na siebie. Jeden z nich to nazwa naszego modułu, czyli PSA05-11, a drugi to VAL***. Jak w przypadku elementu schematowego musimy te napisy przesunąć nieco poza oś układu współrzędnych, aby nie przeszkadzały w czasie tworzenia elementu. Odpowiednie opcje znajdziemy w menu kontekstowym



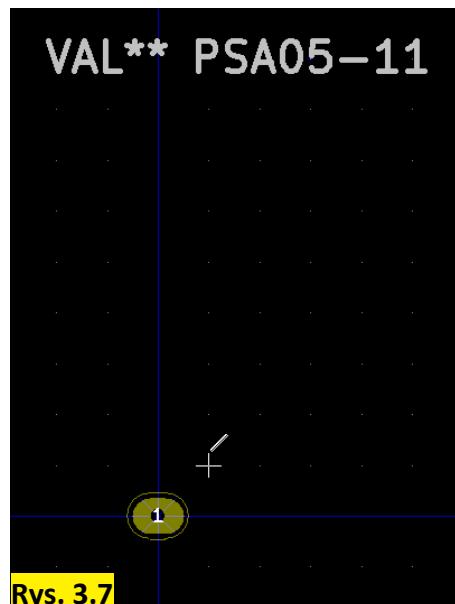
Rys. 3.5

myszki lub w skrócie klawiaturowym E, po uprzednim potwierdzeniu, który napis chcemy przesunąć. Ponieważ w elemencie płytowym najważniejsze są pola lutownicze i ich rozstaw zaczniemy od ich umieszczenia na planszy projektowej. Jak wynika z noty aplikacyjnej, pola lutownicze wyświetlacza są rozstawione co 2,54 mm (100 milsów) i wielokrotność tej liczby, zmienimy rozmiar siatki na 2,54 mm. Odpowiednie opcje zawarte są w menu kontekstowym myszki, podobnie jak w przypadku edytora elementów schematowych. Jednak w przypadku edytora bibliotek płytowych mamy większą rozpiętość rozmiarów siatki. Ma to na celu projektowanie elementów płytowych z odpowiednią precyzją. Ustawianie pól lutowniczych (padów) zaczniemy od pozycji 0 – 0, która jest w miejscu przecięcia dwóch niebieskich linii układu współrzędnych. Zanim zaczniemy wstawianie poszczególnych pól lutowniczych trzeba je odpowiednio ustawić. W tym celu na głównym pasku narzędziowym klikamy na ikonę **Właściwości pól lutowniczych**. Otworzy się dość duże okno pokazane na rysunku 3.6. Jak widać okno to zawiera wiele pól określających właściwości przyszłych pól lutowniczych. Ważne jest pole o nazwie **Numer pola**, które określa numer pola lutowniczego. Numer danego pola musi odpowiadać numerowi pinu w elemencie schematowym. Na podstawie numeru pinu i numeru pola lutowniczego łączone są ze sobą elementy podczas kojarzenia w programie Cvpcb. Gdybyśmy w tym polu wpisali błędy numer pinu lub oznaczenie literowe, to na późniejszym etapie projektu elementy nie zostały by ze sobą połączone lub były by ze sobą błędnie połączone. W pierwszym przypadku błąd jest dość widoczny, i sygnalizowany przez program Pcbnew. W przypadku drugim tj. pomylenia numerów pól lutowniczych lub ich przemieszczenia i błąd mógłby zostać



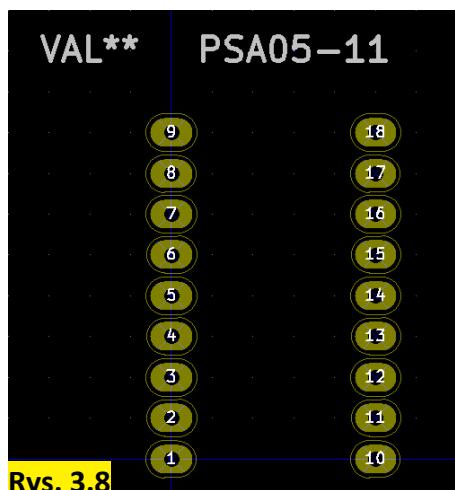
Rys. 3.6

zauważony po zmontowaniu urządzenia, które by nie działało lub uległo uszkodzeniu. W pole **Numer pola**: wpisujemy 0. Dlaczego zero? Podczas wstawiania pól lutowniczych pól i tak są numerowane od liczby 1. Gdybyśmy wpisali 1 to pierwsze wstawione pole lutownicze miało by numer 2 itd. Następnie w ramce **Wiercenie** określamy kształt otworu na okrągły i jako **Rozmiar X** wpisujemy 1 mm. Literka X (i Y) przy średnicy otworu stosowana jest do określenia wymiarów otworów innych niż okrągłe. Jako kształt pola lutowniczego ustawny ovalny o wymiarach X = 1,8 mm i Y = 2,6 mm. Podgląd pola lutowniczego, możemy zobaczyć w okienku podglądu w oknie z rysunku 3.6. Pozostałych parametrów nie zmieniamy i zatwierdzamy ustawienia przyciskiem OK. Teraz z prawego paska narzędzi wybieramy narzędzie, **Dodaj pole lutownicze**, kurSOR zmieni się w ołówek, i po kliknięciu w punkcie 0,0 układu współrzędnych zostanie wstawione pierwsze pole lutownicze, które możemy zobaczyć na rysunku 3.7. Informacje o położeniu pola lutowniczego można odczytać na pasu stanu. Dodajmy więc kolejne 17 pól lutowniczych naszego wyświetlacza.



Rys. 3.7

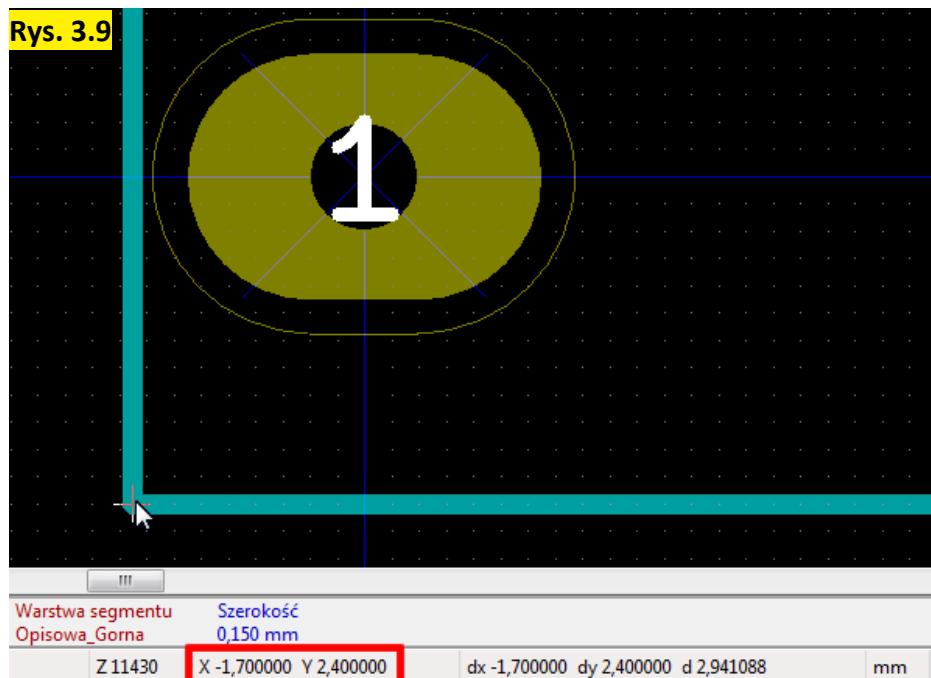
Oczywiście należy zachować odpowiednie odległości pomiędzy poszczególnymi polami lutowniczymi – 2,54 mm, które są w dwóch kolumnach pomiędzy którymi odległość wynosi 12,7 mm. U mnie wygląda to jak na rysunku 3.8. Współrzędne pól lutowniczych jak już wspomniałem można odczytać na pasku stanu oraz z odstępu oczek siatki i przyciągania pól lutowniczych do oczek tej siatki. Po dodaniu pól lutowniczych należy teraz dodać obrys wyświetlacza jaki zajmie on na płytce drukowanej, tak aby nie umieszczać w



Rys. 3.8

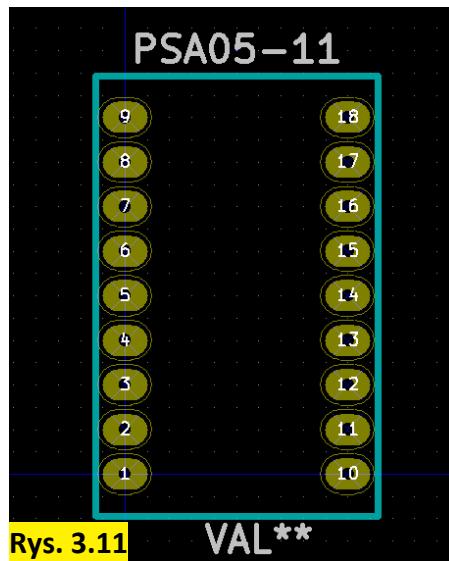
tym samym miejscu innych elementów na płytce, co mogło by utrudnić lub uniemożliwić jej poprawny montaż. Według noty aplikacyjnej jest to rozmiar 16 x 25 mm. Rozmiar ten jest dość ważny, gdyż zbyt mały spowoduje, że podczas montażu elementy będą na siebie nachodziły i mogą być problemy z wlutowaniem ich w płytę. Za duży rozmiar spowoduje znowu zbyt luźne rozmieszczenie elementów na płytce. W przypadku wyświetlaczy tego rodzaju jest to dość ważne, gdyż często takie wyświetlacze montuje się na płytce drukowanej ciasno obok siebie. Pora więc na obliczenie na podstawie rysunku 3.3 odległości krawędzi wyświetlacza od jego pinów, gdyż wymiarów tych nie ma w notie aplikacyjnej wyświetlacza PSA05-11. Wartości pionowa to: 25 mm – 8 * 2,54 mm = 20,32 mm gdzie 25 mm to wysokość wyświetlacza 8 to odległość między polami lutowniczymi w rzędzie pomnożona przez ich rozstaw. Następnie od wysokości wyświetlacza 25 mm odejmujemy obliczoną wcześniej wartość 20,32 mm. Otrzymaną wartość 4,68 mm dzielimy na 2 – dwie strony wyświetlacza i otrzymujemy położenie krawędzi wyświetlacza 2,34 mm licząc od środka pól lutowniczych. Podobnie obliczmy położenie poziomych krawędzi wyświetlacza od pól lutowniczych. 16 mm – 12,7 mm = 3,3 mm, $3,3 \text{ mm} \div 2 = 1,65 \text{ mm}$, także liczone od środka pola lutowniczego. Otrzymaliśmy trochę nietypowe

wartości, tj. 1,65 mm i 2,34 mm, jak to pokazałem na rysunku 3.9. Po ustawieniu kurSORA z przyklejonym piórem co sygnalizuje włączenie narzędzia **Dodaj linię lub wielokąt** w punkcie o poddanych współrzędnych, naciskamy spację. Współrzędne z rysunku 3.9 pokazane w czerwonej ramce zostaną przesunięte do punktu wskazanego przez kurSOR myszki – wyzerowane. Teraz klikamy w nowym punkcie 0, 0 i prowadzimy linię – dolną krawędź wyświetlacza do punktu o współrzędnych x = 16,100 i y = 0,000 mm – jest to prawy dolny narożnik naszego wyświetlacza. Rysowanie linii kończymy kliknięciem lewego klawisza myszki i wybraniem odpowiedniej opcji z menu kontekstowego myszki pokazanym na rysunku 3.10 lub klawiszem ESC z klawiatury. Jeśli zamierzamy dalej



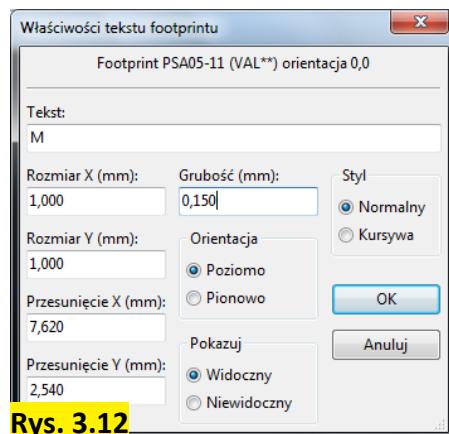
Rys. 3.10

rysować linię, to po kliknięciu lewym klawiszem myszki kontynuujemy rysowanie, aż do uzyskania potrzebnego kształtu. Ponownie naciskamy spację i rysujemy linię do punktu o współrzędnych $x = 0,000$ i $y = 25,100$ mm – jest to prawy górny narożnik wyświetlacza. Ponownie naciskamy spację i prowadzimy linię do punktu o współrzędnych $x = -16,100$ i $y = 0,000$ – jest to lewy górny narożnik wyświetlacza. Od tego narożnika prowadzimy linię do lewego dolnego narożnika wyświetlacza i tam kończymy rysowanie obrysu naszego wyświetlacza. Jeśli mamy problem w trakcie rysowania krawędzi wyświetlacza, ze znalezieniem poszczególnych jego narożników powiększenie możemy dopasować rolką myszki lub klawiszami funkcyjnymi F1 i F2. Przesuwanie punktu zerowego siatki do położenia kurSORA w narożnikach wyświetlacza ułatwia znalezienie kolejnych narożników wyświetlacza, wystarczy obserwować zmieniające się współrzędne na pasku stanu pokazane w ramce z rysunku 3.9. Przynajmniej, że nie jest to najwygodniejszy sposób rysowania zarysu tworzonego elementu, może z czasem ulegnie to zmianie. W sumie uzyskaliśmy zarys wyświetlacza o wymiarach $16,10 \times 25,10$ mm czyli o $0,10$ mm większą niż w nocie aplikacyjnej. Nie jest to duża odchyłka i można ją pominąć, tym bardziej, że jest ona dodatnia. Gdyby była ujemna to bliski montaż wyświetlaczy byłby utrudniony lub niemożliwy przy dużej odchyłce, gdyż wyświetlacze „wchodziły” by na siebie. Po narysowaniu krawędzi ustalamy punkt zerowy siatki w środku układu współrzędnych – ustalamy w nim kurSOR i naciskamy spację. Zmieniamy rozmiar siatki na $1,27$ mm i ustalamy napisy według potrzeb. U mnie wyświetlacz wygląda jak na rysunku 3.11. Jeśli ktoś chce, może za pomocą narzędzia **Dodaj linię lub wielokąt** narysować wewnętrz obudowy wyświetlacza imitację jego segmentów. Ja rysowałem te

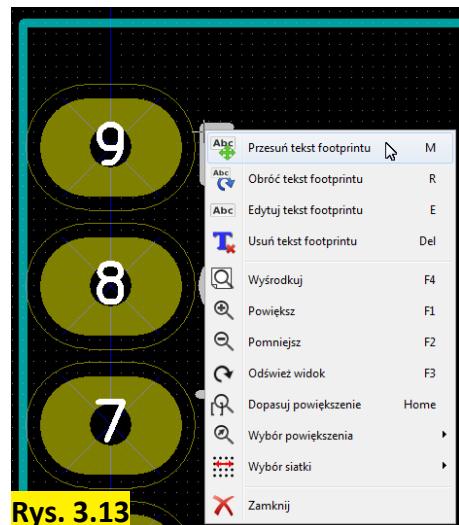


Rys. 3.11 VAL**

segmenty przy ustawieniu siatki na $0,635$ mm. Dodatkowo przy polach lutowniczych można dodać tekst z nazwą segmentu wyświetlacza który połączony jest z danym polem lutowniczym. W tym celu skorzystamy z narzędzia, **Dodaj tekst** przy siatce ustawionej tym razem na $0,508$ mm. Ukaże się wówczas okienko pokazane na rysunku 3.12, w którym mamy

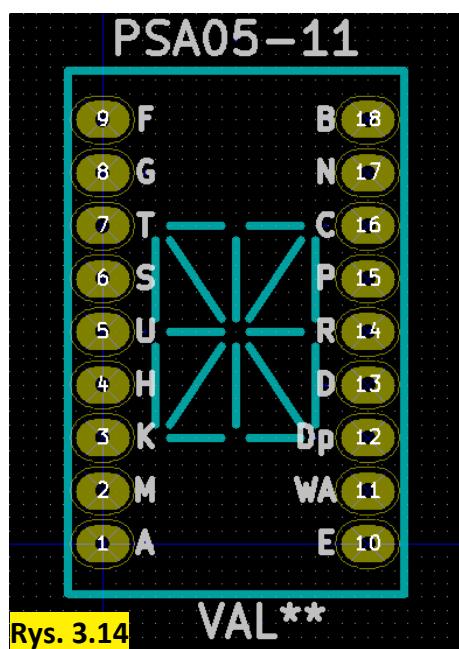


Rys. 3.12

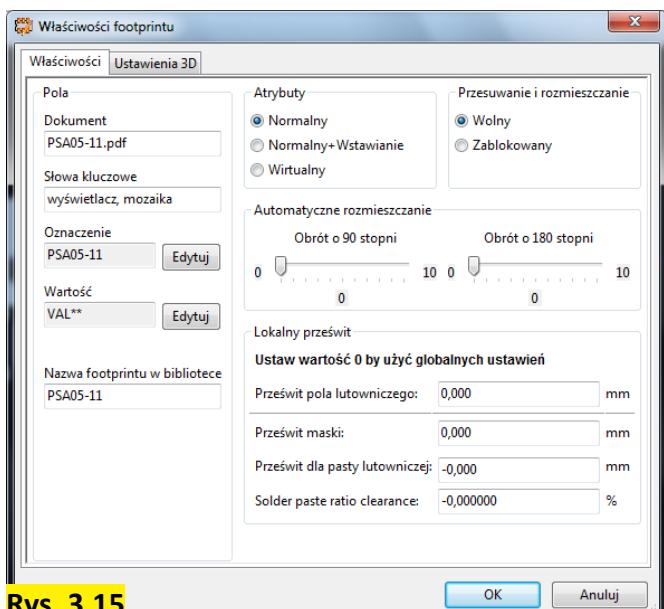


Rys. 3.13

uwzględnieniu rysunku jego segmentów. Ewentualnie etykiety pól lutowniczych mogą zachodzić na rysunek segmentów lub można zrezygnować z tego ostatniego. Ostatecznie obudowa płytowa – moduł wyświetlacza PSA05-11 wygląda u mnie jak na rysunku 3.14. Opisane na końcu opisu tworzenia wyświetlacza dodatki to zmiany kosmetyczne i można z nich zrezygnować. W zasadzie obudowa naszego wyświetlacza PSA05-11 jest już gotowa. Warto jednak jak w przypadku elementu schematowego, odpowiednio ustawić jego właściwości. W tym celu z głównego paska narzędziowego wybieramy narzędzie **Właściwości modułu**, otworzy się wówczas okienko z rysunku 3.15. Okienko to uzupełniamy



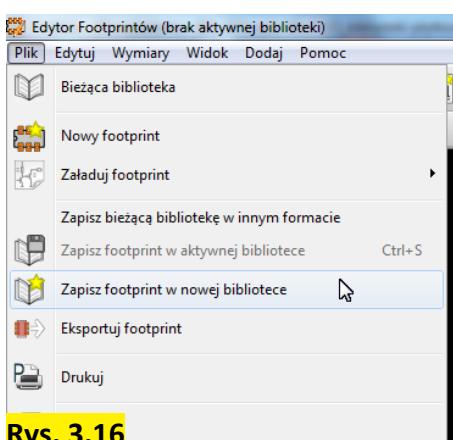
Rys. 3.14 VAL**



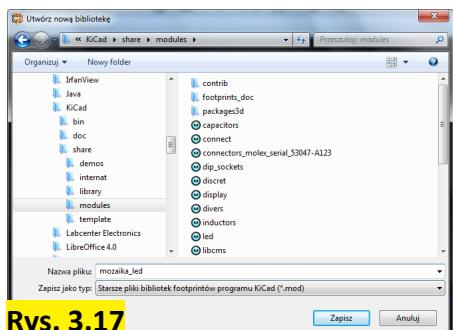
Rys. 3.15

Zapisz moduł w nowej bibliotece, jak na rysunku 3.16. Otworzyć się zamiast standardowe okno zapisu plików pokazane na rysunku 3.17. Ja u siebie zapisałem plik z wyświetlaczem PSA05-11 w pliku **mozaika_led.mod** w standardowym katalogu bibliotek płytowych KiCAD'a. Na koniec podobnie jak w przypadku edytora Eeschema,

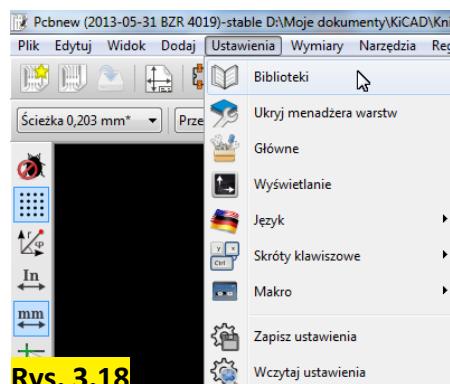
o słowa kluczowe pomoce w takŜe w edytorze Pcbnew trzeba wyszukiwaniu tego elementu oraz dodać potrzebną bibliotekę do projektu, aby była ona dostępna. W tym celu w edytorze Pcbnew wybieramy z menu **Ustawienia** zakładkę **Biblioteka** jak na rysunku 3.18 i w oknie pokazanym na rysunku 3.19, klikamy na przycisk **Dodaj** i wskazujemy naszą bibliotekę, w tym przypadku **mozaika_led.mod**. Kiedy



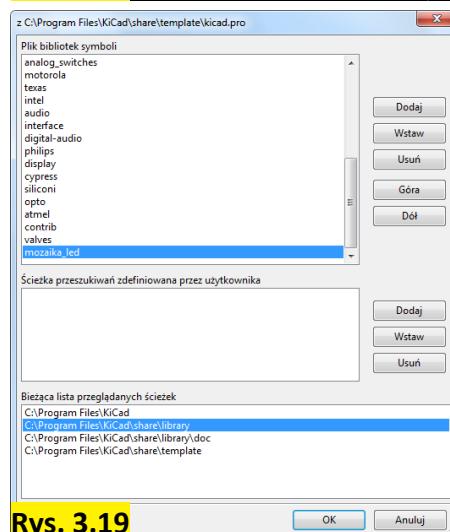
Rys. 3.16



Rys. 3.17



Rys. 3.18

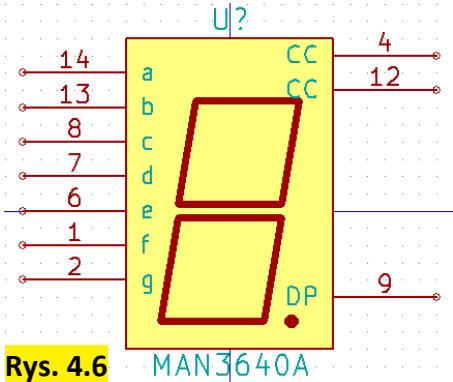


Rys. 3.19

Edycja bibliotek schematowych

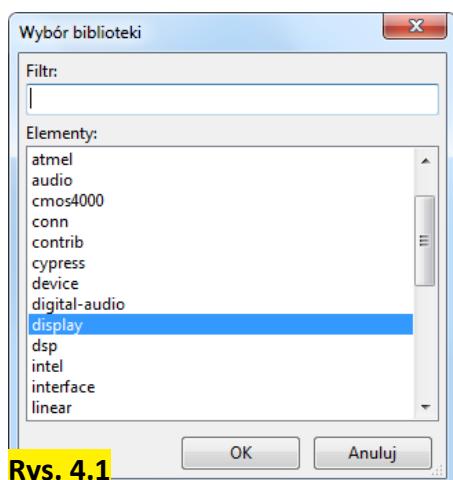
Pomimo że KiCAD zawiera wiele bibliotek, a także wiele bibliotek dostępnych jest w internecie, może się zdarzyć, że musimy dokonać zmian w posiadanej bibliotece lub zawartym w niej elemencie poprzez edycję. W tym celu dana biblioteka musi zostać dodana do projektu poprzez menu **Ustawienia → Biblioteka**. Wówczas uruchamiamy edytor schematowych elementów bibliotecznych. Z menu **Plik** wybieramy **Bieżącą bibliotekę** i pojawi się okienko pokazane na rysunku 4.1. W okienku tym

elementów dostępna w bibliotece **display**. Z listy tej wybierzmy wyświetlacz MAN3640A. Możemy też elementy w okienku z rysunku 4.3 wybierać poprzez przeglądarkę, dzięki czemu mamy możliwość podglądu wybieranego elementu. Po potwierdzeniu wyboru przyciskiem OK, mamy wczytany wybrany element do edycji. W naszym przypadku dodajmy do wyświetlacza żółte tło. W tym celu ustawiamy kurSOR myszki na krawędzi wyświetlacza i naciskamy klawisz E z klawiatury lub wybieramy odpowiednią opcję z menu kontekstowego myszki jak na rysunku 4.4. Otworzy się

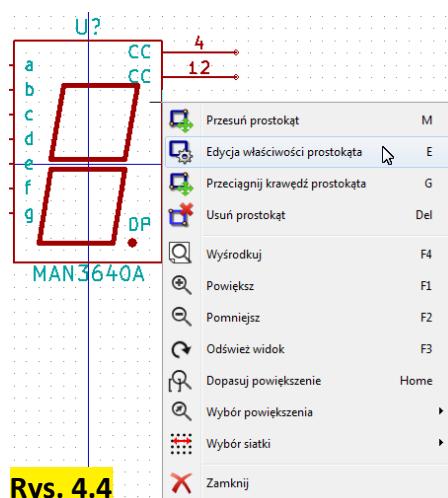


Rys. 4.6 MAN3640A

Zapisz bieżącą bibliotekę oraz **Zapisz bieżącą bibliotekę jako**. Ta druga opcja pozwala zapisać bibliotekę pod nową nazwą, bez modyfikacji oryginalnej biblioteki. Warto wspomnienia jest też funkcja Importu i eksportu pojedynczego elementu z biblioteki, gdyby zaistniała taka potrzeba. Przy edycji elementów schematowych warto wspomnieć, że jeśli schemat projektowanego układu wychodzi zagmatwany często można go uprościć poprzez edycję np. układów scalonych i odpowiednie ułożenie ich wyprowadzeń.



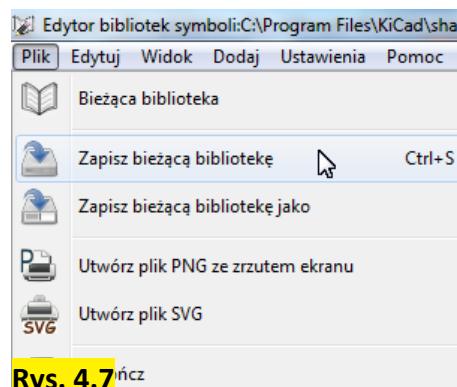
Rys. 4.1



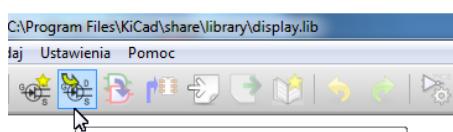
Rys. 4.4

wybieramy bibliotekę, której element będziemy edytować. Wybierzmy przykładowo bibliotekę **display**, czyli wyświetlacze. Następnie klikamy na ikonę, **Wczytaj element z bieżącej biblioteki w celu edycji** jak to widać na rysunku 4.2. Otworzy się okienko pokazane na rysunku 4.3 w którym klikamy **Wyświetl wszystkie**. W kolejnym okienku otworzy się lista

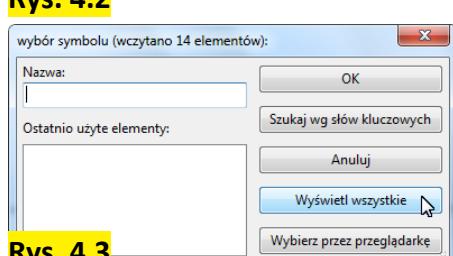
okienko pokazane na rysunku 4.5, gdzie wybieramy opcję wypełnienie drugoplanowe. Po zatwierdzeniu wyboru przyciskiem OK, wyświetlacz zostanie wypełniony wewnętrz jak na rysunku 4.6. Po dokonaniu zmian pozostałe należy je zapisać, co pokazałem na rysunku 4.7. Do wyboru jest zapis oryginalnej biblioteki, opcja



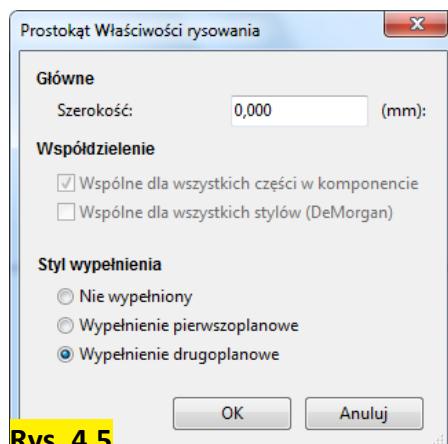
Rys. 4.7



Rys. 4.2

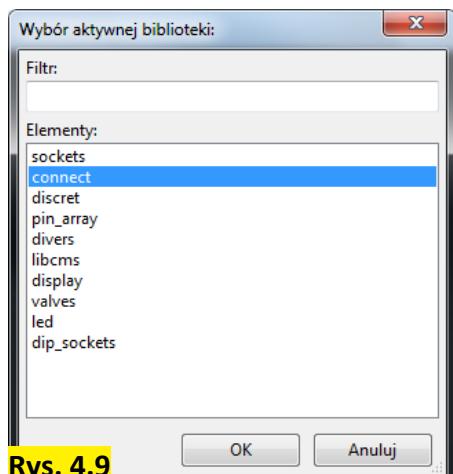
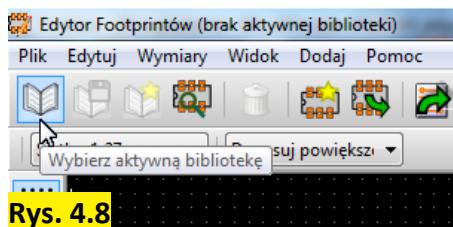


Rys. 4.3

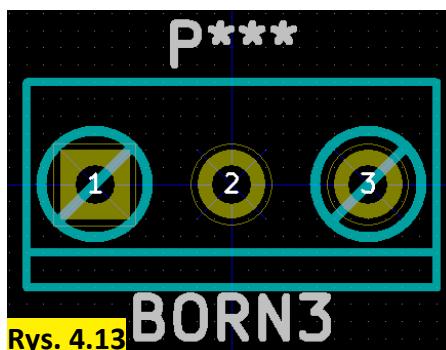
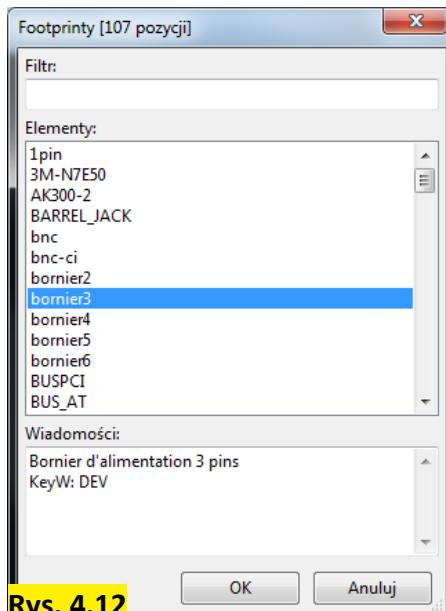


Rys. 4.5

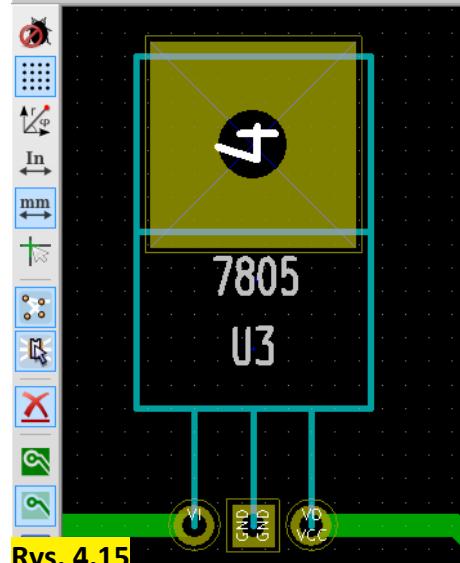
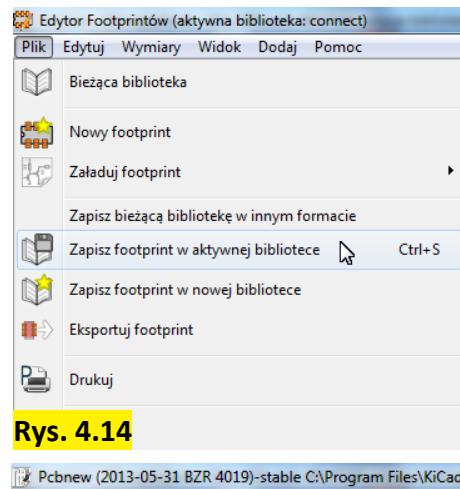
Także w przypadku bibliotek płytowych istnieje możliwość edycji elementów płytowych – modułów. Także i w tym przypadku musimy dodać potrzebną bibliotekę do projektu poprzez menu **Ustawienia → Biblioteka**. Następnie uruchamiamy edytor płytowych elementów bibliotecznych. Na głównym pasku narzędziowym edytora płytowych elementów bibliotecznych klikamy na ikonę **Wybierz bibliotekę roboczą**, jak na rysunku 4.8. Otworzy się okno pokazane na rysunku 4.9, gdzie



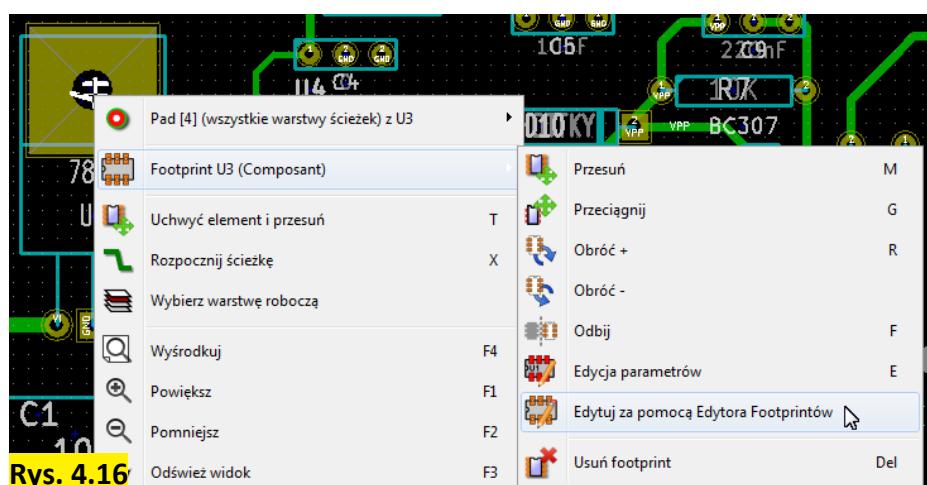
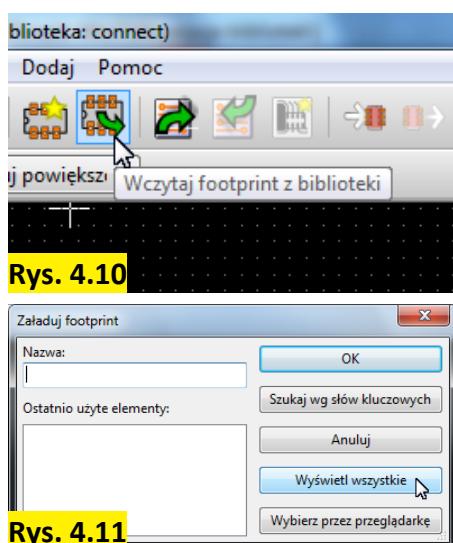
wybieramy bibliotekę **connect**, na następnie klikamy na ikonę **Wczytaj moduł z biblioteki** jak na rysunku 4.10. Otworzy się kolejne okienko pokazane na rysunku 4.11, klikamy w nim na przycisku **Wyświetl wszystkie**, co otworzy okienko z rysunku 4.12, gdzie wybieramy element o nazwie **bornier3**. Po wczytaniu widać, że jest to złącze śrubowe lutowane do płytki. Zmodyfikujmy je podobnie jak na rysunku 4.13, korzystając z poznanych wcześniej narzędzi. Ja do każdego pola lutowniczego dodałem okrąg oraz ukośną kreskę, która symbolizują śrubkę złącza. Na rysunku 4.13 pole lutownicze nr 2 celowo nie ma dodanej „śrubki”, aby było widać



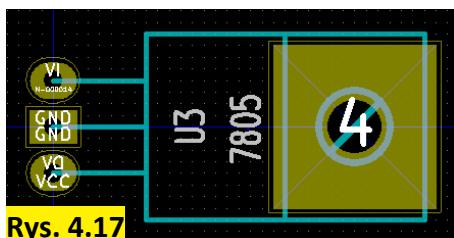
zmiany elementu podczas edycji. Dokonane zmiany zapisujemy w bieżącej bibliotece, jak pokazałem na rysunku 4.14. Także w tym przypadku, dostępna jest funkcja importu i eksportu pojedynczego elementu z biblioteki. Możliwa jest jeszcze możliwość edycji płytowych elementów bibliotecznych pobranych prosto z płytki. Wczytajmy plik **pic_programmer.brd** z przykładowych projektów dołączonych do programu



KiCAD. U mnie wygląda to jak na rysunku 4.15. Spójmy na układ U3 – stabilizator napięcia. Kliknijmy na nim prawym klawiszem myszki i wybierzmy z niego edycję obudowy U3 jak na rysunku 4.16. Otworzy się znane

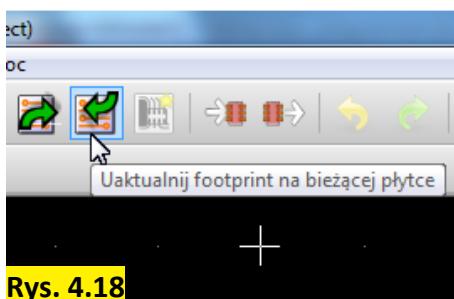


nam okno edytora płytowych elementów schematowych z wczytanym elementem U3. Korzystając z poznanych narzędzi, dodajmy do niego śrubkę mocującą układ U3 do płytki. U mnie wygląda to jak na rysunku 4.17. Pod dokonaniem modyfikacji elementu można go



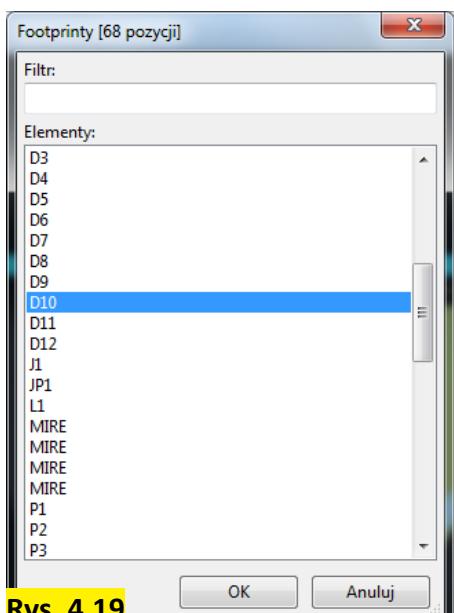
Rys. 4.17

uaktualnić na płytce za pomocą ikonki **Uaktualnij moduł na bieżącej płytce**, jak to widać na rysunku 4.18. Przed



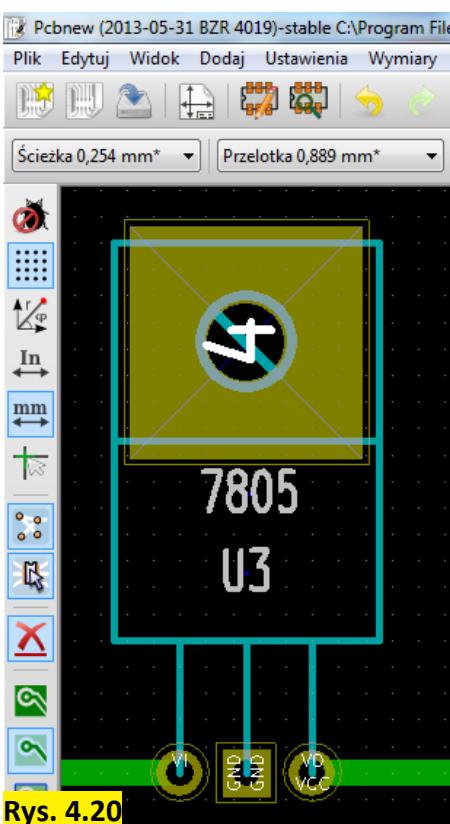
Rys. 4.18

wspomnianą ikonką **Uaktualnij moduł na bieżącej płytce**, jest ikonka **Wczytaj moduł z bieżącej płytki**, w ten sposób możemy wybrać z płytki kolejny moduł do edycji bez konieczności opuszczania edytora płytowych elementów bibliotecznych. Po kliknięciu na ikonę importu otworzy



Rys. 4.19

się okienko z rysunku 4.19, gdzie dostępna jest lista elementów na płytce, które możemy edytować w razie takiej potrzeby. Natomiast nasza płytka po uaktualnieniu układu U3 pokazana jest na rysunku 4.20.



Rys. 4.20

projektu zawartość tego pliku jest kopiowana do pliku z nowym projektem. Plik ten jest plikiem tekstowym, więc możemy go łatwo edytować, za pomocą zwykłego edytora tekstu. Nie może być to Open Office lub MS Word. Natomiast może być Notatnik lub darmowy PSPad Editor. Po prostu zaawansowane edytory tekstu często nie zapisują plików tekstowych jako czystego tekstu i taki zapis uszkodził by plik kicad.pro. Plik kicad.pro zawiera wiele sekcji, wśród których interesują nas dwie, zamieszczone poniżej;

[pcbnew/libraries]

```
LibDir=
LibName1=sockets
LibName2=connect
LibName3=discret
LibName4=pin_array
LibName5=divers
LibName6=libcms
LibName7=display
LibName8=valves
LibName9=led
LibName10=dip_sockets
```

oraz

Biblioteki elementów a nowy projekt

Jeśli mamy utworzone biblioteki, które mamy zamiar używać w kolejnych projektach, zapewne chcielibyśmy, aby były one dostępne od razu bez potrzeby każdorazowego ich dodawania do każdego nowego projektu. Na chwilę obecną nie ma gotowego rozwiązania tego problemu. Można sobie z nim jednak poradzić nieco inaczej. Jednym, ale istotnym warunkiem, jest umieszczenie swoich bibliotek elementów w standardowych katalogach z bibliotekami, czyli **\share\library** – dla bibliotek schematowych oraz **\share\modules** – dla bibliotek płytowych, lub podkatalogach tych katalogów. Także w katalogu **share** znajduje się katalog **template**, w którym znajduje się plik projektu **kicad.pro**. Podczas tworzenia nowego

[eeschema/libraries]

```
LibName1=power
LibName2=device
LibName3=transistors
LibName4=conn
LibName5=linear
LibName6=regul
LibName7=74xx
LibName8=cmos4000
LibName9=adc-dac
LibName10=memory
LibName11=xilinx
LibName12=special
LibName13=microcontrollers
LibName14=dsp
LibName15=microchip
LibName16=analog_switches
LibName17=motorola
LibName18=texas
LibName19=intel
LibName20=audio
LibName21=interface
LibName22=digital-audio
```

```

LibName23=philips
LibName24=display
LibName25=cypress
LibName26=siliconi
LibName27=opto
LibName28=atmel
LibName29=contrib
LibName30=valves

```

Pierwsza sekcja dotyczy bibliotek płytowych, jakie są dostępne dla nowo tworzonych projektów, druga sekcja zaś do lista bibliotek schematowych, jakie będą dostępne dla nowo tworzonych projektów. Widzimy, że są to biblioteki znajdujące się w katalogach z bibliotekami KiCAD'a czyli \share\library i share\modules. Zatem wystarczy dopisać kolejne linijki z podanych sekcjach, kontynuując numerację wierszy, do których dopiszemy naszą bibliotekę **mozaika_led.lib** i **mozaika_led.mod**. Biblioteki dopisujemy podając tylko ich nazwę bez rozszerzenia. Przykładowe zmiany można zobaczyć poniżej:

[pcbnew/libraries]

```

LibDir=
LibName1=sockets
...
LibName10=dip_sockets
LibName11=mozaika_led → tu jest dodana nasza biblioteka płytowa

```

[eeschema/libraries]

```

LibName1=power
...
LibName30=valves
LibName31=mozaika_led → tu jest dodana nasza biblioteka schematowa

```

Oczywiście komentarza zaczynającego się od strzałki za nazwą biblioteki nie dopisujemy. Zmiany zapisujemy, pozostawiając rozszerzenie pro pliku kicad.pro. Od tej pory nasze biblioteki mozaika_led będą już dostępne od razu po uruchomieniu edytorów Eeschema i Pcbnew. Gdyby nasze biblioteki były wyodrębnione w podkatalogu np. moje_biblioteki zapis dla bibliotek płytowych powinien

wyglądać jak poniżej:

```

[pcbnew/libraries]
LibDir=
LibName1=sockets
...
LibName10=dip_sockets
LibName11=moje_biblioteki\mozaika_led

```

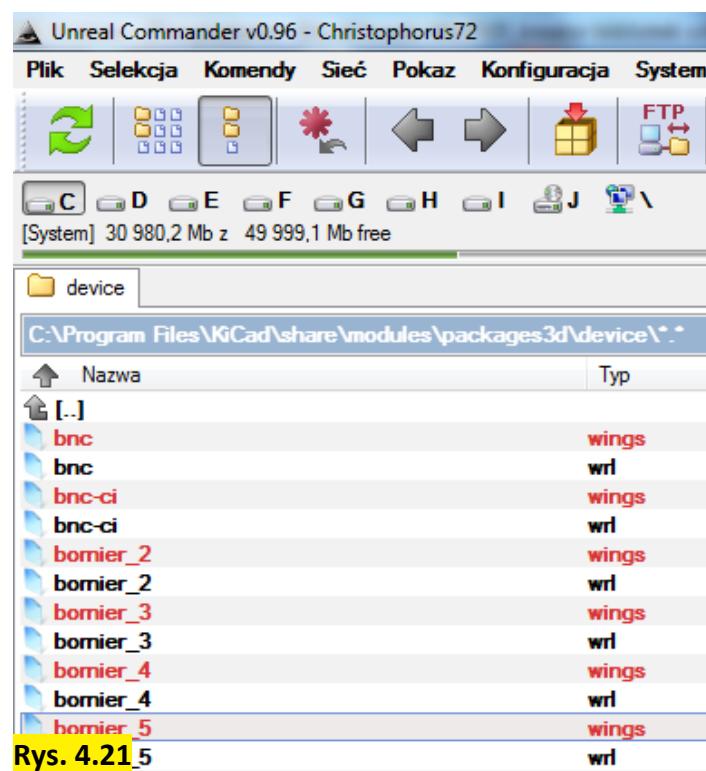
Podsumowanie

Jak widać tworzenie i edytowanie bibliotek KiCAD'a wcale nie jest takie trudne, jakby się mogło wydawać na początku. Tworząc kolejne biblioteki, na pewno dojdziecie do wprawy, poznając samodzielnie tajniki tworzenia bibliotek elementów. Jak to się mówi „trening czyni mistrza”. Opis ten jest niezbyt obszerny, choć starałem się w miarę dokładnie opisać samodzielne tworzenie bibliotek elementów. Czasami samemu trzeba niekiedy metodą „prób i błędów” uczyć się tworzenia bibliotek i poznawać zaawansowane opcje edytorów bibliotek. Podstawą są noty aplikacyjne elementów w postaci plików PDF, ewentualnie pomiar suwniąką z natury. Niestety elementów takich jak np. układy scalone nie

rozpracujemy omomie-żrem w przypadku braku noty aplikacyjnej. Są to raczej to sporadyczne przypadki, aby nota aplikacyjna jakiegoś

elementu była trudno dostępna. Warto wspomnieć, że są jeszcze biblioteki 3D – trójwymiarowe potrzebne do coraz bardziej popularnego ostatnio

trójwymiarowego podglądu płytki drukowanej. To jednak temat bardziej dla grafika komputerowego niż elektronika, i nadaje się ona na odrębną publikację niż ta. Zresztą grafika 3D nie jest moją mocną stroną. Do tworzenia oraz edytowania bibliotek 3D do trójwymiarowego podglądu płytki potrzebny jest odrębny program graficzny Wings 3D. Dodam jeszcze, że chcąc edytować biblioteki 3D potrzebny jest nam plik źródłowy biblioteki i ma on rozszerzenie *.wings. Dopiero po wyeksportowaniu tego pliku do pliku VRML z rozszerzeniem *.wrl, plik ten jest akceptowany przez program Pcbnew. Można to zobaczyć na rysunku 4.21, gdzie czerwonym kolorem zaznaczylem pliki *.wings. W dalszej części kursu opiszę sposób korzystania z gotowych bibliotek 3D w programie Pcbnew. Na sam koniec opiszę jeszcze korzystanie z kreatora online służącego do tworzenia bibliotek schematowych do Eeschema oraz korzystanie z obszernych bibliotek programu Eagle przekonwertowanych na format bibliotek KiCAD'a. Ale o tym następnych rozdziałach.



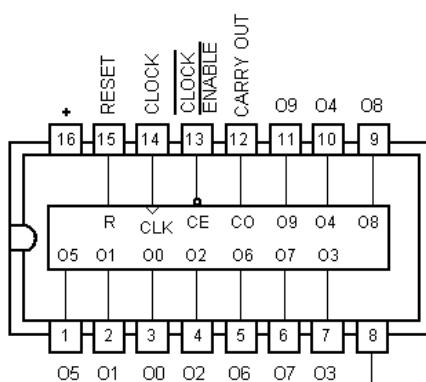
Rys. 4.21_5

Kreator bibliotek schematowych online

Jak już wspomniałem problemem KiCAD'a były jego dość skromne oryginalne biblioteki elementów. Co prawda można samemu zaprojektować potrzebne biblioteki elementów, lecz często jest to pracochłonne w przypadku elementów wielopinowych jakimi są układy scalone i złącza. Pewne ułatwienie znajdziemy na stronie internetowej:

<http://kicad.rohrbacher.net/quicklib.php>

Na której został umieszczony kreator elementów schematowych programu KiCAD. W kreatorze tym nie zaprojektujemy wszystkich rodzajów elementów elektronicznych. Jedynie elementy wielopinowe jak cyfrowe układy scalone i złącza. Przy odrobinie wprawy tworzenie w tym kreatorze



Rys. 5.1 4017

bibliotek elementów zajmie nam mniej czasu niż tradycyjne tworzenie elementów bibliotecznych. Dotyczy to głównie układów cyfrowych scalonych o dużej ilości wyprowadzeń. W naszym przykładzie zaprojektujemy prosty układ cyfrowy CMOS 4017. Jednak przy projektowaniu innych układów poszczególne etapy projektowania potrzebnego układu są takie same. Oczywiście do

poprawnego zaprojektowania układu scalonego potrzebne są nam jego dane jak rozkład i numeracja pinów, które znajdziemy w nocy aplikacyjnej. W przypadku układu 4017 możemy zobaczyć wyprowadzenia pinów na rysunku 5.1

Następnie przechodzimy na stronę <http://kicad.rohrbacher.net/quicklib.php> którą możemy zobaczyć na rysunku 5.2, gdzie definiujemy parametry naszego układu 4017 w odpowiednich polach tej strony, i tak:

- w pole **Component Name** wpisujemy oznaczenie naszego układu czyli 4017
- w pole **Parts Count** wpisujemy ilość części w danym elemencie. Dotyczy to układów zawierających więcej niż jeden element w jednej strukturze układu scalonego, czyli bramek, inwerterów, przerzutników, itp. W naszym przypadku będzie jeden element, gdyż

Rys. 5.2

układ 4017 w swej strukturze zawiera tylko jeden licznik Johnsona.

- wartość zdefiniowana polu **Symbol Horizontal Margin** określa szerokość obudowy układu scalonego

- pole **Reference Prefix** określa domyślne oznaczenie tworzonego elementu na planszy schematu w naszym przypadku jest to literka „U” oznaczająca układ scalony

- wartość zdefiniowana w polu **Symbol Text Size** określa rozmiar tekstu stanowiącego oznaczenie i nazwę układu scalonego

- wartość zdefiniowana w polu **Symbol Vertical Margin** określa wysokość obudowy układu scalonego

- kontrolka **Default Pin Format** określa domyślne oznaczenia pinów układu scalonego. Proponuję wybrać takie oznaczenie jakich pinów dany układ scalony zawiera najczęściej. W przypadku układu 4017 są to wyjścia i możemy zostać przy pierwszej kontrolce. Dzięki temu na dalszym etapie projektowania układu mniejsza ilość pinów będzie wymagała modyfikacji.

- rozwijana lista **Default Pin Type** pozwala na określenie typu elektrycznego pinu, np. wyjścia, wejścia, pinu pasywnego, itd. Proponuję jak poprzednio wybrać takie oznaczenie jakich pinów dany układ scalony zawiera najczęściej. W przypadku układu 4017 są to wyjścia więc z rozwijanej listy wybieramy „Output”. Dzięki temu na dalszym etapie projektowania układu mniejsza ilość pinów będzie wymagała modyfikacji. Pozostałe piny zdefiniujemy później i ich poprawna definicja jest ważna, gdyż nieprawidłowe ich określenie może być powodem sygnalizowania błędów przez moduł kontroli błędów ERC.

- pole **Default Pin Name** pozwala na domyślne określenie nazw pinów. Pozostaniemy przy domyślnej nazwie „PIN”

- kontrolka **Reverse Pin Number** pozwala odwrócić numerację pinów układu scalonego, gdyby zaszła taka potrzeba.

- pola **Pin Name Text Size** i **Pin Number Text Size** określają rozmiar tekstu opisującego odpowiednio nazwę i numer pinów układu scalonego

- natomiast kontrolki **Hide Pin Name** i **Hide Pin Number** pozwalają na ukrycie nazw i numerów pinów układu scalonego. Stosowane jest to głównie w przypadku pinów zasilania takich jak Vcc i GND.

Po zdefiniowaniu powyższych parametrów przechodzimy do dużej tabeli w dolnej części strony. Tabela ta jest podzielona na kilka sekcji, które odpowiadają za utworzenie innego rodzaju układu scalonego lub złącza. W lewej części tabeli możemy zdefiniować potrzebny nam rodzaj układu scalonego lub złącza. W naszym przypadku będzie to kontrolka **DIL**, nad nią jest pole oznaczone literką **N**, gdzie wpisujemy ilość pinów projektowanego układu, czyli 16 dla układu 4017. Środkowa część tabeli pozwala na zdefiniowanie układów **PLCC** i **PQFP**, gdzie w polach **W** i **H** definiujemy rozkład pinów na bokach projektowanego układu jak na rysunku w tabeli. Natomiast prawa część tabeli pozwala na zaprojektowanie układów **PGA** i **BGA**. W przypadku tego rodzaju układów scalonych dostępne są pola **EXTW**, **INTW**, **EXTH**, **INTH**, które odpowiadają za zdefiniowanie rozkładu pinów tych układów wzdłuż boków tego układu z uwzględnieniem pinów zewnętrznych i wewnętrznych układu, zgodnie z obrazkiem w tabeli. Dodatkowe kontroli pozwalają na wybranie wyglądu gotowego układu. Mając zdefiniowane wszystkie parametry projektowanego układu przechodzimy do drugiej planszy projektowania naszego układu, przyciskiem **Assign Pins** - przypisanie pinów, którą możemy zobaczyć na rysunku 5.3. W lewej górnej części strony jest tabelka, gdzie możemy zdefiniować nazwę i domyślne oznaczenie układu scalonego oraz przypisać do niego obudowę płytową oraz plik dokumentacji, oraz w razie

potrzeby możemy dodać własne pola. Po prawej stronie tej tabelki możemy zdefiniować rozmiar naszego układu scalonego oraz włączyć odwrotną numerację jego pinów. W tej tabelce oraz polach i kontrolkach po prawej jej stronie nic nie zmieniamy. Natomiast całą dolną część strony zajmuje duża tabela w której zawarte są piny naszego układu scalonego oraz pola umożliwiające zdefiniowanie ich właściwości, i tak:

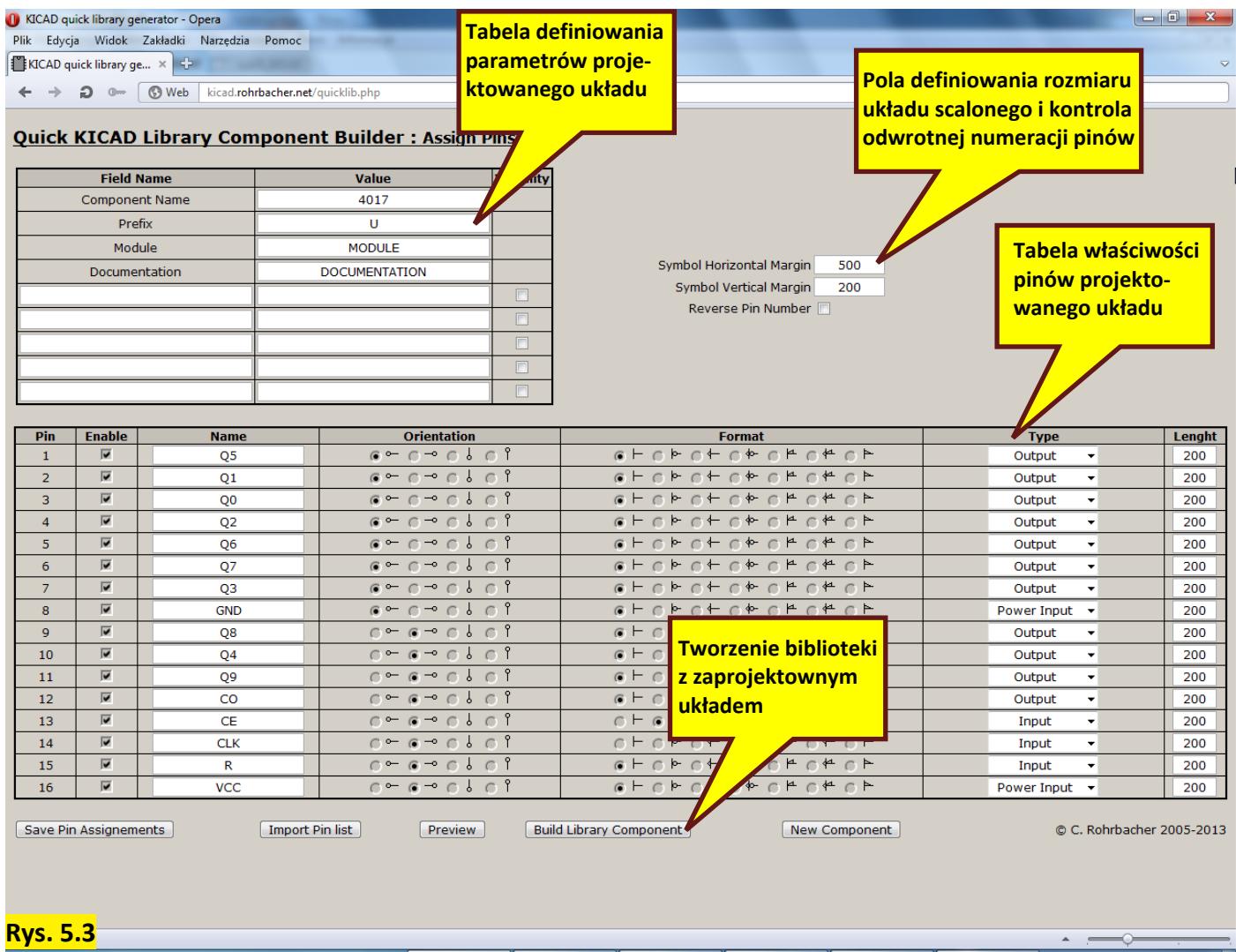
- pierwsza kolumna **Pin** to numery pinów układu scalonego
- druga kolumna **Enable** umożliwia „aktywację” danego pinu. Jeśli wyłączymy kontrolkę danego pinu to nie będzie on zawarty w utworzonym elemencie.

- trzecia kolumna **Name** określa funkcję danego pinu, która jest przypisana do niego na podstawie noty aplikacyjnej tworzonego układu.
- czwarta kolumna **Orientation** umożliwia określenie położenia – orientacji pinu. Domyślnie orientacja ta jest ustaliona i jeśli nie ma takiej potrzeby to nie musimy tu nic zmieniać.

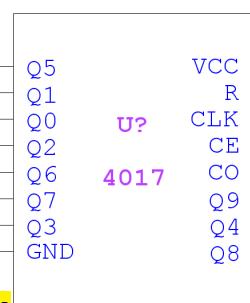
- piąta kolumna **Format** określa wygląd pinu w zależności od jego funkcji, np. wejście zegarowe. Powinniśmy ustawić tutaj właściwości pinów układu zgodnie z notą aplikacyjną projektowanego układu. W przypadku układu 4017 piny **CE** i **CLK** ustawiamy jak na rysunku 5.3.

- szósta kolumna **Type** określa typ elektryczny pinu, np. wejście, wyjście, itp. Tutaj także powinniśmy ustawić właściwości pinów zgodnie z notą aplikacyjną układu. Ponieważ wcześniej zdefiniowaliśmy wszystkie piny jako wyjścia to tylko piny **CE**, **CLK** i **R** definiujemy jako wejścia oraz piny jako **VCC** i **GND** jako wejścia zasilania.

Siedma kolumna **Lenght** definiuje długość pinów. Domyślna wartość to 300 milsów, jednak możemy ją zmniejszyć do 200 milsów, dzięki czemu tworzony schemat będzie bardziej zwarty. Utworzony układ możemy podglądać klikając na przycisku **Preview** znajdującym się

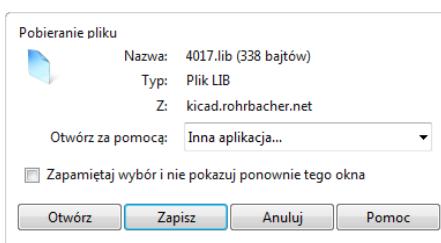


Rys. 5.3



Rys. 5.4

pod tabelą i otwierając plik graficzny w domyślnej przeglądarce graficznej. Utworzony przez mnie układ wygląda jak na rysunku 5.4. Pod tabelą mamy jeszcze dwa przyciski **Save Pin Assignments** i **Import Pin list** które służą do zapisywania rozkładu pinów oraz ich wczytywania z pliku. Kliknięcie na przycisku **Build Library Component** tworzy plik biblioteki z utworzonym elementem. Otworzy się okno jak na rysunku 5.5 gdzie wybieramy opcję zapisu pliku w



schematowych elementów bibliotecznych.

Rys. 5.5

tym przypadku jest to plik **4017.lib**, który jest już gotową do użycia biblioteką schematową programu Eeschema. Minusem tego rozwiązania jest to, że biblioteka ta zawiera tylko jeden element. Co prawda jest możliwość wyeksportowania w edytorze bibliotek pojedynczego elementu z biblioteki, który to element możemy potem zimportować do innej biblioteki. Jednak powoduje to konieczność wykonywania dodatkowych operacji na bibliotekach. W ten oto sposób poznaliśmy możliwość tworzenia za pomocą kreatora online niektórych

Biblioteki Eagle w programie KiCAD

Jak już wspomniałem, odkąd pojawił się program KiCAD jego największym chyba problemem były skromne biblioteki elementów. Od pewnego czasu z linku:

www.elektroda.pl/rtvforum/topic883729.html

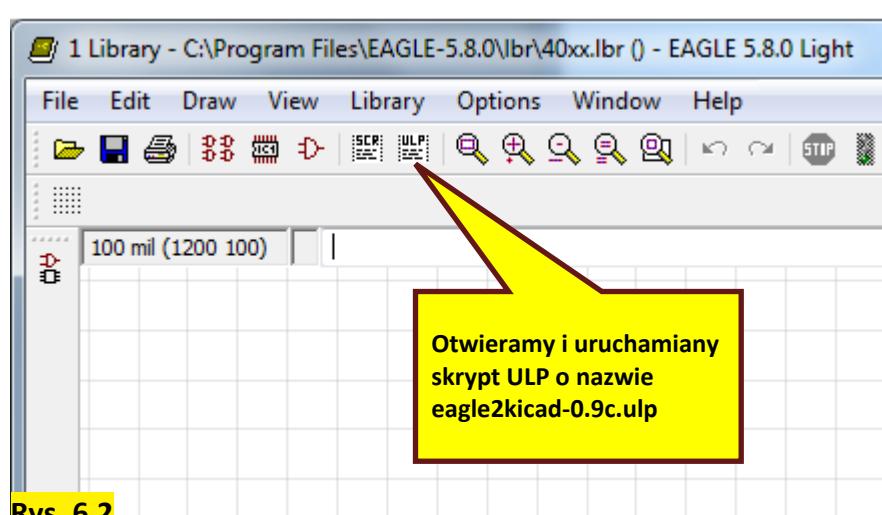
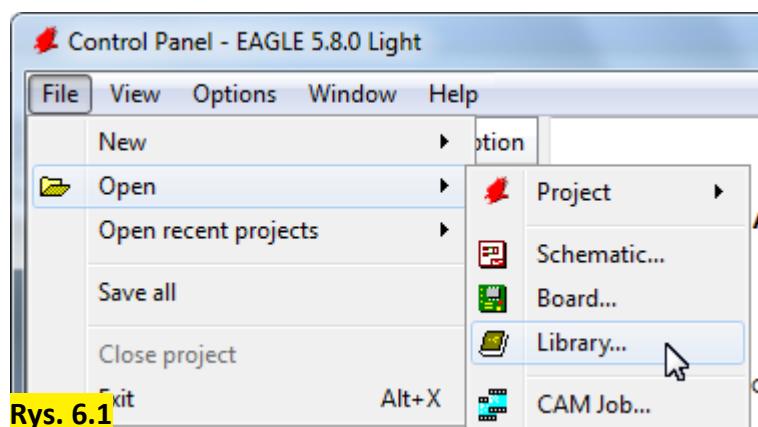
można pobrać skrypt ULP o nazwie **eagle2kicad-0.9c.ulp**. Skrypt ten należy pobrać i zapisać w katalogu skryptów ULP programu Eagle. U mnie jest to katalog **C:\Program Files\EAGLE-5.8.0\ulp**.

Mając pobrany ten skrypt i oczywiście zainstalowany program Eagle nawet w wersji darmowej, możemy sobie przekonwertować biblioteki programu Eagle, na biblioteki programu KiCAD co dalej opiszę. Skrypt ten dostępny jest też na stronie domowej programu Eagle, ale jego pobieranie u mnie nie działa. **Prawdopodobnie pobieranie tego skryptu zostało zablokowane przez producenta programu Eagle.** Mianowicie konwertowanie bibliotek Eagle na biblioteki KiCADA nie jest zgodne z licencją programu Eagle.

Często licencja programu zabrania dekomplikacji programu i jego części składowych i wykorzystywanie ich do własnych celów bez zgody właściciela praw autorskich. Częścią skałdową programu Eagle są jego biblioteki, które także objęte są licencją tego programu. Z drugiej strony jest wiele bibliotek elementów do programu Eagle tworzonych przez użytkowników tego programu. Wówczas należało by ich zapytać o zgodę na przekonwertowanie ich bibliotek na biblioteki programu KiCAD. Jeśli ktoś posiada własne biblioteki utworzone do programu Eagle może bezproblemu przekonwertować sobie je na biblioteki KiCADA.

Oprócz bibliotek instalowanych wraz z programem Eagle, na stronie domowej tego programu dostępnych jest wiele bibliotek do tego programu. Biblioteki te zamieszczone są przez użytkowników tego programu. Tym sposobem możemy mieć dostęp do ogromnych zasobów bibliotek

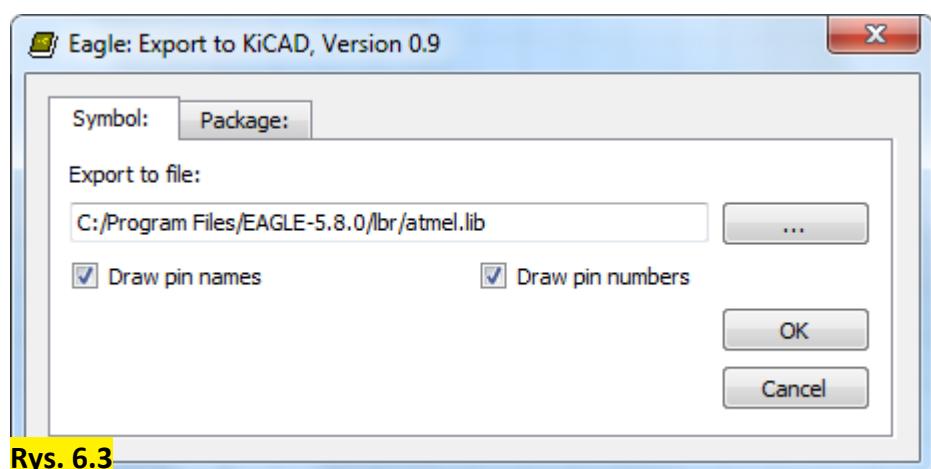
programu Eagle, z uwzględnieniem zastrzeżeń natury prawnej opisanych powyżej. Biblioteki programu Eagle uchodzą za jedne z najle-



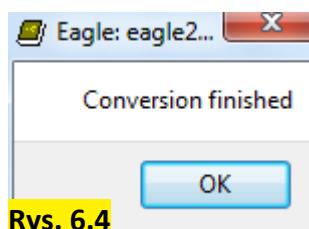
pszych bibliotek elementów oprogramowania dla elektroników.

Zakładam, że program Eagle jest już zainstalowany. Po uruchomieniu programu Eagle w Control Panel'u wybieramy opcję **File → Open → Library...** jak pokazałem na rysunku 6.1 i otwieramy potrzebną nam bibliotekę. Ja w tym opisie wybrałem bibliotekę atmel.lbr. Po wczytaniu potrzebnej biblioteki uruchamiamy pobrany poprzednio skrypt **eagle2kicad-0.9c.ulp**. W tym

celu klikamy na ikonę **ULP** jak na rysunku 6.2 i z listy dostępnych skryptów wybieramy podany wyżej skrypt. Wybór skryptu zatwierdzamy przyciskiem **Open**. Otworzy się wówczas małe okienko pokazane na rysunku 6.3. W oknie tym możemy określić lokalizację w jakiej zostaną zapisane przekonwertowane biblioteki. Lokalizację przekonwertowanych bibliotek osobno ustawia się dla biblioteki schematowej i osobno dla biblioteki płytowej. Domyślnie jest to

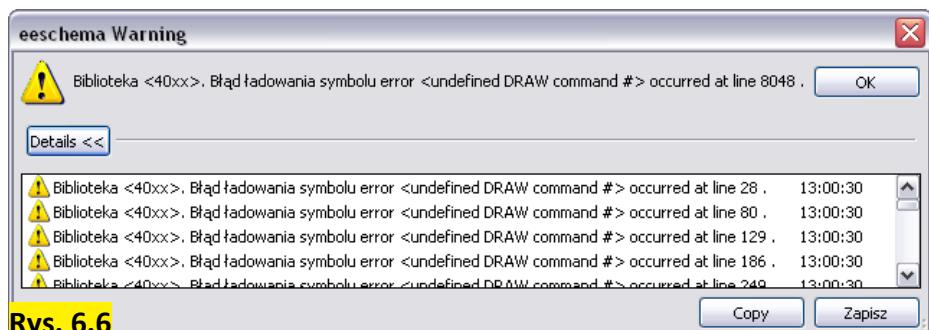


katalog z bibliotekami programu Eagle. Ważne jest aby w przypadku takich elementów jak np. układy scalone zaznaczyć opcje **Draw pin names** i **Draw pin numbers**. Opcje te odpowiedzialne są za przekonwertowanie numerów i nazw pinów podczas konwersji danej biblioteki. Jak już wspomniałem numery i nazwy pinów są niezbędne w przypadku takich elementów jak np. układy scalone. Natomiast w przypadku elementów takich jak rezystory opcje te można wyłączyć. Przy konwersji obszernych bibliotek czas ich konwersji może trochę potrwać (w zależności od wydajności komputera). Pomyślne zakończenie konwersji potwierdza komunikat z rysunku 6.4. Po przekonwertowaniu potrzebnych bibliotek należy je "uporządkować". Przenosząc z katalogu z bibliotekami programu Eagle do katalogów w bibliotekami KiCAD'a. Niedmiąż tylko, że biblioteki schematowe i płytowe w programie Eagle to jeden plik z rozszerzeniem *.lbr. Natomiast w programie KiCAD biblioteki schematowe mają rozszerzenie *.lib, a

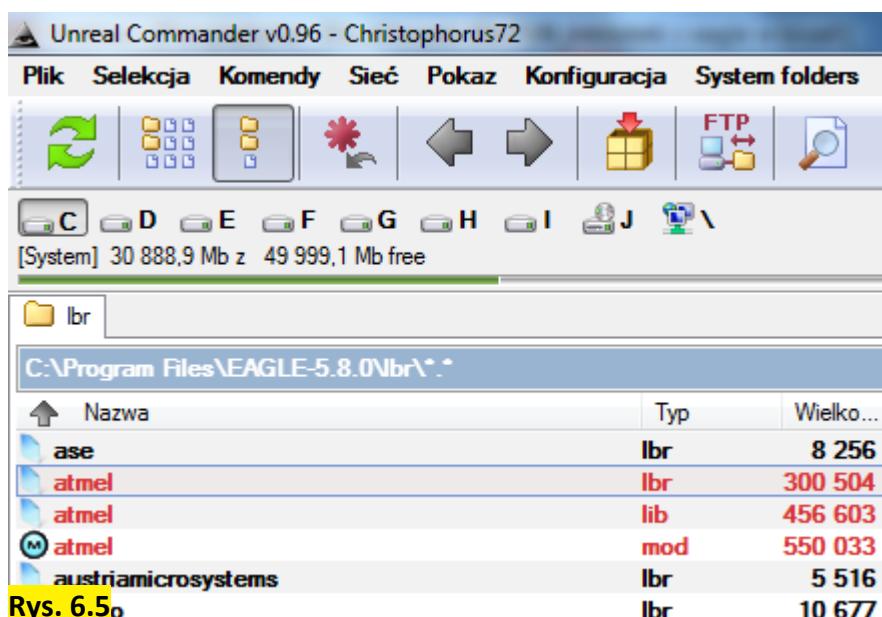


Rys. 6.4

biblioteki płytowe *.mod i z jednej biblioteki programu Eagle



Rys. 6.6



Rys. 6.5

mamy po przekonwertowaniu dwie biblioteki programu KiCAD. Przekonwertowane biblioteki mają łącznie trochę większą objętość, niż oryginalna biblioteka. Widać to na rysunku 6.5. Ja u siebie w katalogach z bibliotekami schematowymi i płytowymi utworzyłem podkatalogi eagle, gdzie umieściłem przekonwertowane biblioteki schematowe i płytowe. Oczywiście osobno biblioteki schematowe i osobno biblioteki płytowe. Jeśli ktoś chce może sobie przekonwertować wszystkie biblioteki Eagle w ten sposób. Można też konwersję przeprowadzać stopniowo, w miarę potrzeb. Niestety nie jest tak idealnie jakby mogło się wydawać. W niektórych przekonwertowanych bibliotekach zauważylem drobne błędy, jak np. w przypadku obudowy płytowej diody 1N4148, jej ovalne pola lutownicze są obrócone o 90 stopni. Więc trzeba zwracać uwagę przy korzystaniu z bibliotek programu Eagle przekonwertowanych do

programu KiCAD, aby błąd w tych bibliotekach lub elementach nie był w przyszłości problemem w uruchomieniu projektowanego układu. Także korzystanie z bibliotek Eagle przekonwertowanych na biblioteki KiCAD'a jest specyficzne, o czym napiszę dalej przy w przykładowym projekcie w oparciu o przekonwertowane biblioteki programu Eagle. Dlatego jest niewskazane korzystanie z oryginalnych elementów bibliotecznych KiCAD'a w połączeniu z przekonwertowanymi elementami bibliotecznymi programu Eagle. Biblioteki te mają różnie ponumerowane i nazwane piny i będzie problem z brakującymi połączaniami po wczytaniu netlisty do edytora Cvpcb. Jeśli korzystamy z przekonwertowanych bibliotek Eagle w programie KiCAD, to bibliotekom schematowym muszą odpowiadać odpowiednie biblioteki płytowe, przekonwertowane z programu Eagle. W praktyce sprawdza się to do tego, że biblioteki te mają tą samą nazwę

zarówno dla schematów jak i dla płyt.

