



**Politechnika
Śląska**

**DYSCYPLINA NAUKOWA
INŻYNIERIA LĄDOWA I TRANSPORT**

ROZPRAWA DOKTORSKA

mgr inż. Mateusz Jurczak

**Opracowanie metody automatycznego tworzenia tablic zależności
stacyjnych systemów sterowania ruchem kolejowym**

Developing a method for automated creation of interlocking tables for railway traffic
control systems

Promotor
dr hab. inż. Jakub Młyńczak, prof. PŚ

Promotor pomocniczy
dr hab. inż. Andrzej Toruń, prof. IK

Gliwice 2022

Streszczenie

Podczas prowadzenia ruchu kolejowego najważniejszym elementem jest zapewnienie bezpieczeństwa. W tym celu przez kolejne lata ewaluowały rozwiązania dotyczące zabezpieczenia i sterowania ruchem kolejowym (w skrócie srk). Począwszy od urządzeń mechanicznych, poprzez przekaźnikowe aż do najnowszych komputerowych obowiązywało zastosowanie kolejowych tablic zależności stacyjnych urządzeń srk, których zaprojektowanie wynikające z ich złożoności, niesie za sobą dużą odpowiedzialność. Tablice te są przedstawieniem zależności pomiędzy poszczególnymi elementami, które występują w przebiegu tj. pojedynczej jeździe pojazdu kolejowego spod semafora początkowego do semafora końcowego.

W celu osiągnięcia większej uniwersalności podczas przygotowania tablic zależności opracowano metodę automatyzacji tworzenia tablic zależności stacyjnych urządzeń srk o nazwie MGLTAB. Metoda pozwala na dokonanie częstych zmian w układach torowych, które z kolei wynikają z charakteru wymagań i potrzeb określonych dla analizowanej stacji. Jej głównym celem jest wygenerowanie w sposób zautomatyzowany wszystkich przebiegów pociągowych i manewrowych na kolejowym posterunku ruchu. Metoda składa się z dwóch etapów: projektowego i generacyjnego. Założeniem etapu pierwszego jest utworzenie bazy danych obiektów z ich właściwościami niezbędnymi do realizacji drugiej części. W metodzie założono, że baza danych konkretnej stacji powstaje na podstawie biblioteki elementów charakterystycznych dla typowej tablicy zależności. W kolejnym etapie metody MGLTAB następuje odczyt wszystkich potrzebnych obiektów i ich właściwości wraz z generacją przebiegów i występujących w nich zwrotnic.

Wszystkie przejścia w poszczególnych etapach są określane przez specjalnie do tego utworzone algorytmy metody MGLTAB. Metodyka przygotowania danych wejściowych przyjmuje założenie automatyzacji wprowadzania niektórych właściwości obiektów (m.in. częściowe nazewnictwo, wybór określonych podtypów obiektów). Występują pewne założenia etapu pierwszego, które należy przestrzegać bezwzględnie, takie jak choćby wymóg tej samej współrzędnej x dla maksymalnie jednej pary (zwrotnica- zwrotnica lub zwrotnica- zwrotnica fikcyjna). Pomimo występowania 2 etapów metodę można podzielić na 4 podstawowe procesy. Każdy proces zawiera określone algorytmy niezbędne do jego prawidłowej realizacji.

W celu przedstawienia zależności pomiędzy elementami w procesie realizacji pojedynczego przebiegu kolejowego założono odpowiedni opis formalny będący częścią procesu modelowania, którego celem jest analiza poprawności wygenerowanych przebiegów. W niniejszym modelu należy rozróżnić opis formalny obiektów, funkcje odwzorowania ich cech oraz typów. W ostatnim kroku znajduje się zapis relacji pomiędzy obiektami.

Implementacja metody automatyzacji tworzenia tablic zależności opiera się na dodaniu nowych elementów w narzędziach powszechnego użytku (AutoCAD, Visual Studio), dzięki czemu skorzystanie z metody MGLTAB nie wymaga dodatkowych kosztów w postaci zakupu specjalistycznego oprogramowania. Rozwiązanie ma na celu uproszczenie wymagań, także tych programistycznych. Wykorzystanie w części projektowej oprogramowania AutoCAD wymagało utworzenia nowego dedykowanego paska narzędzi oraz grupy warstw charakteryzującej konkretne typy obiektów. Z kolei w drugim etapie przygotowano oprogramowanie w języku C# wraz z częścią obiektową w środowisku WindowsForms w celu wygodnego skorzystania. Oprogramowanie przygotowane w Visual Studio nosi nazwę Generator.

W rozprawie zamieszczono badania sprawdzające poprawność założeń w opracowanej metodzie. Wykorzystano istniejące i zatwierdzone tablice zależności dla stacji na modernizowanej linii kolejowej. Na podstawie planów schematycznych zaprojektowano ich uproszczone wersje, a następnie wygenerowano przebiegi pociągowe i manewrowe w narzędziu platformy Visual Studio. Dla celów weryfikacji metody wykorzystano porównanie liczby przebiegów tablic rzeczywistych oraz zwrotnic w nich występujących. Testy zgodności potwierdziły zasadność użycia metody MGLTAB, jak również wyższość automatyzacji nad tradycyjnymi metodami tworzenia tablic zależności. W pracy wprowadzono nowe pojęcia charakteryzujące pewne procesy lub narzędzia (np. Generator- autorska nazwa narzędzia generacji tablic zależności).

Metoda MGLTAB stanowi na ten moment pewną część procesu tworzenia tablic zależności. Modułowość metody daje możliwości jej rozwijania na każdym jej etapie. Można między innymi poprzez dodanie nowych obiektów oraz warstw aktualizować typy obiektów. Z kolei część generacyjna jest również możliwa do rozwijania choćby w kierunku dodania dróg ochronnych, przejazdów kolejowo- drogowych itp. Rozwijanie narzędzia opierającego się na metodzie MGLTAB może przyczynić się do utworzenia tablic zależności w pełnym zakresie wymaganym na polskich kolejach. Ze względu na podobne zasady prowadzenia ruchu kolejowego oraz sygnalizacji metoda MGLTAB może również być wykorzystana do tworzenia tablic m.in. na kolejach czeskich oraz słowackich.

Summary

The most important aspect of railway traffic management is the capacity to ensure safety. In pursuit of this goal, various railway traffic safety and control solutions have been developed and improved over the years. Starting from mechanical devices, to relays, to state-of-the-art computerised solutions, railway traffic control systems have always been supported by interlocking tables, the designing of which entails large responsibility on account of their high complexity. These tables represent the relationships between individual elements comprising a railway route, i.e. a single travel of a rail vehicle from the start signal to the end signal.

For the sake of improved universality of the process in which interlocking tables are created, the MGLTAB method has been devised for automated creation of interlocking tables for in-station railway traffic control systems. The method has been adapted to the needs arising from frequent track layout changes which, in turn, result from the very nature of the requirements and needs defined for the given station. Its main purpose is to automatically generate all railway and shunting routes at a railway signal box. The method proceeds in two stages: design and generation. The first one is intended to create a database of objects including their properties that are necessary to complete the second stage. The method is based on the assumption that a specific station's database is built using a directory of elements that are characteristic of a typical interlocking table. The second stage of the MGLTAB method commences by learning about all the required objects and their properties, and proceeds by generating the relevant routes and rail switches.

At individual stages, all crossings are defined using dedicated algorithms of the MGLTAB method. The input data preparation methodology is based on the assumption that certain properties of objects (including temporary naming, choice of object sub-types) are introduced automatically. The first stage comprises certain assumptions to which one must definitely adhere, such as the requirement of identical coordinate x being set for no more than one pair (switch/switch or switch/fictive switch). Despite the fact that the method proceeds in two stages, it can be divided into 4 basic processes. Each process comprises specific algorithms that are necessary for its successful completion.

In order to present the relationships between individual elements in a process of a single railway travel, an adequate formal description has been assumed as a part of the modelling process with the purpose of analysing whether the routes previously generated are correct. The model consist of such components as the formal description of objects as well as functions mapping their properties and types. The last step comprises a record of the relationships between objects.

Intended to automate the process in which interlocking tables are generated, the method addressed in the paper is implemented by adding new components to popular and commonly used software tools (AutoCad, Visual Studio), owing to which no additional costs related to purchasing dedicated software are generated by using the MGLTAB method. This solution is intended to simply the relevant requirements, including those pertaining to programming. In order to be able to use the AutoCAD software in the design stage, a new dedicated toolbar and a group of layers characterising specific object types needed to be created. In the second stage, it was necessary to develop a code in the C# language along with the object part in the Windows Forms environment, which was to ensure the convenience of use. The software developed in Visual Studio is also named MGLTAB.

This dissertation addresses studies intended to verify the correctness of the method's underlying assumptions and the method itself. The authors referred to both the interlocking tables already in use as well as those that had been approved for stations within railway lines being upgraded. Based on schematic plans, their simplified versions were designed, and then railway as well as shunting routes were generated using the Visual Studio software platform. For the sake of verification of the method, the number of routes in real interlocking tables and that of their rail switches were compared. Conformity tests have confirmed the legitimacy of application of the MGLTAB method as well as the superiority of automation over traditional methods employed when creating interlocking tables. Some new terminology was also introduced under the research to characterise certain processes or tools (e.g. MGLTAB, being the authors' original name for the interlocking table generation tool).

The MGLTAB method corresponds only to a part of the interlocking table design process. However, thanks to its modular structure, it can be expanded at each stage. For instance, one can update object types by adding new objects and layers. Also the generation part can be expanded, if only to add overlaps, level crossings etc. Further development of the tool based on the MGLTAB method may contribute to reaching the capacity to generate fully fledged interlocking tables compliant with all the requirements applicable to polish railways. On account of the similarities in railway traffic management and signalling, the MGLTAB method may well be successfully used to generate interlocking tables in other countries, e.g. in the Czech and Slovak railways.

Spis treści

Spis treści

Streszczenie	2
Najważniejsze pojęcia	8
Wykaz najważniejszych skrótów	11
Wykaz najważniejszych symboli	12
1. Wstęp	15
1.1. Temat pracy	15
1.2. Analiza stanu literatury	17
1.3. Problem naukowy	26
1.4. Cel, teza i zakres pracy	27
2. Ogólne zasady tworzenia tablic zależności	30
2.1. Plan schematyczny na kolejach polskich	30
2.2. Tablice zależności na kolejach polskich	31
2.3. Zapis zależności na przykładzie kolei czeskich	33
2.4. Przykłady zmian układu stacyjnego i ich wpływ na zależności	36
3. Metoda tworzenia tablic zależności MGLTAB	42
3.1. Definicja metody MGLTAB	42
3.2. Model tworzenia tablic zależności na podstawie metody MGLTAB	43
3.2.1. Pojęcie modelowania oraz opisu formalnego	43
3.2.2. Opis formalny elementów układu torowego w metodzie MGLTAB	44
3.2.3. Funkcje odwzorowania cech i typów	50
3.2.4. Relacje między obiektami	52
3.3. Procesy w metodzie MGLTAB	59
3.4. Model cyklu tworzenia oprogramowania w MGLTAB	64
4. Implementacja metody MGLTAB w środowisku programistycznym	67
4.1. Budowa układu torowego	67
4.2. Zapis danych części projektowej	72
4.3. Odczyt danych z bazy dxf	74
4.4. Algorytm ochrony bocznej	78
4.5. Algorytmy dalekich ochron bocznych	81
4.6. Generacja przebiegów	82
5. Weryfikacja metody	86
5.1. Próba badawcza	86
5.2. Przedstawienie statystyki testowej	89
5.3. Dobór testu oraz podział badanych cech	91

5.4 Wyniki weryfikacji metody	95
6. Wnioski	98
Literatura	104
Załącznik 1	110
Załącznik 2	124
Załącznik 3	148
Załącznik 4	181

Najważniejsze pojęcia

Atrybut - cecha obiektu, która może być wyrażona m.in. za pomocą nazwy, rodzaju linii, wartości współrzędnych.

AutoCAD - to oprogramowanie do projektowania komputerowego (CAD), przy użyciu, którego architekci, inżynierowie i specjaliści w dziedzinie budownictwa tworzą dokładne rysunki 2D i 3D.

- Szkicowanie i edytowanie geometrii 2D oraz modeli 3D z wykorzystaniem brył, powierzchni i siatek

- Opisywanie rysunków z wykorzystaniem tekstu, wymiarów, linii odniesienia i tabel

- Dostosowywanie dzięki dodatkowym aplikacjom i interfejsom API.

Blok (AutoCAD) - jest to złożony element rysunku składający się z mniejszych elementów lub bloków. Można go wstawiać dowolnie. Charakteryzują go atrybuty, które w trakcie wstawiania bloku tego samego typu mogą się zmieniać. Istnieją charakterystyczne cechy, których zmiana nie jest wymagana jak np.: grubość i rodzaj linii konkretnego typu bloku.

Blokada liniowa - urządzenie techniczne przeznaczone do regulacji następstwa pociągów oraz ustalenia kierunku ruchu na szlaku [32].

CAD - projektowanie wspomagane komputerowo (ang. Computer Aided Design)[104].

Droga hamowania - odcinek toru niezbędny dla zatrzymania pociągu.

Droga jazdy - tor lub część toru stacyjnego pomiędzy kolejnymi sygnalizatorami stacyjnymi lub pomiędzy sygnalizatorem, a granicą posterunku ruchu, wskaźnikiem W5 wraz z rozjazdami i skrzyżowaniami torów znajdującymi się w danym torze [32].

Droga ochronna - odcinek toru za sygnalizatorem zabraniającym jazdy, na który wjechałby pojazd kolejowy w razie nie zatrzymania się na drodze jazdy w przypadku nieprzewidzianych trudności podczas prawidłowo rozpoczętego i wykonywanego hamowania [32].

Droga przebiegu - droga jazdy pomiędzy dwoma kolejnymi sygnalizatorami uzupełniona w miarę potrzeby drogą ochronną wraz z urządzeniami ochronnymi [32].

Droga zbliżania - jest to odcinek przed semaforem (najczęściej bezpośrednio), którego zajętość ze względu na bezpieczeństwo wpływa na opóźnienia całkowitego zwolnienia utwierdzenia przebiegu spod tego semafora podczas doraźnego zwolnienia przebiegu przez dyżurnego. Ze względu na zróżnicowaną sytuację na stacjach droga zbliżania może nawet sięgać do kilku odcinków przed semaforem [40].

DXF - rozszerzenie pliku, które zostało utworzone oryginalnie przez Autodesk (twórcę oprogramowania AutoCAD). Obecnie wykorzystuje się go, jako format przechowywania i otwierania rysunków w wielu różnych systemach CAD-a [11].

Język C# - (wymawiamy: „C sharp”) jest językiem przeznaczonym do tworzenia aplikacji, które działają w środowisku .NET Framework. Jest to prosty, nowoczesny i uniwersalny język obiektowy umożliwiający tworzenie aplikacji dla systemu Windows, aplikacji internetowych oraz aplikacji mobilnych. Implementacją języka C# na platformie .NET jest Visual C# [39].

Karta przebiegu - jest to rodzaj zapisu pojedynczego przebiegu pociągowego lub manewrowego. Zawiera informacje te same, co tablica zależności. Dodatkowym atutem karty przebiegu są wypisane wszystkie przebiegi sprzeczne, czyli tzw. wykluczenia.

Koziół oporowy - konstrukcja stanowiąca zakończenie toru żeberkowego, wyciągowego, postojowego lub przyjazdowego na stacji czołowej, wyposażona w elementy pochłaniające energię wolno poruszających się pojazdów szynowych, które powinny się przed tą konstrukcją zatrzymać [53].

.NET Framework - środowisko zapewniające dostęp do wielu usług, systemów operacyjnych i innych narzędzi, a także zawiera biblioteki i środowisko uruchomieniowe do uruchamiania aplikacji napisanych za pomocą Visual C# [39].

Ochrona boczna - zwrotnice ochronne lub urządzenia uniemożliwiające lub zabraniające wjazdu pojazdu kolejowego na drogę jazdy i drogę ochronną [32].

Plan schematyczny - zawiera plan układu torów i rozjazdów na posterunku oraz zaznaczonych na nim zlokalizowanych w torach urządzeń sterowania ruchem kolejowym. Na planie są zaznaczone niektóre urządzenia stacyjne, takie jak obrotnice, hamulce torowe, rogatki na przejazdach kolejowych, mosty, wiadukty i inne mające wpływ na położenie urządzeń sterowania ruchem kolejowym [108].

Przebieg alternatywny - przebieg, który umożliwia jazdę w tym samym kierunku, co przebieg zasadniczy, lecz jego droga jazdy różni się od drogi jazdy przebiegu zasadniczego i nie gwarantuje najdogodniejszych warunków ruchowych, dopuszczalny w sytuacji, gdy przebieg zasadniczy nie może być zrealizowany [32].

Przebieg kolejowy¹ - zbiór uporządkowanych stanów, w jakich powinny znajdować się elementy urządzeń sterowania ruchem kolejowym, które nastawiają, zabezpieczają i kontrolują określoną drogę przebiegu [32].

Przebieg manewrowy - przebieg dla manewrującego taboru na stacji [32].

Przebieg niezorganizowany - przebieg, którego droga przebiegu nie jest utwierdzona ani zamknięta [32].

Przebieg pociągowy - przebieg dla pociągu w granicach stacji [32].

Przebieg sprzeczny - przebieg, który ze względów bezpieczeństwa nie może być realizowany jednocześnie z innym [32].

Przebieg utwierdzony - przebieg, w którym uzależnienie elementów drogi przebiegu uniemożliwia zmianę ich stanu i może być uchylone samoczynnie przez oddziaływanie taboru lub personel obsługi z rejestracją tej czynności [32].

Przebieg wariantowy - przebieg, który umożliwia jazdę od tego samego obiektu początkowego do tego samego obiektu końcowego, co przebieg zasadniczy. Może różnić się elementami drogi przebiegu.

¹ Podział przebiegu kolejowego na rysunku 8

Przebieg zamykany - przebieg, w którym uzależnienie elementów drogi przebiegu uniemożliwia zmianę ich stanu i może być uchylone samoczynnie przez oddziaływanie taboru lub personel obsługi bez rejestracji tej czynności [32].

Przebieg zasadniczy - ustalony przebieg gwarantujący najdogodniejsze warunki ruchowe np. najprostszą drogę jazdy [32].

Przebieg zorganizowany - przebieg, którego droga przebiegu jest utwierdzona lub zamknięta [32].

System sterowania ruchem - jest zbiorem zespołów urządzeń srk realizujących sterowanie automatyczne lub przy udziale operatorów, najczęściej dyżurnych ruchu [10].

Tablice zależności - są częścią projektu urządzeń sterowania ruchem kolejowym. Przedstawiają stany poszczególnych urządzeń, które wchodzi w skład przebiegu kolejowego. Innymi słowy bez realizacji wszystkich tych stanów (wymagań) nie można utwierdzić drogi jazdy, a co za tym idzie zapalić sygnału zezwalającego dla pociągu lub manewru.

Urządzenia sterowania ruchem kolejowym - są to techniczne środki sterowania ruchem. Zespoły wewnętrzne urządzeń umieszczone są w nastawniach, urządzenia wykonawcze zaś rozmieszczone na terenie stacji [10].

Visual Studio - zintegrowane środowisko programistyczne, które obsługuje język Visual C# oraz dostarcza dla niego takich narzędzi, jak edytor kodu, kompilator, szablony projektów, debugger i inne[91].

Wykaz najważniejszych skrótów

BPK Lublin - Biuro Projektów Kolejowych Lublin

CUT - Proces wycinania obiektów w metodzie MGLTAB

DO - Obiekt Droga Ochronna

FIC - Obiekt Zwrotnica Fikcyjna

KAT. - Kategoria

KOD - Oznaczenie końca drogi ochronnej

KOZ - Obiekt Koziół Oporowy

MGLTAB - Metoda automatyzacji tworzenia tablic zależności stacyjnych urządzeń srk

N - Proces nazewnictwa obiektów w metodzie MLGTAB

P. ODG. - Posterunek odgałęźny

PKP PLK - PKP Polskie Linie Kolejowe, spółka Polskich Kolei Państwowych

RTC SOFT - Narzędzie do generowania tablic zależności firmy BPK Lublin S.A.

RETAB - Narzędzie do generowania tablic zależności firmy BT Rail Engineering

SEM - Obiekt Semafor

SRK - Sterowanie ruchem kolejowym

TABZAL - Narzędzie do generowanie tablic firmy BPK Katowice

TC - Obiekt Obwód Torowy/Zwrotnicowy

TM - Obiekt Tarcza Manewrowa

W1 - Przebieg wariantowy pierwszy

W2 - Przebieg wariantowy drugi

WK - Obiekt Wykolejnica

Ie-4 - Wytyczne techniczne budowy urządzeń srk

ZWR - Obiekt Zwrotnica

Z - Przebieg zasadniczy

Wykaz najważniejszych symboli

B – zbiór blokad liniowych

B_S – zbiór blokad samoczynnych

B_P – zbiór blokad półsamoczynnych

B_{TEL} – zbiór blokad z zapowiadaniem telefonicznym

BSK – zbiór relacji braku jazdy semafor- koziół

BTK – zbiór relacji braku jazdy tarcza- koziół

BZK – zbiór relacji braku jazdy zwrotnica- koziół

D – zbiór dróg ochronnych

D_C – zbiór cech dróg ochronnych

D_T – zbiór typów dróg ochronnych

F_T – funkcja przypisania typu

F_W – funkcja przypisania wartości (x, y)

F_{CZ} – funkcja przypisania cech zwrotnicy

F_{Cwk} – funkcja przypisania cech wykolejnicy

F_{CZF} – funkcja przypisania cech zwrotnicy fikcyjnej

F_{CS} – funkcja przypisania cech semafora

F_{CTm} – funkcja przypisania cech tarczy manewrowej

F_{CK} – funkcja przypisania cech kozła oporowego

F_{CKon} – funkcja przypisania cech końca przebiegu

f_{ZZ} – funkcja relacji obiektów zwrotnica- zwrotnica

f_{SS} – funkcja relacji obiektów semafor- semafor

f_{ST} – funkcja relacji obiektów semafor- tarcza

f_{TT} – funkcja relacji obiektów tarcza- tarcza

f_{SKon} – funkcja relacji obiektów semafor- koniec przebiegu

f_{TmKon} – funkcja relacji obiektów tarcza- koniec przebiegu

f_{SK} – funkcja relacji obiektów semafor- koziół oporowy (koniec toru)

f_{TK} – funkcja relacji obiektów tarcza- koziół oporowy (koniec toru)

f_{ZS} – funkcja relacji obiektów zwrotnica- semafor
 f_{ZT} – funkcja relacji obiektów zwrotnica- tarcza
 f_{ZKon} – funkcja relacji obiektów zwrotnica- koniec przebiegu
 f_{ZK} – funkcja relacji obiektów zwrotnica- kozioł oporowy (koniec toru)
 K – zbiór kozłów oporowych (koniec toru)
 K_C – zbiór cech kozłów oporowych (koniec toru)
 K_T – zbiór typów kozłów oporowych (koniec toru)
 Kon – zbiór końców przebiegu
 Kon_C – zbiór cech końców przebiegu
 Kon_T – zbiór typów końców przebiegu
 P – zbiór przejazdów kolejowo- drogowych
 $P_{A/E}$ – zbiór przejazdów kolejowo- drogowych kat. A/E
 P_B – zbiór przejazdów kolejowo- drogowych kat. B
 P_C – zbiór przejazdów kolejowo- drogowych kat. C
 P_Z – zbiór przebiegów
 P_{ZP} – zbiór przebiegów pociągowych
 P_{ZM} – zbiór przebiegów manewrowych
 PZ – zbiór relacji między zwrotnicami
 PZS – zbiór relacji między semaforami
 PST – zbiór relacji między semaforem i tarczą
 PTT – zbiór relacji między tarczami manewrowymi
 $PSKon$ – zbiór relacji między semaforem i końcem przebiegu
 $PTKon$ – zbiór relacji między tarczą i końcem przebiegu
 PZS – zbiór relacji między zwrotnicą i semaforem
 PZT – zbiór relacji między zwrotnicą i tarczą
 $PZKon$ – zbiór relacji między zwrotnicą i końcem przebiegu
 PZK – zbiór relacji między zwrotnicą i kozłem oporowym
 S – zbiór semaforów
 S_C – zbiór cech semaforów

S_T – zbiór typów semaforów
 Tm – zbiór tarcz manewrowych
 Tm_C – zbiór cech tarcz manewrowych
 Tm_T – zbiór typów tarcz manewrowych
 Wk – zbiór wykolejnic
 Wk_C – zbiór cech wykolejnic
 Wk_T – zbiór typów wykolejnic
 Z –zbiór zwrotnic
 Z_C – zbiór cech zwrotnic
 Z_T – zbiór typów zwrotnic
 ZF – zbiór zwrotnic fikcyjnych
 ZF_C – zbiór cech zwrotnic fikcyjnych
 ZF_T – zbiór typów zwrotnic fikcyjnych

1. Wstęp

1.1. Temat pracy

Temat pracy związany jest z zagadnieniem sterowania ruchem kolejowym, które z kolei dotyczy bezpieczeństwa ruchu kolejowego. Urządzenia srk służą do zapewnienia bezpieczeństwa i sprawności ruchu kolejowego przy założeniu, że tabor oraz pozostałe obiekty i urządzenia związane z ruchem kolejowym spełniają również odpowiednie wymagania w zakresie bezpieczeństwa ruchu [32]. Należy wyróżnić dwa typy urządzeń ze względu na umiejscowienie w obszarze kolejowym i zadania przez nie realizowane:

- urządzenia zewnętrzne takie jak m.in. sygnalizatory kolejowe, napędy zwrotnicowe, wykolejnice, wskaźniki kolejowe - są to wszystkie elementy infrastruktury kolejowej, które można zauważyć na stacji (posterunku ruchu),
- urządzenia wewnętrzne, których umiejscowienie znajduje się w budynku nastawni. Ze względu na typ możemy wyróżnić m.in.: mechaniczne, przekaźnikowe bądź komputerowe.

Realizacja procesu obsługi ruchu kolejowego bez prawidłowo działających systemów sterowania ruchem kolejowym nie zapewniałby odpowiedniego stopnia bezpieczeństwa.

W systemach srk części wewnętrznej należy wyróżnić 3 warstwy:

- warstwa nadrzędna - wydawanie poleceń (poziom obsługi),
- warstwa zależnościowa,
- warstwa wykonawcza.

Za kontrolę stanu urządzeń oraz wysyłanych poleceń w systemach srk odpowiada warstwa zależnościowa, która odpowiada za realizację funkcji zależnościowych tj. analizy stanu urządzeń i przekazywanie do realizacji określonych poleceń. W dzisiejszych czasach coraz większą rolę odgrywają systemy komputerowe. Dzięki możliwościom ciągłej analizy stanu elementów systemu mogą one na bieżąco kontrolować i w razie potrzeby wykluczać sytuacje potencjalnie niebezpieczne. Warstwa wykonawcza składa się ze sterowników obiektowych z odpowiednimi interfejsami do urządzeń zewnętrznych. W porównaniu do starszych typów urządzeń takich jak np. przekaźnikowe, architektura komputerowa jest mniej złożona co do liczby elementów. Zmniejsza to znacznie koszty utrzymania i daje możliwości rozbudowania systemu o dodatkowe funkcje tj.: zdalne sterowanie, zdalna diagnostyka, współpraca z systemem ETCS² itp.

Można przyjąć, że dla każdej stacji czyli konkretnego układu torowego istnieje dedykowana nastawnica z każdym z tych poziomów w odpowiedniej konfiguracji. Dla dobrania tejże konfiguracji należy w pierwszym etapie skonstruować plan schematyczny urządzeń sterowania ruchem kolejowym. Na jego podstawie określana jest liczba wszystkich urządzeń zewnętrznych takich jak: zwrotnice, wykolejnice, semafony, tarcze manewrowe, blokady liniowe, blokady stacyjne itd. Następnym krokiem jest wygenerowanie wszystkich możliwych przebiegów wraz z elementami w nich występującymi.

² Europejski System Sterowania Pociągiem (ERTMS/ETCS) zwany dalej „systemem ERTMS/ETCS” jest systemem umożliwiającym kontrolę prowadzenia pociągu przez maszynistę i stanowi część składową Europejskiego Systemu Zarządzania Ruchem Kolejowym (ERTMS) [33]

Zapisek wszystkich zorganizowanych przebiegów na stacji jest tzw. tablica zależności. Problemem w trakcie projektowania jest to, że generacja tablic odbywa się ręcznie lub poprzez specjalnie do tego dedykowane oprogramowanie, które nierzadko wytwarzane jest pod konkretny system stacyjnych urządzeń sterowania ruchem kolejowym. Zdarza się również, iż sprawdzenie poprawności generowania tablic z tym co widnieje w systemie konkretnej stacji weryfikuje się na podstawie osobnych testów. Te dwa etapy nie są kompatybilne. Wydaje się to szczególnie niebezpieczne podczas projektów fazowań, gdzie niewielkie zmiany w układzie torowym mogą wpływać na dziesiątki lub nawet setki jazd pociągowych i manewrowych. Projektami fazowań określa się projekty kolejnych etapów prac zabudowy urządzeń docelowych. Prace te występują w związku z tym, że najczęściej nie ma możliwości zabudowy pełnego układu torowego. Wynika to z realizacji projektów podczas jednoczesnego użytkowania linii kolejowej.