Wraz z rozwojem programu KiCAD oraz Eagle mogą wystąpić problemy z korzystaniem z przekonwertowanych bibliotek oraz z ich konwersją. Pierwszym utrudnieniem które się już w przeszłości pojawiło w programie KiCAD, a ostatnio znowu wystąpiło począwszy od komplikacji KiCAD'a z grudnia 2011 roku oraz aktualnych komplikacji. Utrudnienie to objawia się komunikatem pokazanym na rysunku 6.6 (zrzut ekranu z Windows XP) o niezdefiniowanym wpisie DRAW po

znaczniku # w przekonwertowanej z programu Eagle bibliotece, co skutkuje komunikatem z rysunku 6.6. Problem ten w zasadzie uniemożliwia korzystanie z takiej biblioteki. Przyczyną takiego stanu rzeczy jest starsza wersja skryptu konwertującego oznaczona literką "b" w nazwie skryptu. Ta wersja skryptu nie uwzględnia modyfikacji specyfikacji schematowego pliku bibliotecznego KiCAD'a - *.lib, z którego usunięto znacznik # jako początek komentarza. Natomiast skrypt ULP powstał w czasie kiedy znacznik # oznaczał komentarz w strukturze biblioteki schematowej KiCAD'a. Rozbieżności te nie zostały uwzględnione w kolejnych wersjach KiCAD'a, a skrypt ULP do konwersji bibliotek nie był uaktualniony i stąd powstawał problem. Rozwiązaniem jest poprawienie przekonwertowanych bibliotek Eagle 5.3.0 z których pochodziły moje przekonwertowane biblioteki, lub poprawnie skryptu ULP i przekonwertowanie bibliotek Eagle z nowszej jego wersji. Wybrałem to drugie rozwiązanie i w skrypcie ULP odszukałem w jego kodzie fragment generujący w przekonwertowanej bibliotece znacznik # wraz z komentarzem:

```
gatePos++;

printf("# Gate Name:
%s\n",G.name);
printf("# Symbol Name: %s\n",
G.symbol.name);

if( gatePos == 1) {
```

z tego fragmentu kodu po prostu usunąłem fragment kodu odpowiedzialnego za generowanie znacznika # wraz z komentarzem i otrzymałem taki oto zmodyfikowany kod tego skryptu ULP, którego fragment można zobaczyć poniżej:

```
gatePos++;

if( gatePos == 1) {
```

Przeprowadzone praktyczne próby korzystaniu z komercyjnych bibliotek konwersji bibliotek Eagle 5.8.0 programu Eagle. wykazały, że skrypt działa poprawnie, nie zawiesza się, itp. Natomiast przekonwertowane w nim biblioteki wczytują się bez pokazanego na rysunku 6.6 komunikatu i można z nich bezproblemowo korzystać. Skrypt ten dla odróżnienia od poprzedniej jego wersji oznaczyłem literką „c” i ma on nazwę *eagle2kicad-0.9c.ulpi* dostępny jest on między innymi w serwisie internetowym „Elektroda” oraz na stronie domowej programu Eagle w dziale pobierania skryptów ULP. Choć jak wspomniałem na wstępnie pobieranie tego skryptu ze strony domowej Eagle nie działa. Kolejnym problemem z przekonwertowanymi z programu Eagle na biblioteki w formacie KiCAD'a jest otrzymywanie gigantycznych elementów bibliotecznych. Często taki przekonwertowany element biblioteczny jest większy niż plansza edytora schematów formatu A4 w edytorze Eeschema. Problem ten dotyczy jedynie najnowszej wersji programu Eagle w wersji 6.x.x i jego bibliotek. W tej wersji programu Eagle zmianie uległ format zapisu bibliotek i podczas konwersji bibliotek programu Eagle w nowym formacie występuje skutek uboczny w postaci gigantycznych elementów. Przeprowadzone próby na bibliotekach z programu Eagle 5.8.0 dały elementy biblioteczne normalnych rozmiarów. Co ciekawe u mnie piny przekonwertowanego elementu z bibliotek Eagle w wersji 6.x.x i oznaczenia elementu są normalnej wielkości, tylko sam jego "symbol" jest gigantyczny. Więc na chwilę obecną biblioteki elementów z programu Eagle 6.x.x nie mogą być poprawnie przekonwertowane na biblioteki KiCAD'a. Jednak moim zdaniem nie jest to dużym problemem, gdyż biblioteki z wcześniejszych wersji programu Eagle są bardzo obszerne. Trzeba jedynie pamiętać o ograniczeniach prawnych oraz prawach autorskich przy

Biblioteki 3D

Warto wspomnieć, że są jeszcze biblioteki trójwymiarowe 3D - potrzebne do coraz bardziej popularnego trójwymiarowego podglądu płytka drukowanej. To jednak temat bardziej dla grafika komputerowego niż elektronika, i nadaje się ona na odrębną publikację niż ta. Zresztą grafika 3D nie jest moją mocną stroną. Dodam tylko, że do tworzenia i edytowania bibliotek 3D do trójwymiarowego podglądu płytka drukowanej potrzebny jest odrębny darmowy program graficzny Wings 3D. Chcąc edytować biblioteki 3D potrzebny jest nam plik źródłowy biblioteki, ma on rozszerzenie *.wings. Dopiero po wyeksportowaniu tego pliku do pliku VRML z rozszerzeniem *.wrl, plik ten jest akceptowany przez program Pcbnew. Można to zobaczyć na rysunku 7.1. W dalszej części kursu opiszę sposób korzystania z gotowych bibliotek 3D w programie Pcbnew.

Jak już wspomniałem grafika 3D i tworzenie trójwymiarowych bibliotek elementów dla KiCAD'a nie

jest moją mocną stroną. Są jednak dostępne gotowe biblioteki elementów. Jedną ze stron gdzie można znaleźć dużą ilość tych bibliotek jest wspomniana na początku strona:

www.reniemarquet.cib.net/kicad.htm

Jest też jeszcze inne rozwiązanie. Mianowicie na stronie programu DipTrace

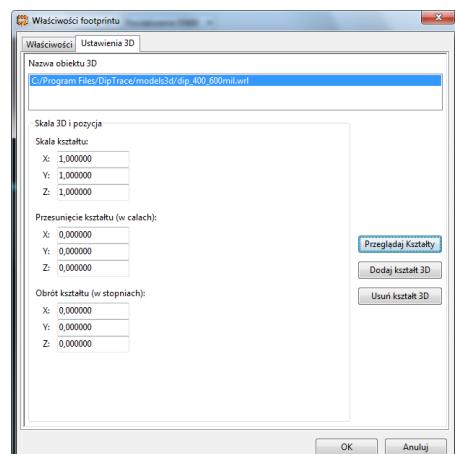
www.diptrace.com/download.htm

dostępne są biblioteki 3D dla tego programu. Z informacji zamieszczonej na stronie programu DipTrace wynika, że biblioteki te są w formacie WRL, podobnie jak biblioteki 3D KiCAD'a. Pobrane biblioteki to jest plik o objętości około 96 MB instaluje się podobnie jak zwykły program. Po instalacji mamy dostępne 2580 bibliotek 3D, które na dysku komputera zajmują około 844 MB. Korzystanie z tych bibliotek nie stanowi żadnego problemu w programie KiCAD, a właściwie edytorze Pcbnew. W tym celu na wybranym elemencie klikamy prawym klawiszem myszy i z menu kontekstowego wybieramy edycję elementu -

skróty klawiaturowy E, jak na rysunku 7.2. Otworzy się wówczas duże okno z rysunku 7.3 w którym wybieramy zakładkę **Ustawienia 3D**. Następnie korzystając z przycisku **Przeglądaj Kształty**

wskazujemy położenie bibliotek 3D programu

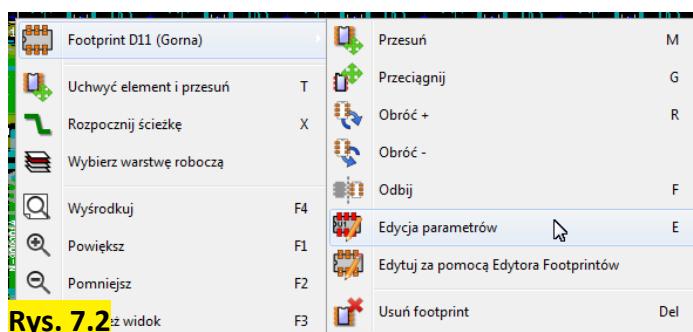
DipTrace i wybieramy potrzebną nam bibliotekę 3D. Pcbnew zapyta jeszcze czy użyć ścieżki względnej do biblioteki. Klikamy OK. Zmiany



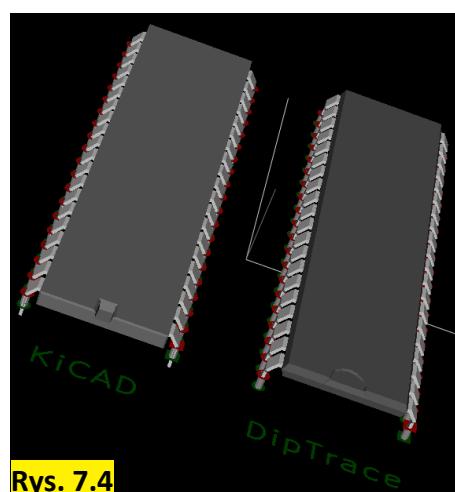
zatwierdzamy przyciskiem OK. Następnie przechodzimy do podglądu 3D w programie Pcbnew. Przykładowy podgląd i różnice pomiędzy bibliotekami 3D KiCAD'a i programu DipTrace można zobaczyć na rysunku 7.4. Niestety ogrom bibliotek 3D programu DipTrace aż prosi się o jakąś przeglądarkę 3D plików w formacie *.wrl w postaci miniaturek. Szukałem i niestety nic konkretnego nie znalazłem. Są wtyczki do przeglądarek internetowych jak np. Cortona 3D, ale umożliwiają one podgląd pojedynczych plików. Drugim aspektem tego rozwiązania jest jego legalność, która jest taka sama jak w przypadku przekonwertowanych bibliotek programu Eagle. Czyli bez oficjalnej zgody producenta programu DipTrace nie wolno. Prawdopodobnie jest też możliwe korzystanie z bibliotek 3D KiCAD'a w programie DipTrace, ale tego nie sprawdziłem.

Nazwa	Typ	Wielko...	Data
[..]	<DIR>		
bnc	wings	6 568	03.12.2003 12:37
bnc	wrl	21 231	03.12.2003 12:41
bnc-ci	wings	6 294	27.11.2004 08:23
bnc-ci	wrl	26 713	27.11.2004 08:23
bornier_2	wings	2 407	21.10.2003 11:01
bornier_2	wrl	5 821	21.10.2003 11:01
bornier_3	wings	2 921	21.10.2003 10:59
bornier_3	wrl	7 975	21.10.2003 10:59
bornier_4	wings	3 440	21.10.2003 11:00
bornier_4	wrl	10 094	21.10.2003 11:00
bornier_5	wings	3 987	18.10.2008 18:08
bornier_5	wrl	22 819	18.10.2008 18:08
bornier_6	wings	4 444	21.10.2003 10:59
bornier_6	wrl	14 360	21.10.2003 11:00

Rys. 7.1



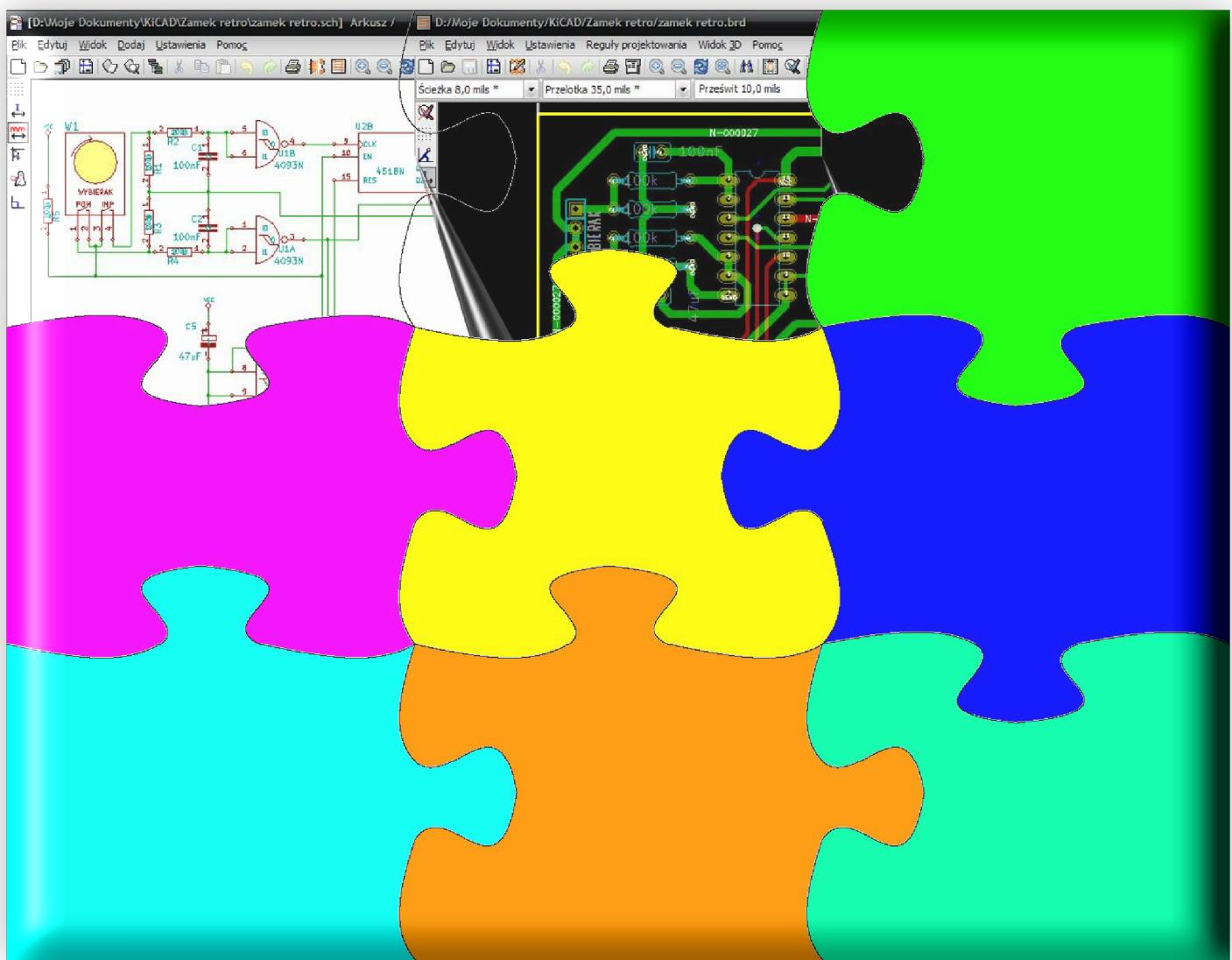
Rys. 7.2



Rys. 7.4

ROZDZIAŁ TRZECI

TWORZENIE SCHEMATÓW

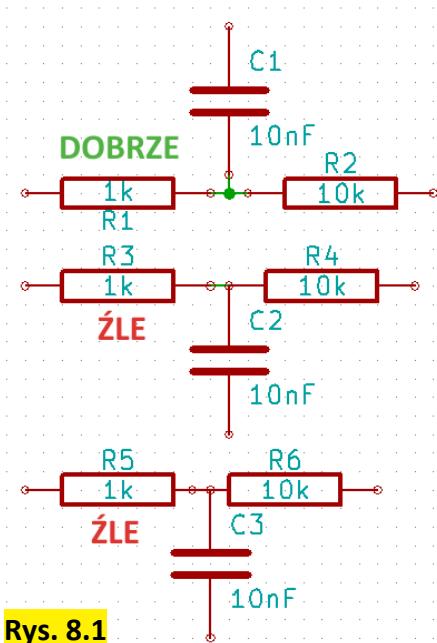


Ogólne zasady tworzenia schematów

Zanim zaczniemy rysować pierwszy schemat w naszym przykładowym projekcie muszę zwrócić uwagę na kilka podstawowych czynników, tak aby utworzony schemat był czytelny i zrozumiały dla każdego, nawet jeśli ktoś po raz pierwszy go zobaczy. Mianowicie schemat rysujemy zgodnie z kierunkiem przepływu sygnału przez układ, czy też realizowaną przez niego funkcją. Przykładowo od lewej strony arkusza schematu do jego prawej strony. Po lewej stronie schematu umieszczamy obwody wejściowe, pośrodku obwody przetwarzające sygnał, a po lewej stronie obwody wyjściowe. Obwody wyjściowe to najczęściej obwody dużej mocy lub sterujące odbiornikiem o dużej mocy i powinny być odsunięte od czułych obwodów wejściowych. Pozwala to uniknąć zakłóceń w układzie. W górnej części planszy schematu prowadzimy dodatknie linie zasilania, a w dolnej części planszy schematu ujemne linie zasilania. Jeśli układ jest zasilany napięciem symetrycznym, trzeba też uwzględnić obwód masy, który wówczas prowadzimy pośrodku schematu lub stosujemy odpowiednie etykiety obwodu masy. Często przy rysowaniu obwodów zasilania nie stosuje się linii połączeń zasilania tylko tzw. etykiety zasilania. Dzięki temu schemat jest czytelniejszy, a odpowiednie linie zasilania są ze sobą połączone. W przypadku rozbudowanych układów warto wziąć pod uwagę możliwość podzielenia schematu na odpowiednie bloki funkcjonalne. Przykładowo wzmacniacz akustyczny może być podzielony na blok przełączni-ków sygnałów wejściowych, blok przedwzmacniacza, blok wzmacniacza mocy (mogą być osobno obydwa kanały), blok zabezpieczeń wzmacniacza mocy, blok zasilacza wzmacniacza mocy, blok wskaźników wysterowania, blok zasilacza układów pomocniczych czyli przełącznika wejścia i wskaźnika wysterowania. Każdy z

tych bloków może być oczywiście na osobnym schemacie. W przypadku układów cyfrowych (mikroprocesorowych) układ taki można podzielić na blok wejściowy i komunikacji (klawatura i wyświetlacze), główny blok cyfrowy, blok wyjściowy zawierający np. przekaźniki, triaki, itp. oraz blok zasilacza. Warto to na początku tworzenia schematu przemyśleć, dzięki czemu utworzony projekt będzie czytelny i łatwiej później będzie w nim nanosić ewentualne poprawki lub zmiany. Należy także uwzględnić obwód masy. Często nieodpowiednio poprowadzony może być powodem niedziałania lub wadliwego działania układu elektronicznego. Co prawda dotyczy to w głównej mierze płyt drukowanych, ale w istotnych przypadkach warto obwód masy odpowiednio narysować już na schemacie. Często budowane układy są połączeniem układów analogowo cyfrowych, gdzie stosuje się dwie odrębne masy, analogową i cyfrową, które łączą się w jednym punkcie, najczęściej w zasilaczu. To też powinno zostać to uwzględnione na schemacie.

Elementy nie powinny być rozmieszczone zbyt ciasno, tak aby łatwo było przy nich umieścić oznaczenie oraz wartość elementu. Odległości pomiędzy elementami nie powinny być też zbyt duże bo wówczas schemat będzie rozwlekły i może się nawet nie zmieścić na planszy schematu. Rysowany schemat powinien być w miarę możliwości zwarty i „gęsty”, a połączenia pomiędzy elementami jak najkrótsze. Należy unikać też umieszczania wyprowadzeń elementów na styk jedno wyprowadzenie do drugiego. Po pierwsze tak rozmieszczone elementy wyglądają nieestetycznie, a także często nie ma pomiędzy nimi połączenia, pomimo iż wzrokowo na schemacie wygląda iż jest połączenie. Można przyjąć taką zasadę, że pin elementu powinien być odsunięty od innego pinu elementu na odległość co najmniej jednego oczka siatki w



Rys. 8.1

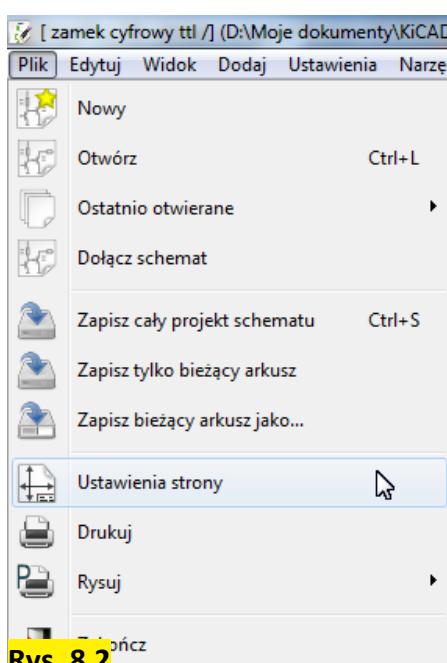
każdym kierunku, z uwzględnieniem oczywiście drugiego pinu i dotyczącej go odległości jednego oczka, co pokazałem obrazowo na rysunku 8.1. Kolejną ważną rzeczą jest umieszczanie oznaczeń i wartości elementów na schemacie. W miarę możliwości powinny być one umieszczane poziomo ewentualnie pionowo, ale wszystkie oznaczenia i wartości elementów powinny być obrócone i ustalone w tym samym kierunku, tak aby np. po odwróceniu o 90 stopni wydruku schematu oznaczenia te nadal były w tym samym kierunku. Dotyczy to przede wszystkim oznaczeń i wartości elementów umieszczonych pionowo. Połączenia powinny być rysowane pod kątem prostym w osi pionowej i poziomej. W szczególnych przypadkach można stosować ukośne połączenia. Dotyczy to np. wejść magistrali danych w układach cyfrowych. Jeśli jakieś połączenie na planszy będzie wyjątkowo długie można go nie rysować aby nie zaciemniać schematu, a odpowiednie punkty na schemacie połączyć za pomocą tzw. etykiet. Linie połączeń nie powinny przebiegać „na skróty” poprzez elementy, ich wartości i oznaczenia. W miarę możliwości połączenia nie powinny się one krzyżować i przebiegać w punkcie gdzie połączenie zmienia swój

kierunek prowadzenia lub łączy się z pinem elementu. Jeśli tworzony schemat zawiera dużo połączeń, np. linie danych w układach cyfrowych warto zastosować tzw. magistrale, które zawierają w sobie wiele połączeń, podobnie jak wiązka przewodów w samochodzie. W skrajnym przypadku można nawet zrezygnować z linii połączeń. Zamiast tych linii połączenia na schemacie wykonuje się za pomocą etykiet o odpowiednich nazwach.

Sam schemat to nie wszystko, później zaprojektowaną płytę trzeba „jakoś” podłączyć w obudowie urządzenia. Dlatego już na schemacie należy dodać odpowiednie złącza lub zaciski do podłączenia przewodów, przełączników, potencjometrów czy np. tranzystorów mocy. Często trzeba się zdecydować czy np. Tranzystory mocy będą wlutowane w płytę tuż przy jej krawędzi co umożliwia mocowanie ich do radiatora, czy też będą połączone z płytą przewodami. Podobnie wygląda sprawa z diodami LED, wyświetlaczami, itp. Już na etapie rysowania schematu trzeba myśleć o płytce drukowanej i elementach które będą na niej wlutowane. To tylko „garść” podstawowych uwag dotyczących tworzenia schematów. Często można w Internecie zobaczyć niestarannie narysowane schematy początkujących elektroników którzy proszą o sprawdzenie schematu. Wówczas jeśli schemat jest narysowany byle jak to często nikt nawet nie zadaje sobie trudu sprawdzenia takiego schematu. Dlatego tak ważne jest aby od początku nauczyć się tworzyć w miarę możliwości czytelne i estetyczne schematy. Nie zawsze jest to możliwe, ale trzeba się starać, aby schemat był czytelny nie tylko dla jego autora, ale także dla innych osób. Dlatego warto poprzedzać zamieszczane schematy w prasie i literaturze, a także w Internecie, gdzie znajdziemy wiele estetycznie narysowanych schematów.

Ustawienia edytora Eeschema

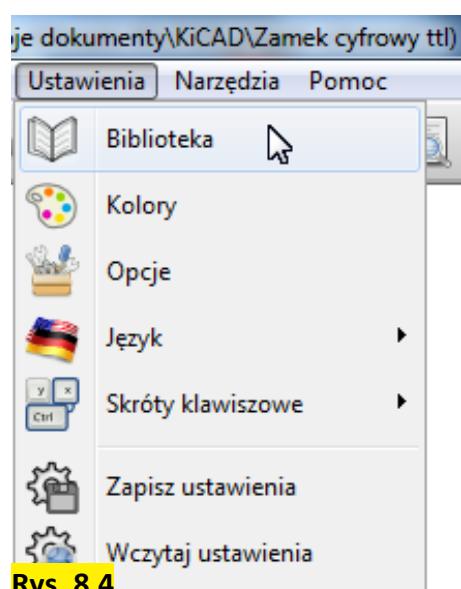
Zanim przystąpimy do tworzenia nowego projektu pokrótko omówię najważniejsze ustawienia edytora schematów Eeschema. Pierwszym ustawieniem jest ustawienie rozmiaru arkusza na którym będziemy projektować schemat. Ustawienia strony możemy wybrać z menu Plik edytora Eeschema jak na rysunku 8.2, jak również



Rys. 8.2

tabelce w prawym dolnym rogu planszy ze schematem. W oknie tym ustawia się też rozmiar strony, to jest planszy na której będziemy tworzyć schemat. Domyślnie jest to strona formatu A4, ale w przypadku rozbudowanych schematów można wybrać większy rozmiar strony, lub zdefiniować własny jej rozmiar.

Następnie z menu Ustawienia edytora schematów Eeschema pokazanym na rysunku 8.4 mamy



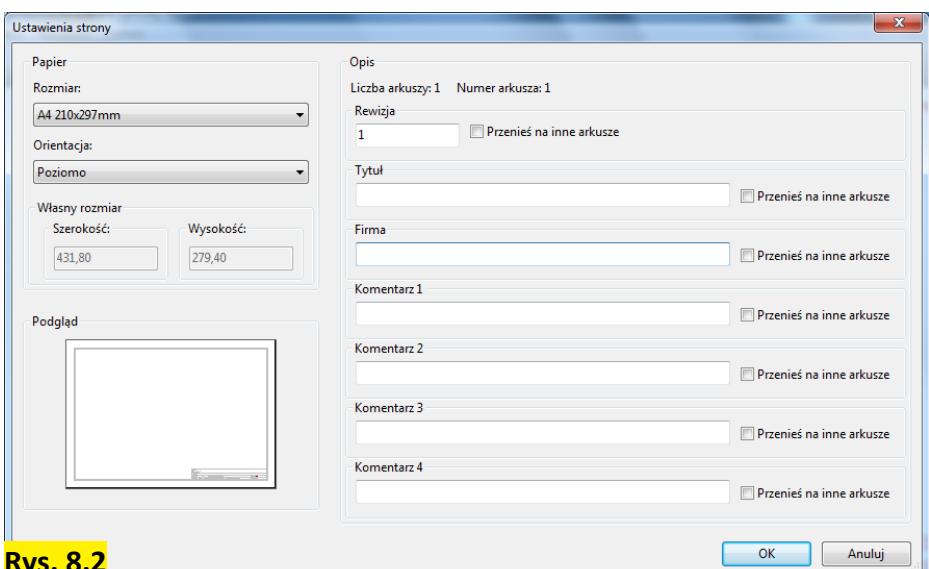
Rys. 8.4

dostępne następujące opcje:

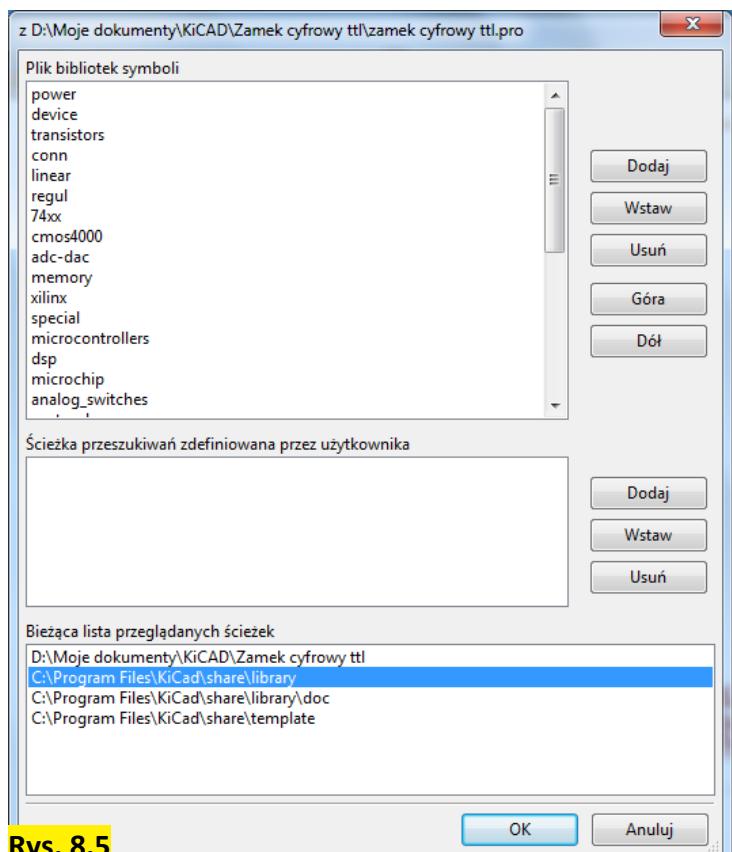
Biblioteka – pozwala na dodawanie bibliotek elementów do edytora schematów. Biblioteki te dostępne są tylko dla projektu do którego zostały dodane. Okno dodawania elementów możemy zobaczyć na rysunku 8.5.

Kolory – ta opcja pozwala na

czwartą ikonką od lewej na głównym pasku narzędziowym. Widok samego okna ustawienia strony pokazałem na rysunku 8.3. W oknie tym wprowadza się informacje otworzonym projekcie i projektancie, które wyświetlane są w



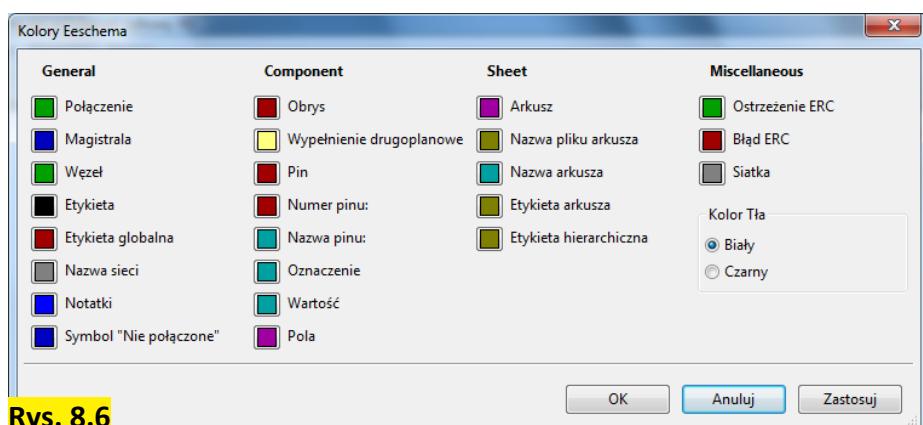
Rys. 8.2



Rys. 8.5

dzących w skład schematu. Chcąc zmienić kolor klikamy na kolorowym kwadraciku o otworzy się mniejsze okno z paletą kolorów pokazane na rysunku 8.7, a dokonane zmiany zatwierdzamy przyciskiem OK w oknie z rysunku 8.6.

kontekstowym myszki. Ma to na celu uniknięcie nałożenia na siebie dwóch identycznych elementów. Tak nałożone na siebie dwa identyczne elementy mogły by być trudne do odnalezienia. Wartość 0 tych parametrów nie powoduje przesunięcia elementów. To samo dotyczy numeru etykiety wklejanego elementu, która jest zmieniana o zadaną wartość aby uniknąć dwóch elementów o tej samej etykiecie. **Autozapis** określa co ile minut tworzony schemat będzie automatycznie zapisywany na dysku. Domyslnie jest to 10 minut, wartość tą można zmniejszyć. Wówczas w przypadku awarii stracimy mniej swojej pracy przy projekcie. Opcja **Pokaż siatkę** wyświetla siatkę na planszy schematu co znacznie ułatwia tworzenie schematu. Kolejna opcja **Pokaż ukryte piny** wyświetla te piny elementów które mają atrybut ukryty. Dotyczy to głównie cyfrowych układów scalonych, których piny zasilania są ukryte aby nie zaciemniać schematu. Opcja **Nie centruj i nie przesuwaj kurSORA przy powiększaniu** utrzymuje to samo położenie kurSORA myszki przy powiększaniu widoku schematu. Funkcja **Użyj środkowego klawisza myszki do panoramicowania** pozwala przesuwać planszę projektową myszką po wciśnięciu środkowego klawisza myszki - rolki. Następna opcja **Panoramuj tylko do obszaru dającego się przesuwać** ogranicza przesuwanie planszy schematu do określonego obszaru wokół planszy projektowej. Kolejna opcja **Panoramuj podczas przesuwania obiektów** pozwala na przesuwanie planszy schematu podczas przeciągania myszką elementów po planszy schematu, gdy te znajdują się przy krawędzi ekranu. Kolejna opcja pozwala na prowadzenie połączeń na schemacie i magistral wyłącznie pod kątem prostym. Jeśli chcemy połączenia prowadzić pod innym kątem opcję tą trzeba odznaczyć. Ostatnia opcja wyświetla granice strony na planszy ze



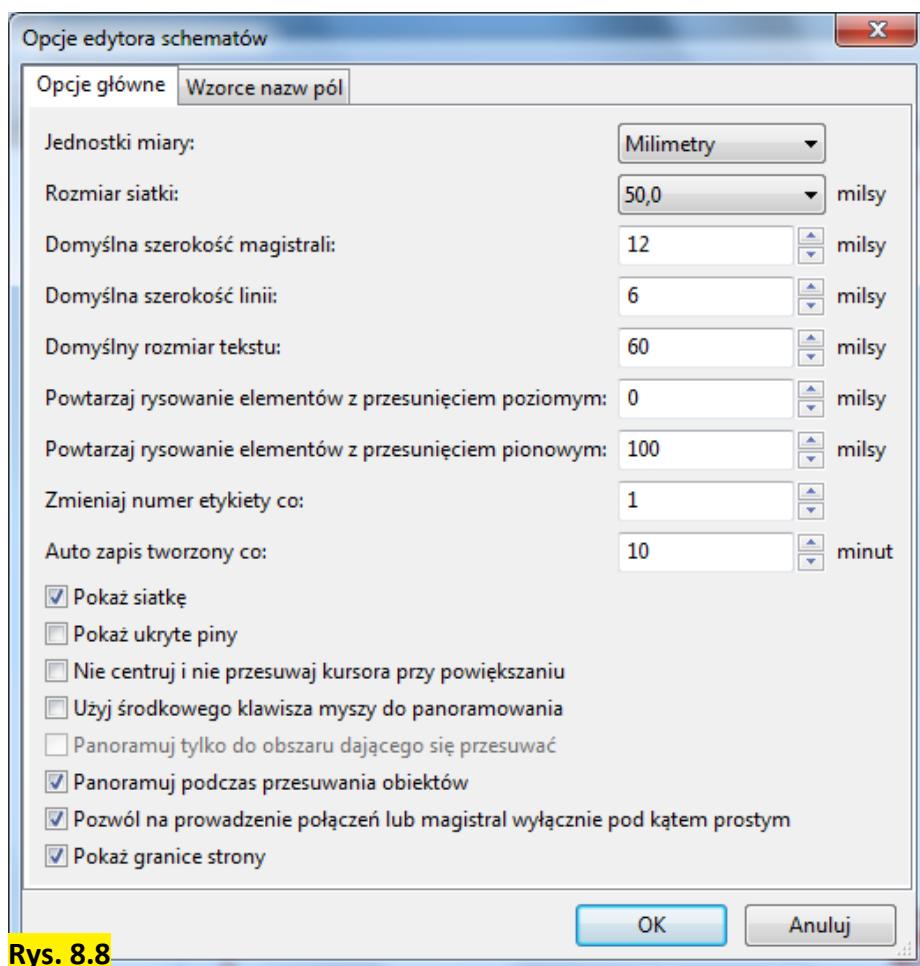
Rys. 8.6



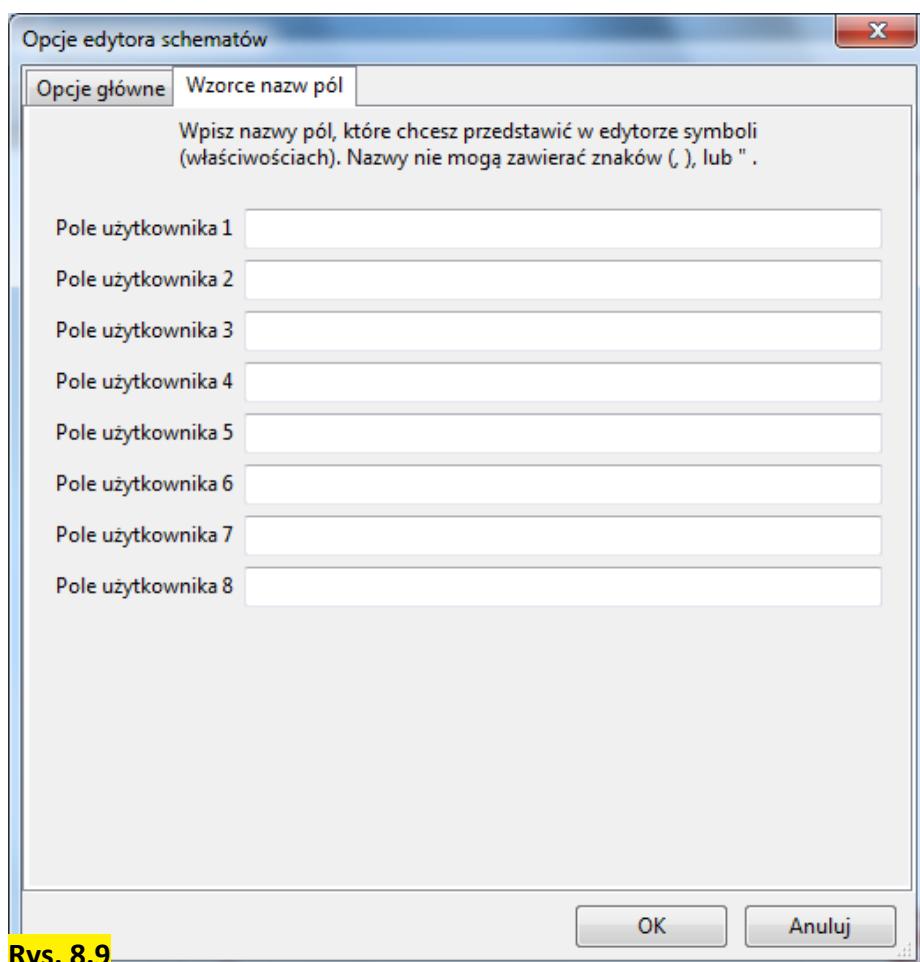
Rys. 8.7

dostosowanie kolorów używanych w tworzonym projekcie. Po wybraniu z menu Ustawienia opcji Kolory pojawi się okno z rysunku 8.6, gdzie widzimy jaki kolor został przypisany do poszczególnych elementów wcho-

Ustawienia – to kolejna opcja edytora Eeschema. Po jej wybraniu dostępne jest okno z rysunku 8.8, gdzie w zakładce ustawień głównych możemy wybrać jednostkę miary calową lub metryczną używaną w edytorze Eeschema, rozmiary niektórych elementów tworzących schemat jak np. linie i tekst. Rozmiar siatki ustawiony jest na 50 milsów (1,27 mm) i nie należy go zmieniać, gdyż mogą wystąpić trudności z łączeniem pinów elementów na schemacie. Opcje powtarzania elementów z przesunięciem jest to przesunięcie powielanego elementu poprzez opcję Kopij element dostępnym w menu



Rys. 8.8



Rys. 8.9

schematem. Część z opisanych tu opcji dostępna jest na lewym pasku narzędziowym edytora Eeschema. Okno z rysunku 8.8 posiada jeszcze zakładkę Wzorce nazw pól widoczną na rysunku 8.9, gdzie możemy zdefiniować dodatkowe pola, które zostaną przypisane do elementów na planszy schematu.

Język – ta opcja menu Ustawienia raczej nie wymaga szczególnych objaśnień. Po zmianie języka może być konieczne ponowne uruchomienie programu Eeschema.

Skróty klawiszowe – to menu pozwala na zapoznanie się ze skrótami klawiszowymi dostępnymi w Eeschema, które można zobaczyć na rysunku 8.10. Jest też możliwość edycji tych skrótów jak również ich eksportu i importu. Warto się zapoznać ze skrótami klawiszowymi stosownymi w Eeschema bo znacznie to ułatwia i przyśpiesza pracę.

Ostatnie dwie pozycje menu

Lista skrótów klawiszowych	
Lista skrótów klawiszowych	
Help (this window)	?
Zoom In	F1
Zoom Out	F2
Zoom Redraw	F3
Zoom Center	F4
Fit on Screen	Home
Reset Local Coordinates	Space
Undo	Ctrl+Z
Redo	Ctrl+Y
Save Schematic	Ctrl+S
Load Schematic	Ctrl+L
Find Item	Ctrl+F
Find Next Item	F5
Find Next DRC Marker	Shift+F5
Delete Item	Del
Repeat Last Item	Ins
Move Block -> Drag Block	Tab
Save Block	Ctrl+C
Move Schematic Item	M
Copy Component or Label	C
Drag Schematic Item	G
Add Component	A
Add Power	P
Rotate Item	R
Mirror X Component	X
Mirror Y Component	Y
Orient Normal Component	N
Edit Schematic Item	E
Edit Component Value	V
Edit Component Reference	U
Edit Component Footprint	F
Begin Wire	W
Begin Bus	B
End Line Wire Bus	K
Add Label	L
Add Hierarchical Label	H
Add Global Label	Ctrl+L
Add Junction	J
Add NoConnected Flag	Q
Add Sheet	S
Add Wire Entry	Z
Add Bus Entry	/
Add Graphic PolyLine	I
Add Graphic Text	T

Rys. 8.10

Ustawienia, tj. **Zapisz ustawienia** i **Wczytaj ustawienia** pozwala na zapisywanie w ustawieniach projektu dokonanych zmian w ustawieniach edytora schematów Eeschema.

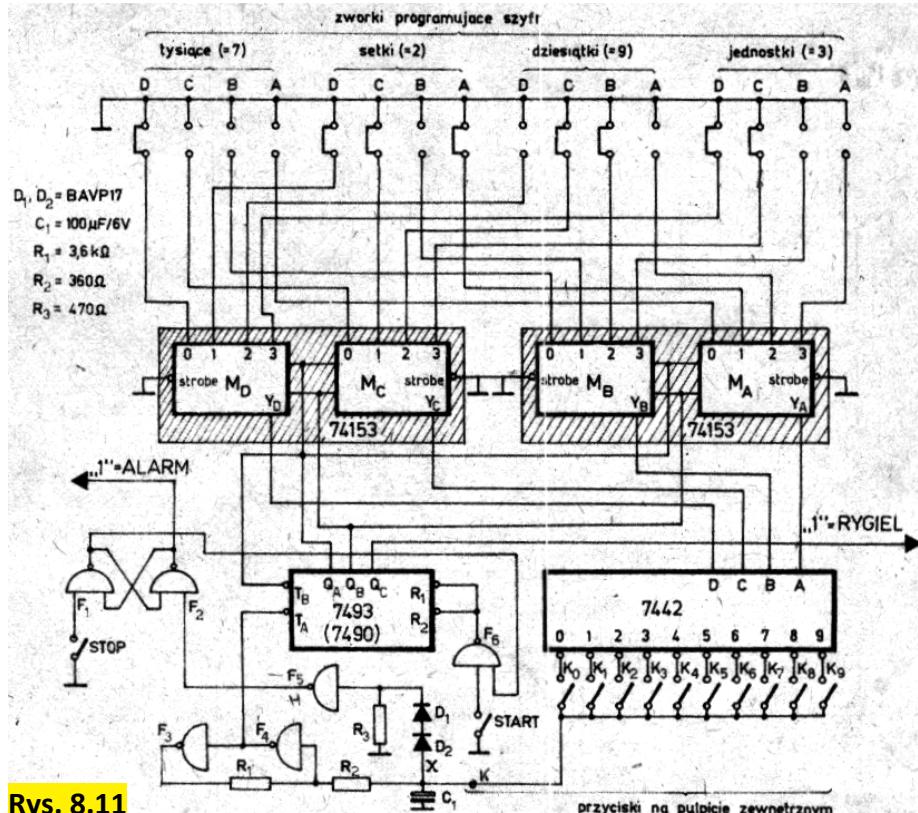
Utworzenie nowego projektu

Na rysunku 8.11 widzimy głównego „bohatera” naszego

dane, które często są nieuszkodzone na partycji D:\ twardego dysku. Podobnie warto zaprowadzić porządek w dokumentach w przypadku Linuksa, gdzie na katalog domowy mamy osobną partycję /home/krzysiek/Dokumenty/KiCAD/ i można zastosować podobny układ katalogów jak poprzednio. Jeśli nie mamy podzielonego dysku na partycje

na pendrive. Ale nie odbiegajmy od tematu. Po uruchomieniu programu KiCAD, otworzy się okno pokazane na rysunku 8.12. Jest to „menadżer” który pozwala na zarządzanie całym projektem oraz umożliwia uruchamianie sześciu głównych programów wchodzących w skład pakietu KiCAD, to jest edytor schematów Eeschema, CvPcb edytor do kojarzenia elementów schematowych z elementami (obudowami) płytowymi, Pcbnew edytor płyt drukowanych, GerbView przeglądarka dokumentacji produkcyjnej płyt drukowanych wyeksportowanej w formacie Gerber, Bitmap2Component mały programik do konwersji obrazów graficznych na postać bibliotek elementów schematowych i płytowych, które mogą służyć do umieszczania np. logo firmowego na planszy schematu lub płytce drukowanej, PCB Calculator jak nazwa wskazuje jest to kalkulator służący między do obliczeń przy projektowaniu płyt. Kalkulator ten ma jednak dużo więcej możliwości niż tylko obliczenia na potrzeby projektowanej płytki.

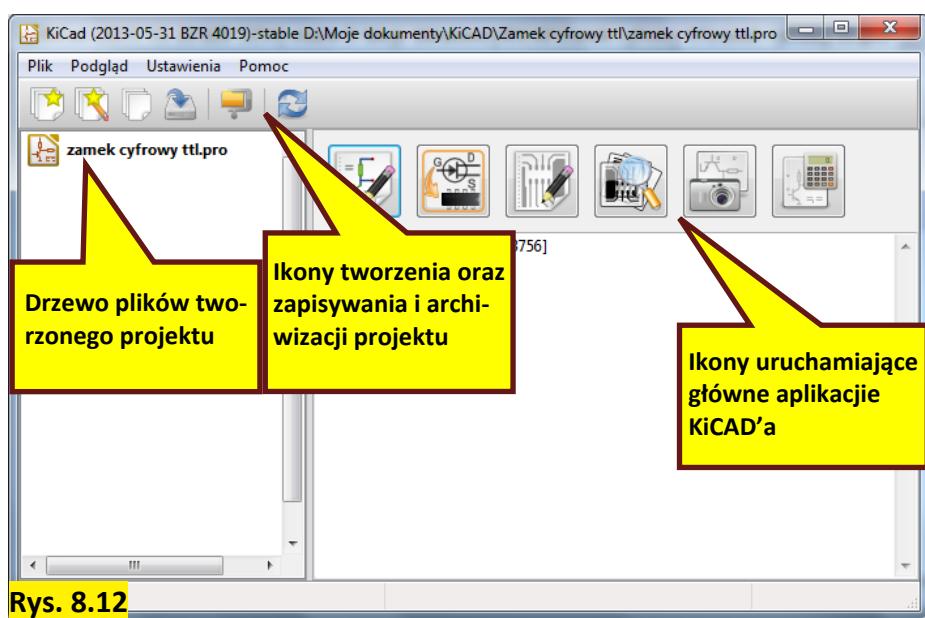
Menu Plik menadżera KiCAD'a umożliwia tworzenie i zarządzanie projektem, a także jego archiwizację w postaci archiwum ZIP. Możliwe jest też uruchomienie prostego kreatora projektów. Menu Przeglądanie umożliwia wybranie edytora tekstu. Nie chodzi tu jednak o wybór edytora



Rys. 8.11

projektu, zamek cyfrowy z jednego z numerów „Młodego Technika” z pierwszej połowy lat 80 ubiegłego wieku, z artykułu „Układy średniej skali integracji” autorstwa Rolanda Wacławka. Zanim jednak przystąpimy do tworzenia naszego projektu mała porada. W systemie Windows na dane warto mieć osobą partycję dysku twardego np. D:\, gdzie mam przeniesiony katalog Moje Dokumenty. Katalog ten zawiera odpowiednie podkatalogi na pliki z różnych programów. Dla KiCAD'a mam założony katalog KiCAD w lokalizacji D:\Moje Dokumenty\KiCAD\. Pozwala to na utrzymanie porządku na dysku, a w razie awarii partycji systemowej (najbardziej podatnej na atak wirusów, itp.), łatwo jest odzyskać

i nie dysponujemy odpowiednim oprogramowaniem do podziału dysku na partycje, dane warto archiwizować



Rys. 8.12

takiego jak np. Open Office czy też MS Word, lecz chodzi o wybór uniwersalnego edytora plików, który umożliwia podgląd i edycję różnego rodzaju plików z projektem. Takim edytorem może być np. systemowy Notatnik lub bardziej zaawansowany a zarazem darmowy PSPad. Kolejne menu to Ustawienia, które umożliwia wybranie domyślnej przeglądarki plików PDF oraz wybrania odpowiedniej wersji językowej programu. Jak widzimy na rysunku 8.12 po lewej stronie menadżera projektu KiCAD'a pod belką menu mamy pięć małych ikon związanych z zarządzaniem projektem. Myszę, że ich przeznaczenie nie budzi wątpliwości i nie ma potrzeby ich szczegółowo opisania. Tak samo jak kolejnych sześciu dużych ikon po prawej stronie menadżera projektu KiCAD'a, które służą do uruchamiania głównych i pomocniczych aplikacji KiCAD'a.

Nowy projekt rozpoczynamy od kliknięcia na ikonę Utwórz nowy projekt w menadżerze projektu KiCAD'a. Otworzy się wówczas standardowe okno zapisu pliku Windows pokazane na rysunku 8.13. W Linuksie dostępne jest podobne okno zapisu plików oferujące

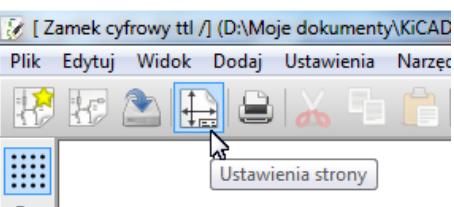
podobną funkcjonalność. W oknie tym klikamy na przycisku Utwórz folder i podajemy nazwę folderu naszego projektu, taką aby się nam kojarzyła z zawartością tworzonego projektu. W naszym przypadku nazwa folderu to Zamek cyfrowy ttl. Należy wziąć pod uwagę, że np. Linuks w przeciwieństwie do Windowsa rozróżnia małe i duże litery w nazwach plików. Dobrze jest też unikać typowo polskich znaków, „ą”, „ś”, itp. Po wpisaniu nazwy projektu Zamek cyfrowy ttl, klikamy na przycisku Zapisz. KiCAD zasugeruje nam utworzenie nowego pustego katalogu na tworzony projekt, co potwierdzamy przyciskiem OK i nasz nowy projekt zostanie zapisany w katalogu o takiej samej nazwie jaką wpisaliśmy dla naszego projektu. Jak na razie jest to tylko sam plik projektu zamek cyfrowy ttl.pro. Jednak podczas dalszego tworzenia projektu pojawią się kolejne pliki w katalogu z projektem. Odpowiednie zmiany w utworzonych plikach i katalogach widoczne są też w menadżerze projektu KiCAD'a.

Tworzenie i edycja schematu

Mając utworzony nowy projekt o nazwie „zamek cyfrowy ttl”

dopiero teraz możemy (a przynajmniej powinniśmy dopiero teraz) uruchomić edytor schematów Eeschema. W tym celu klikamy na odpowiedniej ikonie w menadżerze projektów. Przy pierwszym uruchomieniu edytora Eeschema, wyświetli on komunikat, że pliku ze zamek cyfrowy ttl.sch nie znaleziono. Jest to normalne, ponieważ plik ten dopiero utworzymy. Więc okno z komunikatem zamkamy przyciskiem OK.

Zanim jednak przystąpimy do tworzenia schematu naszego zamka, należy nieco skonfigurować nasz edytor schematów Eeschema. W tym celu klikamy na ikonę Ustawienia strony pokazanej na rysunku 8.14.

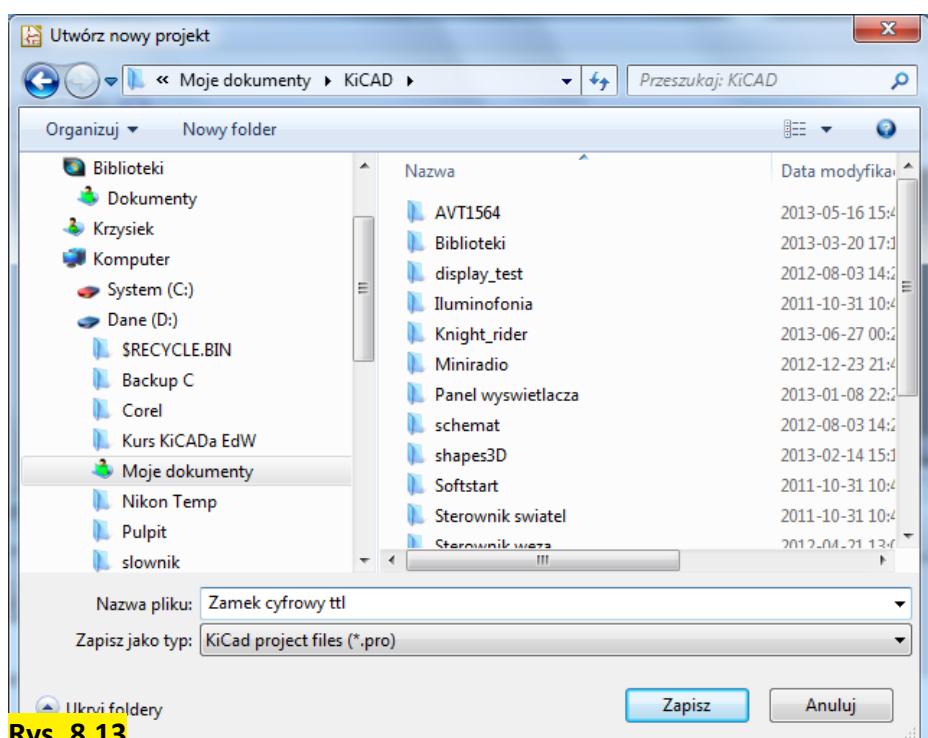


Rys. 8.14

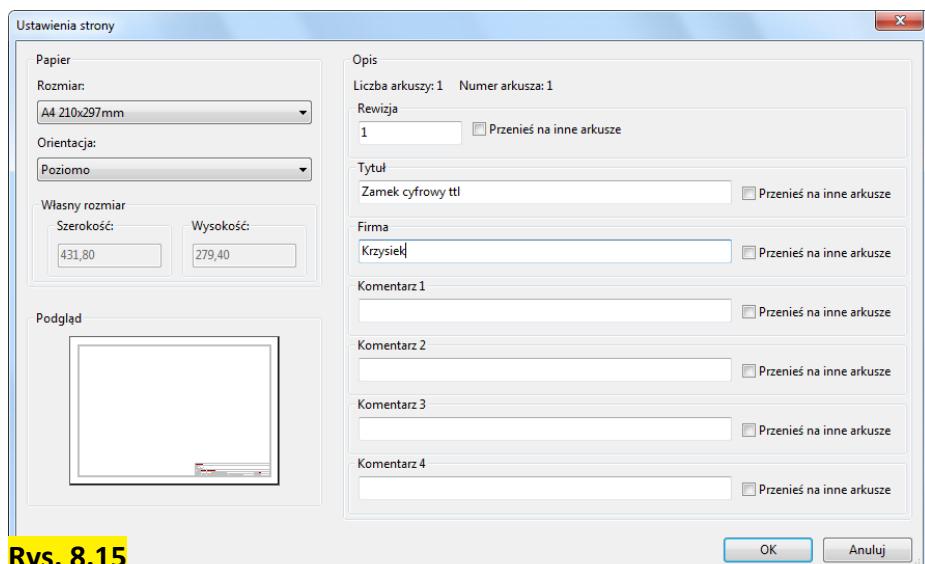
Otworzyć się okno pokazane na rysunku 8.15, gdzie możemy wybrać wielkość arkusa tworzonego projektu. Domyślnie jest to strona formatu A4. Możliwe jest też zdefiniowanie własnego rozmiaru. Ponadto w oknie z rysunku 8.15 można wprowadzić informacje o tworzonym projekcie, jego projektancie, poprawkach i komentarzu do projektu. Informacje te są widoczne w tabelce w prawym dolnym rogu tworzonego projektu. Opcja Przenieś na inne arkusze przenosi te informacje do innych arkuszy w przypadku tworzenia projektów wieloarkuszowych.

Dodawanie nowych bibliotek

Ponieważ KiCAD standardowo w swoich bibliotekach może nie posiadać niektórych elementów, może się okazać konieczne utworzenie brakujących elementów lub np. przekonwertowanie z programu

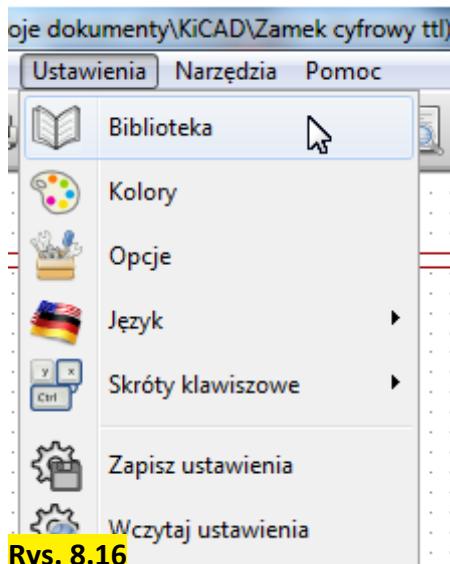


Rys. 8.13



Rys. 8.15

Eagle. O tym jednak pisałem we wcześniejszej części tej publikacji. W chwili obecnej pokażę jak do edytora Eeschema wczytuje się potrzebną bibliotekę elementów schematowych, tak aby była ona dostępna w edytorze Eeschema. W tym celu z menu Ustawienia wybieramy opcję Biblioteka jak to zostało pokazane na rysunku 8.16. Pojawi się wówczas



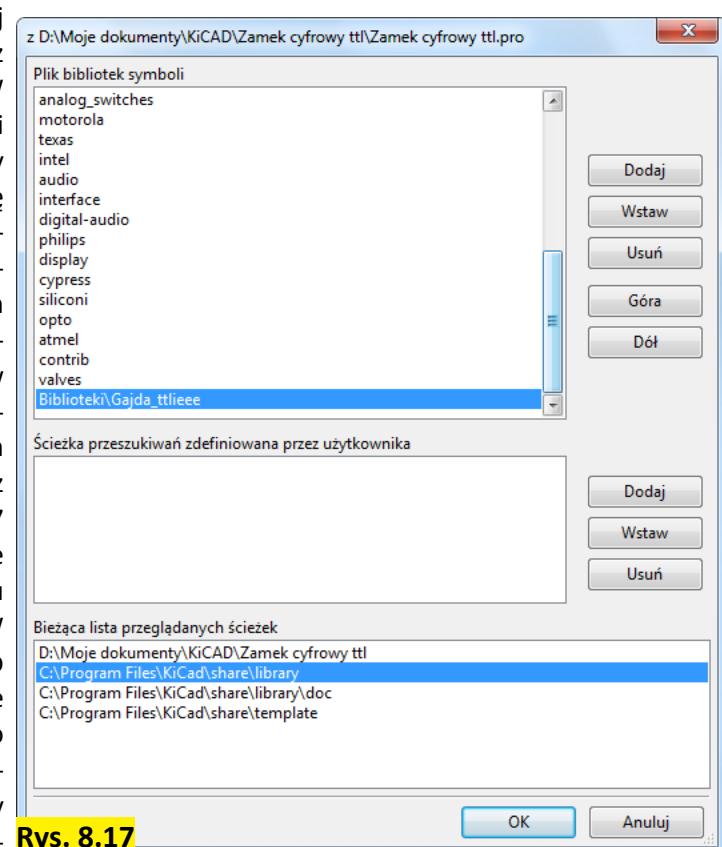
Rys. 8.16

okno pokazane na rysunku 8.17. W oknie tym w jego górnej części po prawej stronie mamy pięć przycisków przy pomocy których możemy dodawać, usuwać oraz sortować biblioteki elementów. Po kliknięciu na przycisku Dodaj pojawi się standardowe okno otwierania plików, w którym należy wybrać potrzebną bibliotekę i potwierdzić wybór

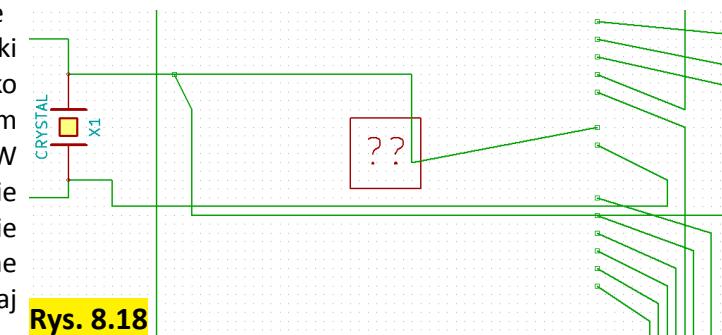
przyciskiem Otwórz. Wybrana biblioteka pojawi się na liście dostępnych bibliotek. Można ją „pozycjonować” przyciskami „Góra” i „Dół” po prawej stronie okna z rysunku 8.17. W środkowej części okna możemy dodać lokalizację katalogów z własnymi bibliotekami, z których zamierzamy korzystać w naszym projekcie. Na samym dole okna z rysunku 8.17 mamy podane ścieżki dostępu do bibliotek. W taki sam sposób dodajemy inne biblioteki do edytora Eeschema. Należy jedynie pamiętać o tym, że dodane biblioteki są aktywne tylko w tym jednym projekcie. W innym projekcie trzeba ponownie dodać potrzebne biblioteki. Tutaj

ważna uwaga! W przypadku nietypowych własnych lub pobranych z Internetu bibliotek, należy taką bibliotekę umieścić w podkatalogu Biblioteki znajdującym się w katalogu z projektem. Dopiero wówczas dodajemy tą bibliotekę w oknie z rysunku 8.17 do tworzonego projektu. Mianowicie chodzi o to, że jeśli udostępnimy nasz projekt w postaci źródłowej czyli schematu w postaci pliku Eeschema, to bez udostępnienia dodatkowych bibliotek po jego wczytaniu do Eeschema, na schemacie w miejscach elementów z naszych bibliotek mogą pojawić się „puste kwadraty” z pytajnikami.

Przykład projektu z brakującymi bibliotekami widać na rysunku 8.18. Widać na tym rysunku brązowy prostokąt dwoma pytajnikami w



Rys. 8.17

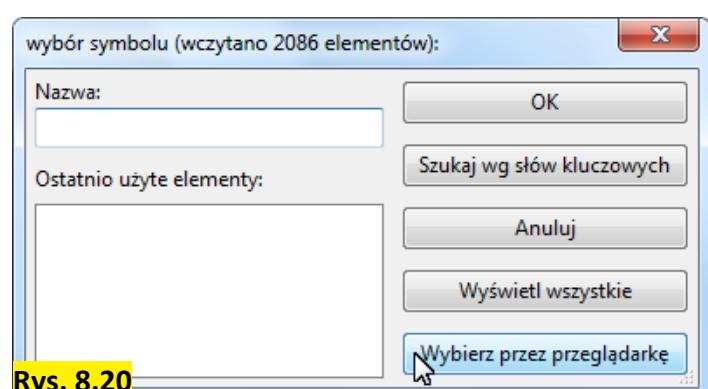
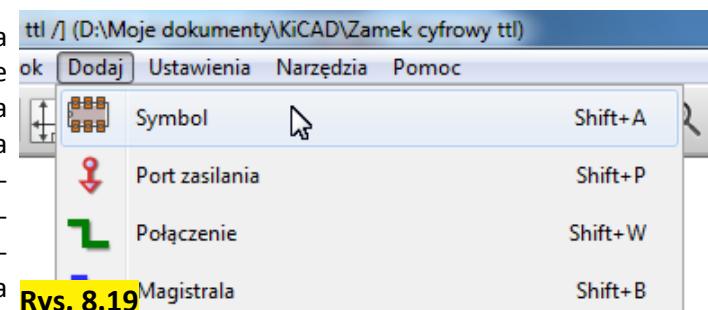


Rys. 8.18

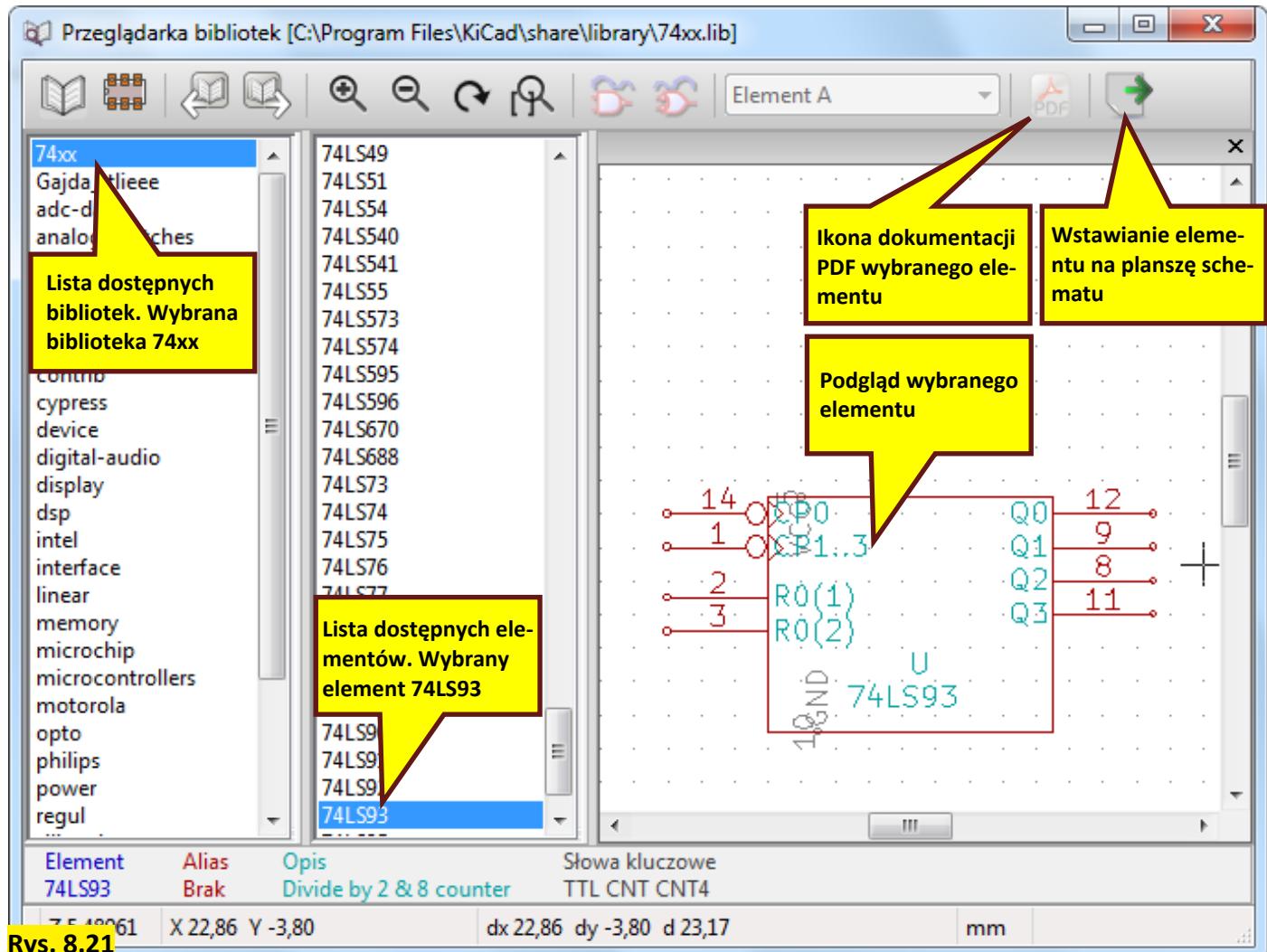
środku w miejscu brakującego pokazałem na rysunku 8.19. Te prowadzące do tego elementu nie są połączenia co widać po małych zielonych kwadracikach na końcach tych połączeń. Taki schemat jest niezrozumiały i nieczytelny. Co prawda Eeschema umieszcza kopie elementów użytych w projekcie w pliku o nazwie nazwa_projektu-cache.lib, ale jeśli tego pliku nie będziemy mieli to otrzymamy efekt z rysunku 8.18.

Umieszczanie elementów na planszy schematu

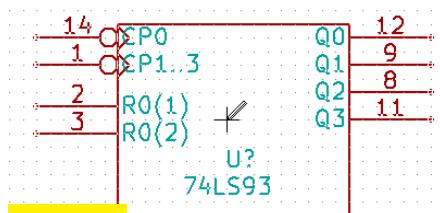
Mając dodane niezbędne biblioteki z elementami do edytora Eeschema, możemy przystąpić do umieszczania elementów na planszy schematu. Aby dodać element na planszy schematu z menu Dodaj



wybranego elementu. W edytorze Eeschema istnieje możliwość wyszukiwania elementów na kilka sposobów. Według mnie najlepiej jest kliknąć na przycisku rysunku 8.21. W oknie tym w

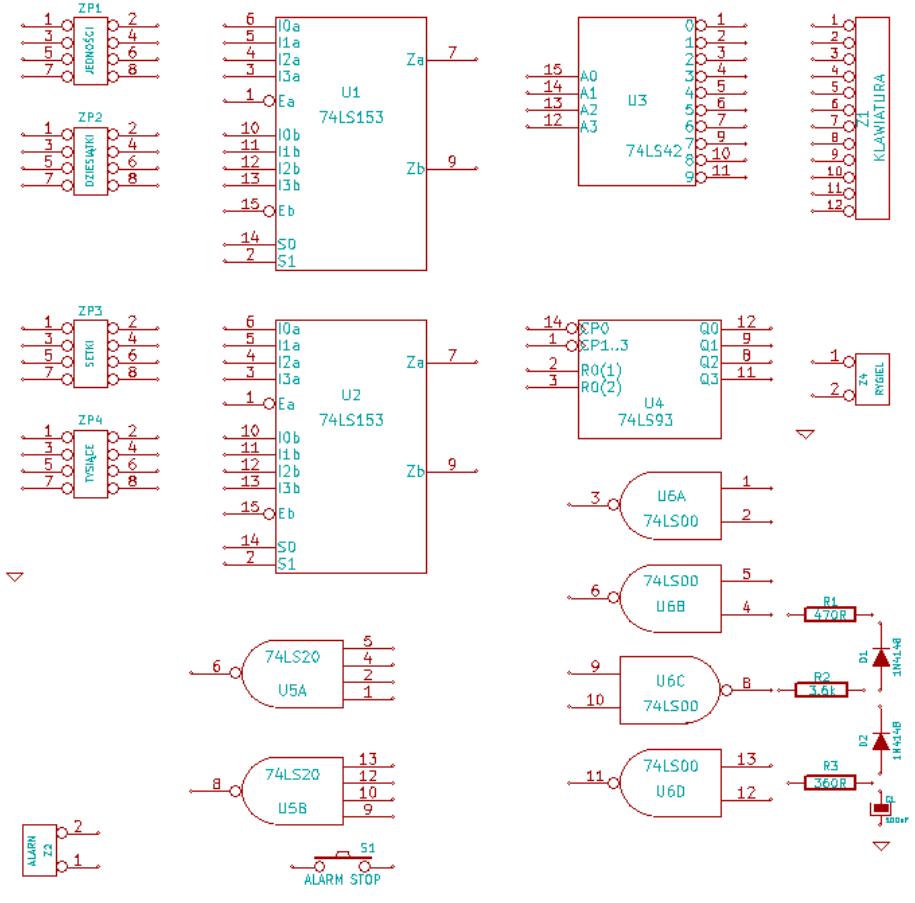


wybieramy poprzez kliknięcie potrzebną nam bibliotekę. W środkowej kolumnie wybieramy potrzeby nam element, np. układ 74LS93. Podgląd tego elementu pojawi się w dużym oknie po prawej stronie okna z rysunku 8.21. W celu umieszczenia elementu na planszy schematu klikamy na ikonę Wstaw symbol do schematu. Wówczas kurSOR myszki zmieni kształt ze strzałki na krzyżek z ołówkiem, do którego będzie przyklejony wybrany z biblioteki element, jak to widać na rysunku 8.22.

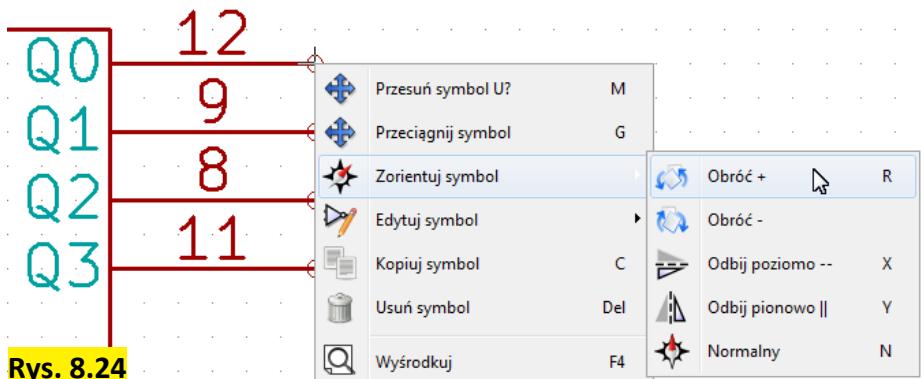


Rys. 8.22

Element ustawiamy w wybranym miejscu planszy schematu i umieszczamy go tej planszy pojedynczym kliknięciem lewego klawisza myszki. W ten sposób należy na planszy schematu umieścić poszczególne elementy projektowanego układu. Pomocna w rozmieszczaniu elementów na planszy jest siatka, która pozwala na odpowiednie i równomierne rozmieszczenie elementów. Domyślny rozmiar siatki na planszy schematu wynosi 50 milsów (1,27 mm) i nie powinno się go zmieniać, gdyż może spowodować to później trudności z rysowaniem połączeń na schemacie. Ja w naszym przykładowym projekcie rozmieściłem elementy na planszy schematu tak jak na rysunku 8.23. Jak już wspomniałem schemat powinien się cechować odpowiednią estetyką i czytelnością. Dlatego już na tym etapie tworzenia schematu elementy powinny być odpowiednio rozmieszczone. Nie muszą one koniecznie wyglądać tak jak u mnie. Czasami podczas rozmieszczania elementów na planszy schematu i rysowania połączeń między elementami w celu poprawienia czytelności i estetyki schematu można dany element, np. układ scalony



Rys. 8.23



Rys. 8.24

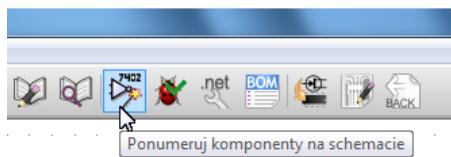
wczytać do edytora bibliotek i zmienić sposób rozmieszczenia jego pinów, aby połączenia na planszy schematu jak najmniej się przecinały. Podczas rozmieszczania elementów na planszy schematu dostępne są odpowiednie opcje w menu kontekstowym myszki. Umożliwiają one odpowiednie pozyjonowanie elementów na planszy schematu, co można zobaczyć na rysunku 8.24. Znajdujące się przy poszczególnych pozycjach tego menu litery oznaczają skróty klawiszowe.

Działają one bezpośrednio przez naciśnięcie odpowiedniego klawisza z klawiatury bez konieczności korzystania z klawisza Ctrl jak w przypadku niektórych skrótów klawiszowych. Także w pakiecie KiCAD występują skróty klawiszowe w połączeniu z naciśnięciem klawisza Ctrl. Przykładowo naciśnięcie samego klawisza „R” na klawiaturze przy jednoczesnym umieszczeniu kurSORA myszki nad wybranym elementem spowoduje jego obrót o 90° w

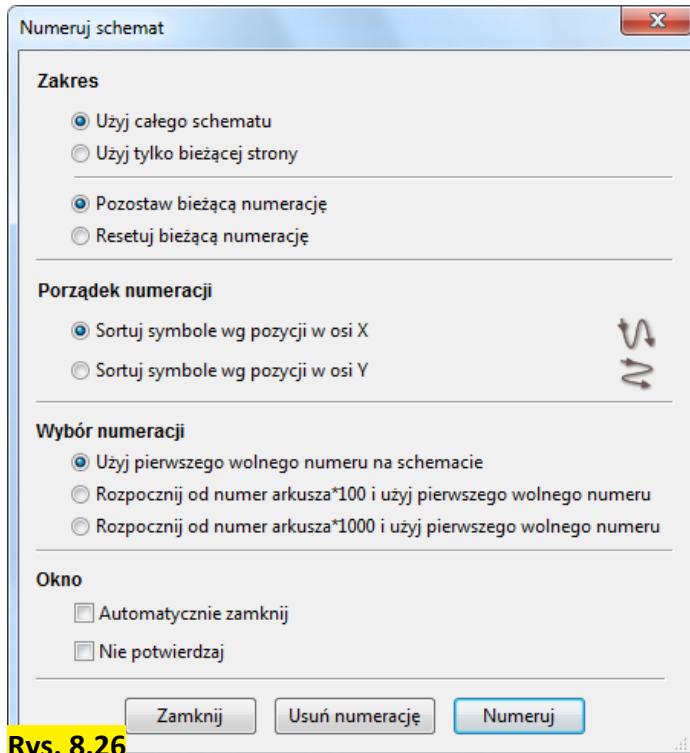
kierunku przeciwnym do ruchu wskazówek zegara. Skróty klawiaturowe są efektywniejsze (szybsze) niż wybieranie opcji z menu kontekstowego myszki. Chciałbym jeszcze zwrócić uwagę na dwie podobne opcje, mianowicie **Przesuń symbol** przesuwa tylko sam wybrany element, natomiast opcja **Przeciągnij element** przesuwa element wraz z podłączonymi do jego wyprowadzeń przewodami (połączeniami). Opcja **Kopiuj element** pozwala na kopowanie elementów bezpośrednio na planszy schematu, bez konieczności dodawania tych samych elementów za pomocą narzędzia **Dodaj symbol**. Funkcja **Edytuj element** zostanie omówiona nieco dalej, gdyż oferuje opcje potrzebne przy oznaczaniu wartości i numeru kolejnego elementów na planszy schematu. Na koniec dodam, że można też tworzyć schemat stopniowo rozmieszczając elementy na planszy schematu i rysując jednocześnie połączenia na schemacie. Ten sposób wydaje się nawet lepszy, z tego względu, że unikamy sytuacji, że jakieś połączenie się nie mieści pomiędzy elementami i trzeba część elementów przesuwać. W tym przykładowym projekcie będę korzystał wyłączenie ze standardowych bibliotek KiCAD'a.

Numeracja i oznaczenia elementów

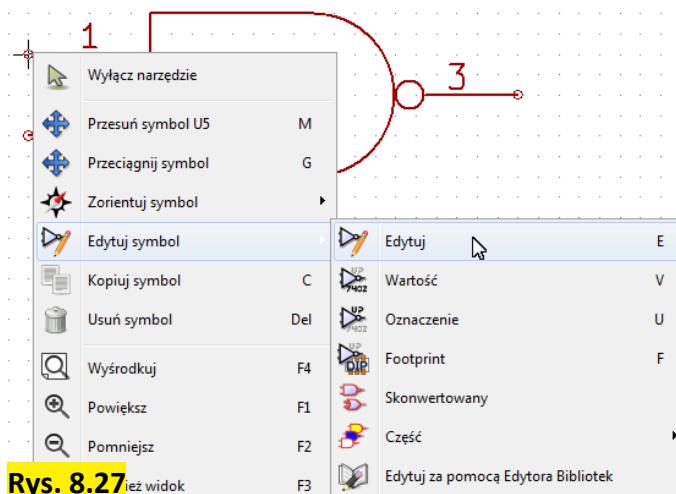
Po rozmieszczeniu elementów na planszy schematu przed rozpoczęciem rysowania połączeń pomiędzy elementami, dobrze jest wszystkie elementy ponumerować i nanieść ich wartości i oznaczenia. Numerację elementów można przeprowadzić na dwa sposoby, automatycznie i ręcznie. W celu automatycznej numeracji elementów na planszy schematu klikamy na ikonę **Ponumeruj komponenty na schemacie** pokazanej na rysunku 8.25. Po kliknięciu na tej ikonce pojawi się okno pokazane na rysunku 8.26. W oknie tym mamy możliwość wybrania



Rys. 8.25



Rys. 8.26



Rys. 8.27

numeracji tylko dla danego arkusza schematów w przypadku schematów wieloarkuszowych. Może można zachować bieżącą numerację lub ją usunąć np. w przypadku zmian na schemacie i dodania nowych elementów. Podczas numeracji elementów można także ustawić kolejność numeracji względem osi X lub Y. Dostępne są też funkcje numeracji dla schematów

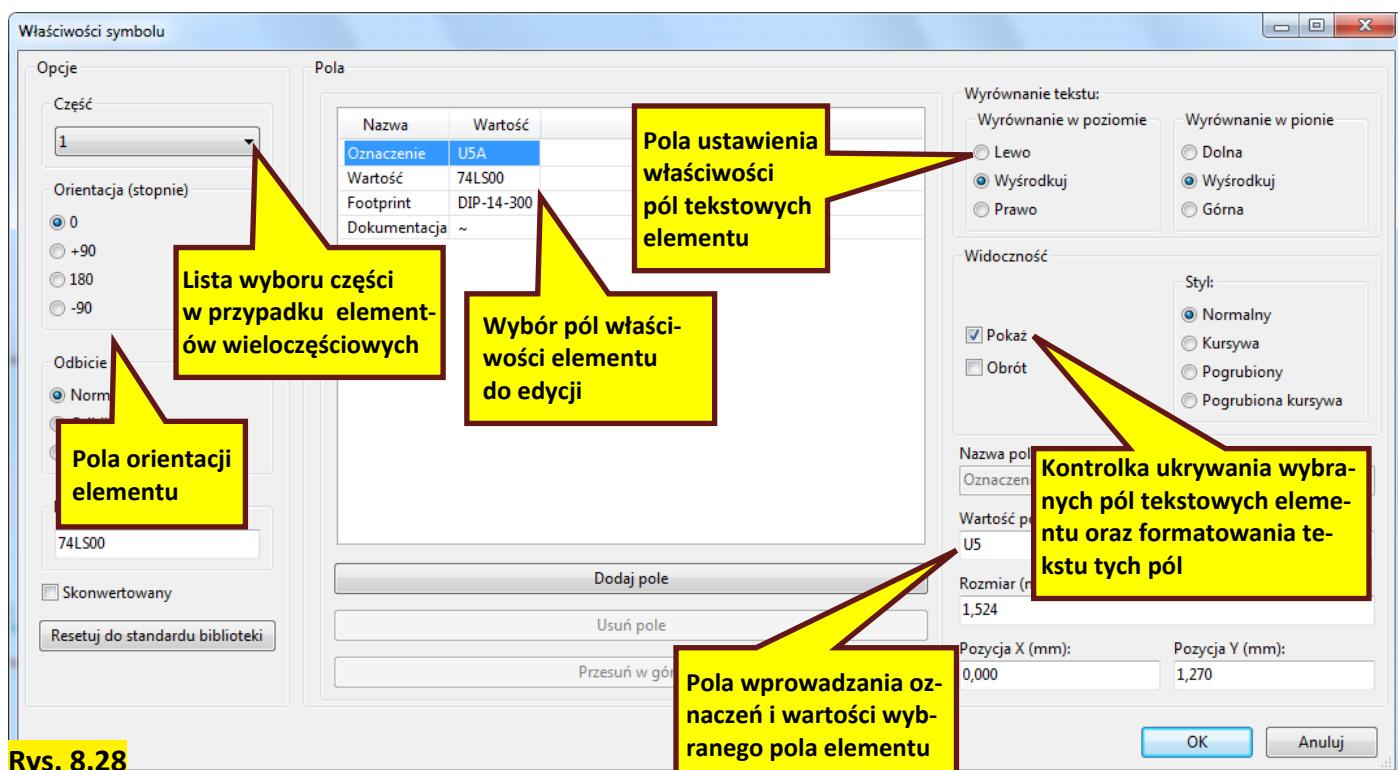
wieloarkuszowych, które pozwalają dodatkowo uporządkować i podzielić numerację na poszczególne arkusze. Z tych opcji korzysta się zazwyczaj przy dużych projektach. Możliwe jest też usunięcie aktualnej numeracji elementów i rozpoczęcie jej od nowa. Ja jednak nie jestem zwolennikiem automatycznej numeracji elementów tym bardziej, że w przypadku elementów takich jak np. rezistory i tak „ręcznie” musimy podać ich wartości. Odbywa się to w tym samym oknie co ręczna numeracja elementów, więc pracy jest niewiele więcej, a w zamian mamy ponumerowane elementy tak jak tego chcemy. Ponadto niektóre elementy według KiCAD'a mają odmienne oznaczenia niż przyjęte w Polsce, np. tranzystory domyślnie mają oznaczenie Q, podczas gdy w Polsce stosuje się oznaczenie T. Przy ręcznej numeracji łatwo i szybko

możemy to zmienić. Aby ręcznie nanieść numer kolejny elementu, jego wartość oraz dokonać ewentualnej korekty jego oznaczenia, należy kliknąć prawym klawiszem myszki na końcówce elementu zakończonej małym kółeczkiem. Otworzy się wówczas menu kontekstowe myszki pokazane na rysunku 8.27. W menu tym mamy możliwość wybrania odpowiednich opcji oznaczania i

numeracji elementów bezpośrednio z poziomu tego menu oraz pośrednio za pośrednictwem opcji Edytuj, gdzie w jednym oknie mamy możliwość zdefiniowania wszystkich parametrów danego elementu, łącznie z obudową płytkową elementu. Edycję właściwości elementu możemy także wywołać po umieszczeniu kurSORA myszki nad danym elementem i naciśnięciu klawisza E z klawiatury. Po wybraniu opcji edycji elementu pojawi się dość duże okno z rysunku 8.28. W oknie tym w ramce Opcje można wybrać daną część elementu, dotyczy to głównie układów cyfrowych zawierających w swojej strukturze pojedyncze bramki cyfrowe oraz wzmacniaczy operacyjnych. W dalszej kolejności można ustawić orientację tego elementu na planszy schematu, są to ramki Orientacja i Odbicie. Na samym dole ramki Opcje jest przycisk resetowania ustawień elementu do standardowych ustawień danej biblioteki. Następną ramką w oknie z rysunku 8.28 jest ramka Pola, gdzie właśnie zawarte są informacje o oznaczeniu i numerze edytowanego elementu oraz jego typie. Można tutaj wprowadzić także informacje o odpowiadającej temu elementowi

obudowie w bibliotece płytowej. Musi być to jednak informacja dokładnie odpowiadająca oznaczeniu elementu z biblioteki płytowej. Na późniejszym etapie ułatwia to znacznie kojarzenie elementów schematowych z obudowami (modułami) płytowymi. Aby odpowiednio ustawić właściwości danego elementu schematowego w ramce Pola wybieramy pole do edycji. Najczęściej jest to oznaczenie i wartość elementu. Po wybraniu danego parametru elementu w środkowej ramce Pola w prawej dolnej części okna z rysunku 8.28 w polu Wartość pola wprowadzamy żądaną parametr. Jak już wspomniałem są to najczęściej oznaczenia elementu takie jak U5, R7, C8, itp. jego wartość jak np. 1k, 100nF, 74LS00, czy też oznaczenie obudowy płytowej, np. DIP-14-300. Niektóre elementy mają domyślnie wprowadzone oznaczenie, takie jak stosuje się w innych państwach, gdzie np. tranzystor oznacza się literką Q. Można zmienić te oznaczenia na stosowane w naszym kraju i literkę Q zmienić na T. W przypadku edycji oznaczenia elementu, przy jego oznaczeniu występuje znak pytajnika, np. w przypadku rezystora jest to „R?”. Przy nanoszeniu numeracji elementu zmieniamy tylko znak pytajnika na odpowiednią cyfrę pozostawiając literkę R (dla rezystora) i uzyskujemy oznaczenie jak np. „R9”. Dzięki literce „R” wiemy, że dotyczy to rezystora i analogicznie dla innego rodzaju elementów. Także niektóre elementy, taki jak np. układy scalone posiadają domyślnie wprowadzone oznaczenie, które jednoznacznie identyfikuje dany element.

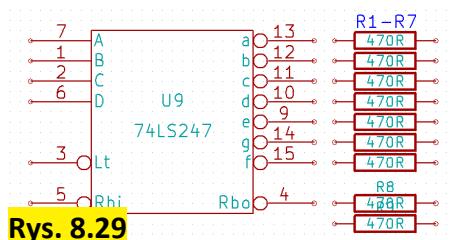
Najczęściej takiego oznaczenia się nie zmienia bo doprowadziło by to do błędów. Dopuszczalne jest jednak zmiana oznaczenia technologii wykonania niektórych układów z 7400, co oznacza standardowy układ cyfrowy TTL na 74LS00 co oznacza ten sam układ wykonany w wersji szybkiej o małym poborze mocy. W przypadku rezystorów o wartości poniżej 1 kilooma najczęściej podaje się wartość bez jej oznaczenia, np. 470, 470R określa wartość rezystora jako 470 omów, dla kiloomów jest to mała literka „k” czyli 470k, dla megaomów duża litera „M” czyli 1M. W przypadku kondensatorów dla pikofaradów stosuje się oznaczenie „pF”, dla nanofaradów „nF”, dla mikrofaradów „uF”. Nie jest konieczne



Rys. 8.28

podawanie w tym miejscu napięcia kondensatorów czy mocy rezystorów. Chyba, że są to pojedyncze elementy na schemacie. Wartości te można podać w wykazie elementów.

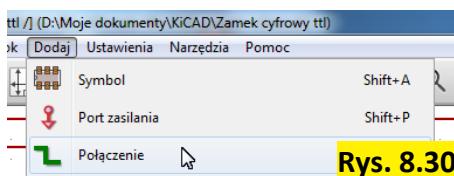
Chciałbym jeszcze zwrócić uwagę na opcję Pokaż w oknie z rysunku 8.28. Mianowicie oznaczenie tej opcji spowoduje, że wybrane pole tekstowe czyli najczęściej oznaczanie elementu lub jego wartość staną się niewidoczne na planszy schematu. Ma to znaczenie w przypadku się blisko siebie elementów, przykład można zobaczyć na rysunku 8.29. Jak widzimy



rezystory R1-R7 znajdują się blisko siebie i ich rozmieszczenie jest dopasowane do wyprowadzeń układu U9. Wartości tych rezystorów umieszczone są wewnętrznie ich symbolu. Nadane rezystoram wartości R1-R7 są ukryte właśnie za pomocą opcji Pokaż z okna z rysunku 8.28. Natomiast oznaczenie R1-R7 nad tymi rezystoram jest umieszczone jako zwykły tekst. Dzięki temu schemat w tym miejscu jest czytelny pomimo bliskiego rozmieszczenia elementów w tym miejscu. Poniżej rezystorów R1-R7 na rysunku 8.29 umieściłem dwa kolejne R8 i R9 oznaczone w zwykły sposób. Jak widać ich oznaczenia się na symbole i schemat w tym miejscu jest mniej czytelny. Fragment schematu z rysunku 8.29 nie ma związku z projektem zamka cyfrowego.

Rysowanie połączeń na planszy schematu

Mając już rozmieszczone na planszy schematu wszystkie odpowiednio rozmieszczone i ponumerowane elementy, można przystąpić do



Rys. 8.30

rysowania połączeń pomiędzy tymi elementami. W celu rozpoczęcia rysowania połączeń pomiędzy elementami na planszy menu Dodaj wybieramy opcję Połączenie tak jak to pokazane jest na rysunku 8.30. Narzędzie to jak i inne narzędzia z tego menu dostępne są na prawym pasku narzędziowym edytora Eeschema.

W czasie rysowania połączeń nie należy korzystać z narzędzia Dodaj linię lub wie-lokaty (gra-fika) dostę-pnego w dol-nej części paska narzędziowego.

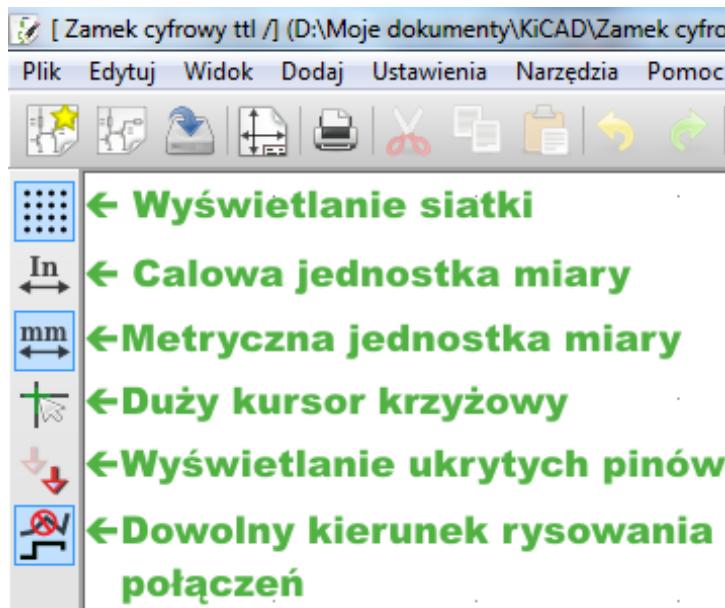
Narzędzie to służy do ryso-wania obie-któw grafi-cznych. Nary-sowane tym narzędziem połączenia nie będą mia-ły właściwości elektrycznych i nie będzie możliwe wy-generowanie netlisty po-mimo, że schemat będzie wy-glądał popra-wnie.

Zanim jednak zaczniemy ry-sowanie połą-czeń na na-szym sche-macie propo-nuję zapo-znać się z na-rzędziami edy-tora

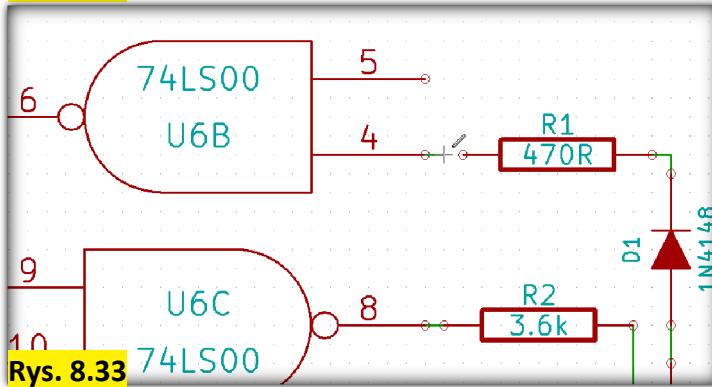
Eeschema dostęp-pnymi na paskach narzędziowych. Główny pasek (pra-wy) Eeschema został pokazany na rysunku 8.31. Ułatwia to korzystanie z edytora Eeschema. Nie wszystkie z tych narzędzi są wykorzystywane na co dzień przy tworzeniu prostych projektów. Dotyczy to głównie narzędzi związanych ze schematami. Natomiast na rysunku 8.32 został pokazany pasek narzędziowy Eeschema. Na tym pasku mamy dostęp do zmienianych i często używanych opcji konfiguracyjnych edytora Eeschema. Po wybraniu narzędzia Połączenie, skrót klawiaturowy Shift + W, kurSOR myszki zmieni kształt na mały krzyżyk



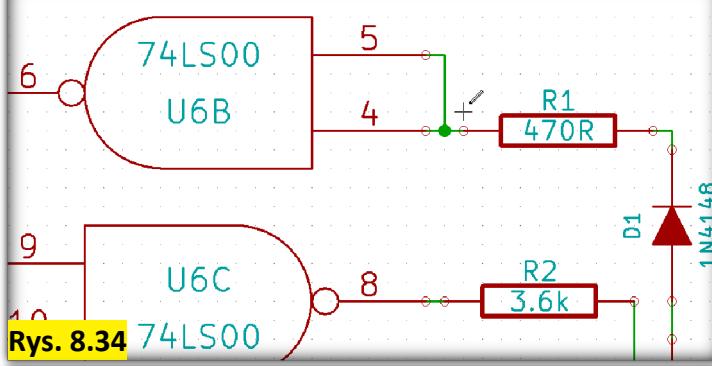
Rys. 8.31



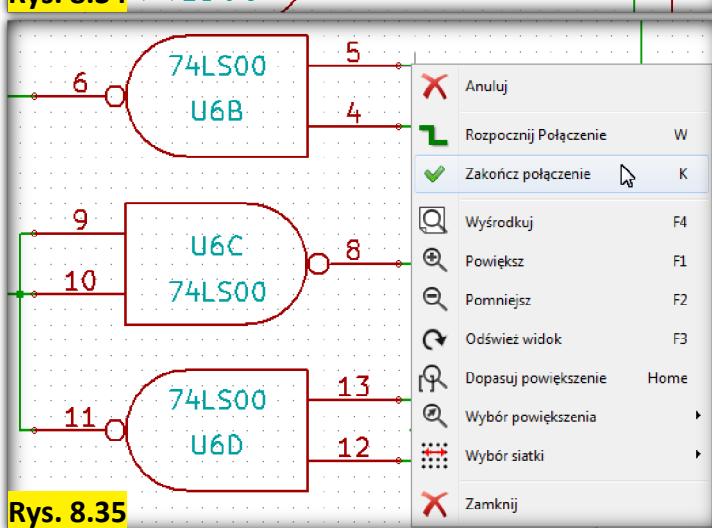
Rys. 8.32



Rys. 8.33



Rys. 8.34



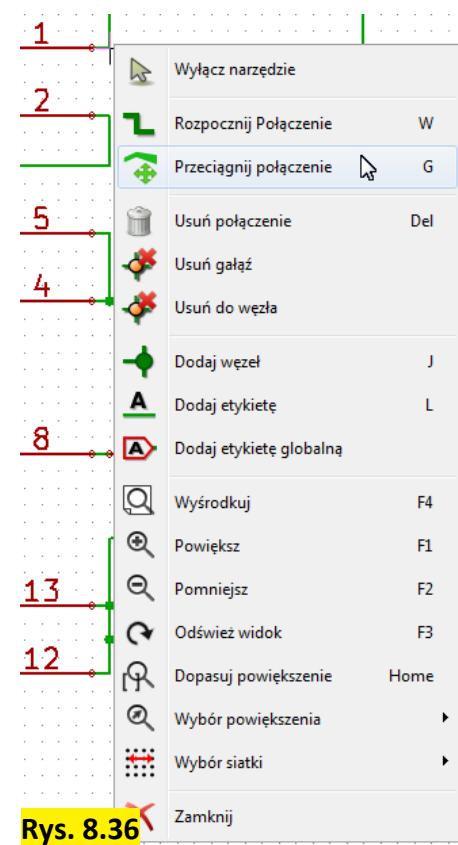
Rys. 8.35

z ołówkiem, jak to można zobaczyć na rysunku 8.33. Aby narysować połączenie kurSOR ten ustawiamy na pinie nr 4 i klikamy raz lewym klawiszem myszki. Od tej chwili za kurSorem myszki „ciągnie się” linia w zielonym kolorze. Jest to przewód (drut), który prowadzimy w kierunku pinu (pinów), które mają być połączone w tym przypa-dku rezystora R1 co można zobaczyć na rysunku 8.33. Po doprowadzeniu połączenia do rezystora R1 klikamy raz na tym wyprodukowaniu (pinie) lewym klawiszem myszki, w miejscu gdzie pin jest zakończony małym kóŁeczkiem. Połączenie zostanie zakończone. Jeśli raz jeszcze klikniemy na wyprodukowaniu rezystora R1 to przewód ponownie zostanie w tym miejscu dołączony do tego pinu i możemy prowadzić go dalej do innych elementów.

Rysowanie

połączenia możemy też zacząć od strony połączenia w kierunku wybranego pinu elementu poprzez kliknięcie na tym przewodzie i zakończeniu połączenia na pinie elementu. Wówczas w tym punkcie, gdzie zaczniemy rysować połączenie zostanie automatycznie wstawiony węzeł - mała zielona kropka symbolizująca połączenie elektryczne pomiędzy tymi przewodami co można zobaczyć na rysunku 8.34. Jeśli rysowane połączenie chcemy załamać pod kątem 90 stopni w celu zmiany kierunku jego prowadzenia , to w miejscu gdzie chcemy załamać połączenie klikamy raz lewym klawiszem myszki i od tego miejsca możemy prowadzić przewód w innym kierunku. Rysowanie połączenia możemy przerwać poprzez wciśnięcie klawisza ESC na klawiaturze lub poprzez odpowiednie opcje menu kontekstowego myszki pokazane na rysunkach 8.35 i 8.36.

Oczywiście już na etapie rysowania połączeń na schemacie (także rozmieszczania elementów na planszy schematu) należy dbać o odpowiednią czytelność tworzonego schematu. W razie potrzeby można



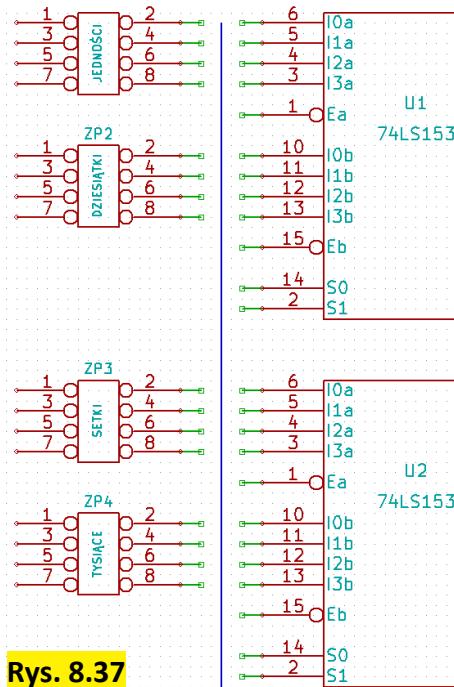
Rys. 8.36

przesuwać elementy na planszy, edytować układ pinów elementów (dotyczy to głównie układów scalonych, złącz, itp.) Jeśli schemat będzie mocno zagmatwany i nieczytelny to może się okazać konieczna jego poprawa i zastosowanie np. tak zwanych magistral połączeń.

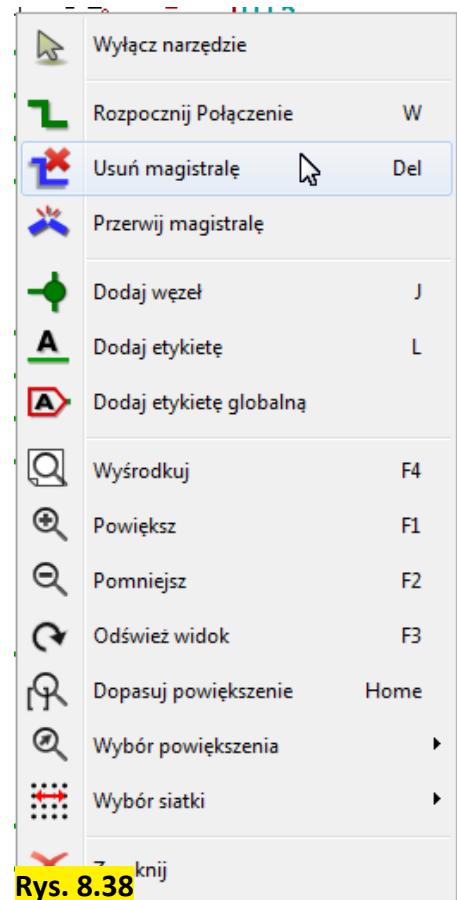
Magistrale połączeń

Podczas tworzenia niektórych schematów, dotyczy to głównie układów cyfrowych występuje wiele podobnych połączeń, jak np. linie adresowe lub linie danych, które łączą razem wiele układów scalonych. Rysowanie dużej połaczeń na takim schemacie spowodowało by, że byłby on mało czytelny, a jego tworzenie było by żmudne. Dlatego Eeschema umożliwia rysowanie tego rodzaju połączeń w postaci tzw. magistrali. Taką magistralę możemy porównać do wiązki przewodów np. w samochodzie, z której wychodzą odpowiednie przewody do świateł, kierunkowskazów, itd. Podobnie na schemacie magistrala zawiera w sobie wiele połączeń, które w odpowiednim jego miejscu są z niej wyprowadzone i dołączone, do mikroprocesora, dekodera, itd. Dzięki temu na planszy schematu jest mniej połączeń pomiędzy jego elementami i jest on wtedy bardziej czytelny i estetyczny. Przykładowo w naszym projekcie za pomocą magistrali połączymy ze sobą zworki ZP1 - ZP4 z układami U1 i U2.

W tym celu w pierwszej kolejności z paska narzędziowego Eeschema wybieramy narzędzie Dodaj magistralę i rysujemy linię magistrali. Dodatkowo rysujemy połączenia od pinów złącz ZP1 - ZP4 i układów U1 i U2. Połączenia te rysujemy na długości dwóch oczek siatki w kierunku od oczka siatki do pinu. Wstępnie narysowaną magistralę i połączeniami przy złączach ZP1 - ZP4 i układach U1 i U2 możemy zobaczyć na rysunku 8.37. Pojedyncze kliknięcie lewego klawisza myszki rozpoczyna

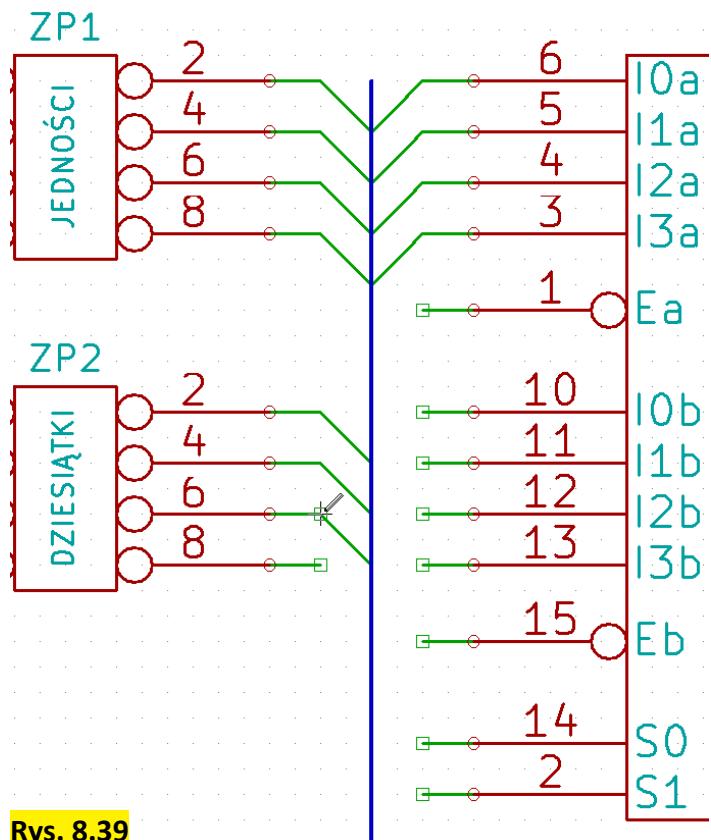


Rys. 8.37



Rys. 8.38

rysowanie magistrali, kolejne pojedyncze kliknięcie tego samego klawisza myszki umożliwia załamanie magistrali pod wymaganym kątem, a szybkie dwukrotne kliknięcie kończy rysowanie magistrali. Podczas rysowania magistrali połączeń jest oczywiście menu kontekstowe myszki z kilkoma prostymi funkcjami dotyczącymi rysowania magistrali, pokazanymi na rysunku 8.38.

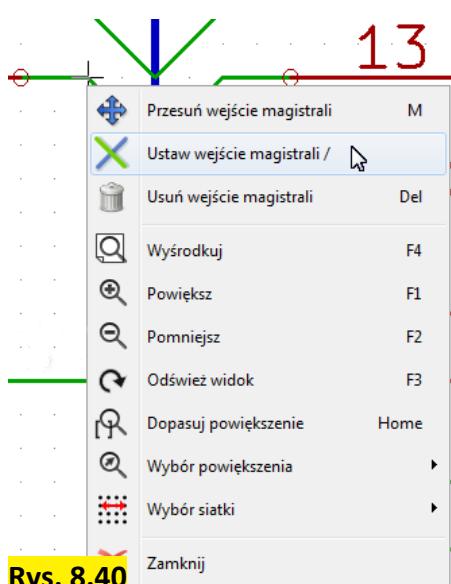


Rys. 8.39

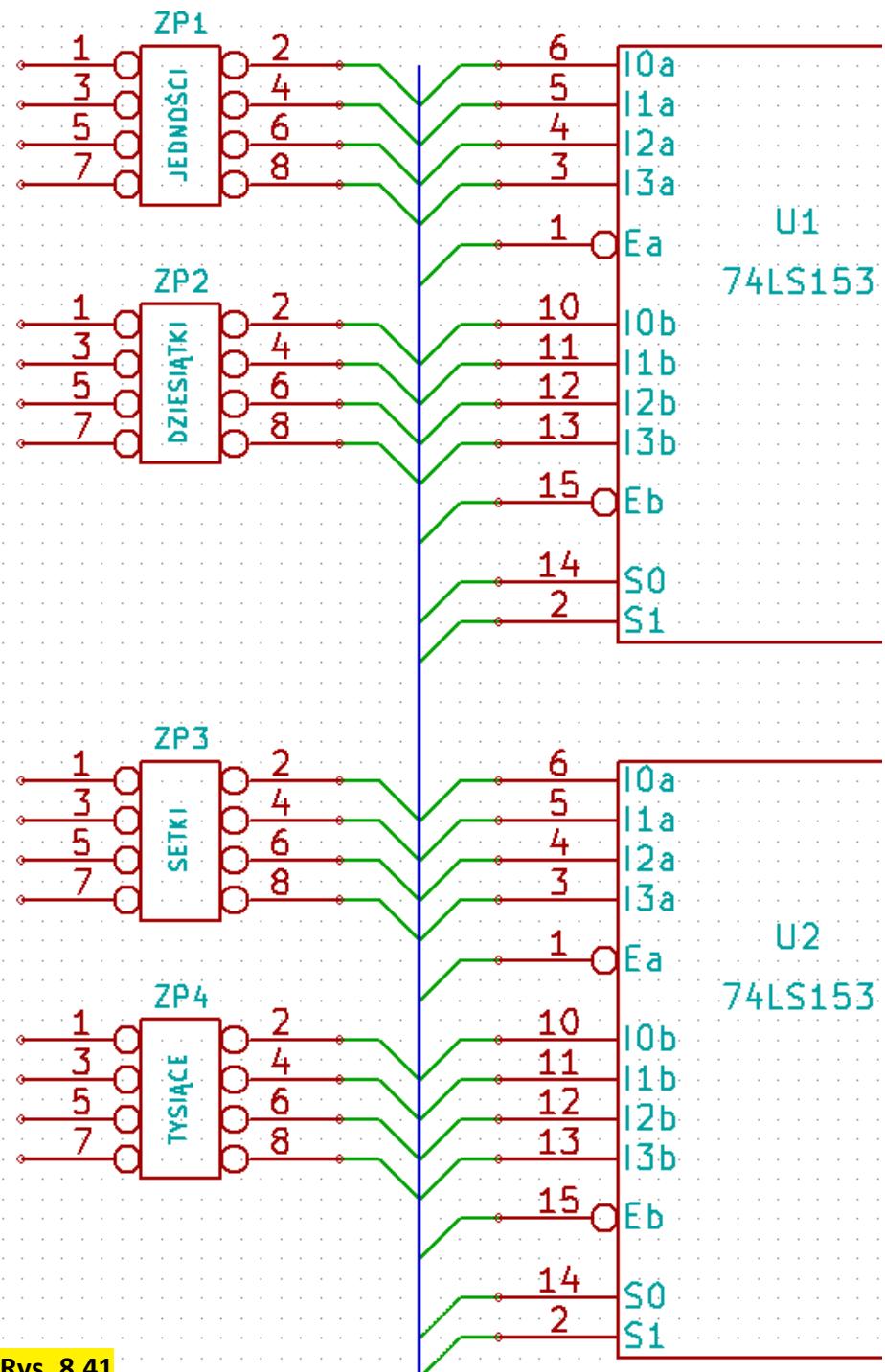
cówce przewodu zakończonym kwadrakiem i klikamy, wejście podłączenia do magistrali zostanie dołączono co widać na wspomnianym

wcześniej rysunku 8.39. Natomiast po prawej stronie magistrali naszego schematu klikamy na linii magistrali, gdzie będzie dołączone jej wejście. Prawidłowo wstawione wejście magistrali skutkuje zniknięciem kwadracika na połączeniu z którym łączone jest wejście magistrali. Trochę to dziwny sposób wstawiania magistrali i wygląda mi to na niedoróbce w Eeschema. Tym bardziej, że ustawienia kąta nachylenia wejścia magistrali klawiszem „/” z klawiatury także nie działa prawidłowo. Ponadto po wstawieniu magistrali nie znikają kwadraciki na połączeniach. Po wykonaniu operacji „cofnij” – „ponów”, kwadraciki te znikają. Więc wygląda to na błędy w Eeschema, tym bardziej, że w poprzednich wersjach Eeschema opisane tu usterki nie występowały. Z poziomu menu kontekstowego myszki możliwa jest zmiana kąta nachylenia wejścia magistrali co pokazałem na rysunku 8.40, lecz u mnie działa to poprawnie poprzez wybór myszą jak wcześniej to opisałem.

Wygląd niemal gotowej magistrali połączeń możemy zobaczyć na rysunku 8.41. Dodatkowo do magistrali dołączone zostały piny Ea i Eb oraz S0 i S1 układów U1 i U2, ponieważ prowadzenie tradycyjnych połączeń w tym miejscu schematu spowodowało by jego zagmatwanie. Z punktu widzenia schemat magistrali



Rys. 8.40

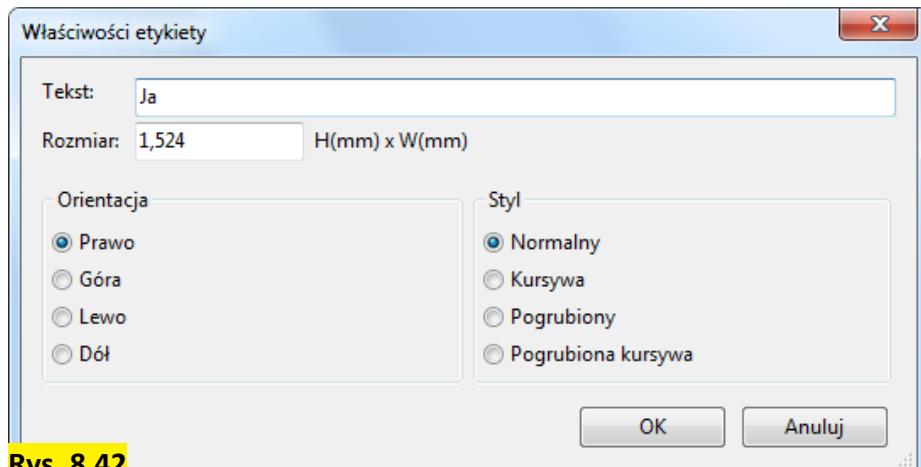


Rys. 8.41

wygląda poprawnie. Jednak aby edytor Eeschema wiedział jak mają być połączone ze sobą poszczególne przewody w magistrali musimy połączeniom w magistrali nadać odpowiednie etykiety.

W tym celu na prawym pasku wybieramy narzędzie Dodaj nazwę sieci (lokalna). Po wybraniu tego narzędzia klikamy na pustym miejscu planszy schematu. Otworzy się okienko Właściwości etykiety pokazane na rysunku 8.42. W polu

tekst wpisujemy nazwę dla naszej etykiety. W tym przypadku będzie to etykieta „Ja” od nazwy złącza programującego pierwszą cyfrę – jedności i „a” jako pierwszy bit pierwszej cyfry. Kolejne etykiety dla złącza jedności będą, Jb, Jc, Jd, , dla złącza dziesiątej będą to etykiety Da, Db, Dc, Dd, itd. Warto wybierać krótkie nazwy etykiet, tak aby nie zaciemniały one schematu w miejscu ich wstawienia. Etykiety te powinny też umożliwiać łatwe zorientowanie

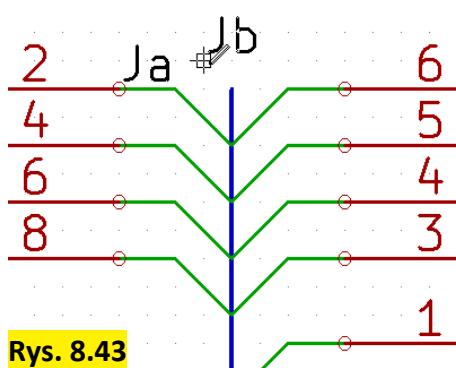


Rys. 8.42

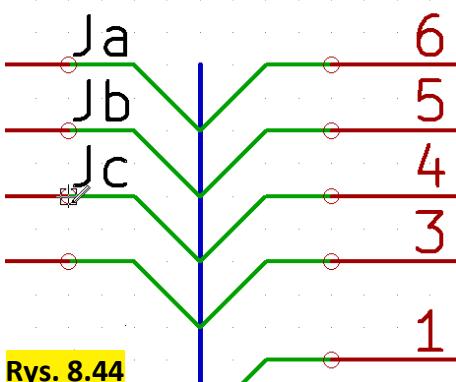
się w jakiego sygnału lub adresu układu cyfrowego one dotyczą. We wspomnianym oknie z rysunku 8.42 można jeszcze ustawić orientację etykiety, jej wielkość i krój tekstu. Ma to czasami znaczenie, kiedy zbyt duży rozmiar etykiety lub nieprawidłowa jej orientacja powoduje, że nachodzi ona na połączenia zaciemniając schemat. Po przycisku OK w oknie z rysunku 8.42, kurSOR myszki zmieni kształt na celownik z ołówkiem do którego przyklejona nasza etykieta. W tym przypadku jest to etykieta „Jb”, jak to pokazałem na rysunku 8.43. Etykieta „J0” została już umieszczona już na schemacie. Kursorem z celownikiem

celujemy w końcówkę złącza ZP1 zakończoną kóleczkiem, do której zamierzamy podłączyć naszą etykietę. Widać to na rysunku 8.44. Kiedy kurSOR w kształcie celownika z przyklejoną etykietą pokryje się z kóleczkiem na końcówce złącza ZP1 klikamy raz lewym klawiszem myszki i etykieta zostanie dołączona do tego właśnie połączenia, jak wcześniej wstawione etykiety z rysunku 8.44. Po prawej stronie linii magistrali przy wstawianiu etykiety, z celownikiem klikamy w miejscu gdzie wejście magistrali łączy się z linią połączenia elektrycznego. Dzięki temu etykieta nie wchodzi na numery pinów układu scalonego. W dalszej kolejności dodajemy etykiety do następnych połączeń. Wszystkie połączenia i elementy na schemacie, które mają być ze sobą razem połączone muszą mieć tak samo nazwane etykiety. Jak więc widać w przypadku magistrali połączenie poszczególnych pinów nie zależy od graficznego wyglądu magistrali i jej połączeń, ale od etykiet nadanych poszczególnym połączeniom. To samo dotyczy tradycyjnych połączeń. Można ich nie rysować, tylko nadać odpowiednie etykiety pinom elementów. Moim zdaniem taki schemat byłby mniej czytelny od tradycyjnego schematu.

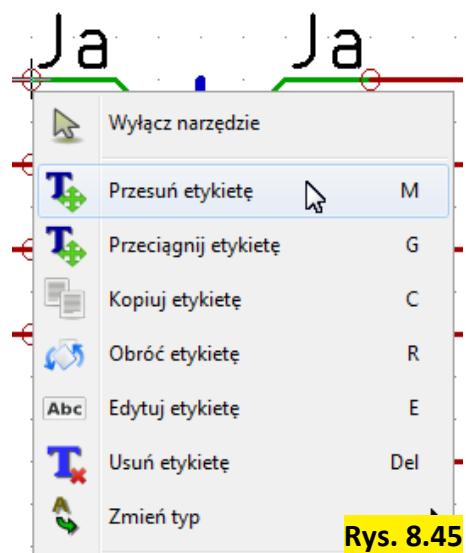
Podczas wstawiania etykiet połączeń w menu kontekstowym myszki dostępne są odpowiednie opcje pokazane na rysunku 8.45. Aby otworzyć to menu trzeba kliknąć prawym klawiszem myszki na



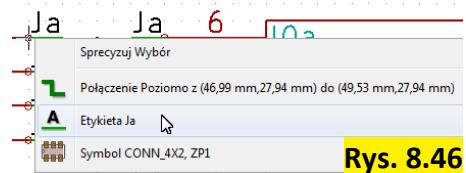
Rys. 8.43



Rys. 8.44

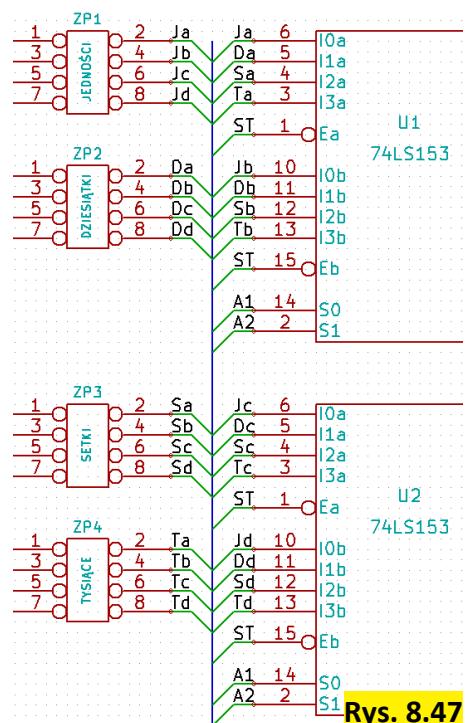


Rys. 8.45



Rys. 8.46

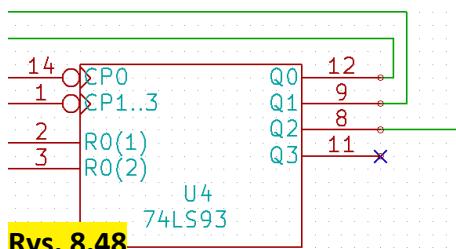
wstawionej etykiecie i otworzy się menu etykiety z rysunku 8.45. Niekiedy z uwagi na duże zagęszczenie elementów i połączeń na planszy schematu może być konieczne sprecyzowanie wyboru prawego klawisza myszki, jak to pokazałem na rysunku 8.46. Natomiast gotową magistralę połączeń możemy zobaczyć na rysunku 8.47



Rys. 8.47

Połączenia „niepołączone”

W przypadku niektórych konstrukcji urządzeń elektronicznych, może się zdarzyć tak, że pewne piny niektórych elementów nie są wykorzystane i nie zostaną one połączone na schemacie. Aby moduł ERC odpowiedzialny za wykrywanie błędów na schemacie nie sygnalizował błędów nie podłączonych pinów, należy je odpowiednio oznaczyć. Do tego celu służy narzędzie Dodaj flagę „Niepołączone” z prawego paska narzędzi Eeschema. Po użyciu tego narzędzia widzimy, że końcówki pinów elementów zakończone kółeczkiem zostały dodatkowo oznaczone znaczkiem „X”, co dla modułu ERC edytora Eeschema oznacza, że piny oznaczone w ten sposób celowo nie są podłączone i ERC nie dla tych pinów sygnalizować błędów ich niepodłączenia. Przykładowy fragment schematu z pinem Q3, układu U4 oznaczonym jako „nie połączony” możemy zobaczyć na rysunku 8.48.



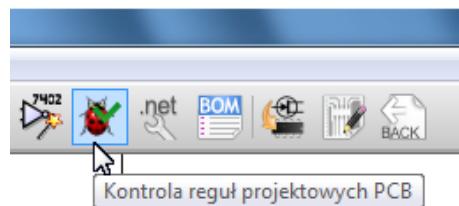
Zasilanie cyfrowych układów scalonych

Jeszcze wymagają omówienia obwody zasilania głównie układów cyfrowych, które mają atrybut ukryty. Połączeń obwodów zasilania układów

cyfrowych najczęściej na schemacie się nie rysuje, a mimo to podczas tworzenia płytki wyprowadzenia zasilania układów scalonych są odpowiednio ze sobą łączone i obwodami zasilacza. Połączenia te są celowo ukryte, aby nie zaciemniać często rozbudowanych schematów. Mianowicie cyfrowe układy scalone mają końcówki zasilania ukryte i oznaczone odpowiednimi atrybutami np. VCC (+) i GND (-) i pod dodaniu odpowiednich etykiet do obwodu zasilacza połączenia zasilania w projektowanym układzie są automatycznie ze sobą połączone, choć nie są one widoczne na schemacie. Przykład dodania etykiet zasilania VCC, GND i PWR_FLAG za pomocą narzędzia Dodaj port zasilania z prawego paska narzędziowego Eeschema do obwodu zasilacza został pokazany na rysunku 8.49. Bez etykiety PWR_FLAG edytor Eeschema „nie wie”, że jest to obwód zasilania projektowanego schematu i sygnalizuje to podczas testu ERC.

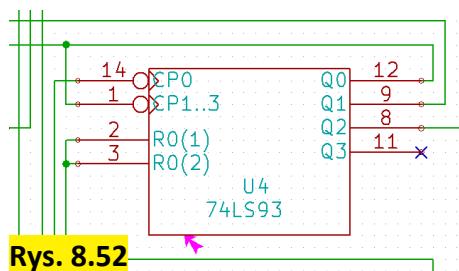
Kontrola poprawności schematu - ERC

Po narysowaniu schematu warto, a wręcz należy poddać go kontroli reguł projektowych schematu, tzw. ERC - czyli Electrical Rules Check. Pomimo iż wydaje się nam, że schemat jest poprawnie narysowany i nie zawiera błędów należy wykonać ten test. ERC często wychwytuje błędy, których nie dostrzegamy. Także ja tworząc schemat do tego kursu nie ustrzegłem

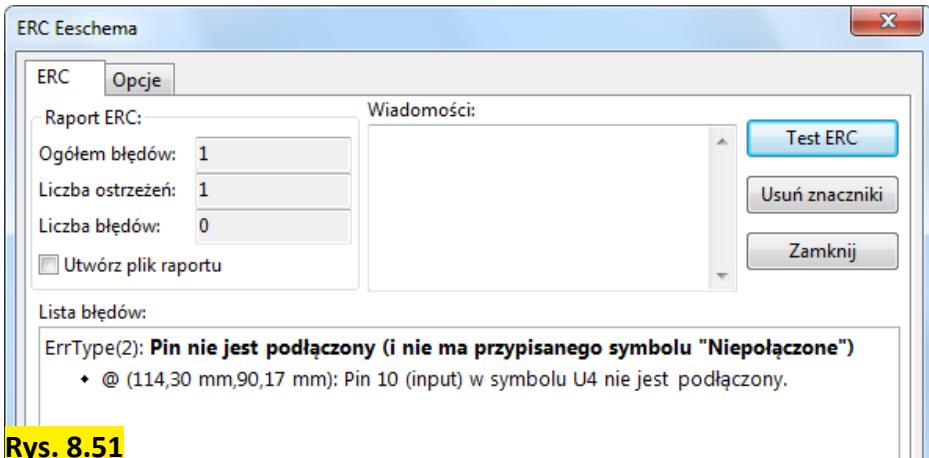


Rys. 8.50

się kilku wpadek i gdyby nie test ERC to później straciłbym więcej czasu na poprawianie projektu płytki lub co gorsza przy uruchamianiu układu na płytce zaprojektowanej z błędami. Aby uruchomić test ERC klikamy na ikonę jak na rysunku 8.50 na głównym pasku narzędziowym Eeschema, lub wybieramy opcję ERC z menu Narzędzia. Po uruchomieniu ERC pojawi się okienko okazane na rysunku 8.51, w którym klikamy na przycisk Test ERC. Jeśli schemat jest poprawnie narysowany to w oknie z rysunku 8.51 nie powinno być widocznych żadnych komunikatów o błędach lub ostrzeżeń. Jednak jak widzimy na 8.51 otrzymaliśmy komunikat o treści, że jeden z pinów układu U4 jest nie podłączony. Miejsce wystąpienia tego błędu oznaczone jest małą strzałką, która widać na rysunku 8.52. Dla zwiększenia jej zmieniłem jej kolor w ustawieniach Eeschema na różowy.

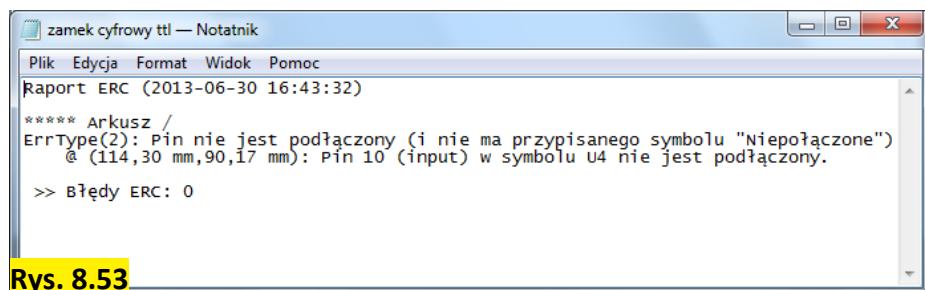


Rys. 8.52



Rys. 8.51

Rys. 8.49



Rys. 8.53

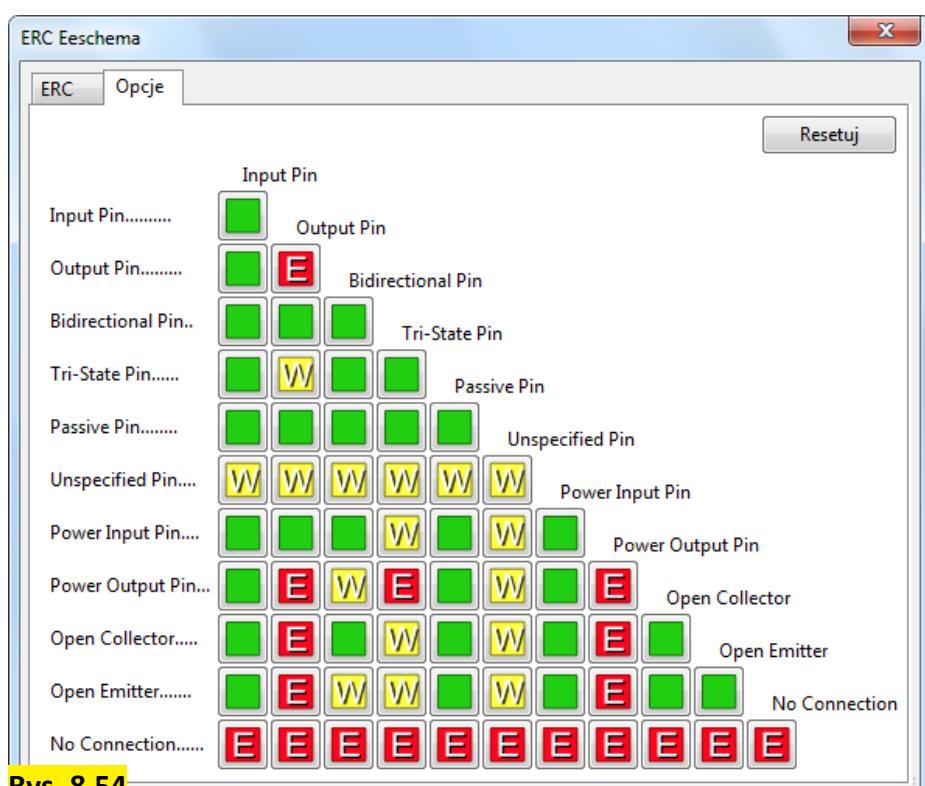
Zaznaczenie opcji Utwórz plik raportu utworzy plik z listą ewentualnych błędów. Plik ten zostanie otwarty w domyślnym edytorze tekstu (ustawionym w Panelu kontrolnym KiCAD'a), co można zobaczyć na rysunku 8.53. W moim przypadku domyślnym edytorem jest systemowy Notatnik. Wróćmy jednak do zaistniałego błędu. Z wyświetlnego komunikatu wynika, że jeden z pinów układu U4 nie jest podłączony i nie ma przypisanego znacznika „Niepołączony”. W komunikacie tym podane są współrzędne tego pinu i jego numer, w tym przypadku jest to pin numer 10. Jednak w miejscu wskazanym przez znacznik na schemacie nie widać żadnego pinu. Kiedy jednak włączymy wyświetlanie ukrytych pinów na lewym pasku narzędziowym Eeschema to w miejscu wskazanym przez znacznik zobaczymy

niewidoczny pin zasilania układu U4. Pin ten powinien być podłączony do masy zasilania - GND. Jednak tak się nie stało. Kiedy uważnie przeczytamy komunikat w oknie z rysunku 8.51 to zobaczymy iż ten pin układu scalonego ma atrybut input, czyli wejście. Do wejścia nie podłącza się napięcia zasilania, czy też masy, stąd komunikat o błędzie. Wyniknął o z nieprawidłowego ustawienia atrybutu wprowadzenia nr 10 układu U4. Konieczne jest otwarcie elementu bibliotecznego 74LS93 w edytorze bibliotek schematowych i zmiana tego atrybutu z „wejście” na „wejście zasilania”. Kto nie pamięta jak to zrobić odsyłam do rozdziału o bibliotekach schematowych Eeshema, gdzie opisałem to zagadnienie. Opisany tu błąd skutkował by na etapie produkcji brakiem podłączenia pinu nr 10 układu U4 do masy zasilania, co z kolei

przedłożyło by się na nieprawidłowe działanie zaprojektowanego układu w wyniku przerw w obwodach jego zasilania. Oczywiście mogą wystąpić różne rodzaje błędów na schemacie i trzeba uważnie analizować komunikaty ERC, aby błędy te wyeliminować. Przejedźmy jeszcze do zakładki Opcje okna z rysunku 8.51, którą możemy zobaczyć na rysunku 8.54. Zakładka ta umożliwia samodzielne definiowanie jakiego rodzaju połączenia będą sygnalizowane jako błąd lub ostrzeżenie. Aby zmienić te ustawienia należy kliknąć lewym klawiszem myszki na kwadracikach tej zakładki. Zielony kwadracik oznacza połączenie dozwolone, czerwony „E” - „error” oznacza błąd oraz żółty „W” - „warning” oznacza ostrzeżenie. Domyślne ustawienia ERC można przywrócić w każdej chwili przyciskiem Resetuj.

Wykaz elementów projektu

Po usunięciu błędów na naszym schemacie można wygenerować listę elementów użytych w projekcie. W tym celu klikamy na ikonę Generuj listę materiałów, którą możemy

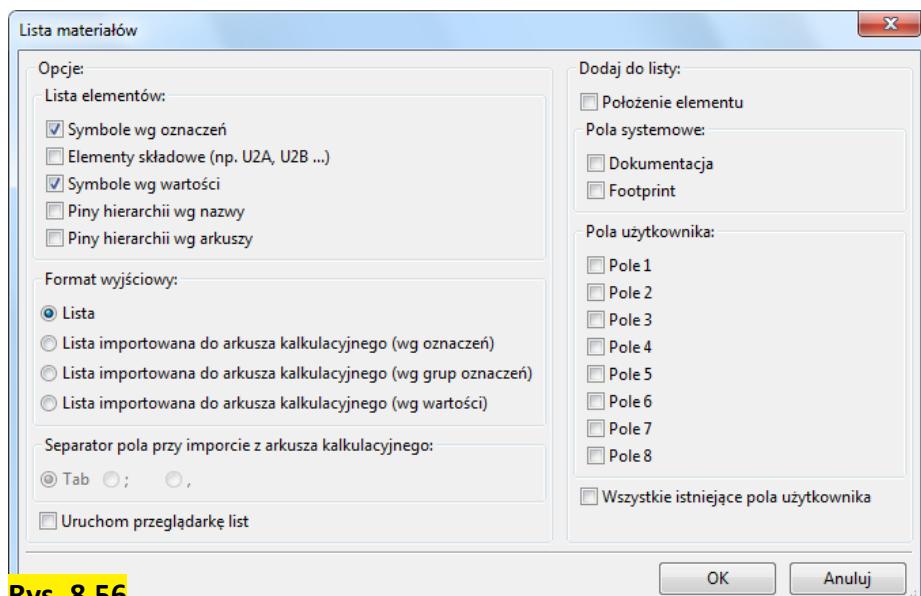


Rys. 8.54



Rys. 8.55

zobaczyć na rysunku 8.55. Otworzy się wówczas duże okno z rysunku 8.56. W oknie tym mamy możliwość zdefiniowania kilku sposobów utworzenia listy elementów naszego projektu. Po utworzeniu listy elementów zostanie ona zapisana w pliku tekstowym z rozszerzeniem *.lst i może być ona otwarta w domyślnym edytorze tekstu. W moim przypadku jest to Notepad, co widać na rysunku 8.57. Listę tą można także dostosować do wczytania do arkusza kalkulacyjnego. Jak widać tworzenie



Rys. 8.56

```

zamek cyfrowy ttl — Notatnik
Plik Edycja Format Widok Pomoc
eeschema (2013-05-31 BZR 4019)-stable >> Creation date: 2013-06-30 18:35:14
#Cmp ( porządek = Oznaczenie )
C1      100uF
D1      1N4148
D2      1N4148
R1      470R
R2      3.6k
R3      360R
S1      ALARM_STOP
U1      74LS153
U2      74LS153
U3      74LS42
U4      74LS93
U5      74LS20
U6      74LS00
Z1      KLAWIATURA
Z2      ALARM
ZASILANIE

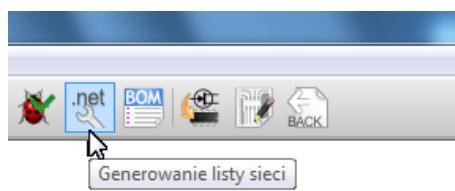
```

Rys. 8.57

listy elementów nie jest skomplikowaną czynnością.

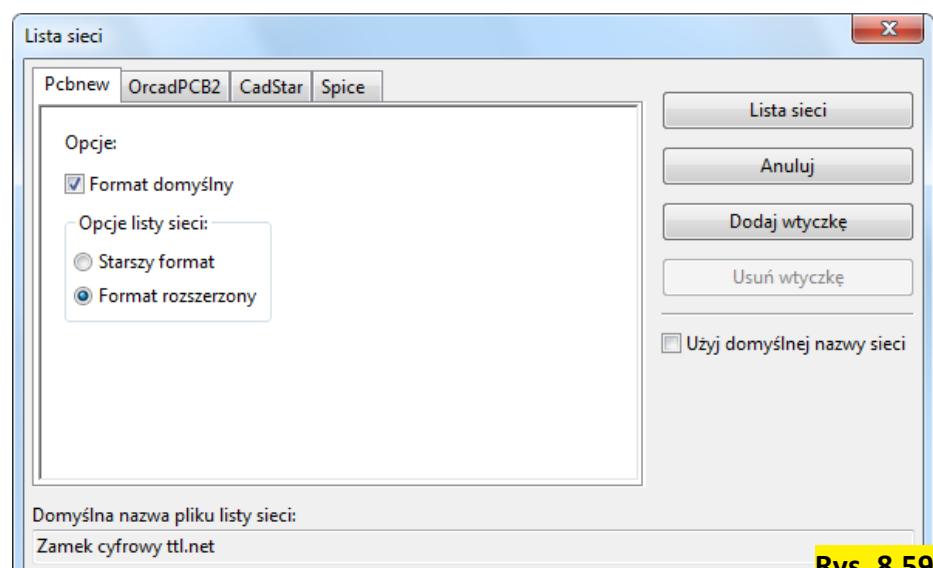
Tworzenie netlisty

Po poprawnym narysowaniu schematu, sprawdzeniu go pod kątem występowania błędów należy wygenerować listę połączeń elementów, tzw. netlistę. Jest to lista połączeń pomiędzy elementami na naszym schemacie. W tym celu klikamy na ikonę Generowanie listy sieci pokazanej na rysunku 8.58. Po kliknięciu na tej ikonie otworzy się małe okienko pokazane na rysunku



Rys. 8.58

8.59. W okienku tym klikamy na przycisku Lista sieci. Wówczas pojawi się okno zapisu pliku z taką samą nazwą jak nasz projekt i rozszerzeniem *.net. Lista sieci jest gotowa. Okno generowania listy sieci z rysunku 8.59 ma dodatkowe zakładki, które umożliwiają generowanie listy sieci w

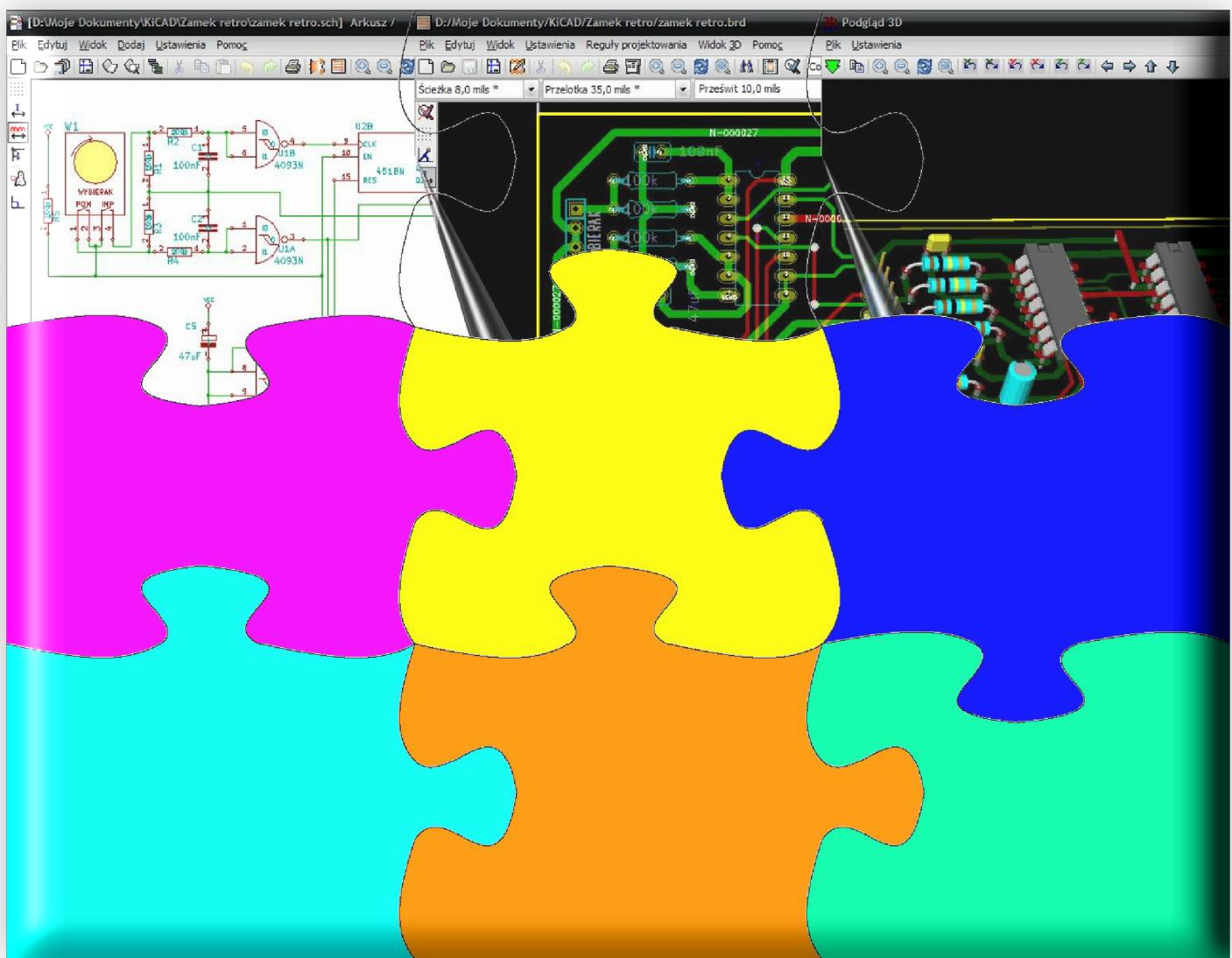


Rys. 8.59

formatach innych programów do projektowania układów elektronicznych. Jednak w tym przypadku nie będziemy korzystali z tej możliwości. Po poprawnym narysowaniu schematu i utworzeniu netlisty możemy przystąpić do kojarzenia elementów schematowych i płytowych o czym jest następny rozdział.