Problemy występujące podczas generowania tablic zależności wymagają, aby znaleźć odpowiedzi na następujące pytania:

- 1. W jaki sposób rozwiązać problem kosztownych pomyłek podczas generowania tablic dla fazowania dużych stacji kolejowych ?*
- 2. Czy jest możliwe, aby wykonać generację tablic zależności za pomocą istniejących i najbardziej uniwersalnych programów ?*
- 3. W jaki sposób wczytać dane z pliku grafiki wektorowej tak, aby w kolejnym kroku wygenerować wszystkie możliwe przebiegi pociągowe i manewrowe ?*
- 4. W jaki sposób przyspieszyć proces generowania tablic zależności przy jednoczesnym zachowaniu odpowiedniego poziomu bezpieczeństwa ?*

Powyższe pytania wynikają z przytoczonych wcześniej problemów i wymagań. Jednym z nich jest możliwość przyspieszenia projektowania poprzez uproszczenie schematu działań przy jednoczesnym zapewnieniu otrzymania prawidłowych wyników w tablicach zależności. Z punktu widzenia realizacji procesu generowania należy wyróżnić następujące wymagania:

- narzędzie przyjazne użytkownikowi m.in. poprzez układ graficzny projektowania stacji przybliżony do prawdziwego planu schematycznego stacji,
- płynne wprowadzanie zmian w układzie torowym i w razie potrzeby możliwość przechodzenia do stanu z poprzedniego etapu,
- brak możliwości ręcznego wprowadzania zmian w danych potrzebnych do wygenerowania tablic zależności w drugim etapie - wszystkie zmiany zaimplementowane na etapie przygotowania układu torowego powinny być nieodwracalne w tzw. części generacyjnej,
- sprawdzenie na etapie przed generacją podstawowych danych mogących mieć istotny wpływ na wynik procesu tworzenia przebiegów kolejowych.

W Polsce aktualnie istnieje kilka programów do generacji kolejowych tablic zależności. Pierwsze dwa wymienione charakteryzują się dostosowaniem do konkretnego typu systemów zależnościowych: RETAB firmy Bombardier Rail Engineering (dla systemu Ebilock 950) czy Edytor Modest-Gemini firmy Prvni Signalni. Każdy system wiodących producentów [15], [16], [17], [18] posiada dedykowane oprogramowanie spełniające wymagania jedynie dla każdego z nich z osobna. Narzędzia te nie spełniają wymogów uniwersalności, a co za tym idzie nie ma możliwości skorzystania z nich w celu generacji dla systemu innego niż Producenta. Pomijając oczywiście aspekt licencyjny. Idea uniwersalności dla nowej metody polega na możliwości wykorzystania jej niezależnie od systemu, który miałby zostać zabudowany. W związku

z różnymi rozwiązaniami dotyczącymi sposobu realizacji zależności w urządzeniach srk, w zależności od sytuacji ruchowej, co opisuje między innymi [32] należałoby wprowadzić ogólne wymagania dla zapisu tablic zależności na polskich kolejach. Można zauważyć, że np. koleje czeskie mają opracowaną instrukcję [88], która zawiera wymagania dla zapisu zależności na stacji. Oprócz planu schematycznego zawiera ona między innymi następujące dane projektowe zależne od badanej stacji:

- tablica rozjazdów wraz z numerami, kilometrażem, położeniem w stanie zasadniczym, rodzajem napędu, liczbą kontrolerów zewnętrznych itd.,
- tablica sygnałów,
- plan schematyczny wraz z oznaczeniami wszystkich sygnalizatorów, rozjazdów wraz z prędkościami przy jeździe na bok,
- spis przebiegów z długościami drogi hamowania,
- tablica zależności.

Taki bardzo szczegółowy opis wyglądu planu schematycznego wraz z tablicą zależności i symbolami, które należy wykorzystywać w opisie jest jasną deklaracją wymagań zarządcy na konkretnych liniach kolejowych.

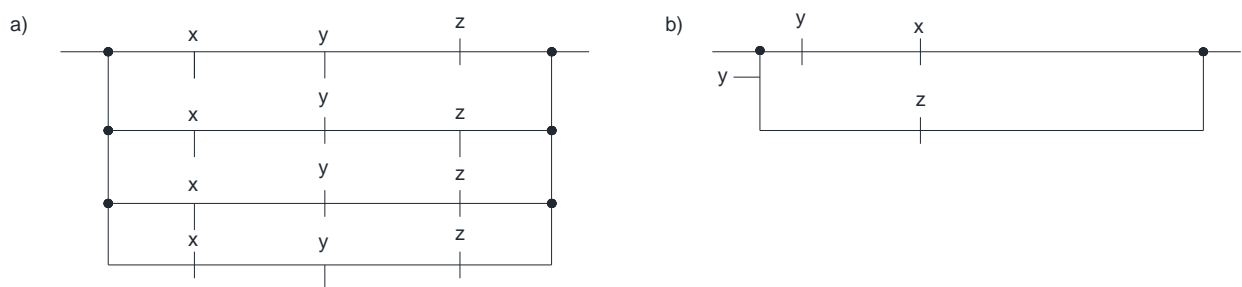
1.2. Analiza stanu literatury

W związku z wymogiem sprawdzenia bieżących informacji dotyczących tablic zależności i urządzeń sterowania ruchem kolejowym, podzielono przeanalizowane materiały na kilka kategorii:

- podstawy przedstawienia i zapisu zależności kolejowych występujących w obrębie posterunków ruchu: [1], [2], [10], [12], [21], [26], [29], [40], [53], [56], [67], [73], [74], [94], [100], [101], [103], [104], [105], [106], [108],
- modelowanie urządzeń srk oraz optymalizacja ruchu na stacjach: [3], [5], [6], [9], [14], [20], [25], [28],[34], [35], [37], [41], [42], [43], [44], [45], [46], [49], [50], [55], [57], [61], [92], [95], [99], [102],
- automatyzacja procesu sterowania ruchem kolejowym i projektowania: [7], [13], [23], [24], [36], [47], [51], [59], [68], [76], [87], [89], [96], [97], [107],
- wymagania dla urządzeń srk: [15], [16], [17], [18], [30], [31], [32], [38], [52], [60], [62], [63], [64], [65], [66], [69], [70], [71], [72], [85], [86], [88],
- przykłady zapisu zależności urządzeń srk: [8], [48], [58], [77], [78], [79], [80], [81], [82], [84], [90],
- oprogramowanie: [11], [19], [22], [27], [39], [98].

Analiza dotyczy publikacji, książek oraz dokumentacji projektowych zgodnych z tematyką pracy. Podczas poszukiwań materiałów związanych z tablicami zależności można zauważyć, że przedstawienie zależności urządzeń srk jest wciąż niszowym tematem. Trudno szczególnie w polskich materiałach znaleźć wyczerpujące informacje jak i propozycje zapisu zależności stacyjnych urządzeń srk. Jako wprowadzenie do podstaw wiedzy o urządzeniach srk mogą posłużyć zbiory [12], [74], [57] oraz [94]. W pierwszej z dwóch przytoczonych pozycji pani prof. Dąbrowa - Bajon przedstawiła informacje dotyczące wszystkich rodzajów urządzeń, począwszy od mechanicznych po komputerowe instalowane obecnie na liniach i stacjach kolejowych w Polsce. W książce tej przedstawiono główne aspekty rozwiązania dla nastawnic

stacyjnych urządzeń srk najważniejszych producentów w Polsce. Tematyka samych tablic zależności została jednakże opisana w sposób bardzo ogólny. Przedstawiono przykład zapisu tablic zależności wraz z planem schematycznym przykładowego posterunku. Zagadnienie zależności kolejowych rozpatrywane zostało również m.in. w [1]. Wydanie Politechniki Warszawskiej autorstwa Pana prof. Apuniewicza dotyczy systemów przekaźnikowych. Należy pamiętać, że z punktu widzenia eksploatacji systemy srk typu E i zależności w nich występujące są wciąż aktualne w Polsce. Wiele zasad dotyczących spełnienia warunków wyświetlenia sygnału zezwalającego w urządzeniach komputerowych jest podobnych. W tablicach zależności dla jednego i drugiego typu urządzeń można zapisywać zależności w ten sam sposób. Można zatem przyjąć, że dla jednego i drugiego typu urządzeń metoda MGLTAB znajdzie swoje zastosowanie. Ciekawym aspektem w publikacji było przedstawienie sieci przekaźnikowej w postaci zapisów analitycznych. Przykładowe sieci ukazują Rysunek 1 w postaci nieuproszczonej oraz uproszczonej.



Rysunek 1. Schemat nieuproszczony (a) oraz uproszczony (b) sieci przekaźnikowej
źródło: [1]

Symbole na rysunku 1 oznaczają zestyki przekaźnika, dla pierwszego przejścia to iloczyn odpowiednich zestyków: rozwierne x, y oraz zwierny z.

Dodatkowo przedstawiono tablicę stanów układu (inaczej tablicę funkcjonalną sieci) jako tablicę zależności, co zostało zaprezentowane w Tabeli 1. Jest ona zapisem zależności z rysunku 1. Przedstawiona w ten sposób tablica stanów może zostać wykorzystana w późniejszym etapie pracy.

x	y	z	F
0	0	0	0
0	0	1	1
0	1	0	1
0	1	1	1
1	0	0	0
1	0	1	1
1	1	0	0
1	1	1	0

Tabela 1. Tablica funkcjonalna układu z Rysunku 1
źródło: [1]

Wyróżnić można następujące elementy:

- F - funkcja wyjściowa układu przekaźnikowego,
- x, y oraz z - zestyki przekaźników występujących w układzie.

Poprzez tzw. sumę wielomianów minimalnych przy wcześniej określonej sieci przekaźnikowej Autor sformułował jej wyrażenie strukturalne. Następnie korzystając z odpowiednich przekształceń Algebry Boole'a wyznaczył uproszczoną wartość funkcji F. Tym sposobem określił między innymi przykładowe przebiegi dla badanej części układu torowego i uprościł równania. Przedstawiona metoda upraszczania może być jedynie propozycją szczegółowego badania istniejących tablic i nie ma zastosowania podczas ich tworzenia. Tematem pracy jest generowanie tablic zależności, które są częścią projektów urządzeń srk. W takim wypadku oprócz wcześniej przedstawionej pozycji [12] należy wyróżnić także książkę autorstwa Apuniewicz i Cegłowski [2]. Pomimo tego, że pozycja została wydana w roku 1974 zapisy dotyczące tablic zależności znajdują zastosowanie do dnia dzisiejszego. Z powodu znaczącego rozwoju urządzeń typu E w tamtym okresie pewne zapisy odnosiły się właśnie do nich. Należy wyróżnić bardzo czytelne i szczegółowo przedstawione symbole występujące w tablicach zamknięć. Oznaczenia oraz objaśnienie ich pojęć przedstawiono w Tabeli 2.


Oznaczenie	Objaśnienie znaczenia
	Wykluczenie specjalne- obwód przebiegowo- sygnałowy wymaga wyłączenia przez inny przekaźnik
-	Nastawienie przebiegu lub zamknięcie zwrotnicy w położeniu przełożonym
+	Wykluczenie przebiegu lub zamknięcie zwrotnicy w położeniu zasadniczym
o+	Zwrotnica ochronna zamknięta w położeniu zasadniczym
o-	Zwrotnica ochronna zamknięta w położeniu przełożonym
⊕	Wykluczenie przebiegu przez izolację

Tabela 2. Oznaczenia stosowane w tablicach zależności
źródło: [2]

Oznaczenia przedstawione w tabeli 2 dotyczą zarówno urządzeń przekaźnikowych jak i komputerowych. W związku z pojawieniem się opisu zależności w postaci tablicy zamknięć zaczęto rozpatrywać możliwość zapisu, który mógł informować o wzajemnej relacji pomiędzy konkretnymi przebiegami na stacji. Z tego powodu powstała również tablica wzajemnego wykluczania się przebiegów, dalej tablica wykluczeń. Zapis tych relacji zgodnie z Tabelą 2 można podzielić na 3 grupy:

- wykluczenia poprzez zmienne położenie urządzeń np. położenie tej samej zwrotnicy w plus dla jednego oraz minus dla drugiego przebiegu,
- wykluczenia specjalne- odnoszą się do sprzecznych dróg przebiegu zawierających obiekty, przy czym obiekty te mogą się różnić właściwościami uczestnictwa w tych drogach, ale obiekty nastawcze przyjmują takie same położenia, natomiast zróżnicowanie może dotyczyć obiektów początkowych i końcowych tych dróg (zwrot

dróg przebiegów sprzecznych). Niekiedy, ze względu na technikę wykonania systemu srk lub specyficzne przypadki, projektanci uzupełniają określenie wykluczeń specjalnych o istotne stwierdzenie, że sprzeczne drogi przebiegów zaliczane do wykluczeń specjalnych ze względu na sposób uzależnień nie mogą się wzajemnie wykluczać [103],

- wykluczenie przebiegu przez izolację- przebiegi, dla których np. w drodze ochronnej istnieje ten sam obwód torowy lub zwrotnicowy. Do szczegółowego przedstawienia każdego przebiegu z osobna służy tzw. kartoteka zależności. W jej skład wchodzi karty przebiegowe oraz urządzeniowe. Te pierwsze składają się z dwóch części:
 - opis przebiegu, dla którego karta została sporządzona,
 - wykazu zależności czyli zwrotnice, wykolejnice, odcinki izolowane, blokady liniowe, przejazdy itp.

Karty przebiegowe składają się z następujących grup:

- grupa pierwsza- zwrotnice i wykolejnice,
- grupa druga- odcinki izolowane zwrotnicowe,
- grupa trzecia- odcinki izolowane torowe,
- grupa czwarta- blokada stacyjna,
- grupa piąta- blokada liniowa,
- grupa szósta- przebiegi sprzeczne.

Karty przebiegowe mogą również zawierać informacje o pozostałych urządzeniach występujących w przebiegach takich jak np. przejazdy kolejowo- drogowe, semafony, zamki elektromagnetyczne itp. Wspomniane wcześniej karty urządzeniowe składają się z następujących części:

- opis urządzenia, dla którego karta jest wykonywana,
- wykazu przebiegów, w których dane urządzenie bierze udział.

W pracy dla analizy wyników testowanych zależności wybranych stacji przyjęto sprawdzenie tablic zamknięć dla wszystkich przebiegów pociągowych i manewrowych z pewnymi ograniczeniami opisanymi w rozdziale 4.2. Autor zapoznał się również z czeskimi pozycjami literatury dotyczącej srk [26], [29]. Potwierdzają one podobieństwa pomiędzy realizacją zależności na kolejach polskich i czeskich. Jako wprowadzenie do wiedzy na temat komputerowych systemów sterowania ruchem kolejowym może posłużyć publikacja [19]. W publikacji przedstawiono zagadnienia niezawodności i eksploatacji urządzeń srk wraz ze szczegółowym opisem rozwiązań dla systemów firmy Kombud.

Przykładem zapisu zależności w zagranicznych pozycjach jest m.in. pozycja [8], gdzie przy okazji przedstawiono model budowy zależności dla przykładowej stacji metra w Stambule. Tablice zależności nie są wyjątkowo rozbudowane, lecz zawierają podstawowe wiadomości charakteryzujące ich polski odpowiednik. Autor przedstawił układ torowy w postaci schematu połączonych ze sobą obiektów- bloków. Wyróżniono kierunki i miejsca połączenia. Takie zestawienie przypomina formę mapowania sąsiadujących obiektów, które jest często stosowane w aplikacjach komputerowych systemów srk.

Pozycjami będącymi przykładem modelowania topologii stacji oraz jej elementów są prace [6] oraz [28]. Autorzy proponują w nim model formalny przedstawienia systemu zależnościowego. Jako przykład przedstawiono model otwartego oprogramowania (open source) RailGround, który opiera się na przedstawieniu systemu za pomocą diagramu klas

w iUML-B oraz relacji zdarzeń w diagramie ERS. Propozycja zapisu topologii polegająca na przedstawieniu połączeń pomiędzy elementami, kierunku za pomocą rozróżnienia kolejności tych połączeń wydaje się dosyć skomplikowany w sytuacji pojawienia się bardziej złożonych układów torowych. Modelowanie dotyczące niekoniecznie samych zależności kolejowych, ale np. siły nastawczej napędu zwrotnicowego można znaleźć w pozycjach [42] oraz [43].

Analiza wpływu zmian w układzie torowym na zależności przedstawia publikacja [41]. Przedstawione są w niej sytuacje ruchowe wpływające na zapisy w tablicy zależności. Takie sytuacje nie muszą dotyczyć tylko urządzeń docelowych, lecz także procesu generowania tablic podczas fazowania w urządzeniach srk³. W trakcie zmian w układzie torowym (zamknięcia toru, rozjazdu istniejącego itp.) zmianie ulegają przebiegi występujące na stacji, a co za tym idzie również zapisy tablic zależności. W temacie optymalizacji związanych z układem torowym należy przytoczyć publikację [5]. Autorzy przedstawiają w nim test przepustowości w celu optymalizacji manewrów na dużej stacji kolejowej, który w dalszych krokach ma zmniejszyć możliwe kolizje z rozkładowymi pociągami. W artykule przytoczono pojęcie rozkładu jazdy i zaimplementowania zgodnego z nim procesu realizacji przebiegów manewrowych. Podczas wymienionej analizy zaplanowania należy szczegółowo rozpatrzyć sprzeczności wynikające z układu stacji. Analiza sprzeczności może być rozpatrywana jako rozszerzenie prac nad powstającą metodą. Dzięki takiej analizie można swobodnie w sposób zautomatyzowany wygenerować bazę sprzeczności do analizy optymalizacji ruchu na stacji. W tematyce projektowania jest również publikacja [25] zawierająca porównanie dwóch różnych formalnych metod badań weryfikacji projektów systemów zależnościowych, a zwłaszcza ich części tzw. tablic sterowań.

Modelowanie systemów kolejowych występuje również w literaturze polskiej. Stosunkowo wcześniej tematem modelowania procesów i obiektów srk zajmował się Sławomir Apuniewicz [3]. Modelowanie systemów i urządzeń srk można znaleźć również w pozycjach [58], [99], [101], [102], gdzie znajdują się między innymi przykłady zapisu zależności stacyjnych oraz systemów za pomocą matematycznego opisu formalnego. Modelowanie może również dotyczyć konkretnych urządzeń srk [61], [62], [63] dotyczące napędu zwrotnicowego. Podane przykłady dotyczą również zagadnienia wymagań dla urządzeń srk. Przykładami modelowania ruchu kolejowego są [35], [37] oraz [96] dotyczące organizacji i optymalizacji sieci kolejowej.

Podczas analizy zagadnień tablic zależności należy nadmienić również następujące pozycje [20], [23] i [24]. Wymienione artykuły w odróżnieniu do wcześniejszych publikacji przedstawiają analizę tablic zależności. Pierwsza z nich zawiera model sprawdzenia tablic zależności. Porównano w nim testy dla symbolicznego (NuSMV) i rzeczywistego (SPIN) sprawdzenia modelu. W metodzie NuSMV wykorzystuje się binarne diagramy decyzyjne. Metoda SPIN wykonuje pełne przeszukiwanie w przestrzeni stanów w celu stwierdzenia, czy dany zestaw właściwości systemu, które są wyrażone za pomocą Linear Temporal Logic (LTL), jest spełniony. LTL jest logiką opartą na liniowej strukturze czasu. W artykule zdefiniowano parametry dla systemów zależnościowych na podstawie tablic zależności oraz przeprowadzono weryfikację modelu za pomocą wcześniej wymienionych metod. W wyniku badań stwierdzono, że modelowanie na podstawie tak określonej ilości danych nie wystarczy do przedstawienia systemów zależnościowych bardziej złożonych stacji kolejowych. W publikacji [23] Autorka przedstawia automatyczną generację wymagań dotyczących bezpieczeństwa na podstawie tablic zależności. W przykładzie wygenerowano warunki bezpieczeństwa systemu zależnościowego na podstawie tablic zależności dla stacji Stenstrup w Danii. W kolejnych

³ Fazowanie w urządzeniach srk- prace tymczasowe polegające na uruchamianiu urządzeń na części stacji w związku z odbywającym się ruchem pociągów na odcinku linii kolejowej

krokach sprawdzono wygenerowane dane za pomocą oprogramowania do weryfikacji modelu SAL. W kolejnym artykule [24] wyodrębniono automatyzację generacji warunków bezpieczeństwa z kolejowych tablic zależności. Zastosowano generator warunków ruchowych, które przedstawiono w Tabeli 3. Z kolei w Tabeli 4 znajdują się wyniki liczby wygenerowanych warunków wraz z czasem ich sprawdzenia. Przedstawiony artykuł jest przykładem analizy zależnościowej wykonanej na podstawie prostych zapisów tablicy zależności. Należy wspomnieć również, że analizowana stacja jest mijanką z 2 torami, 2 rozjazdami, 6 sygnalizatorami oraz 6 izolacjami torowymi i zwrotnicowymi. Nie występują tutaj m.in. zależności wynikające z zajętości drogi ochronnej bądź drogi zbliżania. W przedstawionych artykułach dotychczas przedmiotem analizy były relacje między obiektami na podstawie planu schematycznego bądź analiza otrzymanych lub wygenerowanych wcześniej tablic zależności.

Warunek	Liczba
1. Brak zamknięć konfliktowych przebiegów	8
2. Poprawne położenie zamkniętej zwrotnicy	4
3. Sygnał niewidoczny i zielony	6
4. Sygnał czerwony gdy brak zielonego	6
5. Sygnał tylko zielony, gdy jest zezwalający	6
6. Sygnał czerwony w razie potrzeby	8
7. Utrzymanie sygnału czerwonego podczas zwolnienia	6
8. Możliwe tylko zwolnienie przebiegu	8

Tabela 3. Warunki oraz ich występowanie
Źródło: opracowanie własne na podstawie [24]

Klasy zbiorów warunków	Liczba warunków	Czas realizacji [s]
1. Tablice zależności (Sygnalizacja)	52	409
2. Brak kolizji/wykluczeni	12	20
3. Stany izolacji	102	5139
4. Spójność modelu	38	20

Tabela 4. Klasy warunków wygenerowanych z projektu
Źródło: opracowanie własne na podstawie [24]

Pojęcie tablic zależności pod nazwą tablic sterowań pojawia się również w publikacji [90]. Autor przedstawia w niej model tablic zależności na stacji Panthong w Tajlandii za pomocą

CPN (Coloured Petri Nets). CPN jest graficznym językiem modelowania do projektowania, weryfikacji i analizy rozproszonych, współbieżnych i złożonych systemów, jakimi są między innymi stacyjne systemy zależnościowe. W celu utworzenia i weryfikacji modelu CPN należy użyć specjalnie do tego dedykowanych narzędzi, które bazują na analizie przestrzeni stanów układu stacyjnego. Model CPN został podzielony na dwie części:

- układ sygnalizacji przedstawiony za pomocą diagramu CPN w celu możliwości symulacji ruchu pociągów,
- kontrola zależności z następującymi elementami: położenia zwrotnic, utwierdzenia przebiegów, zapalenie sygnałów oraz funkcje zwalniania (rozwiązywania) się przebiegów.

W kolejnych etapach następuje kodowanie tablic sterujących na funkcje ML (Meta Language). Weryfikacja CPN dotyczy części układu sygnalizacji oraz wszelkie informacje dotyczące układu torowego znajdują się w specjalnych oznaczeniach (tokenach), które są ogólnymi założeniami mogącymi występować na każdej stacji. Stąd tego typu zapis nie dotyczy konkretnego układu torowego. Pomimo tego autorzy napotkali wiele problemów podczas weryfikacji metody na dużych stacjach, złożoność przypadków jest na tyle duża, że we wnioskach sugerują, aby dążyć do usystematyzowania modelu. Utworzenie modelu za pomocą CPN pozwoliło rozgraniczyć przypadki testowe i zbadać możliwości przepustowości danej stacji. Przykład pokazuje wykorzystanie uproszczonych tablic sterowań do analizy ruchu na wybranym posterunku. Sprawdzenie zależności systemu na podstawie tablic znajduje się również w [95]. Autor korzysta w pracy z języka formalnego CSP i z oprogramowania weryfikacji modelu FDR. Pojęcie optymalizacji ruchu występuje również w publikacji [92] zawierającej propozycję uproszczenia zależności i realizacji przebiegów na podstawie zajętości odcinków izolowanych: torowych lub zwrotnicowych. Podobne zasady realizacji przebiegów występują między innymi na linii kolejowej Schiedam–Hoek van Holland railway tzw. Hoekse Lijn.

Przedstawione przykłady potwierdzają opinię Autora pracy, iż tablice zależności, ich właściwa generacja oraz przedstawienie w postaci bardziej złożonej niż znamy z polskich przykładów, mogą posłużyć jako wyjątkowa baza wiedzy na temat sytuacji ruchowej na badanej stacji kolejowej.

Ze względu na częste omawianie zagadnień przebiegów oraz zależności urządzeń na stacjach wyróżnić należy także dorobek naukowy Pana prof. Zabłockiego. W kwestii podstaw srk wymienić należy [100]. Również w artykule tego samego Autora [55] przedstawiony został w sposób formalny system srk.

$$S_{SRK} = (B, S_S, U_S) \quad (1)$$

gdzie:

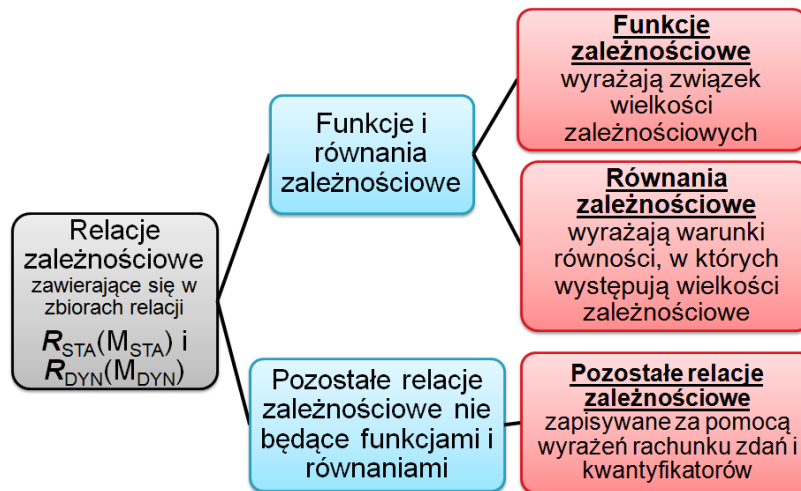
S_{SRK} - system srk

B- zbiór obiektów (urządzeń)

S_S - system sterujący

U_S - zbiór sterowań

W dalszej części omawianej publikacji przedmiotem analizy był system sterujący S_s , którego elementy nawiązują do tablic zależności. Kolejnym etapem było przedstawienie systemu sterującego S_s jako układu przełączającego z pewnym automatem, który z kolei może posłużyć do opisu modelu dynamicznego. W następnym rozważaniu pojawił się schemat ogólny dla relacji, funkcji i równań zależnościowych, Rysunek 2.



Rysunek 2. Relacje, funkcje i równania zależnościowe
 źródło: opracowanie własne na podstawie [55]

Wynikiem rozważań autora omawianej publikacji pozostał zapis automatu przebiegu wraz z jego stanami i przejściami między nimi. Charakterystyka przebiegu jako automatu i przedstawienie układu nieco z innej strony opisuje go niż tablice zależności. W przytoczonej publikacji opisano takie stany jak: nastawienie, utwierdzenie bądź zwolnienie. Jest to charakterystyka relacji dynamicznych.

W związku z dążeniem do automatyzacji w procesach transportowych należy wymienić prace [13], [76], [51] wcześniej wymienionych autorów. W wymienionych pozycjach pojawiło się przedstawienie podziału elementów układu torowego na zbiory, występują zbiory elementów dla konkretnej stacji np. zbiór zwrotnic, zbiór semaforów itp. W publikacji można zauważyć brak obiektów specjalnych, które mogłyby stanowić dodatkową informację o realizowanych przebiegach na stacji. Pojawiły się także publikacje dotyczące systemów automatycznej kontroli jazdy pociągów (ATC). W pozycji [36] znajduje się charakterystyka niektórych rejestratorów zdarzeń w systemach ATC. W literaturze polskiej pojawiały się również publikacje dotyczące analizy istniejącej infrastruktury kolejowej [60], kwestie dotyczące jej modernizacji [86] oraz badania symulacyjne dotyczące torów i rozjazdów [48], [49].