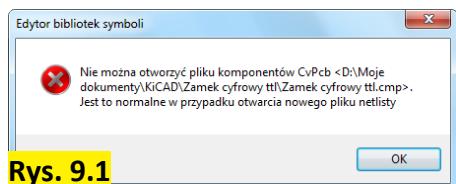
ROZDZIAŁ CZWARTY

KOJARZENIE ELEMENTÓW



Kojarzenie elementów w edytorze CvPcb

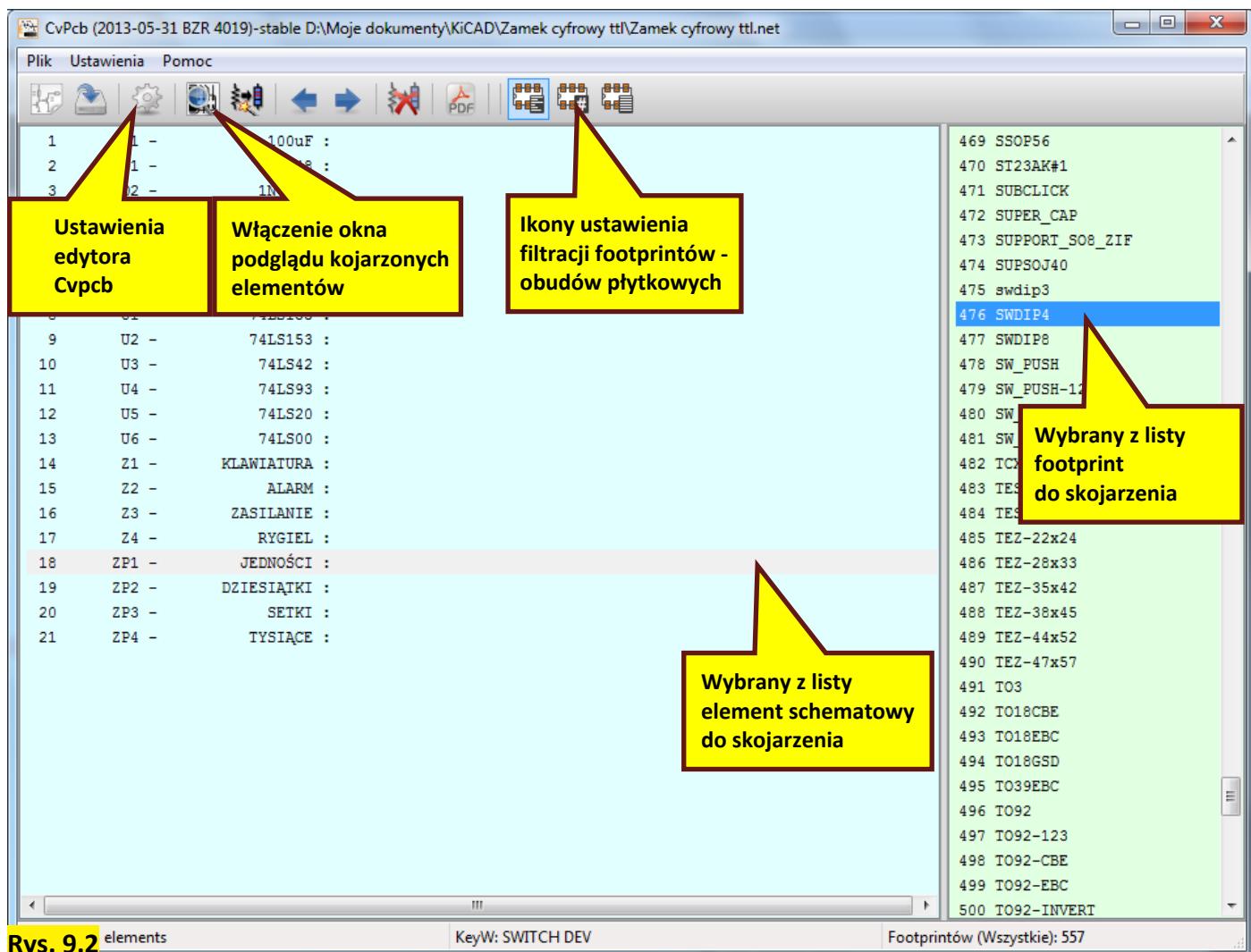
Mając utworzoną listę połączeń należy uruchomić kolejny program z pakietu KiCAD, mianowicie jest to edytor CvPcb. Można z Control Panel jak również z edytora schematów Eeshema. Zadaniem edytora CvPcb jest odpowiednie skojarzenie elementów użytych na schemacie z odpowiadającymi tym elementom obudowom płytowych zwanych w programie KiCAD modułami. Jeśli nie zmienialiśmy położenia lub nazwy listy sieci podczas jej zapisywania to zostanie ona automatycznie wczytana do edytora



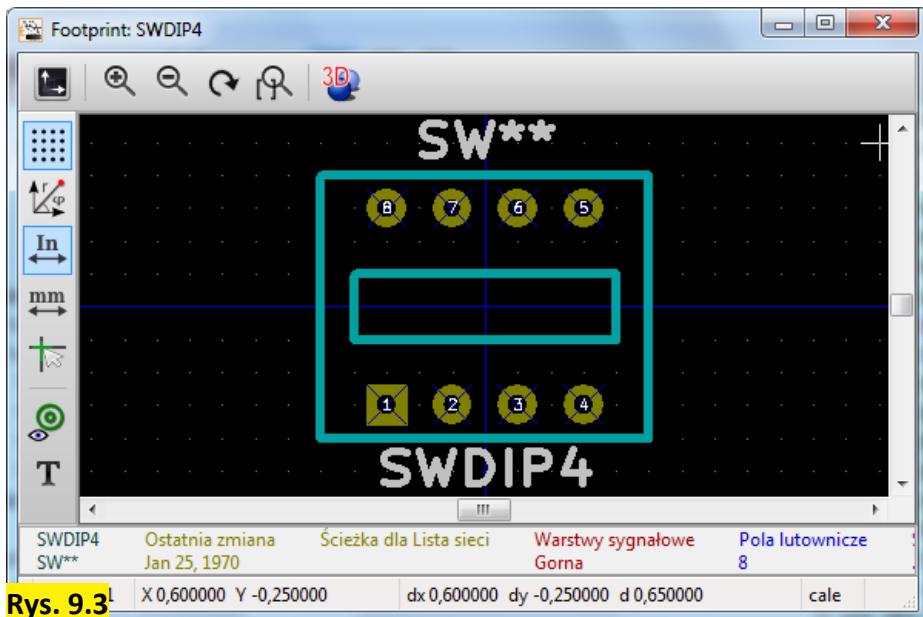
Rys. 9.1

CvPcb przy jego uruchomieniu. Wyświetlony zostanie też komunikat informacyjny pokazany na rysunku 9.1. Wystąpienie tego komunikatu jest normalne przy uruchomieniu edytora CvPcb, kiedy plik listy elementów *.cmp jeszcze nie istnieje. Widok uruchomionego edytora CvPcb pokazany jest natomiast na rysunku 9.2. Po lewej edytora CvPcb podświetlanej na elementy umieszczone w naszym schemacie. Po prawej części edytora CvPcb podświetlanej na zielono widać dostępne elementy płytowe. Aby skojarzyć odpowiednie elementy schematowe z elementami płytowymi - modułami, wybieramy pojedynczym kliknięciem po lewej stronie element schematowy do skojarzenia. Zostanie od podświetlony szarym paskiem jak to widać na przykładzie rezystora R11 na rysunku 9.2. Następnie po prawej stronie okna

edytora CvPcb podwójnym kliknięciem wybieramy odpowiednią dla danego elementu obudowę. W tym przypadku ma ona oznaczenie R4. Literka „R” oznacza rezistor a cyfra 4 rozstaw jego nóżek (pinów) który wynosi 400 milsów (stąd cyfra 4), czyli 10,16 mm. Edytor CvPcb posiada możliwość wyświetlenia dokumentacji ze standardowymi bibliotekami płytowymi dołączonymi do programu KiCAD. Warto z tą dokumentacją (ewentualnie ją wydrukować), aby poznać specyfikę oznaczania elementów płytowych w pakiecie KiCAD, tak aby kojarzenie elementów nam szybko i sprawnie. Możliwe jest włączenie okna podglądu wybieranego elementu płytowego w czasie kojarzenia elementów. Okno to możemy zobaczyć na rysunku 9.3. W oknie tym możemy jeszcze włączyć podgląd 3D wybranego elementu o ile został on skojarzony z odpowiednią



Rys. 9.2

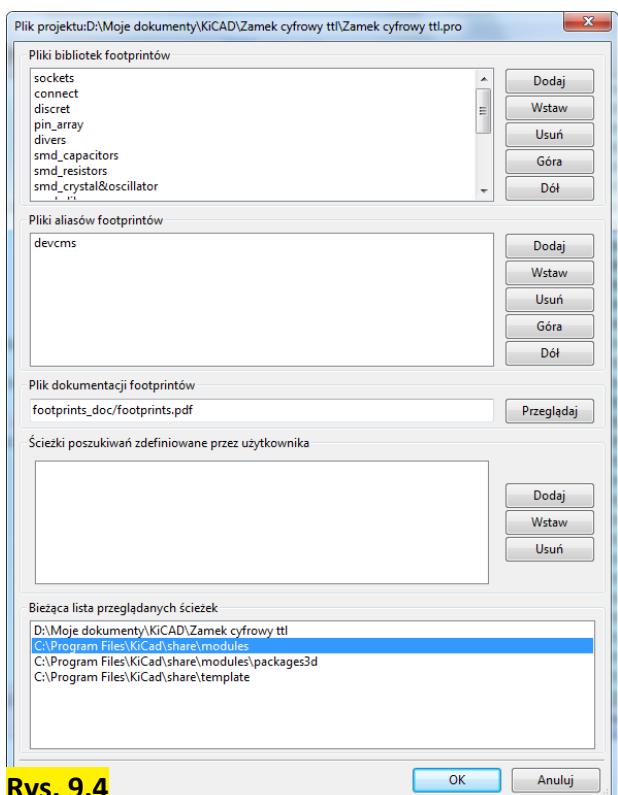


biblioteką 3D. Jeśli chcemy zmienić możliwości skojarzone już elementy to wystarczy wybrać element, skojarzenie chcemy zmienić po lewej stronie edytora CvPcb i po jego prawej stronie wybranemu elementowi ponownie przypisać nową obudowę. CvPcb posiada także funkcję automatycznego kojarzenia elementów, lecz opcja ta może nie zawsze działać zgodnie z oczekiwaniemi. Po skojarzeniu wszystkich ze schematowymi należy zapisać zmiany dokonane w liście połączeń. Wspomnę jeszcze o

możliwości filtrowania obudów skojarzone elementów płytowych. Włączenie tej filtracji wyświetli nam w prawej kolumnie edytora CvPcb tylko elementy płytowe potencjalnie pasujące do danego elementu schematowego. Wyłączenie tej filtracji wyświetla w prawej kolumnie CvPcb wszystkie elementy dostępne w tym edytorze. Może się oczywiście zdarzyć tak, że nie będziemy mieli odpowiedniego elementu płytowego i element taki będziemy musieli utworzyć od podstaw lub zmodyfikować istniejący element. Podczas kojarzenia elementów możemy różnie kojarzyć elementy. Jeśli na schemacie mamy np. potencjometr montowany na obudowie urządzenia, który ma być połączony z płytą przedwodem to możemy mu jako obudowę płytową przypisać odpowiednie złącze, np. tak zwany goldpin. Podobnie możemy kojarzyć inne elementy w razie takiej potrzeby. W przypadku wykorzystania w projekcie niestandardowych bibliotek płytowych trzeba pamiętać o ich dodaniu w edytorze

CvPcb (2013-05-31 BZR 4019)-stable D:\Moje dokumenty\KiCAD		
Plik	Ustawienia	Pomoc
1 C1 - 100uF : C1V8		
2 D1 - 1N4148 : DO-35		
3 D2 - 1N4148 : DO-35		
4 R1 - 470R : R4		
5 R2 - 3.6k : R4		
6 R3 - 360R : R4		
7 S1 - ALARM STOP : SW_PUSH_SMALL		
8 U1 - 74LS153 : DIP-16_300		
9 U2 - 74LS153 : DIP-16_300		
10 U3 - 74LS42 : DIP-16_300		
11 U4 - 74LS93 : DIP-14_300		
12 U5 - 74LS20 : DIP-14_300		
13 U6 - 74LS00 : DIP-14_300		
14 Z1 - KLAWIATURA : SIL-12		
15 Z2 - ALARM : SIL-2		
16 Z3 - ZASILANIE : SIL-2		
17 Z4 - RYGIEL : SIL-2		
18 ZP1 - JEDNOŚCI : SWDIP4		
19 ZP2 - DZIESIĄTKI : SWDIP4		
20 ZP3 - SETKI : SWDIP4		
21 ZP4 - TYSIACE : SWDIP4		

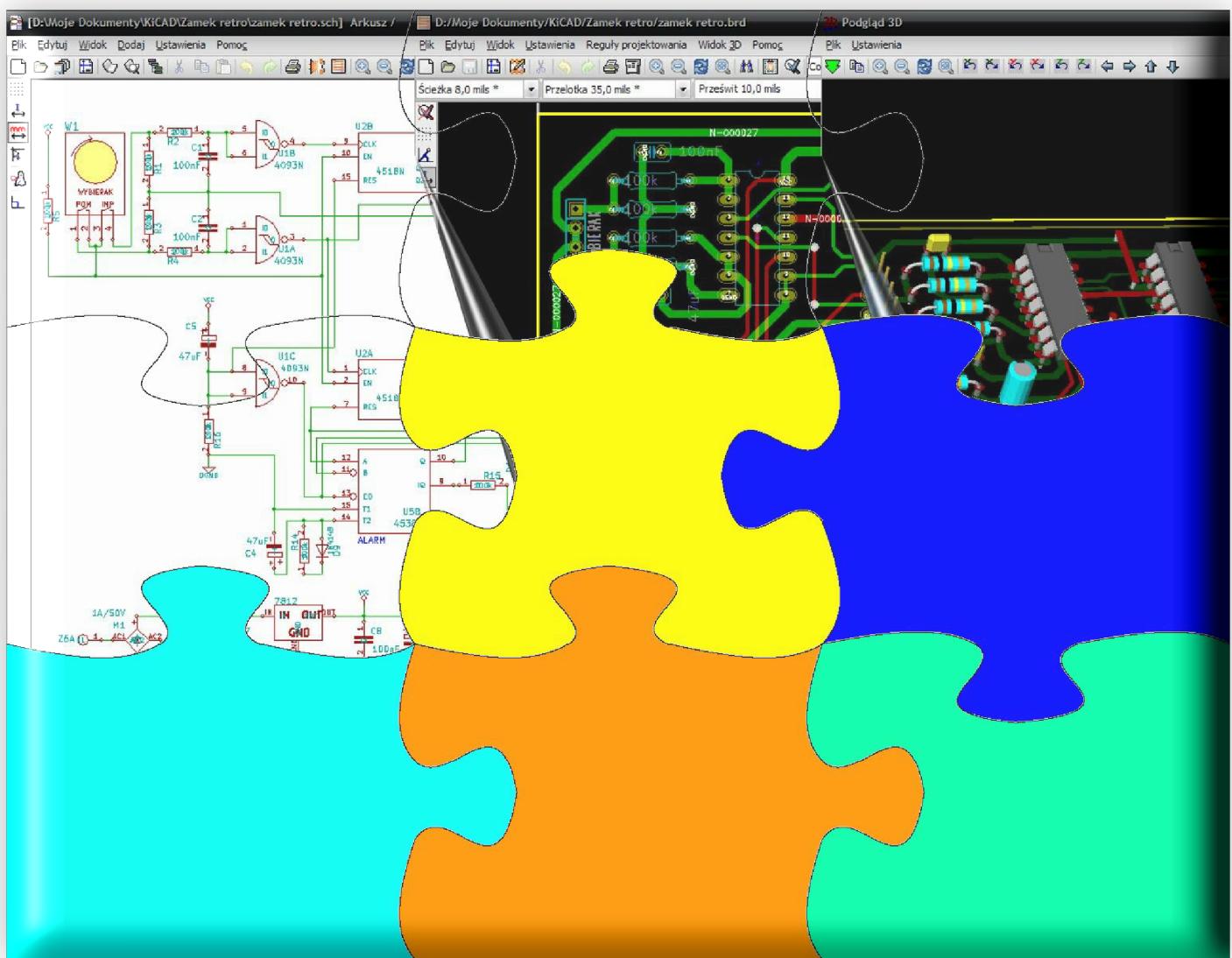
Rys. 9.5



CvPcb. W przeciwnym razie nie będą one dostępne w CvPcb i nie będzie można przypisać odpowiednich obudów płytowych elementom z listy połączeń. Dodawanie bibliotek płytowych w CvPcb odbywa się podobne jak w Eeschema. W tym celu w CvPcb trzeba kliknąć na ikonę Ustawienia i otworzy się okno dodawania bibliotek podobne do tego z edytora Eeschema, które możemy zobaczyć na rysunku 9.4. Moje skojarzenia elementów schematowych i płytowych można zobaczyć na rysunku 9.5. Oryginalne biblioteki KiCAD'a są dość skromne i trzeba samemu tworzyć potrzebne biblioteki lub zastępco stosować inne obudowy płytowe dla elementów schematowych. Ten sposób pozwala na szybkie projektowanie. Oczywiście nie w każdym przypadku możliwe jest stosowanie tego rodzaju podmiany elementów. Dlatego na dłuższą metę lepiej jest jednak zaprojektować potrzebne elementy biblioteczne. Tym bardziej, że przy tym sposobie kojarzenia elementów płytowych i schematowych ich numeracja pinów elementów często się nie pokrywa, co jest powodem błędów przy wczytywaniu netlisty do edytora płyt drukowanych Pcbnew, ale o tym w dalszej części tego opisu.

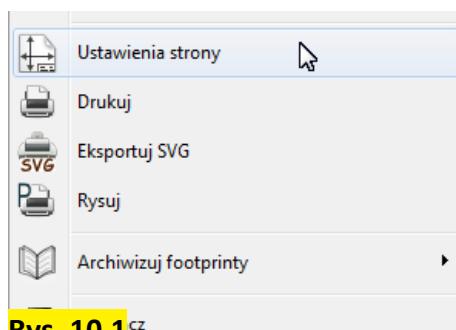
ROZDZIAŁ PIĄTY

EDYCJA PŁYTKI DRUKOWANEJ



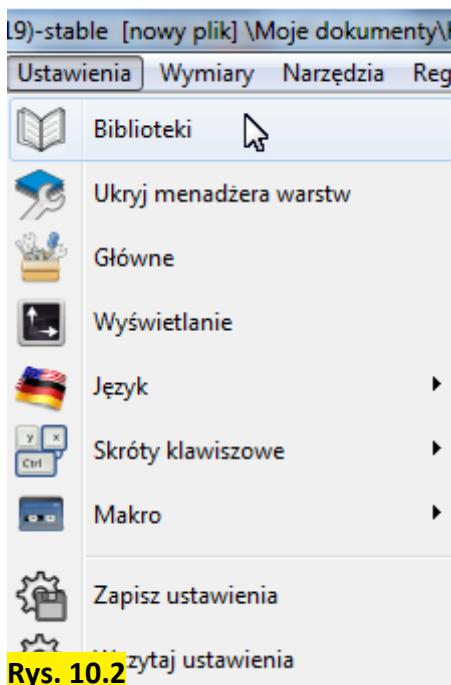
Ustawienia edytora Pcbnew

Zanim przystąpimy do tworzenia płyt drukowanych warto zapoznać się z ustawieniami edytora płyt drukowanych Pcbnew. Jednym z pierwszych ustawień jest wielkość planszy projektowej. Możemy ją wybrać z menu Plik edytora Pcbnew jak to pokazałem na rysunku 10.1.



Rys. 10.1

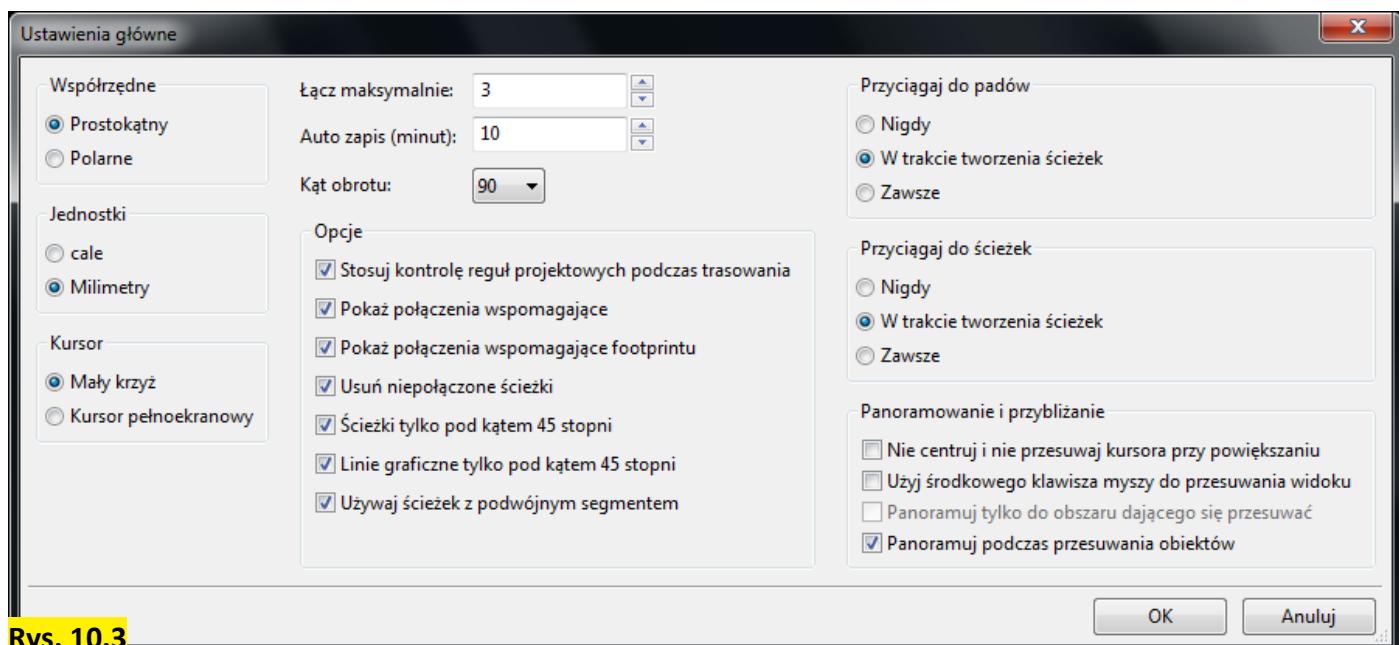
Rozmiar tej planszy projektowej domyślnie ustawiony jest na format A3, który odpowiada wydrukowi w tym formacie. Jeśli płytki się mieści na tej planszy to nie ma potrzeby jej zmieniać. Ustawienia strony możemy bezpośrednio wybrać czwartą ikonką od lewej strony na poziomym pasku narzędziowym Pcbnew. Okno ustawień strony pozwala także na wprowadzenie w tabelce na planszy projektowej informacji o projekcie i jego projektancie podobnie jak w edytorze schematów Eeschema. Kolejne ustawienia edytora Pcbnew



Rys. 10.2

najdują się w menu Ustawienia pokazanym na rysunku 10.2. Pierwsze z ustawień to **Biblioteka**, które pozwala na dodawanie bibliotek elementów podobnie jak w edytorze schematów Eeschema. Kolejna pozycja to **Ukryj menadżera warstw** która pozwala na ukrycie menadżera warstw wyświetlanego po prawej stronie edytora Pcbnew. Z funkcji ukrywania tego menadżera warstw można skorzystać jeśli rozdzielcość monitora jest mała. Wówczas zyskujemy więcej przestrzeni roboczej na planszy projektu. Następna pozycja menu Ustawienia to **Główne**, są to

ustawienia główne edytora Pcbnew, które możemy zobaczyć na rysunku 10.3, gdzie możemy włączyć wyświetlanie współrzędnych polarnych, zmienić jednostki z całowych na metryczne, a także ustawić kursor z małego na duży. Kolejna opcja to **Maksymalna ilość łącz**, jest to wybierana w zakresie od 1 do 5 ilości wyświetlanych połączeń wspomagających z pozycji kurSORA podczas ręcznego trasowania ścieżek. Funkcji **Autozapis** myślę, że nie trzeba objaśniać, po prostu jest co czas po upływie którego projekt jest automatycznie zapisywany, aby zapobiec utracie danych. **Kąt obrotu** pozwala wybrać kąt (45° lub 90°) o jaki będzie obrócony element na płytce z pozycji menu lub skrótu klawiaturowego (R). Kolejne istotne opcje edytora Pcbnew pokazane na rysunku 10.3 to włączenie funkcji **DRC**, która czuwa nad poprawnością projektu. Następna opcja to **Pokaż połączenia wspomagające**, która wyświetla cienkie białe linie wskazujące połączenia pomiędzy elementami. Funkcja **Pokaż połączenia wspomagające footprintów** wyświetla połączenia wspomagające podczas przesuwania footprintów – elementów na płytce. **Usuń niepołączone ścieżki**, jest to funkcja pozwalająca na usunięcie ścieżki lub jej fragmentu, po wytrasowaniu jej nowego przebiegu.



Rys. 10.3

Czyli nie trzeba usuwać starego zależności od wybranych ustawień przebiegu ścieżki, tylko trasujemy daną ścieżkę nową trasą, a stary jej przebieg automatycznie zostanie usunięty. **Ścieżki tylko pod kątem 45 stopni** ta opcja pozwala na trasowanie ścieżek jako prostych lub pod kątem 45°. **Linie graficzne tylko pod kątem 45 stopni**, jak wyżej tylko w odniesieniu do linii graficznych. **Ścieżka z podwójnym segmentem** pozwala na trasowanie ścieżek z dwoma segmentami pochylonymi względem siebie o 45°. Opcje **Przyciągaj do padów i Przyciągaj do ścieżek** pozwala na określenie czy kurSOR ma być przyciągany do tych obiektów kiedy znajdzie się w ich poblizu. **Panoramowanie i przybliżanie** umożliwia określenie zachowania Pcbnew podczas powiększania widoku, przesuwania elementów na planszy projektowej. Jeśli nie rozumiemy działania którejś z opisanych tu opcji można ją wyłączyć i sprawdzić na projekcie jakie zmiany zaszły w sposobie projektowania płytki i obsługi Pcbnew.

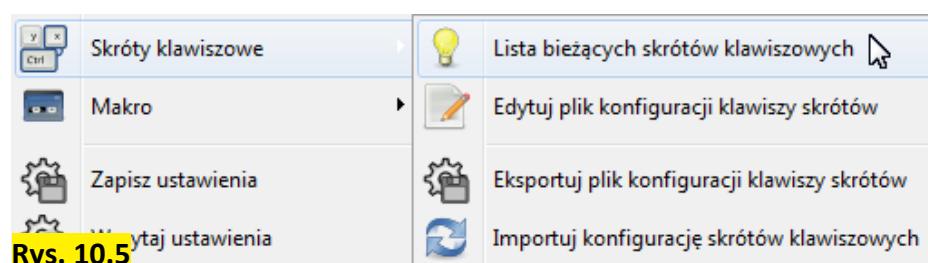
Kolejna kategoria opcji to **Wyświetlanie**, które można zobaczyć na rysunku 10.4. Opcje te pozwalają na wyświetlanie obiektów (ścieżek, pól lutowniczych, przelotek, tekstów, obudów elementów, itd.) na płytce w sposób normalny, w postaci zarysu oraz w postaci linii. Można też włączyć wyświetlanie nazwy sieci na wytrasowanej ścieżce. Kolejną opcją jest wyświetlanie prześwitu ścieżek. Jeśli funkcja ta jest włączona to równolegle do trasowanej ścieżki (w

wyświetlane są dwie cienkie równoległe linie, które pokazują minimalny odstęp od innych ścieżek lub pól lutowniczych na płytce. Możliwe jest wyłączenie prześwitu pól lutowniczych, który pełni tą samą rolę co w przypadku ścieżek, oraz numerów pól lutowniczych, a także pól niepołączonych. Można też wyłączyć wyświetlanie granic strony. Funkcje te jak widać mają w większości wpływ na sposób wyświetlania obiektów składowych projektowanej płytki. Część z tych ustawień jest dostępna na lewym pasku narzędziowym edytora Pcbnew.

Następne opcja menu **Ustawienia** to opcja **Skróty klawiszowe**, z rysunku 10.5 gdzie mamy możliwość zapoznania się ze skrótami klawiszowymi których część możemy zobaczyć na rysunku 10.6 oraz możliwość ich zmiany. Menu z rysunku 10.5 pozwala zarządzać skrótami klawiszowymi edytora Pcbnew. Większość tych skrótów jest jedno klawiszowa co oznacza, że do skorzystania z danego skrótu mnie trzeba korzystać z drugiego klawisza klawiatury, najczęściej Ctrl. Fragment listy skrótów klawiaturowych edytora Pcbnew możemy zobaczyć na rysunku

Lista skrótów klawiszowych	
Help (this window)	
Zoom In	F1
Zoom Out	F2
Zoom Redraw	F3
Zoom Center	F4
Zoom Auto	Home
Switch Units	Ctrl+U
Reset Local Coordinates	Space
Undo	Ctrl+Z
Redo	Ctrl+Y
Track Display Mode	K
Delete Track or Footprint	Del
Delete track segment	BkSp
Add new track	X
Add Via	V
Add MicroVia	Ctrl+V
Switch Track Posture	/
Drag track keep slope	D
Place Item	P
Copy Item	C
End Track	End
Move Item	M
Flip Item	F
Rotate Item	R
Drag Footprint	G
Get and Move Footprint	T
Lock/Unlock Footprint	L
Save board	Ctrl+S
Load board	Ctrl+L
Find Item	Ctrl+F
Edit Item	E
Switch to Copper layer	PgDn
Switch to Inner layer 1	F5
Switch to Inner layer 2	F6
Switch to Inner layer 3	F7
Switch to Inner layer 4	F8
Switch to Inner layer 5	F9
Switch to Inner layer 6	F10
Switch to Component layer	PgUp
Switch to Next Layer	+
Switch to Previous Layer	-
Add Module	O
Switch Track Width To Next	W
Switch Track Width To Previous	Ctrl+W
Switch Grid To Fast Grid1	Alt+1
Switch Grid To Fast Grid2	Alt+2
Switch Grid To Next	'

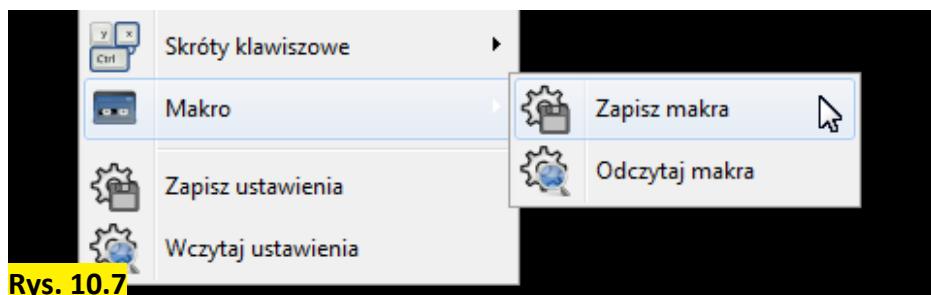
Rys. 10.6



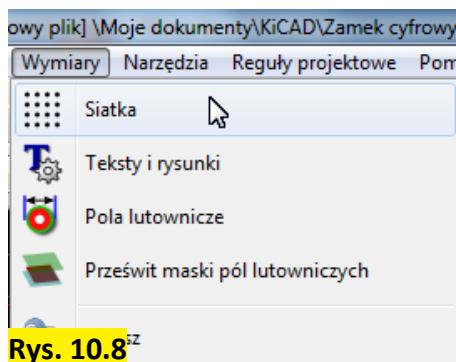
10.6. Warto się zapoznać z tymi skrótami bo znacznie one przyśpie-

Skróty klawiszowe	Makro	Zapisz ustawienia	Importuj konfigurację skrótów klawiszowych
Pomoc w trasowaniu:	Footprinty:	Pozostałe:	
Ścieżki i przelotek:	Krawędzie footprintu:	Pokaż pozostałe elementy:	
<input type="radio"/> Zarys <input checked="" type="radio"/> Wypełniony	<input type="radio"/> Linia <input checked="" type="radio"/> Wypełniony <input type="radio"/> Zarys	<input type="radio"/> Linia <input checked="" type="radio"/> Wypełniony <input type="radio"/> Zarys	
Kształty przelotek:	Opcje pola:		
<input type="radio"/> Zarys <input checked="" type="radio"/> Wypełniony	Kształt pola: <input type="radio"/> Zarys <input checked="" type="radio"/> Wypełniony		
Pokaż otwory przelotek:	Teksty:		
<input type="radio"/> Nigdy <input checked="" type="radio"/> Otwory zdefiniowane <input type="radio"/> Zawsze	<input type="radio"/> Linia <input checked="" type="radio"/> Wypełniony <input type="radio"/> Zarys	<input type="checkbox"/> Pokaż prześwit pola lutowniczego <input checked="" type="checkbox"/> Pokaż numer pola <input checked="" type="checkbox"/> Pokaż pole "Niepołączone"	
Pokaż nazwy sieci:			
<input type="radio"/> Nie pokazuj <input type="radio"/> Na polach lutowniczych <input type="radio"/> Na ścieżkach <input checked="" type="radio"/> Na polach i ścieżkach			
Pokaż prześwit ścieżek:			
<input type="radio"/> Nigdy <input type="radio"/> Nowa ścieżka <input type="radio"/> Nowa ścieżka z polem przelotki <input checked="" type="radio"/> Nowe lub wyedytowane ścieżki z polem przelotki <input type="radio"/> Zawsze			

Rys. 10.4



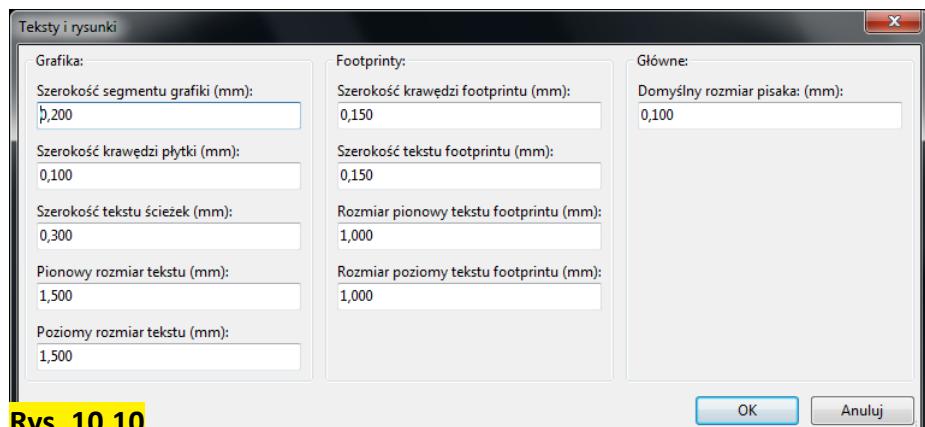
Rys. 10.7



Rys. 10.8

szają i ułatwiają pracę z Pcbnew. Kolejną opcję menu **Ustawienia** jest opcja zapisu i otwierania makr pokazana na rysunku 10.7. Niestety dokumentacja KiCAD'a milczy na temat makr. Nic nie wiadomo o ich tworzeniu. Dostępne jest tylko ich zapisywanie i otwieranie. Ostatnie opcje menu **Ustawienia** to opcja zapisu i odczytu dokonanych zmian.

Kolejne menu to **Wymiary** z rysunku 10.8. Za pośrednictwem tego menu mamy możliwość zmiany rozmiaru siatki - okno z rysunku 10.9. W oknie tym mamy także możliwość zmiany jednostki miary siatki,

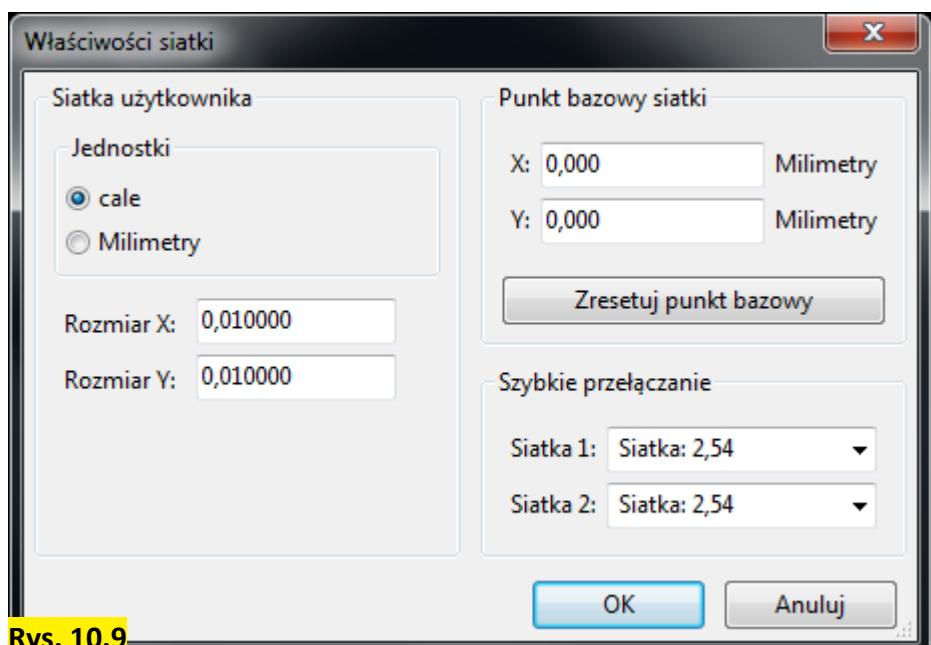


Rys. 10.10

przesunięcia punktu bazowego siatki w osiach X i Y. Ostatnią opcję tego okna są ustawienia tzw. szybkiej siatki, która pozwala na szybką zmianę rozmiaru siatki. Zmiana rozmiaru „szybkiej” siatki odbywa się poprzez skrót klawiaturowy **Alt + 1** i **Alt + 2**. W oknie z rysunku 10.10 mamy możliwość zmiany wymiarów obiektów teksto-wych i szerokości graficznych tworzących te obiekty. Okno zmiany ustawień pól lutowniczych (w znaczym pomniejszeniu) można zobaczyć na

rysunku 10.11 i powinno być nam ono już znane z projektowania elementów płytowych - footprintów. W oknie tym mamy możliwość zdefiniowania wymiarów i innych parametrów pól lutowniczych.

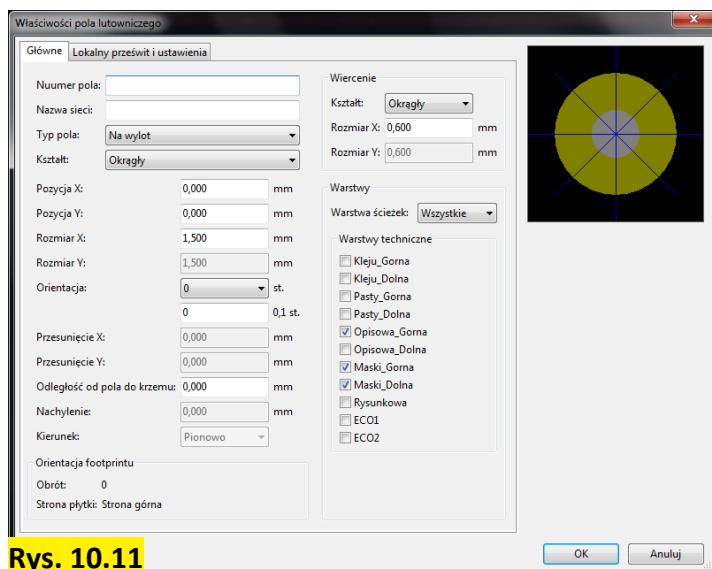
Przedostatnia opcja menu **Wymiary** to **Prześwit maski pól lutowniczych**.



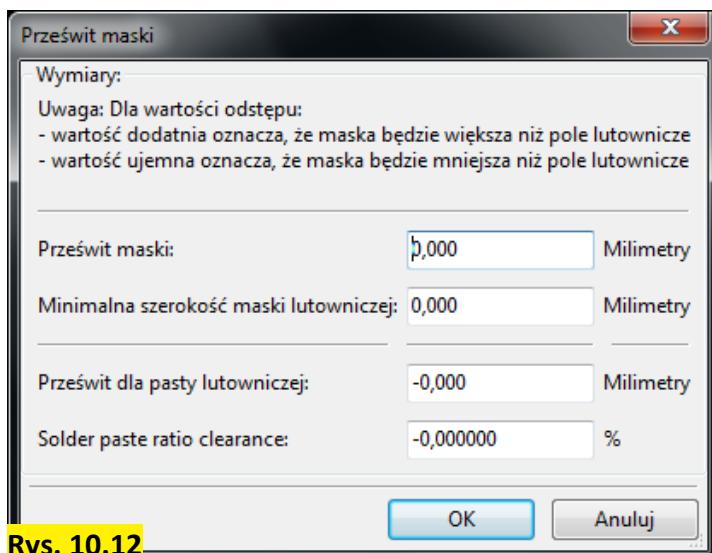
Rys. 10.9

Opcja ta pozwala na określenie czy maska lutownicza będzie większa czy mniejsza od pól lutowniczych (czy będzie nachodziła na pola lutownicze). Okno konfiguracyjne możemy zobaczyć na rysunku 10.12. Na końcu menu **Wymiary** znajduje się opcja zapisu dokonanych zmian wymiarów. W menu **Ustawienia** **znajdziemy** opcję zmiany języka programu. Myślę, że nie wymaga ona opisywania. Aby zmiany języka odniosły skutek może być konieczne ponowne uruchomienie edytora Pcbnew.

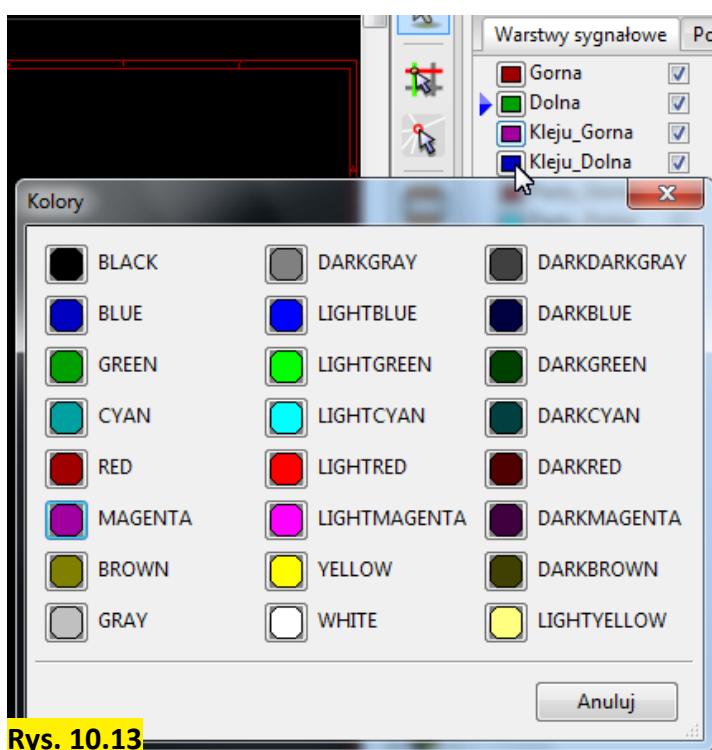
Odnośnie ustawień edytora Pcbnew warto wspomnieć, o zmianie kolorów poszczególnych warstw, ponieważ opcja ta z nowych wersji Pcbnew jest nieco ukryta. Należy mianowicie ustawić kurSOR myszki na panelu po prawej stronie Pcbnew. KurSOR powinien znaleźć się dokładnie na kolorowym kwadraciku danej warstwy. Wówczas naciskamy środkowy klawisz myszki – rolkę. Pojawi się okno pokazane na rysunku 10.13 w którym wybieramy odpowiadający nam kolor dla danej warstwy. Wybór koloru z palety od razu zmienia kolor danej warstwy bez potrzeby dodatkowego zatwierdzania.



Rys. 10.11



Rys. 10.12



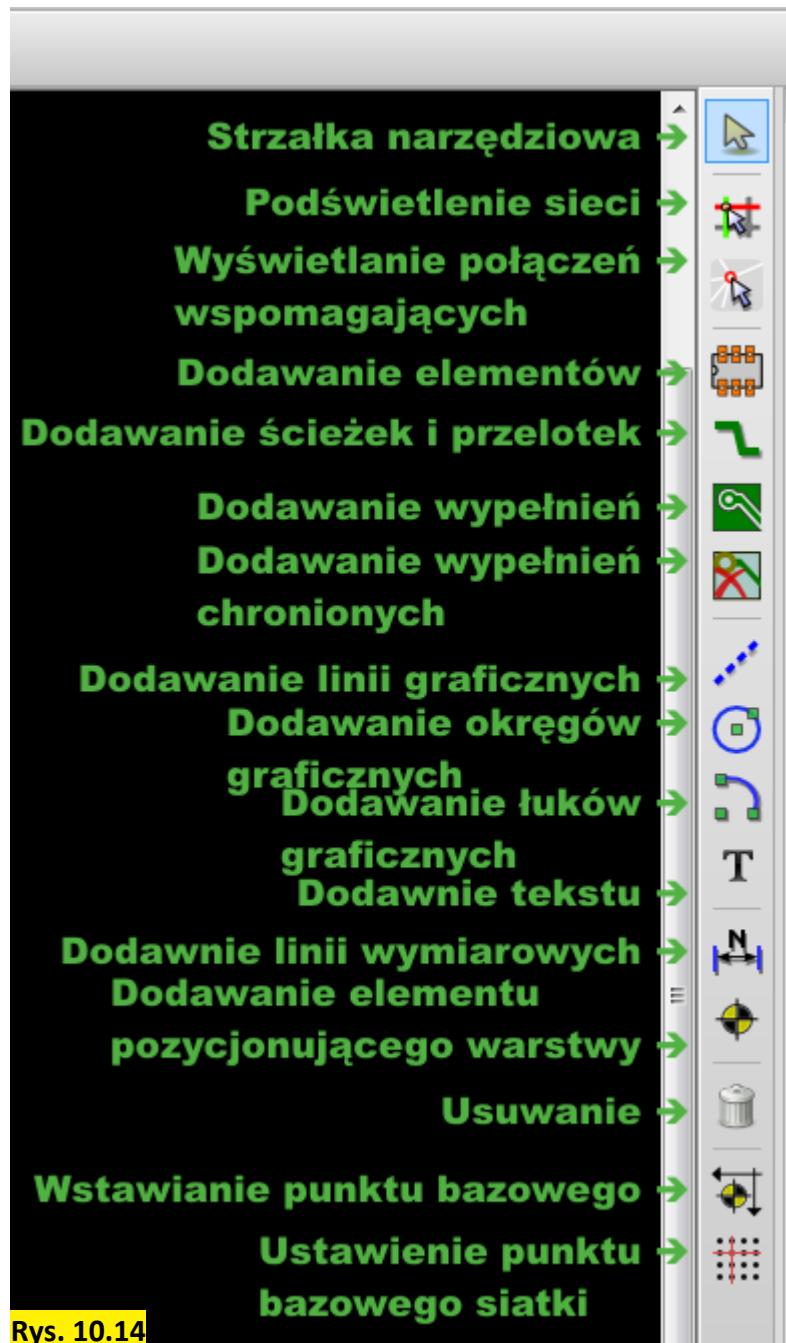
Rys. 10.13

Przy kolorowym kwadraciku każdej warstwy znajduje się kontrolka. Oznaczanie jej spowoduje wyłączenie wyświetlanego danej warstwy.

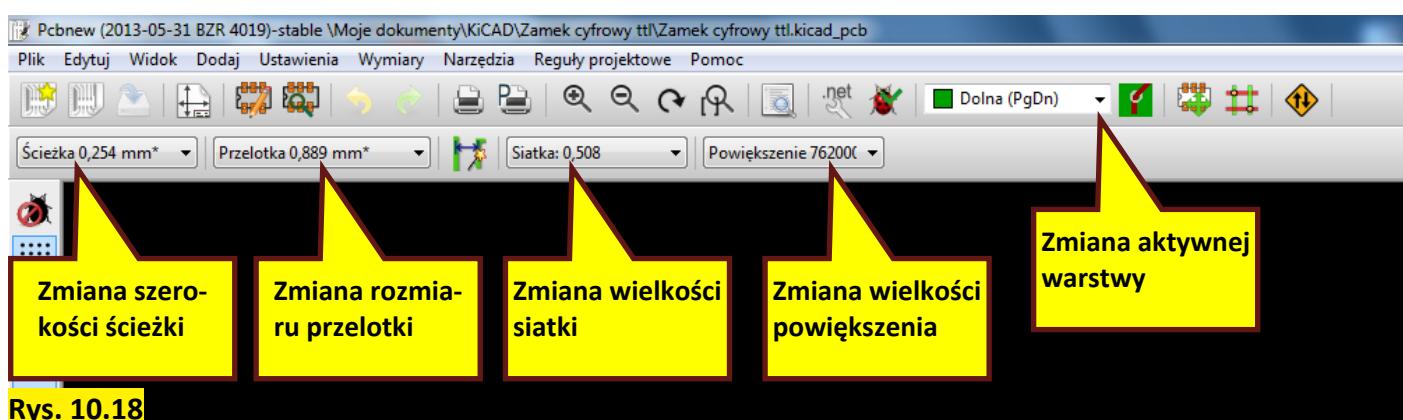
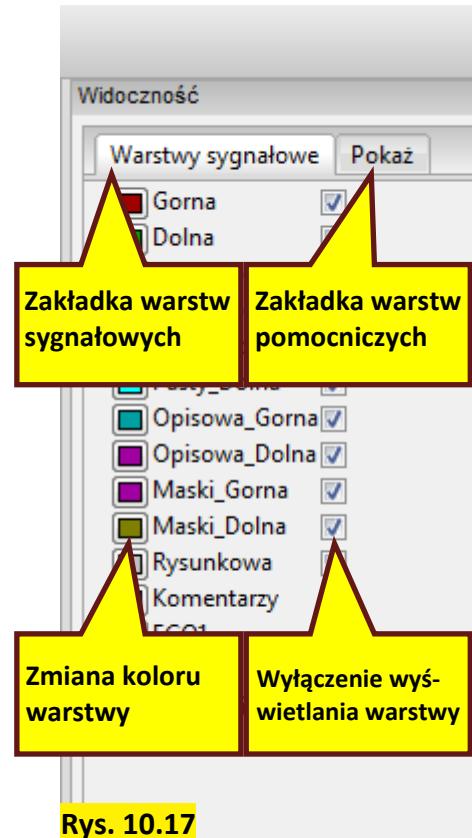
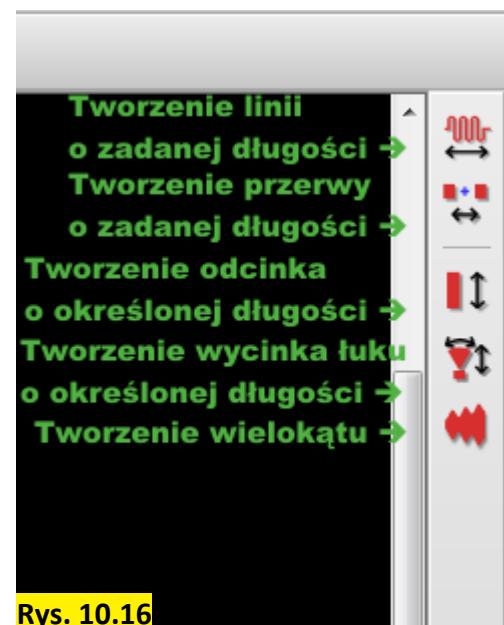
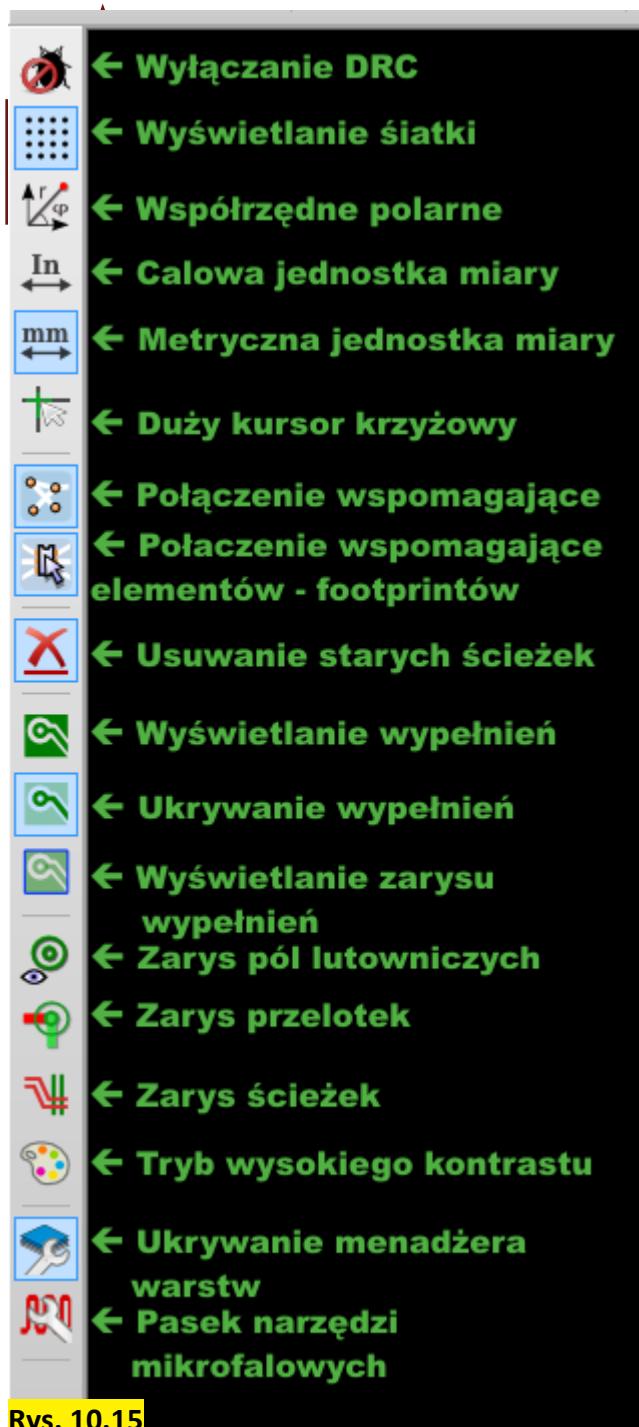
Omówię tutaj w skrócie najważniejsze ustawienia edytora płyt drukowanych Pcbnew, które mają wpływ na sposób i wygodę projektowania w tym programie. W razie wątpliwości można sięgnąć do polskojęzycznych plików pomocy Pcbnew.

Rozpoczęcie pracy z edytorem Pcbnew

Po zapoznaniu się z ogólnymi informacjami o projektowaniu płyt drukowanych oraz ustawieniach edytora płyt drukowanych Pcbnew, warto zapoznać się z głównymi paskami narzędziowymi tego edytora zanim przystąpimy do projektowania naszej płytki. Na początku zapoznajmy się z prawym paskiem narzędziowym (bez narzędzi mikrofalowych) edytora Pcbnew pokazanym na rysunku 10.14. Natomiast na rysunku 10.15 pokazany jest lewy pasek narzędziowy. Część zawartych na tym pasku narzędzi dostępnych jest w ustawieniach edytora Pcbnew. Rysunek 10.16 przedstawia pasek narzędzi pomocniczych przy tworzeniu projektów mikrofalowych. Według dostępnych informacji narzędzia te są w trakcie rozwoju i mogą nie działać prawidłowo. W związku z tym nie będziemy się w chwili obecnej nimi zajmować. Natomiast rysunek 10.17 przedstawia prawy panel, gdzie wyświetlane są warstwy użyte w projekcie. Warstwy te są podzielone na dwie kategorie. Warstwy sygnałowe (elektryczne) oraz warstwy pomocnicze (techniczne). Wyłączenie danej warstwy odbywa się poprzez odznaczenie widocznej przy niej „checkboxa”. Kliknięcie środkowym klawiszem myszki (rolką) na kolorowym kwadraciku pozwala na zamianę kolory danej warstwy. Rysunek 10.18 przedstawia natomiast najważniejsze funkcje poziomych pasków narzędziowych. Przed rozpoczęciem projektowania płytki drukowanej należy też dodać potrzebne biblioteki elementów do Pcbnew. Odbywa się to tak samo jak w edytorze Eeschema, więc nie ma potrzeby ponownego opisywania tego.

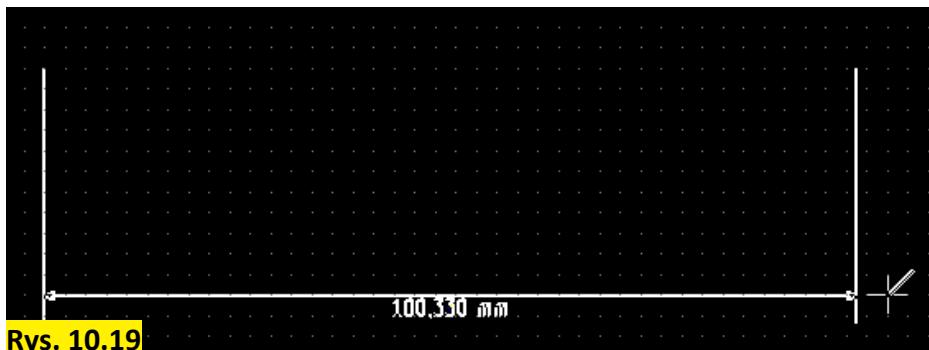


Rys. 10.14

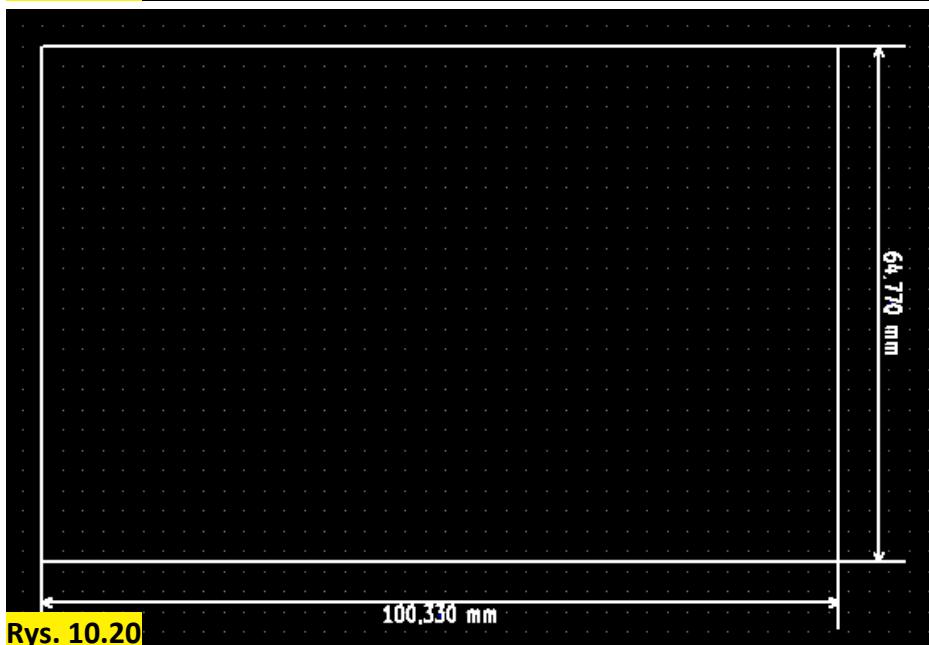


Utworzenie nowej płytki drukowanej

Po uruchomieniu edytora Pcbnew zostanie wyświetlony komunikat, że plik z projektem (w tym przypadku zamek cyfrowy ttl.brd) nie istnieje. Zamykamy okno z komunikatem i rozpoczynamy prace nad projektem płytki zamka. W pierwszej kolejności należy na warstwie **Rysunkowej** narysować zarys płytki naszego zamka. Możliwe, że na początku będzie trudno ustalić optymalny rozmiar płytki naszego zamka, tak aby zmieściły się na niej wszystkie elementy i jednocześnie nie była ona zbyt duża. Z czasem na pewno nabierzemy doświadczenia. W przypadku naszej płytki przyjąłem jej rozmiar na 80 x 120 mm. W celu zwymiarowania obrysu płytki wybieramy warstwę rysunkową oraz narzędzie **Dodaj wymiar**. Aby mieć orientację co do rozmiarów płytki dobrze jest przełączyć się na metryczną jednostkę miary. Po wybraniu narzędzia **Dodaj wymiar** klikamy na wolnym miejscu planszy projektowej, w miejscu tym ukaże się cyfra początkowa 0,000 mm. Ciągniemy kurSOR myszki np. w prawo, aż cyfra ta wskaże wymiar około 120 mm. Dlaczego około? Ponieważ przy przeliczaniu jednostek miary całowych na metryczne i odwrotnie nie uda się uzyskać dokładnie pełnych wymiarów. W miarę możliwości staramy się dłuższy bok płytki umieścić równolegle do dłuższego boku płytki. Dzięki temu przy powiększeniu projektu będziemy mieli lepiej dopasowane powiększenie projektu w stosunku do powierzchni monitora. Ja u siebie otrzymałem wymiar 120,396 mm. Rysowanie linii wymiarowej kończymy kolejnym kliknięciem i teraz przeciąga się kurSOR myszki do dołu planszy projektowej i zostaną utworzone pomocnicze linie wymiarowe prostopadłe w stosunku do głównej linii wymiarowej. W tym przypadku długość tych linii nie jest wskazywana ich długość więc rysujemy je na wyczucie. Powinna być



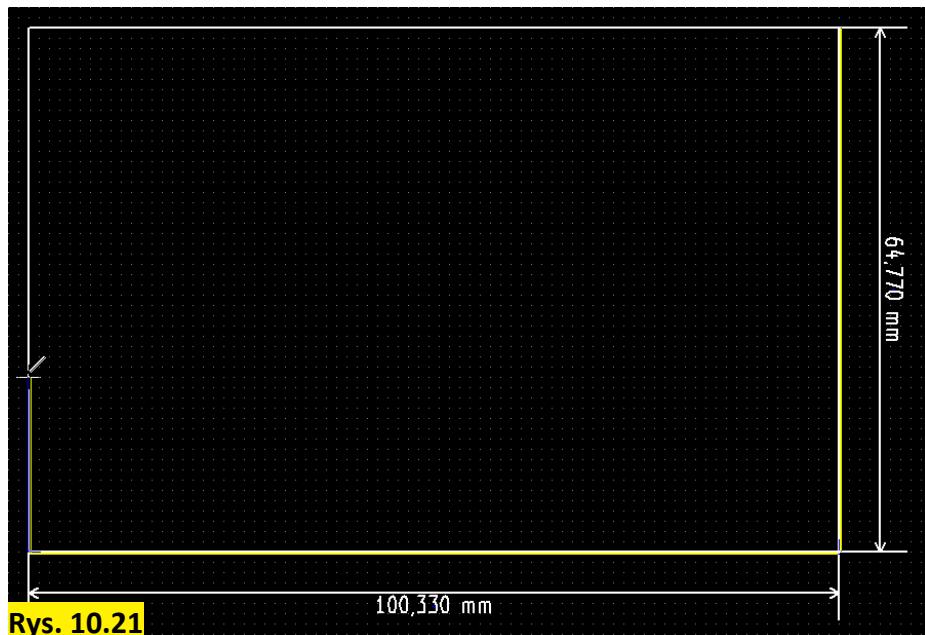
Rys. 10.19



Rys. 10.20

to długość większa od krótszego boku płytki o około 15 – 20 mm. Kolejne kliknięcie kończy kreślenie pomocniczych linii wymiarowych, co można zobaczyć na rysunku 10.19. Po narysowaniu poziomej linii wymiarowej kreślimy pionową linię wymiarową. W tym celu ponownie wybieramy narzędzie **Dodaj wymiar** i kreślenie pionowej linii wymiarowej rozpoczynamy od kliknięcia na początku poziomej linii wymiarowej w punkcie 0,000 pokazanego na rysunku 10.19. Rysowanie pionowej linii wymiarowej odbywa się analogicznie jak linii poziomej. U mnie długość krótszego boku płytki to 80,264 mm. Po narysowaniu linii wymiarowych powinniśmy uzyskać ich wzajemny układ jak na rysunku 10.20. Mamy już zwymiarowany obrys płytki zamka cyfrowego. Teraz należy zmienić warstwę roboczą w Pcbnew na warstwę **Krawędziową** i dodać linie obrysowe, które będą stanowiły

faktyczne krawędzie naszej płytki. W tym celu wybieramy narzędzie **Dodaj linię lub wielokąt** z lewego paska narzędziowego Pcbnew. Następnie klikamy w jednym z narożników zarysu płytki utworzonego przez linie wymiarowe. Rozpocznie się rysowanie linii stanowiącej zarys płytki. Linię tą prowadzimy w kierunku kolejnych narożników, klikając w nich (załamując linię obrysu) i kończymy rysowanie tej linii w punkcie (narożniku) z którego rozpoczęliśmy rysowanie tej linii. Kreślenie linii obrysu kończymy poprzez dwukrotne kliknięcie lewym klawiszem myszki w miejscu jej zakończenia, lub z menu kontekstowego myszki. Kreślenie linii obrysu płytki można zobaczyć na rysunku 10.21. Po wyznaczeniu krawędzi płytki linie wymiarowe można usunąć za pomocą narzędzia **Usuń elementy** z prawego paska narzędzi Pcbnew. Usunięcie linii wymiarowych nie będzie niepo-

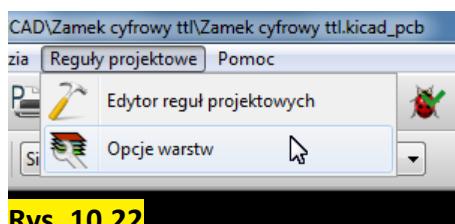


Rys. 10.21

trzebnie zaciemniało planszy projektowej podczas dalszych prac projektowych. W razie potrzeby linie te można dodać ponownie.

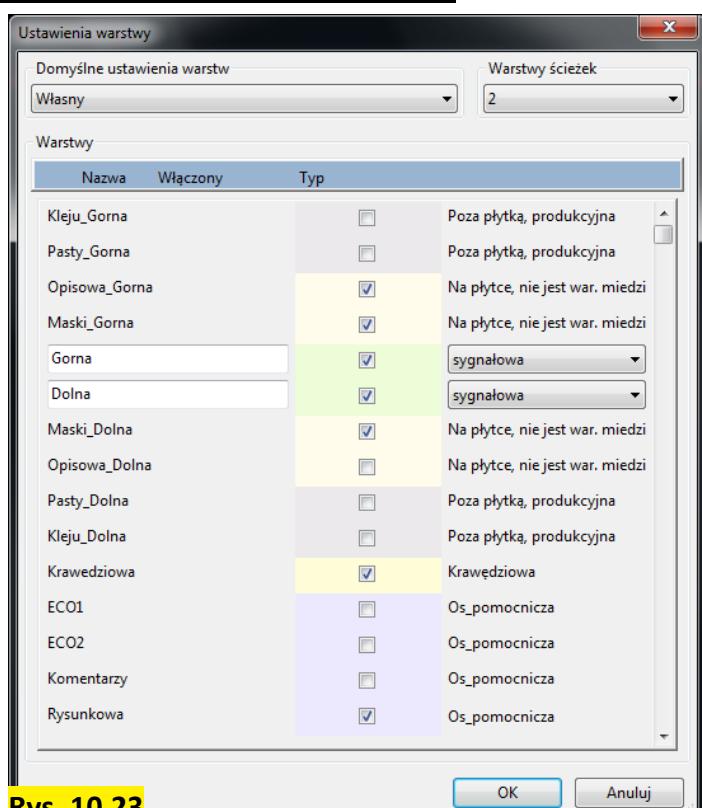
Opcje warstw Pcbnew

Po ustaleniu wymiarów płytki drukowanej należy zdefiniować warstwy które będą użyte w naszym projekcie. W tym celu z menu **Reguły projektowe** edytora Pcbnew wybieramy pozycję **Opcje warstw** jak na rysunku 10.22. Pojawi się duże



Rys. 10.22

okno pokazane na rysunku 10.23 gdzie mamy możliwość zdefiniowania warstw projektowanej płytki. Zakładam, że płytka będzie wykonywana w warunkach domowych więc z rozwijanej listy wybrałem opcję **Dwie warstwy, elementy na stronie górnej**. Jak widzimy na rysunku 10.23 mamy dostępne dwie warstwy sygnałowe oraz kilka warstw pomocniczych. Ponieważ płytka będziemy wykonywać w warunkach domowych,



Rys. 10.23

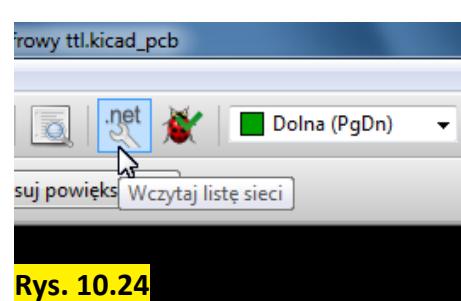
możliwe jest wyłączenie niektórych warstw pomocniczych, między innymi warstw: **Kleju_gorna**, **Pasty_gorna**, **Maski_gorna**. Natomiast warstwa **Opisowa_gorna** może się przydać, jeśli na płytce zechcemy nanieść metodą termotransferu lub nadruku na papierze samoprzylepnym warstwy opisowej elementów. Ja jednak zostałem przy ustawieniach domyślnych wybranej opcji **Dwie warstwy, elementy na stronie górnej**. Wybrane opcje warstw znajdują

odzwierciedlenie na rozwijanej liście dostępnych warstw Pcbnew i bocznym panelu tego edytora.

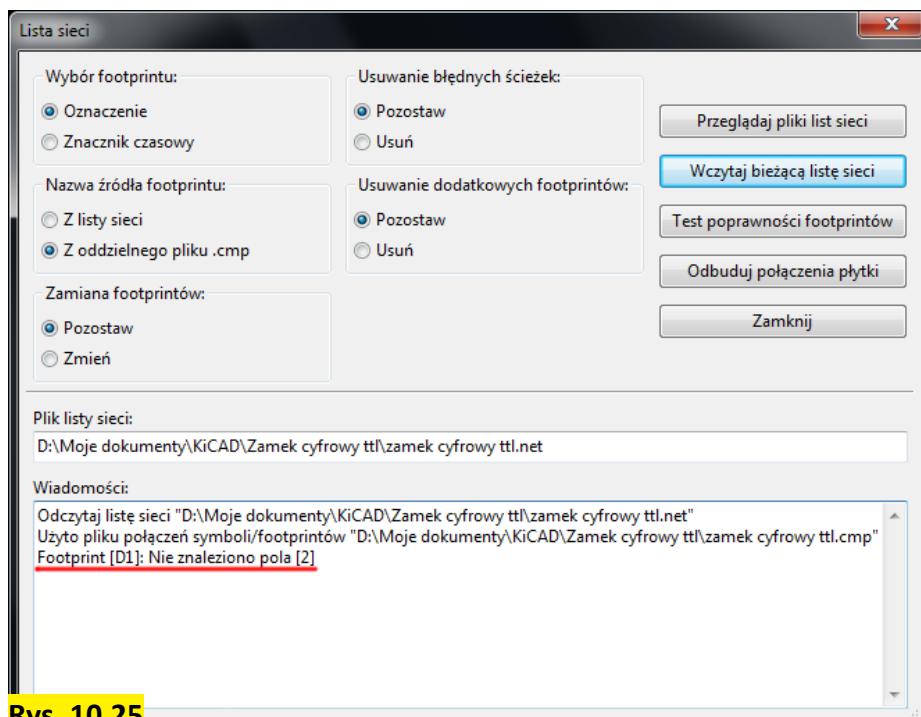
Wczytanie netlisty

Po ustaleniu wymiarów płytki i narysowaniu jej zarysu w następnej kolejności należy wczytać netlistę (listę połączeń elementów). W tym celu w edytorze Pcbnew klikamy na ikonę **Wczytaj netlistę** jak to pokazałem na rysunku 10.24. Otworzy się wówczas okienko pokazane na rysunku 10.25. W okienku tym klikamy na przycisku **Wczytaj bieżącą listę sieci**. Po wczytaniu listy sieci okno z rysunku 10.25 zamkniemy przyciskiem **Zamknij**. Jeżeli zostanie wyświetlony komunikat podobny do tego z rysunku 10.25 (zaznaczony czerwonym podkreśnięciem) to znaczy, że dany element płytowy nie został poprawnie skojarzony z elementem schematowym. W tym przypadku diode D1 o dwóch wyprowadzeniach została przypisany element o jednym polu lutowniczym 1PIN.

Element schematowy i płytowy może też mieć odmiennie "ponumerowane" piny i pola lutownicze, co nie pozwala na poprawne skojarzenie tych elementów. Przykładowo dioda na



Rys. 10.24



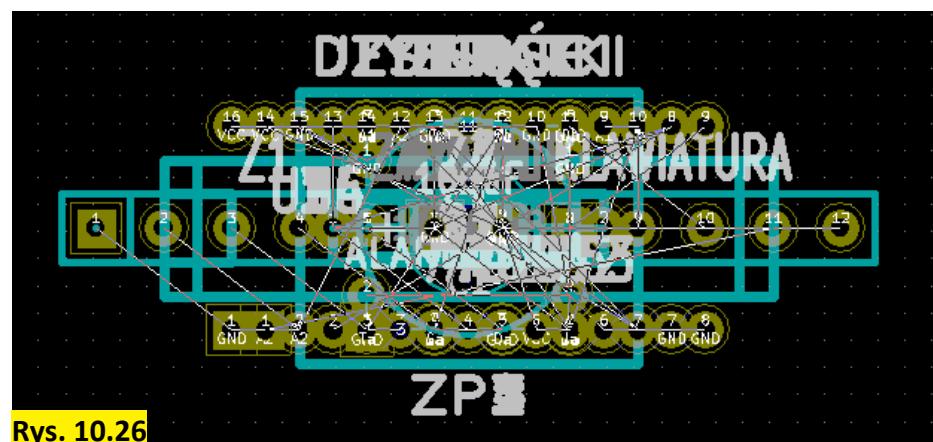
Rys. 10.25

schemacie może mieć „ponumerowane” wyprowadzenia jako „A” i „K” a dioda jako element płytowy może mieć ponumerowane pola lutownicze jako 1 i 2. Wówczas nie będzie można poprawnie skojarzyć tego elementu i otrzymamy komunikat z rysunku 10.25. Trzeba wówczas w edytorze elementów schematowych skorygować numerację pinów tej diody z „A” i „K” na 1 i 2 pamiętając o prawidłowej polaryzacji pól lutowniczych diody w elemencie płytowym. Po dokonaniu zmian w elemencie schematowym zapisujemy w nim zmiany, po czym ponownie tworzymy netlistę i wczytujemy ją w edytorze płyt Pcbnew. W niektórych przypadkach łatwiej jest nanieść potrzebne korekty w elemencie schematowym, innym razem w elemencie płytowym. Jest to niestety „urok” oryginalnych bibliotek KiCAD'a. Trzeba pamiętać o tym problemie, bo czasami się on ujawnia i początkujący użytkownicy KiCAD'a mają problem z jego poprawnym zdiagnozowaniem i rozwiązaniem. Na pocieszenie dodam, że podobne wpadki z bibliotekami można było spotkać w komercyjnym Protel 99 SE.

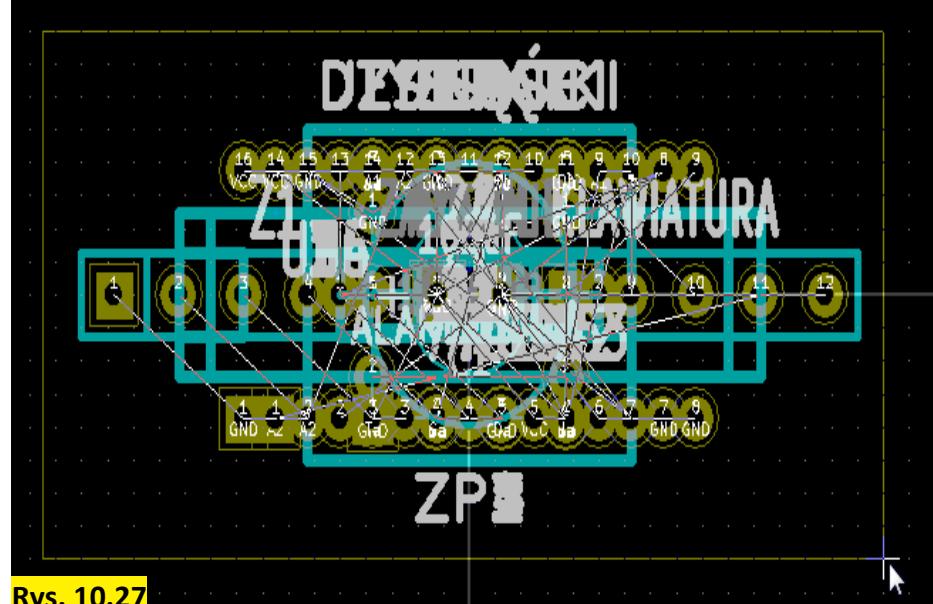
Rozmieszczenie elementów na płytce

Po wczytaniu netlisty wszystkie

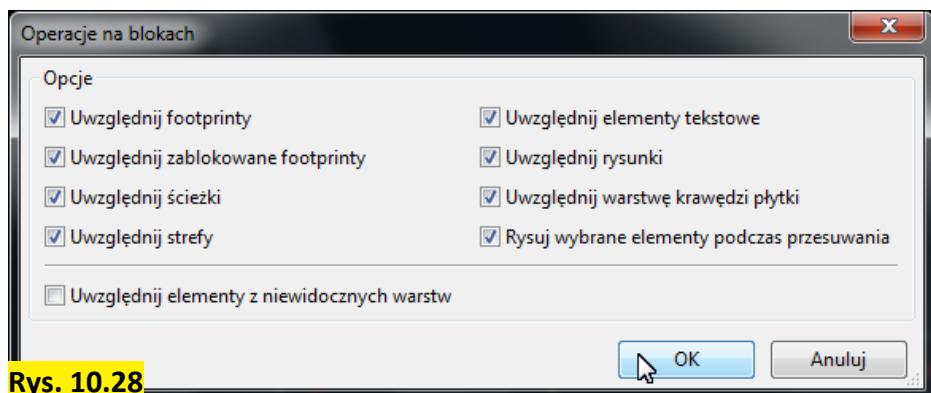
elementy są zrzucone na „kupkę” w jednym miejscu obok obrysu płytki drukowanej. U mnie wygląda to jak na rysunku 10.26. Po wczytaniu elementy te należy odpowiednio rozmieścić na płytce. Można to zrobić w sposób ręczny, automatyczny lub półautomatyczny. W celu automatycznego rozmieszczenia elementów na płytce, elementy te należy przenieść do wnętrza płytki. W tym celu trzymając wciśnięty lewy przycisk myszy zaznaczamy wszystkie elementy „obrysowując” je kursorem myszki jak na rysunku 10.27. Wówczas za kursorem myszki pojawi się ramka którą zaznaczamy wszystkie elementy. Po puszczeniu lewego przycisku myszy pojawi się okno pokazane na rysunku 10.28 w którym wybieramy które elementy składowe płytki mają być przesunięte. Po kliknięciu przycisku OK w oknie z rysunku 10.28 do kurSORA myszki będzie przyklejona wcześniejs



Rys. 10.26



Rys. 10.27

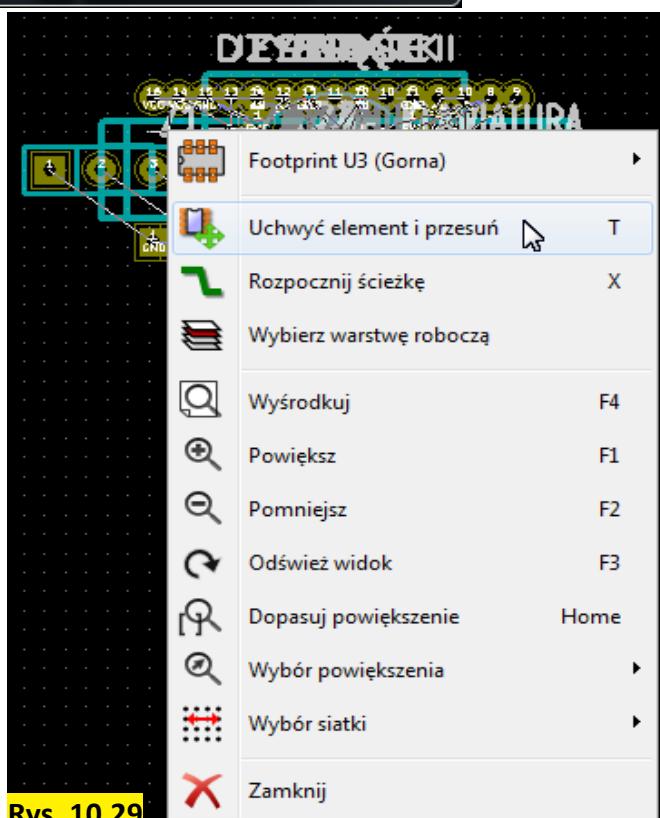


Rys. 10.28

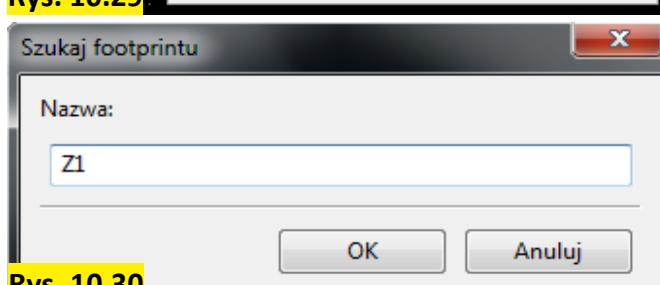
otworzona ramka ze znajdującymi się wewnętrz elementami. W czasie przemieszczania elementów na płytce nie należy trzymać wcisniętego lewego klawisza myszki. Aby umieścić przenoszone elementy w żądanym miejscu wystarczy raz kliknąć lewym klawiszem myszki w czasie kiedy blok elementów jest przyklejony do kurSORA myszki. Jest to tak zwane przesuwanie bloku elementów. Jak już wspomniałem elementy na płytce można rozmieścić w sposób ręczny, automatyczny i półautomatyczny. Najlepszy efekt zapewnia ręczne rozmieszczenie elementów (przy odpowiednim doświadczeniu). Natomiast automatyczne i półautomatyczne rozmieszczenie elementów może wymagać ręcznej korekty.

Ręczne rozmieszczenie elementów

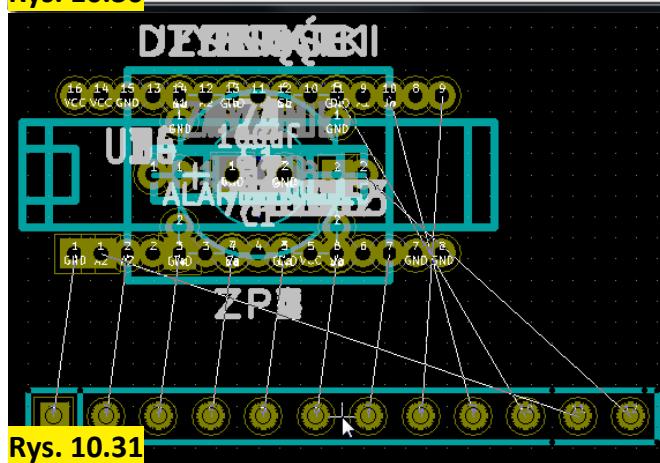
W celu ręcznego rozmieszczenia elementów umieszczamy kurSOR myszki nad kupką elementów i z menu kontekstowego wybieramy opcję **Uchwyć element i przesuń** jak na rysunku 10.29 lub używamy skrótu klawiaturowego **T**. Warto zapoznać się ze skrótami klawiaturowymi całego KiCAD'a co znacznie przyśpiesza pracę nad projektem niż klikanie myszką. Po wybraniu skrótu klawiaturowego **T** pojawi się małe okienko z rysunku 10.30. W okienku tym wpisujemy nazwę elementu który chcemy przesunąć, np. Z1. Wielkość liter nie ma znaczenia. Po zatwierdzeniu wyboru w oknie z rysunku 10.30 do kurSORA myszki przyklei się złącze Z1



Rys. 10.29

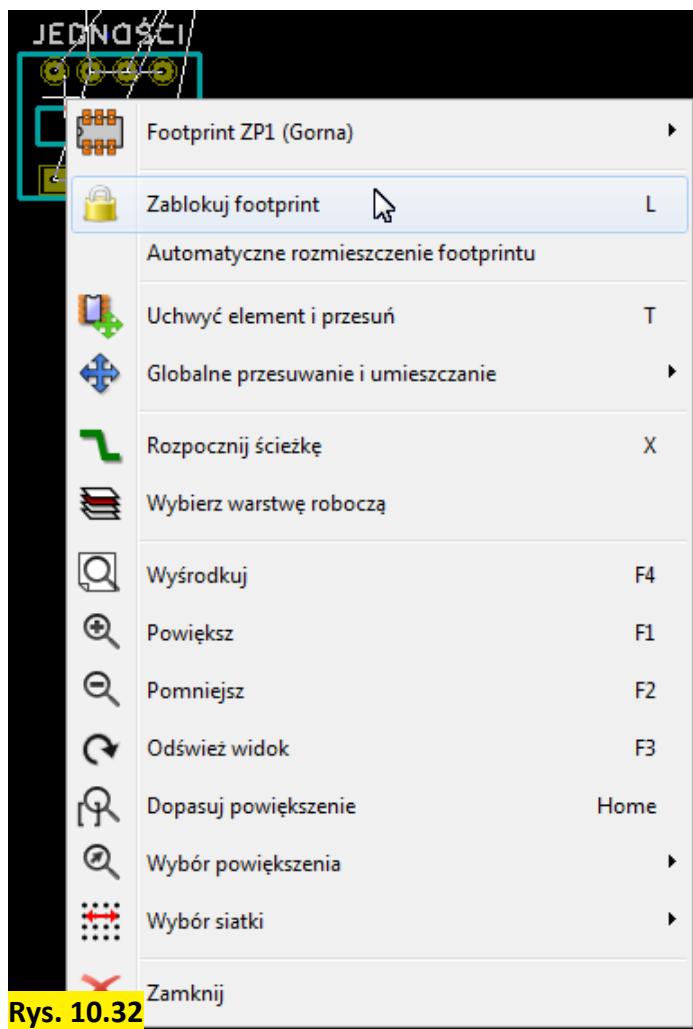


Rys. 10.30

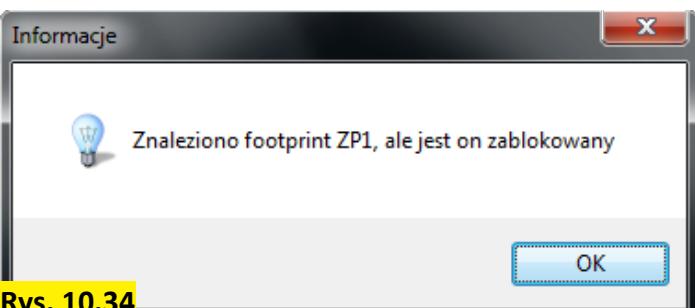


Rys. 10.31

jak na rysunku 10.31. Widać też połączenia wspomagające tego elementu - footprint. Wyświetlanie tych połączeń można wyłączyć na lewym pasku narzędziowym Pcbnew. Wybrany element umieszcza się na płytce pojedynczym kliknięciem lewego klawisza myszki. Elementy na płytce możemy rozmieszczać także z użyciem skrótu klawiaturowego **M**. Elementy rozmieszczane na płytce możemy obracać o kąt 90° skrótem klawiszowym **R**. W razie gdyby zaszła potrzeba umieszczenia elementu po drugiej stronie płytki (elementy SMD) wykorzystuje się do tego skrót klawiszowy **F**. Aby uniknąć przypadkowego rozmieszczenia elementów już rozmieszczonych na płytce elementy te można zablokować. Możemy to zrobić na trzy sposoby, z poziomu menu kontekstowego myszki jak na rysunku 10.32, skrótem klawiszowym **L** oraz dwukrotnie klikając lewym klawiszem myszki na wybranym elemencie. Pojawi się wówczas okno z rysunku 10.33, gdzie możemy wybrać opcję zablokowania pozycji elementu na płytce. W oknie z rysunku 10.33 mamy więcej możliwości konfiguracji danego elementu, ale o tym w dalszej części tego kursu. Przy próbie przemieszczenia



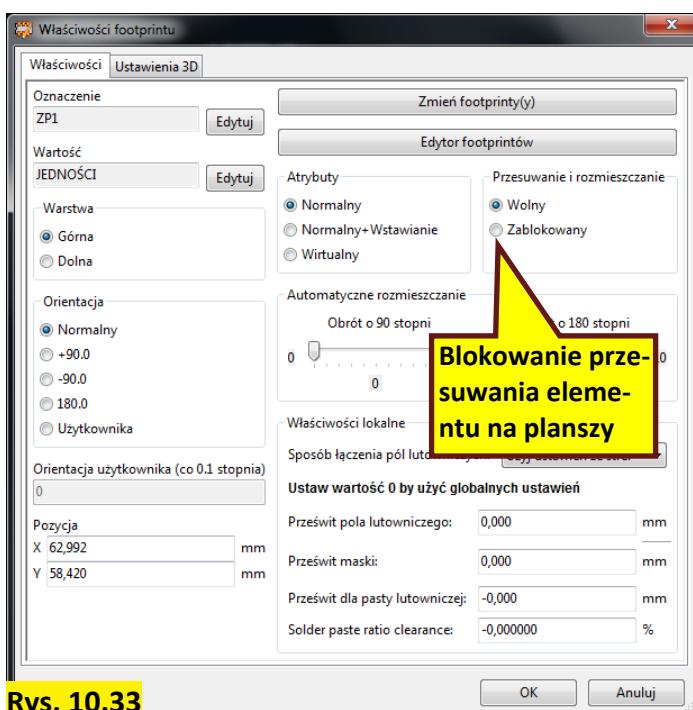
Rys. 10.32



Rys. 10.34

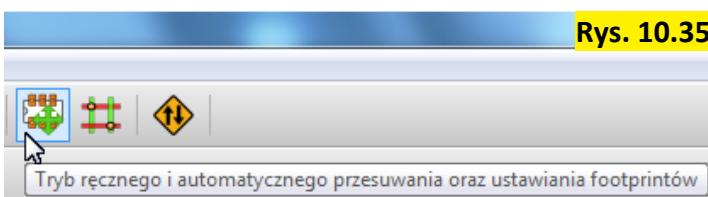
Automatyczne rozmieszczenie elementów

Przed automatycznym rozmieszczeniem elementów (i ręcznym także) warto zmienić rozmiar siatki na 1,27 mm na poziomym pasku narzędziowym co jest wielkością wystarczającą przy elementach przewlekanych. Często poczynając elektrotechniczny stosują nadmiernie małe rozmiary siatki, np. 0,127 mm co w wielu przypadkach utrudnia prace projektowe. Aby automatycznie rozmieścić elementy na płycie należy kliknąć na ikonę **Tryb ręcznego i automatycznego przesuwania oraz ustawiania footprintów** pokazanej na rysunku 10.35. Następnie prawym klawiszy myszki klikamy na płytce głównej zamka i z menu kontek-

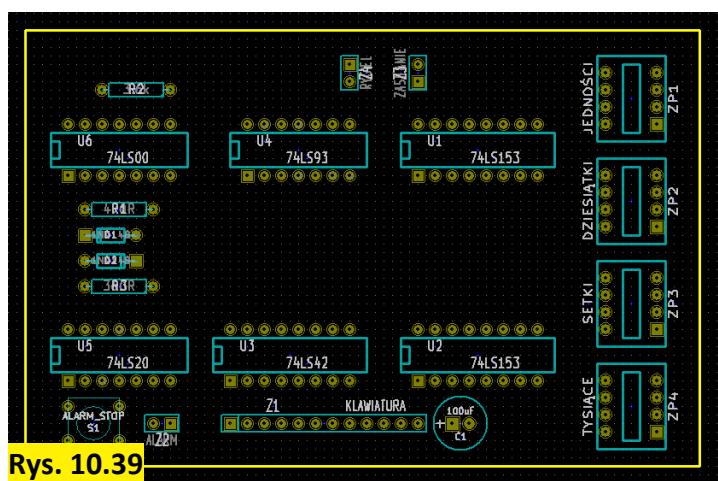
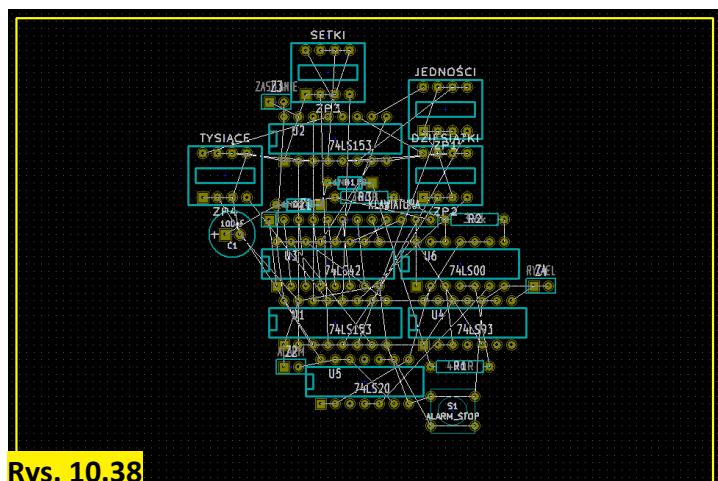
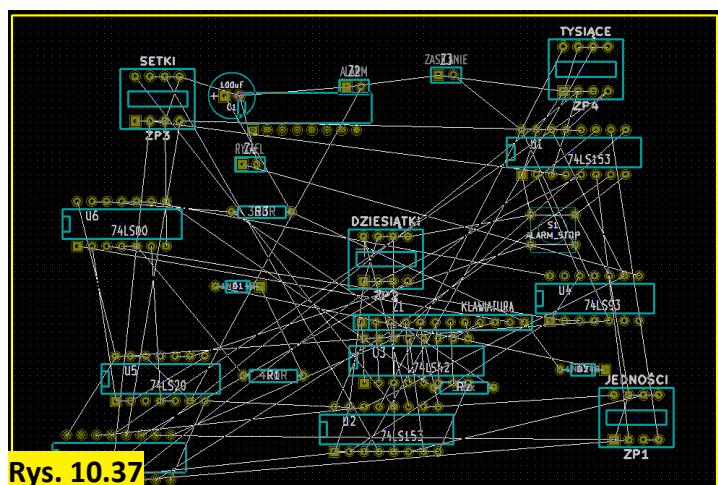
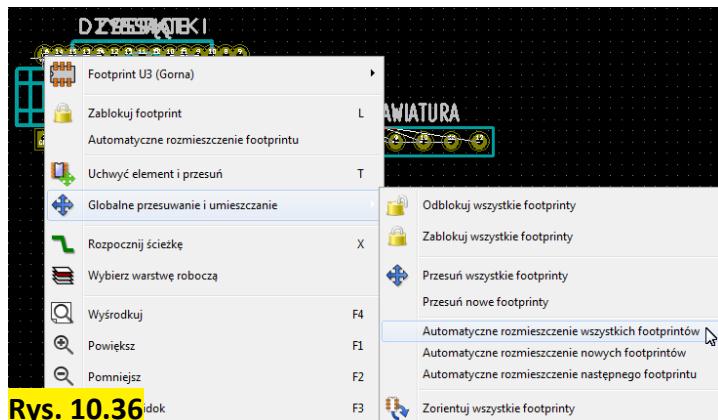


Rys. 10.33

zablokowanej obudowy pojawi się szem odpowiedni komunikat jak na rysunku 10.34.



Rys. 10.35

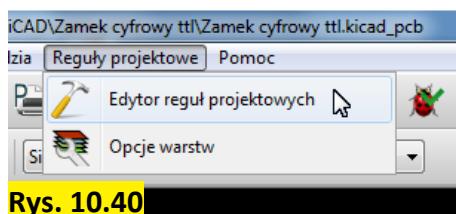


przejrzysta. Także włączenie dużego kurSORA krzyżowego może być ułatwieniem w projektowaniu. Można się jeszcze pokusić o próbę półautomatycznego rozmieszczenia elementów na płytce. W tym celu wybrane elementy na płytce rozmieszczamy ręcznie i je blokujemy. Dopiero po tym uruchamiamy automatyczne rozmieszczenie pozostałych elementów.

Sposób ten pozostawiam do sprawdzenia we własnym zakresie zainteresowanym jego efektami działania.

Reguły projektowe w Pcbnew

Zanim przystąpimy do trasowania ścieżek w edytorze Pcbnew warto wiedzieć, że można w nim zdefiniować tak zwane klasy połączeń. Dostępne są one z menu **Reguły projektowe** jak do pokazałem na rysunku 10.40. Otworzy się duże okno z dwoma zakładkami



Rys. 10.40

pokazane na rysunku 10.41. Pierwsza zakładka to **Edytor klas połączeń**, w

której mamy możliwość zdefiniowania klas połączeń w projekcie i przypisania mu określonych sieci. W zakładce tej mamy ramkę **Klasy połączeń**, gdzie klikamy na przycisku **Dodaj** i dodajemy dwie klasy połączeń o nazwie **Sygnal** i **Zasilanie**. Klasie Sygnal przypisujemy prześwit (odstęp od innych obiektów na płytce) na 0,127 mm, szerokość ścieżki na 0,8 mm, średnicę przelotki na 1,27 mm i otwór przelotki na 0,8 mm. Natomiast klasie Zasilanie przypisujemy szerokość ścieżki na 1,00 mm, parametry prześwitu i przelotki dla tej klasy pozostawiamy bez zmian. Również nie zmieniamy parametrów mikroprzelotek. Program sobie przeliczy podane wartości w

zaokrągleniu do wartości całowych i np. ścieżka o szerokości 1 mm widoczna będzie jako ścieżka o szerokości 1,0076 mm. W praktyce nie ma to większego znaczenia jeśli nie projektujemy płytka o wyjątkowo dużej precyzji. Przy definiowaniu parametrów klas połączeń warto wstawić realne do wykonania w warunkach domowych wartości. Cóż po miniaturowej przelotce, która podczas wiercenia wiertłem 1 mm zostanie niemal w całości rozwiercona lub resztki jej pola lutowniczego odkleją się podczas lutowania. Jeśli płytna będzie wykonywana w zakładzie płytarskim należy tutaj uwzględnić ich wymagania odnośnie projektu płytki. Zdefiniowane klasy

	Prześwit	Szerokość ścieżki	Średnica przelotki	Otwór przelotki	Średnica mikroprzelotki	Otwór mikroprzelotki
Default	0,254	0,2032	0,889	0,635	0,508	0,127
Sygnal	0,127	0,8001	1,270	0,8001	0,508	0,127
Zasilanie	0,127	1,00076	1,270	0,8001	0,508	0,127

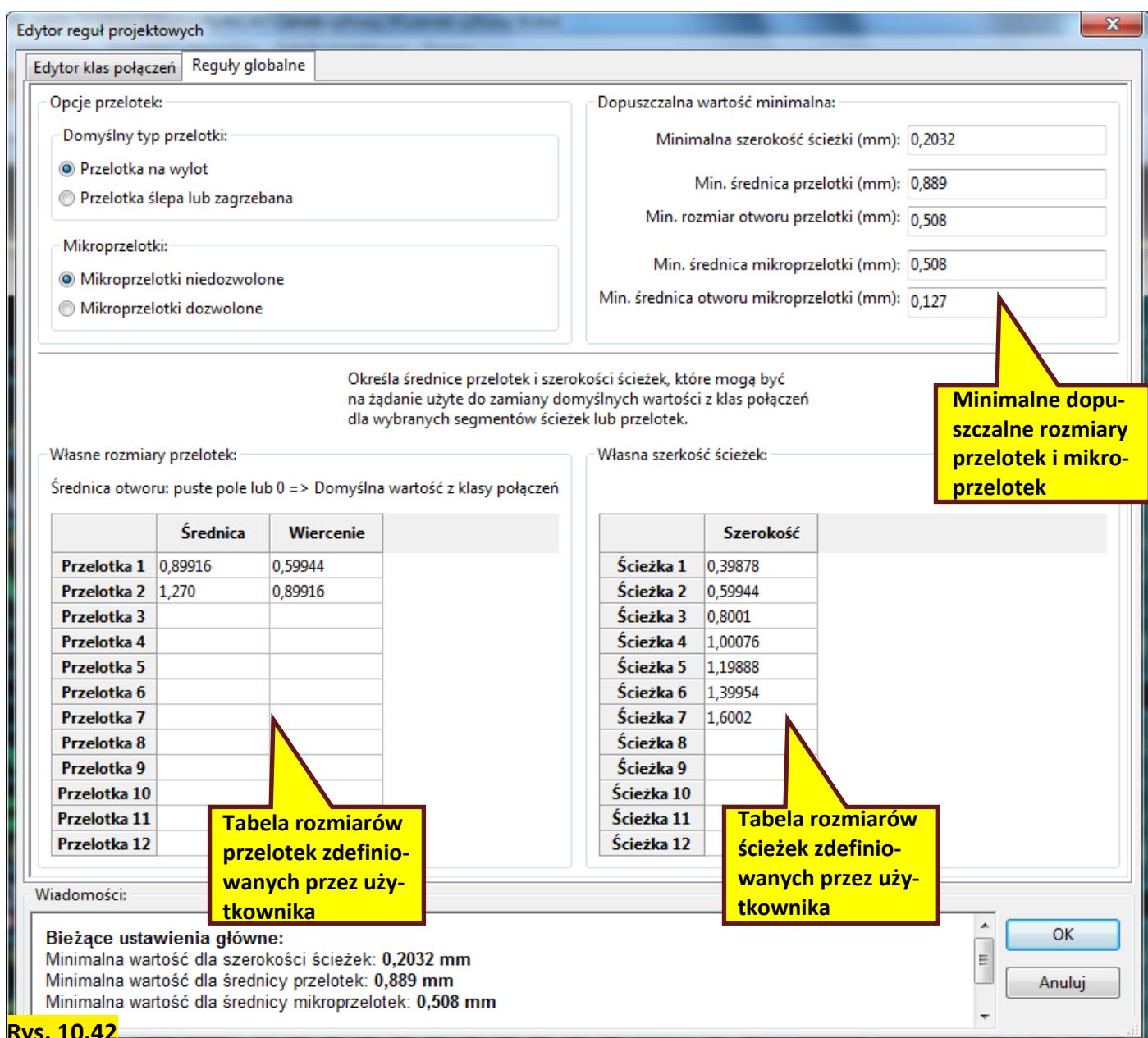
Sieć	Klasa
N-000003	Default
N-000006	Default
N-000010	Default
N-000013	Default
N-000026	Default
N-000027	Default
N-000050	Default
/A1	Sygnal
/A2	Sygnal
/Da	Sygnal
/Db	Sygnal
/Dc	Sygnal
/Dd	Sygnal
/Ja	Sygnal
/Jb	Sygnal
/Ic	Sygnal

Sieć	Klasa
GND	Zasilanie
VCC	Zasilanie

Bieżące ustawienia główne:
Minimalna wartość dla szerokości ścieżek: 0,2032 mm
Minimalna wartość dla średnicy przelotek: 0,889 mm
Minimalna wartość dla średnicy mikroprzelotek: 0,508 mm

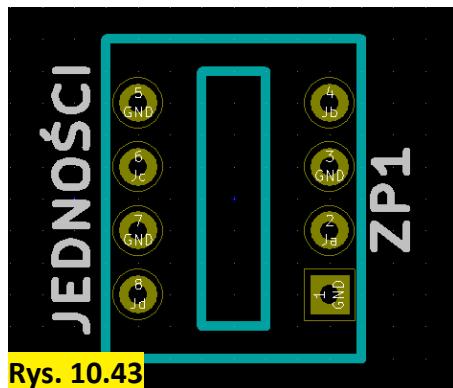
Rys. 10.41

połączeń możemy zobaczyć na rysunku 10.41. Następnie wybieramy klasę połączeń o nazwie **Sygnal** i w opisany powyżej sposób przypisujemy do tej klasy połączeń pozostałe sieci połączeń. Dokonane zmiany zatwierdzamy przyciskiem OK. Oczywiście klas połączeń możemy utworzyć więcej w zależności od potrzeb. Jednak aby można było wygodnie identyfikować połączenia na płytce i przypisywać je poszczególnym klasom połączeń trzeba w edytorze schematów Eeschema połączeniom nadać odpowiednie etykiety, które będą widoczne później na liście sieci w oknie z rysunku 10.41. Druga zakładka okna z rysunku 10.41 to **Reguły globalne**, która pokazana jest na rysunku 10.42. W zakładce tej możemy zdefiniować własne parametry przelotek oraz szerokości ścieżek jak to widać na rysunku 10.42. Szczególnie warto zdefiniować sobie własne szerokości ścieżek, które wówczas możemy wybierać na poziomym pasku narzędziowym edytora Pcbnew. Podobnie wygląda sprawa przelotek. Oczywiście parametry te powinny odzwierciedlać nasze domowe możliwości wykonania płyt drukowanych lub możliwości płatkarni. Wszystkie opisane tutaj parametry dostępne są tylko dla bieżącego projektu. Po utworzeniu innego projektu parametry te trzeba definiować na nowo. Zanim zaczniemy trasowanie ścieżek spójrzmy na

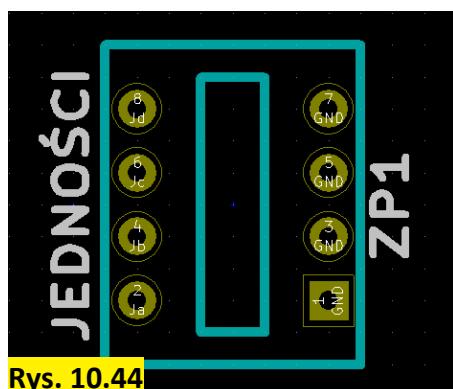


Rys. 10.42

przełączniki SW-DIP, dokładniej na ich pola lutownicze. Wyglądają one jak na rysunku 10.43. Jeśli nadal nie widzisz problemu spójrz na pola lutownicze, które mają być podłączone do masy. Teraz widać, że nie są one ułożone po kolej i jak na schemacie. Otwórzmy więc po kolej złącza ZP1- ZP4 w edytorze elementów płytowych skrót klawiaturowy **E** i w oknie które się otworzy wybierz przycisk **Edytor modułów**. Jeśli nie pamiętasz przeczytaj raz jeszcze o edytowaniu bibliotek na początku tej publikacji. Mając otwarte złącze ZP1 korzystając ze skrótu klawiaturowego **M** ustaw



Rys. 10.43

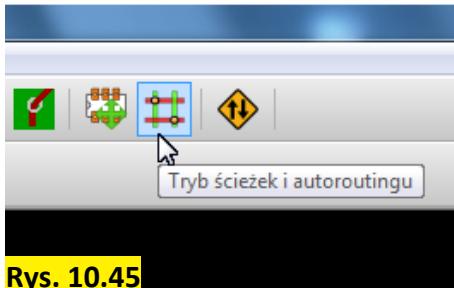


Rys. 10.44

pola lutownicze jak na rysunku 10.44 i uaktualnić dokonane zmiany na płytce. Uaktualnić trzeba osobno wszystkie złącza ZP1-ZP4. Takie niedogodności z korzystaniem z bibliotek KiCAD'a się czasami zdarzają i trzeba nauczyć się je rozwiązywać.

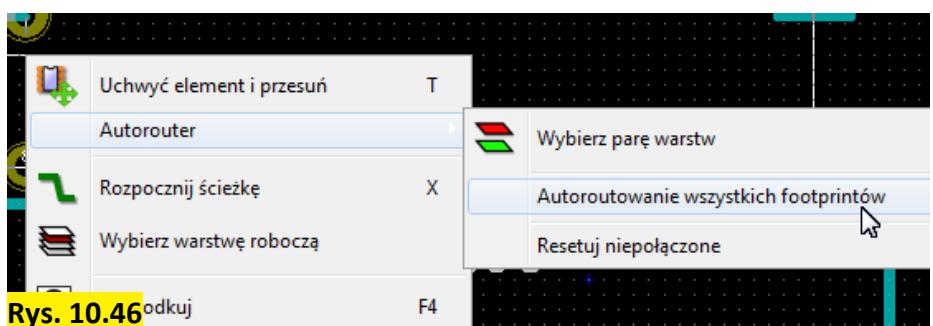
Trasowanie ścieżek w Pcbnew

Mając zdefiniowane reguły projektowe możemy przystąpić do trasowania ścieżek na płytce zamka cyfrowego. Na początek opiszę automatyczne trasowanie ścieżek w



Rys. 10.45

edytorze Pcbnew z użyciem standardowego autoroutera. Ikonką pokazaną na rysunku 10.45 uaktywniamy tryb automatycznego trasowania ścieżek w Pcbnew. Następnie klikamy prawym klawiszem myszki na obszarze płytki drukowanej i z menu pokazanego na rysunku 10.46 wybieramy opcję **Autoroutowanie wszystkich footprintów**, co rozpocznie automatyczne trasowanie

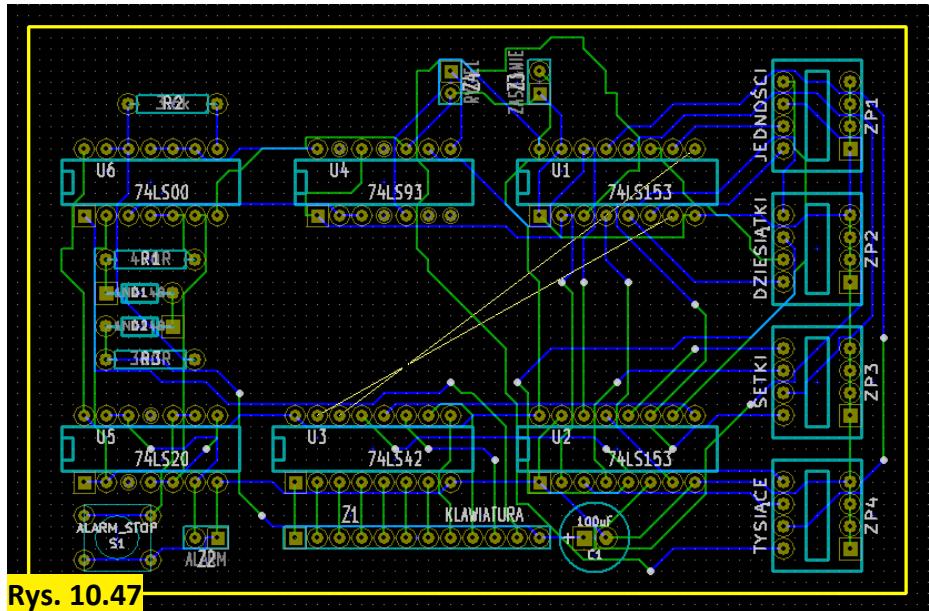


Rys. 10.46

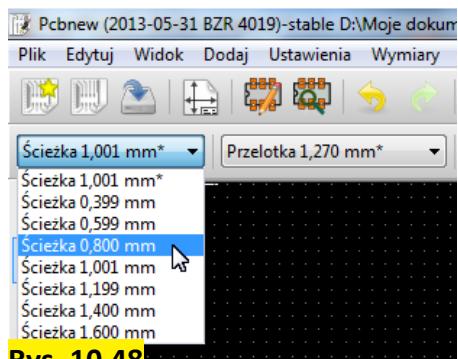
ścieżek. Niestety standardowy autorouter Pcbnew nie uwzględnia zdefiniowanych klas połączeń i wszystkie ścieżki są tej samej szerokości. Jest do niedoróbka Kicad'a która istnieje od samego początku wprowadzenia klas

połączeń. Na pocieszenie dodam, że darmowy FreeRouter umie korzystać ze zdefiniowanych w Pcbnew klas połączeń. Póki co spójrzmy na efekty pracy standardowego autoroutera Pcbnew pokazane na rysunku 10.47. Jak widzimy płytka jest dwustronna, a mimo to autorouter Pcbnew nie potrafił wytrasować dwóch połączeń. Więc jak widać nie ma za bardzo co wierzyć w skuteczność automatów nie tylko Kicad'a, ale i innych programów. Pozostaje więc ręczne trasowanie ścieżek lub skorzystanie z bardziej zaawansowanego FreeRoutera. Póki co pozostańmy przy ręcznym trasowaniu ścieżek. Wybierzmy więc z prawego paska narzędziowego Pcbnew narzędzie **Dodaj ścieżki i przelotki**, a następnie z poziomego

paska narzędzi wybierzmy szerokość trasowanej ścieżki na 0,8 mm (sygnalowa) jak to pokazałem na rysunku 10.48. następnie wybieramy warstwę dolną i trasujemy ręcznie na niej ścieżki. Trasowanie ścieżki rozpoczęynamy od kliknięcia na

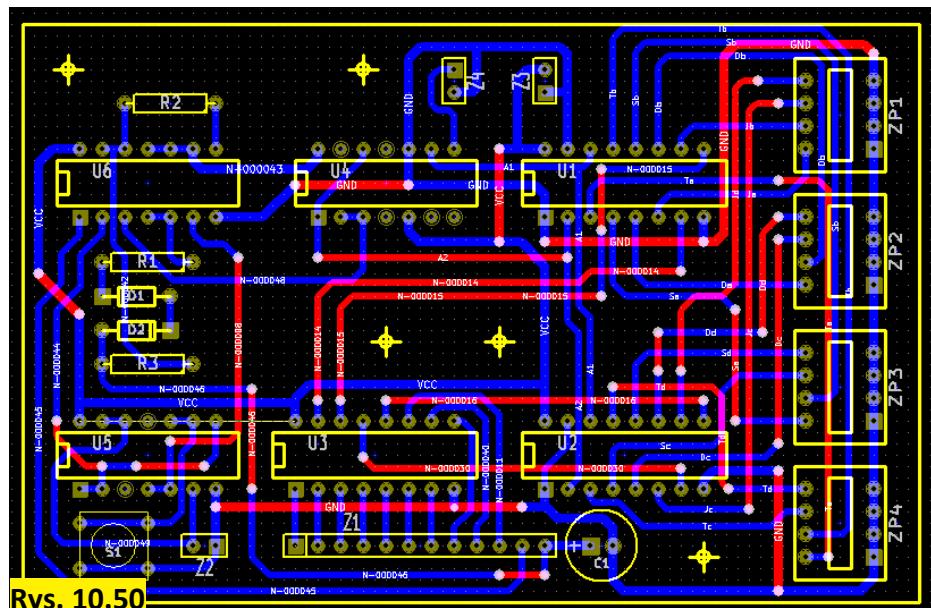


Rys. 10.47



Rys. 10.48

wybranym polu lutowniczym i prowadzimy ścieżkę. W miejscu gdzie chcemy zmienić jej kierunek (załamać) klikamy jeden raz lewym klawiszem myszki i prowadzimy ją dalej. Trasowanie danej ścieżki kończymy dwukrotnym kliknięciem lewego klawisza myszki na polu lutowniczym lub w miejscu gdzie ścieżki się łączą. Gdyby zaszła potrzeba zmiany warstwy zmieniamy ją w panelu warstw po prawej stronie Pcbnew. Natomiast jeśli podczas trasowania ścieżki chcemy zmienić warstwę czyli przejść na drugą stronę płytki trzeba wstawić przelotkę. W tym celu wciskamy z klawiatury klawisz **V** i ścieżka od razu jest prowadzona po drugiej stronie płytki. Jeśli płyta będzie robiona w domu rozmiar przelotki powinien być na tyle duży, aby można było ją bez problemu wykonać w warunkach domowych



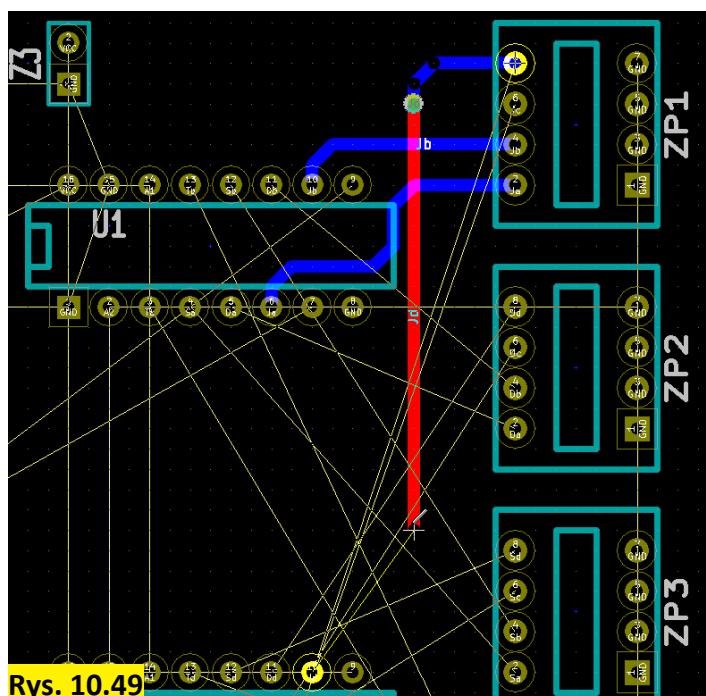
Rys. 10.50

wraz z otworem o odpowiedniej średnicy. Fragment płytki zamka podczas ręcznego trasowania ścieżek można zobaczyć na rysunku 10.49. Natomiast płytę po ręcznym wytrasowaniu ścieżek można zobaczyć na rysunku 10.50. Jak widać na płytce wyznaczyłem kilka otworów do zamocowania płytki poprzez wstawienie **Elementu pozycjonującego warstwy** z prawego paska Pcbnew. Co prawda nie jest to narzędzie przewidziane do tego celu, ale w warunkach domowych jest to wystarczające rozwiązanie. Po wytrawowaniu ścieżek na płytce warto

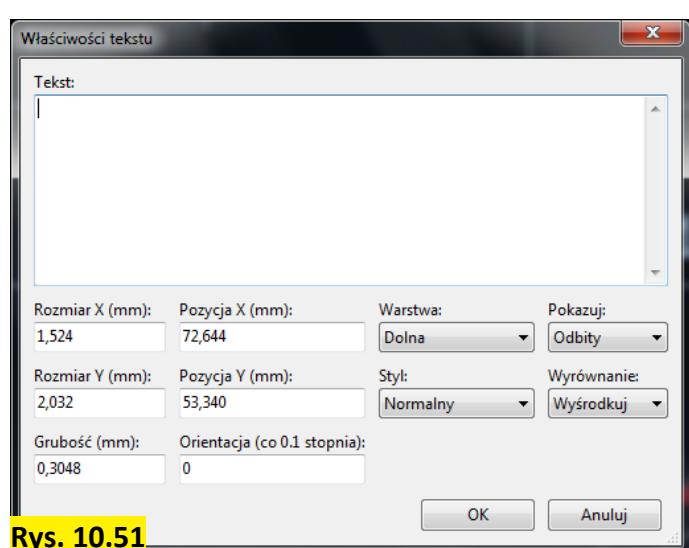
dodać w miarę potrzeby pola tekstowe opisujące znajdujące się na płytce złącza, zworki, itp. Do tego służy narzędzie **Dodaj tekst na warstwach rysunkowych lub ścieżek**. Pola tekstowe najlepiej dodać na warstwie opisowej. Po wywołaniu tego narzędzia otworzy się okienko pokazane na rysunku 10.51, gdzie mamy możliwość wpisania krótkiego tekstu i jego sformatowania.

Globalna edycja pól lutowniczych

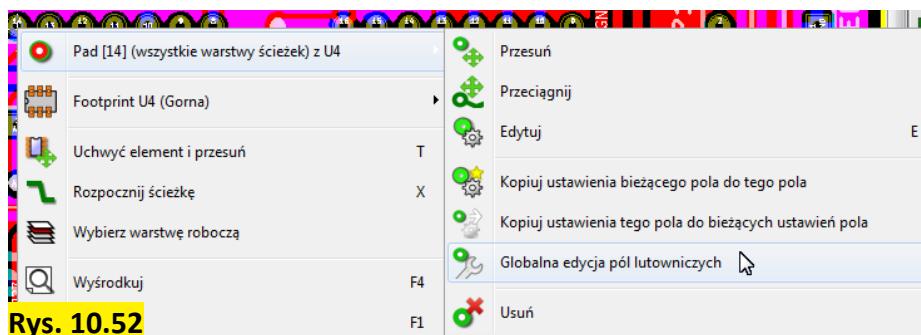
Na koniec wspomnę jeszcze o globalnej edycji pól lutowniczych edytora Pcbnew co pozwala na szybką zmianę właściwości pól lutowniczych. Klikając prawym klawiszem myszki na wybranym polu lutowniczym zobaczymy menu kontekstowe pokazane na rysunku 10.52, gdzie mamy możliwość edycji wybranego pola



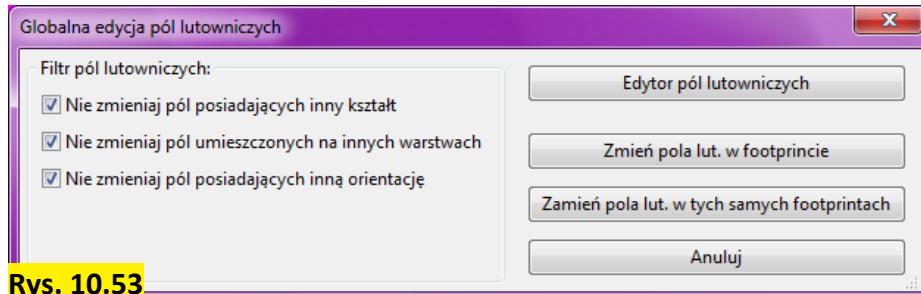
Rys. 10.49



Rys. 10.51



Rys. 10.52

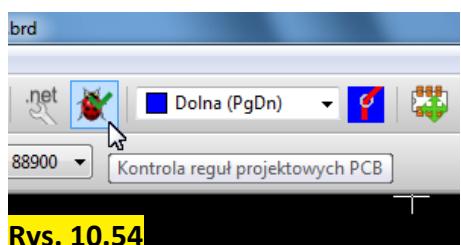


Rys. 10.53

lutowniczego. Po wybraniu opcji projektowych pokazanej na rysunku 10.52 otworzy się okno z rysunku 10.53, gdzie mamy możliwość wyboru, które pola lutownicze i w jakim zakresie zostaną zmienione.

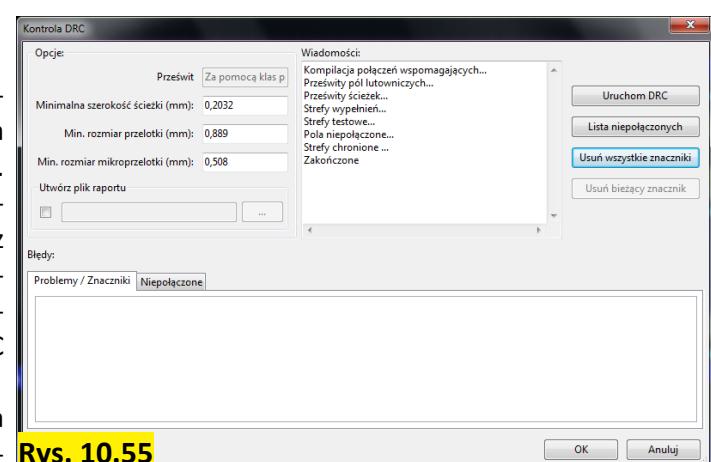
Kontrola reguł projektowych DRC

Po wytrasowaniu ścieżek na płytce zarówno ręcznie jak i automatycznie warto sprawdzić czy zaprojektowana płytka nie zawiera błędów. Do tego celu służy narzędzie DRC (Design Rule Check) czyli właśnie kontrola reguł projektowych. Narzędzie to wywołuje się ikonką pokazaną na rysunku 10.54. Pozwala ono na szybkie sprawdzenie czy płytka została zaprojektowana zgodnie z określonymi regułami projektowymi, a także czy wszystkie połączenia na płytce są wytrasowane zgodnie z listą połączeń (netlistą). Po uruchomieniu kontroli DRC ukaże się okno pokazane na rysunku 10.55 w którym klikamy na przycisku **Uruchom DRC**. Jeśli płytka nie zawiera błędów

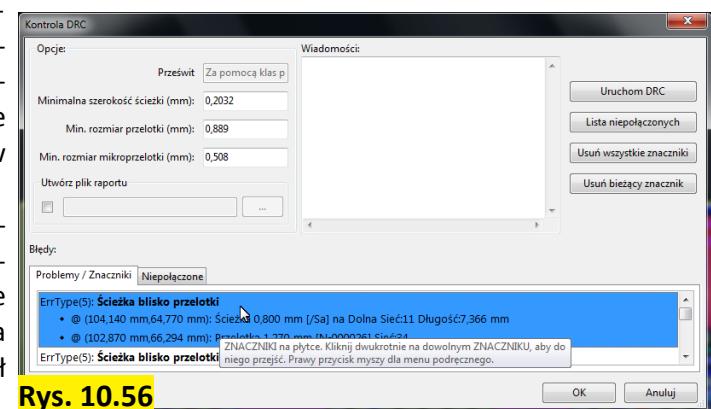


Rys. 10.54

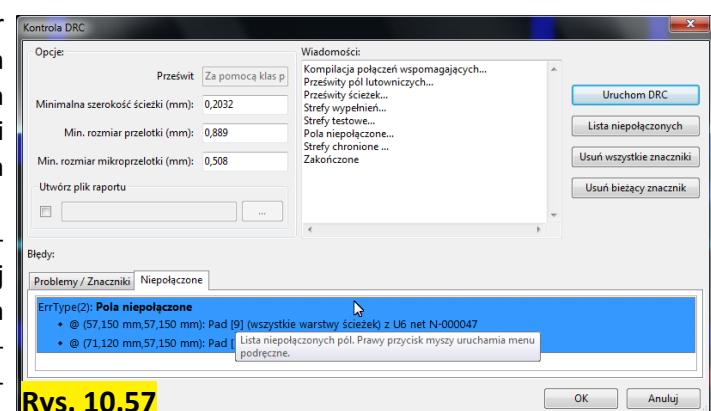
ch ścieżek i pół lutowniczych na płytce. Więc ważne jest aby podczas trasowania ścieżek mieć włączoną kontrolę reguł projektowych, która na bieżąco w czasie projektowania nie pozwala na powstanie wielu błędów. Natomiast na rysunku 10.57 pokazałem inny błąd zasygnalizowany przez kontrolę DRC. Aby sztucznie wywołać ten błąd musiałem wyłączyć kontrolę DRC, która mi nie pozwalała na wprowadzanie tego błędu na płytce. Widać więc jak duży wpływ na poprawny projekt płytki ma kontrola DRC działająca na bieżąco w czasie projektowania płytki. Podobnie jak w przypadku błędu pokazanego na



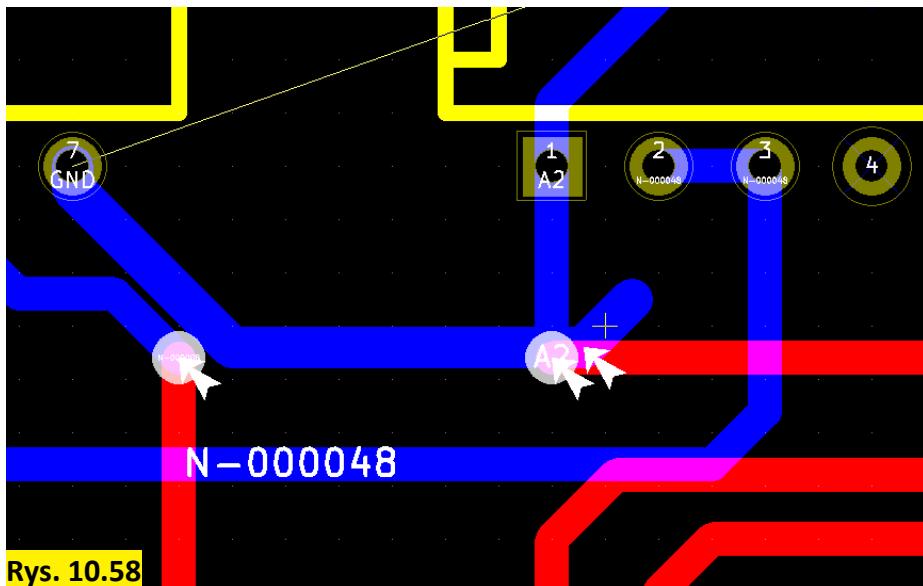
Rys. 10.55



Rys. 10.56



Rys. 10.57



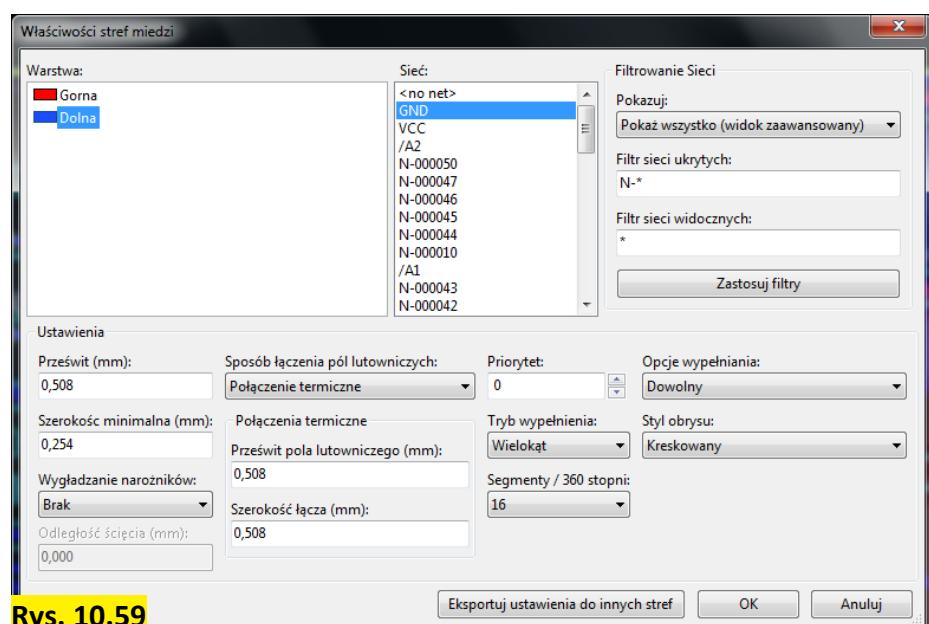
Rys. 10.58

rysunku 10.57 także i tutaj kliknięcie na wyświetlonym komunikacie o błędzie przenosi nas w odpowiedni obszar płytki drukowanej, nie trzeba więc ręcznie szukać miejsca gdzie wystąpił błąd na płytce. Ponadto w tym drugim przypadku miejsce wystąpienia błędów sygnalizowane jest na płytce za pomocą znaczników – strzałek tak jak to pokazałem na rysunku 10.58.

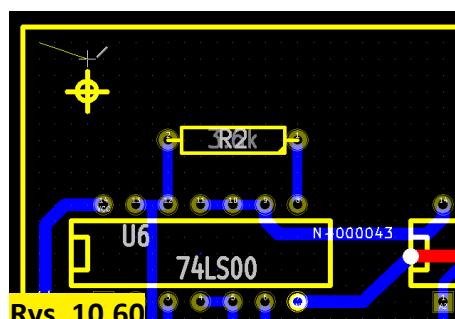
Wypełnienie płytki drukowanej

Mając zaprojektowane ścieżki na płytce można dodać na niej tak zwane wypełnienie. Polega to na wypełnieniu wolnych obszarów na danej warstwie płytki drukowanej polami miedzi, które często są podłączone do masy, rzadziej do dodatniego bieguna zasilania lub określonej sieci na płytce. Wypełnienia tego rodzaju mogą się znajdować jednocześnie na dwóch lub więcej warstwach płytki drukowanej. Mają one na celu między innymi oszczędności środka trawiącego płytke, ale też mogą w określonych układach pełnić rolę warstwy ekranującej. Wypełnienia na płytce zwiększą także przekrój ścieżek, do których są dołączone co w układach o dużym obciążeniu prądowym zwiększa obciążalność tych ścieżek. Stosując na płytce wypełnienia należy wziąć pod uwagę, że wypełnienie

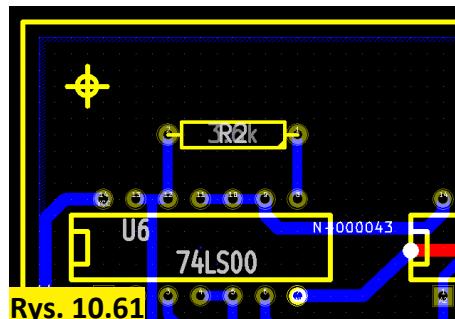
dodane na płytce do sygnału masy (GND) może spowodować na powstanie na płytce tak zwanej pętli masy co może objawić się np. zwiększym przydłużeniem sieciowym w układach akustycznych lub innymi nieprawidłowościami w działaniu zaprojektowanego układu. Aby dodać na płytce wypełnienie wybieramy narzędzie **Dodaj strefy** z prawego paska narzędziowego Pcbnew. Kursor myszy zmieni się w ołówek, którym klikamy na dolnej warstwie. Pojawi się okno z rysunku 10.59. W oknie tym mamy możliwość zdefiniowania wielu parametrów



Rys. 10.59



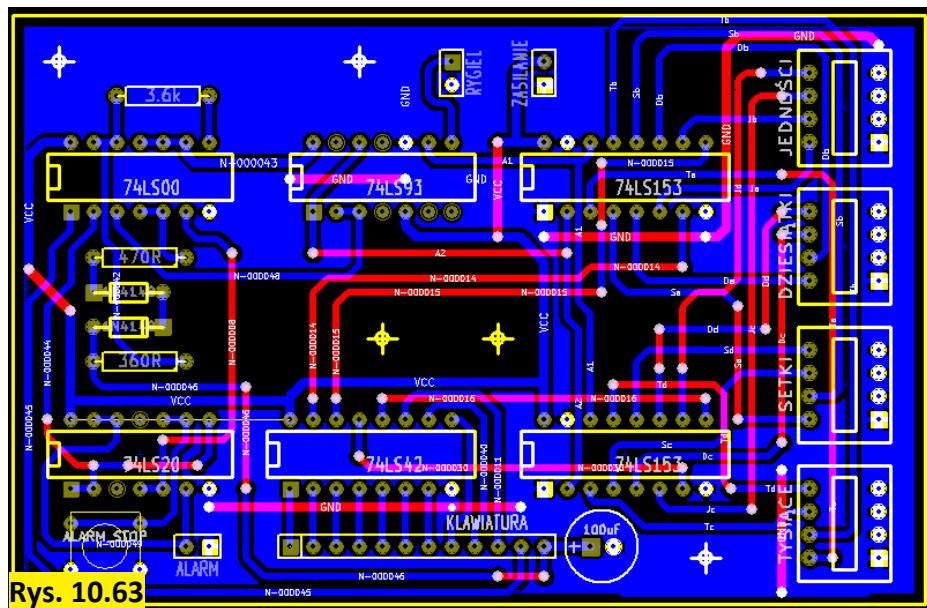
Rys. 10.60



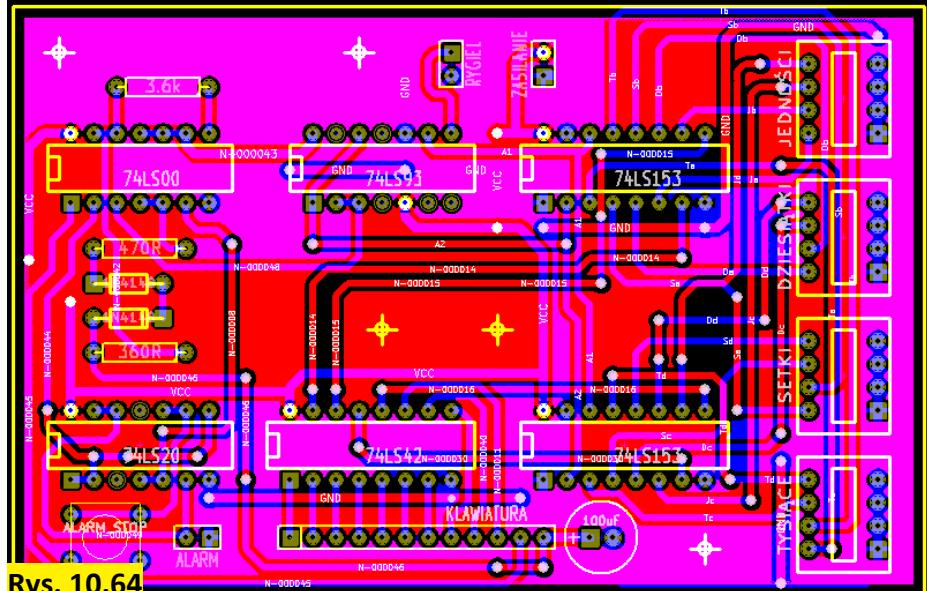
Rys. 10.61

wypełnienia. Wybieramy między innymi warstwę w naszym przypadku **dolną** oraz sieć **GND** do której będzie dołączane wypełnienie. Ramka **Ustawienia** okna z rysunku 10.59 pozwala na zdefiniowanie wielu parametrów wypełnienia, jak odległości od ścieżek na płytce, rodzaje pól lutowniczych jako zwykłe i tak zwane termiczne, a także opcje wypełnienia i styl obrysu na płytce. Po zatwierdzeniu dokonanych ustawień z miejsca gdzie kliknęliśmy kursem myszy prowadzona jest cienka linia pokazana na rysunku 10.60, którą prowadzimy równolegle do poszczególnych krawędzi płytke w odległości jednego oczka siatki od krawędzi płytke. Prowadzoną linię

załamujemy pojedynczym kliknięciem lewego klawisza myszki i od tego miejsca możemy linię poprowadzić w innym kierunku. Rysowanie linii obrysu kończymy podwójnym kliknięciem lewego klawisza myszki w punkcie w którym zaczęliśmy rysowanie. Możemy też tego dokonać z poziomu menu kontekstowego myszki. Po prawidłowym dodaniu obrysu płytki pojawi się linia z „grzebykiem” jak na rysunku 10.61 w kolorze przypisanym danej warstwie. Następnie z włączonym narzędziem **Dodaj strefy** klikamy prawym klawiszem myszki wewnątrz obszaru który ma być wypełniony i z menu kontekstowego myszki pokazanego na rysunku 10.62 wybieramy opcję **Wypełnij strefę**. Jak widać z rysunku 10.63 z menu kontekstowego myszki mamy dostępnych różne dodatkowe opcje dotyczące edycji danej strefy. Dostępna jest między innymi opcja dodania obszaru odciętego, co pozwala w wybranych obszarach płytka pominąć dodawane wypełnienie. Po dodaniu wypełnienia na warstwie dolnej płytki wygląda tak jak to pokazałem na rysunku 10.63. Dodajmy jeszcze jedną strefę na warstwie górnej tym razem podłączoną do sieci VCC. Po dodaniu wypełnienia na warstwie górnej płytka wygląda tak jak na rysunku 10.64. Chciałbym jeszcze zwrócić uwagę na nakładanie oznaczeń umieszczonych na warstwie opisu, które znajdują się na przelotki lub inne



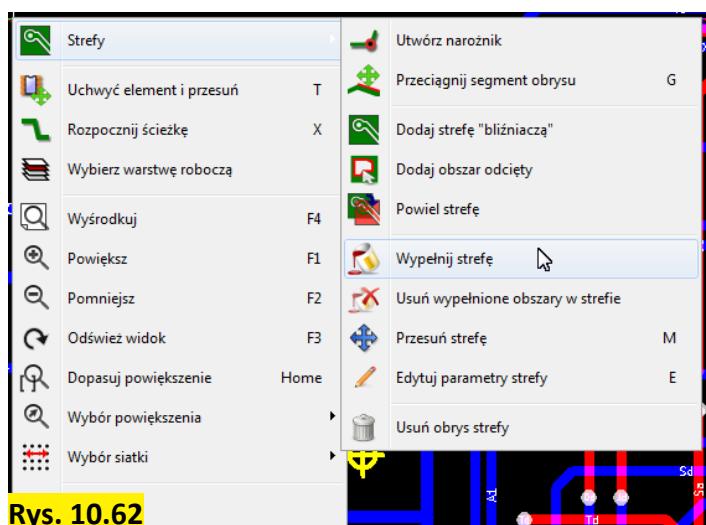
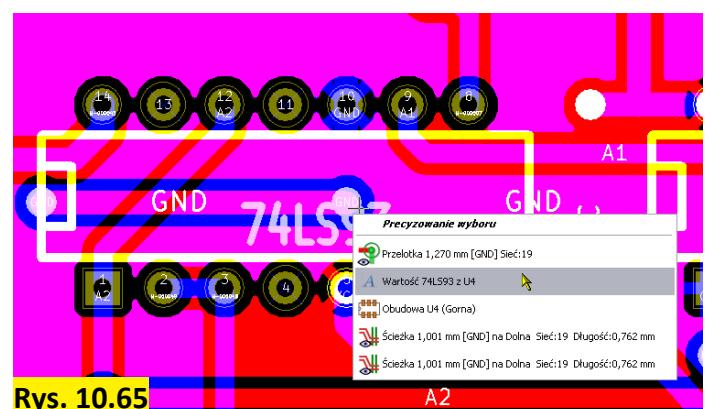
Rys. 10.63



Rys. 10.64

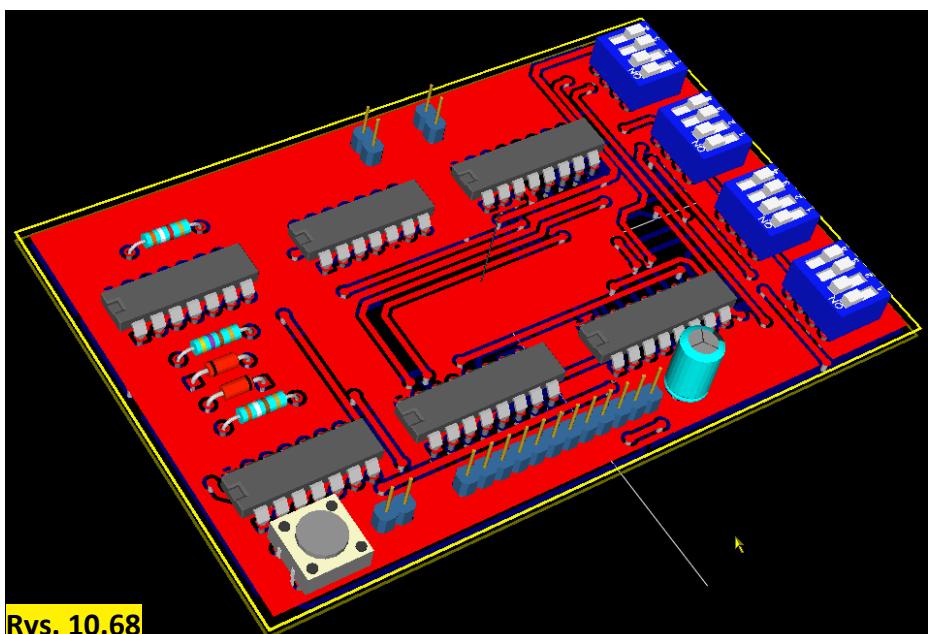
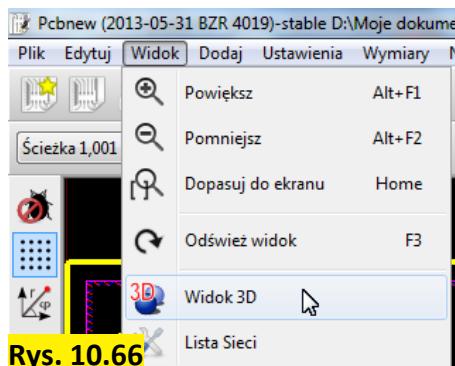
pola lutownicze. W przypadku klawiaturowego **M** nakładające się na przemysłowego wykonania płytek przelotki i pola lutownicze obiekty drukowanych napisy umieszczone na polach lutowniczych i przelotkach tekowe należy przenieść jak to pokazałem na rysunku 10.65.

mogą utrudnić lutownie dlatego korzystając ze skrótu

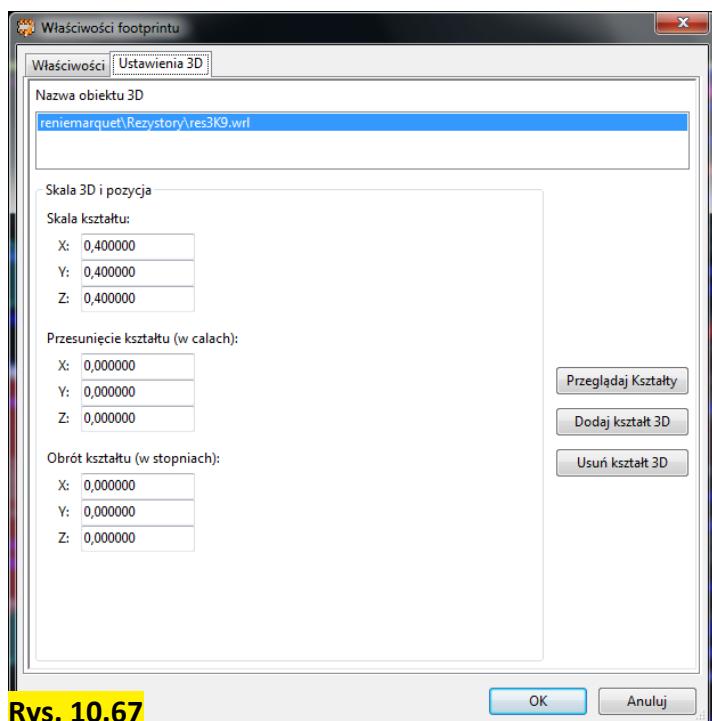
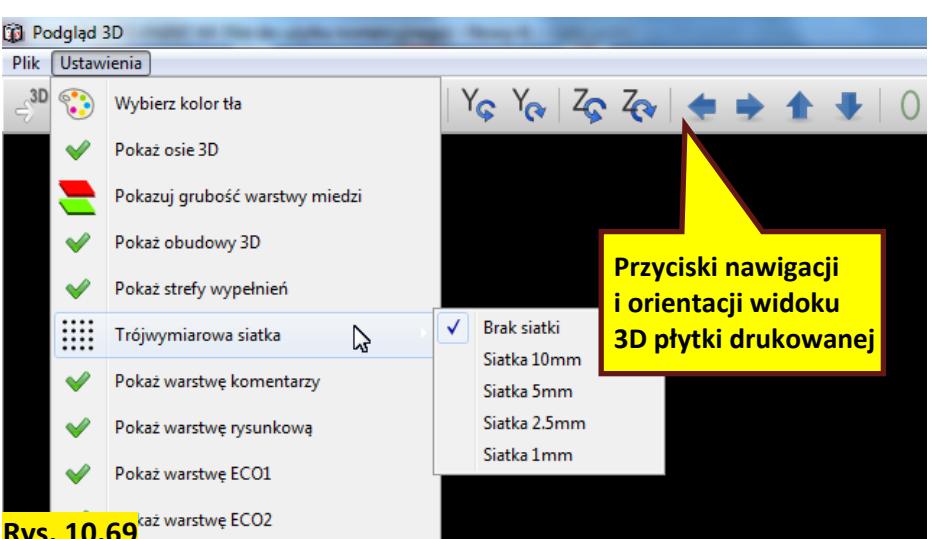


Trójwymiarowy podgląd płytki drukowanej

Po zakończeniu prac projektowych nad płytą drukowaną można wygenerować jej trójwymiarowy podgląd. Trójwymiarowy podgląd płytki włączamy poprzez menu **Widok – Widok 3D** jak na rysunku 10.66.