Nawiązując do tematu generowania tablic zależności należy wymienić pozycję [59]. Autorzy przedstawiają w niej propozycję automatycznej generacji i weryfikacji tablic zależności metodami formalnymi. W publikacji zamieszczono ogólny zarys procesu generowania tablic, który opiera się na uproszczonym planie schematycznym. W opisie brakuje szczegółowych wiadomości dotyczących procesu wyboru konkretnego przebiegu oraz chociażby wariantu drogi jazdy. Propozycja wydaje się bardzo uogólniona i brakuje przedstawienia konkretnej metody automatyzacji generowania tablic zależności. Kolejną

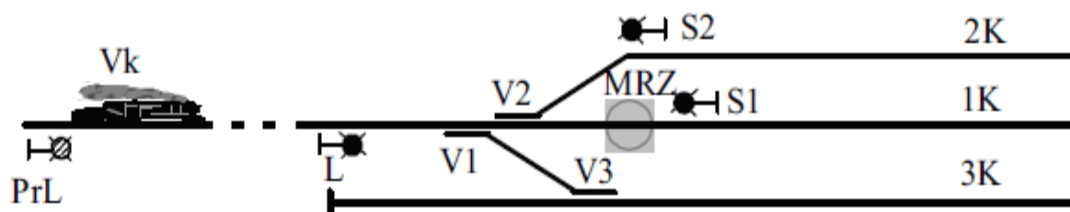
publikacją nawiązującą wprost do automatyzacji generowania tablic jest [89]. Autorzy proponują powstanie pakietu narzędzi do tworzenia w pierwszej kolejności układu torowego za pomocą specjalnego edytora. W kolejnym etapie następuje działanie generatora tablic i edytora, w którym następuje naniesienie ostatecznych poprawek. Zasadniczym założeniem w przedstawionym rozwiązaniu jest przygotowanie dodatkowej bazy (tablice przebiegów) dla części generacyjnej i edycyjnej, czyli skorzystania ze skomplikowanych warstw wsadowych.

Propozycja zautomatyzowania prac projektowych występuje w pozycjach [47], [97] literatury. W drugiej publikacji Autor przedstawił szczegółowo propozycję metody automatyzacji projektowania komputerowych urządzeń srk. Metoda MAP-WP służy do wygenerowania modelu infrastruktury systemu srk. Podstawą tejże generacji jest baza danych, w której projektuje się model układu torowego. Za pomocą dodawania i konfigurowania obiektów buduje się układ, który następnie generuje plan schematyczny urządzeń srk. Metoda jest bardzo interesującym pomysłem, który można wykorzystać podczas projektowania urządzeń docelowych. Jednym z celów metody MAP-WP jest skrócenie czasu procesu projektowania, które docelowo zostaje udowodnione. W przytoczonym przykładzie nie ma propozycji algorytmów do generowania tablic zamknięć, tablic świateł bądź przebiegów sprzecznych.

Jednymi z ciekawszych publikacji dotyczących zależności stacyjnych są pozycje [105] oraz [106]. W pierwszej z nich można znaleźć informacje na temat urządzeń zabezpieczenia na stacjach oraz na szlakach. W przypadku urządzeń SZZ (stacyjne urządzenia zabezpieczenia) ich rolą jest:

- kontrola nad ruchem pociągów i manewrów w obszarze stacji kolejowej w taki sposób, aby zapewnić im ochronę z przodu (droga ochronna), z tyłu (osłona pociągu wcześniejszym semaforem itp.) oraz z boku (ochrona boczna),
- zastępować czynnik ludzki zaangażowany w kontrolę ruchu pociągów i manewrów.

Publikacja opisuje zależności stacyjne w sposób rozbudowany wskazując podstawowe zasady. Dla przykładu na Rysunku 3 znajduje się pociąg V_k dojeżdżający do semafora wjazdowego L. Przed sygnalizatorem wjazdowym znajduje się tzw. przedzweśť PrL, czyli w polskiej nomenklaturze tarcza ostrzegawcza semafora wskazująca, że pali się na nim sygnał zabraniający. W ten sposób informuje się maszynistę o zbliżaniu się do sygnalizatora wskazującego zakaz wjazdu na stację. Co do zabezpieczenia przebiegu semaforem poprzedzającym początek tego przebiegu należałoby rozważyć w przyszłości wykorzystanie wygenerowanych przebiegów w celu automatyzacji generowania tablic sygnałowych. Do tego również należy w ramach przyszłościowych prac nad metodą dodać podproces prędkości na bok dla projektowanych rozjazdów.



Rysunek 3. Plan schematyczny części stacji
 źródło: opracowanie własne na podstawie [105]

Przykładem publikacji dotyczącej oprogramowania i bezpieczeństwa podczas realizacji zależności kolejowych jest [27]. Autorzy za pomocą narzędzia SafeCap podają przykład analizy i weryfikacji planu schematycznego stacyjnych urządzeń srk. Ocena bezpieczeństwa systemów srk pojawia się również w pozycjach [67], [68], [69], [70], [71], [72] oraz [85]. Niektóre z nich są przykładami zastosowania specjalnych algorytmów dla analizy, inne z kolei przedstawiają konkretne przykłady diagnostyki urządzeń i systemów srk.

Podsumowując analizę stanu literatury dotyczącej systemów zależnościowych jak i zapisu zależności urządzeń sterowania ruchem kolejowym należy podkreślić, iż pojawiały się propozycje automatyzacji generacji projektu tychże urządzeń oraz automatyzacji generowania informacji zapisanych w tablicach zależności. Należy również podkreślić iż kierunek automatyzacji generowania tablic zależności stacyjnych urządzeń sterowania ruchem kolejowym na podstawie planu schematycznego był również rozpatrywany w opublikowanych artykułach. Propozycje są dosyć ogólnym zapisem, gdzie brakuje rozwinięcia tego tematu choćby o doprecyzowanie warunków, zasad i procesów w przedstawionych metodach. To wszystko stanowi argument dla postawionej tezy co do niewielkiej liczby publikacji zarówno polskich jak i zagranicznych w temacie tablic zależności stacyjnych urządzeń srk.

1.3. Problem naukowy

Po przedstawieniu tematu pracy oraz zapoznaniu się z zagadnieniami w obszarze istniejącej literatury w związku z opracowaniem metody automatyzacji tworzenia tablic zależności kolejowych urządzeń srk należy odpowiedzieć na poniższe pytania:

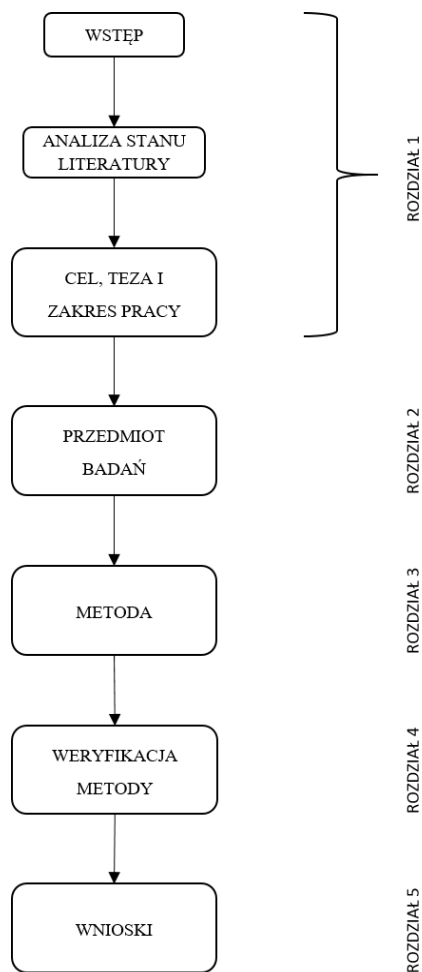
1. *Czy jest możliwe stworzenie metody automatyzacji tworzenia tablic zależności stacyjnych systemów sterowania ruchem kolejowym?*

W pierwszym kroku należy opracować założenia dla metody automatyzacji tworzenia tablic zależności.

Przyjęto następujące cechy, które musi spełniać metoda:

- generowanie automatyczne tablic zależności na podstawie planu schematycznego,
- ograniczenie do niezbędnego minimum ręcznego wprowadzania zmian, co powoduje zmniejszenie spowodowania błędów,
- podejście procesowe w metodzie- polegające na identyfikacji wszystkich procesów głównych, podprocesów oraz wzajemnych związków między nimi,
- uniwersalność reguł zapisu danych w metodzie niezbędnych do wykonania kolejnych etapów,
- możliwości płynnego powrotu do części przygotowania danych,
- możliwość rozwoju metody o dodatkowe funkcjonalności,
- stworzenie możliwości weryfikacji różnych wariantów przygotowanych tablic,
- przyspieszenie procesu przygotowania projektu.

Na Rysunku 4 znajduje się schemat działań w pracy doktorskiej wraz z podziałem na konkretne rozdziały. Przyjęto, że po pierwszym rozdziale wstępu w kolejnych znajdują się kolejno: przedmiot badań, przedstawienie metody automatyzacji, implementacja i weryfikacja metody oraz wyciągnięte wnioski.



Rysunek 4. Schemat działań w pracy doktorskiej
źródło: opracowanie własne

1.4. Cel, teza i zakres pracy

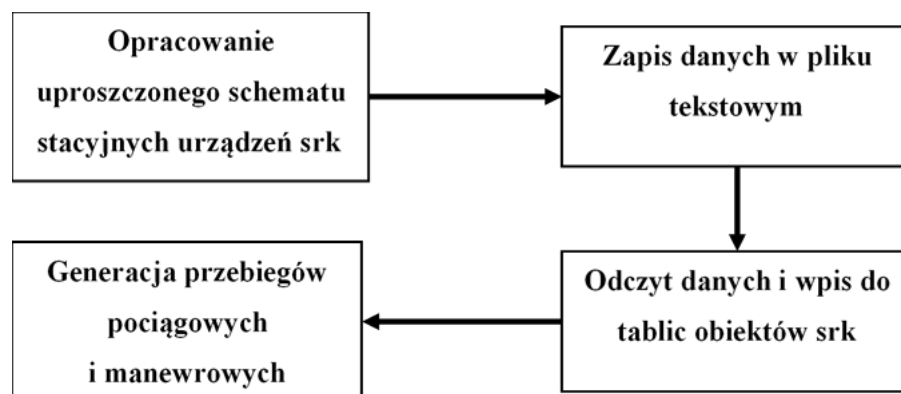
Celem głównym niniejszej pracy jest opracowanie metody tworzenia tablic zależności stacyjnych urządzeń sterowania ruchem kolejowym MGLTAB. Ponadto przyjęto, że podczas realizacji celu głównego należy osiągnąć następujące cele szczegółowe, będące jego składnikami. Są nimi:

- definicja nowej metody automatyzacji tworzenia tablic zależności,
- budowa modelu stacji na podstawie założeń opracowanej metody,
- opracowanie algorytmów dla procesów występujących w metodzie,
- wdrożenie przygotowanych algorytmów w wybranym oprogramowaniu,
- weryfikacja poprawności metody,
- analiza otrzymanych wyników,
- propozycja dalszego rozwijania, ewentualnych zmian w badanej metodzie.

W metodzie automatyzacji tworzenia tablic zależności stacyjnych systemów srk (dalej MGLTAB⁴) autor założył, że podobnie jak w [59], [89] automatyzacja tworzenia tablic bazuje na odpowiednio przygotowanym uproszczonym planie schematycznym stacyjnych urządzeń srk. Założenia podczas implementacji metody:

- część projektowa i część generacyjna jako kolejno pierwszy i drugi etap w metodzie,
- przygotowanie środowiska do zaprojektowania układu torowego,
- zaprojektowanie autorskiego paska narzędzi dedykowanego dla różnych wersji tego samego oprogramowania,
- zapis powstałego układu torowego w bazie autorskiej obiektów,
- odczyt obiektów i zapis w tablicach dedykowanych dla konkretnych typów,
- wygenerowanie wszystkich możliwych przebiegów pociągowych i manewrowych.

Podsumowaniem założenia dotyczącego poszczególnych etapów weryfikacji metody MGLTAB jest Rysunek 5.



Rysunek 5. Weryfikacja metody MGLTAB.
źródło: opracowanie własne

Uwzględniając cele oraz podstawowe założenia powstała następująca teza:

Możliwe jest opracowanie uniwersalnej metody MGLTAB polegającej na generowaniu w sposób automatyczny tablic zależności stacyjnych urządzeń sterowania ruchem kolejowym na podstawie danych wejściowych przygotowanych podczas projektowania uproszczonego planu schematycznego stacji.

Dla udowodnienia powyższej tezy autor przyjął następujące założenia:

- wykorzystanie uproszczonej formy planu schematycznego z elementami niezbędnymi dla wygenerowania przebiegów,
- zastosowanie powszechnych narzędzi projektowych, w których możliwe jest zaimplementowanie metody wstawiania obiektów oraz zapis obiektów w pliku dxf,

⁴ Autorska propozycja nazwy dla nowej metody

- budowa aplikacji służącej do odczytu obiektów bazy pliku dxf, która w założeniu powstanie na platformie systemu Windows, w tym wypadku środowisku narzędzia Visual Studio,
- narzędzie nie służy do generowania dokumentacji urządzeń, ale do wygenerowania wszystkich możliwych przebiegów,
- w metodzie zastosowana jest identyfikacja położenia obiektów za pomocą ich współrzędnych,
- wszelkie wprowadzanie zmian jest możliwe jedynie podczas części przygotowania uproszczonego planu schematycznego,
- weryfikacja tezy będzie polegać na porównaniu przebiegów dla istniejących, przyjętych tablic zależności z wygenerowanymi w przygotowanym narzędziu MGLTAB, którego działanie oparte jest na autorskiej metodzie o tej samej nazwie,
- w ostatnim kroku nastąpi sprawdzenie otrzymanych wyników wybranym testem zgodności.

2. Ogólne zasady tworzenia tablic zależności

2.1. Plan schematyczny na kolejach polskich

W celu zrozumienia czym są tablice zależności należy w pierwszej kolejności poznać strukturę i elementy planu schematycznego urządzeń srk. Na jego podstawie w kolejnych etapach powstają zapisy tablic zamknięć bądź przebiegów wzajemnie się wykluczających. O ile wpływ na wygląd planu docelowego urządzeń srk powinny mieć przytoczone w [97] czynniki takie jak: niezawodność, dostępność i koszty, to dla części fazowania w urządzeniach istniejących mają znaczenie harmonogramy tychże faz jak np.:

- zamknięcie toru szlakowego,
- zamknięcie jednego przejścia zwrotnicowego na istniejącym trapezie.

Przykładem dla zróżnicowania warstwy docelowej może być między innymi zabudowa na jednym ze szlaków trapezu i analiza dla tego przypadku dwóch możliwości:

- zabudowy i utworzenia dodatkowego posterunku odgałęźnego,
- zabudowa i przesunięcie semaforów wjazdowych na sąsiednim posterunku, a co za tym idzie włączenie do niego nowo zabudowanego trapezu.

Trapez to 4 rozjazdy występujące najczęściej w torach głównych zasadniczych, których położenie i geometria w połączeniu wygląda jak figura o tej właśnie nazwie. Przykładem trapezu są rozjazdy 1, 2, 3 oraz 4 przedstawione na Rysunku 6 załącznika 1, posterunek odg. Pęckowo. Analiza tablic w sytuacji włączenia trapezu do posterunku istniejącego wraz z zaplanowanymi fazami w ramach tej stacji pozwala odpowiedzieć na wiele pytań w zakresie potencjalnej sytuacji ruchowej. Wracając do przedstawienia zagadnienia dotyczącego planu schematycznego należy zapoznać się z jego definicją.

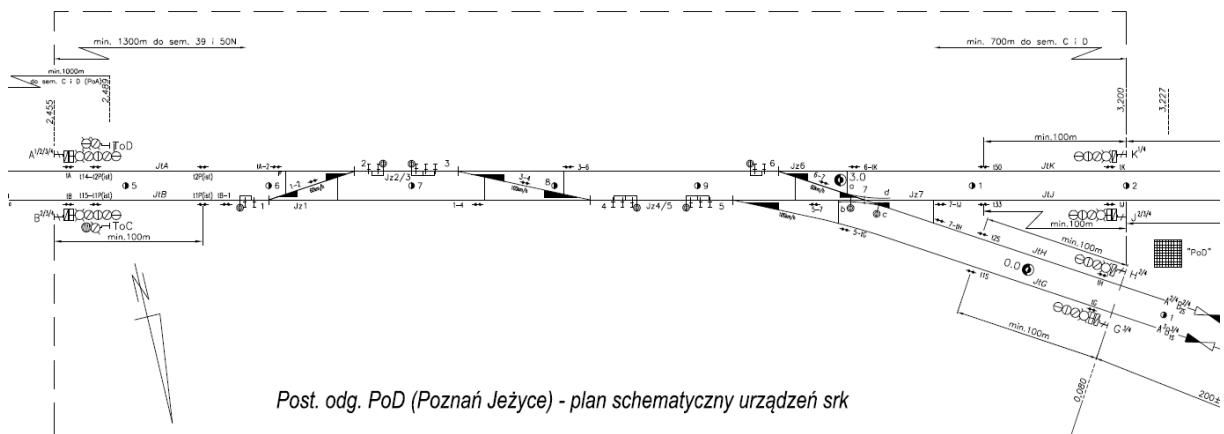
Plan schematyczny urządzeń srk [32]- wykonuje się na podstawie planu sytuacyjnego układu torowego. Na planie schematycznym urządzeń srk przedstawia się układ torów i rozjazdów w skali skażonej (podłużnej 1:2000, poprzecznej 1:500) i oznacza się na nim urządzenia srk oraz przebiegi pociągów. Dopuszcza się stosowanie innej skali.

Na planie schematycznym urządzeń srk należy oznaczać [32]:

- numery torów, zwrotnic i wykolejnic,
- układy rozjazdów, zasadnicze położenie zwrotnic i wykolejnic oraz usytuowanie napędów, rygli, zamków zwrotnicowych i nastawników lokalnych względem torów i rozjazdów,
- sygnalizatory i wskaźniki z określeniem ich lokalizacji,
- przebiegi pociągowe ze wskazaniem kierunków jazdy i rodzajów pociągów,
- posterunki nastawcze z określeniem rodzaju urządzeń i usytuowaniem stanowiska obsługi,
- granice okręgów nastawczych,
- przejazdy i przejścia w poziomie szyn, mosty, wiadukty oraz inne urządzenia i budynki mające wpływ na usytuowanie i widoczność sygnałów,
- perony i ich krawędzie czynne, koźły oporowe,
- kierunki linii włączonych do stacji ze wskazaniem nazwy najbliższego posterunku zapowiadawczego,

- tory zelektryfikowane,
- kilometraż torów z oznaczeniem kilometrów i hektometrów oraz kilometraż osi budynku dworca, posterunków nastawczych i przejazdów,
- urządzenia układowej kontroli niezajątości torów i rozjazdów,
- urządzenia oddziaływania,
- torowe urządzenia kontroli prowadzenia pociągów,
- urządzenia zabezpieczenia ruchu na przejazdach,
- kierunek północy.

Na planie schematycznym urządzeń srk należy także podać inne informacje istotne dla opracowania rozwiązań szczegółowych projektu np. dla obiektów stacyjnych - wykaz przebiegów bez zatrzymania, dla samoczynnej sygnalizacji przejazdowej - maksymalną prędkość kursujących pociągów, czas ostrzegania oraz rodzaj blokady liniowej itp. Wszystkie informacje, które mają pojawić się na planie schematycznym reguluje instrukcja [32]. Plan znajduje się w dokumentacji urządzeń wewnętrznych dla danej stacji. Te wszystkie informacje powinny być wystarczające, aby utworzyć tablicę zależności przebiegów pociągowych i manewrowych. Przykładowy plan znajduje się na Rysunku 5.




Rysunek 5. Plan schematyczny posterunku odgałęźnego PoD (Jeżyce)
 źródło: opracowanie własne na podstawie [77]

Z powyższego rysunku wynika, że oprócz oznaczonych urządzeń zewnętrznych takich jak semafony, rozjazdy z napędami, czujniki koła widnieją także na torach będących końcem przebiegu nazwy semaforów wraz z oznaczeniami prędkości jazdy oraz nazwy toru np. K_{2a}^1 , które oznacza jazdę spod semafora K z prędkością maksymalną na tor 2a.

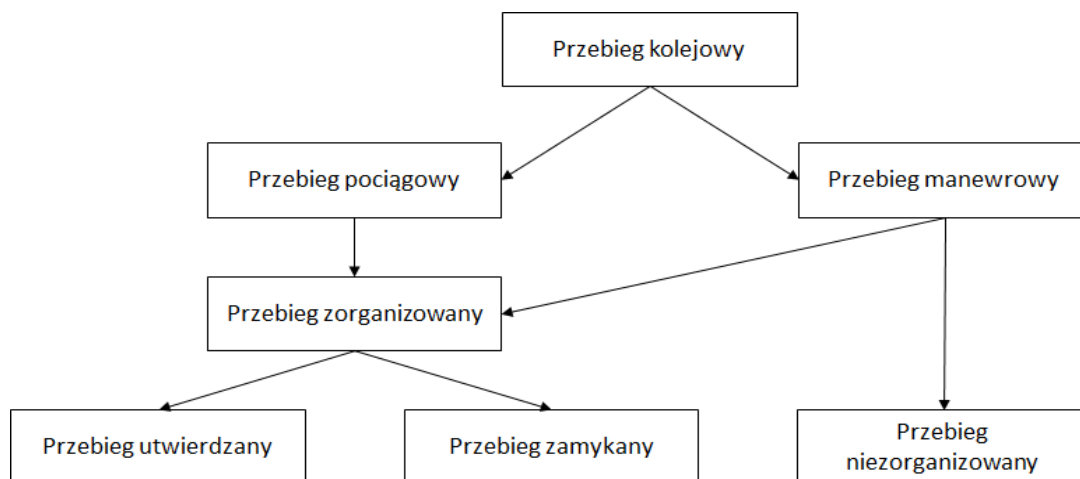
2.2. Tablice zależności na kolejach polskich

Tablice służą do czytelnego przedstawienia położenia urządzeń, które wchodzi w skład realizacji przebiegu pociągowego lub manewrowego. Tworzy się je na podstawie planu schematycznego stacji kolejowej. Są one częścią dokumentacji urządzeń wewnętrznych projektu oraz służą personelowi odpowiedzialnemu za kierowanie ruchem w razie potrzeby

Dla tablic części pierwszej Rysunku 6, czyli tzw. „wykluczeń przebiegów”- macierz wiersze i kolumny od numeru 1 do 36:

- + przebiegi wykluczone poprzez zmienne położenie urządzeń (zwrotnic i wykolejnic),
-  przebiegi wykluczone specjalnie,
- - przebiegi te same.

Definicja przebiegu kolejowego została przedstawiona w spisie najważniejszych pojęć. Należy również wyróżnić podział przebiegu, który przedstawia Rysunek 7.



Rysunek 7. Podział Przebiegu kolejowego
 źródło: opracowanie własne na podstawie [32]

Przykładowym narzędziem do generowania tablic zależności jest TABZAL. Jest to System do wyznaczania tablic zależności i kart przebiegów dla urządzeń srk [107]. Jedno z pierwszych narzędzi służących do wyznaczenia tablic zależności urządzeń stacyjnych na podstawie opracowanych danych wejściowych. Metoda ta pozwoliła na przechowanie danych na nośnikach odczytywanych na komputerze oraz na usprawnienie opracowania tablic zależności, co zwłaszcza przy dużych stacjach miało istotny atut.

2.3. Zapis zależności na przykładzie kolei czeskich

W związku z tożsamymi zasadami prowadzenia ruchu i sygnalizacji pomiędzy kolejami w Polsce i Czechach w bieżącym rozdziale przytoczono przykłady zapisu tablic z załącznika do czeskiej normy o nazwie „tablice zamknięć” [88]. Rozdział przedstawia kilka przykładów wymagań dla zapisu zależności dotyczących przebiegów i elementów w nich występujących. Przytoczona instrukcja jest przykładem rozbudowania zapisu o bardziej szczegółowe elementy. Zestawienie tych informacji nie świadczy o nadmiarowości, lecz wprost przeciwnie o pełnym zakresie przedstawienia wszystkich niezbędnych zależności występujących na stacji. Tego typu informacji brakuje w polskiej instrukcji. Korzystając z [73] autor przełożył na język polski potrzebne terminy związane z srk.

Przykładami zapisu są 3 załączniki czeskiej normy z jej drugiej części:

— Załącznik 1- symbole w tablicach zamknięć- podobnie jak załącznik 2 do [32],

Poř. číslo	Název	Značka	L.P.	Nazwa	Symbol
1.	Zelené návěstní světlo a) stále světlo (platí i pro návěstní opakovač VZ) b) pomalu přerušované světlo c) rychle přerušované světlo			Światło zielone, gdzie a, b, c- odpowiednio świecące stale (dotyczy również powtarzacza), migające wolno, migające szybko	
2.	Žluté návěstní světlo a) stále světlo (platí i pro návěstní opakovač VZ) b) pomalu přerušované světlo c) rychle přerušované světlo			Światło żółte, gdzie a, b, c- odpowiednio świecące stale, migające wolno, migające szybko	
3.	Červené návěstní světlo – stále světlo (platí i pro návěstní opakovač VZ)			Światło czerwone (dotyczy również sygnału powtarzacza)	
4.	Žluté mezikruží pro návěstní opakovač VZ			Światło żółte dla powtarzacza	
5.	Bílé návěstní světlo a) stále světlo b) pomalu přerušované světlo			Światło białe, gdzie a, b- odpowiednio świecące stale, migające wolno	
6.	Modré návěstní světlo – stále světlo			Światło niebieskie	
7.	Světlý ukazatel rychlosti a) 30 km.h ⁻¹ b) 50 km.h ⁻¹ c) 60 km.h ⁻¹ d) 80 km.h ⁻¹ e) 100 km.h ⁻¹ Číslem ve značce se pro zde neuvedené hodnoty rychlosti vyjadřuje desetina návěstěné rychlosti.			Wskaźniki dla prędkości, gdzie a, b, c, d, e- odpowiednio 30 km/h, 50 km/h, pas pomarańczowy 60 km/h, pas zielony 80 km/h, oraz dwa pasy zielone 100 km/h	

Rysunek 8. Oznaczenia dla komór sygnalizatora w tabelach zamknięć
źródło: opracowanie własne na podstawie [88]

Na Rysunku 8 znajduje się wycinek z tabeli oznaczeń. Zawiera on symbole komór sygnalizatora (punkty 1-6) oraz wskaźniki (7). Na pierwszy rzut oka można zauważyć, że oznaczenia te nie różnią się bardzo od tych występujących na planach schematycznych w Polsce. Różnica jest taka, że w Czechach znajdują się one również w tablicach świateł wymaganych przez zarządcę infrastruktury. W polskich realiach tablice ze wszystkimi sygnałami nie są wymagane. Świadczy to o dużo większym zakresie normy SŽDC w porównaniu do PKP PLK.

- Załącznik 2- symbole w tablicach zamknięć dla urządzeń mechanicznych,
- Załącznik 3- skróty stosowane w tabelach zamknięć- w załączniku 1 instrukcji [32] jest wykaz ważnych terminów. Brakuje jednakże wykazu takich skrótów, które mogłyby zostać wykorzystane w tablicach zależności.

L.P.	Nazwa	Oznaczenie
1.	Tor stacyjny	K
2.	Sygnalizator	náv.
3.	Przebieg pociągowy	VC
4.	Przebieg manewrowy	PC
5.	Nieparzysty przebieg pociągowy	LVC
6.	Parzysty przebieg pociągowy	SVC
7.	Nieparzysty przebieg manewrowy	LPC
8.	Parzysty przebieg manewrowy	SPC
9.	Nieparzysta droga jazdy	LJC
10.	Parzysta droga jazdy	SJC

L.P.	Nazwa	Oznaczenie
11.	Manewr za pomocą urządzeń sterowania ruchem kolejowym	PDZ
12.	Przebieg wjazdowy	vj.
13.	Przebieg wyjazdowy	odj.
14.	Numery pociągowych i manewrowych przebiegów wariantowych (warianty zwrotnic)	/1, /2, /n
15.	Numery pociągowych i manewrowych przebiegów wariantowych (warianty prędkości na konkretnych odcinkach)	/O, /T
16.	Nastawnia pomocnicza	PSt
17.	Odcinek zbliżania	PÚ
18.	Zwrotnica	vých.
19.	Wykolejnica	Vk
20.	Rozjazd krzyżowy z ruchomym dziobem	kříž.
21.	Droga hamowania	ZV

Tabela 5. Przykładowe skróty załącznika 3 normy TNŽ
źródło: opracowanie własne na podstawie [88]

Wymienione wcześniej tablice świateł przedstawione są dla wszystkich przebiegów pociągowych ze wskazaniem następstwa sygnalizacji. Oznacza to sygnały, które należy wyświetlić w zależności od tego co pali się na następnym semaforze. W instrukcji rozpisane są również tablice zwrotnic. Przykładowa tablica zwrotnic znajduje się na Rysunku 9 zaś tablica sygnalizatorów na Rysunku 10.