Jednak wygląd 3D płytki drukowanej najczęściej będzie niepełny. Więc zanim utworzymy końcowy trójwymiarowy podgląd płytki drukowanej warto sprawdzić czy wszystkie elementy na płytce mają przypisane odpowiednie obudowy 3D. W tym celu ustawiamy cursor myszki nad wybranym elementem na płytce i wciskamy klawisz **M** z klawiatury. Otworzy się okno **Właściwości modułu** pokazane na rysunku 10.67 w którym wybieramy



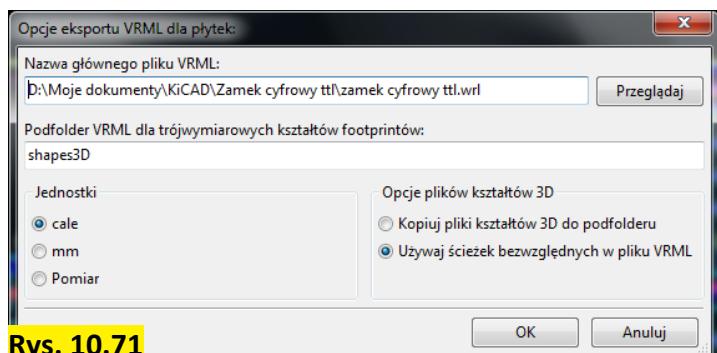
zakładkę Ustawienia 3D. W oknie tym korzystając z przycisków z prawej strony okna mamy możliwość wyboru biblioteki z elementem 3D, jak również jego skalowania i orientowania na płytce, gdyby jego skala była nieodpowiednia. Najczęściej czynności te sprowadzają się do kilkukrotnego włączania

podglądu 3D płytki drukowanej i korekcji parametrów obudów 3D dla danych elementów. Trójwymiarowy widok naszej płytki możemy zobaczyć na rysunku 10.68. Płyłę możemy dowolnie obracać za pomocą kurSORA myszki lub za pomocą klawiszy nawigacyjnych na poziomym pasku narzędziowym. Menu okna podglądu 3D płytki drukowanej nie jest zbytnio rozbudowane co widać na rysunku 10.69 i umożliwia ono włączanie i wyłączanie poszczególnych obiektów na płytce drukowanej oraz ustawienie koloru tła. Z menu Plik okna podglądu 3d płytki drukowanej możliwe jest zapisanie obrazu płytki w postaci pliku graficznego *.jpg oraz *.png, jak również skopiowanie tego obrazu do schowka.

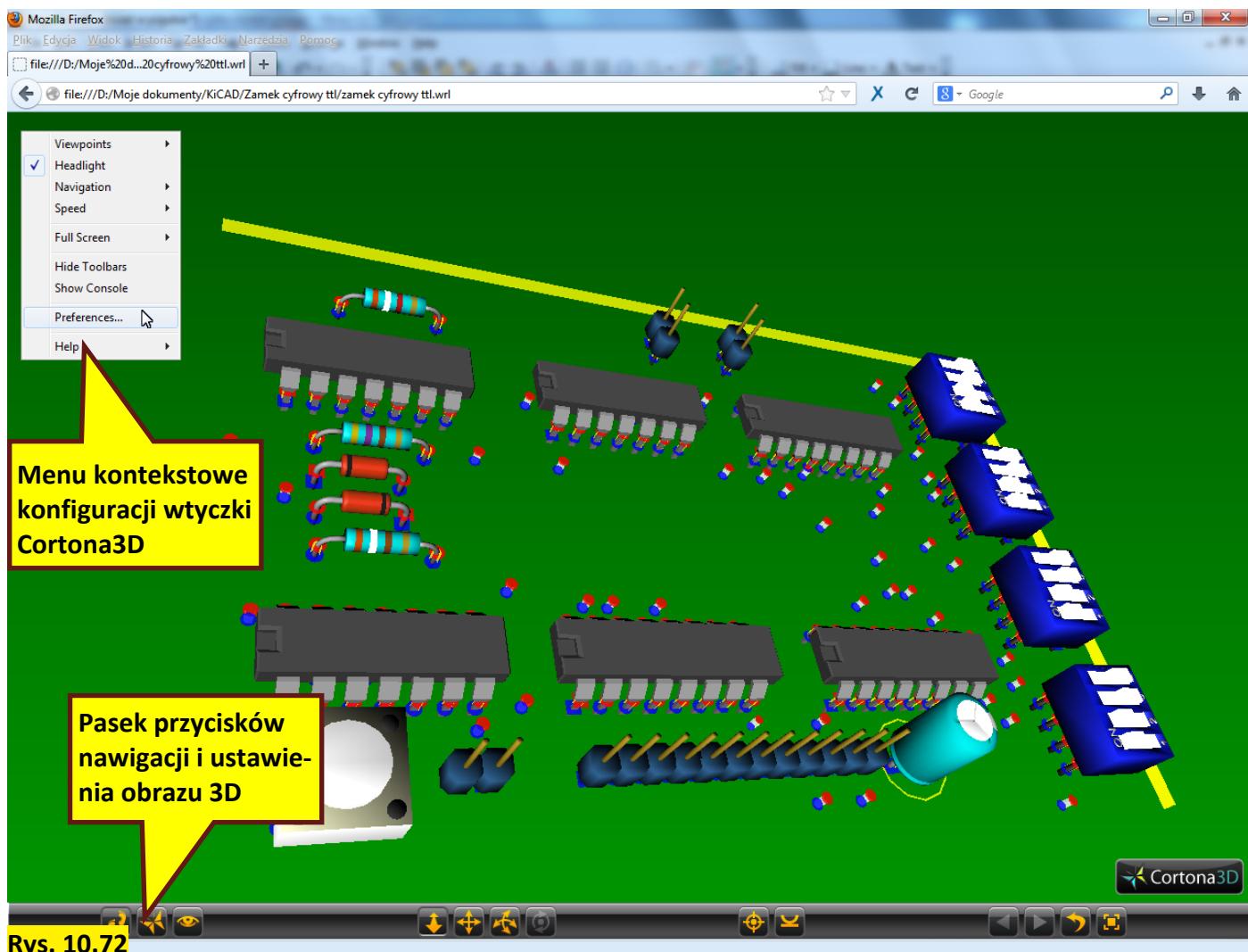
Druga możliwość wygenerowania trójwymiarowego obrazu płytki drukowanej to utworzenie pliku *.wrl z menu **Plik → Eksportuj → VRML** jak na rysunku 10.70. Otworzy się wówczas okienko z rysunku 10.71, gdzie mamy możliwość zdefiniowania położenia pliku wynikowego z obrazem 3D płytki drukowanej, jednostki miary, a także wybrać czy elementy biblioteczne 3D



Rys. 10.70



Rys. 10.71

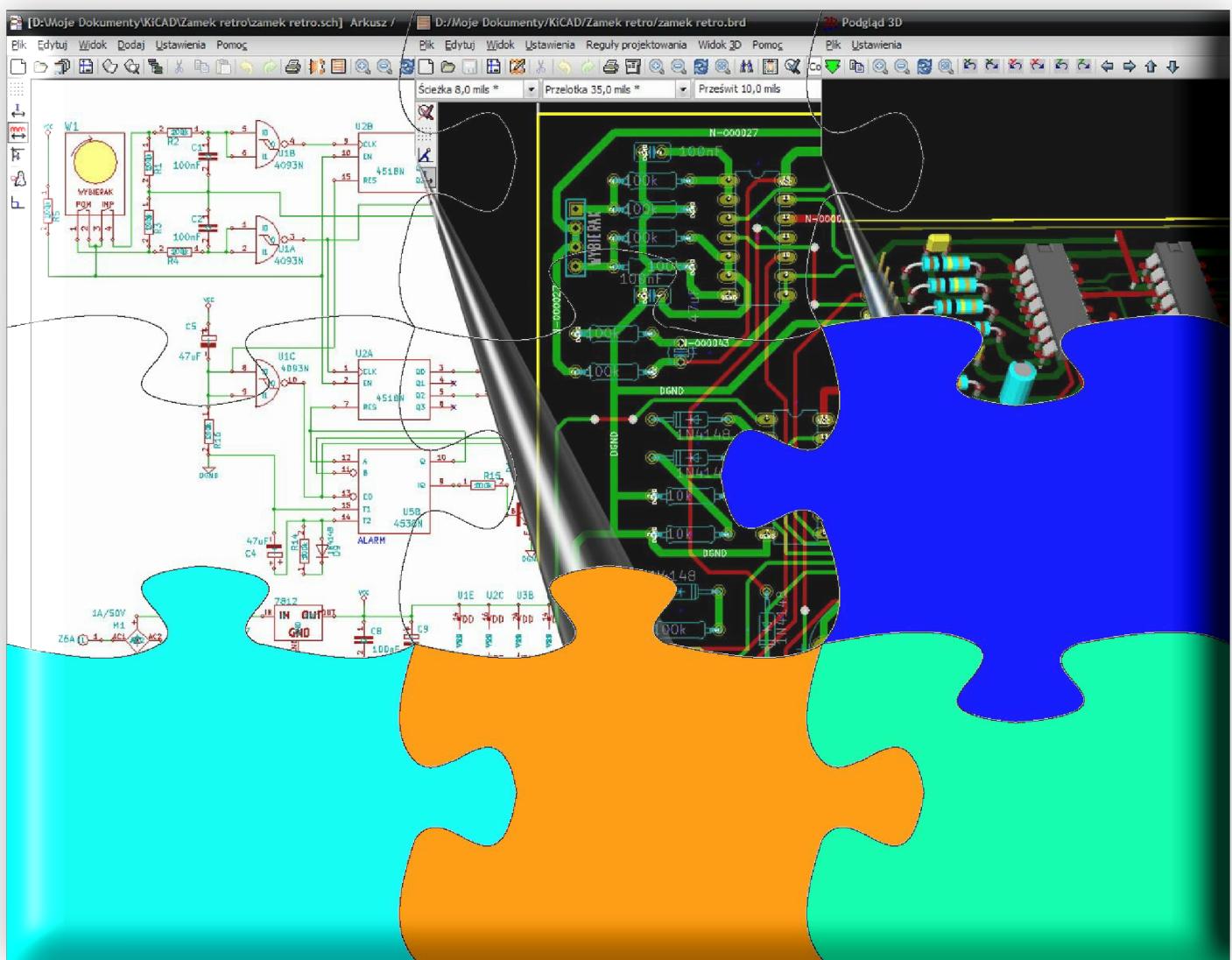


Rys. 10.72

będą skopiowane do odrębnego katalogu, czy też użyte zostaną ścieżki dostępu do tych plików. Pierwsza opcja jest zalecana jeśli projekt będzie otwierany na komputerze bez użytych w projekcie bibliotek 3D. W przeciwnym razie wystarczy jeśli będą w pliku *.wrl zawarte ścieżki dostępu do plików bibliotek 3D. Po kliknięciu na przycisku OK w oknie z rysunku 10.71 utworzony zostanie plik **zamek cyfrowy ttl.wrl** i w zależności od ustawień okna z rysunku 10.71 katalog **shapes3D** w katalogu z projektem zamka. To jednak nie wystarczy do wygenerowania obrazu 3D naszej płytki drukowanej. Potrzebna jest jeszcze wtyczka **Cortona 3D**, którą możemy pobrać ze strony www.cortona3d.com. Po jej pobraniu i zainstalowaniu dostępna jest ona jako wtyczka do popularnych przeglądarek internetowych. Po uruchomieniu przeglądarki internetowej Mozilla Firefox wybierzmy z menu plik opcję **Otwórz plik...** i otwieramy utworzony wcześniej plik **zamek cyfrowy ttl.wrl**. Po krótkiej chwili w przeglądarce internetowej zobaczymy widok 3D naszej płytki drukowanej pokazany na rysunku 10.72. Jakościowo wygląda on lepiej niż w przeglądarce 3D programu KiCAD. Jednak widok płytki też nie jest bardzo realistyczny. W menu kontekstowym myszki na rysunku 10.72 dostępne są ustawienia wtyczki Cortona 3D. Na dole okna podglądu 3D płytki drukowanej w przeglądarce internetowej dostępne są przyciski nawigacyjne pozwalające ustawić płytke 3D według własnych upodobań i wymagań. Ten obraz 3D płytki drukowanej można zapisać w postaci pliku graficznego poprzez wykonanie zrzutu ekranu i zapis z poziomu programu graficznego, np. Gimp

ROZDZIAŁ SZÓSTY

FREEROUTER

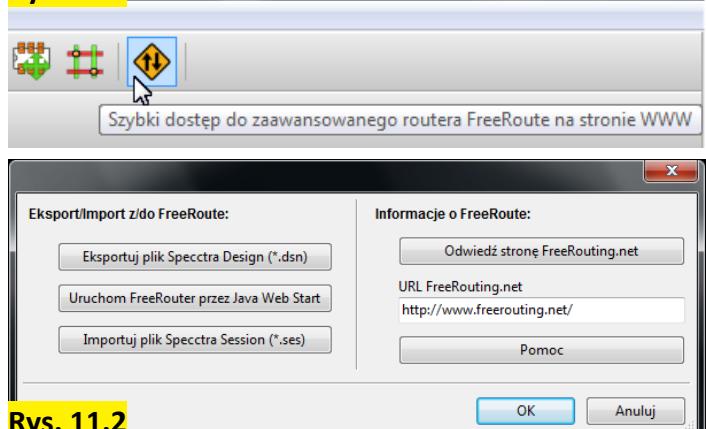


FreeRouter – zaawansowany autorouter dla programu KiCAD

Jak już wcześniej wspomniałem standardowy autorouter programu KiCAD nie ma jak na razie żadnych opcji konfiguracyjnych mających wpływ sposób trasowania ścieżek na płytce. Co więcej autorouter ten nie uwzględnia reguł projektowych zdefiniowanych w edytorze Pcbnew. Jednym słowem możliwości tego autoroutera są niewielkie. Mimo to projektowanie płytek drukowanych w programie Pcbnew można sobie ułatwić korzystając z zewnętrznego autoroutera o nazwie FreeRouter. Autorouter ten dostępny jest pod adresem

<http://www.freerouting.net> jednak jest to nieco inny program do jakich przywykliśmy. Mianowicie autorouter ten uruchamia się bezpośrednio z sieci bez pobierania i instalowania programu na dysku komputera. Więc nie uda się nam z niego skorzystać na komputerze bez dostępu do internetu. Drugim wymaganiem jest zainstalowanie na komputerze środowiska Java w wersji co najmniej 6. Spełniając te dwa wymagania możemy za darmo skorzystać z autoroutera, który posiada możliwości podobne do tych jakie mają autoroutery z górnych półek sklepowych. Jedną z takich możliwości jest funkcja rozpychania ścieżek. Aby skorzystać z FreeRoutera klikamy na ikonę pokazanej na rysunku 11.1, otworzy się wówczas okienko pokazane na rysunku 11.2. Za

Rys. 11.1



Rys. 11.2

Main Features:

The interactive push & shove router is production stable and unsurpassed in its free angle capabilities.

An autorouter is currently under development. It is already stable in the conventional 45 degree routing mode. The speed of the autorouter is still a bit slow, but the quality of the routing results is very good when compared with the results of existing autorouters.

The web-based version of the router is free.

It communicates with host PCB design systems via the standard Specctra DSN interface. There exists also an interface to Cadsoft-Eagle.

Click [here](#) to launch the router!

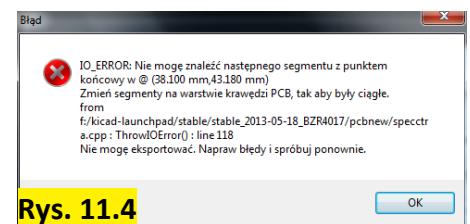
When the router does not load Java 6 may not yet be installed on your computer.
You can download Java 6 from [here](#).

Rys. 11.3

pośrednictwem tego okienka mamy możliwość eksportu projektu z edytora Pcbnew w postaci pliku *.dsn, jak również import pliku z FreeRoutera w postaci pliku .ses są to pliki w formacie komercyjnego autoroutera Specctra. Możliwe jest też bezpośrednie uruchomienie FreeRoutera, jak również przejście na jego stronę domową, której fragment możemy zobaczyć na rysunku 11.3. Już siebie po rozmieszczeniu elementów na płytce zapisałem ją dodatkowo pod nazwą **zamek cyfrowy ttl_fr.brd**, aby nie trzeba było ręcznie usuwać ścieżek z gotowej płytki. W oknie z rysunku 11.2 klikamy na przycisku **Eksportuj plik Specctra**

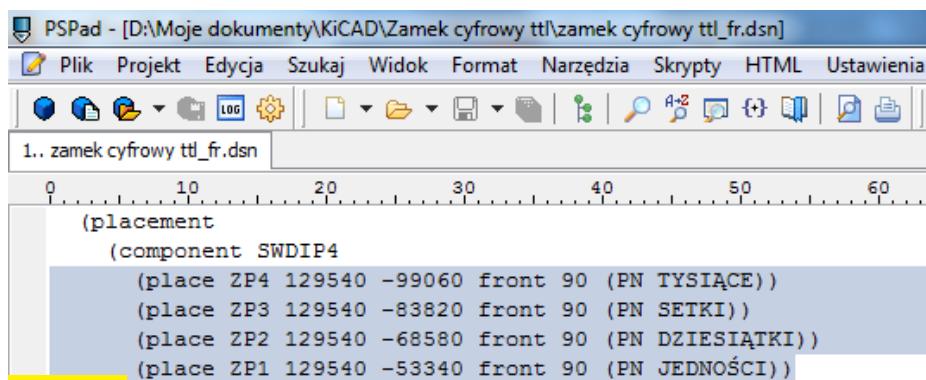
DSN (.dsn), otworzy się wówczas standarodowe okno zapisu pliku dla systemu Windows 7, gdzie zapisujemy projekt jako **zamek cyfrowy ttl_fr.dsn** i gotowe. Jednak jeśli obrys płytki na warstwie kra-

wędziowej nie będzie narysowany w postaci zamkniętego prostokątu tylko będzie się składał z odrębnych linii to otrzymamy komunikat o błędzie podobny do tego z rysunku 11.4. U



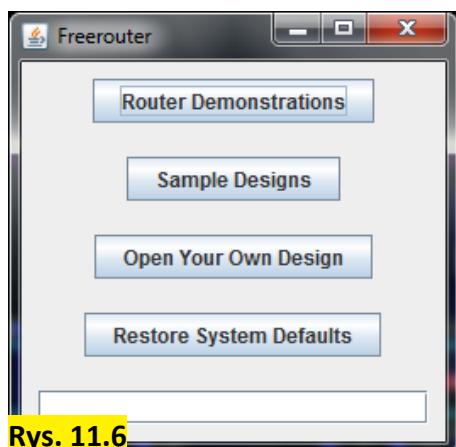
Rys. 11.4

mnie powodem błędu były nałożone na siebie dodatkowe krawędzie płytki drukowanej. Aby udało się zaimportować plik projektu do FreeRoutera nie może on zawierać w swojej strukturze żadnych znaków narodowych, jak np. ś, Ł, ē, itp. Niestety w naszym projekcie na warstwie opisowej przy przełącznikach SW-DIP występują takie znaki. Widać to doskonale po wczytaniu pliku **zamek cyfrowy ttl_fr.dsn** do darmowego PSPad Editora jak to pokazałem na rysunku 11.5. Polskie znaki w zaznaczonej sekcji trzeba zmienić na odpowiadające im litery alfabetu i zapisać dokonane zmiany. Jeśli tego nie zrobimy to FreeRouter podczas



Rys. 11.5

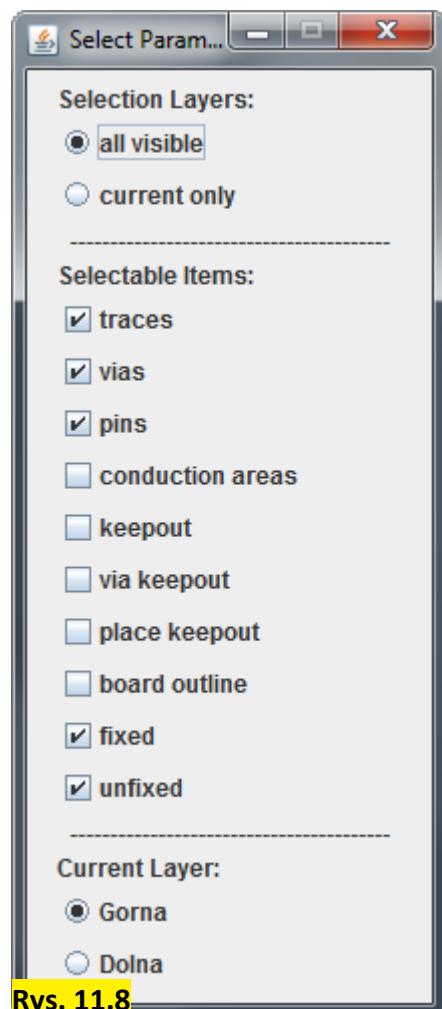
zatrzyma się podczas wczytywania projektu sprawiając wrażenie, że się zawiesił. Następnie w okienku z rysunku 11.2 klikamy na przycisku **Uruchom FreeRouter przez Java Web Start** otworzy się małe okienko pokazane na rysunku 11.6 w którym klikamy na przycisku **Open Your Own Design**. Pojawi się wówczas okienko z



Rys. 11.6

uwagę na okno dialogowe **Route Parameter** dostępne z menu **Parameter** pokazane na rysunku 11.9. W oknie tym możemy zdefiniować kąt załamania ścieżek, domyślnie jest to 45°. Dostępne są też dwa tryby pracy autoroutera; **dynamic** – ścieżki są prowadzone dynamicznie z rozpychaniem, **sitching** – ścieżki są prowadzone w trybie szycia od pola lutowniczego do kolejnego pola lutowniczego. Tryby te działają podczas ręcznego trasowania ścieżek. Kolejne opcje to wybór reguł projektowych, automatyczny – reguły zdefiniowane we wczytanym projekcie i ręczny wówczas reguły projektowe definiujemy we FreeRouterze. Kolejne opcje okna Route Parameter z rysunku 11.9 to:

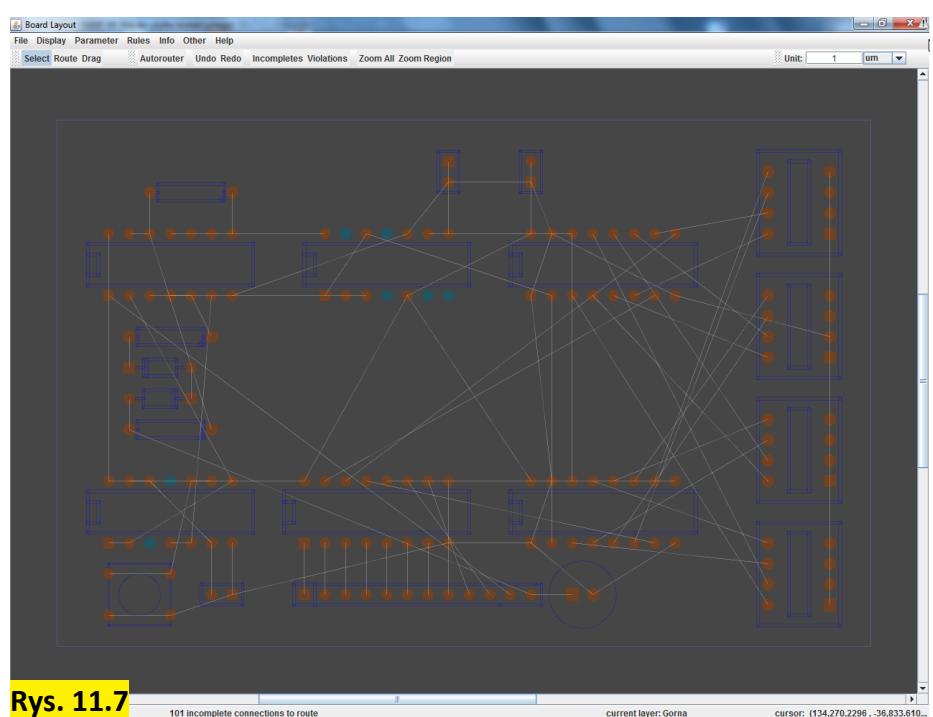
1. **push and shove enabled** - zewnętrzne ścieżki mogą zostać



Rys. 11.8

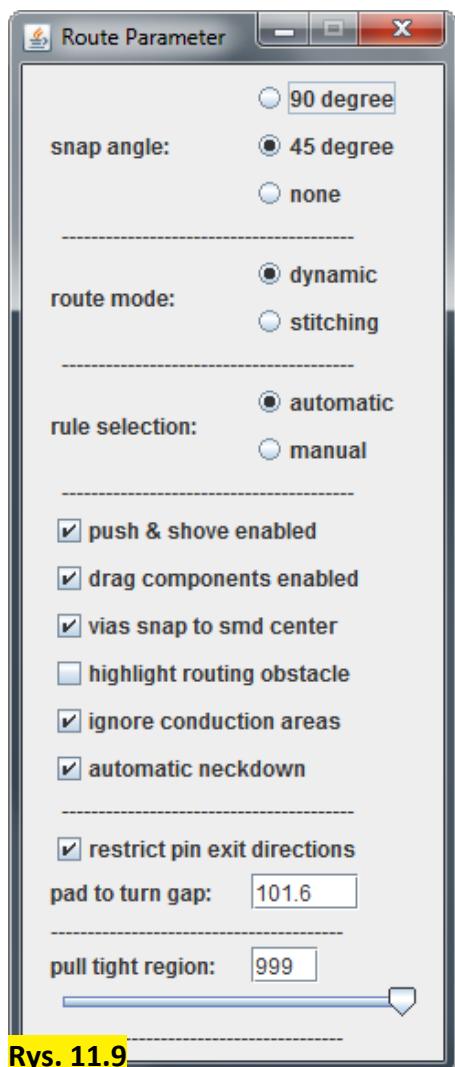
rozepchnięte przy interaktywnym trasowaniu ścieżek

2. **drag components enabled** - elementy na płytce mogą być przesuwane przy wciśniętym lewym



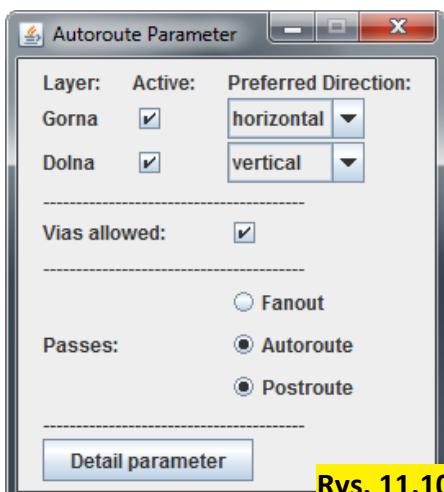
Rys. 11.7

informacją, że aplikacja musi uzyskać dostęp do odczytu i zapisu plików na komputerze. Po jej zatwierdzeniu pojawi się standardowe okno otwierania plików systemu Windows 7. Po chwili otworzy się główne okno FreeRoutera, które możemy zobaczyć na rysunku 11.7. Oprócz głównego okna FreeRoutera pojawi się małe okno konfiguracyjne pokazane na rysunku 11.8 w którym mamy możliwość wyboru widoczności warstw, obiektów na płytce które mogą być zaznaczane oraz wybrać bieżącą warstwę. Okno z rysunku 11.8 po dokonaniu ewentualnych zmian możemy zamknąć, a w razie potrzeby otworzyć je z menu **Parameter** FreeRoutera. Chciałbym zwrócić



przycisku myszy, przebieg wytrasowanych ścieżek zostanie dopasowany automatycznie w stosunku do przesuniętych elementów

3. via snap to the smd center – jeśli dozwolone jest umieszczenie przelotki



pod polem lutowniczym elementu smd, do przelotka ta znajdzie się na środku tego pola lutowniczego

4. highlight routing obstacle – podświetlenie połączenia będącego przeszkodą dla połączenia w czasie dynamicznego trasowania ścieżek

5. ignore conduction areas – obszary przewodzenia zewnętrznych sieci nie będą traktowane jako przeszkody

6. automatic neckdown – jeśli ścieżka jest szersza od wielkości pola lutowniczego do którego będzie podłączona jej rozmiar zostanie dopasowany do rozmiaru tego pola lutowniczego jeśli nie ma innej możliwości

7. restrict pin exit directions – ograniczenie krawędzi podłączenia ścieżek przy prostokątnych polach lutowniczych do krótszych krawędzi tych pól

8. pad to turn gap – parametr ten

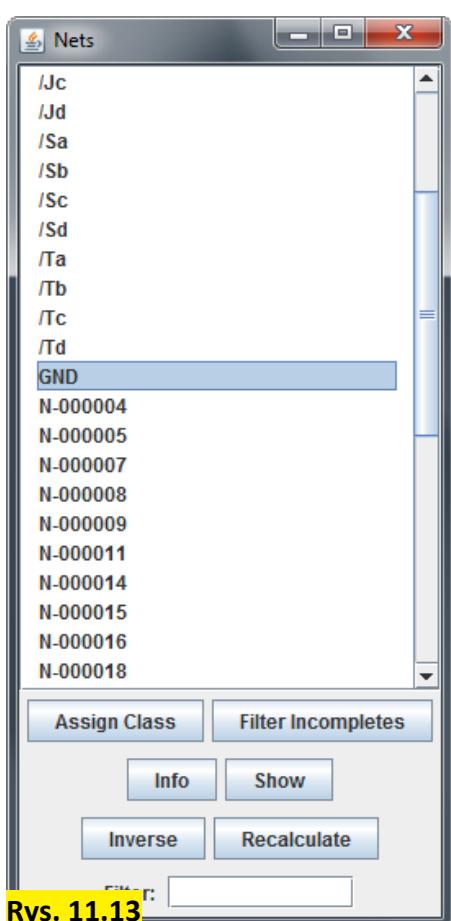
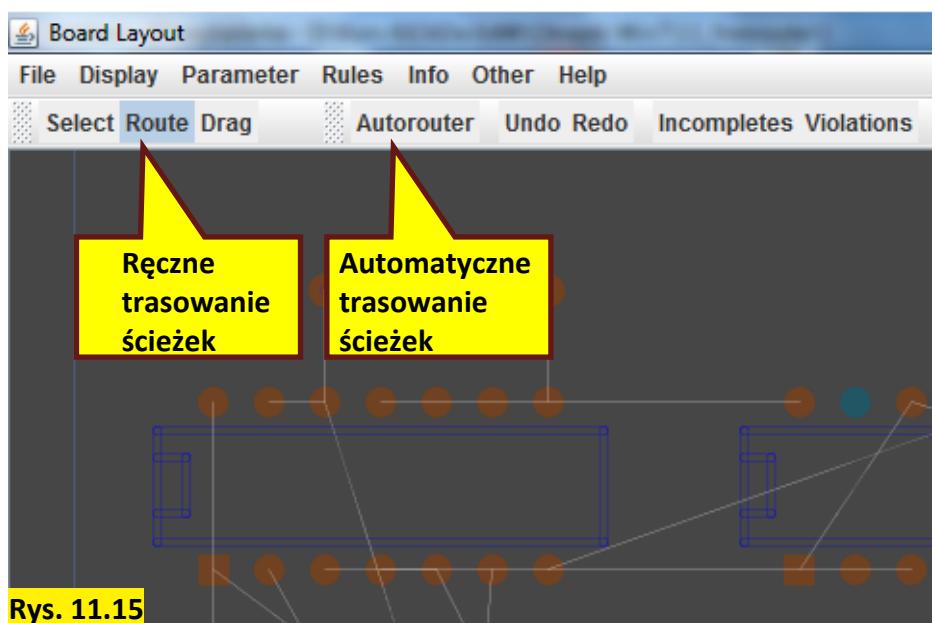
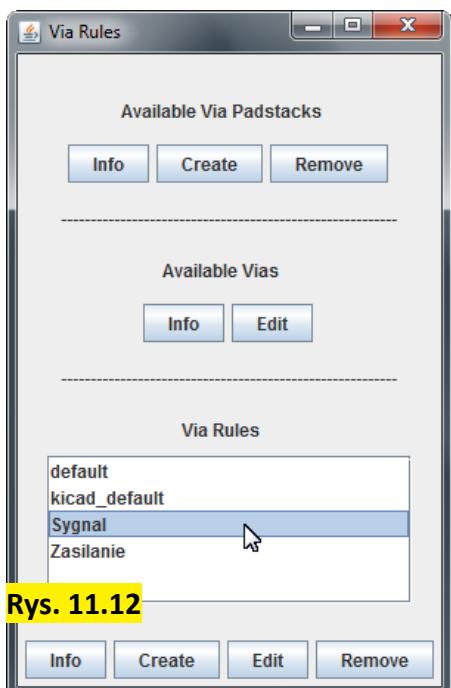
określa odległość od granicy pola lutowniczego do od pól lutowniczych z ograniczeniem z punktu 10, gdzie ścieżki mogą zmieniać kierunek

9. poll tight region – ograniczenie obszaru wokół kurSORA przy dużym zagęszczaniu ścieżek. Dla wartości 0 algorytm jest wyłączony, dla wartości 999 algorytm nie ma ograniczeń. Wybranie wartości 0 ma tylko sens przy ręcznym trasowaniu ścieżek w tak zwanym trybie szycia.

Kolejne okno, które możemy wywołać z menu **Parameter** to **Autorouter Parameter** pokazane na rysunku 11.10. W oknie tym mamy możliwość wyłączenia danej warstwy i określenia kierunku prowadzenia na danej warstwie ścieżek – poziomo lub pionowo. Zdecydować, czy autorouter ma stosować tradycyjne przelotki czy też w charakterze przelotek korzystać z wyprowadzeń elementów. Dostępne są też zaawansowane ustawienia FreeRoutera. Teraz z menu **Rules** wywołajmy menu **Clearance Matrix** zobaczymy okno pokazane na rysunku 11.11 i jeśli mu się dokładnie przyglądnijemy to zobaczymy, że w oknie tym są widoczne reguły projektowe zdefiniowane w edytorze Pcbnew. W oknie tym możemy zdefiniować odstępy między obiektami na płytce. Natomiast okno **Vias** wywołane z menu **Rules** pokazane na rysunku 11.12 umożliwia zarządzanie przelotkami podobnie jak i klasami połączeń czyli zmianę ich

class	null	default	smd	kicad_default	Sygnal	Zasilanie
null	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
default	0.0	254.2	254.2	254.2	254.2	254.2
smd	0.0	254.2	63.6	254.2	254.2	254.2
kicad_default	0.0	254.2	254.2	254.2	254.2	254.2
Sygnal	0.0	254.2	254.2	254.2	127.2	254.2
Zasilanie	0.0	254.2	254.2	254.2	254.2	127.2

Rys. 11.11



name	via rule	clearance class	trace width	on layer	shove fixed	cycles with areas	min. length	max. length
default	default	default	203.2	all	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	0.0	-1.0
kicad_default	kicad_default	kicad_default	203.2	all	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	0.0	-1.0
Sygnal	Sygnal	Sygnal	800.2	all	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	0.0	-1.0
Zasilanie	Zasilanie	Zasilanie	1000.8	all	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	0.0	-1.0

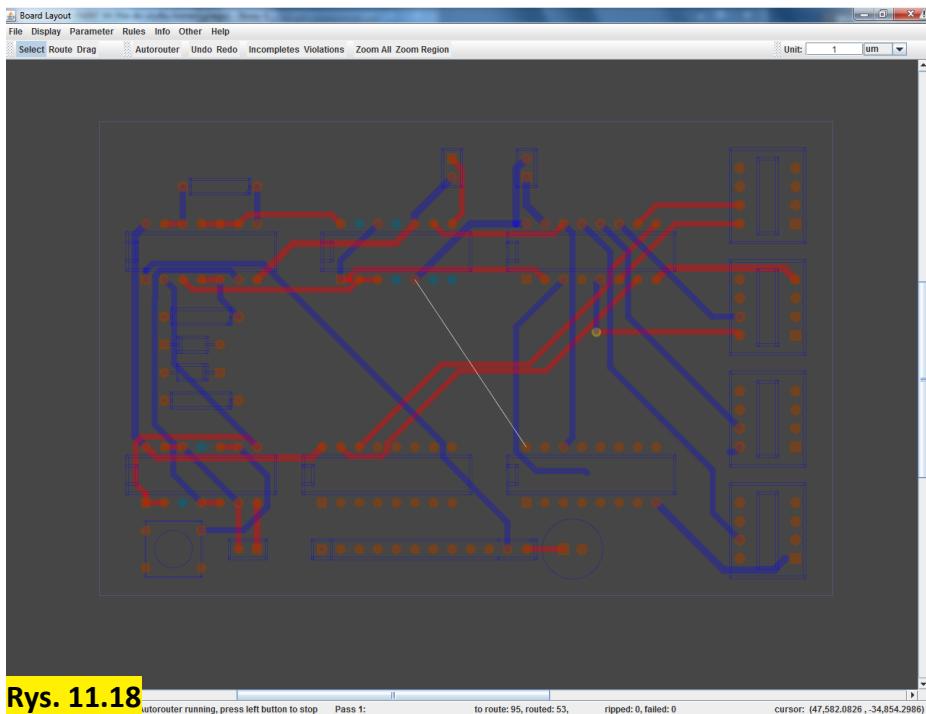
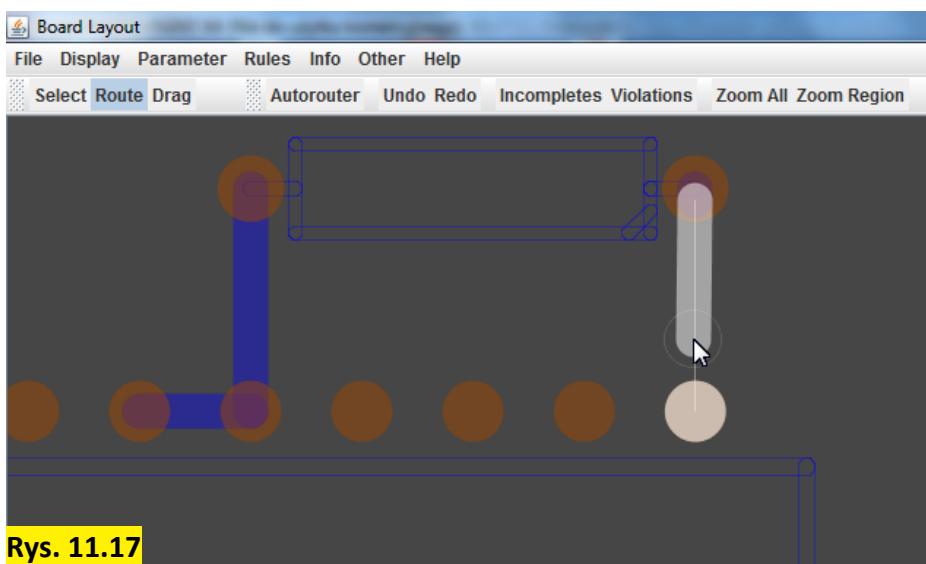
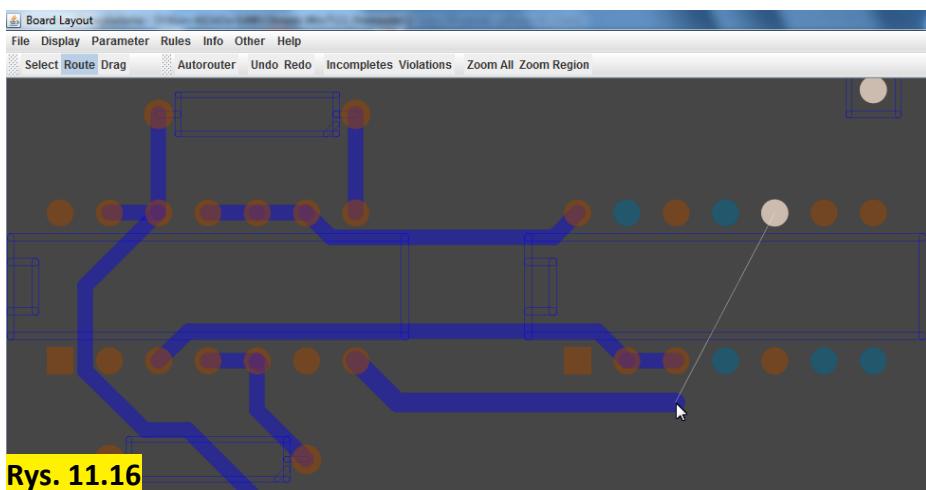
Rys. 11.14

rozmiaru jak również definiowanie nowych rozmiarów przelotek jak również ich usuwanie. Okno **Nets** z rysunku 11.13 umożliwia przypisywanie określonych sieci do wybranych klas połączeń. Ostatnie okno z menu **Rules** o nazwie **Net Classes** pokazane na rysunku 11.14 umożliwia zarządzanie klasami połączeń dostępnymi w FreeRouterze.

Na początek proponuję zapoznać się z ręcznym trasowaniem ścieżek we FreeRouterze w opisany wcześniej trybie dynamicznym i trybie szycia. Wybór ręcznego i automatycznego trasowania ścieżek we FreeRouterze pokazany jest na rysunku 11.15. W trybie dynamicznym klikamy raz lewym klawiszem myszki na wybranej linii wspomagającej projektowanie i prowadzimy ścieżkę do pola z którym ma powstać połączenie jak na rysunku 11.16. Pewną niedoróbką FreeRoutera jest to, że musimy kliknąć z idealną precyzją na linii wspomagającej projektowanie, aby rozpocząć trasowanie ścieżki. Wymaga go znacznego powiększenia planszy

roboczej i jest uciążliwe w czasie pracy. Kiedy kurSOR myszki znajdzie się na tym polu ścieżka zostanie automatycznie połączona bez potrzeby klikania. Wybór warstwy nastąpuje na dole okna pokazanego na rysunku 11.8. Jeśli w trybie dynamicznym będziemy prowadzić ścieżkę w pobliżu innej ścieżki, która będzie przeszkodą dla aktualnie trasowanej ścieżki to ścieżka – przeszkoda zostanie odepchnięta przez aktualnie trasowaną ścieżkę. Wymaga to trochę wprawy, ale dość szybko można opanować prowadzenie ścieżek w tym trybie.

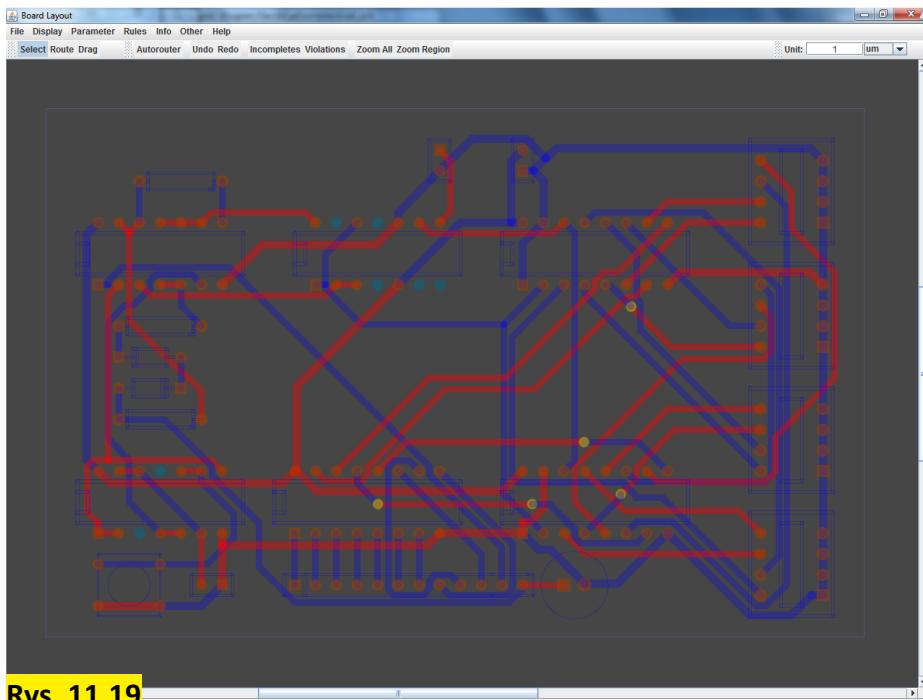
Drugi tryb ręcznego prowadzenia ścieżek to tryb szycia. Jak poprzednio warstwy wybiera się w oknie z rysunku 11.8. Po kliknięciu na wybranym polu lutowniczym trasowana ścieżka zmieni kolor na biały z końcówką w postaci oczka jak to widać na rysunku 11.17, które naprowadzamy na pole lutownicze które ma być połączone z tą ścieżką i trasowanie kończym pojedynczym kliknięciem lewego klawisza myszki. Także podczas przemieszczania



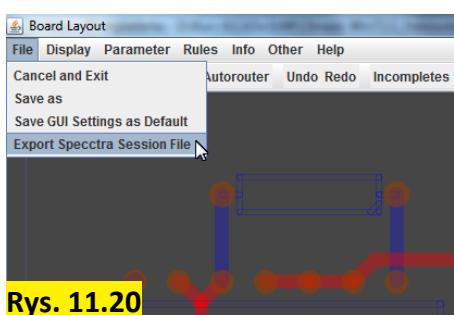
elementów na płytce już po ręczne trasowanie ścieżek, włączmy wytrasowaniu ścieżek, ścieżki autorouter po wcześniejszym zmieniają dynamicznie swój przebieg ustawieniu jego parametrów do na płytce. Jeśli nie mamy ochoty na własnych potrzeb. Okno FreeRoutera

podczas automatycznego trasowania ścieżek możemy zobaczyć na rysunku 11.18. Już teraz patrząc na trasowane ścieżki widać, że są one różnej szerokości czyli FreeRouter korzysta ze zdefiniowanych reguł projektowych. Po wytrasowaniu ścieżek, autorouter przystępuje do optymalizacji ich położenia. O ile u mnie na komputerze trasowanie ścieżek nie trwało więcej niż kilkadziesiąt sekund to optymalizacja ich przebiegu trwała znacznie dłużej. Trasowanie ścieżek można przerwać klikając kursem myszki w dowolnym miejscu na planszy projektowej FreeRoutera. Wytrasowana płytka wygląda u mnie jak na rysunku 11.19 i choć efekt pracy FreeRoutera jest lepszy niż standardowego autoroutera Pcbnew, nadal jest trudny do zaakceptowania. Można by poprawić przebieg niektórych ścieżek ręcznie, tylko po co kiedy od razu można je ręcznie odpowiednio poprowadzić? Założymy jednak, że efekt pracy FreeRoutera nas zadowala. Więc z menu File FreeRoutera wybieramy opcję **Export Specctra Session File** jak na rysunku 10.20. Znowu pojawi się okno z informacją, że FreeRouter musi mieć dostęp do odczytu i zapisu plików na dysku komputera. Po potwierdzeniu w oknie komunikatu pojawi się standardowe okno zapisu plików systemu Windows XP. W zasadzie powinno się pojawić bo pojawia się okno otwierania plików i wygląda to na błąd FreeRoutera. W oknie tym efekty pracy FreeRoutera zapisujemy jako plik **zamek cyfrowy ttl_fr.ses** i tu ważne jest podanie rozszerzenia pliku *.ses bo FreeRouter nie sugeruje tego rozszerzenia pliku. Po kliknięciu na przycisku Open w oknie plik został zapisany na dysku pomimo że okno sugerowało otwieranie pliku. Przy zapisie pliku FreeRouter pyta czy plik zapisać, że zdefiniowanymi regułami projektowymi.

Teraz ponownie w edytorze Pcbnew otwieramy okno z rysunku 11.2 i tym razem klikamy na przycisku **Importuj plik Specctra Session (*.ses)** i



Rys. 11.19

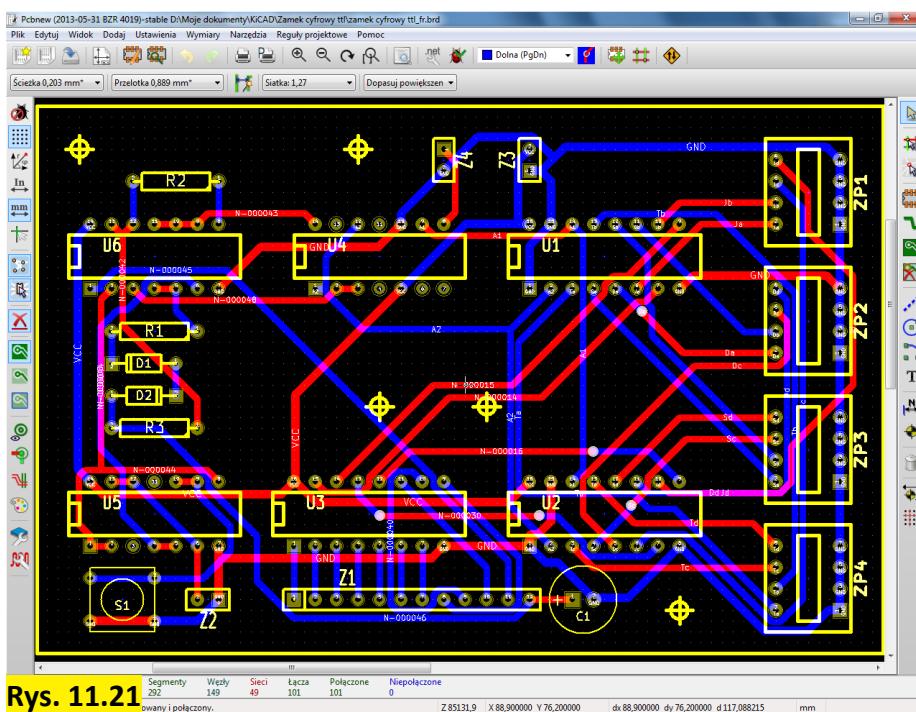


Rys. 11.20

trasuje ścieżki, choć można także w nim w razie potrzeby zmienić rozkład elementów. Na pocieszenie i zakończenie opisu FreeRoutera mogę dodać, że autorouterы komercyjnych programów też nie zawsze sobie radzą z trasowaniem ścieżek na prostych płytach drukowanych.

Połączenia wytrasowane przez FreeRouter zostaną wczytane do edytora Pcbnew co możemy zobaczyć na rysunku 11.21. Jak widać trasowanie ścieżek we FreeRouterze zamiast w standardowym autorouterze Pcbnew jest możliwe, choć w tym wypadku efekty pracy FreeRoutera nie są zadowalające. Na efekt końcowy ma wpływ także rozmieszczenie elementów na płytce, co w przypadku ręcznego trasowania ścieżek możemy łatwo zmienić w razie potrzeby. Natomiast autorouter tylko

wybieramy plik **zamek cyfrowy ttl_fr.ses** po otwarciu pliku Pcbnew zapyta czy chcemy odbudować bazę danych połączeń, co potwierdzamy.

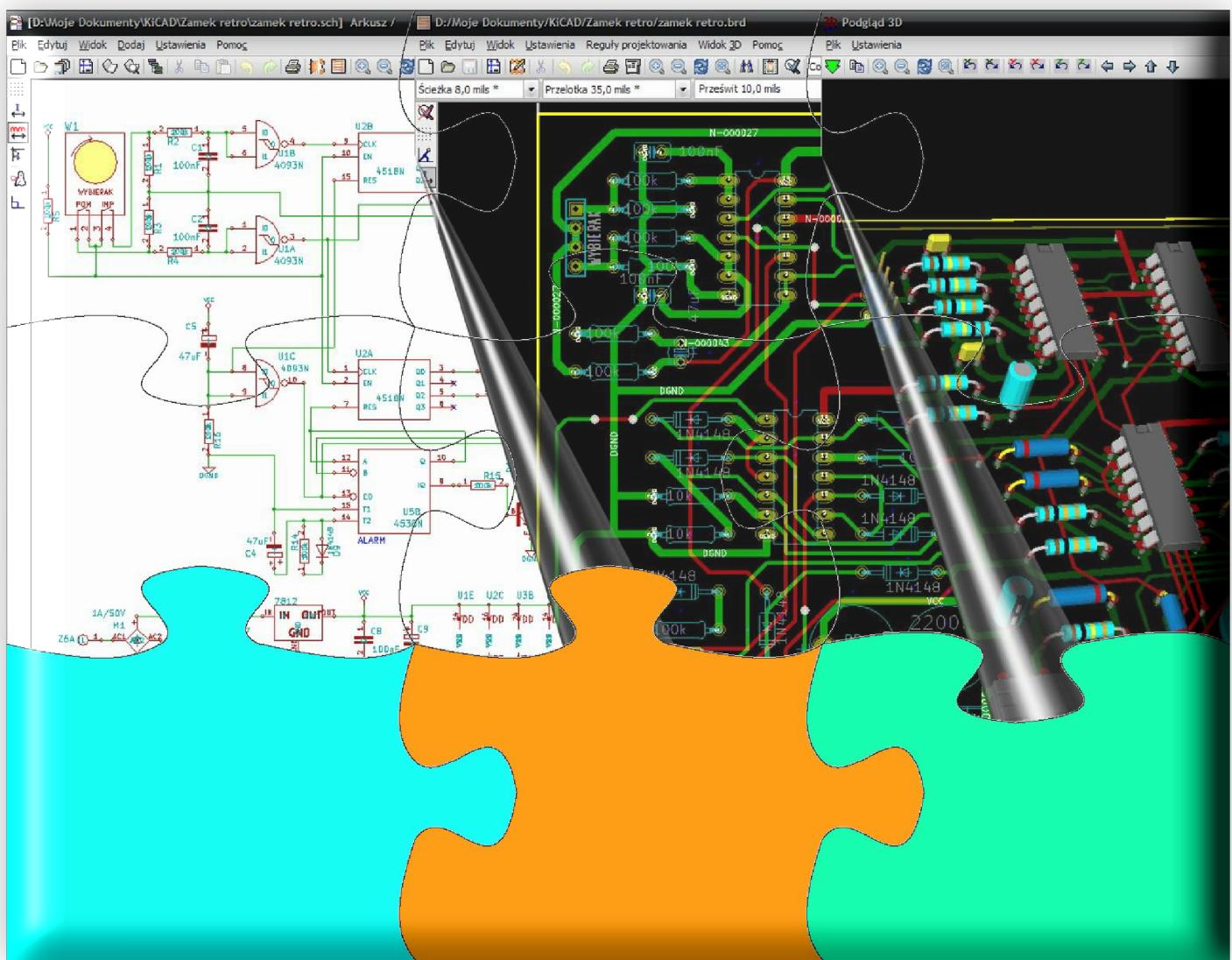


Rys. 11.21

ROZDZIAŁ SIÓDMY

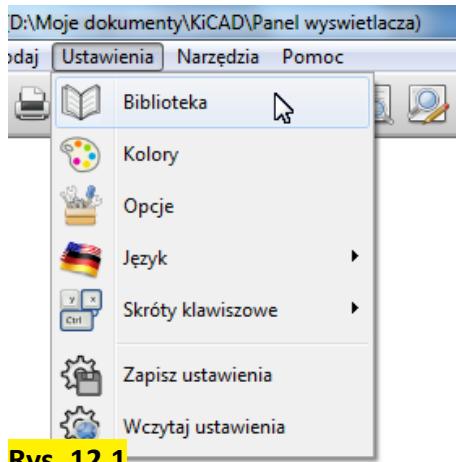
PROJEKT Z

BIBLIOTEKAMI EAGLE



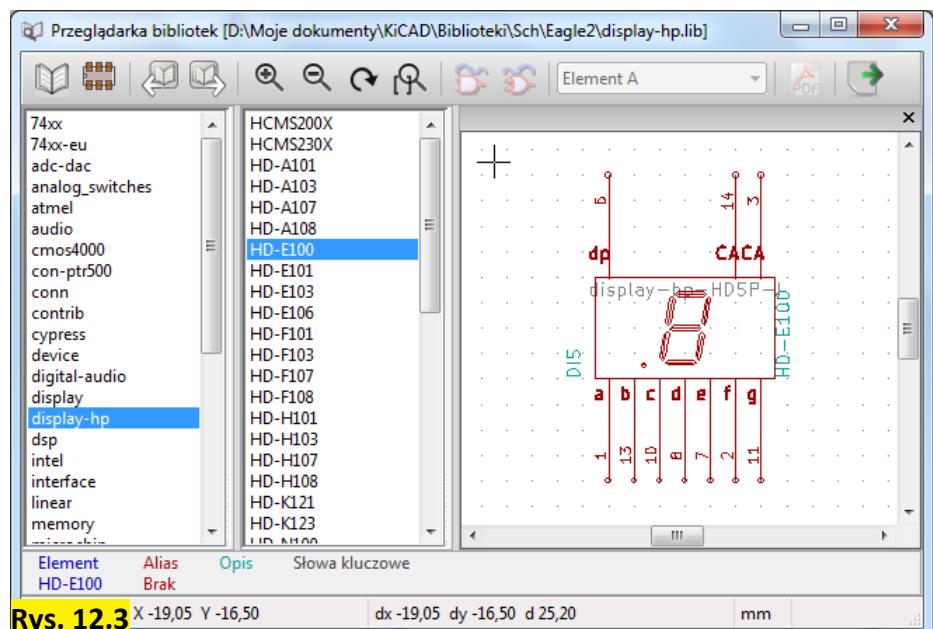
Projekt z bibliotekami z programu Eagle

Teraz przedstawię prosty przykładowy projekt z wykorzystaniem przekonwertowanych bibliotek programu Eagle. Projekt rozpoczynamy od utworzenia nowego projektu w nowym folderze o nazwie kojarzącej się z projektem. Następnie uruchamiamy program Eeschema i z menu **Ustawienia** wybieramy opcję **Biblioteka** jak na rysunku 12.1. Otworzy się okno



Rys. 12.1

rysunku 12.2, gdzie klikamy na przycisku **Dodaj**. Otworzy się wówczas standardowe okno dodawania plików systemu Windows XP i w zależności od



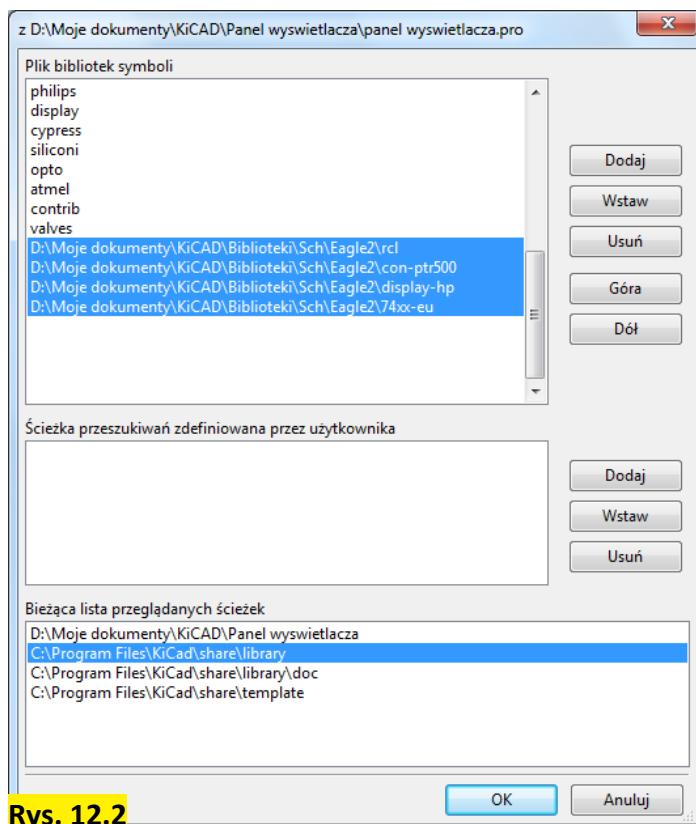
Rys. 12.3

tego gdzie kto ma na dysku biblioteki dodajemy potrzebne biblioteki przekonwertowane z programu Eagle. Potrzebne biblioteki trzeba za każdym razem dodawać do każdego nowego projektu. Dodatkowe biblioteki wczytuje się w miarę swoich potrzeb. Ja u siebie dodałem biblioteki **rcl**, **con-prt500**, **display-hp** i **74xx-eu** co można zobaczyć na rysunku 12.2 po czym zatwierdziłem dokonane zmiany przyciskiem OK z rysunku 12.2. Jak widzimy na rysunku 12.3 który przedstawia przeglądarkę bibliotek przekonwertowan

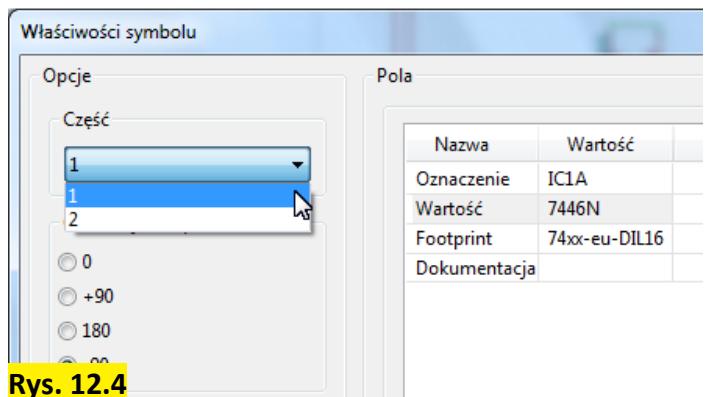
UWAGA: Teraz bardzo ważne informacje!