NUMER	KILOMETRAŻ	ROZJAZD	Typ Szyny	SKOS ROZJAZDU	PROMIEN ROZJAZDU	KIERUNEK JAZDY NA BOK	POŁOŻENIE WYMIENNIKA	RODZAJ PODKŁAD	RODZAJ ZAMKNIĘCIA	TYP NARĘDU	KONTROLERY POŁOŻENIA GŁC	ZÁMEK	UWAGI
ČÍSLO	KM	DRUH	SOUSTAVA ŽELEZNIC SVRŠSKU	POMĚR ODBOČENÍ	POLOMĚR OBLOKU	SMĚR	POLOHA VÝMĚNÍKU	DRUH PRAŽCŮ	ZÁVĚR	PŘESTAVNÍK	SNÍMAČ POLOHY	ZÁMEK v zámknutí poloze v opané poloze	POZNÁMKA
1	37,150	J	UIC	1:12	500	L	-	b	é	EPN	1		
2	37,242	J	UIC	1:12	500	L	-	b	é	EPN	1		
3	37,242	J	UIC	1:9	300	P	-	b	é	EPN	1		
4	37,304	J	UIC	1:9	300	P	-	b	é	EPN	1		
5	37,314	J	UIC	1:9	300	P	-	b	é	EPN	2		
6	37,315	J	UIC	1:9	300	L	-	b	é	EPN	2		
7	37,355	J	T	6°	-	L	P	d	h	EPR			
8ab	37,428	C	T	6°	-	-	I	d	h	2x EPR			
9	37,580	J	T	6°	-	L	I	oc	h	-			
10	37,600	J	T	6°	-	L	I	d	h	-			do výh. č. 11
11	37,684	J	T	6°	-	L	P	d	h	-			do EZ 11/10
12	37,920	J	UIC	1:11	300	P	-	b	é	EPN	1		
13ab	37,934	C	S49	1:11	300	-	I	d	é	4x EPR			PŘESTAVITELNÁ SRDČOVKA
14	38,003	J	UIC	1:11	300	L	-	d	é	EPN	1		
15	38,003	J	S49	1:11	300	P	I	d	é	EPR			
16	38,220	J	UIC	1:9	300	P	-	b	é	EPN	1		
17	38,220	J	UIC	1:18,5	1200	L	-	b	é	EPN	2		
18	38,297	J	UIC	1:9	300	P	-	b	é	EPN	2		
19	38,390	J	UIC	1:18,5	1200	L	-	d	é	EPN	2		
20	38,394	J	UIC	1:9	300	P	-	b	é	EPN	1		
21	38,456	J	UIC	1:9	300	P	-	b	é	EPN	1		
Vk1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	EPN			
Vk2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	EPN			

Rysunek 9. Tablica zwrotnic
źródło: opracowanie własne na podstawie [88]

Na rysunku 9 można dostrzec podejście przekazania jak największej ilości informacji dotyczących zwrotnic i wykolejnic, które odpowiadają za zabezpieczenie ruchu kolejowego.

Dzięki temu pracownicy odpowiadający za kierowanie ruchem oraz utrzymanie urządzeń srk, na bieżąco mogą sprawdzić jakie są cechy poszczególnych urządzeń na stacji i nie są zmuszeni do szukania tych informacji w innych materiałach. Na Rysunku 10 przedstawiony jest jeden wybrany przebieg kolejowy wraz ze wszystkimi możliwymi sygnałami na semaforach: poprzedzającym (semafor powtarzający, tarcza ostrzegawcza), początkowym (semafor główny), następnym (końcowym dla tego przebiegu).

1. Od Adamova 2TK na 4K /1

2-357		VZ-2L	2L	VZ-Lc4	Lc4
☒		●	☒	●	●
☒		●	☒	●	5
☒		●	☒	●	5
☒		●	☒	●	5
☒		●	☒	●	5

Rysunek 10. Tablica świateł dla przebiegu spod semafora 2L pod semafor Lc4
źródło: opracowanie własne na podstawie [88]

Sygnały (wypełnione kolumny) oznaczają kolejno:

- wskazania dla semafora poprzedzającego (w tym przypadku ostatni semafor blokady),
- wskazania sygnału na semaforze 2L w kabinie maszynisty, w miejscu poprzedzającym semafor,
- wskazania dla semafora początkowego,
- wskazania sygnału na semaforze Lc4 w kabinie maszynisty, w miejscu poprzedzającym semafor,
- wskazania dla semafora końcowego.

2.4. Przykłady zmian układu stacyjnego i ich wpływ na zależności

W ramach wprowadzenia do tematu zależności warto rozważyć przykłady zmian w układzie torowym, które mogą wpłynąć na położenia urządzeń w przebiegach oraz ich wzajemne relacje. Przykłady można znaleźć dodatkowo w pozycjach [40], [41]. W celu zrozumienia w jaki sposób pozornie niewielkie zmiany mogą wpłynąć na tablice zależności należy rozpatrzyć je pod następującym kątem:

- zmiana na planie schematycznym - najczęściej słabo zauważalna,
- zmiana w zapisie przebiegów tablicy zależności.

Należy pamiętać, że dla jednej fazy zmian układu torowego różne przypadki mogą występować kilkakrotnie, co dodatkowo zwiększa możliwości wariantowe przebiegów, ich wzajemne wykluczanie oraz zmienia liczbę obiektów w nich występujących. Przedstawione przykłady są najbardziej powszechne.

— Zmiana położenia zasadniczego⁷ zwrotnicy (wykolejnicy):



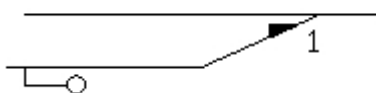
Rysunek 11. Położenie zwrotnicy 2 w plus na wprost
źródło: opracowanie własne



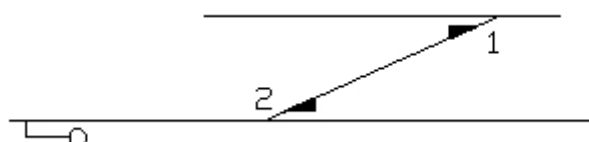
Rysunek 12. Położenie zwrotnicy 2 w plus na bok
źródło: opracowanie własne

Rysunek 11 ukazuje wstępną sytuację projektową, gdzie zwrotnica 2 w położeniu zasadniczym jest dla jazdy na wprost. W przykładzie na kolejnym rysunku 12, położenie zwrotnicy numer 2 zostało zmienione w „+” dla jazdy na bok. Należy pamiętać, że równie istotny jest wpływ tej zmiany na przebiegi pociągowe przez zwrotnicę 1 w położeniu „+”. Zwrotnica 2 jest dla takich przebiegów zwrotnicą w ochronie bocznej. Do zmiany doszło z powodu częstszego występowania jazdy przez zwrotnicę 1 w położeniu „-”. Następująca zmiana wpływa na tablicę zamknięć, na przebiegi, dla których zwrotnica 2 jest w drodze jazdy, a także dla wszystkich przebiegów pociągowych przez zwrotnicę 1 w „+”.

— Dołożenie żeberka ochronnego⁸ wraz z dodatkową zwrotnicą:



Rysunek 13. Rozjazd 1 w początkowej fazie
źródło: opracowanie własne



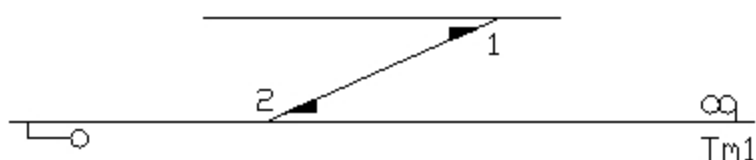
Rysunek 14. Dołożenie rozjazdu 2 wraz z koziołkiem oporowym
źródło: opracowanie własne

⁷ Położenie zasadnicze dla każdej zwrotnicy i wykolejnicy powinno wynikać z warunków techniczno-ruchowych posterunku ruchu. Położenie zasadnicze zwrotnicy jest określane przez szczelinę między trójkątem i jednym z dwóch rozgałęzień symbolu zwrotnicy [32].

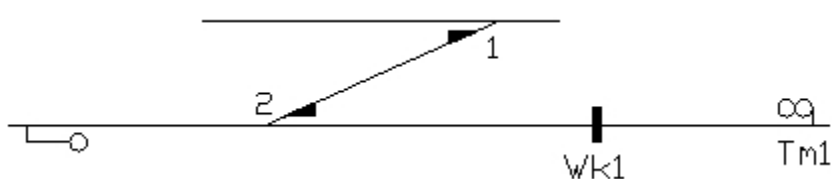
⁸ Żeberko ochronne- tor zakończony kozłem oporowym służący do zabezpieczenia drogi przebiegu dla pociągów od najechnania z boku przez inne pociągi lub tabor kolejowy [32].

W przykładzie, który ilustrują Rysunki 13 oraz 14 dochodzi do dołożenia zwrotnicy 2 oraz żeberka ochronnego. Celem takiej zmiany jest zastosowanie dodatkowej ochrony dla przebiegów pociągowych przez zwrotnicę 1 w położeniu „+”. Dla takich przebiegów dochodzi do zamknięcia w ochronie bocznej zwrotnicy 2 w położeniu „+”. W przypadku na Rysunku 13 ochronę stanowi semafor A, co jak również wiąże się z ryzykiem przejazdu maszynisty na sygnale zabraniającym choćby z powodu słabej widoczności. Takie rozwiązanie często pojawia się w kolejnych fazach projektu wprowadzając znaczące zmiany w tablicy zależności części zamknięć. Nie dość, że dochodzi zwrotnica czyli nowa kolumna to dodatkowo pojawia się dla przebiegów manewrowych i pociągowych, gdzie jest w drodze jazdy jak i w ochronie bocznej dla przebiegów pociągowych. Należy pamiętać, że to nie musi być koniec pojawiania się nowej zwrotnicy w tablicach. Przykładem może być pojawienie się zwrotnicy w drodze ochronnej.

— Zabudowa wykolejnicy⁹ stanowiącej ochronę boczną:



Rysunek 15. Układ torowy bez wykolejnicy ochronnej
źródło: opracowanie własne

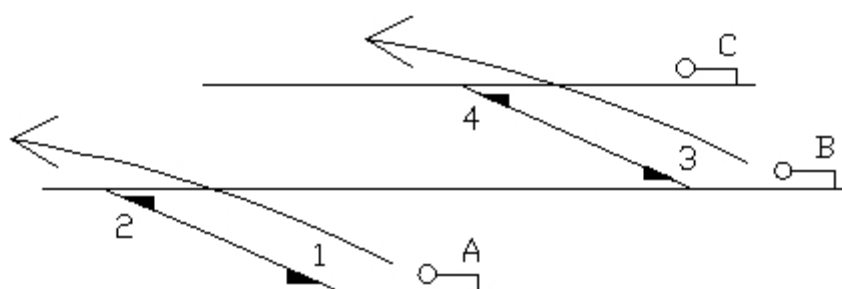


Rysunek 16. Układ torowy z wykolejnicą ochronną
źródło: opracowanie własne

Przypadek, którego dotyczy Rysunek 15 oraz Rysunek 16 polega na zabezpieczeniu w ochronie bocznej przebiegów po zwrotnicach 1 i 2 w położeniu „-”. Możliwe są równocześnie jazdy spod tarczy manewrowej Tm1, która dla przykładu na rysunku 15 jednocześnie stanowi ochronę boczną. W tym przypadku w celu poprawy bezpieczeństwa zdecydowano się na zabudowę dodatkowej wykolejnicy Wk1. Zmiana ta nie wpływa na tablicę wzajemnego wykluczania się przebiegów, ale ma zasadniczy wpływ na tablicę zamknięć. Pojawia się nowe urządzenie Wk1, czyli nowa kolumna w tablicach, a ponadto oznaczenia położenia urządzenia dla przebiegów pociągowych przez zwrotnice 1 i 2 w „-” (Wk1 w „+” czyli nałożona na tor) oraz przebiegów manewrowych przez Wk1 w „-” (zdjęta z toru w tym przypadku).

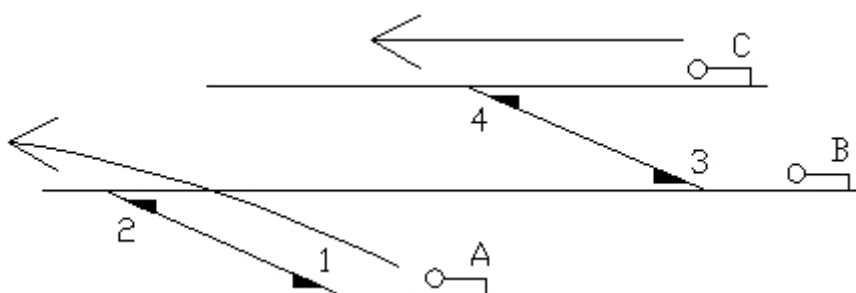
⁹ Wykolejnica- urządzenie w formie stalowej płozy nakładanej na szynę w celu niedopuszczenia przedostania się taboru kolejowego na drogę przebiegu pociągu [32].

— Ruchome ochrony boczne:



Rysunek 17. Przebiegi równoległe spod semaforów A i B
źródło: opracowanie własne

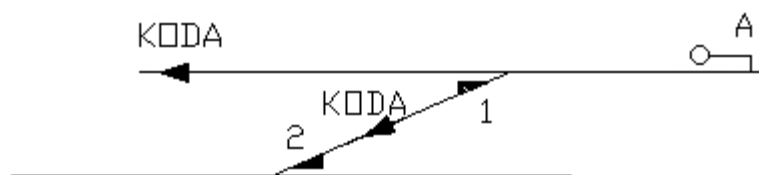
Rysunek 17 ilustruje ułożenie dwóch równoległych przebiegów spod semaforów A i B po zwrotnicach odpowiednio 1 i 2 w „-” oraz 3 i 4 w „-”. Dla pierwszego przebiegu zwrotnice 3 i 4 zostają wysterowane do położenia ochronnego czyli „-”. Dzięki temu droga przebiegu jest dodatkowo osłonięta zwrotnicą 3. Gdyby jednak pojawiła się potrzeba jazdy na wprost spod sygnalizatora C zwrotnice 3 oraz 4 zostaną wysterowane do położenia „+” co nie wpłynie na sygnał na semaforze A. Taką sytuację pokazuje rysunek 18.



Rysunek 18. Nastawienie przebiegu spod semafora C
źródło: opracowanie własne

Dzięki temu, że zwrotnice 3 i 4 są sterowane, ale nie zamykane w położeniu „-” przy utwierdzonym przebiegu spod A można ustawić jazdę zaczynającą się z semafora C na wprost, która nie koliduje w drodze jazdy z utwierdzoną drogą. W ten sposób w tablicy dla przebiegów spod semafora A występują dwa warianty przebiegu różniące się ochroną boczną. Oprócz tych wariantów należy pamiętać, że dojdą wykluczenia tych przebiegów z przebiegami spod semafora C. Należy pamiętać, że tego typu warianty ochrony bocznej są osobnymi przebiegami i powinny tak być rozpatrywane w tablicach zależności.

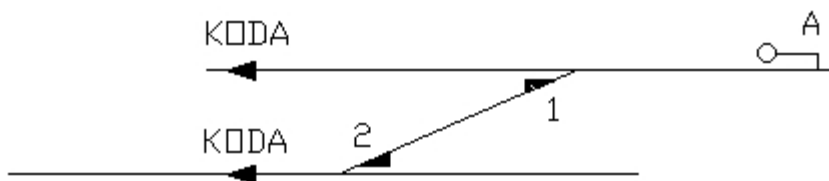
— Droga ochronna za semaforem:



Rysunek 19. Droga ochronna za semaforem obejmująca Zw1
źródło: opracowanie własne

Na rysunku 19 przedstawiono sytuację, w której droga ochronna za semaforem obejmuje zwrotnicę będącą bezpośrednio za nim. Sytuacja wynika z ograniczeń w usytuowaniu semafora i krótkiej drogi hamowania. Istnieje wtedy potrzeba, aby występowały w tablicy dwa warianty drogi ochronnej za semaforem (opis dla rysunku poglądowego: KODA- oznaczenie drogi ochronnej za semaforem A). Zasadniczo przy utwierdzeniu przebiegu zwrotnica 1 sterowana byłaby w położenie „+” z kolei wariant pierwszy obejmowałby jej położenie w „-”.

Kolejną sytuację, którą opisuje Rysunek 20 jest tzw. płynna droga ochronna za semaforem istniejąca z takiego samego powodu jak poprzednia.



Rysunek 20. Droga ochronna za semaforem obejmująca zwrotnicę 1 i 2
źródło: opracowanie własne

Dla danego przypadku istnieją trzy warianty drogi ochronnej, które przedstawia Tabela 6.

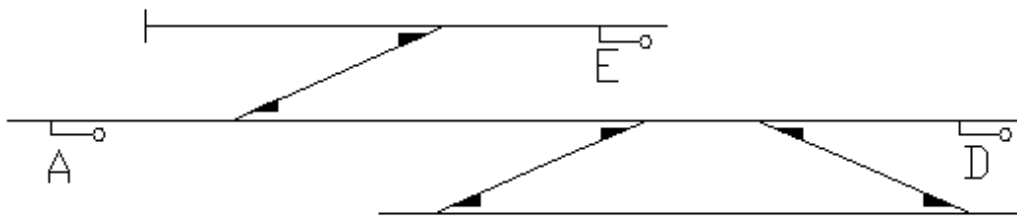
Z	1+	2+
W ₁	1+	2-
W ₂	1-	2-

Tabela 6. Warianty drogi ochronnej
źródło: opracowanie własne

Poza pojawieniem się dwóch nowych przebiegów należy pamiętać, że w takim przypadku do tablicy dochodzą również wykluczenia dodatkowe wykluczenia.

— Przebiegi bez zatrzymania¹⁰:

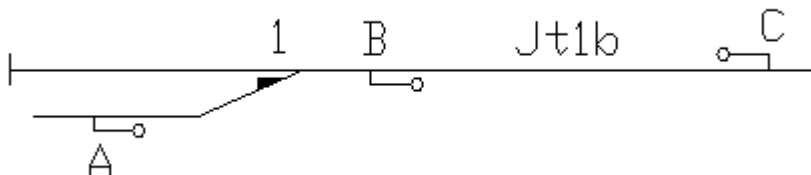
¹⁰ Są to przebiegi złożone składające się z kilku przebiegów prostych, które dają możliwość przejazdu przez stację bez zatrzymania przed semaforem stacijnym wskazującym sygnał „stój”.



Rysunek 21. Przykładowy układ torowy
źródło: opracowanie własne

Przebiegi bez zatrzymania to sytuacja powszechna. Jednakże można usunąć możliwość jazdu bez zatrzymania przez stację i w takim wypadku przyjmując, że semafor A na rysunku 21 jest semaforem wjazdowym a semafony D i E wyjazdowymi, kolejne przebiegi spod tych sygnalizatorów będą się wykluczać. Na stacjach węzłowych, gdzie wyjazdy spod niektórych semaforów krzyżują się z liniami większego znaczenia może dojść do potrzeby zastosowania takiego rozwiązania. Taki przypadek ma kolosalne znaczenie dla tablicy zależności, gdzie kolejne przebiegi jeden za drugim się wykluczają. Należy pamiętać, że ze względów formalnych [32] należy wykluczyć w tablicach zależności przebiegi, które występują jeden za drugim w następującej kolejności: pociągowy → manewrowy. W omawianym przypadku odrzucone pozostają przebiegi ustawiane w kolejności: pociągowy → pociągowy.

— Wykluczenia specjalne, ochronne bądź ochrona czołowa:



Rysunek 22. Wykluczenia przebiegów pod semafony B i C
źródło: opracowanie własne

Przebiegi pod semafony B i C nie wykluczają się poprzez zmienne położenie urządzeń jednakże, gdy semafony dzieli jedynie jeden obwód torowy należy pamiętać, aby wykluczyć je specjalnie w tablicy w części wykluczeń. Zastosowanie dodatkowego wykluczenia wynika ze względu na możliwość zablokowania dwóch ewentualnych pociągów podjeżdżających jednocześnie pod semafony B i C.

Podczas analizy przypadków ruchowych każda pojedyncza zmiana wstępnie wydaje się mało znacząca. W bardziej szczegółowych badaniach może okazać się, że takowa zmiana ma bardzo poważny wpływ na realizację zależności podczas ustawiania przebiegu kolejowego. W związku z dużym zróżnicowaniem układów torowych dla dużych stacji¹¹ mogą pojawiać się dodatkowe przypadki ruchowe, które nie zostały opisane w tym rozdziale

¹¹ Obsługa ruchu pasażerskiego i/lub towarowego na wyspecjalizowanych grupach torów lub oddzielnych stacjach, w miejscowościach z powyżej 100 tys. Mieszkańców [21].

3. Metoda tworzenia tablic zależności MGLTAB

3.1. Definicja metody MGLTAB

Autor przyjął, że dzięki zastosowaniu metody MGLTAB możliwe jest automatyczne wygenerowanie tablic zależności stacyjnych urządzeń sterowania ruchem kolejowym. W metodzie przyjęto założenie istnienia wcześniej przygotowanego planu schematycznego stacji. Na jego podstawie powstaje baza danych elementów układu torowego, które posiadają cechy ogólne oraz szczególne. Pomiędzy obiektami zachodzą odpowiednie relacje, zależności. Metoda zakłada, że do prawidłowego wygenerowania bazy obiektów w pierwszym kroku przygotowuje się uproszczony układ torowy. W kolejnych krokach nadaje się obiektom nazwy, typy oraz cechy szczególne.

W metodzie MGLTAB autor przyjął iż baza danych stanowi wystarczający zakres informacji o systemie srk i stanowi model dla celów weryfikacji metody. Zaprojektowanie uproszczonego układu torowego stanowi najważniejszy etap, podczas którego każdy błąd ma konsekwencje w kolejnych częściach generowania tablic zależności. Z tego powodu uproszczenie reguł/zasad dla etapu przygotowania danych jest jednym z warunków pozytywnej końcowej oceny metody MGLTAB.

Baza danych obiektów zawiera podstawowe elementy występujące w tablicach zależności. Prawidłowy stan ma wpływ na realizację pojedynczego przebiegu. W analizowanej literaturze można również zauważyć duże znaczenie prawidłowego przedstawienia układu torowego jako wstępnych danych [7], [9], [14], [40], [41], [45], [46], [87].

Podstawowe założenia dla metody MGLTAB:

- wygenerowanie przebiegów musi odbywać się bez możliwości wprowadzania ręcznych zmian w tablicach,
- uniwersalność metody polega na możliwości jej wykorzystania niezależnie od typu implementowanych stacyjnych systemów srk,
- występowanie etapu przygotowania uproszczonego planu schematycznego urządzeń srk,
- ograniczenie prac przygotowania układu stacji do niezbędnego minimum,
- oparcie założonych algorytmów na relacjach występujących pomiędzy obiektami, elementami tablic zależności,
- ujednoczenie zasad zgodnych z [30], [31] i [32],
- metoda daje możliwość wzbogacania bazy danych o nowe elementy będące rozszerzeniem t.j. tablice wskazań sygnalizatorów, tablicę rozjazdów itp.

Przyjęto również dodatkowe założenia dotyczące wykonania modelu oraz oprogramowania do weryfikacji metody:

- występowanie dwóch etapów:
 - pierwszego projektowego,
 - drugiego generacyjnego,
- opracowanie w etapie projektowym układu torowego na platformie CAD i zapis bazy w pliku z rozszerzeniem dxf,

- wczytanie bazy i generacja wszystkich możliwych przebiegów w drugim etapie,
- wykorzystanie ogólnodostępnych narzędzi do przygotowania aplikacji,
- możliwości swobodnych przejść pomiędzy dwoma częściami - projektową i generacyjną.

3.2 Model tworzenia tablic zależności na podstawie metody MGLTAB

3.2.1. Pojęcie modelowania oraz opisu formalnego

W celu poprawnego przedstawienia metody oraz procesów w niej zachodzących należy przygotować model.

Model to cel i wynik procesu modelowania [84]. **Model systemu** jest ilościową i jakościową reprezentacją badanego systemu na innej bazie materialnej, ujmującą te cechy systemu, które są istotne z punktu widzenia prowadzonych badań [34]. Z kolei **proces modelowania** to zbiór czynności mających na celu stworzenie narzędzia (modelu), którego badanie określa cel badań [54]. W przypadku niniejszej pracy celem badań modelu jest analiza i weryfikacja poprawności procesów metody automatyzacji tworzenia tablic zależności. Ze względu na uproszczenie odwzorowania rzeczywistości modele można podzielić na [34]:

- opisowe - przedstawiające obiekt w sposób opisowy,
- fizyczne - obiekty pozwalające na bezpośrednie badania eksperymentalne, wykorzystanie wielkości fizycznych,
- analogowe - przedstawienie jednych właściwości obiektu za pomocą innych,
- matematyczne - przedstawienie obiektów, relacji między nimi za pomocą relacji matematyczno- logicznych.

Metody przedstawiania badanego obiektu można podzielić na:

- opis nieformalny - stanowiący jedynie opis słowny- nie wystarczający przy osiągnięciu celu badań,
- opis formalny - zapis w postaci modelu matematycznego, który w sposób uporządkowany przedstawia obiekty, ich zależności i wzajemne relacje.

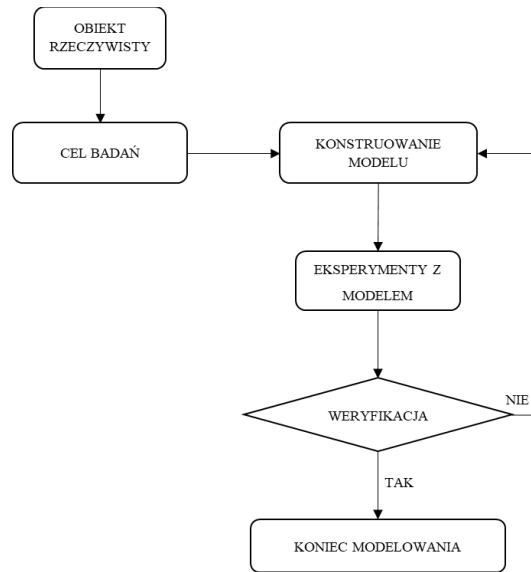
Przykładowy opis formalny funkcji zależnościowych znajduje się m.in. [48], [52], jak również dotyczący procesów występujących podczas tworzenia oprogramowania sterującego w systemach srk [84].

Matematyczne modele systemów transportowych można podzielić na [38]:

- statyczne - odwzorowują system (obiekty) w konkretnym stanie, nie biorąc pod uwagę procesów zachodzących w obiektach rzeczywistych,
- dynamiczne - odwzorowują działanie systemu w czasie.

W związku z charakterem badanych obiektów (przebiegi kolejowe na stacjach oraz zwrotnice występujące w przebiegach) autor zdecydował, aby w celu zbadania systemu wybrać model statyczny. Podczas przygotowania tablic zależności bierze się wyłącznie pod uwagę konkretne stany obiektów (np. położenie zwrotnicy w przebiegu) bez ich działania w czasie rzeczywistym.

Proces modelowania przedstawia schemat na rysunku 23.



Rysunek 23. Schemat procesu modelowania
źródło: opracowanie własne na podstawie [34]

Bez odpowiedniego zapisu nie ma możliwości wykazania poprawności działania metody MGLTAB. W kolejnych punktach rozdziału zostanie przedstawiony opis formalny modelu w metodzie automatyzacji generowania tablic zależności. Opis ten składa się z następujących elementów:

- Podział zbiorów wszystkich elementów znajdujących się na uproszczonym planie schematycznym,
- Funkcje odwzorowania cech i typów wyróżniających poszczególne elementy zbioru, które są niezbędne do uszczegółowienia budowy układu torowego,
- Relacje pomiędzy elementami zbiorów, które określają między innymi możliwości ułożenia przebiegów, jazdy na bok i wielu innych niezbędnych zależności.

Należy pamiętać, że głównym początkowym założeniem metody jest przygotowanie bazy obiektów w postaci uproszczonego planu schematycznego stacyjnych urządzeń srk.

3.2.2. Opis formalny elementów układu torowego w metodzie MGLTAB

W rozdziale przedstawiono podział formalny obiektów występujących na stacji i niezbędnych do prawidłowej generacji tablic. Szczegółowy wykaz obiektów (ze względu na jego cechy ogólne) wraz z opisem oraz rysunkami znajduje się w załączniku 1.