Mianowicie przy umieszczaniu elementów na planszy schematu chcąc dodać całe złącze AK300/10 (wszystkie jego piny), należy umieścić kolejno jego dziesięć pinów jak na przykładowym schemacie. W tym celu można korzystać ze skrótu klawiaturowego **C** lub opcji **Kopiuj element** dostępnej w menu kontekstowym myszki po kliknięciu na danym elemencie, w tym przypadku pinie złącza AK300/10. Także dodajemy na planszę schematu drugi dekoder 7446N. **Dlaczego?**

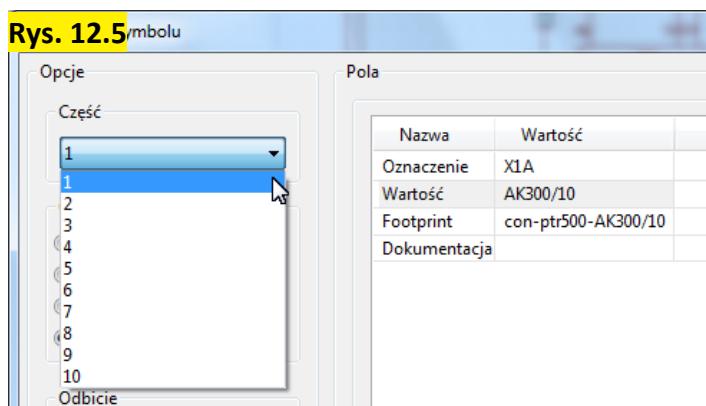
Wyjaśnię to w pierwszej kolejności na dekoderze 7446N. Mianowicie w programie Eagle piny zasilania układów scalonych dostępne są dopiero po kliknięciu na ikonę **Invoke** i po przekonwertowaniu biblioteki **74xx-eu** stanowią one drugą część dekodera **7446N**. Pokazałem to obrazowo na rysunku 12.4. Podobnie jest z innymi elementami, takimi jak złącza. W programie Eagle po umieszczeniu np. złącza **AK300/10** na planszy schematu, jego piny można przesuwać osobno. Po przekonwertowaniu biblioteki **con-prt500** piny wszystkich złącz są dostępne osobno i złącze **AK300/10** składa się z dziesięciu części co widać na rysunku 12.5. Podobnie jest też z przekaźnikami, gdzie osobno dostępna



Rys. 12.2



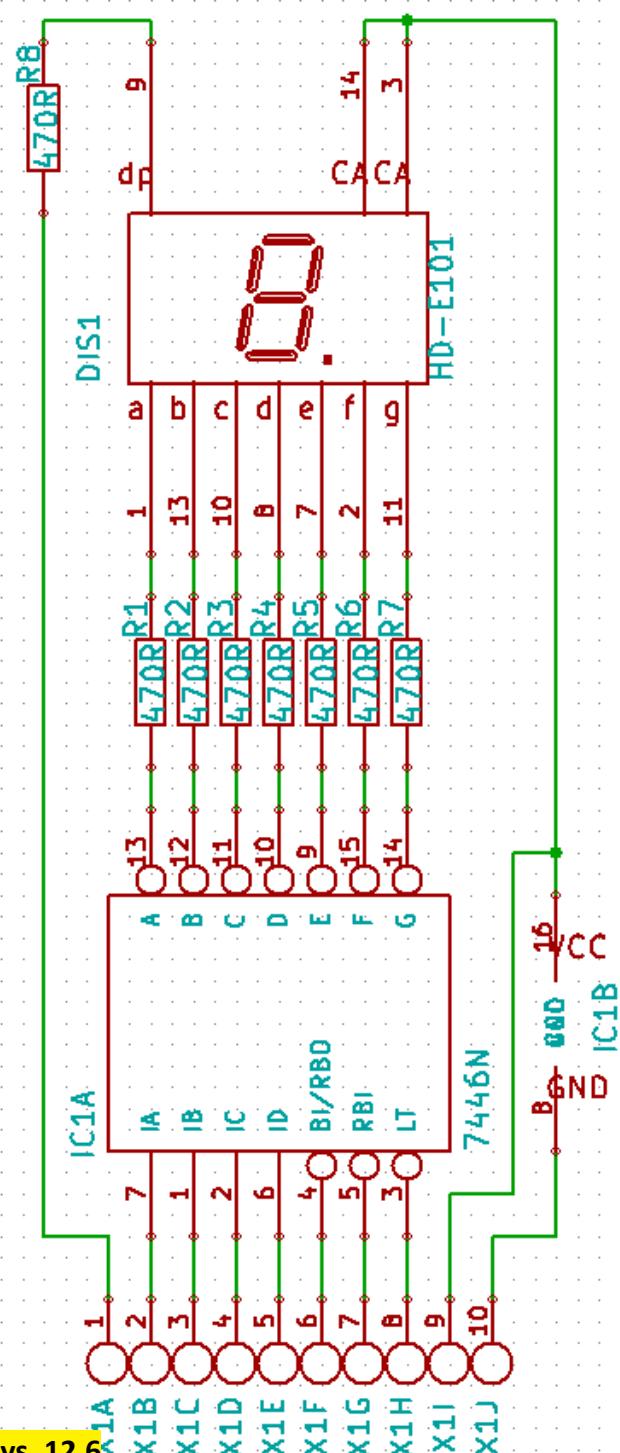
Rys. 12.4



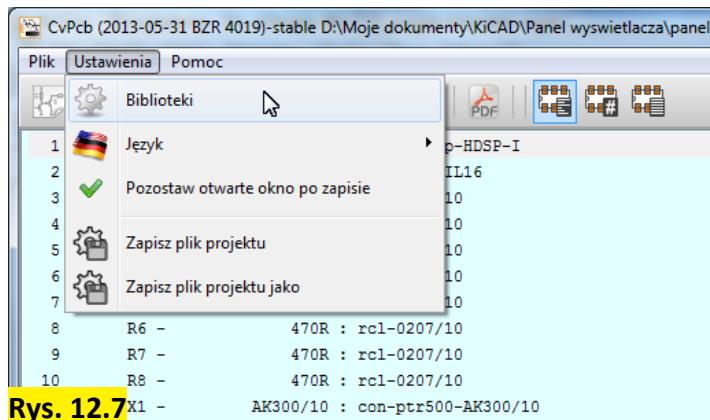
jest cewka przekaźnika i jego styki. Opisane tu właściwości przekonwertowanych bibliotek dotyczą tylko elementów schematowych. Rysunek 12.4 przedstawia okno właściwości elementu 7446N - jak widać składa się on z dwóch części. Część pierwsza to właściwy dekoder 7446N, a część druga to jego piny zasilania. Musimy więc na planszy schematu umieścić dwa układy o oznaczeniu U1A i U1B. U1A jest to właściwy dekoder 7446N a U1B są to jego piny zasilania. Jeśli nie umieścimy tak oznaczonych (a właściwe dwóch oznaczonych w opisany powyżej sposób) układów U1, to nie będziemy mieli dostępnych jego pinów zasilania. Podobnie wygląda sprawa złącza, gdzie poszczególne jego styki oznaczone są jako X1A – X1J co widać tym razem na rysunku 12.5. Myślę, że wyjaśnitem to w miarę zrozumiale. Jeśli np. piny złącza AK300/10 oznaczymy jako Z1A, Z2B lub Z2A, to później na płytce będziemy mieli więcej niż jedno złącze. Podobnie jest z układami scalonymi, przekaźnikami, itp. Aby nasz schemat był bardziej czytelny możemy wyłączyć wyświetlanie niektórych

planszy schematu elementy połączylem jak na rysunku 12.6. Następnie mając gotowy schemat wygenerowałem netlistę. Po utworzeniu netlisty uruchamiamy program Cvbcb. Pierwszą rzeczą po jego uruchomieniu jest dodanie bibliotek Eagle, rcl, **con-prt500, display-hp i 74xx-eu**. Aby dodać te biblioteki wybieramy menu **Ustawienia** -> **Biblioteki**, jak to widać na rysunku 12.7. Otworzy się okno z rysunku 12.8 i w nim wczytujemy podane wyżej biblioteki poprzez kliknięcie na

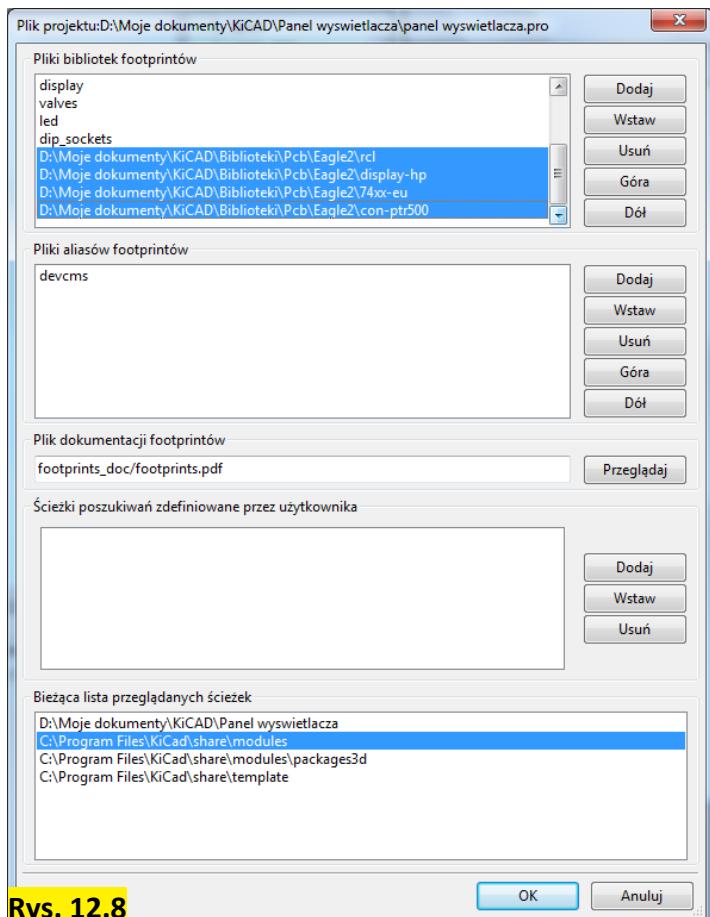
tekstów w opisie i przycisku **Dodaj**. Jednak tym razem oznaczeniu elementów służy do rozszerzeniem *.mod i zatwierdzamy tego opcja **Pokaż tekst** w oknie właściwości elementu. W ten sposób wyłączylem tekst **X1**. **AK300/10** w wartości elementu X1. Umieszczone na



Rys. 12.6

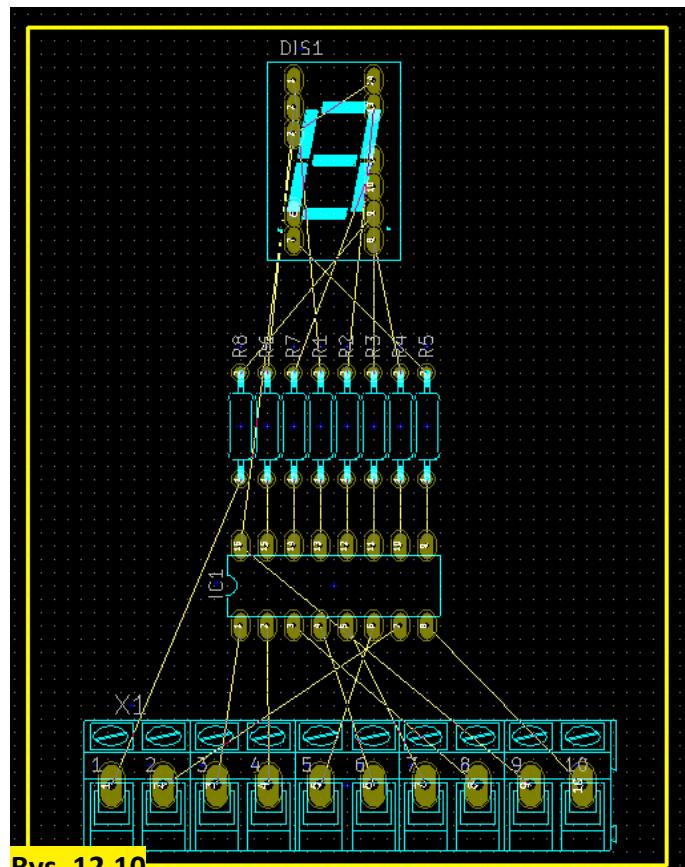


Rys. 12.7 X1 - AK300/10 : con-ptr500-AK300/10



Rys. 12.8

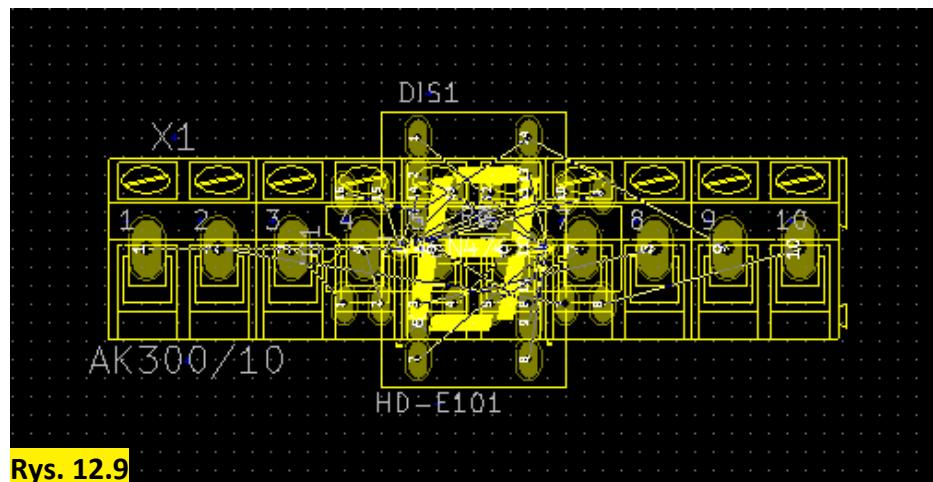
Po uruchomieniu programu Pcbnew, ponownie musimy wczytać biblioteki płytkowe **rcl, con-prt500, display-hp i 74xx-eu** i zatwierdzić konfigurację programu Pcbnew. Biblioteki wczytuje się poprzez menu **Ustawienia -> Biblioteka** podobnie jak w programie Eeschema i Cvpcb. Po wczytaniu netlisty do programu Pcbnew jak widzimy na rysunku 12.9 elementy płytkowe wyglądają znajomo. Są to takie same elementy płytkowe jak w programie Eagle, czyli wszystko jest OK. Nie ma powielonych elementów płytkowych pomimo iż dwa razy



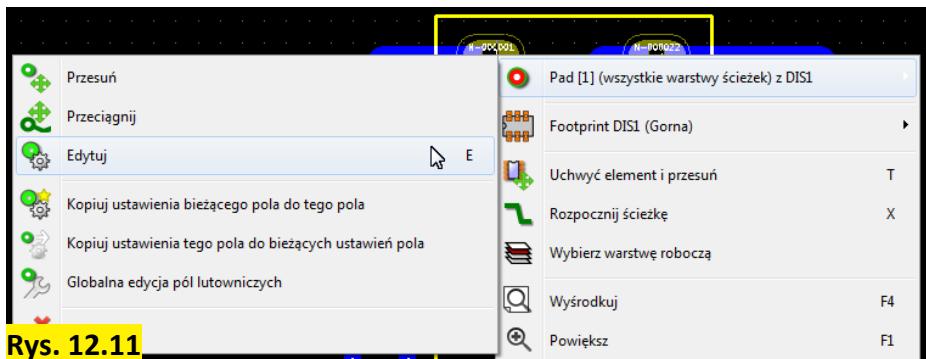
Rys. 12.10

umieszczaliśmy na schemacie układ **7446N** i dziesięć razy złącze **AK300/10**. Poniższy rysunek przedstawia już rozmieszczone ręcznie na płytce o wymiarach 60 x 80 mm elementy. Jednak kiedy przyglądamy się wyświetla-

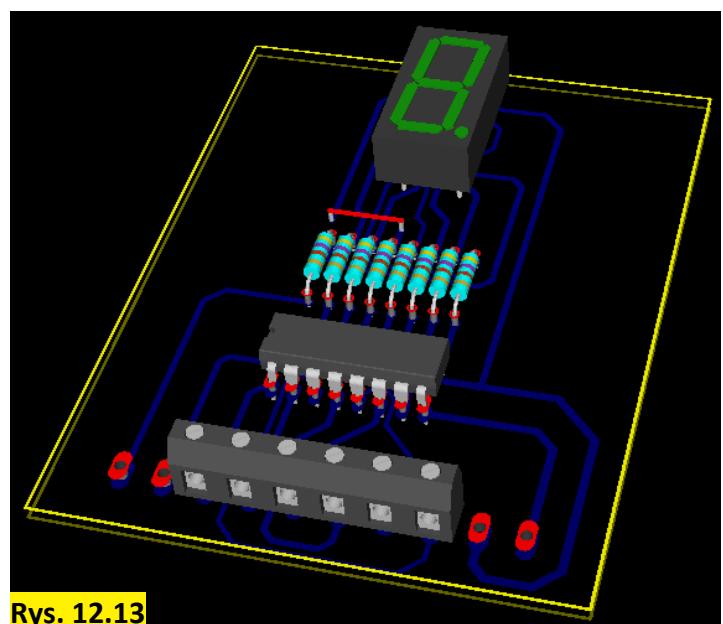
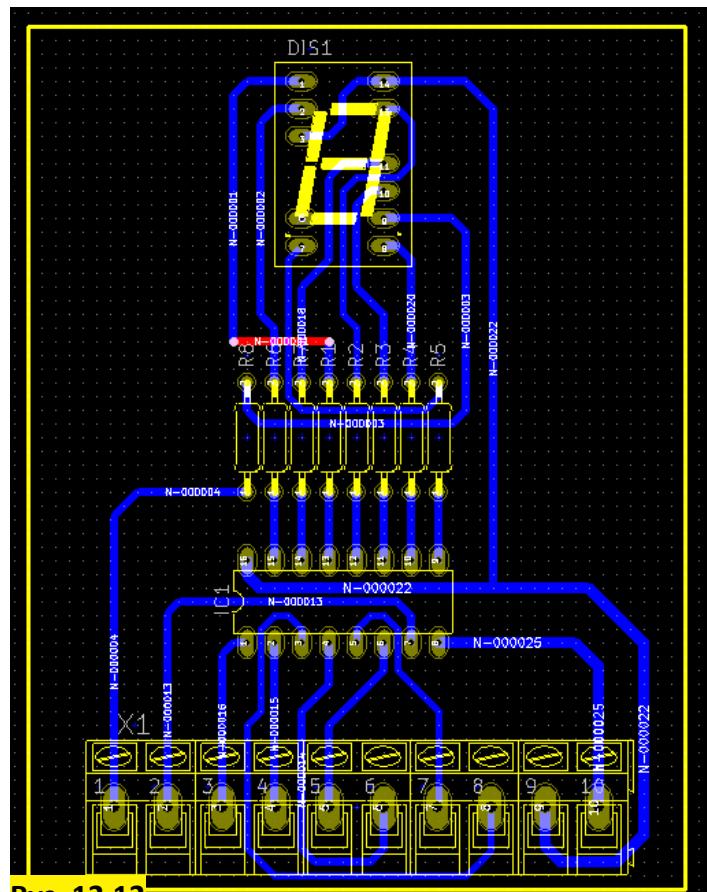
zobaczmy, że jego pola lutownicze są jakoś dziwnie obrócone tak, że są ze sobą zwarte. Trzeba to poprawić, więc ustawiamy kurSOR myszki na poszczególnych polach lutowniczych wyświetlacza i z menu kontekstowego myszki wybieramy edycję pól lutowniczych jak na rysunku 12.11. Próbowałem edycji globalnej pól lutowniczych tego wyświetlacza, ale u mnie obracane było tylko bieżące pola lutownicze. Rysunek 12.12 przedstawia płytke z ręcznie wytrawowanymi ścieżkami. Trasowanie



Rys. 12.9

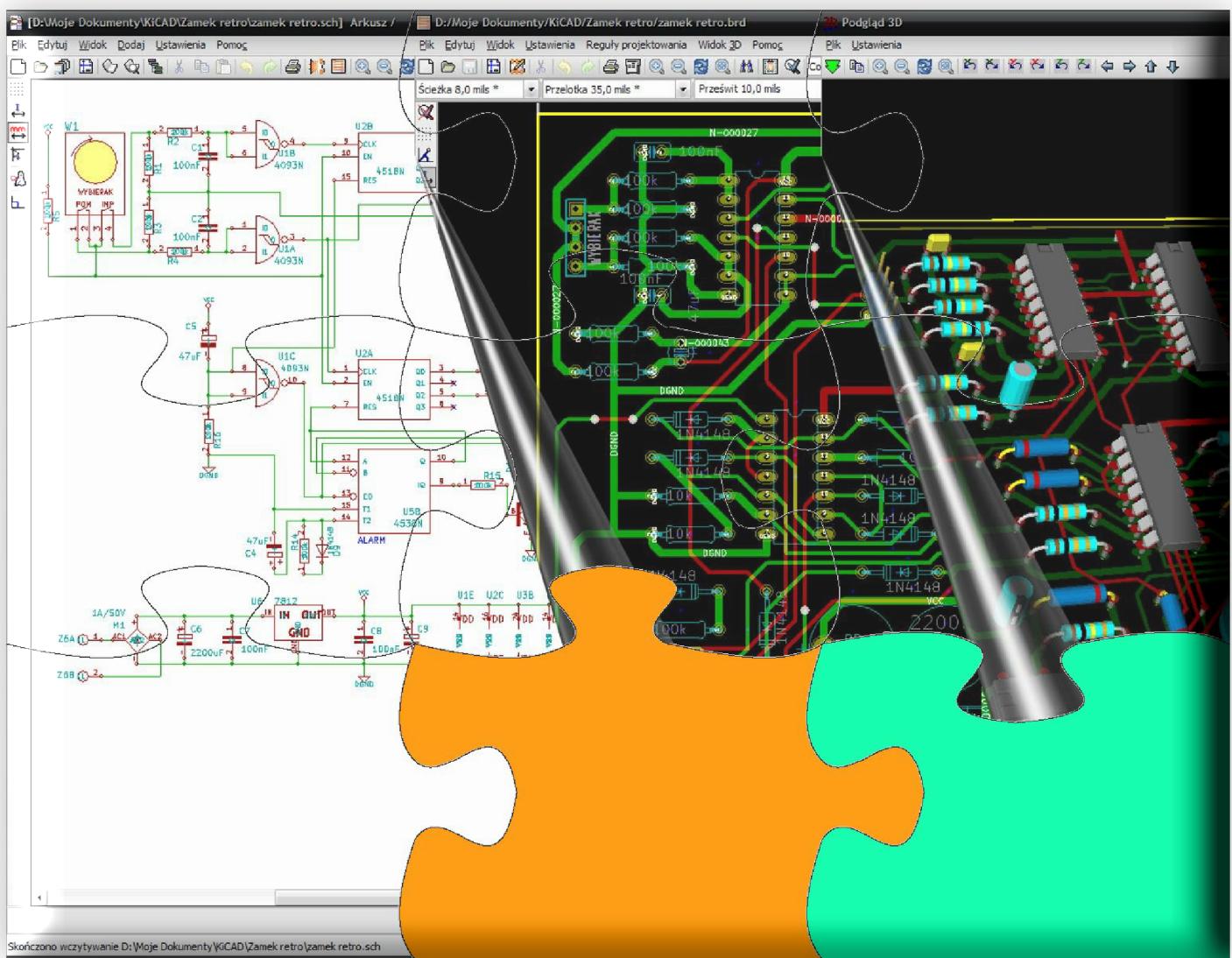


to tylko płytka przykładowa. Na koniec możemy sobie jeszcze wygenerować obraz 3D naszej przykładowej płytki zaprojektowanej z bibliotekami z programu Eagle. Jej wygląd możemy zobaczyć na rysunku 12.13. Co prawda elementy 3D nie są idealnie dobrane, ale pozwalają zobaczyć wygląd zaprojektowanej płytki. Jak widzimy korzystanie z przekonwertowanych bibliotek Eagle także nie jest pozbawione różnych drobnych utrudnień, dlatego warto korzystać z własnych bibliotek lub bibliotek udostępnionych w Internecie przez innych użytkowników KiCAD'a.



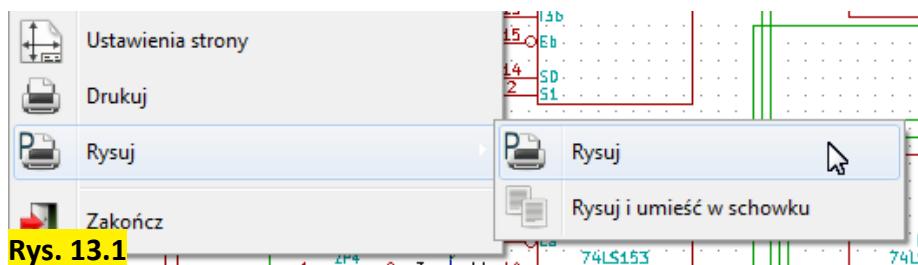
ROZDZIAŁ ÓSMY

EKSPORT DANYCH

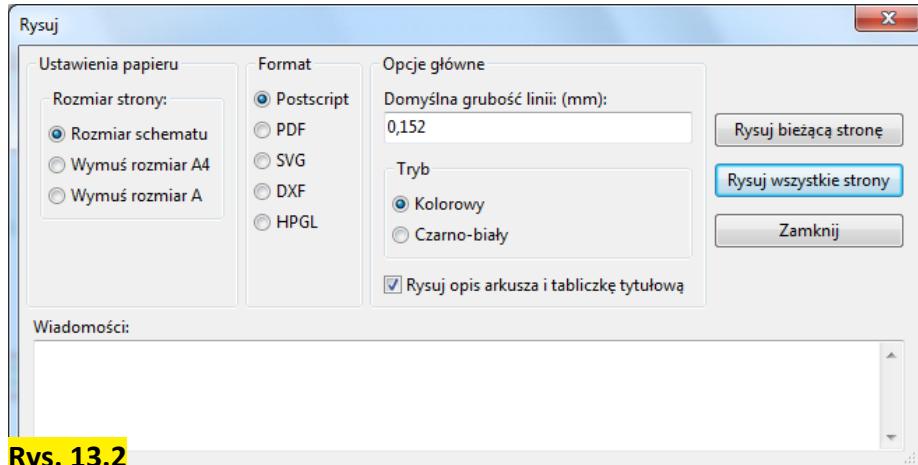


Eksport danych z Eeschema

Po zakończeniu wszystkich czynności projektowych często zachodzi potrzeba wyeksportowania określonych danych z programów które były użyte do projektowania. Cel eksportu tych danych może być różny, jak choćby potrzeba umieszczenia schematu czy rysunku płytki drukowanej na swojej stronie internetowej. Może ktoś nie mieć zainstalowanego KiCAD'a i nie chce go instalować tylko na „jeden raz”. Na początek zajmiemy się eksportem danych z edytora schematów Eeschema. W menu **Plik → Rysuj** edytora Eeschema są dostępne opcje

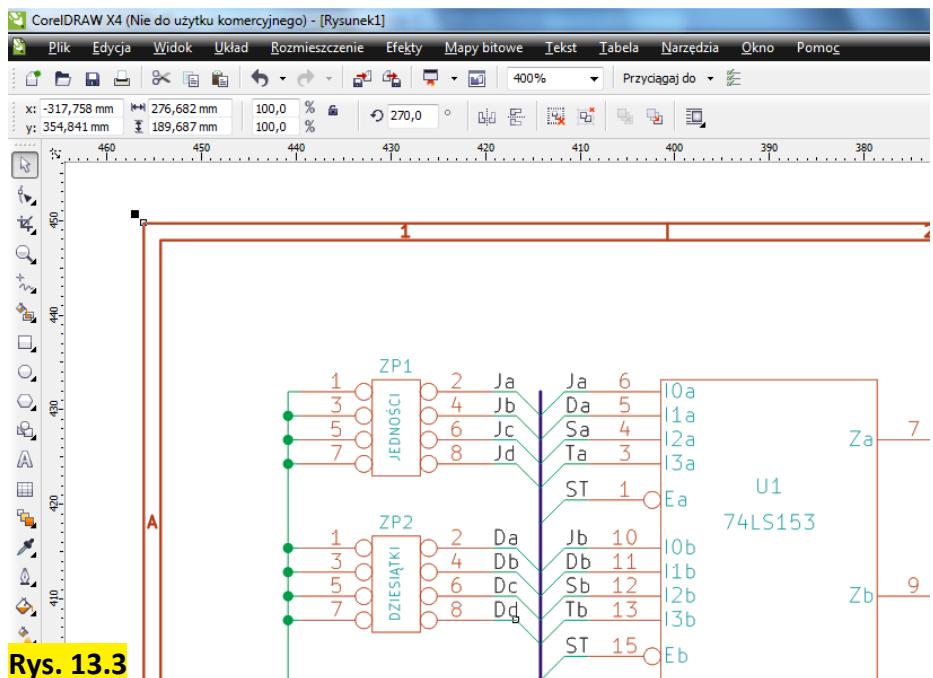


Rys. 13.1

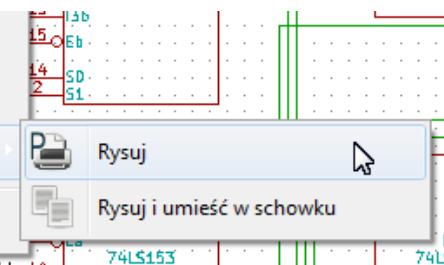


Rys. 13.2

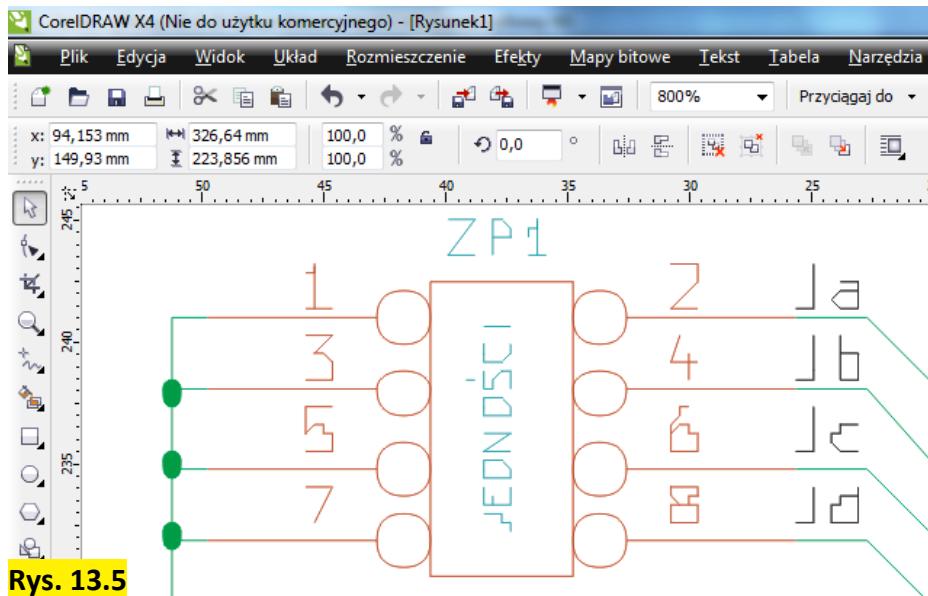
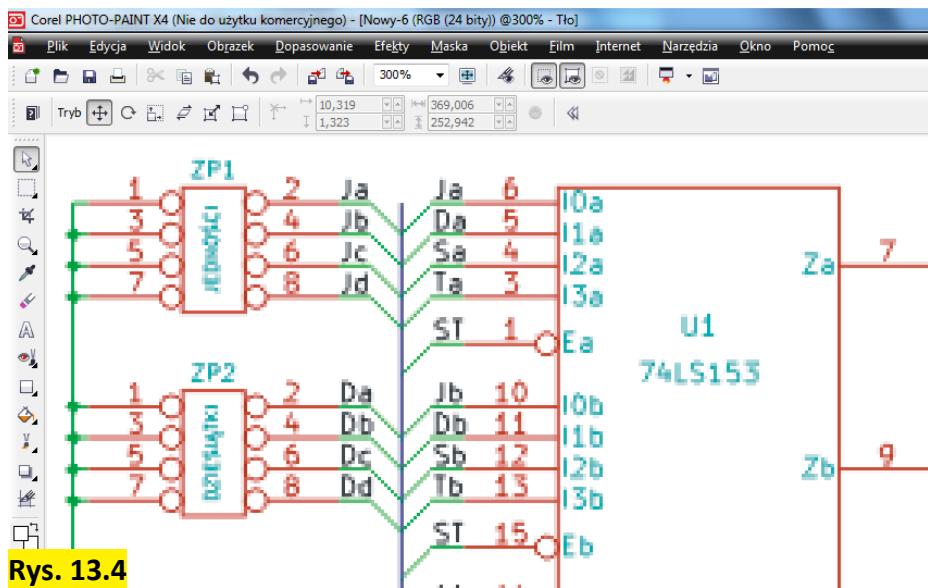
eksportu schematu jak na rysunku 13.1 oraz poprzez schowek. Za pośrednictwem okna z rysunku 13.2 dostępne są następujące formaty plików, postscript, HPGL, SVG, DXF oraz kopiowanie schematu do systemowego schowka. W większości te formaty plików możemy bez problemów zaimportować do darmowego programu graficznego Inkscape, choć u mnie Inkscape miał problem z zaimportowaniem pliku postscriptowego. Natomiast Corel



Rys. 13.3



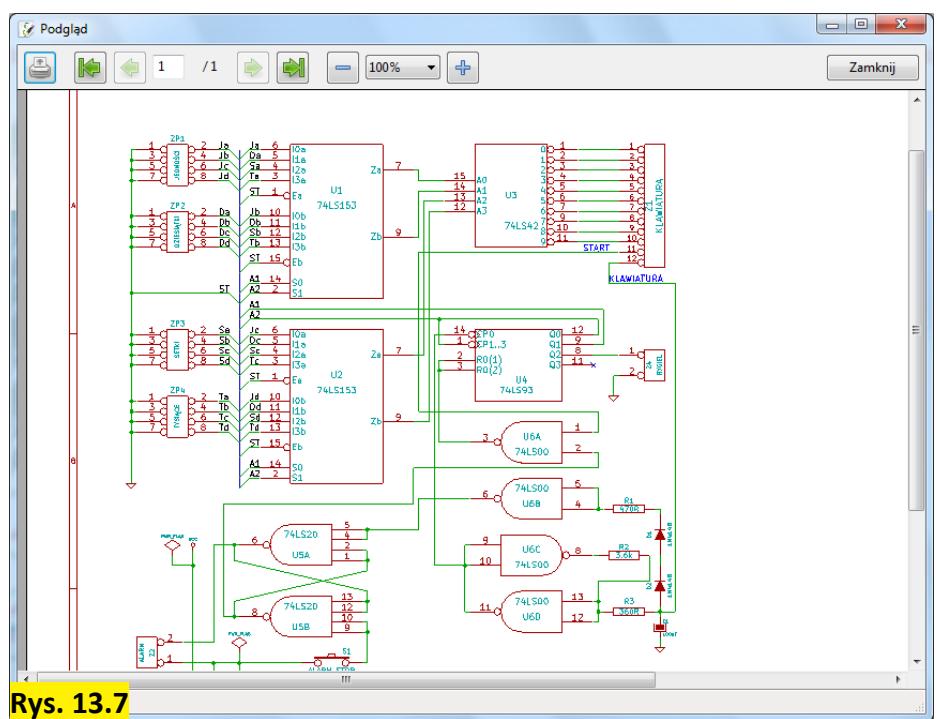
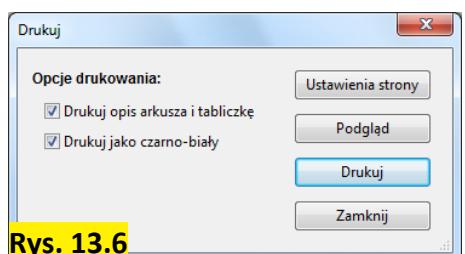
symbolach bramek logicznych w obydwóch programach. Natomiast z importem pliku DXF (Auto CAD) Inkscape również sobie u mnie nie poradził, a Corel Draw po chwili wczytał plik DXF. Widzimy więc, że musimy wybrać format eksportowanego pliku w zależności od możliwości naszego oprogramowania graficznego. Z tym, że format postscriptowy jest najbardziej uniwersalny w różnego rodzaju programów graficznych. Po wybraniu eksportu naszego zamka do pliku postscriptowego pojawi się okno z rysunku 13.2, gdzie mamy możliwość wyboru rozmiaru strony, grubości linii schematu oraz czy rysunek ma być kolorowy czy czarno biały. Po kliknięciu na przycisku **Rysuj stronę** w okienku z rysunku 13.2 utworzony plik **zamek cyfrowy.ps**. Po zaimportowaniu tego pliku do programu Corel Draw nasz schemat będzie wyglądał podobnie jak na rysunku 13.3. W programie Corel Draw mamy możliwość dalszej obróbki graficznej naszego schematu. Po „rozgrupowaniu” zaimportowanego schematu będzie się on składał z mnóstwa różnego rodzaju linii, linii krzywych, punktów, itp. Dzięki temu mamy możliwość ich zaznaczania i modyfikowania. W ten sposób można



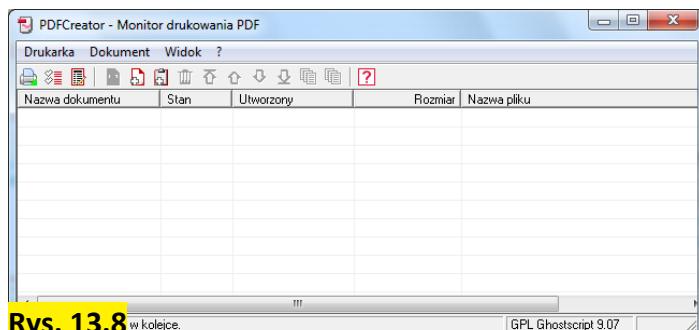
usunąć ramkę wokół schematu oraz tabelkę i po ustaleniu rozmiaru rysunku zapisać go lub wyeksportować w potrzebnym formacie. Podobne możliwości ma darmowy program Inkscape. Tutaj ważna uwaga, eksportowany w ten sposób rysunek schematu jest eksportowany w postaci tak zwanego rysunku wektorowego, który nie traci na jakości (pikselizacja) podczas powiększania i skalowania. Nie polecam natomiast eksportu schematu poprzez schowek jak to widać na rysunku 13.1. Wówczas schemat jest eksportowany w postaci rysunku bitmapowego w niskiej rozdzielcości i tego rodzaju rysunek mocno traci na jakości podczas skalowania i powiększania jak to

widac na rysunku 13.4. W dodatku przy bezpośrednim importie schematu poprzez schowek do programu Corel Photo Paint rysunek nie ma tła, a przy wklejeniu takiego schematu do programu Corel Draw schemat ten jest trochę zniekształcony, głównie tekst co widać na rysunku 13.5. Wklejony poprzez schowek schemat do Corel Draw zachowuje cechy rysunku wektorowego, jednak jego zniekształcenia dyskwalifikują ten sposób eksportu schematu. Wklejanie schematu poprzez schowek nie działa poprawnie w programie Inkscape.

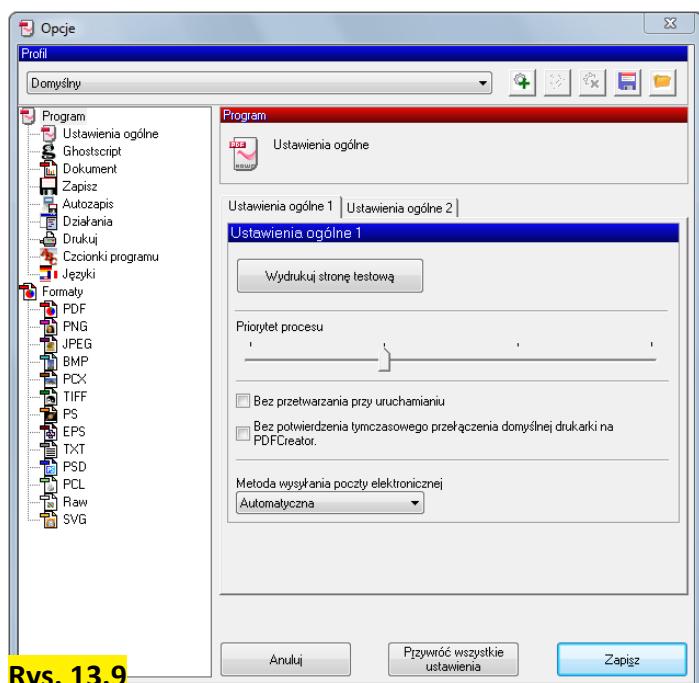
W nieco innym sposobie możemy jeszcze eksportować schemat poprzez jego drukowanie. Po wybraniu drukowania pojawi się okienko pokazane na rysunku 13.6, gdzie możemy ustawić sposób drukowania według potrzeb. Między innymi możemy wyłączyć drukowanie ramki i tabelki na schemacie, co można zobaczyć na rysunku 13.7, który



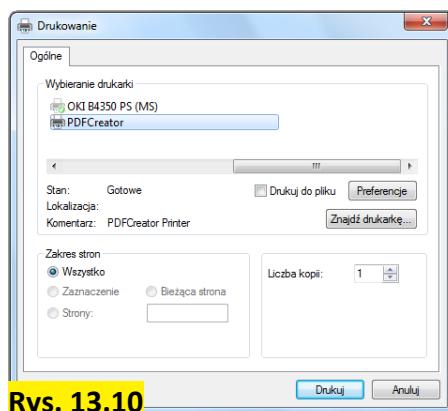
przedstawia podgląd wydruku schematu. Tylko co nam po papierowym wydruku? Oczywiście wydruk papierowy może być nam potrzebny jeśli mamy dostęp do fizycznej drukarki. Są jednak wirtualne drukarki, czyli programy które udają drukarkę. Obsługuje się je tak samo jak zwykłą drukarkę stojącą na biurku. Jednym z takich programów jest darmowy **PDF Creator**, który ma możliwość wydruku nie tylko do plików PDF, ale także do kilku popularnych plików graficznych w tym do pliku postscriptowego. Więc mamy dodatkowe możliwości eksportu schematu. Należy jednak pamiętać o ograniczeniach ograniczeniach plików bitmapowych i należy eksportować schemat w postaci plików wektorowych (postscriptowych). Na rysunku 13.8 pokazane jest główne okno PDF Creatora, a na rysunku 13.9 jego zaawansowane ustawienia. Po wybraniu drukowania w oknie z



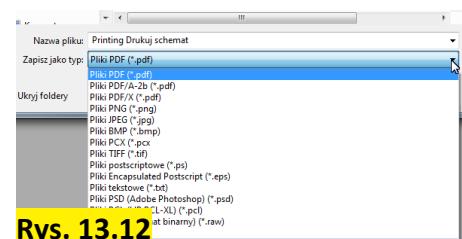
Rys. 13.8



Rys. 13.9



Rys. 13.10



Rys. 13.12

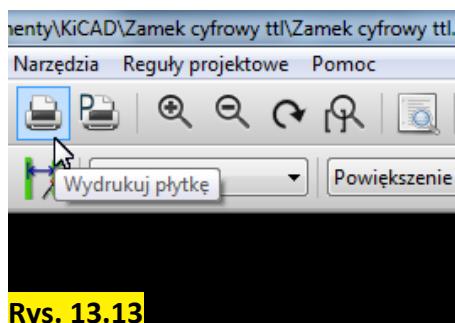
rysunku 13.10 musimy wybrać jako drukarkę PDF Creator'a pojawi się kolejne okno z rysunku 13.11, gdzie mamy możliwość wprowadzenia danych o drukowanym pliku jak również otwarcia okna konfiguracyjnego z rysunku 13.9. Na koniec pojawi się okno zapisu pliku z rysunku 13.12, gdzie z rozwijanej listy możemy wybrać lokalizację i format pliku w jakim zostanie zapisany nasz wirtualny wydruk. Utworzony przez PDF Creatora plik w zależności od rodzaju pliku bez większych

problemów powinien dać się zimportować do programów takich jak Inkscape, Corel Draw, Gimp lub Corel Photo Paint. Opisany tutaj wirtualny wydruk za pomocą PDF Creatora ma także zastosowanie w przypadku edytora płytka drukowanych Pcbnew. Jednak w tym przypadku należy zwrócić uwagę na skalę wydruku, jeśli miałby być on wykorzystany do wykonania płytki drukowanej.

Eksport danych z edytora Pcbnew

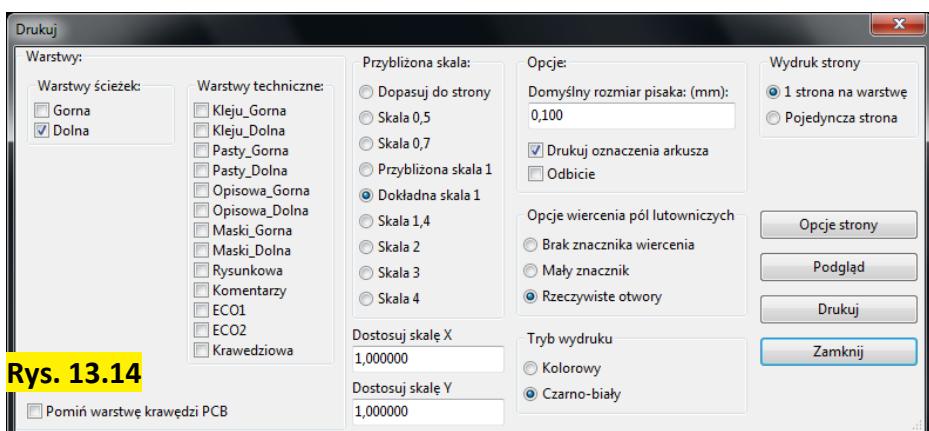
W przypadku płytka drukowanej jej eksport jest bardziej skomplikowany niż w przypadku schematu. O ile w przypadku schematu wystarczy jeśli jego wydruk będzie czytelny to w przypadku płytka należy uwzględnić wiele dodatkowych czynników, o ile rysunek płytka nie będzie pełnił jedynie roli rysunku płytka na stronie internetowej lub na poglądowym wydruku. Jak wiadomo płytka drukowana składa się często z dwóch lub większej ilości warstw i wydruki dokonuje się osobno dla każdej z warstw. W przypadku wykonywania płytka w warunkach domowych metodą termotransferu lub fotochemiczną musi być zachowana skala 1:1 płytka drukowanej, a warstwy muszą być w odpowiednim odbiciu. W przypadku przemysłowego wykonania płytka drukowanej dane produkcyjne zapisuje się w standardzie zwanym „Gerberem”. Standard ten zawiera dane zaprojektowanej płytki drukowanej osobno dla poszczególnych jej warstw. Pozwala to na przemysłowe wykonanie płytka drukowanej bez względu na to z jakiego programu do projektowania się korzysta. Do tego potrzebny jest też plik wierceń, w kolejnym standardzie zwanym

„Excellonem”, który zawiera dane o rozkładzie i rozmiarze otworów na płytce drukowanej. Dzięki czemu możliwe jest automatyczne wiercenie płytki drukowanej na wiertarce numerycznej. Dodatkowo jest też możliwe wygenerowanie pliku „Pick & Place” dla automatów montujących elementy na płytach drukowanych. Widzimy więc, że w przypadku płyt drukowanych tworzenie danych wyjściowych dla zaprojektowanej płytki drukowanej jest bardziej skomplikowane niż w przypadku schematu. Jak już wspomniałem jeśli rysunek płytki drukowanej na pełni tylko rolę poglądową na stronie internetowej czy też na papierowym wydruku to możemy wykonać zrzut ekranu za pomocą zewnętrznej aplikacji lub po prostu wciskając klawisz Print Screen z klawiatury i wstawiając rysunek płytki za pośrednictwem schowka do wybranego programu graficznego, np. Gimp. Pcbnew w przeciwieństwie do Eeschema nie posiada opcji kopiowania obrazu płytki do schowka. Można też skorzystać opisanego przy edytorze Eeschema sposobu eksportu danych za pomocą wirtualnej drukarki PDF Creator. Jednak przy drukowaniu płytki drukowanej musimy wybrać którą warstwę chcemy wybrukować. W tym celu klikamy na ikone **Wydrukuj płytke** pokazaną na rysunku 13.13, po czym otworzy się



Rys. 13.13

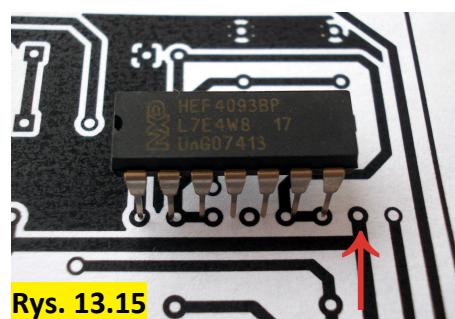
okno pokazane na rysunku 13.14. W oknie tym mamy możliwość ustawienia wielu zaawansowanych parametrów wydruku naszej płytki zarówno w wersji na papierze jak i na wirtualnym wydruku za pomocą PDF Creatora. I tak w oknie w rysunku



Rys. 13.14

13.14 mamy możliwość pominięcia warstwy krawędzi płytki drukowanej. Jednak w naszym przypadku pozostawiamy tą opcję wyłączoną, czyli warstwa krawędzi płytki drukowanej się drukuje. Następnie w ramce **Warstwy** mamy możliwość wyboru, które warstwy mają być wydrukowane. W przypadku naszej płytki potrzebny jest rysunek warstw dolnej i górnej oraz opisowej górnej i te warstwy należy zaznaczyć. Następna ramka to **Dostosuj skalę**, gdzie mamy możliwość wybrania skali wydruku naszej płytki. Domyślnie wybrana jest opcja **Dokładna skala 1** i przy tym ustawieniu robimy próbny wydruk na papierze. Następnie do wydrukowanego rysunku płytki w miejscu gdzie znajduje się układ scalony przykładamy prawdziwy układ scalony jak na rysunku 13.15 i sprawdzamy czy jego wyprowadzenia się pokrywają z wydrukiem. Jak widać na rysunku 13.15 skala wydruku nie jest zachowana i wydruk jest znacznie szerszy niż układ scalony na wydruku. Czerwona strzałka wskazuje ostatnie pole lutownicze układu scalonego, które znalazło się poza jego fizycznym obrysem. Gdyby płytki została wykonana to układu scalonego nie

udalo by się umieścić na jego miejscu na płytce. Problem ten w mniejszym zakresie dotyczy rezystorów, kondensatorów, itp. Jeśli są problemy ze skalą wydruku to możemy ją skorygować w okienkach **Dostosuj skalę X**, **Dostosuj skalę Y**. Moja drukarka przy ustawieniu **Dokładna skala 1** nie miała problemów ze skalą wydruku, ale trzeba wiedzieć jak skorygować skalę wydruku jeśli jakaś drukarka nie potrafi jej zachować. Opcji **Domyślny rozmiar pisaka** nie zmieniamy, natomiast opcja **Drukuj oznaczenia arkusza** pozwala na wydruk ramki i tabelki na każdym wydruku. Opcja **Odbicie** drukuje daną warstwę w odbiciu lustrzanym pod warunkiem, że każda warstwa drukowana jest osobno. Ustawia się to w ramce **Wydruk strony**, gdzie opcja **1 strona na warstwę** drukuje jedną warstwę na jedną stronę, a za jednym razem drukowane są wszystkie strony. Natomiast opcja **Pojedyncza strona** drukuje za jednym razem jedną wybraną wcześniej stronę. Wracając do opcji **Odbicie** drukuje ona daną warstwę w odbiciu lustrzanym. Ma to znaczenie przy wykonywaniu płytki drukowanej. Przy popularnej termotransferowej metodzie wykonywania płytki drukowanej warstwa dolna musi być wydrukowana tak jak ją widać, natomiast warstwa góra musi być w odbiciu lustrzanym. To samo dotyczy odbicia warstw przy metodzie fotochemicznej. Kolejna opcja to **Opcje wiercenia pól lutowniczych**, proponuję wybrać opcję rzeczywiste



Rys. 13.15

otwory. Na wydruku płytki w polach lutowniczych pojawią się rzeczywiste otwory. Po wytrawieniu płytki drukowanej otwory te będą wytrawione, dzięki czemu wiertło podczas wiercenia płytki drukowanej będzie miało punkt, który będzie ułatwiał wiercenie płytki. Kolejna opcja to **Tryb wydruku**, mamy dwie opcje wydruk kolorowy, który stosujemy jeśli płytnka ma być obrazkiem na stronie internetowej oraz wydruk czarno biały, który stosujemy w naszym przypadku. Przyciski po prawej stronie okna z rysunku 13.14 pozwalają wybrać rozmiar strony, domyślnie jest to format A4, można też podglądać wydruk czy wybrane ustawienia są zgodne z naszymi oczekiwaniemi. Przycisk **Drukuj** otwiera standardowe okno wyboru drukarki i z poziomu tego okna rozpoczynamy drukowanie na wybranej drukarce. Po wykonaniu wydruku na papierze należy sprawdzić czy jest on w skali 1:1 i nanieść ewentualne korekty w skali wydruku. Jak widać wydruk płytki drukowanej przy domowym sposobie wykonania płytki drukowanej nie jest skomplikowany.

Tworzenie plików Gerber

Aby zlecić wykonanie płytki drukowanej w zakładzie produkującym płytki drukowane zwanym potocznie płytarnią trzeba utworzyć pliki w formacie Gerber. Pliki w tym formacie to pewien standard, który pozwala na wykonanie płyt drukowanych w zakładzie bez względu na to w jakim programie zaprojektowana została płytka drukowana. Większość programów do projektowania płyt drukowanych potrafi eksportować mozaikę ścieżek płytki w uniwersalnym formacie Gerber. Projekt płytki drukowanej eksportowany do formatu Gerber jest zapisywany w osobnym pliku dla każdej warstwy płytki drukowanej. Każdy z plików w formacie Gerber zawiera charakterystyczne rozsze-

rzenie pliku, po którym można rozpoznać który z plików należy do danej warstwy, i tak plik:

GBR – gerber border – warstwa krawędzi płytki

GTL – gerber top layer – ścieżki na warstwie górnej

GTS – gerber top soldermask – maska lutownicza górska

GTO – gerber top overlay – opis warstwy górnej

GBL – gerber bottom layer – ścieżki na warstwie dolnej

GBS – gerber bottom soldermask – maska lutownicza dolna

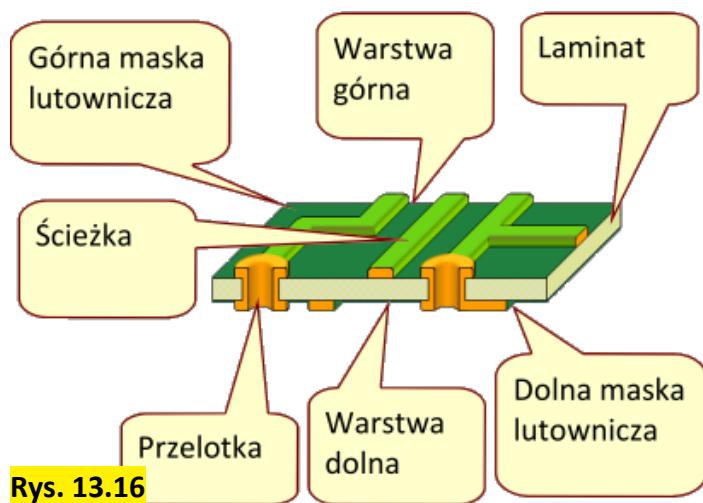
GBO – gerber bottom overlay – opis warstwy dolnej

DRL – drill map – plik wierceń płytki

PHO – photoplotter – plik fotoplotera

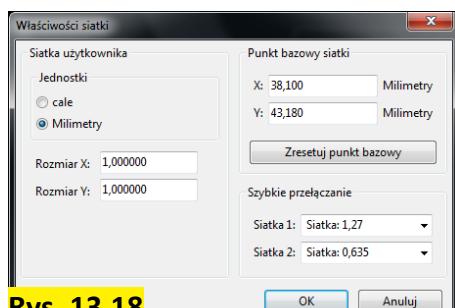
RPT – report – plik raportu

Gdy płyta jest dwustronna to warstwy miedzi, maski lutowniczej i opisowej znajdują się po obu stronach płytki. Naszą płytka zamka zaprojektowaną w warunkach domowych. Jeśli jednak miała by być ona wykonana w warunkach przemysłowych to w edytorze Pcbnew z menu **Reguły projektowe** wybieramy **Opcje warstw** w którym wybieramy odpowiednie ustawienia z rozwijanej listy. Poniżej mamy wyszczególnione warstwy wchodzące w skład płytki. W razie takiej potrzeby zaznaczamy lub odznaczamy „checkbox'a” przy danej warstwie. W naszym przypadku musimy włączyć warstwy, opisowa górska, maski górska, sygnałowa górska, sygnałowa dolna, maski dolna, krawędziowa i rysunkowa. Należy też na warstwie opisowej odpowiednio uporządkować wszelkie obiekty tekstowe, tak nie nachodziły one na pola lutownicze i przełotki oraz nie były zasłonięte przez obudowy elementów. Można także umieścić dodatkowe napisy na tej warstwie w razie takiej potrzeby. Aby utworzyć pliki produkcyjne w formacie Gerber należy umieścić punkty bazowe dla siatki i wierceń, czyli coś w rodzaju zerowego punktu odniesienia w układzie współrzędnych. Punkt ten będzie punktem odniesienia dla położenia wszystkich obiektów na płytce. Najlepiej wybrać jeden z narożników płytki drukowanej jak to pokazałem na rysunku 13.17. Ważne jest aby obydwa punkty były w tym samym miejscu, czyli pokrywały się.



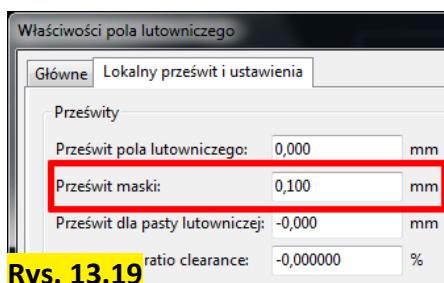


Ponieważ płytka była projektowana z użyciem metrycznej jednostki miary musimy jednostkę miary całkowitą na metryczną. Następnie wybieramy z menu Pcbnew **Wymiary → Siatka** i w oknie z rysunku 13.18 zmieniamy jednostkę miary na metryczną (mm) i

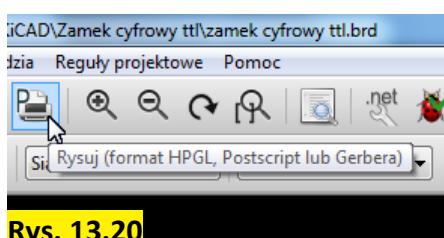


rozmiar siatki ustawiamy na 1 mm. Następnie zgodnie z rysunkiem 13.17 z prawego paska narzędzi Pcbnew wybieramy opcję **Ustaw punkt bazowy dla siatki** i wstawiamy go w lewym górnym narożniku płytki. Podobnie postępujemy przy **Wstaw punkt bazowy dla wierceń i rozkładu elementów** i również wstawiamy ten punkt w lewym górnym narożniku płytki. Kolejna opcja, którą trzeba sprawdzić i w razie potrzeby zmienić, to prześwit dla maski lutowniczej (soldermask), czyli odległość pomiędzy maską lutowniczą i polami lutowniczymi. Jeśli ten parametr będzie miał zbyt dużą wartość to może to powodować, że otwory w masce lutowniczej będą zbyt duże i między wyprowadzeniami układów scalonych o dużej gęstości wyprowadzeń (SMD) porobią się zwarcia. Wybieramy więc **Wymiary →**

Pola lutownicze i w oknie z rysunku 13.19 w razie potrzeby korygujemy parametr **Prześwit maski** na 0,1 mm jak to widać na rysunku 13.19.



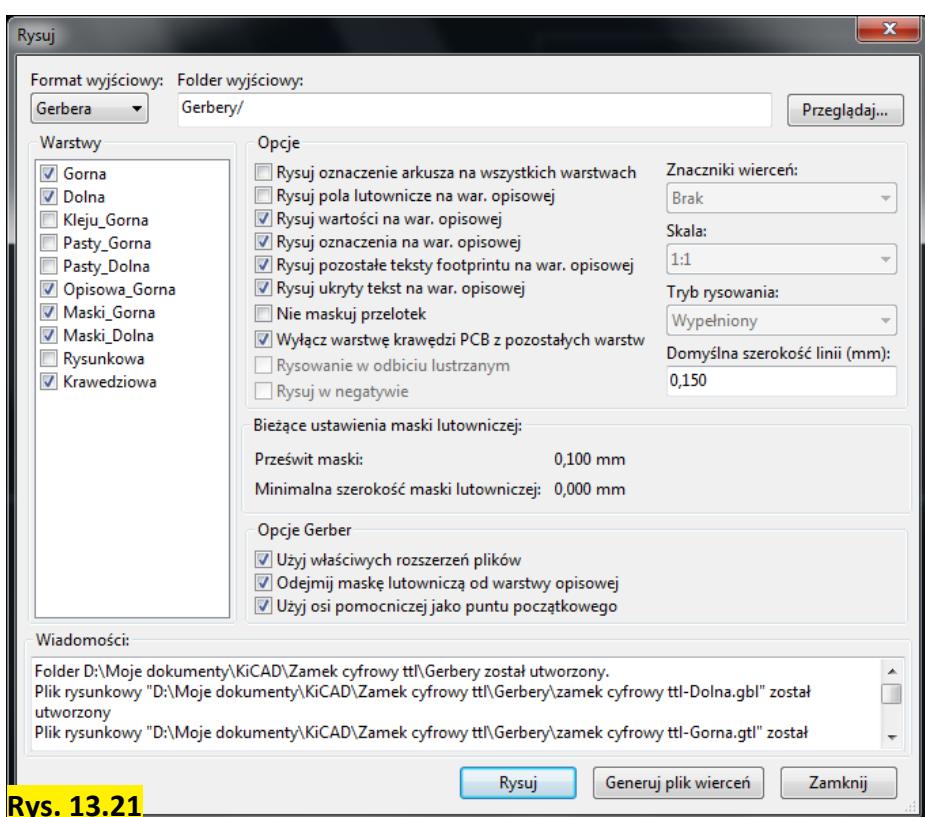
Następnie klikamy na przycisk rysuj pokazany na rysunku 13.20.



Otworzy się duże okno pokazane na rysunku 13.21. W oknie tym należy skonfigurować, jakie warstwy GERBER chcemy utworzyć. Ustawienia te zależą to od konkretnego projektu. W naszym przypadku mamy płytke ze ścieżkami po obu stronach, więc zaznaczamy warstwy **Górną** i **Dolną**.

Płytki ma być z obydwóch stron pokryta maską lutowniczą (soldermaską). Wybieramy więc jeszcze warstwy **Maski górna** i **Maski dolna**. Opisy będą jedynie po stronie elementów na warstwie górnej, wybieramy więc kolejną warstwę **Opisowa góra**. Potrzebna będzie też warstwa **Krawędziowa**, którą także zaznaczamy. Kolejne opcje to **Format wyjściowy** gdzie z rozwijanej listy wybieramy oczywiście **GERBER**. Pozostałe opcje okna z rysunku 13.21 ustawiamy jak na tym rysunku, gdzie możemy wybrać co zostanie wydrukowane na warstwie opisowej. Ja pozostawiłem jedynie oznaczenia elementów, np. U1 oraz opis przełączników SW-DIP. Umieszczenie wartości elementów nie jest konieczne i w skomplikowanych projektach o dużym upakowaniu elementów może „zaciemnić” płytke. Opcje tworzenia plików Gerber wymagają objaśnienia i tak:

Użyj właściwych rozszerzeń plików - pliki w formacie gerbera rozróżnia się po rozszerzeniu pliku stąd ważne aby rozszerzenia plików były zgodne z przyjętymi normami, np. gtl, gto, gts, itd.



Nie maskuj przelotek - wybieramy czy utworzyłem podkatalog **Gerbery**, przelotki mają być pokryte maską lutowniczą. Często nie ma takiej potrzeby, ale może być to też konieczne. W przypadku układów w obudowach BGA i przelotki między umieszczeniami między polami lutowniczymi tego układu (kulkami), przelotki muszą być bezwzględnie zamaskowane, gdyż w procesie lutowania może dojść do zwarć pomiędzy polami lutowniczymi układu BGA i przelotkami.

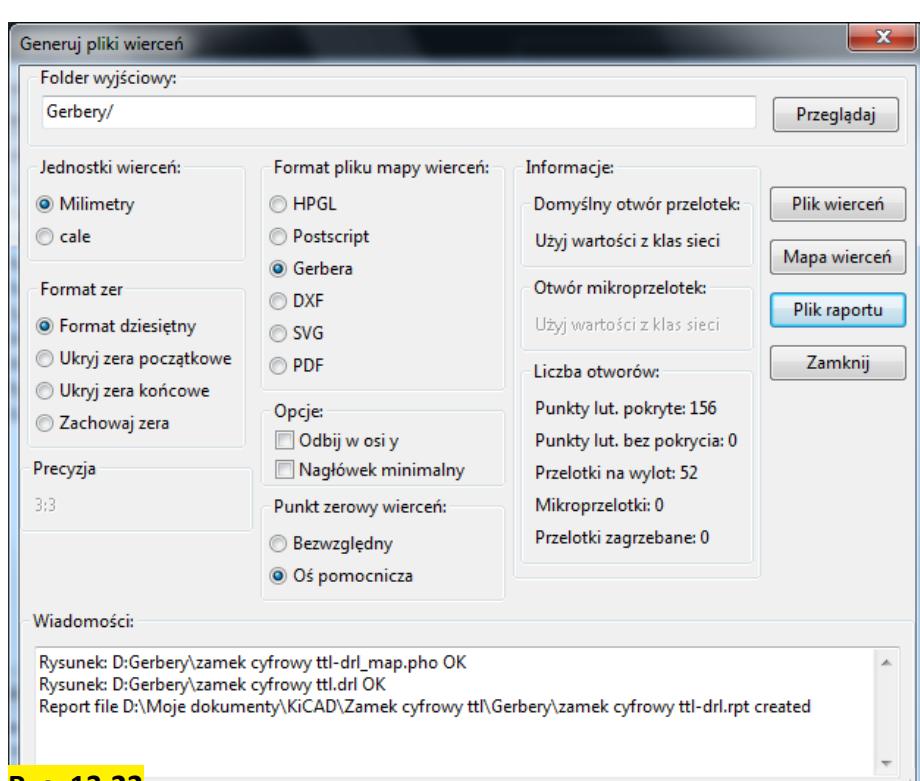
Odejmij maskę lutowniczą od warstwy opisowej – należy pamiętać, aby nie umieszczać żadnych napisów na polach lutowniczych elementów, gdyż bardzo to utrudnia lutowanie. Podobnie jak maska lutownicza. Po zaznaczeniu tej opcji wszystkie obiekty graficzne znajdujące się na polach lutowniczych, zostaną osunięte.

Użyj osi pomocniczej jako punktu początkowego - po wybraniu tej opcji użyte będą punkty bazowe wstawione przez nas na początku tego opisu.

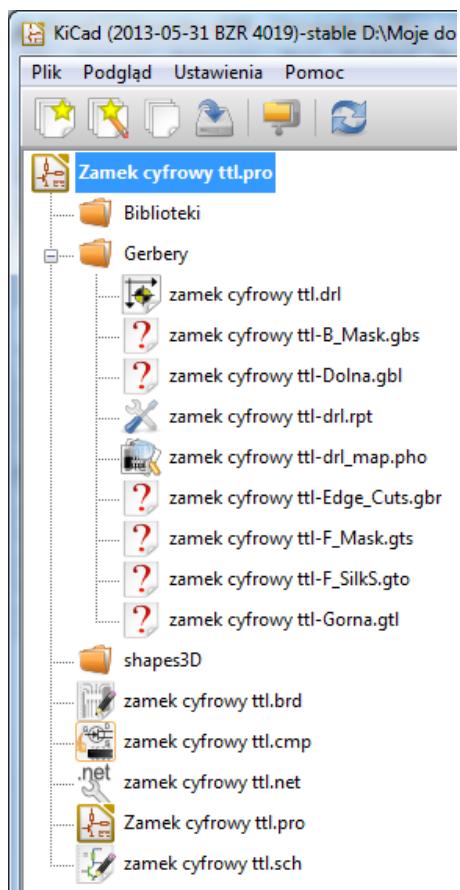
Po wybraniu wymaganych ustawień i kliknięciu na przycisku **Rysuj** w oknie z rysunku 13.21 powstanie dość dużo plików i dlatego w katalogu z projektem **Zamek cyfrowy ttl**

który wybieramy w oknie z rysunku 13.21 jako docelowy katalog na pliki Gerbera. Dzięki temu unikniemy bałaganu w katalogu z projektem.

Następnie należy wygenerować plik wierceń. W oknie z rysunku 13.21 klikamy tym razem na przycisku **Generuj plik wierceń** pojawi się kolejne okno z rysunku 13.22, gdzie wybieramy jako **Jednostki miary** (wierceń), **Milimetry**, **Format zer** jako **Dziesiętny**, **Punkt zerowy wierceń** jako **Oś pomocnicza**, **Arkusz wierceń** w formacie **Gerber**. Włączamy również utworzenie raportu wierceń, a pozostałe opcje odznaczamy. Po kliknięciu na przycisku **OK** utworzą się trzy pliki o rozszerzeniach *.drl, *.pho, *.rpt i nazwie zamek cyfrowy ttl. Pliki te również umieściłem a katalogu Gerbery. Kiedy odświeżymy drzewo projektu w menadżerze Projektu KiCAD'a, to zobaczymy jak na rysunku 13.23, że pojawiły się w nim katalog Gerbery zawierający utworzone pliki gerbera i pliki wierceń. Katalog **shapes3D** powstał przy tworzeniu pliku podglądu 3D płytka drukowanej dla zewnętrznego programu – Cortona 3D co wcześniej opisywałem.



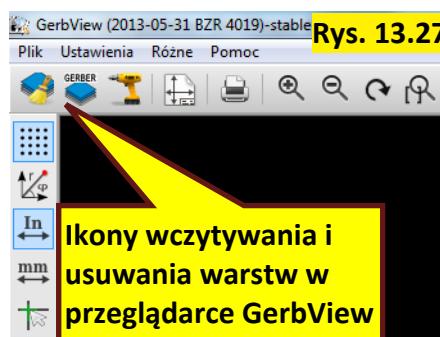
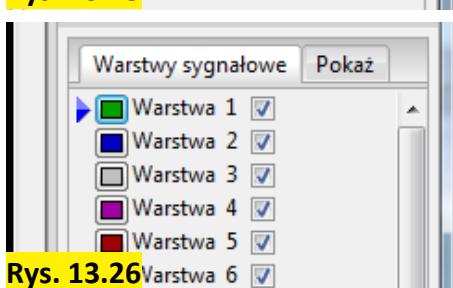
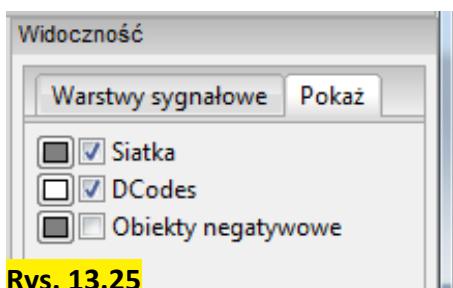
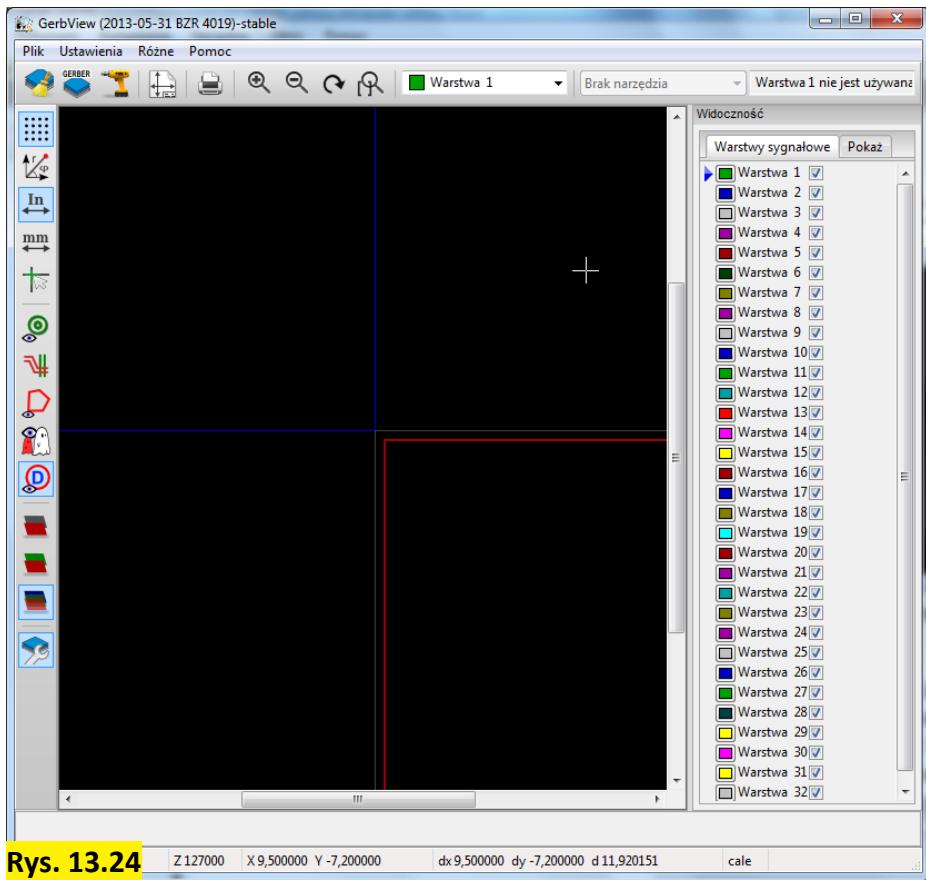
Rys. 13.22



Rys. 13.23

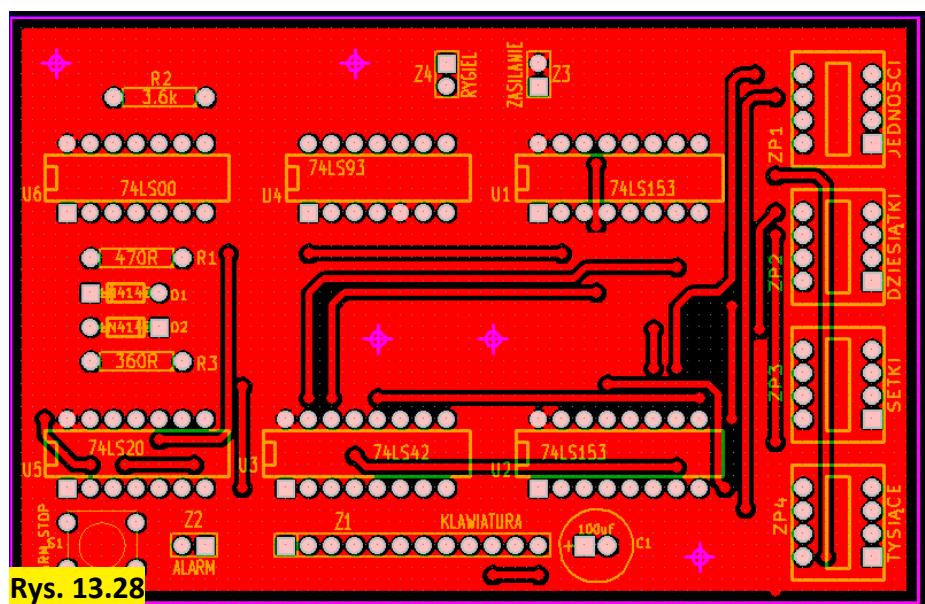
Przeglądarka GerbView

Uruchommy teraz z menadżera projektów KiCAD'a przeglądarkę plików gerber – GerbView. Służy do tego czwarty duży przycisk od lewej strony menadżera projektów. Uruchomioną przeglądarkę GerbView bez wczytanych plików gerber możemy zobaczyć na rysunku 13.24. Po uruchomieniu przeglądarki w Menadżerze warstw przechodzimy do zakładki **Pokaż** i wyłączymy wyświetlanie kodów narzędziowych zwanych **Dcodes** jak to widać na rysunku 13.25. Kody te nie są nam potrzebne i tylko zmniejszają czytelność wczytanych plików gerber. W menadżerze warstw przeglądarki GerbView wybierzmy teraz zakładkę **Warstwy sygnałowe**. Niebieski trójkąt przy danej warstwie sygnalizuje, która warstwa została wybrana i jest aktywna. Widać to na rysunku 13.26. Wyświetlanie danej warstwy możemy wyłączyć poprzez odznaczenie „checkboxa” przy danej

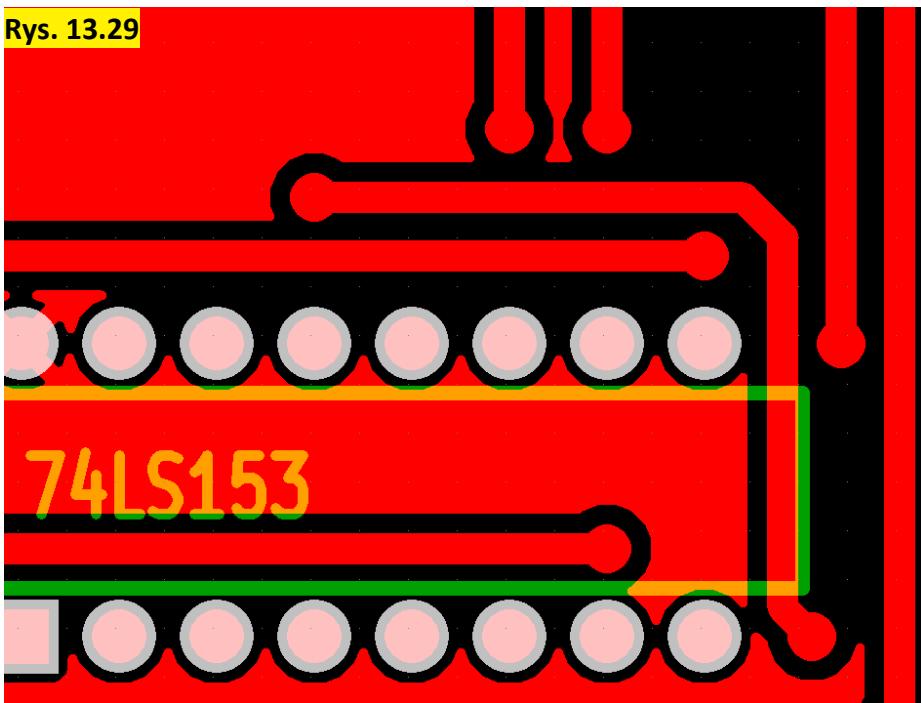


warstwę **Krawędziową**, pojawi się zielony prostokąt, który jest obrysem

płytki. Znajdują się na nim zaznaczone też położenia na otwory montażowe płytki. Wczytajmy kolejno warstwy górną, maski górną i opisową górną. Ja u siebie zmieniłem kolory na takie, które mi bardziej odpowiadały. W razie potrzeby można usunąć wszystkie warstwy ikonką **Wyczść wszystkie warstwy** z głównego paska narzędziowego przeglądarki GerbView, jak na rysunku 13.27. Możliwa jest też zamiana danej warstwy przez inną warstwę. W tym celu w menadżerze warstw wybierz warstwę, która ma być zamieniona. Zostanie ona wskazana przez niebieski trójkąt. Teraz po wczytaniu nowej warstwy z pliku wcześniej wybrana warstwa zostanie zamieniona na tą z wybranego pliku. Wczytane warstwy, krawędziową, górną, maski górną i opisową górną możemy zobaczyć na rysunku 13.28. Zwróćmy teraz uwagę na warstwę maski. Kiedy powiększymy widok jak na rysunku 13.29, tak aby było widać dokładnie pola lutownicze układu scalonego zobaczymy, że ścieżki są koloru czerwonego, a maska lutownicza jest w kolorze beżowo szarym. Te obszary płytki które nie są pokryte kolorem beżowo szarym będą pokryte maską lutowniczą, czyli farbą najczęściej w kolorze zielonym. Szare kółka na polach lutowniczych układu scalonego to okna (otwory) w masce lutowniczej i w tych miejscach będzie dostępna



Rys. 13.29

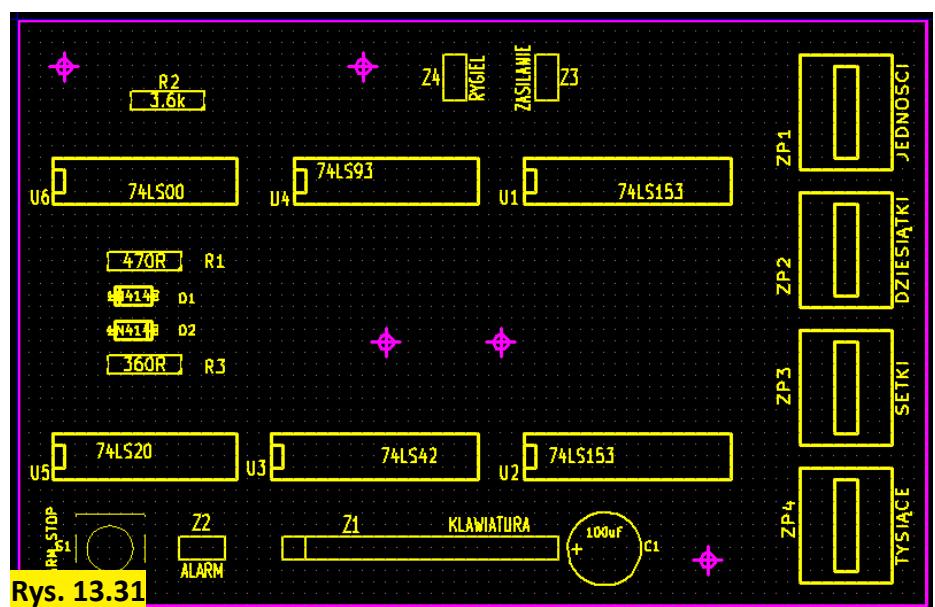


Rys. 13.30

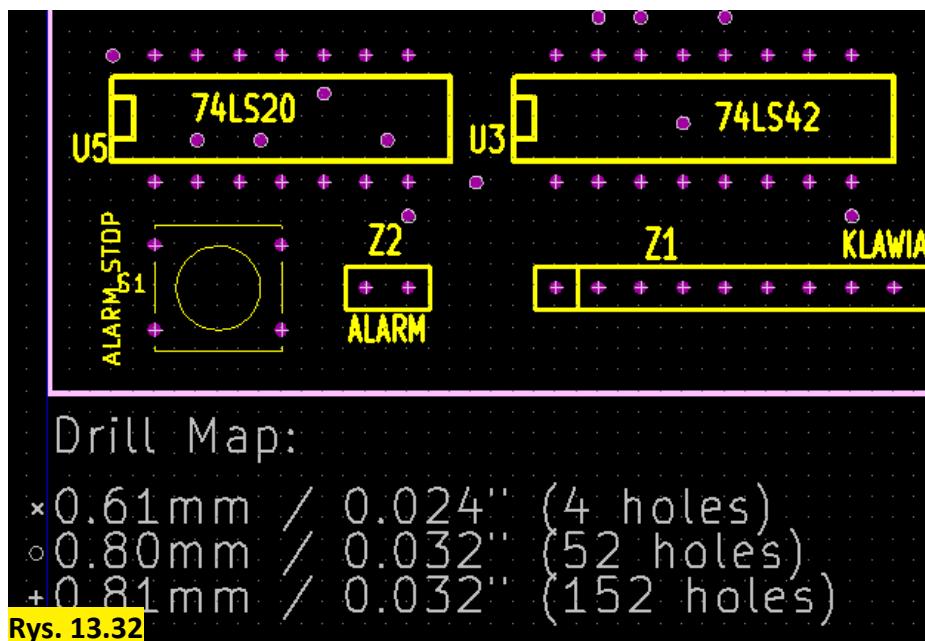
warstwa miedzi na płytce, do której będzie można przymocować wyprodukowane elementy. Każde pole lutownicze ma swoje odrębne kółko – okienko, dzięki temu pomiędzy nimi zachowany odstęp w postaci maski lutowniczej. Dzięki temu malej prawdopodobieństwo tych pól lutowniczych podczas lutowania. Na rysunku 13.29 wszystkie przelotki są zamaskowane i nie ma na nich szarych kółek, czyli przelotki te będą pokryte maską lutowniczą. Zwróćmy jeszcze uwagę na rysunek 13.30, gdzie widzimy ścieżkę biegącą pomiędzy polami lutowniczymi układu scalonego U1. Jak widzimy szare kółeczka na polach lutowniczych układu U1 w minimalnym stopniu znajdują się na ścieżce bieżącej pomiędzy nimi. Czyli ścieżka ta w tym miejscu będzie nieco odkryta spod

maski lutowniczej. Może być to potencjalne miejsce zwarcia w czasie lutowania. Najprościej będzie zmienić szerokość tej ścieżki na nieco mniejszą i ponowne wygenerowanie plików gerber. W tym przypadku to błęhostka, ale przy układach scalonych w obudowach SMD o dużej gęstości wyprowadzeń w takim przypadku zwarcie w czasie lutowania jest niemal pewne. Dlatego warto dokładnie sprawdzić w przeglądarce GerbView płytę w miejscach o dużym upakowaniu elementów i elementów o dużej gęstości wyprowadzeń – układów scalonych. Kiedy w menadżerze warstw wyłączymy

wyswietlanie warstwy ścieżek i maski lutowniczej, pozostałe jedynie warstwa krawędziowa i opisowa jak na rysunku 13.31. Jeśli na warstwie opisu znajdują się obiekty, które pokrywają się z polami lutowniczymi to zostaną one wycięte. Pozostawienie ich na polach lutowniczych znacznie utrudniło by lutowanie i jest to niedopuszczalne. Dlatego w edytorze Pcbnew po wytrasowaniu ścieżek, warto w przemyślany sposób umieścić oznaczenia, opisy i ewentualnie wartości elementów na płytce, aby później nie kolidowały one z polami lutowniczymi. W podobny sposób wczytujemy warstwę dolną i maskę lutowniczą dolną i sprawdzamy ewentualne nieprawidłowości na płytce. Na koniec należy sprawdzić pliki wierceń. Wczytujemy plik **zamek cyfrowy ttl-drl.pho**. Zawiera on tak zwany mapę wierceń, spis rozmiaru wiertel i współrzędne otworów na płytce. Następnie klikamy na ikonę wiertarki i wczytujemy plik **zamek cyfrowy ttl.drl**, jest to również plik wierceń lecz w formacie Excellon. Trzeci plik wierceń o nazwie **zamek cyfrowy ttl.rpt**, zawiera tak zwany raport wierceń, średnice wiertel, ilość otworów a także informacje o przelotkach. Po wczytaniu informacji z plików wierceń zostaną one wyświetlone w przeglądarce GerbView w postaci tekstu pod



Rys. 13.31

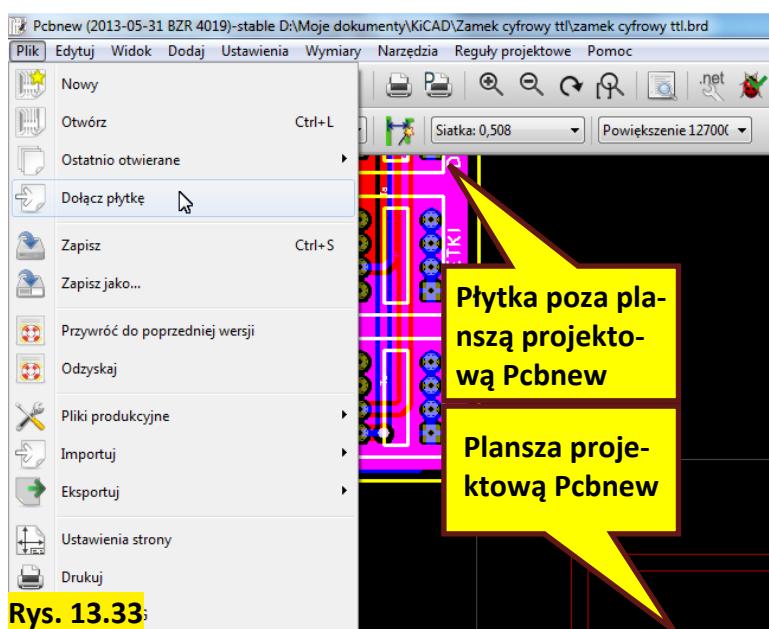
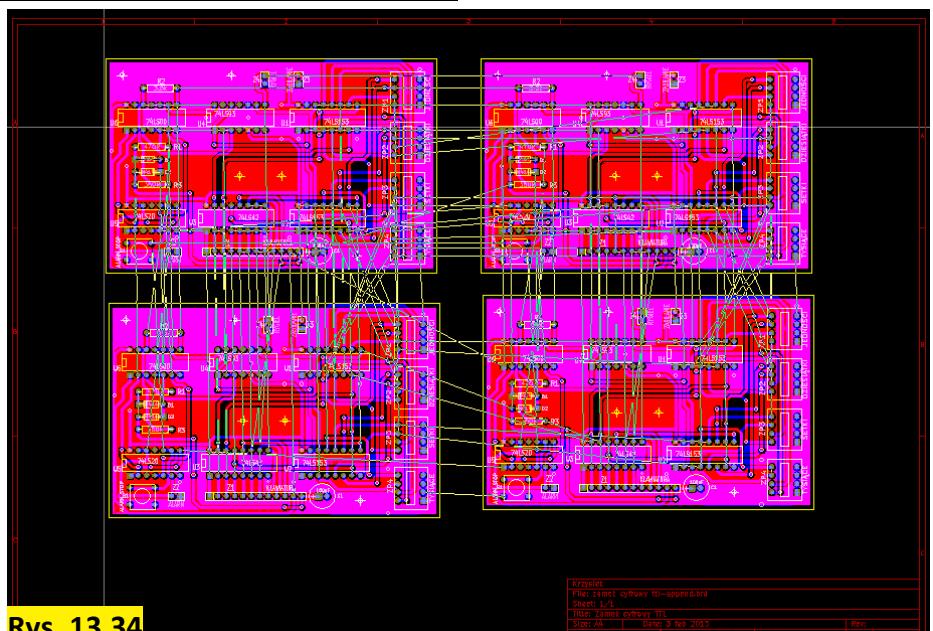


jednocześnie wciśniętym lewym klawiszem myszki. Zaznaczoną płytKE przenosimy poza planszę projektową. Następnie z menu **Plik** edytora Pcbnew wybieramy opcję **Dolacz płytKE** jak na rysunku 13.33. Otworzy się okno otwierania pliku płytKI drukowanej i wybieramy projekt płytKI, który zamierzamy dołączyć do pierwszej płytKI. Może być to ta sama płytKA lub inną w zależności od potrzeb. Jednak w przypadku tych samych płytEK pojawią się połączenia tymczasowe pomiędzy elementami na tych płytEKach co widać na rysunku 13.34, gdzie wczytałem cztery płytEKi naszego zamka. Jednak nie jest to

rysunkiem płytEK jak to pokazałem na rysunku 13.32. Gdy sprawdzimy całą płytKE i jesteśmy pewni, że nie zawiera usterek utworzone pliki Gerber i Excellon po spakowaniu np. ZIP'em wysyłamy do zakładu produkującego płytEK drukowane.