Zgodnie z instrukcją kolejową [32] przebiegi kolejowe dzielą się na dwa podstawowe rodzaje:

- pociągowe:
 - zorganizowane:
 - utwierdzone,
 - zamykane.
- manewrowe:
 - zorganizowane:
 - utwierdzone,
 - zamykane.
 - niezorganizowane.

W sytuacji, gdy opis dotyczy urządzeń komputerowych przyjęte są przebiegi zorganizowane, stąd można zapisać zbiór wszystkich przebiegów P_Z jako:

$$P_Z = \{P_{ZP} \cup P_{ZM}\} \quad (2)$$

gdzie w jego skład wchodzi suma wszystkich przebiegów pociągowych i manewrowych występujących na stacji.

Każdy oddzielny przebieg składa się z pojedynczych elementów charakteryzujących jego drogę jazdy, ochronę boczną i drogę ochronną. Elementami tego przebiegu są: zwrotnice, semafony, tarcze manewrowe, odcinki izolowane, przejazdy (bądź przejścia) kolejowo-drogowe, blokady.

Zbiór zwrotnic składa się z sumy dwóch podzbiorów według równania:

$$Z = \{Z_C \cup Z_T\} \quad (3)$$

Podzbiór Z_C można zapisać jako sumę podzbiorów wszystkich możliwych zwrotnic ze względu na określające ich cechy na rysunku:

$$Z_C = \{Z_{Co} \cup Z_{Cs}\} \quad (4)$$

gdzie Z_{Co} oznacza podzbiór cech ogólnych:

$$Z_{Co} = \{Z_{000} \cup Z_{001} \cup Z_{010} \cup Z_{011} \cup Z_{100} \cup Z_{101} \cup Z_{110} \cup Z_{111}\} \quad (5)$$

Ich ilość określa liczba n^k

gdzie n - ilość cech w jednej grupie, k - ilość grup dla cech określających zwrotnice.

Podzbiór Z_{Cs} zawiera cechy szczególne obiektu zwrotnica tj. nazwę oraz współrzędną (x, y)

$$Z_{Cs} = \{Z_N \cup Z_{Wsp}\} \quad (6)$$

Podzbiór Z_T określa typ elementu, w tym wypadku po prostu zwrotnica. Istnieje możliwość, aby w metodzie MGLTAB rozszerzyć zakres zwrotnic ze względu na typ. W związku

z podejściem polegającym na uproszczeniu zasad nie rozróżnia się dodatkowo zwrotnic ze względu na występowanie w drodze jazdy, ochronie bocznej i drodze ochronnej. Podział ten powinien zostać ukształtowany w trakcie procesu generowania tablic automatycznie podczas analizy układu torowego.

Zbiór semaforów jest sumą podzbiorów wszystkich możliwych cech semaforów wraz z podzbiarami typów semaforów:

$$S = \{S_C \cup S_T\} \quad (7)$$

gdzie S_C to podzbiór cech obiektu semafora. Dzieli się on na dwa podzbiory:

$$S_C = \{S_{C0} \cup S_{CS}\} \quad (8)$$

gdzie S_{C0} oznacza podzbiór cech ogólnych:

$$S_{C0} = \{S_{00} \cup S_{01} \cup S_{10} \cup S_{11}\} \quad (9)$$

Podzbiór S_{CS} zawiera cechy szczególne obiektu semafor tj. nazwę oraz współrzędną (x, y):

$$S_{CS} = \{S_N \cup S_{Wsp}\} \quad (10)$$

S_T to podzbiór określający typ semaforów:

$$S_T = \{S_P \cup S_{PM}\} \quad (11)$$

gdzie S_P to semafony będące początkiem jedynie dla przebiegów pociągowych zaś S_{PM} zarówno dla przebiegów pociągowych jak i manewrowych.

Obiekty tarczy manewrowej można zapisać jako:

$$Tm = \{Tm_C \cup Tm_T\} \quad (12)$$

gdzie Tm_C to podzbiór cech obiektu tarczy manewrowej. Dzieli się on na dwa podzbiory:

$$Tm_C = \{Tm_{C0} \cup Tm_{CS}\} \quad (13)$$

gdzie Tm_{C0} oznacza podzbiór cech ogólnych:

$$Tm_{C0} = \{Tm_{00} \cup Tm_{01} \cup Tm_{10} \cup Tm_{11}\} \quad (14)$$

Podzbiór Tm_{CS} zawiera cechy szczególne obiektu tarczy manewrowa tj nazwę oraz współrzędną (x, y):

$$Tm_{CS} = \{Tm_N \cup Tm_{Wsp}\} \quad (15)$$

Tm_T to podzbiór określający typ obiektu - w tym wypadku tarcza manewrowa.

Kolejnym elementem na planie są wykolejnice, których zbiór przedstawia zapis:

$$Wk = \{Wk_C \cup Wk_T\} \quad (16)$$

gdzie Wk_C to podzbiór cech wykolejnic. Dzieli się on na dwa podzbiory:

$$Wk_C = \{Wk_{C_o} \cup Wk_{C_s}\} \quad (17)$$

gdzie Wk_{C_o} oznacza podzbiór cech ogólnych:

$$\begin{aligned} Wk_{C_o} = \{ & Wk_{0000} \cup Wk_{0001} \cup Wk_{0010} \cup Wk_{0011} \cup Wk_{0100} \\ & \cup Wk_{0101} \cup Wk_{0110} \cup Wk_{0111} \cup Wk_{1000} \\ & \cup Wk_{1001} \cup Wk_{1010} \cup Wk_{1011} \cup Wk_{1100} \\ & \cup Wk_{1101} \cup Wk_{1110} \cup Wk_{1111}\} \end{aligned} \quad (18)$$

Podzbiór Wk_{C_s} zawiera cechy szczególne obiektu wykolejnicia tj nazwę oraz współrzędną (x, y):

$$Wk_{C_s} = \{Wk_N \cup Wk_{Wsp}\} \quad (19)$$

Wk_T określa typ elementu - wykolejnicia.

Kolejnym obiektem niezbędnym dla prawidłowego określenia drogi jazdy jest zwrotnica fikcyjna, której zbiór składa się z następujących elementów:

$$ZF = \{ZF_C \cup Z_T\} \quad (20)$$

gdzie ZF_C to podzbiór cech obiektu zwrotnicy fikcyjnej. Dzieli się on na dwa podzbiory:

$$ZF_C = \{ZF_{C_o} \cup ZF_{C_s}\} \quad (21)$$

gdzie ZF_{C_o} oznacza podzbiór cech ogólnych:

$$ZF_{C_o} = \{ZF_{00} \cup ZF_{01} \cup ZF_{10} \cup ZF_{11}\} \quad (22)$$

Podzbiór ZF_{C_s} zawiera cechy szczególne obiektu zwrotnicy fikcyjnej tj nazwę oraz współrzędną (x, y):

$$ZF_{C_s} = \{ZF_N \cup ZF_{Wsp}\} \quad (23)$$

Z_T jest podzbiorem, który charakteryzuje typ obiektu- zwany dalej typem Zwrotnica.

Następnym przedstawionym obiektem jest koniec toru nazwany także potocznie kozłem oporowym. Zbiór tych elementów można określić za pomocą:

$$K = \{K_C \cup K_T\} \quad (24)$$

gdzie K_C to podzbiór cech obiektów końca toru. Dzieli się on na dwa podzbiory:

$$K_C = \{K_{Co} \cup K_{Cs}\} \quad (25)$$

gdzie K_{Co} oznacza podzbiór cech ogólnych:

$$K_{Co} = \{K_0 \cup K_1\} \quad (26)$$

Podzbiór K_{Cs} zawiera cechy szczególne obiektu końca toru tj. nazwę oraz współrzędną (x, y):

$$K_{Cs} = \{KF_N \cup K_{Wsp}\} \quad (27)$$

K_T określa typ czyli po prostu- koziół.

Kolejnym obiektem jest tzw. koniec przebiegu. Jego zbiór można przedstawić jako:

$$Kon = \{Kon_C \cup Kon_T\} \quad (28)$$

gdzie Kon_C to podzbiór cech obiektów końca przebiegu. Dzieli się on na dwa podzbiory:

$$Kon_C = \{Kon_{Co} \cup Kon_{Cs}\} \quad (29)$$

gdzie Kon_{Co} oznacza podzbiór cech ogólnych:

$$Kon_{Co} = \{Kon_0 \cup Kon_1\} \quad (30)$$

Podzbiór Kon_{Cs} zawiera cechy szczególne obiektu końca przebiegu tj nazwę oraz współrzędną (x, y):

$$Kon_{Cs} = \{Kon_N \cup Kon_{Wsp}\} \quad (31)$$

Jeżeli z kolei chodzi o podzbiór określający typ to dzieli się on na:

$$Kon_T = \{Kon_p \cup Kon_m \cup Kon_{pm}\} \quad (32)$$

gdzie kolejno:

- Kon_p określa jedynie końce przebiegów pociągowych,
- Kon_m określa jedynie końce przebiegów manewrowych,
- Kon_{pm} określa końce przebiegów zarówno pociągowych jak i manewrowych.

Występują jeszcze takie zbiory niewykorzystane jeszcze podczas badań, lecz w przyszłości niezbędne dla przedstawienia pełnych tablic jak:

Kolejnym obiektem są blokady liniowe.

Zbiór obiektu blokady liniowej przedstawia się następująco:

$$B = \{B_C \cup B_T\} \quad (33)$$

gdzie B_C to podzbiór cech obiektów blokady. Dzieli się on na dwa podzbiory:

$$B_C = \{B_{Co} \cup B_{Cs}\} \quad (34)$$

gdzie B_{Co} oznacza podzbiór cech ogólnych:

$$B_{Co} = \{B_0 \cup B_1\} \quad (35)$$

Podzbiór B_{Cs} zawiera cechy szczególne obiektu blokady tj nazwę oraz współrzędną (x, y):

$$B_{Cs} = \{B_N \cup B_{Wsp}\} \quad (36)$$

Jeżeli z kolei chodzi o podzbiór określający typ to dzieli się on na:

$$B_T = \{B_S \cup B_{PS} \cup B_{TEL}\} \quad (37)$$

gdzie kolejno:

- B_S blokady samoczynne,
- B_{PS} blokady półsamoczynne,
- B_{TEL} blokady z zapowiadaniem telefonicznym.

Zbiór dla kolejnych obiektów czyli przejazdów kolejowo- drogowych, bądź przejść można przedstawić jako:

$$P = \{P_{Cs} \cup P_T\} \quad (38)$$

Podzbiór P_{Cs} zawiera cechy szczególne obiektu blokady tj nazwę oraz współrzędną (x, y):

$$P_{Cs} = \{P_N \cup P_{Wsp}\} \quad (39)$$

Z kolei podzbiór określający typ dzieli się następujące podzbiory:

$$P_T = \{P_{A/E} \cup P_B \cup P_C\} \quad (40)$$

gdzie kolejno:

- $P_{A/E}$ przejazdy (przejścia) półsamoczynne,

- P_B przejazdu kat. B,
- P_C przejazdu kat. C.

Brak cech ogólnych określających obiekt typu przejazd wynika z braku rozróżnienia jego kierunku lewo, prawo. W celu zapewnienia uzależnienia przejazdu w przebiegach wystarczająca jest jego identyfikacja na planie schematycznym, co określają współrzędne obiektu.

Ostatnim elementem jest obiekt drogi ochronnej, który można przedstawić następująco:

$$D = \{D_C \cup D_T\} \quad (41)$$

gdzie D_C to podzbiór cech obiektów drogi ochronnej. Dzieli się on na dwa podzbiory:

$$D_C = \{D_{Co} \cup D_{Cs}\} \quad (42)$$

gdzie D_{Co} oznacza podzbiór cech ogólnych:

$$D_{Co} = \{D_{O_0} \cup D_{O_1}\} \quad (43)$$

Podzbiór D_{Cs} zawiera cechy szczególne obiektu drogi ochronnej tj nazwę oraz współrzędną (x, y):

$$D_{Cs} = \{D_N \cup D_{Wsp}\} \quad (44)$$

D_T określa typ obiektu- droga ochronna za semaforem.

3.2.3. Funkcje odwzorowania cech i typów

W celu przyporządkowania określonym obiektom ich konkretnych typów należy zdefiniować odpowiednie funkcje. Pierwsza z przedstawionych funkcji przyporządkowuje każdemu obiektowi jego typ, który następnie określa jego przynależność do konkretnego zbioru:

$$F_T: O \rightarrow Typ_O \quad (45)$$

gdzie:

$$Typ_O = \{Z_T, S_T, Tm_T, Wk_T, K_T, Kon_T, B_T, P_T, D_T\} \quad (46)$$

Kolejną funkcją jest funkcja przypisania wartości współrzędnych (X, Y) obiektu:

$$F_{Wsp}: O \rightarrow (X, Y) \quad (47)$$

gdzie $X \in R$ oraz $Y \in R$. Funkcja F_W dotyczy wszystkich obiektów i określa charakter geograficznej struktury modelu dla metody MGLTAB.

Funkcja przypisania nazwy do obiektu:

$$F_N: O \rightarrow (N_O) \quad (48)$$

gdzie:

$$N_O = \{Z_N, S_N, Tm_N, Wk_N, K_N, Kon_N, B_N, P_N, D_N\} \quad (49)$$

Funkcje określające cechy ogólne konkretnych obiektów zapisane w systemie dwójkowym można przedstawić następująco:

— Zwrotnica:

$$F_{CZ}: Z_{Co} \rightarrow \{z_1, z_2, z_3\} \quad (50)$$

gdzie:

- z_1 oznacza zwrot przy jeździe „na ostrze” oraz $z_1 \in \{0,1\}$,
- z_2 oznacza kierunek jazdy „na bok” oraz $z_2 \in \{0,1\}$,
- z_3 oznacza stan zasadniczy „+” oraz $z_3 \in \{0,1\}$.

— Wykolejnica:

$$F_{CWk}: Wk_{Co} \rightarrow \{wk_1, wk_2, wk_3, wk_4\} \quad (51)$$

gdzie:

- wk_1 oznacza zwrot oraz $wk_1 \in \{0,1\}$,
- wk_2 kierunek wykolejenia oraz $wk_2 \in \{0,1\}$,
- wk_3 stan zasadniczy „+” oraz $wk_3 \in \{0,1\}$,
- wk_4 położenie oraz $wk_4 \in \{0,1\}$.

— Zwrotnica fikcyjna:

$$F_{CZF}: ZF_{Co} \rightarrow \{zf_1, zf_2\} \quad (52)$$

gdzie:

- zf_1 oznacza zwrot przy jeździe „na ostrze” oraz $zf_1 \in \{0,1\}$,
- zf_2 oznacza kierunek jazdy „na bok” oraz $zf_2 \in \{0,1\}$.

— Semafor:

$$F_{CS}: S_{Co} \rightarrow \{s_1, s_2\} \quad (53)$$

gdzie:

- s_1 oznacza zwrot oraz $s_1 \in \{0,1\}$,
- s_2 oznacza położenie względem toru oraz $s_2 \in \{0,1\}$.

— Tarcza manewrowa:

$$F_{CTm}: Tm_{Co} \rightarrow \{tm_1, tm_2\} \quad (54)$$

gdzie:

- tm_1 oznacza zwrot oraz $tm_1 \in \{0,1\}$,
- tm_2 oznacza położenie względem toru oraz $tm_2 \in \{0,1\}$.

— Koziół:

$$F_{CK}: K_{Co} \rightarrow \{k_1\} \quad (55)$$

gdzie:

— k_1 oznacza zwrot oraz $k_1 \in \{0,1\}$

— Koniec przebiegu:

$$F_{CKon}: Kon_{Co} \rightarrow \{kon_1\} \quad (56)$$

gdzie:

— kon_1 oznacza zwrot oraz $kon_1 \in \{0,1\}$.

3.2.4. Relacje między obiektami

Pomiędzy elementami różnego jak również tego samego typu mogą zachodzić relacje, które mają odzwierciedlenie na zapis przebiegów w tablicach. W metodzie MGLTAB przyjęto iż zachodzące zależności charakteryzują zbiory typów obiektów. W niniejszym podrozdziale przedstawione są wszystkie możliwe przypadki relacji pomiędzy dwoma obiektami, które wpływają na późniejsze założenia. Cechy, które mają wpływ na relacje pomiędzy obiektami są m.in.: współrzędna, zwrot, kierunek itd.

Jedną z nich jest relacja przejścia zwrotnicowego (PZ) czyli określenie miejsca jazdy z jednego toru na drugi, której zbiór można zapisać następująco:

$$PZ = \{pz(Z_1, Z_2), pz(Z_3, Z_4), \dots, pz(Z_i, Z_j)\} \quad (57)$$

gdzie:

- $pz(Z_1, Z_2)$ jest relacją między zwrotnicami Z_1 oraz Z_2 ,
- $pz(Z_3, Z_4)$ jest relacją między zwrotnicami Z_3 oraz Z_4 ,
- $pz(Z_i, Z_j)$ jest relacją między zwrotnicami Z_i oraz Z_j .

Powyższe relacje przedstawiają dwie różne zwrotnice, więc $i \neq j$.

Relacja przejścia zwrotnicowego charakteryzuje obiekty typu Z_T - czyli zwrotnice, ale również zwrotnice fikcyjne.

Kolejne relacje stanowią początki i końce przebiegów (P), które można podzielić na:

— Pociągowe i manewrowe dla dwóch semaforów:

$$P2S = \{p2s(S_1, S_2), p2s(S_3, S_4), \dots, p2s(S_i, S_j)\} \quad (58)$$

gdzie:

- $p2s(S_1, S_2)$ jest relacją między semaforami S_1 oraz S_2 ,
- $p2s(S_3, S_4)$ jest relacją między semaforami S_3 oraz S_4 ,
- $p2s(S_i, S_j)$ jest relacją między semaforami S_i oraz S_j .

Przedstawione relacje dotyczą dwóch różnych semaforów, więc $i \neq j$.

— Manewrowe dla semafora i tarczy manewrowej:

$$PST = \{pst(S_1, Tm_1), pst(S_2, Tm_2), \dots, pst(S_i, Tm_j)\} \quad (59)$$

gdzie:

- $pst(S_1, Tm_1)$ jest relacją między semaforem S_1 oraz tarczą Tm_1 ,
- $pst(S_2, Tm_2)$ jest relacją między semaforem S_2 oraz tarczą Tm_2 ,
- $pst(S_i, Tm_j)$ jest relacją między semaforem S_i oraz tarczą Tm_j .

Przedstawione relacje dotyczą rozdzielnych obiektów ze względu na ich typ, stąd może zaistnieć sytuacja, że ich numeracja w zbiorze jest taka sama, czyli $i = j$.

— Manewrowe dla dwóch tarcz manewrowych:

$$PTT = \{ptt(Tm_1, Tm_2), ptt(Tm_3, Tm_4), \dots, ptt(S_i, Tm_j)\} \quad (60)$$

gdzie:

- $ptt(Tm_1, Tm_2)$ jest relacją między tarczą Tm_1 oraz tarczą Tm_2 ,
- $ptt(Tm_3, Tm_4)$ jest relacją między tarczą Tm_3 oraz tarczą Tm_4 ,
- $ptt(Tm_i, Tm_j)$ jest relacją między tarczą Tm_i oraz tarczą Tm_j .

Przedstawione relacje dotyczą dwóch różnych tarcz manewrowych, więc $i \neq j$.

— Pociągowe i Manewrowe dla semafora i symbolu końca przebiegu:

$$PSKon = \{pskon(S_1, Kon_1), pskon(S_2, Kon_2), \dots, pskon(S_i, Kon_j)\} \quad (61)$$

gdzie:

- $pskon(S_1, Kon_1)$ jest relacją między semaforem S_1 oraz końcem Kon_1 ,
- $pskon(S_2, Kon_2)$ jest relacją między semaforem S_2 oraz końcem Kon_2 ,
- $pskon(S_i, Kon_j)$ jest relacją między semaforem S_i oraz końcem Kon_j .

Przedstawione relacje dotyczą rozdzielnych obiektów z względu na ich typ, stąd może zaistnieć sytuacja, że ich numeracja w zbiorze jest taka sama, czyli $i = j$.

— Manewrowe dla tarczy manewrowej i symbolu końca przebiegu:

$$PTKon = \{ptkon(Tm_1, Kon_1), ptkon(Tm_2, Kon_2), \dots, ptkon(Tm_i, Kon_j)\} \quad (62)$$

gdzie:

- $ptkon(Tm_1, Kon_1)$ jest relacją między tarczą Tm_1 oraz końcem Kon_1 ,
- $ptkon(Tm_2, Kon_2)$ jest relacją między tarczą Tm_2 oraz końcem Kon_2 ,
- $ptkon(Tm_i, Kon_j)$ jest relacją między tarczą Tm_i oraz końcem Kon_j .

Przedstawione relacje dotyczą rozdzielnych obiektów ze względu na ich typ, stąd może zaistnieć sytuacja, że ich numeracja w zbiorze jest taka sama, czyli $i = j$.

Kolejna relacja stanowi zależność braku możliwości dalszej jazdy (B) i również w sposób znaczący wpływa na strukturę tablic zależności. W każdej tego typu relacji występuje obiekt koźła oporowego symbolizujący koniec toru:

— Semafor oraz symbol koźła oporowego:

$$BSK = \{bsk(S_1, K_1), bsk(S_2, K_2), \dots, bsk(S_i, K_j)\} \quad (63)$$

gdzie:

- $bsk(S_1, K_1)$ jest relacją między semaforem S_1 oraz koźłem K_1 ,
- $bsk(S_2, K_2)$ jest relacją między semaforem S_2 oraz koźłem K_2 ,
- $bsk(S_i, K_j)$ jest relacją między semaforem S_i oraz koźłem K_j .

Przedstawione relacje dotyczą rozdzielnych obiektów ze względu na ich typ, stąd może zaistnieć sytuacja, że ich numeracja w zbiorze jest taka sama, czyli $i = j$.

— Tarcza manewrowa oraz symbol koźła oporowego:

$$BTK = \{btk(Tm_1, K_1), btk(Tm_2, K_2), \dots, btk(Tm_i, K_j)\} \quad (64)$$

gdzie:

- $btk(Tm_1, K_1)$ jest relacją między tarczą manewrową Tm_1 oraz koźłem K_1 ,
- $btk(Tm_2, K_2)$ jest relacją między tarczą manewrową Tm_2 oraz koźłem K_2 ,
- $btk(Tm_i, K_j)$ jest relacją między tarczą manewrową Tm_i oraz koźłem K_j .

Przedstawione relacje dotyczą rozdzielnych obiektów ze względu na ich typ, stąd może zaistnieć sytuacja, że ich numeracja w zbiorze jest taka sama, czyli $i = j$.

— Zwrotnica oraz symbol koźła oporowego:

$$BZK = \{bzk(Z_1, K_1), bzk(Z_2, K_2), \dots, bzk(Z_i, K_j)\} \quad (65)$$

gdzie:

- $bzk(Z_1, K_1)$ jest relacją między zwrotnicą Z_1 tarczą K_1 ,
- $bzk(Z_2, K_2)$ jest relacją między zwrotnicą Z_2 tarczą K_2 ,
- $bzk(Z_i, K_j)$ jest relacją między zwrotnicą Z_i tarczą K_j .

Przedstawione relacje dotyczą rozdzielnych obiektów ze względu na ich typ, stąd może zaistnieć sytuacja, że ich numeracja w zbiorze jest taka sama, czyli $i = j$.

— Koniec przebiegu oraz symbol koźła oporowego:

$$BKonK = \{bkonk(Kon_1, K_1), bkonk(Kon_2, K_2), \dots, bkonk(Kon_i, K_j)\} \quad (66)$$

gdzie:

- $bkonk(Kon_1, K_1)$ jest relacją między końcem przebiegu Kon_1 tarczą K_1 ,
- $bkonk(Kon_2, K_2)$ jest relacją między końcem przebiegu Kon_2 tarczą K_2 ,
- $bkonk(Kon_i, K_j)$ jest relacją między końcem przebiegu Kon_i tarczą K_j .

Przedstawione relacje dotyczą rozdzielnych obiektów ze względu na ich typ, stąd może zaistnieć sytuacja, że ich numeracja w zbiorze jest taka sama, czyli $i = j$.

W kolejnym kroku przedstawiono funkcje odwzorowania wcześniej opisanych relacji odpowiednio: przejścia, początku i końca przebiegu, braku możliwości jazdy tj.:

— Zwrotnica – Zwrotnica:

$$Z \times Z = \{(z_i, z_j): z_i \in Z \text{ i } z_j \in Z\} \quad (67)$$

następnie można zapisać następująco:

$$(\forall i, j \in N, i \neq j)(\exists z_i z_j \in Z), \quad (68)$$

że istnieje takie odwzorowanie f_{ZZ} , że:

$$Z \times Z \xrightarrow{f_{ZZ}} \{0,1\} \quad (69)$$

Zapisując inaczej:

$$f_{ZZ}: Z \times Z \rightarrow \{0,1\} \quad (70)$$

Stąd można przyjąć za wartość 1 jako występowanie relacji przejścia zwrotnicowego pomiędzy dwoma obiektami typu zwrotnica.

— Semafor – Semafor:

$$S \times S = \{(s_i, s_j): s_i \in S \text{ i } s_j \in S\} \quad (71)$$

następnie można zapisać następująco:

$$(\forall i, j \in N, i \neq j)(\exists s_i s_j \in S), \quad (72)$$

że istnieje takie odwzorowanie f_{SS} , że:

$$S \times S \xrightarrow{f_{SS}} \{0,1\} \quad (73)$$

Zapisując inaczej:

$$f_{SS}: S \times S \rightarrow \{0,1\} \quad (74)$$

Stąd można przyjąć za wartość 1 jako występowanie relacji początek i koniec pomiędzy semaforami.

— Semafor – Tarcza manewrowa:

$$S \times Tm = \{(s_i, tm_j): s_i \in S \text{ i } tm_j \in Tm\} \quad (75)$$

następnie można zapisać następująco:

$$(\forall i, j \in N)(\exists s_i \in S)(\exists tm_j \in Tm), \quad (76)$$

że istnieje takie odwzorowanie f_{ST} , że:

$$S \times Tm f_{ST} \{0,1\} \quad (77)$$

Zapisując inaczej:

$$f_{ST}: S \times Tm \rightarrow \{0,1\} \quad (78)$$

Stąd można przyjąć za wartość 1 jako występowanie relacji początek i koniec pomiędzy semaforem i tarczą manewrową.

— Tarcza manewrowa – Tarcza manewrowa:

$$Tm \times Tm = \{(tm_i, tm_j): tm_i \in Tm \text{ i } tm_j \in Tm\} \quad (79)$$

następnie można zapisać następująco:

$$(\forall i, j \in N, i \neq j)(\exists tm_i, tm_j \in Tm), \quad (80)$$

istnieje takie odwzorowanie f_{TT} , że:

$$S \times Tm f_{TT} \{0,1\} \quad (81)$$

Zapisując inaczej:

$$f_{TT}: S \times Tm \rightarrow \{0,1\} \quad (82)$$

Stąd można przyjąć za wartość 1 jako występowanie relacji początek i koniec pomiędzy dwiema tarczami manewrowymi.

— Semafor – Koniec przebiegu:

$$S \times Kon = \{(s_i, kon_j): s_i \in S \text{ i } kon_j \in Kon\} \quad (83)$$

następnie można zapisać następująco:

$$(\forall i, j \in N)(\exists s_i \in S)(\exists kon_j \in Kon) \quad (84)$$

istnieje takie odwzorowanie f_{SKon} , że:

$$S \times Kon f_{SKon} \{0,1\} \quad (85)$$

Zapisując inaczej:

$$f_{SKon}: S \times Kon \rightarrow \{0,1\} \quad (86)$$

Stąd można przyjąć za wartość 1 jako występowanie relacji początek i koniec pomiędzy semaforem i symbolem końca przebiegu.

— Tarcza manewrowa – Koniec przebiegu:

$$Tm \times Kon = \{(tm_i, kon_j): tm_i \in Tm \text{ i } kon_j \in Kon\} \quad (87)$$

następnie można zapisać następująco:

$$(\forall i, j \in N)(\exists tm_i \in Tm)(\exists kon_j \in Kon) \quad (88)$$

istnieje takie odwzorowanie f_{TKon} , że:

$$Tm \times Kon f_{TKon} \{0,1\} \quad (89)$$

Zapisując inaczej:

$$f_{TmKon}: Tm \times Kon \rightarrow \{0,1\} \quad (90)$$

Stąd można przyjąć za wartość 1 jako występowanie relacji początek i koniec pomiędzy tarczą manewrową i symbolem końca przebiegu.

— Semafor – Koziół oporowy (koniec toru):

$$S \times K = \{(s_i, k_j): s_i \in S \text{ i } k_j \in K\} \quad (91)$$

następnie można zapisać następująco:

$$(\forall i, j \in N)(\exists s_i \in S)(\exists k_j \in K) \quad (92)$$

istnieje takie odwzorowanie f_{SK} , że:

$$S \times K f_{SK} \{0,1\} \quad (93)$$

Zapisując inaczej:

$$f_{SK}: S \times K \rightarrow \{0,1\} \quad (94)$$

Stąd można przyjąć za wartość 1 jako występowanie relacji braku możliwości jazdy pomiędzy semaforem i kozłem oporowym (końcem toru).

— Tarcza manewrowa – Kozioł oporowy (koniec toru):

$$Tm \times K = \{(tm_i, k_j): tm_i \in Tm \text{ i } k_j \in K\} \quad (95)$$

następnie można zapisać następująco:

$$(\forall i, j \in N)(\exists tm_i \in Tm)(\exists k_j \in K) \quad (96)$$

istnieje takie odwzorowanie f_{TK} , że:

$$Tm \times K f_{TK} \{0,1\} \quad (97)$$

Zapisując inaczej:

$$f_{TK}: Tm \times K \rightarrow \{0,1\} \quad (98)$$

Stąd można przyjąć za wartość 1 jako występowanie relacji braku możliwości jazdy pomiędzy tarczą manewrową i kozłem oporowym (końcem toru).

— Zwrotnica – Kozioł oporowy (koniec toru):

$$Z \times K = \{(z_i, k_j): z_i \in Z \text{ i } k_j \in K\} \quad (99)$$

następnie można zapisać następująco:

$$(\forall i, j \in N)(\exists z_i \in Z)(\exists k_j \in K) \quad (100)$$

istnieje takie odwzorowanie f_{ZK} , że:

$$Z \times K f_{ZK} \{0,1\} \quad (101)$$

Zapisując inaczej:

$$f_{ZK}: Z \times K \rightarrow \{0,1\} \quad (102)$$

Stąd można przyjąć za wartość 1 jako występowanie relacji braku możliwości jazdy pomiędzy zwrotnicą i kozłem oporowym (końcem toru).

— Koniec przebiegu – Kozioł oporowy (koniec toru):

$$Kon \times K = \{(kon_i, k_j): kon_i \in Kon \text{ i } k_j \in K\} \quad (103)$$

następnie można zapisać następująco:

$$(\forall i, j \in N)(\exists kon_i \in Kon)(\exists k_j \in K) \quad (104)$$

istnieje takie odwzorowanie f_{KonK} , że:

$$Kon \times K f_{KonK} \{0,1\} \quad (105)$$

Zapisując inaczej:

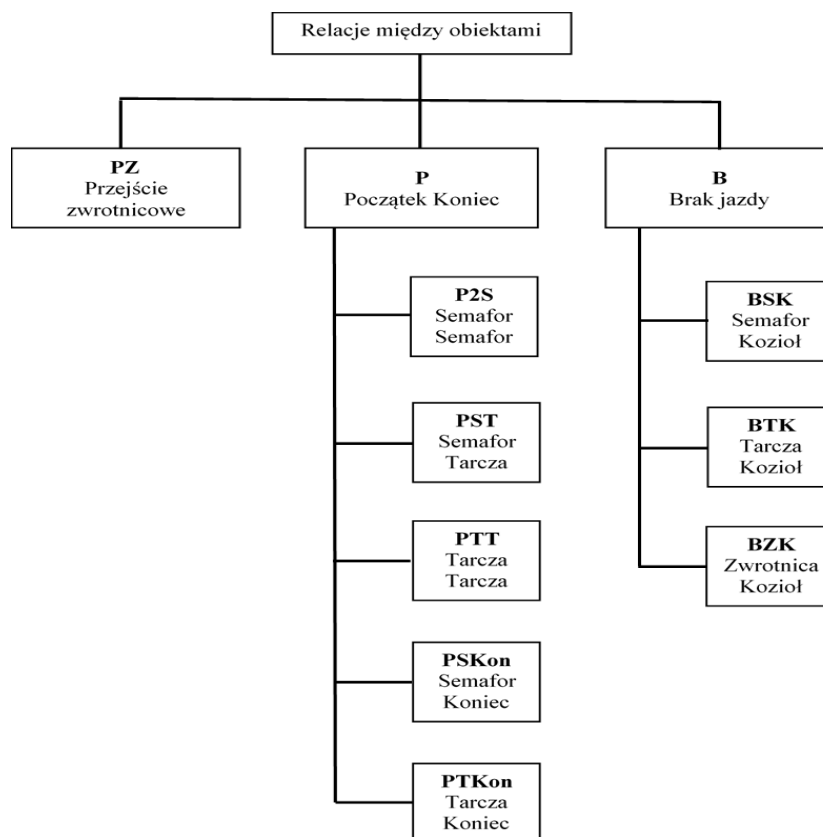
$$f_{KonK}: Kon \times K \rightarrow \{0,1\} \quad (106)$$

Stąd można przyjąć za wartość 1 jako występowanie relacji braku możliwości jazdy pomiędzy końcem przebiegu i kozłem oporowym (końcem toru).

3.3. Procesy w metodzie MGLTAB

Ze względu na charakter tworzenia tablic i ich bazowanie w głównej mierze na planie schematycznym, podstawowe zmiany odbywają się w części projektowej.

Jednocześnie dla właściwego zapisu wszystkich przebiegów należy przyjąć iż pomiędzy obiektami zachodzą wcześniej przedstawione relacje opisane w podrozdziale 3.3, których schemat przedstawiony jest na rysunku 24.



Rysunek 24. Schemat relacji pomiędzy obiektami w MGLTAB
źródło: opracowanie własne

Pierwszym procesem występującym w schemacie realizacji metody MGLTAB jest przygotowanie danych opartych na uproszczonym planie schematycznym stacji. Proces składa się z trzech etapów:

- wyboru obiektu o odpowiednim zbiorze cech ogólnych,
- nadania obiektowi cech szczególnych,
- określenia typu obiektu.

W procesie tym występują algorytmy wstawiania poszczególnych zestawów obiektów. Kluczowym jest dobór obiektu z odpowiednimi cechami, które powinny być zgodne z ich odpowiednikami na papierowej/elektronicznej wersji planu schematycznego. Poprzez wstawienie odpowiednich obiektów nadaje się im kolejne cechy (niezdefiniowane wcześniej) czyli współrzędne określające ich położenie względem pozostałych obiektów. W kolejnych krokach występuje nazwanie obiektu (bezpośrednio po jego wstawieniu) oraz określenie jego typu w związku z późniejszymi procesami przydzielenia do odpowiednich grup. Algorytmy występujące w tym procesie to:

- Algorytm SEMAFOR,
- Algorytm ZWROTNICA,
- Algorytm WYKOLEJNICA,
- Algorytm TARCZA,
- Algorytm KOZIOŁ,
- Algorytm USUŃ.

Warunkiem koniecznym przejścia do następnego etapu jest wstępna weryfikacja obiektów. Sprawdzenie ich liczby, porównanie rysunku i usunięcie niewidocznych na rysunku zbędnych elementów w postaci nadmiarowych części rysunku lub obiektów usuniętych po błędnym dodaniu, których ewentualna obecność może rzutować na realizację kolejnych elementów implementacji metody MGLTAB.

W kolejnym procesie wykorzystane są następujące algorytmy:

- Algorytm ZAPIS DXF,
- Algorytm WYCINANIE.

W przypadku pierwszego z nich polega on na zapisie powstałego rysunku stacji w postaci pliku z rozszerzeniem DXF. Następnie dzięki operacji WYCINANIE powstaje plik będący bazą wszystkich niezbędnych obiektów do wyznaczenia przebiegów i tablic zależności. Należy pamiętać, że Algorytm WYCINANIE jest początkiem generacyjnej części metody. Proces zapisu i wyodrębnienia obiektów planu schematycznego jest granicą pomiędzy projektem i generacją tablic zależności w opisywanej metodzie. Tak przygotowany plik bazy staje się dziedziną zawierającą spis obiektów, które charakteryzują każdy pojedynczy przebieg kolejowy.

W trzecim procesie należy wyróżnić algorytmy odczytu niezbędnych obiektów. W przypadku metody MGLTAB są to następujące elementy:

- Algorytm ODCZYT SEMAFOR,
- Algorytm ODCZYT ZWROTNICA,
- Algorytm ODCZYT TARCZA,
- Algorytm ODCZYT KOZIOŁ,

- Algorytm ODCZYT KONIECPOC,
- Algorytm ODCZYT KONIECMAN,
- Algorytm WYCZYŚĆ.

W tym procesie następuje odczyt wszystkich obiektów z wcześniej wygenerowanej bazy wraz z zapisem ich w tablicach. Tablice te mają następujące funkcje:

- Posegregowania odpowiednich typów obiektów w szeregach w celu ich uporządkowania,
- Sprawdzenia ewentualnych błędów, które ciężko wychwycić w bazie wszystkich obiektów,
- Bazową dla wygenerowania przebiegów.

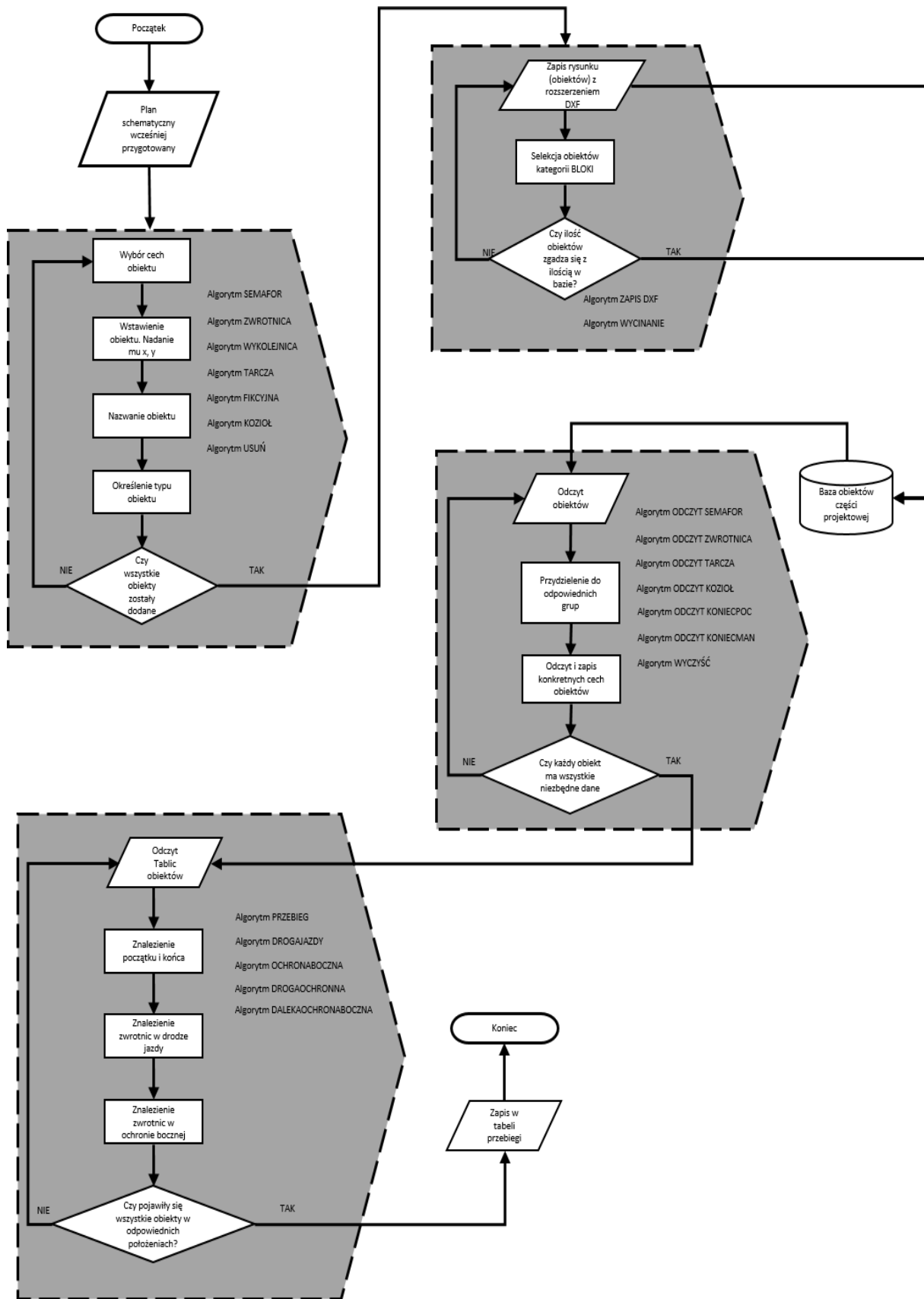
Dodatkowym algorytmem poza odczytami jest WYCZYŚĆ, który w celu uporządkowania służy do usunięcia wszystkich danych ze wszystkich możliwych tablic.

Ostatnim procesem jest proces czwarty. W trakcie jego realizacji zachodzi generacja przebiegów pociągowych lub manewrowych. Występują w nim następujące algorytmy:

- Algorytm OCHRONABOCZNA,
- Algorytm DROGAOCHRONNA,
- Algorytm DROGAJAZDY,
- Algorytm PRZEBIEG.


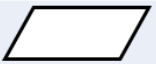



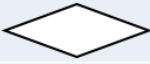



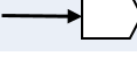
Dwa pierwsze służą do zapisania dodatkowych warunków w tablicach tj. istniejące zwrotnice w ochronie bocznej i drodze ochronnej. Algorytm DROGAJAZDY jest podprocesem algorytmu PRZEBIEG i służy do określenia zwrotnic w drodze jazdy. Ostatni z nich dotyczy znalezienia wszystkich możliwych przebiegów sprawdzając niezbędne warunki. W związku z tym, że należy pogrupować przebiegi od zasadniczych po wariantowe, przyjęto zasadę zapisu przebiegów rozpoczynając od tych, które odbywają się przez mniejszą ilość zwrotnic na bok. Kluczowe jest trzymanie się odpowiedniej kolejności działań w procesie. Ze względu na złożoność metody MGLTAB Autor postanowił przyjąć, iż podczas jej analizy i weryfikacji nie skorzysta z algorytmu DROGAOCHRONNA. Weryfikacja tego algorytmu może stanowić kolejne etapy rozwijania metody MGLTAB.

Na rysunku 25 przedstawiono schemat implementacji metody MGLTAB. Składa się z 4 podstawowych procesów, w których występują definiujące je algorytmy. Pierwszym z procesów jest przygotowanie zbioru danych określających układ torowy konkretnej stacji. W kolejnym kroku, założeniem metody MGLTAB jest uporządkowanie niezbędnych danych w uszeregowane obiekty odpowiedniego typu. W trzecim procesie następuje odczyt obiektów i przyporządkowanie do odpowiednich tablic typów obiektów. W ostatnim kroku najpierw zostają wygenerowane tzw. ochrony dla odpowiednich obiektów a następnie wszystkie możliwe przebiegi pociągowe i manewrowe na rozpatrywanym posterunku. Kolejność działań w metodzie MGLTAB jest kluczowa i musi być dotrzymana w celu osiągnięcia zadowalającego wyniku.



Rysunek 25. Schemat implementacji metody automatyzacji
 źródło: opracowanie własne

Na rysunku 26 opisane są elementy wchodzące w skład schematu blokowego.

Symbol	Znaczenie
	Blok graniczny
	Blok wejścia/wyjścia
	Blok operacyjny
	Blok odwołania do algorytmu
	Symbol przejścia
	Blok warunkowy, decyzyjny
	Blok procesu uprzednio zdefiniowanego
	Blok wywołania podprogramu
	Łącznik wewnętrzny
	Łącznik zewnętrzny

Rysunek 26. Wyjaśnienia oznaczeń dla schematu blokowego
źródło: opracowanie własne

Elementy z powyższego rysunku występują również w poszczególnych algorytmach będących częściami czterech podstawowych procesów metody MGLTAB.

Wyjaśnienia znaczenia bloków od pierwszego z góry:

- początek i koniec schematu,
- dane wejściowe dla procesu, bądź dane zapisane jako efekt wykonanych czynności,
- wykonanie czynności, operacji,
- blok będący odwołaniem do innych algorytmów bądź zbioru algorytmów, których przedstawienie na głównym schemacie jest niemożliwe,
- przejście z jednego bloku do kolejnego i jego kierunek,
- przedstawienie warunku, którego spełnienie bądź brak spełnienia powoduje przejście do innego bloku,
- przedstawienie wcześniej zdefiniowanego procesu,
- czynność będąca skutkiem wywołania podprogramu,
- blok łączenia odrębnych części schematu będących na tej samej stronie,
- blok łączenia odrębnych części schematu będących na dwóch różnych stronach.

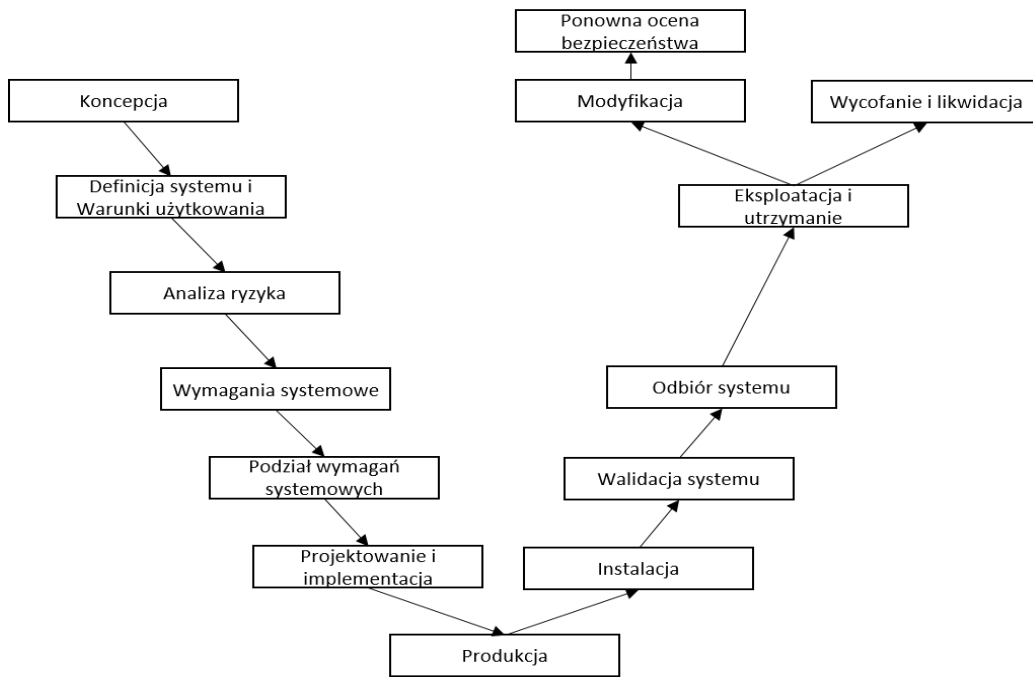
3.4. Model cyklu tworzenia oprogramowania w MGLTAB

Metoda MGLTAB bazuje na wykorzystaniu oprogramowania wspomagającego proces tworzenia tablic zależności. W związku z tym należy określić model charakteryzujący cykl życia oprogramowania dla opisywanej metody. Wyróżnia się następujące najbardziej znane modele cyklu życia oprogramowania:

- Model kaskadowy- inaczej nazywany modelem wodospadu (waterfall model). Polega na przejściu po kolei przez następujące po sobie etapy, których realizacja powoduje zakończenie projektu. Jego kolejnymi etapami są: określenie wymagań, specyfikacja, projektowanie, implementacja, testowania i wdrożenie oprogramowania. Jego największą wadą jest konieczność realizacji w narzuconej kolejności bez możliwości powrotu i weryfikacji etapów na bieżąco. Stosuje się go dla mniej złożonych systemów,
- Model iteracyjny- polegający na przejściu przez wszystkie etapy jak w modelu kaskadowym dla oprogramowania rozbitego na pewne części (podzbiory) charakteryzujące całość systemu. Zakończenie wszystkich etapów dla jednej części pozwala na przejście do kolejnego podzbioru. Implementacja części wymagań pozwala na sprawdzenie jej w praktyce tuż przed rozpoczęciem kolejnej części. Wadą tego rodzaju modelu jest ta z góry narzucona kolejność i brak jej weryfikacji w trakcie etapów dla jednej części (podzbioru),
- Model typu V- jest najbardziej popularnym z modeli cyklu życia oprogramowania. Charakteryzuje się tym, że każdy etap podczas przygotowania narzędzia przechodzi fazę testowania oraz weryfikacji. Dzięki sprawdzeniu na każdym etapie procesu prawdopodobieństwo wystąpienia niezgodności z wymaganiami jest bardzo niskie. Proces testowania¹² postępuje odpowiednio w olejności odwrotnej do procesu tworzenia oprogramowania,
- Model spiralny- polega na ciągłej analizie ryzyka poszczególnych etapów w związku z tym, że żaden z nich w domyśle nie będzie przebiegał według wstępnych planów projektu. Składa się z następujących elementów: planowanie, analiza ryzyka, konstrukcja i testowanie. Model ten ma zastosowanie przy oprogramowaniu gdzie końcowy produkt może ulegać zmianie w związku z ciągłym ewoluowaniem zasad jego funkcjonowania.

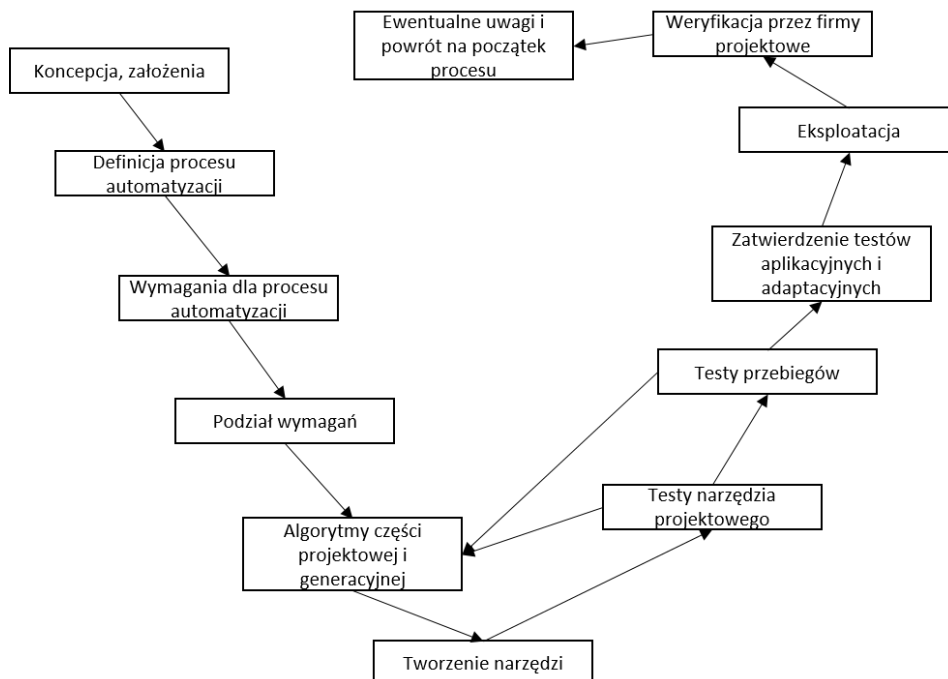
W celu opisanie metody automatyzacji tworzenia tablic zależności za pomocą metody MGLTAB zastosowano model typu V. W związku z tym, że wygenerowanie tablic odbywa się za pomocą narzędzi komputerowych (AutoCAD oraz Visual Studio) należy skorzystać z [11], [22], [39], [91] oraz [98]. Dodatkowymi wymaganiami określającymi odpowiednie parametry dotyczące m.in. oprogramowania oraz podzespołów elektronicznych w zastosowaniach kolejowych są [64], [65], [66]. Znajduje się w nich również opis modelu V jako cyklu życia systemu. Dzięki [64] oraz [66] można zapisać model V cyklu życia systemu w następujący sposób jak na Rysunku 27.

¹² Rysunek 30, prawe ramię na wykresie modelu V



Rysunek 27. Cykl życia systemu
 źródło: opracowanie własne na podstawie [64]

Korzystając z modelu z Rysunku 27 przygotowani model dla oprogramowania w metodzie automatyzacji tworzenia tablic zależności stacyjnych urządzeń sterowania ruchem kolejowym. Model ten przedstawia kolejny Rysunek 28.

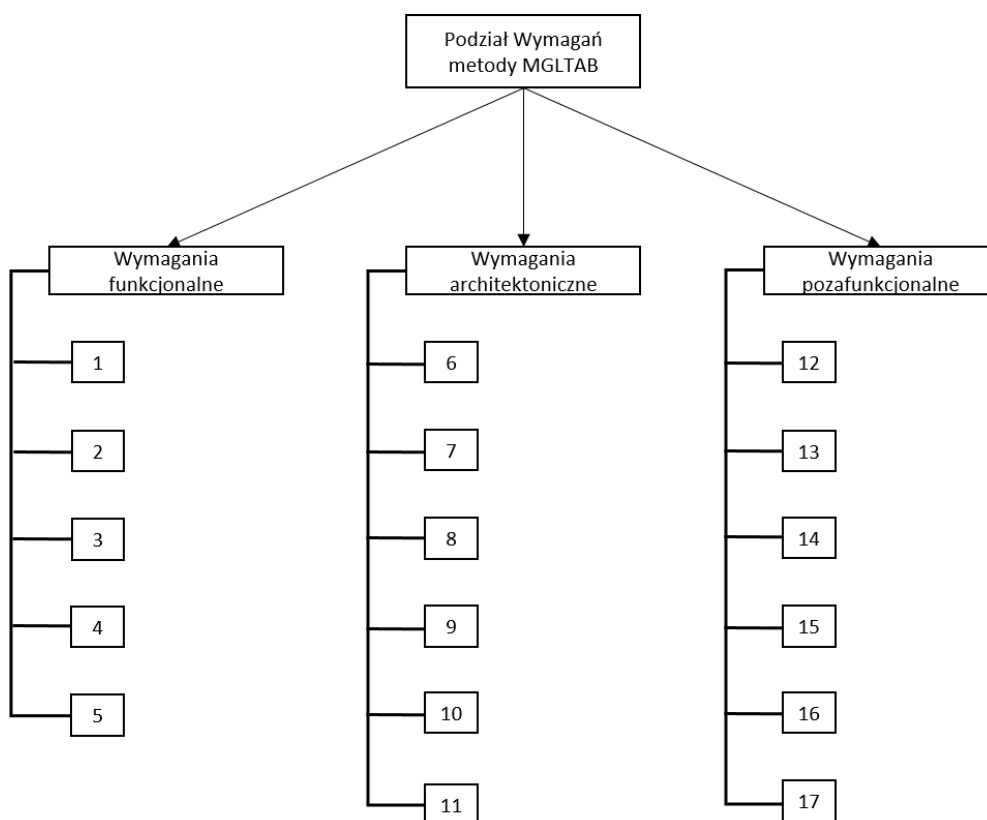


Rysunek 27. Model V dla metody automatyzacji tworzenia tablic zależności
 źródło: opracowanie własne

Należy wyróżnić następujące wymagania dla oprogramowania w procesie automatyzacji:

1. Łatwość obsługi narzędzia projektowego
2. Minimalność obsługi narzędzia generacyjnego
3. Możliwość powrotu do stanu projektowego bez utraty wcześniejszych danych
4. Kontrola nad obiektami na rysunku stacji
5. Przyjazny interfejs graficzny zbliżony do tego z rzeczywistych planów schematycznych
6. Szybkość działania
7. Ograniczone możliwości wpływu użytkownika w trakcie realizacji zadania
8. Korzystanie z narzędzi ogólnodostępnych i darmowych dla budowy oprogramowania
9. Korzystanie z narzędzi ogólnodostępnych podczas eksploatacji
10. Możliwość pracy w różnych wersjach oprogramowania podczas tworzenia projektu
11. Cechy obiektów oraz ich współrzędne położenia jako główne dane podczas generacji
12. Zasady wprowadzania danych w sposób nieingerujący w istniejący układ (prace nad kolejnymi fazowaniami podczas rozbudowania układu torowego)
13. Zasady projektowania schematu oraz zapisu elementów zachowujące bezpieczeństwo wygenerowanych przebiegów (odpowiednie położenia zwrotnic i wykolejnic itp.)
14. Kolejność działań podczas projektowania (wstawienie, nazwa, wybór typu)
15. Zakres potrzebnych obiektów wystarczających do prawidłowej generacji tablic
16. Zapis w formacie DXF
17. Odczyt specjalnie zredukowanego pliku DXF

Podział wymagań przedstawiony jest na Rysunku 28.