Łączenie płytEK drukowanych

Oddając płytKE drukowaną do wykonania do zakładu produkcyjnego możemy umieścić kilka płytEK na jednym arkuszu i wygenerować odpowiednie pliki produkcyjne. Rozwiązanie to ma też tą zaletę, że w warunkach domowych za jednym razem możemy zadrukować całą



kartkę A4 co pozwala na bardziej oszczędne i optymalne wykorzystanie papieru. W tym celu po wczytaniu płytKE zaznaczamy całą płytKE „obrysuj ją kursem myszki z

problemem ponieważ projekty płytEK są ukończone, a połączenia tymczasowe nie są drukowane. Ich wyświetlanie wynika z tego, że, są to te same płytEKi i mają te same sieci połączeń. Edytor Pcbnew tego nie odróżnia i domyślnie łączy ze sobą sieci o tych samych nazwach. Po wczytaniu każdej płytKE trzeba ją umieścić (przesunąć) poza planszę projektową. Dopiero na końcu wszystkie płytEKi odpowiednio rozmieszczać na planszy projektowej. Jeśli tego nie zrobimy płytEKi nałożą się nam na siebie nawzajem i trudno nie będzie można ich w zasadzie rozdzielić. Mają

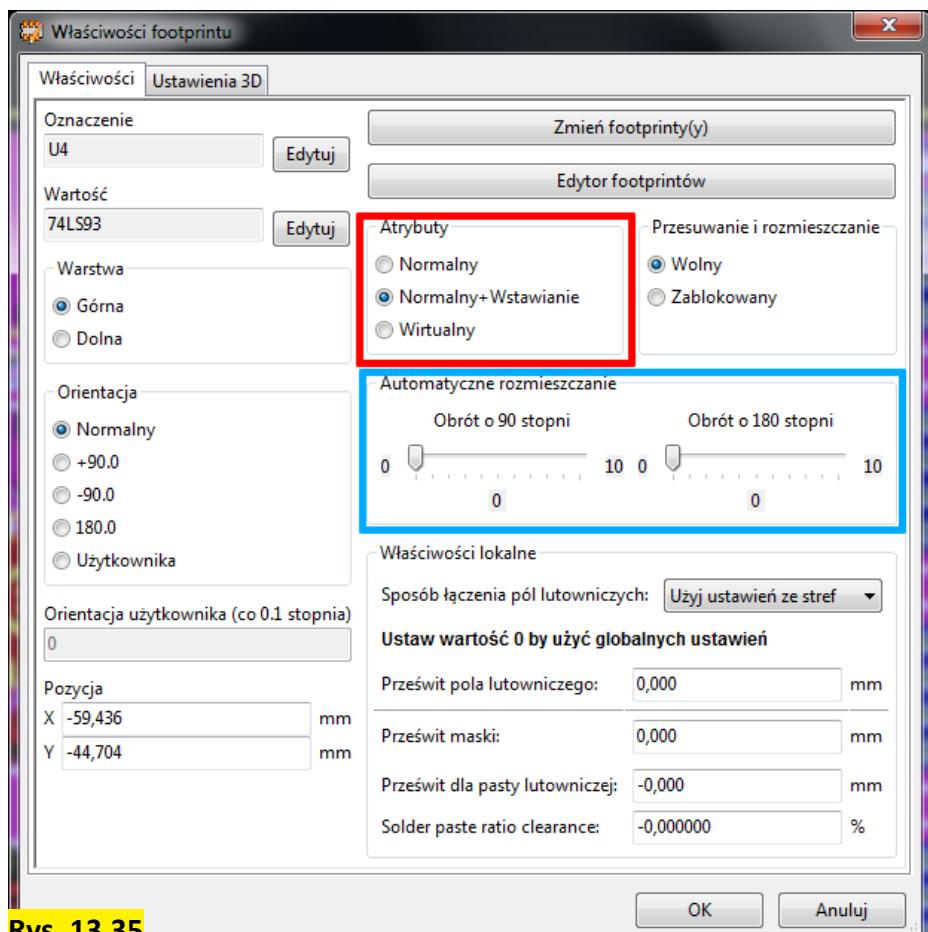
rozmieszczone na planszy projektowej różne płytki lub kilka tych samych płytEK możemy wydrukować rysunki płytEK potrzebne do ich wykonania, np. metodą termotransferu lub też wygenerować pliki produkcyjne Gerber.

Pliki Pick & Place

Program KiCAD umożliwia także wygenerowanie plików produkcyjnych zwanych w skrócie „pick & place”, które służą do automatycznego montowania elementów na zaprojektowanych płytEK. Określenie „pick & place” można przetłumaczyć jako „chwyc i umieść” co opisuje pracę automatu rozmieszczającego elementy na płytce drukowanej. W amatorsko projektowanych układach elektronicznych taka możliwość wydaje się zbyteczna, ale warto wiedzieć iż jest taka możliwość. Oczywiście nie wszystkie elementy nadają się do montowania za pomocą automatów i są to najczęściej duże

gabarytowo elementy montowane w sposób tradycyjny czyli w otworkach płytEK drukowanej. Aby dany element mógł zostać umieszczony automatycznie na płytce drukowanej muszą być odpowiednio ustawione jego właściwości. Spójrzmy na właściwości wybranego elementu z projektu naszego zamka cyfrowego (skrót klawiszowy E) pokazanego na rysunku 13.35. Jest to układ scalony U4. Tym razem interesują nas właściwości układu U4 zaznaczone czerwoną ramką jako atrybuty wybranego elementu. Mianowicie element przeznaczony do automatycznego montażu przez automat powinien mieć ustawiony atrybut „Normalny + Wstawianie”. Właściwości oznaczone niebieską ramką na rysunku 13.35 decydują czy element podczas montażu może być obrócony. Obrót o 180° dozwolony jest dla elementów takich jak rezystory, kondensatory niespolaryzowane i innych elementów symetrycznych. Parametry te mogą być dostosowane według następujących zasad; Wartość

0 powoduje że obrót elementu jest niemożliwy, wartość 10 pozwala na pełny obrót, natomiast wszystkie pośrednie wartości, blokują obrót elementu. Przykładowo rezistor może mieć zezwolenie na poziomie 10 co pozwala na jego obrót o 180° (nieograniczone) i zezwolenie na poziomie 5 do obrotu o ± 90° (dozwolone, ale niezalecane). Pliki „pick & place” mogą być tworzone osobno dla obydwóch stron płytki, co można ustawić w nowszych wersjach KiCAD'a niż 19.01.2012. Także w nowszych wersjach KiCAD'a niż z 19 stycznia 2012 roku (wersjach testowych) można wymusić ten atrybut dla tych elementów SMD, które nie posiadają odpowiednio ustawionego tego atrybutu. Atrybut ten powinien być już określony na etapie projektowania obudów płytowych, ale nie wszyscy autorzy bibliotek płytowych KiCAD'a o tym pamiętają. Niestety wymuszenie atrybutu „Normalny + Wstawianie” może doprowadzić do sytuacji, gdzie elementem „wirtualnym” typu złącze krawędziowe, cewka indukcyjna nadrukowana bezpośrednio na płytce, czy nadrukowane styki przełącznika, też zostanie przypisany ten atrybut, a tego rodzaju elementów nie da się automatycznie montować na płytce. Aby wygenerować pliki „pick & place” w edytorze płytEK drukowanych Pcbnew musimy podobnie jak w przypadku plików Gerber umieścić punkty bazowe dla siatki i wiercerń, czyli coś w rodzaju zerowego punktu odniesienia w układzie współrzędnych. Punkt ten będzie punktem odniesienia dla położenia wszystkich elementów automatycznie rozmieszczanych na płytce. Nie może być to jeden z narożników płytEK drukowanej jak to wcześniej pokazałem na rysunku 13.17. Wskazane jest aby było to wybrane pole lutownicze lub odpowiedni punkt na płytce **umieszczony tylko w tym celu**, jako punkt bazowy. Ważne jest aby obydwa punkty były w tym samym miejscu, czyli pokrywały się. Ponieważ

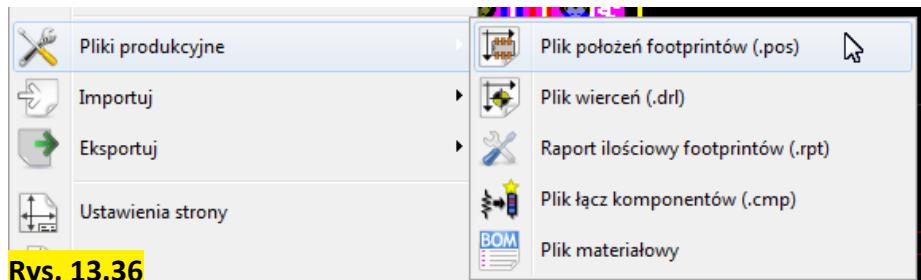


Rys. 13.35

płytki była projektowana z użyciem metrycznej jednostki miary musimy jednostkę miary całową na metryczną. W tym celu wybieramy z menu Pcbnew **Wymiary → Siatka** i w oknie z wcześniejszego rysunku 13.18 zmieniamy jednostkę miary na metryczną (mm) i rozmiar siatki ustalamy na 1 mm. Następnie zgodnie z rysunkiem 13.17 z prawego paska narzędzi Pcbnew wybieramy opcję **Ustaw punkt bazowy dla siatki** i wstawiamy go w przygotowanym w tym celu polu lutowniczym lub punkcie na płytce. Podobnie postępujemy przy **Wstaw punkt bazowy dla wierceń i rozkładu elementów** i również wstawiamy ten punkt w przygotowanym w tym celu polu lutowniczym lub punkcie na płytce. Następnie wybieramy z menu Pcbnew **Plik → Pliki produkcyjne → Plik położeń footprintów (.pos)** jak to widać na rysunku 13.36. Natomiast

na wybranie lokalizacji plików „pick & place” na dysku komputera. Natomiast w nowszych wersjach Pcbnew po wybraniu opcji generowania plików „pick & place” pojawi się okno pokazane na rysunku 13.37. W oknie tym możemy wybrać położenie generowanych plików. U mnie jest to odrębny katalog Pick&Place, aby zachować przejrzystość w katalogu z plikami projektu. W oknie tym możemy wybrać jednostkę miary całową lub metryczną, ale powinna być ona zgodna z tą a jakiej korzystaliśmy w czasie projektowania płytki. Kolejne ustawienie to czy generowane pliki „pick & place” będą jako jeden plik dla danej warstwy lub jeden plik dla całej płytki. Ustawień dokonuje się w zależności od tego czy elementy są montowane z jednej strony płytki czy po obydwóch jej stronach. Ostatnia ramka **Wybór footprintów:**

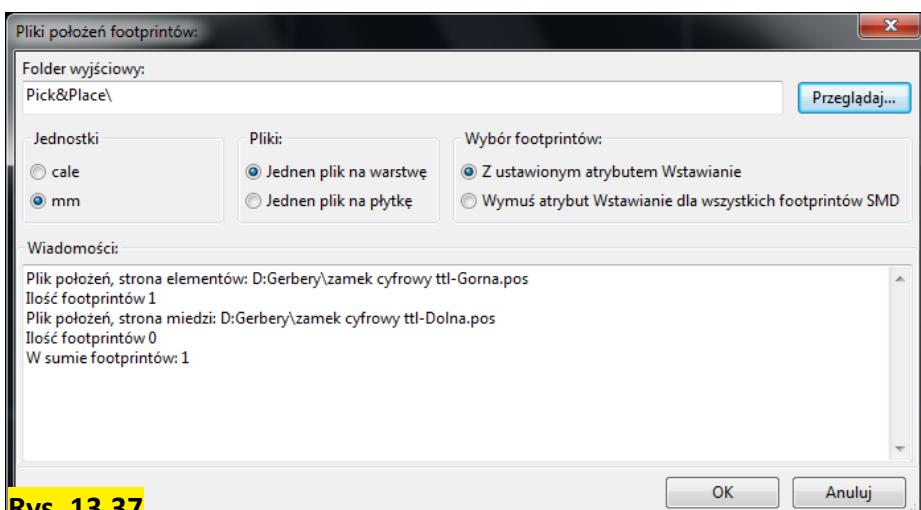
Wstawianie pokazanego na rysunku 13.35 to zostanie on pominięty w generowanych plikach „pick & place”. Natomiast wymuszenie atrybutu **Wstawianie** dla elementów SMD wymusza wstawianie tego atrybutu dla elementów SMD które go nie posiadają. Wygenerowanie pliki „pick & place” posiadają czytelną strukturę tekstową i rozszerzenie pliku *.pos i nazwę pliku taką jak nazwa projektu czyli zamek cyfrowy ttl z określeniem warstwy, której dotyczy dany plik, czyli plik taki ma nazwę **zamek cyfrowy ttl-Gorna.pos**. Wygenerowane pliki należy dostarczyć do zakładu, który będzie wykonywał zlecony automatyczny montaż elementów na płytce.



Rys. 13.36

KiCAD w wersji z 19.01.2012, posiada w mniejsze możliwości konfiguracyjne w zakresie generowania plików „pick & place”. Starsza oficjalna wersja Pcbnew po wybraniu generowania plików „pick & place” pozwala jedynie

(elementów płytowych) dotyczy tego czy w generowanych plikach „pick & place” zostaną zawarte elementy z atrybutem **Wstawianie**. Jednak jeśli jakiś element nie będzie miał określonego atrybutu „Normalny +

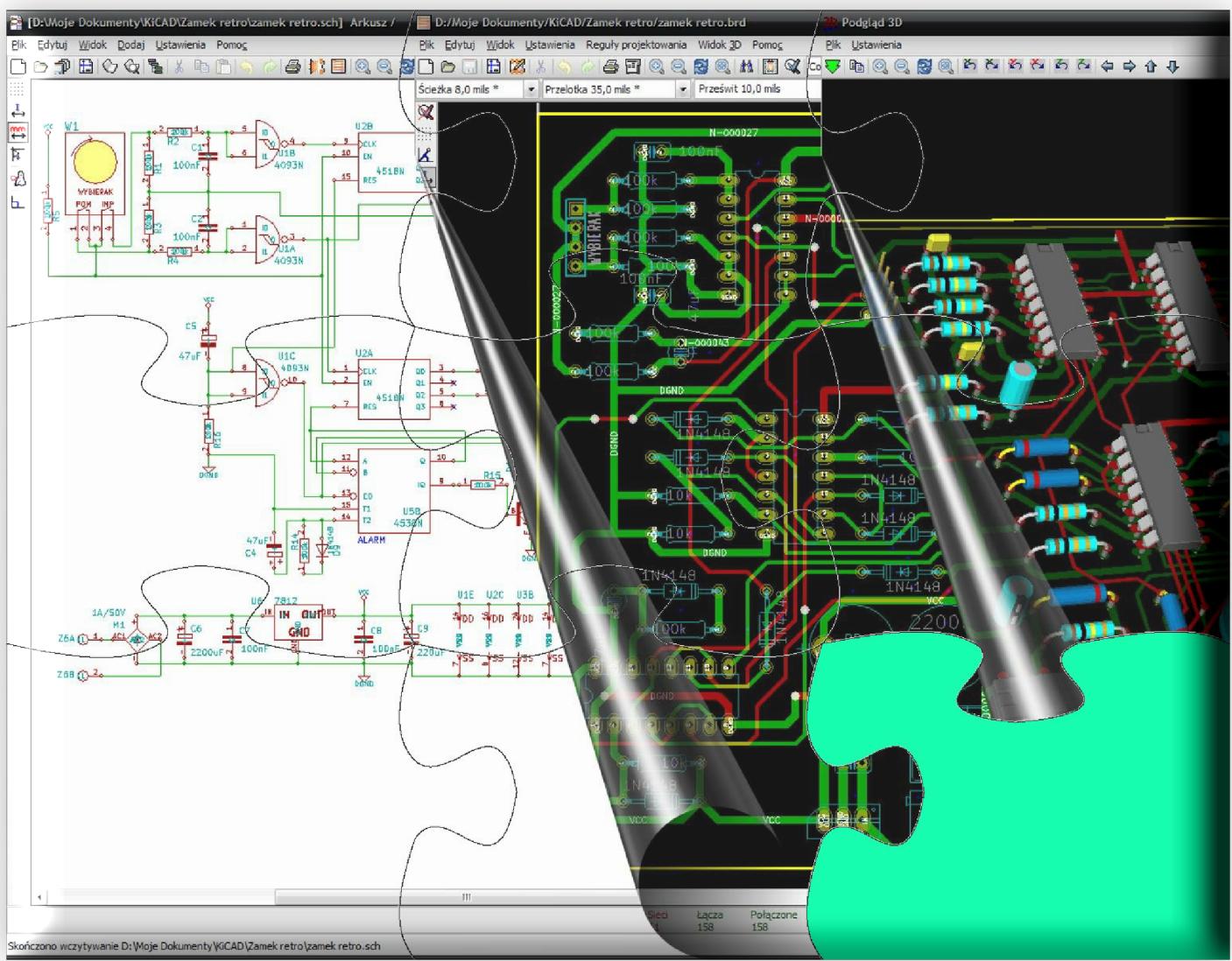


Rys. 13.37

ROZDZIAŁ DZIEWIĄTY

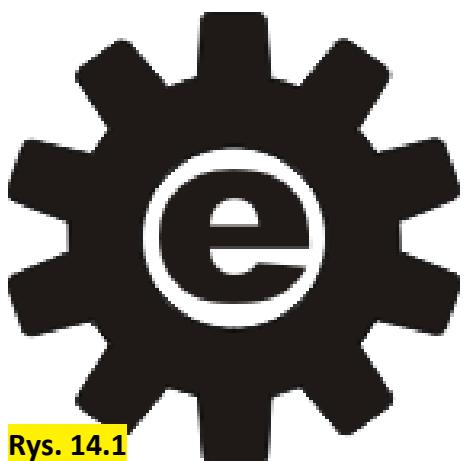
NARZĘDZIA DODATKOWE

KICAD'a



Narzędzia dodatkowe KiCAD'a

Pakiet oprogramowania KiCAD oprócz programów bezpośrednio związanych z projektowaniem układów elektronicznych zawiera dwa pomocnicze programy, które można uruchomić bezpośrednio z Menadżera Projektów KiCAD'a. Pierwszy z tych programów to **Konwerter map bitowych na symbole**. Krótko pisząc umożliwia on przekształcenie obrazu w postaci graficznej z wielu popularnych plików graficznych do postaci elementów bibliotecznych, zarówno schematowych jak i płytowych. Dzięki temu narzędziu w prosty sposób możemy na schemacie naszego urządzenia jak i jego płytce umieścić wybrany obraz graficzny, np. logo. Na początku musimy więc opracować w programie graficznym logo lub inny obrazek, który zamierzamy umieścić na schemacie i płytce jako nasze logo. Ja przygotowałem prosty dwukolorowy (czarno biały) obrazek pokazany na rysunku 14.1. Wskazane jest aby był to prosty np. dwukolorowy obraz. Bardziej skomplikowane obrazy graficzne mogą znaczco stracić na jakości i czytelności podczas dokonywanej konwersji. Plik ten wczytujemy do konwertera przyciskiem **Załaduj obraz**. Konwerter po wczytaniu obrazu naszego logo możemy zobaczyć na rysunku 14.2. Jak widzimy pojawiły się dwa przyciski **Eksportuj do Eeschema** i **Eksportuj do Pcbnew**, które to przyciski umożliwiają eksport wczytanego pliku

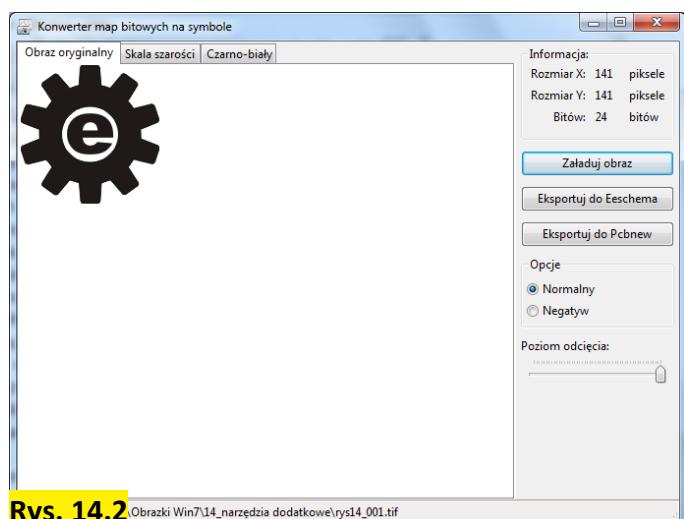


Rys. 14.1

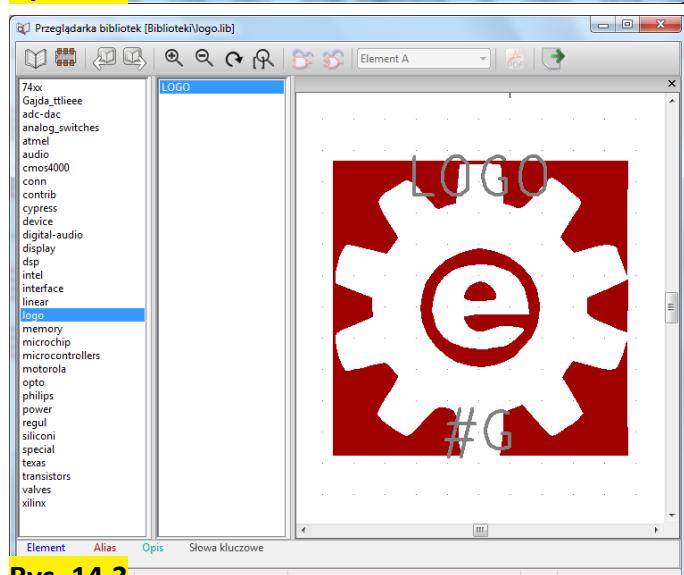
graficznego do postaci elementu bibliotecznego Eeschema i Pcbnew. Ponadto konwerter zawiera dwie zakładki **Skala szarości** i **Czarno – biały**, gdzie nasze logo jest wyświetlane w odcieniach szarości i jako obraz czarno - biały. W tych dwóch zakładkach możemy nasze logo wyświetlić w postaci negatywu (odwrócone kolory). Dostępny jest też suwak do ustawienia poziomu odniesienia przy konwersji obrazu w odcieniach szarości na obrazy czarno – białe. Po ustawieniu parametrów naszego logo po prostu eksportujemy je do postaci bibliotek Eeschema i Pcbnew.

Następnie w Eeschema dodajemy bibliotekę z naszym logo do aktywnych bibliotek, a następnie na planszę schematu.

Na rysunku 14.3 widzimy przeglądarkę bibliotek Eeschema z naszym logo. Natomiast na rysunku 14.4 widzimy nasze logo umieszczone na planszy schematu. Ja w moim przypadku umieściłem je przy tabelce na planszy schematu. Nasze logo podobnie jak i element na schemacie musi mieć swoje oznaczenie i ewentualnie nazwę. Domyślna nazwa to **LOGO**, a oznaczenie to **#G?**, które zmieniamy na **LG1** i zapisujemy zmiany. Uaktualniamy netlistę, a bibliotekę z logo w postaci elementu płytowego



Rys. 14.2 Obrzaki Win7\14_narzędzia dodatkowe\rys14_001.tif

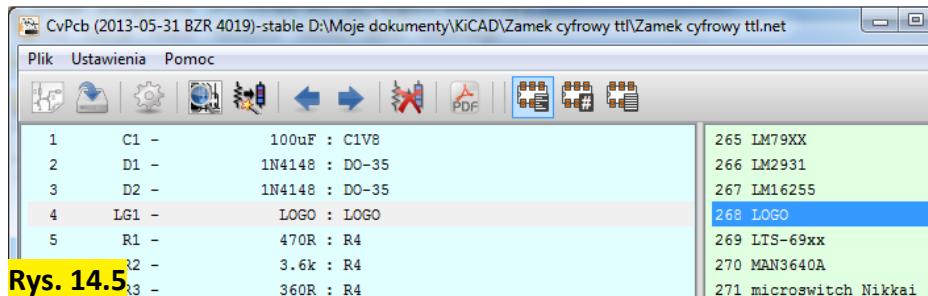


Rys. 14.3 X1,27 Y-8,90 dx,127 dy-8,90 d 8,99 mm

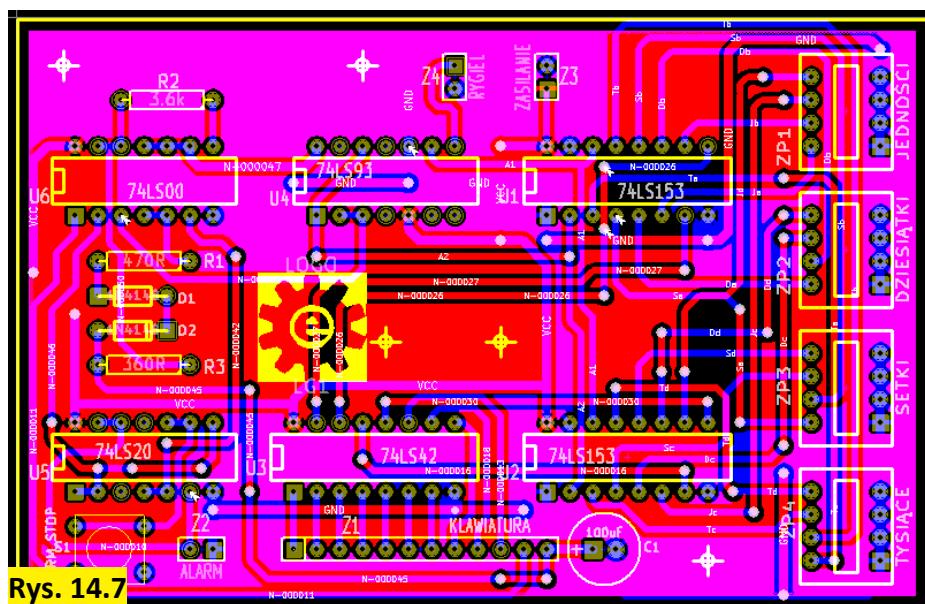
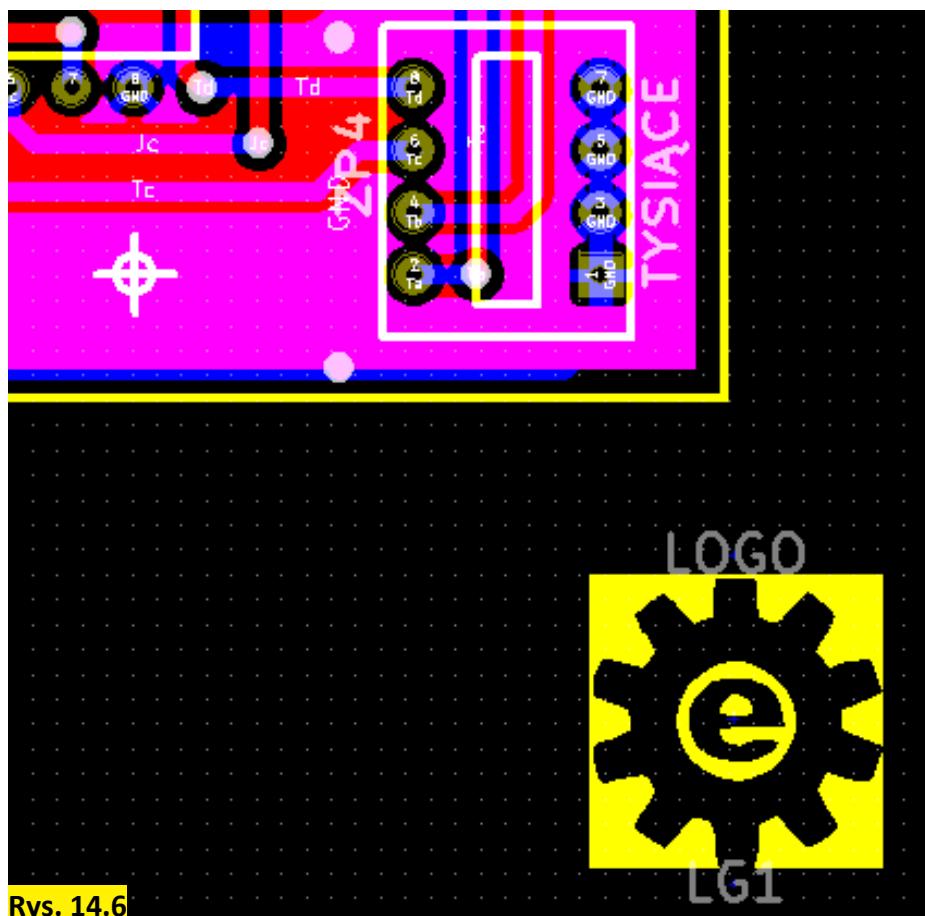


Rys. 14.4

dodajemy do Cvpcb i Pcbnew, w którym wczytujemy uaktualnioną listę elementów. Jak widzimy na rysunku 14.5 na liście elementów pojawił się element o nazwie **LOGO**, któremu przypisujemy odpowiedni element płytowy także o nazwie logo. Po dodaniu biblioteki **LOGO** w Pcbnew i uaktualnieniu netlisty na planszy projektowej pojawi się nasze logo na rysunku 14.6. Jak widzimy element ten ma widoczną nazwę **LOGO** i oznaczenie **LG1**. W razie takiej logo w postaci elementu płytowego potrzeby nazwę **LOGO** możemy



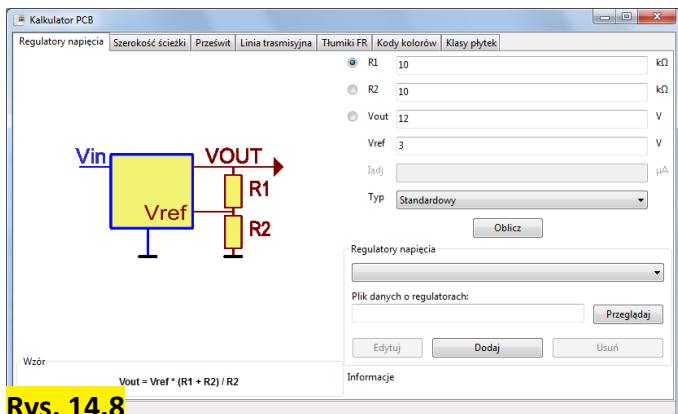
zastąpić nazwą swojej firmy, nickiem, itp., a oznaczenie LG1 po prostu ukryć poprzez edycję jego właściwości – skrót klawiszowy E. Następnie nasze logo umieszczaemy na warstwie opisowej górnej w wolnym miejscu płytki drukowanej. U mnie wygląda to jak na rysunku 14.7.



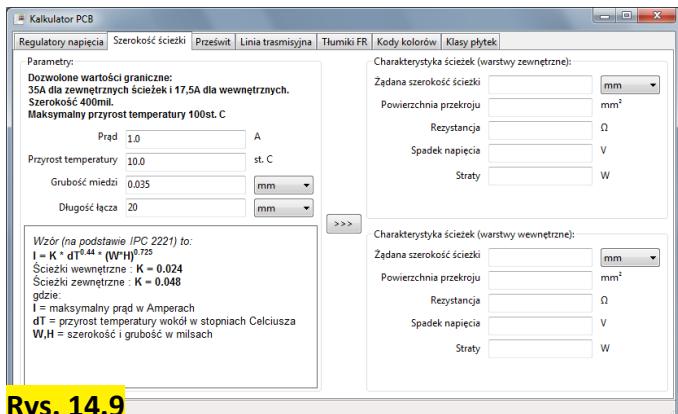
Kalkulator KiCAD'a

Następnym narzędziem wchodzącym w skład programu KiCAD jest uniwersalny kalkulator, który z pewnością przyda się przy projektowaniu płyt drukowanych jak również przy innych czynnościach projektowych. Kalkulator ten posiada siedem zakładek umożliwiających obliczenia z różnych dziedzin elektroniki. Pierwsza zakładka **Regulatory napięcia** pokazana na rysunku 14.8 umożliwia obliczanie wartości elementów i napięcia wyjściowego popularnych stabilizatorów napięcia jak LM317. Kolejna zakładka kalkulatora

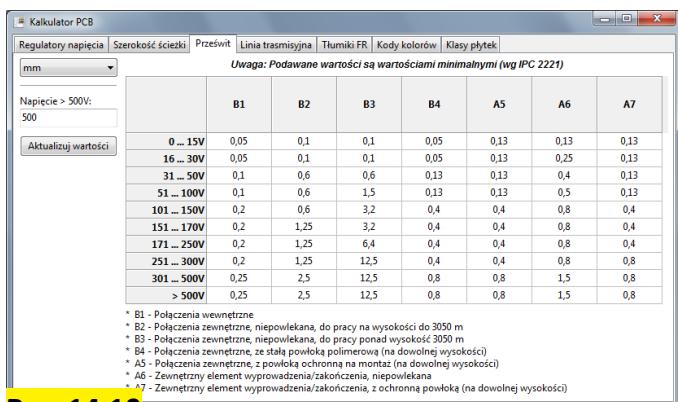
Szerokość ścieżki pokazana na rysunku 14.9 umożliwia obliczenie szerokości ścieżki na płycie drukowanej w zależności od prądu przez nią płynącego w zależności od różnych parametrów tej ścieżki. Zagadnienie to często bywa lekceważone i często ścieżki na płytach z urządzeniami o dużej mocy są zbyt cienkie. Następna zakładka kalkulatora pokazana na rysunku 14.10 to **Prześwit** i zawiera ona informacje o bezpiecznych odstępach pomiędzy ścieżkami w zależności od wysokości płynącego przez nie napięcia elektrycznego, co także często bywa lekceważone podczas projektowania płyt. Następna



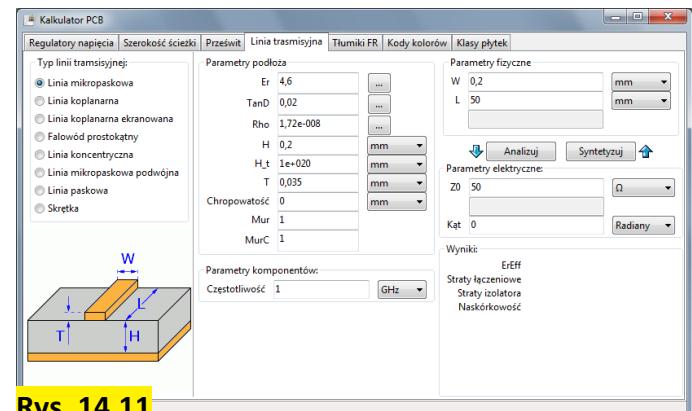
Rys. 14.8



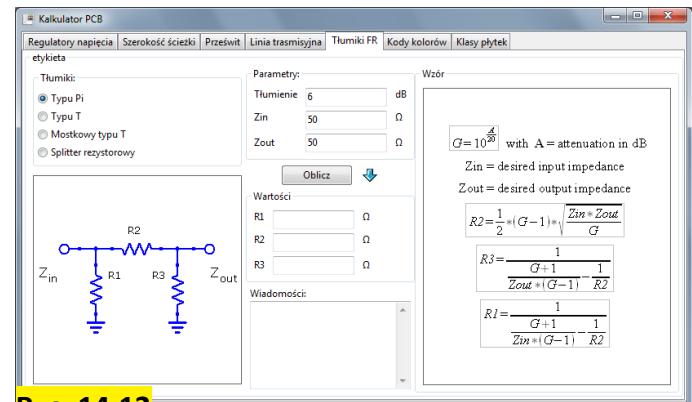
Rys. 14.9



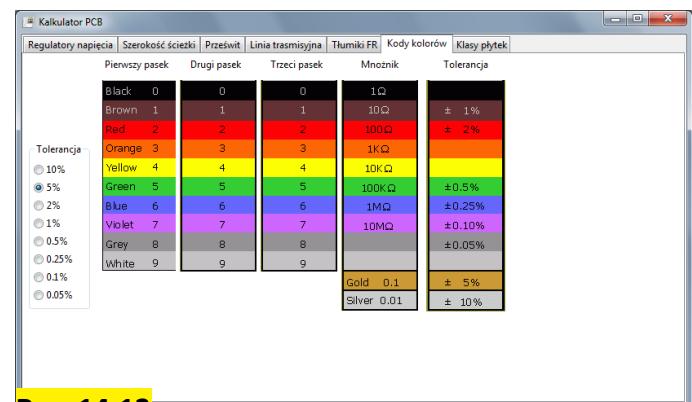
Rys. 14.10



Rys. 14.11



Rys. 14.12



Rys. 14.13

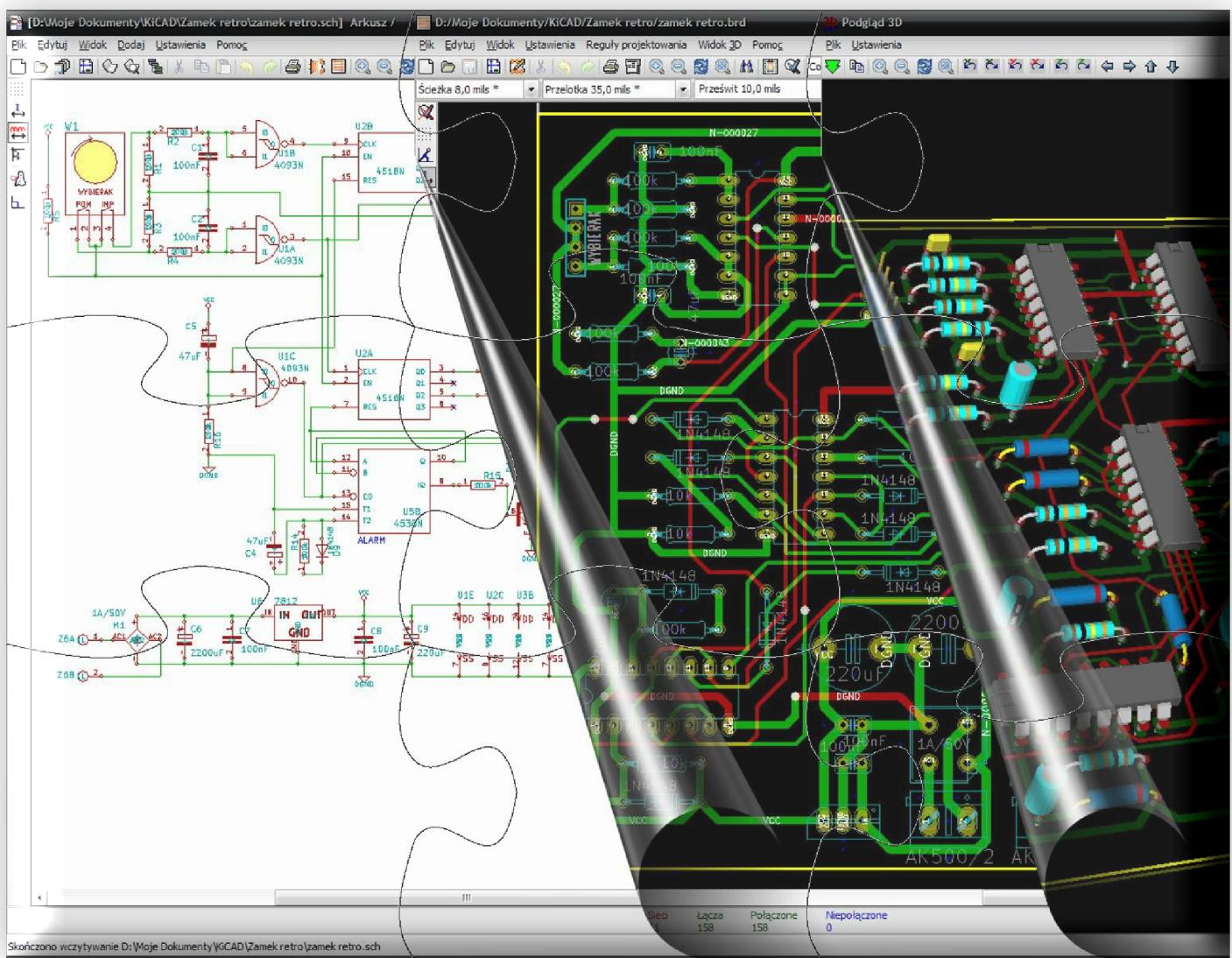
The screenshot shows a Windows application window titled "Kalkulator PCB". At the top, there are tabs: "Regulatory voltage", "Width of tracks", "Clearance", "Transmission line", "Holes FR", "Color codes", and "Board classes". Below the tabs, a note says: "Uwaga: Podawane wartości są wartościami minimalnymi". A dropdown menu shows "mm". The main area contains a table with the following data:

	Class 1	Class 2	Class 3	Class 4	Class 5	Class 6
Szerokość ścieżek	0,8	0,5	0,31	0,21	0,15	0,12
Prześwit min.	0,68	0,5	0,31	0,21	0,15	0,12
Przelotka: (D - owiert)	--	--	0,45	0,34	0,24	0,2
Pad cynowy: (D - owiert)	1,19	0,78	0,6	0,49	0,39	0,35
d nie cynowy: (D - owiert)	1,57	1,13	0,9	--	--	--

Rys. 14.14

zakładką kalkulatora jest zakładka **Klasy płytEK** i można ją zobaczyć na rysunku 14.14. Umożliwia ona określenie klasy płytEK w zależności od ich parametrów. Jak widać kalkulator ten pozwala na obliczenie wielu parametrów projektowych płytEK, jak również umożliwia przeprowadzenie obliczeń nie związanych bezpośrednio z projektowaniem płytEK. Zachęcam do jego korzystania w szczególności przy projektowaniu płytEK drukowanych.

ROZDZIAŁ DZIESIĄTY NOWOŚCI W PROGRAMIE KICAD



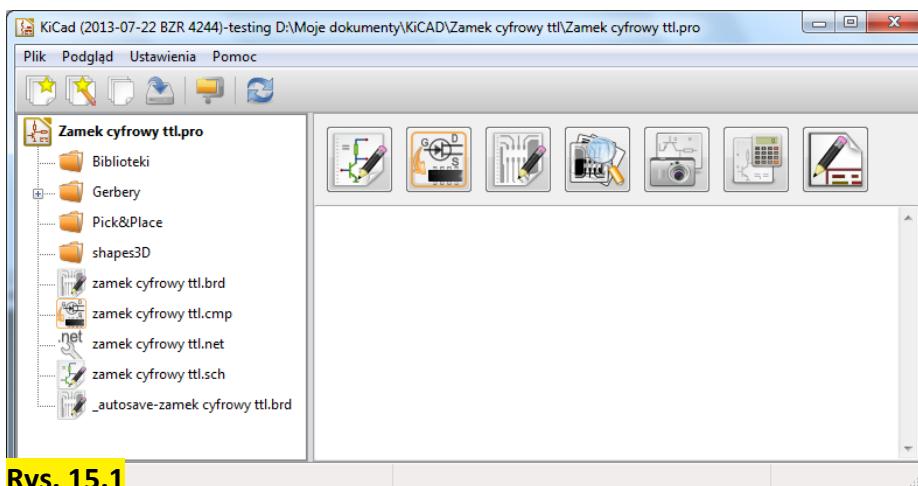
Nowe wersje KiCAD'a

Kurs ten oparłem o stabilną wersję KiCAD'a bo z 31 maja 2013 roku. KiCAD ciągle się rozwija i w kolejnych jego wersjach pojawiają się nowe funkcje. Można się z nimi zapoznać testując nieoficjalne komplikacje KiCAD'a, które możemy pobrać pod adresami; <http://kicad.elektroda.eu/> oraz <http://kicad.tuturutu.cz/>. Na stronach tych nie znajdziemy pełnych wersji KiCAD'a z bibliotekami elementów, plikami pomocy, itd., a jedynie wykonywalne pliki *.exe programu oraz pliki bibliotek programu *.dll. Polecam pierwszy link, gdzie oprócz plików wykonywalnych KiCAD'a znajdziemy aktualne tłumaczenie polskojęzycznej wersji KiCAD'a. Ja u siebie mam pliki wykonywalne w lokalizacji **C:\KiCAD\bin** natomiast pliki językowe dla danej wersji KiCAD'a mam w lokalizacji:

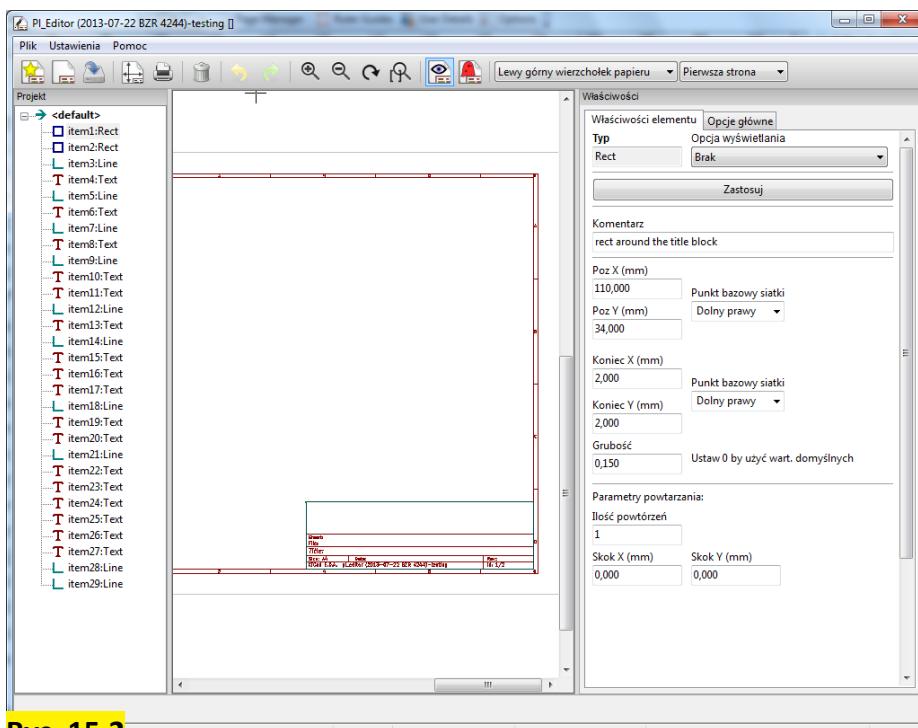
C:\KiCAD\share\internat\pl Taka lokalizacja testowej wersji KiCAD'a nie „gryzie się” z KiCAD'em w wersji z 31.05.2013r, a jednocześnie pozwala na zapoznanie się z nowościami w nieoficjalnych komplikacjach tego programu. Należy się oczywiście liczyć z tym, że są to wersje testowe i mogą one nie działać poprawnie i stabilnie. Opiszę tutaj najważniejsze różnice pomiędzy wersją KiCAD'a z 31.05.2013r, a wersją oznaczoną jako BZR4244 z 22 lipca 2013 roku, choć dostępne mogą być nieco nowsze wersje testowe KiCAD'a. Inne różnice jak zmiana wyglądu okien dialogowych, pozycji menu czy obrazków na ikonach jako mniej istotne natomiast pominąłem.

Manadżer projektu KiCAD

W menadżerze tym pojawiły się dodatkowe ikonki do uruchamiania nowej aplikacji pakietu KiCAD oraz tworzenia nowego projektu na podstawie szablonów. Nowa aplikacja służy do zarządzania układem strony i treścią tabelki znajdującej się na



Rys. 15.1



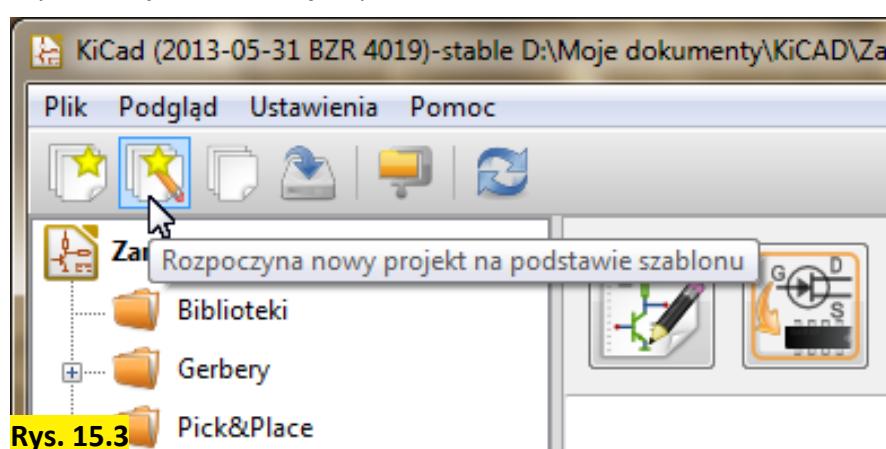
Rys. 15.2

planszach projektowych e edytorech Eeschema i Pcbnew. Zmian te można zobaczyć na rysunku 15.1.

Edytor układu strony i tabelki

Edytor ten jest nowością w pakiecie

KiCAD i służy on do zarządzania układem strony oraz tabelki na planszy edytora schematów Eeschema i edytora płyt drukowanych Pcbnew. Wygląd tego edytora można zobaczyć na rysunku 15.2.



Rys. 15.3

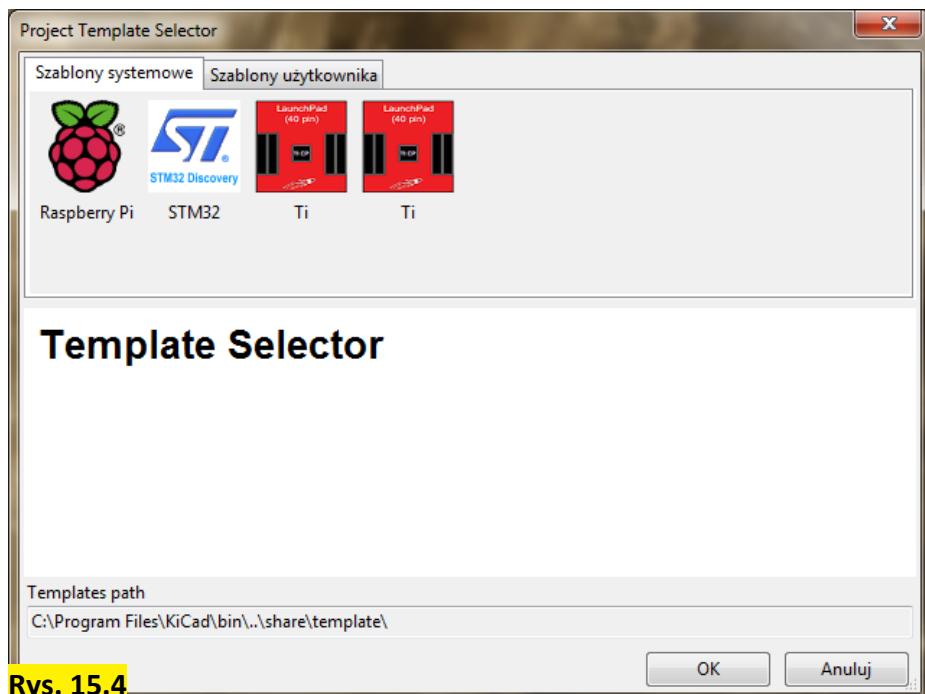
Zarządzanie szablonami projektów

Nowe wersje menadżera projektów KiCAD'a umożliwiają także utworzenie

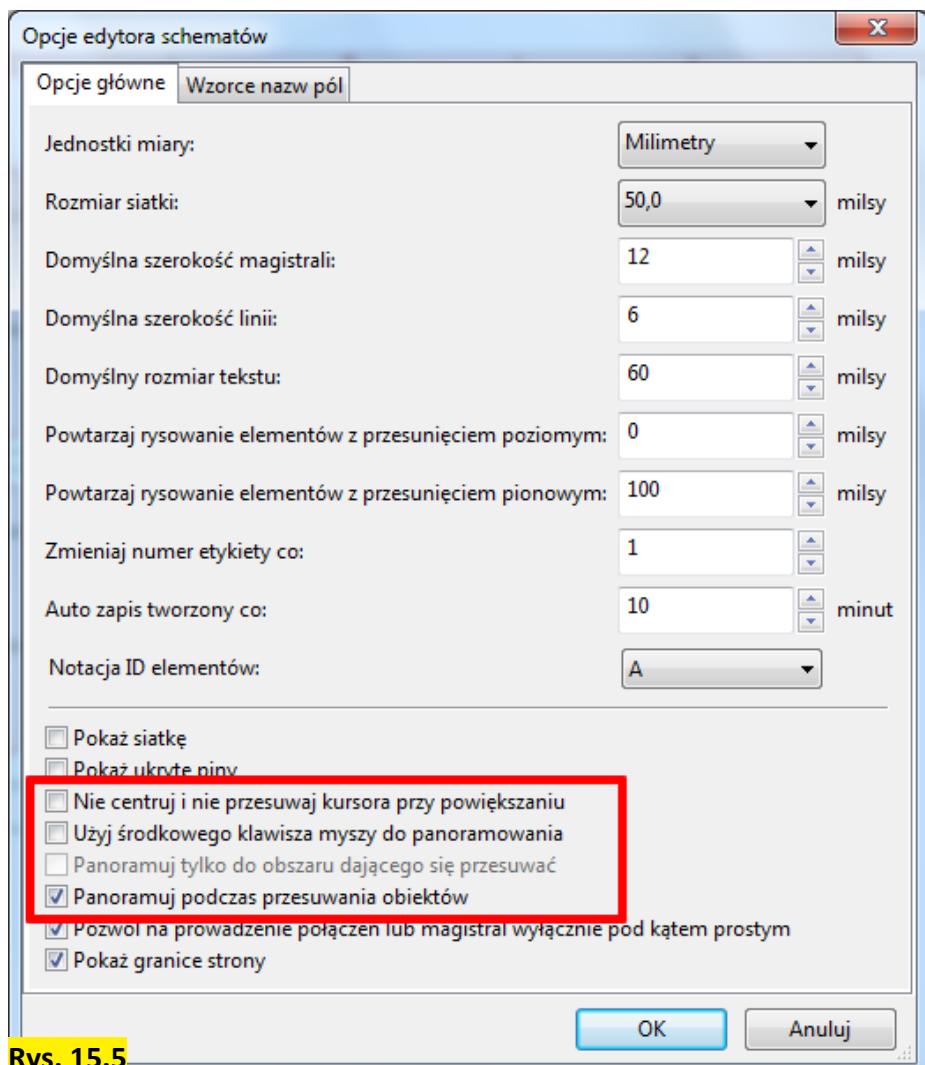
nowego projektu na podstawie szablonu, jak to widać na rysunku 15.3. Natomiast okno wyboru i

zarządzania szablonami możemy

zobaczyć na rysunku 15.4.



Rys. 15.4



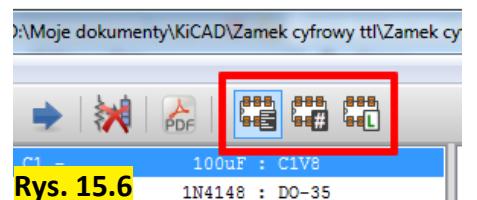
Rys. 15.5

Edytor schematów Eeschema

Zacznijmy od różnic w edytorze schematów Eeschema. Pojawiły się w tym edytorze dodatkowe opcje ustawień Eeschema dostępne z menu **Ustawienia → Opcje** które pokazałem na rysunku 15.5. Są one związane głównie z dopasowaniem powiększenia i powiększeniem widoku planszy projektowej.. Jak widać w edytorze Eeschema nie zostało jak na razie dodane zbyt wiele funkcjonalności.

Edytor Cvpcb

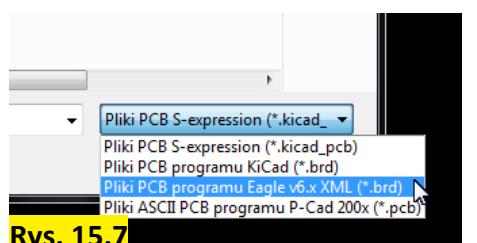
W edytorze kojarzenia elementów Cvpcb pojawiła się dodatkowa ikonka sortowania kojarzonych elementów według ilości pinów, oraz drobne różnie w wyglądzie ikon. Różnice te można zobaczyć zaznaczone czerwoną ramką na rysunku 15.6.



Rys. 15.6

Edytor płytEK Pcbnew

Dużo zmian pojawiło się natomiast w edytorze płytEK drukowanych Pcbnew. Wcześniej już opisałem zmiany w generowaniu plików „pick & place” pomiędzy tymi dwoma wersjami KiCAD'a. Kolejną istotną zmianą jest to, że edytor Pcbnew potrafi otwierać pliki utworzone w programie Eagle 6.x.x jak to widać na rysunku 15.7. Pliki płytEK drukowanych ze starszych wersji Eagle



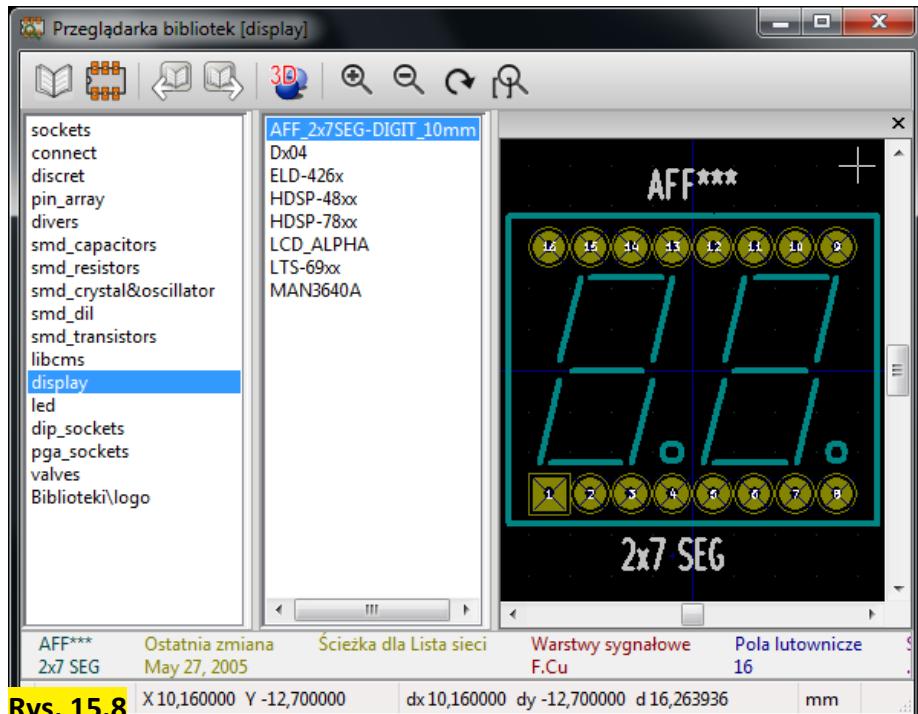
Rys. 15.7

niestety nie są otwierane. Nie jest to rysunek 15.8. Zmianie uległo także jednak problemem, ponieważ plik z okno właściwości pól lutowniczych, Eagle w wersji 5.xx można otworzyć w Eagle 6.xx i zapisać w nowej wersji pliku, który już bez problemów otworzymy w Pcbnew. Pliki

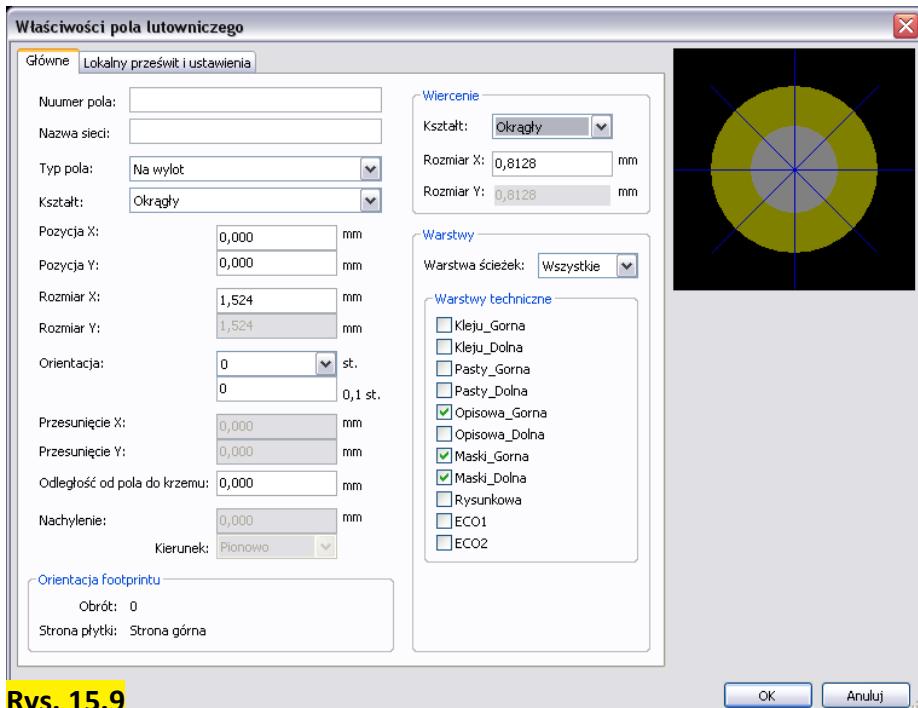
schematów nie są w ogóle otwierane.

Jak widać z rysunku 15.7 są otwierane jeszcze pliki płytka z programów Pcad 2000 – 2004 zapisane w postaci plików ASCII. Także pojawiła się w Pcbnew przeglądarka bibliotek płytowych, którą można zobaczyć na

Pozostałe programy z pakietu KiCAD to jest przeglądarka GerbView, konwerter obrazów (logo) na biblioteki oraz kalkulator KiCAD'a nie uległy zauważalnym zmianom w wersji KiCAD'a z 31 maja 2013 roku.



Rys. 15.8



Rys. 15.9

Właśnie dotarliśmy do końca mojej publikacji. Zdaję sobie sprawę z tego, że nie porusza ona wszystkich zagadnień obsługi programu KiCAD. Starałem się podzielić całą swoją wiedzą na temat obsługi tego programu, przez wszystkie etapy tworzenia projektu. Niektóre zagadnienia opisałem obszernie inne skrótnie. Mimo to nie powinno być problemów z obsługą KiCAD'a. Niemożliwość dokładnego opisania KiCAD'a po części wynika to z tego, że pojawiają się nowe wersje tego programu, które się różnią wcześniejszych wersji tego programu. Mimo to program ten nie jest trudny w obsłudze i z powodzeniem może być wykorzystany przez amatorów elektroniki, jak i w bardziej wymagających zastosowaniach. Sporym atutem tego programu jest jego w pełni spolonizowana wersja. Podczas pracy z KiCAD'em jeśli ktoś napotka trudności może skorzystać z przetłumaczonych plików pomocy programu. Ktoś kto zacznie poznawanie KiCAD'a nie mając za sobą doświadczeń z innymi tego rodzaju programami będzie miał ułatwione zadanie, ponieważ nie nabył przyzwyczajeń z innych programów. KiCAD jest też jednym z liczących się programów do projektowania elektroniki dla Linuksa. Są oczywiście inne programy tego rodzaju dla Linuksa, ale po zapoznaniu się z nimi w mojej ocenie w Linuksie liczą się tylko dwa programy do projektowania układów elektronicznych, tj. KiCAD i Eagle. Z tym, że ten drugi program jest komercyjny i posiada ograniczenia w wersji darmowej. W systemach Windows sytuacja jest pod tym względem lepsza, gdyż mamy do wyboru sporo tego rodzaju programów, zarówno darmowych jak i komercyjnych z ograniczeniami w wersjach testowych. Mimo to KiCAD zdobywa coraz większą popularność także w tym systemie. Oczywiście KiCAD nie jest idealny, ma jak na razie skromne biblioteki elementów ale i w komercyjnych programach zdarzają się niedociągnięcia w tym zakresie. Są one szczególnie irytujące ponieważ zapłaciło się sporą kwotę za licencję na program, który ma usterki. Także w komercyjnych programach biblioteki elementów nie są idealne i czasami trzeba samemu zaprojektować potrzebny element biblioteczny. KiCAD ma także małe wymagania systemowe i bez problemów będzie działał na starszych komputerach. W przypadku rozbudowanych komercyjnych programów często nie można z nich skorzystać nawet w wersji testowej, jeśli ktoś ma słaby komputer. Wówczas taki program się nie zainstaluje lub będzie działał ociężale. Kolejną zaletą KiCAD'a jest jego prosta obsługa. Wymaga to nieco więcej wiedzy i uwagi nad tworzonym projektem ze strony projektanta. Natomiast w komercyjnych programach zdarzają się „bajery i wodotryski”. Sprawiają one poczatkującemu elektronikowi dużo trudności, a nieumiejętna obsługa takiego programu prowadzi do nabycia złych nawyków, które czasami trudno zmienić. Na koniec jeszcze informacja iż programem KiCAD zainteresowała się nawet CERN (Europejska Organizacja Badań Jądrowych) pomimo że na rynku jest do wyboru wiele komercyjnych programów tego rodzaju. Prowadzone także są prace nad wdrożeniem kreatorów bibliotek elementów czy też autoroutera z funkcją rozpychania ścieżek. Dlatego zachęcam do korzystania z KiCAD'a bo w przyszłości może stanowić on doskonałą darmową alternatywę dla komercyjnego oprogramowania do projektowania układów elektronicznych.