Rysunek 28. Podział wymagań w modelu automatyzacji MGLTAB
źródło: opracowanie własne

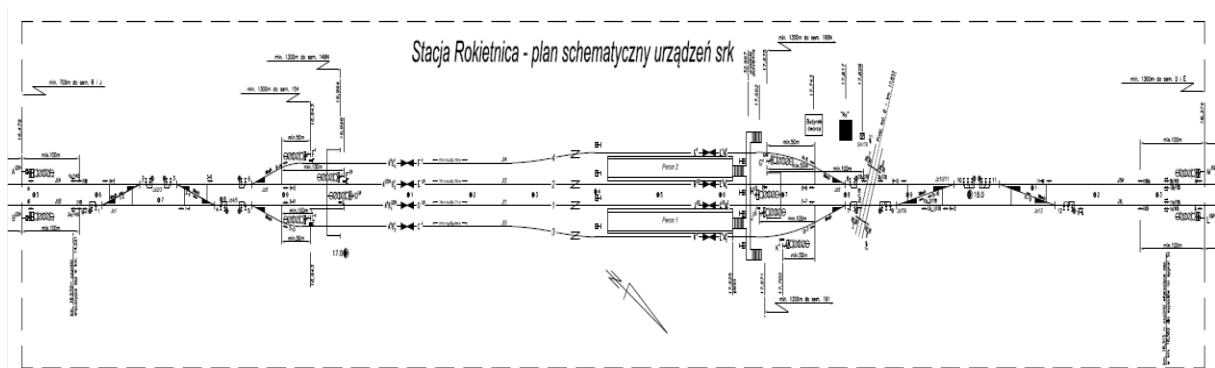
4. Implementacja metody MGLTAB w środowisku programistycznym

4.1. Budowa układu torowego

Pierwszym etapem implementacji metody MGLTAB jest wykonanie uproszczonego planu wybranej stacji kolejowej na podstawie istniejącego układu torowego w formie planu schematycznego urządzeń srk. Wybrany przykładem jest stacja Rokietnica- Rysunek 29. Autor zdecydował, że część projektowa będzie realizowana w oprogramowaniu AutoCAD z następujących powodów:

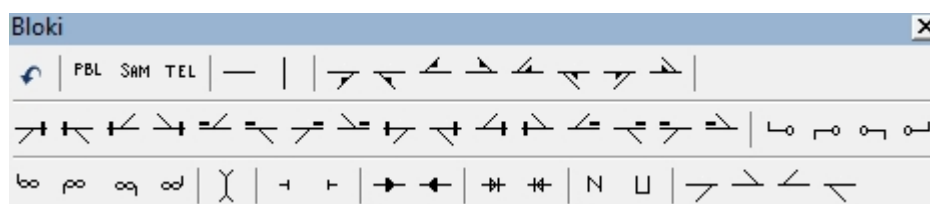
- Możliwość korzystania w starszych i nowszych wersjach (sprawdzono od AutoCad 2000 do wersji AutoCAD 2017),
- Powszechność użycia oprogramowania firmy Autodesk, wykorzystanie najbardziej znanego programu do projektowania.

Zgodnie z założeniami metody MGLTAB można skorzystać z dowolnego oprogramowania, który jest w stanie zapisać obiekty z ich podstawowymi cechami w pliku (w naszym przypadku dxf).



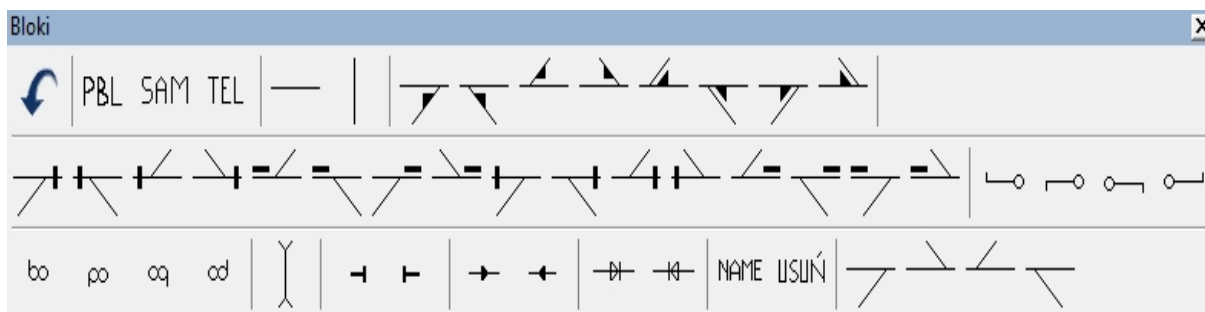
Rysunek 29. Plan schematyczny stacji Rokietnica
źródło: opracowanie własne na podstawie [80]

W celu dodania poszczególnych obiektów z odpowiednimi cechami przygotowano specjalny pasek narzędzi w AutoCAD. Kolejny rysunek przedstawia pasek narzędzi „Blok” do wstawiania obiektów. Istnieją dwa rodzaje pasków ze względu na wielkość. Na rysunku 30 występują obiekty o mniejszej wielkości.



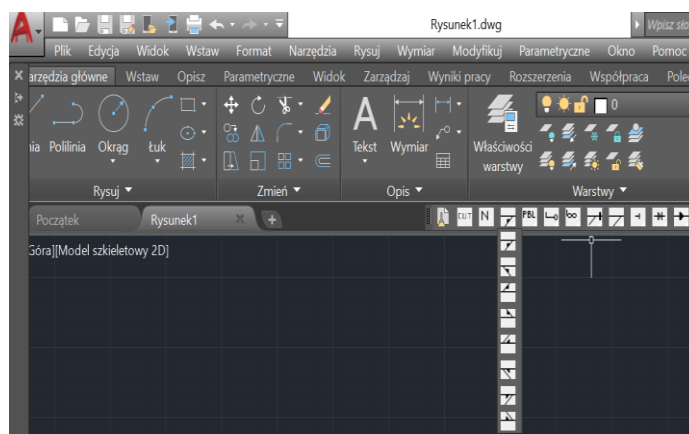
Rysunek 30. Pasek narzędzi Blok z małymi przyciskami
źródło: opracowanie własne

Rysunek 31 przedstawia z kolei pasek z większymi przyciskami. Wstawiane obiekty są tej samej wielkości niezależnie od wybranego paska narzędzi.



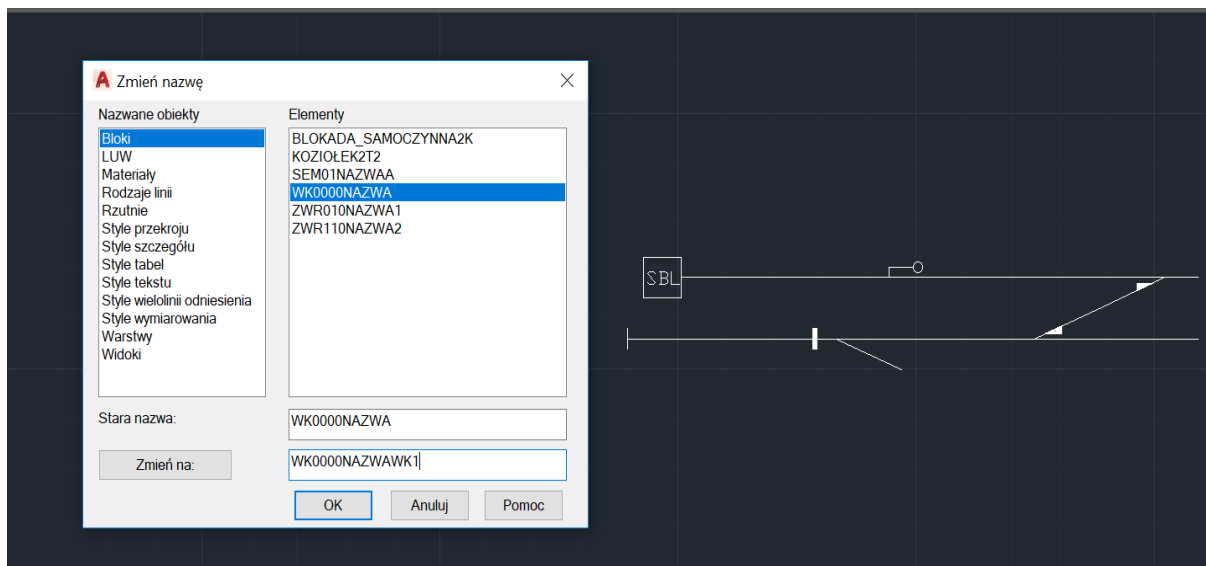
Rysunek 31. Pasek narzędzie Bloki z wielkimi przyciskami
źródło: opracowanie własne

Symbole przycisków na przygotowanych paskach odzwierciedlają dokładny wygląd wstawianych obiektów. Dzięki takiemu rozwiązaniu (małe lub wielkie ikonki) spełniony zostaje warunek łatwości użytkowania w metodzie MGLTAB. Ponadto każdy wstawiany obiekt ma już odgórnie przypisane swoje cechy ogólne zgodnie z podrozdziałem 3.2. Pozwala to uniknąć błędów podczas projektowania w metodzie oraz w sposób automatyczny nadaje obiektowi jego charakterystyczne cechy. Rysunek 32 przedstawia przykładowy pasek w wersji rozwijalnej. Taki sposób jest jedynie propozycją w celu ułatwienia projektowania uproszczonego planu schematycznego stacji.



Rysunek 32. Widok paska z rozwijaną listą
źródło: opracowanie własne

W kolejnym etapie następuje nadanie obiektowi jego cech szczególnych zgodnie z podrozdziałem 3.2. Są to cechy takie jak nazwa oraz współrzędna. Każdy obiekt zawiera ściśle określone cechy szczególne, które nie powinny się powtarzać. Wyjątkiem jest występowanie w dwóch różnych obiektach tej samej wartości dla co najwyżej jednej ze współrzędnych X lub Y.

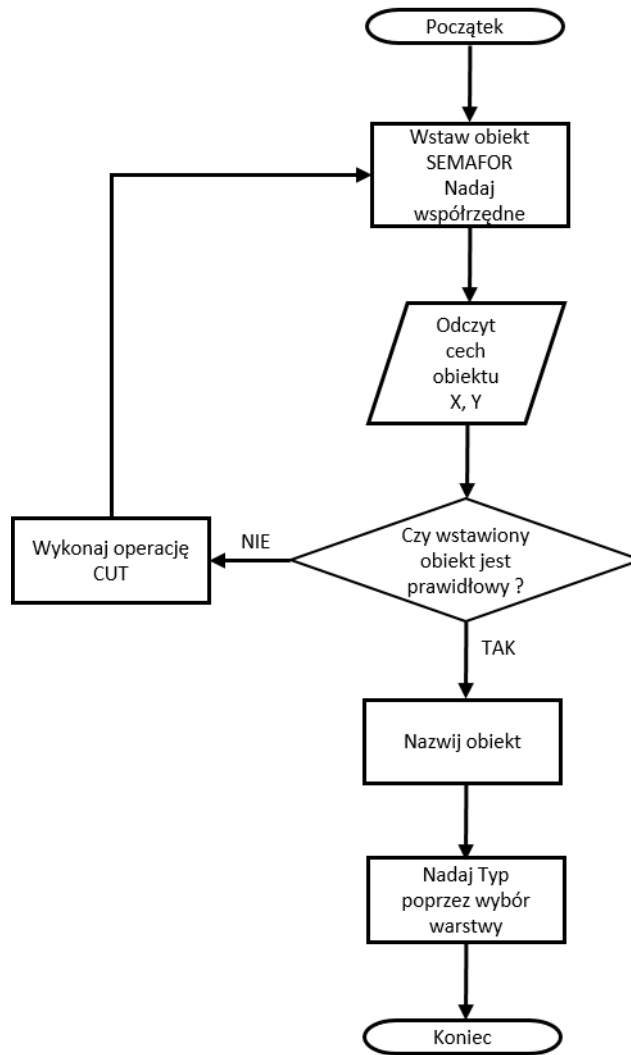


Rysunek 33. Nadanie nazwy wykołejnicy
źródło: opracowanie własne

Przykładowe symbole obiektów srk znajdujące się na rysunku 35 to kolejno:

- ZWROTNICA- wstawienie odpowiedniego symbolu zwrotnicy,
- PBL/SBL/TEL- wstawienie symbolu blokady liniowej- Dokładne nazewnictwo i typy są jeszcze w trakcie opracowania,
- SEMAFOR- wstawienie odpowiedniego symbolu semafora,
- TARCZA MANEWROWA- wstawienie odpowiedniego symbolu tarczy manewrowej,
- WYKOLEJNICA- wstawienie odpowiedniego symbolu wykołejnicy,
- FIKCYJNA- wstawienie odpowiedniego symbolu zwrotnicy fikcyjnej,
- KOZIOŁ- wstawienie odpowiedniego symbolu końca toru,
- KONIEC- wstawienie odpowiedniego symbolu końca przebiegu,
- DROGA OCHRONNA- wstawienie odpowiedniego symbolu drogi ochronnej za semaforem.

W kolejnych krokach należy wstawiać obiekty według określonego algorytmu, który przedstawia rysunek 34.



Rysunek 34. Algorytm SEMAFOR
źródło: opracowanie własne

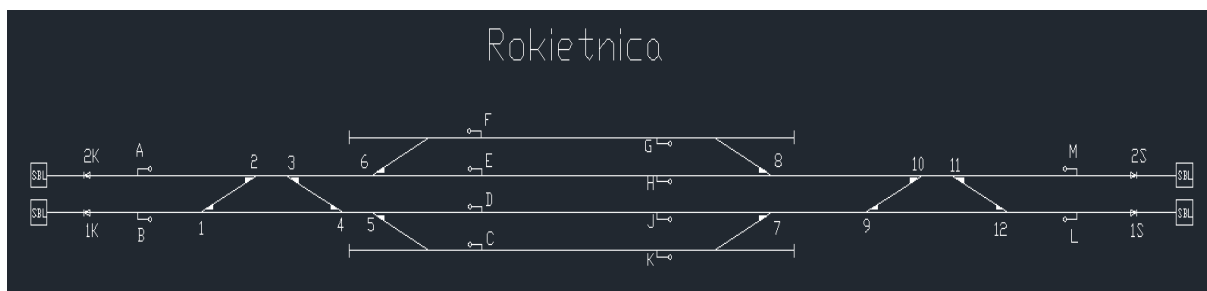
W analogiczny sposób działają pozostałe algorytmy wstawiania występujące w procesie budowy układu torowego stacji kolejowej. Uproszczenie procesu projektowania stacji poprzez uniwersalność algorytmów wstawiania dla wszystkich obiektów jest kolejnym spełnionym wymaganiem metody MGLTAB.

Kolejnym aspektem pozostaje wybór typu obiektu poprzez wybór odpowiedniej warstwy. Sensownym wydaje się wykonanie tej części podczas końcowego etapu przygotowania schematu układu torowego. Wynika to z potrzeby wykorzystania w wyjątkowych sytuacjach typu obiektu innego niż zazwyczaj. Np.: semafor będący końcem przebiegu pociągowego, ale będący jednocześnie semaforem zjazdami wyłącznie manewrowymi. Takie sytuacje również muszą być wzięte pod uwagę w części projektowej metody. Kolejne rysunki przedstawiają palety warstw wraz z oznaczonymi odpowiednio obiektami. Rysunek 35 prezentuje wszystkie warstwy odpowiadające typom obiektów na schemacie. Właściwościami dla typów jest ich nazwa, dzięki której generuje się baza wszystkich potrzebnych elementów na stacji. Oprócz nazwy warstwy nie różnią się niczym. Właściwości linii nie mają w metodzie MGLTAB znaczenia. To kolejny przykład uproszczenia zasad projektowania w opisywanej metodzie.

■ BLOKADA	☀️ 🔒	■ biały CONTIN...	— Dom... 0	📄
■ FIKCYJNA	☀️ 🔒	■ biały CONTIN...	— Dom... 0	📄
■ KONIEC	☀️ 🔒	■ biały CONTIN...	— Dom... 0	📄
■ KONIECMAN	☀️ 🔒	■ biały CONTIN...	— Dom... 0	📄
■ KONIECPOC	☀️ 🔒	■ biały CONTIN...	— Dom... 0	📄
■ KONIECPOCMAN	☀️ 🔒	■ biały CONTIN...	— Dom... 0	📄
■ KOZIOLEK	☀️ 🔒	■ biały CONTIN...	— Dom... 0	📄
■ OCHRONA	☀️ 🔒	■ biały CONTIN...	— Dom... 0	📄
■ PRZEJAZD	☀️ 🔒	■ biały CONTIN...	— Dom... 0	📄
■ SEMAFOR	☀️ 🔒	■ biały CONTIN...	— Dom... 0	📄
✅ SEMAFORM	☀️ 🔒	■ biały CONTIN...	— Dom... 0	📄
■ TARCZA	☀️ 🔒	■ biały CONTIN...	— Dom... 0	📄
■ WYKOLEJNICA	☀️ 🔒	■ biały CONTIN...	— Dom... 0	📄
■ ZWROTNICA	☀️ 🔒	■ biały CONTIN...	— Dom... 0	📄

Rysunek 35. Warstwy występujące w metodzie MGLTAB
źródło: opracowanie własne

Układ torowy przykładowej stacji kolejowej Rokietnica przedstawiony jest na rysunku 36.



Rysunek 36. Stacja Rokietnica wykonana za pomocą narzędzia programu AutoCAD
źródło: opracowanie własne

Na załączonym schemacie znajdują się obiekty niezbędne do wygenerowania przebiegów. Baza tych obiektów to kolejno:

— Semaforzy:

SEM00NAZWAB, SEM00NAZWAG, SEM00NAZWAH, SEM00NAZWAJ,
SEM00NAZWAK, SEM01NAZWAA, SEM10NAZWAC, SEM10NAZWAD,
SEM10NAZWA E, SEM10NAZWAF, SEM10NAZWAM, SEM11NAZWA L,

— Zwrotnice:

ZWR000NAZWA11, ZWR000NAZWA3, ZWR000NAZWA5, ZWR010NAZWA1,
ZWR010NAZWA6, ZWR010NAZWA9, ZWR100NAZWA12, ZWR100NAZWA4,
ZWR100NAZWA8, ZWR110NAZWA10, ZWR110NAZWA2, ZWR110NAZWA7,

— Zwrotnice fikcyjne, których nazwy zgodne są z nazwami zwrotnic z nimi połączonych:

FIC000NAZWAFIC8,
FIC110NAZWAFIC6,

FIC010NAZWAFIC7,

FIC100NAZWAFIC5,

— Końce przebiegów, których nazwy zgodne są z torami szlakowymi, do których prowadzą:

KONIEC0NAZWA1S,KONIEC0NAZWA2S,KONIEC1NAZWA1K,
KONIEC1NAZWA2K,

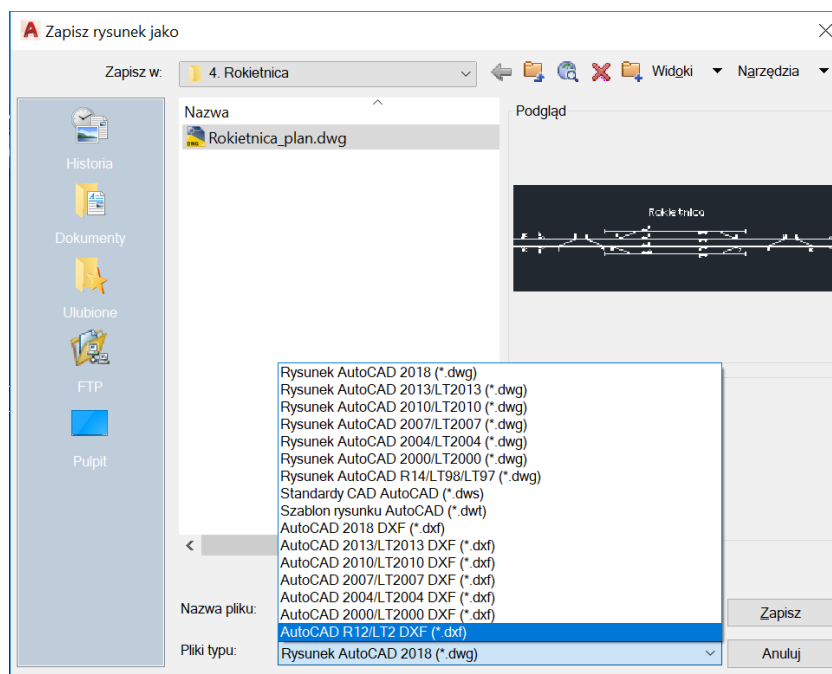
— Kozły oporowe, których pierwsza cyfra nazwy to rodzaj (lewy bądź prawy), kolejne zaś to nazwy torów, zwrotnic, przy których są posadowione itp.:

KOZIOŁ17, KOZIOŁ18, KOZIOŁ25, KOZIOŁ26,

W dowolnym momencie projektowania zmiana nazwy obiektu jest możliwa. Metoda zakłada możliwości naniesienia zmian po ówczesnym powrocie z etapu generacyjnego. Świadczy to o elastyczności działania w metodzie MGLTAB.

4.2 Zapis danych części projektowej

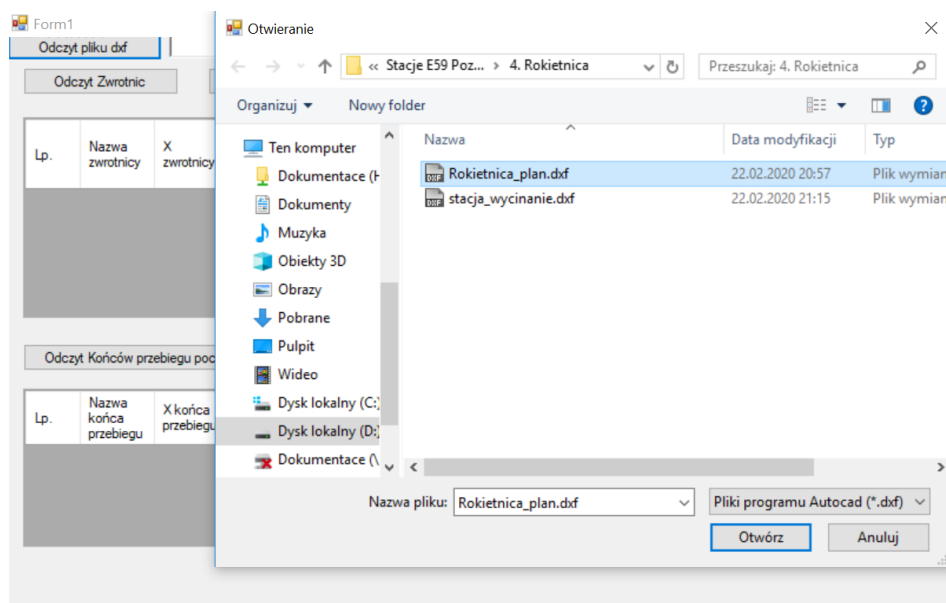
Kolejnym krokiem jest zapis danych do bazy. W tym celu dla przytoczonego przykładu stacji Rokietnica należy użyć polecenia „Zapisz jako...” oraz wybrać najprostszy możliwych (w formie zapisu) rodzaj pliku z rozszerzeniem dxf. Rysunek 37 przedstawia wymagany rodzaj dla rozszerzenia dxf¹³.



Rysunek 37. Wybór rodzaju pliku z rozszerzeniem dxf
źródło: opracowanie własne

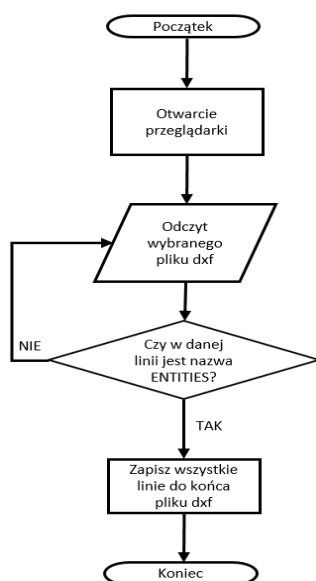
¹³ Wyjaśnienie pojęcia str. 9, Najważniejsze pojęcia

W związku z tym, że rysunek układu torowego wymaga wykorzystania standardowych elementów grafiki wektorowej typowej dla AutoCAD jak choćby linia ciągła, przerywana itp. Dlatego wygląd zapisanego pliku jest wciąż chaotyczny i nieczytelny. Stąd w metodzie korzysta się z algorytmu „WYCINANIE”. Narzędzie służące do wykonania tego podprocesu znajduje się w części generacyjnej metody MGLTAB. Początkowy wygląd pliku zawiera wszystkie możliwe dane, co w przypadku stacji Rokietnica zajmuje odpowiednio 927 538 bajtów. Polecenie wycinanie wykonuje się za pomocą wyboru przycisku „Odczyt pliku dxf” jak na Rysunku 38. Nazwa czynności w narzędziu niekoniecznie musi dosłownie odpowiadać nazwie algorytmu lub procesu.



Rysunek 38. Wykonanie procesu "WYCINANIE" w metodzie MGLTAB.
źródło: opracowanie własne

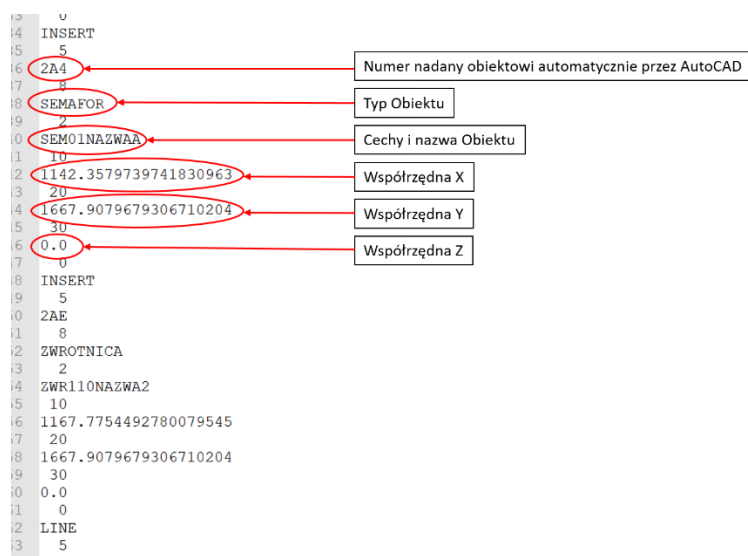
Algorytm „WYCINANIE” przedstawiony jest na poniższym rysunku 39.



Rysunek 39. Algorytm "WYCINANIE"

źródło: opracowanie własne

Po wykonaniu procesu „WYCINANIE” za pomocą przycisku „Odczyt pliku dxf” zawartość pliku o nazwie „stacja_wycinanie.dxf” ma rozmiar 9 085 bajtów. Najważniejsze dane dla przykładowego obiektu semafora A przedstawia Rysunek 40.



Rysunek 40. Zapis przykładowego obiektu stacji Rokietnica w pliku dxf
źródło: opracowanie własne

Całość tekstu zawartego w bazie obiektów dla badanych stacji (wyciętych z pliku stacja_wycinanie.dxf) znajduje się w załączniku 3 rozprawy.

4.3 Odczyt danych z bazy dxf

W kolejnych krokach zgodnie z założeniami metody należy odczytać dane z bazy. Na przedstawionym przykładzie są to specjalnie w tym celu przygotowane tablice. Każda tablica zawiera dane dotyczące jednego typu obiektu. W narzędziu części generacyjnej metody MGLTAB występują następujące tabele obiektowe:

— Tablica zwrotnic,

Lp.	Nazwa zwrotnicy	X zwrotnicy	Y zwrotnicy	Zwrot	Kierunek na bok	Plus	Dalekie ochrony	Ochrona boczna na wprost	Ochrona na bok
1	2	1167	1667	lewo	lewo	na wprost	brak	brak	brak
2	1	1167	1655	prawo	lewo	na wprost	brak	brak	brak
3	3	1209	1667	prawo	prawo	na wprost	brak	brak	brak
4	4	1209	1655	lewo	prawo	na wprost	brak	brak	brak
5	6	1260	1667	prawo	lewo	na wprost	brak	brak	brak

Rysunek 41. Tablica zwrotnic narzędzia generacyjnego na stacji Rokietnica
źródło: opracowanie własne

Przykładowy rysunek 41 przedstawia zobrazowanie w momencie odczytu obiektów typu zwrotnica.

Na rysunku należy wyróżnić dodatkowe kolumny. Zgodnie z przyjętymi założeniami metody MGLTAB w części generacyjnej występują procesy znalezienia zwrotnic w drodze jazdy, ochronie bocznej i drodze ochronnej¹⁴.

W związku z tym, że ochrony przebiegów są procesami bardziej złożonymi, powstały dodatkowe kolumny pomocnicze podczas weryfikacji.

Przedstawione elementy dotyczą jazdy, w której drodze znajdują się odpowiednie zwrotnice. Stąd dla konkretnej zwrotnicy występuje inna stanowiąca dla niej ochronę przy przejeździe na wprost lub na bok.

Przykłady ochrony przy jeździe na wprost widnieją na rysunku 42.

W przedstawionym przypadku widnieją następujące ochrony boczne przy jeździe przez zwrotnice na wprost:

- dla zwrotnicy 1 w ochronie zwrotnica 2,
- dla zwrotnicy 2 w ochronie zwrotnica 1,
- dla zwrotnicy 3 w ochronie zwrotnica 4,
- dla zwrotnicy 4 w ochronie zwrotnica 3,
- dla zwrotnicy 9 w ochronie zwrotnica 10,
- dla zwrotnicy 10 w ochronie zwrotnica 9,
- dla zwrotnicy 12 w ochronie zwrotnica 11,
- dla zwrotnicy 11 w ochronie zwrotnica 12.

Lp.	Nazwa zwrotnicy	X zwrotnicy	Y zwrotnicy	Zwrot	Kierunek na bok	Plus	Dalekie ochrony	Ochrona boczna na wprost	Ochrona na bok
1	2	1167	1667	lewo	lewo	na wprost	brak	1	brak
2	1	1167	1655	prawo	lewo	na wprost	brak	2	brak
3	3	1209	1667	prawo	prawo	na wprost	brak	4	brak
4	4	1209	1655	lewo	prawo	na wprost	brak	3	brak
5	6	1260	1667	prawo	lewo	na wprost	brak	brak	brak
6	5	1250	1655	prawo	prawo	na wprost	brak	brak	brak
7	FIC6	1260	1679	lewo	lewo	brak	brak	brak	brak
8	FIC5	1250	1643	lewo	prawo	brak	brak	brak	brak
9	FIC8	1412	1679	prawo	prawo	brak	brak	brak	brak
10	8	1412	1667	lewo	prawo	na wprost	brak	brak	brak
11	7	1416	1655	lewo	lewo	na wprost	brak	brak	brak
12	FIC7	1416	1643	prawo	lewo	brak	brak	brak	brak
13	9	1489	1655	prawo	lewo	na wprost	brak	10	brak
14	10	1489	1667	lewo	lewo	na wprost	brak	9	brak
15	12	1530	1655	lewo	prawo	na wprost	brak	11	brak
16	11	1530	1667	prawo	prawo	na wprost	brak	12	brak

Rysunek 42. Ochrony boczne przy jeździe na wprost na stacji Rokietnica
źródło: opracowanie własne

¹⁴ Podczas weryfikacji przyjęto sprawdzenie dróg jazdy i ochrony bocznej

Przykłady dalekich ochron bocznych lub ochron bocznych przy jeździe na bok znajdują się w załączniku 3 pracy m.in. dla stacji Kiekrz.

— Tablica semaforów,

Lp.	Nazwa semafora	X semafora	Y semafora	Zwrot
1	A	1142	1667	prawo
2	B	1142	1655	prawo
3	F	1312	1679	lewo
4	E	1312	1667	lewo
5	D	1312	1655	lewo
6	C	1312	1643	lewo
7	G	1393	1679	prawo
8	H	1393	1667	prawo
9	J	1393	1655	prawo
10	K	1393	1643	prawo
11	M	1600	1667	lewo
12	L	1600	1655	lewo

Rysunek 43. Tablica semaforów na stacji Rokietnica
źródło: opracowanie własne

- Tablica tarcz manewrowych- charakteryzuje się tymi samymi cechami co semafor,
- Tablica końców przebiegów pociągowych,

Lp.	Nazwa końca przebiegu	X końca przebiegu	Y końca przebiegu	Zwrot
1	2K	1116	1667	lewo
2	1K	1116	1655	lewo
3	2S	1621	1667	prawo
4	1S	1621	1655	prawo

Rysunek 44. Tablica końców przebiegów pociągowych
źródło: opracowanie własne

- Tablica końców przebiegów manewrowych- charakteryzuje się tymi samymi cechami co koniec przebiegu pociągowego,
- Tablica końców torów (koziółki),

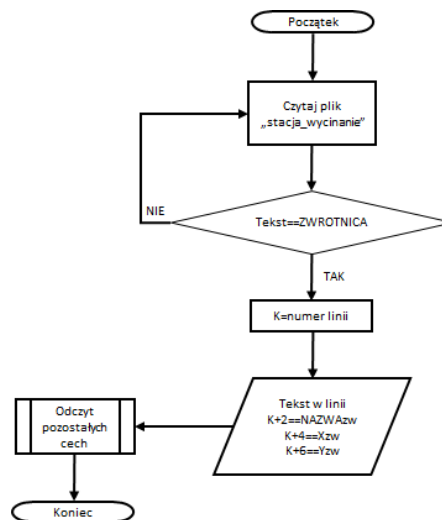
Lp.	Nazwa koziółka	X koziółka	Y koziółka	Zwrot
1	6	1250	1679	lewo
2	5	1250	1643	lewo
3	8	1457	1679	prawo
4	7	1457	1643	prawo

Rysunek 45. Tablica końców torów
źródło: opracowanie własne

Tablice obiektowe dotychczas przedstawione służą do wylistowania wszystkich potrzebnych elementów stacji, są wynikiem realizacji procesu wczytania obiektów z bazy części projektowej. Każdy osobny przedstawiony wiersz to jeden obiekt ze wszystkimi charakterystycznymi cechami. Przykładowy algorytm odczytu przedstawia następny Rysunek 46. Algorytm zawiera odczyt kolejnych elementów:

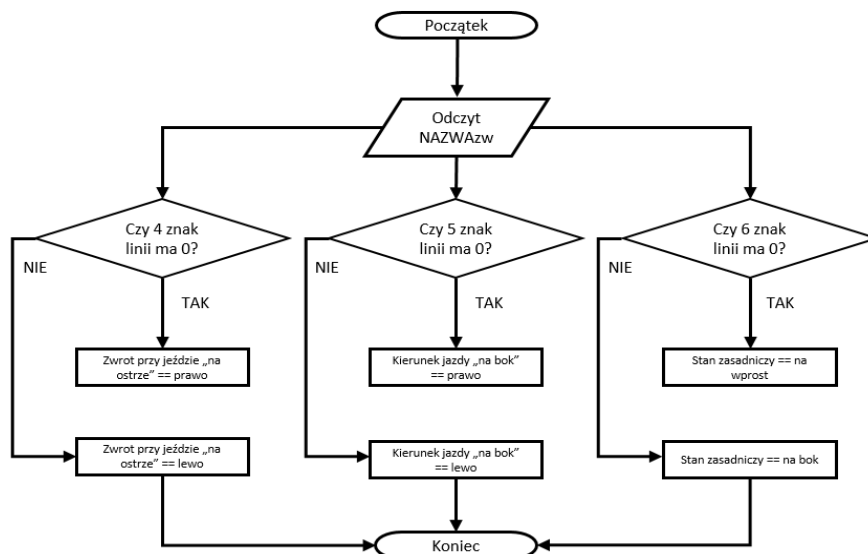
- Nazwa zwrotnicy,
- Współrzędna X,
- Współrzędna Y,
- Odczyt cech ogólnych.

Metoda zakłada, że odczyt następuje na dwa sposoby, zależnie od rodzaju cech. Wynika to z innego rodzaju zapisu cech szczególnych i ogólnych jak na rysunku 40 w podrozdziale 4.2.



Rysunek 46. Algorytm procesu odczytu obiektu Zwrotnica
źródło: opracowanie własne

Z kolei następny Rysunek przedstawia algorytm podprocesu „Odczyt pozostałych cech”.



Rysunek 47. Algorytm podprocesu "Odczyt pozostałych cech"
źródło: opracowanie własne

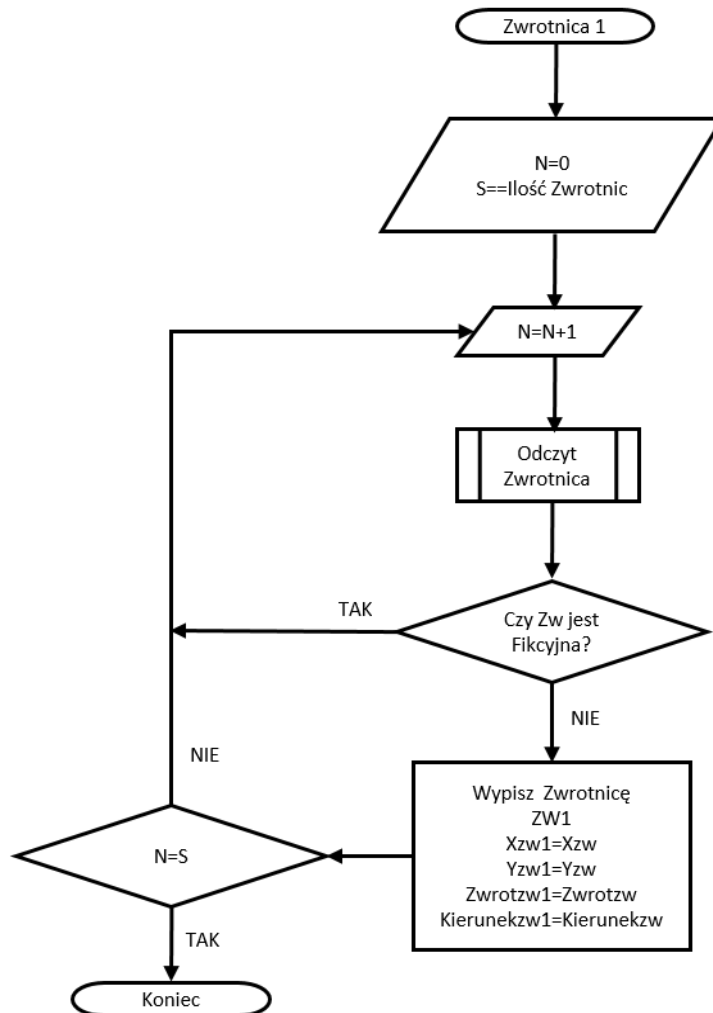
Algorytmy dla odczytu pozostałych elementów są analogiczne jak dla zwrotnicy i różnią się jedynie ilością pozostałych cech.

4.4. Algorytm ochrony bocznej

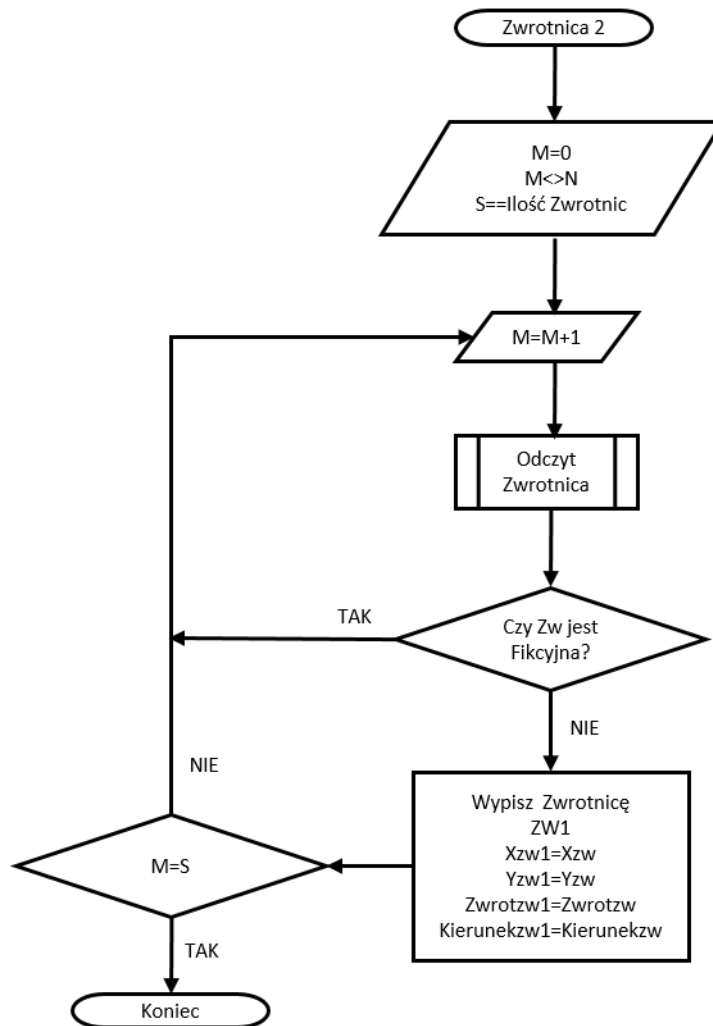
W metodzie automatyzacji pomiędzy procesami odczytu obiektów i generacją przebiegów występują procesy zadeklarowania ochron bocznych i dalekich ochron bocznych. Ten pierwszy dotyczy obiektów znajdujących się bezpośrednio obok ochraniane drogi jazdy. Polega on na znalezieniu dla konkretnej zwrotnicy jezdnej jej odpowiednika będącego ochroną:

- przy jeździe przez nią na wprost,
- przy jeździe przez nią na bok.

Kolejne Rysunki przedstawiają algorytmy dla ochron bocznych. Należy zacząć od podprocesów doboru pary zwrotnic z tabeli (Rysunki 48 oraz 49).



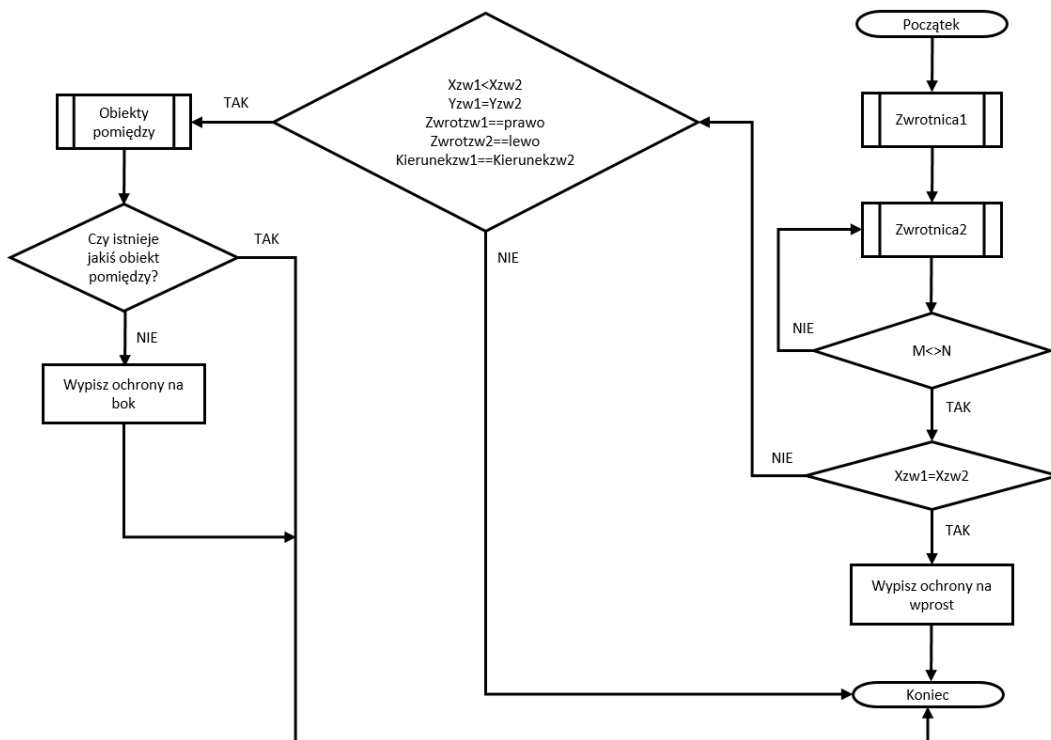
Rysunek 48. Algorytm podprocesu doboru zwrotnicy 1
źródło: opracowanie własne



Rysunek 49. Algorytm podprocesu doboru zwrotnicy 2, ochronnej
źródło: opracowanie własne

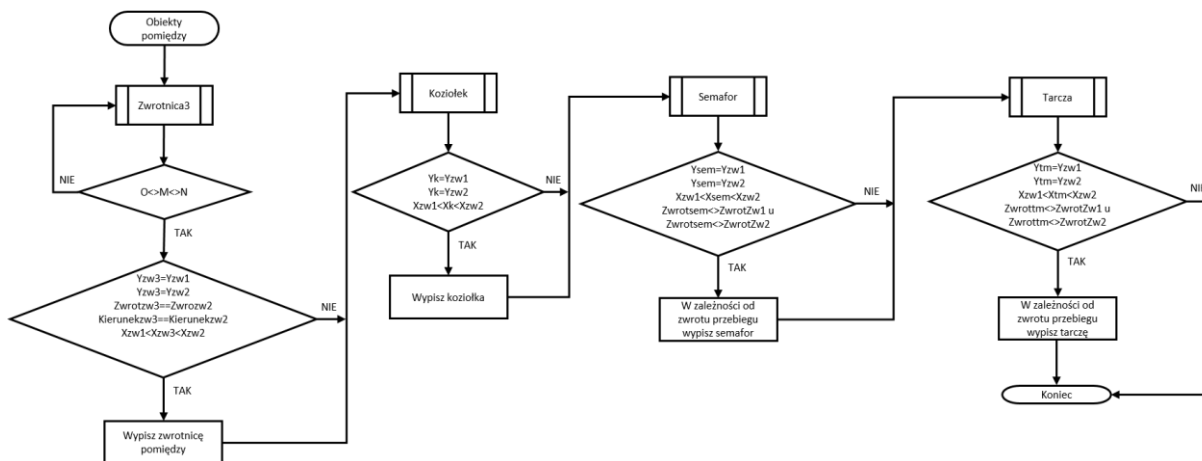
Procesy doboru pary różnych zwrotnic powodują, że algorytmy dotyczące ochron bocznych można przedstawić w mniej skomplikowany sposób. Na kolejnym przedstawionym rysunku 50 widnieje algorytm procesu ochrona boczna, który przyjmuje obydwie warianty jazdy: na wprost i na bok. Algorytm zawiera następujące czynności:

- odczyt zwrotnicy 1,
- odczyt zwrotnicy 2,
- sprawdzenie czy to zwrotnice różne,
- porównanie współrzędnych X zwrotnic- domyślnie ta sytuacja występuje tylko przy przejściu zwrotnicowym, lub dla jednej rzeczywistej i jednej fikcyjnej, co zostało w procesach ich odczytów już wykluczone,
- gdy mają te same X następuje zapis w tablicach ochron bocznych przy jeździe na wprost i zakończenie procesu,
- gdy mają różne zadeklarowanie możliwej pary zwrotnic ochronnych przy jeździe na bok,
- sprawdzenie obiektów pomiędzy domniemaną parą ochronną przy jeździe na bok,
- wypisanie bądź wcześniejsze zakończenie procesu.



Rysunek 50. Algorytm ochrony dla zwrotnicy przejeżdżanej na wprost i na bok
źródło: opracowanie własne

Ważnym elementem w procesie jest sprawdzenie ewentualnego występowania obiektu pomiędzy badanymi zwrotnicami. Dzięki temu wyklucza się ewentualne ochrony boczne, które stanowi semafor, tarcza manewrowa bądź inna zwrotnica. Dodatkowo sprawdzone zostaje czy pomiędzy elementami nie występuje koniec toru (sprawdzenie występowania obiektu koziołka). Kolejny rysunek 51 przedstawia podproces o nazwie obiekty pomiędzy.



Rysunek 51. Algorytm procesu "obiekty pomiędzy"
źródło: opracowanie własne

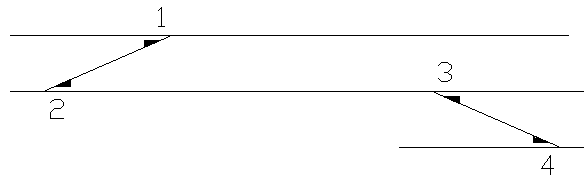
4.5. Algorytmy dalekich ochron bocznych

Drugi przedstawiany algorytm dotyczy znalezienia dalekiej ochrony bocznej. Potrzeba ta wynika z braku występowania ochron w bezpośrednim sąsiedztwie drogi przebiegu.

Kolejne etapy charakteryzujące algorytm dalekich ochron bocznych to:

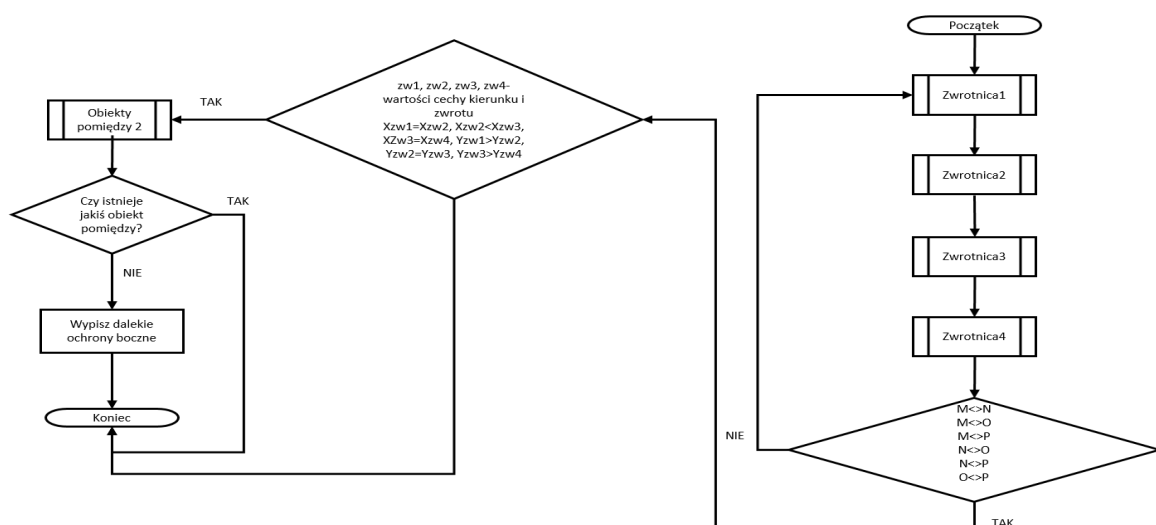
- odczyt 4 różnych zwrotnic z tabeli tychże obiektów,
- sprawdzenie czy zachodzi pomiędzy poszczególnymi parami równość współrzędnej X,
- sprawdzenie odpowiednich cech dla zw1, zw2, zw3 oraz zw4,
- sprawdzenie czy nie ma zwrotnicy ochronnej bliższej do ochraniaanej,
- sprawdzenie braku końca toru (obiektu koźła oporowego),
- sprawdzenie braku semafora stanowiącego ochronę boczną,
- sprawdzenie braku tarczy manewrowej stanowiącej ochronę boczną,
- zapis dalekich ochron dla konkretnych zwrotnic jezdnych.

Rysunek 52 przedstawia konkretny przykład dalekiej ochrony bocznej.



Rysunek 52. Przykładowy układ dla dalekiej ochrony bocznej
źródło: opracowanie własne

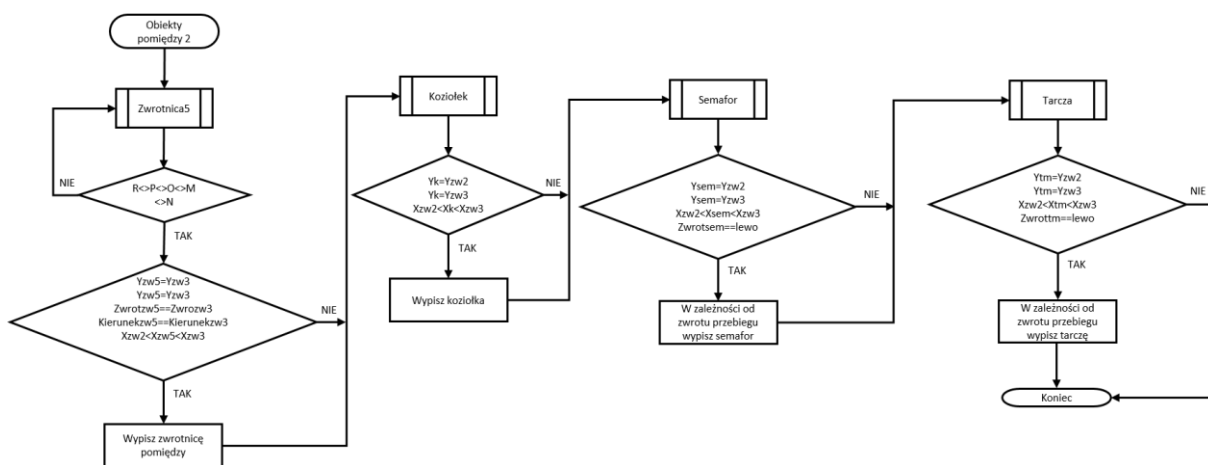
Na powyższym rysunku dla jazdy przez zwrotnicę 2 w pozycji minus zwrotnica 4 stanowi daleką ochronę boczną w pozycji plus. Kolejny rysunek 53 przedstawia pełny zapis algorytmu dalekiej ochrony bocznej.



Rysunek 53. Algorytm dalekiej ochrony bocznej
źródło: opracowanie własne

Dodatkowym podprocesem jest wyznaczenie ewentualnych obiektów pomiędzy. Dla przedstawionego przykładu dotyczy to ewentualnych obiektów występujących pomiędzy zwrotnicami nr 2 oraz 3, które mogłyby stanowić ochronę boczną dla jazdy przez 2 w minucie. Stąd na rysunku 54 przedstawiono algorytm wyznaczania tych obiektów w następujących krokach:

- odczyt 5 zwrotnicy różnej w stosunku do pozostałych i nie będącej fikcyjną,
- sprawdzenie warunków i ewentualny zapis jako ochronnej,
- odczyt końca toru (kozła oporowego),
- sprawdzenie warunków końca toru i ewentualny zapis:
- odczyt semafora,
- sprawdzenie warunków i ewentualny zapis jako ochronnego,
- odczyt tarczy manewrowej,
- sprawdzenie warunków i ewentualny zapis jako ochronnej.



Rysunek 54. Algorytm procesu obiekt dla wykluczenia dalekiej ochrony bocznej
źródło: opracowanie własne

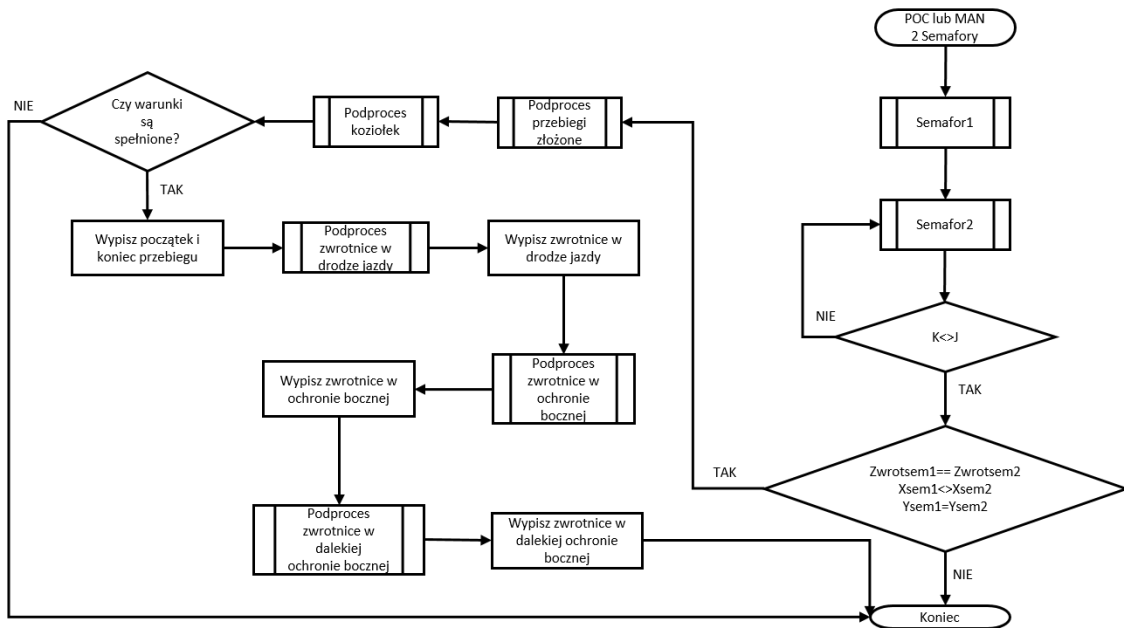
4.6 Generacja przebiegów

Po wypełnieniu tablic wszystkimi możliwymi elementami oraz wygenerowaniu ochron bocznych następuje generacja przebiegów pociągowych i ewentualnie manewrowych (w dowolnej kolejności). W metodzie występuje podział przebiegów ze względu na liczbę przejść zwrotnicowych (jazda z jednego toru na drugi). Przyjęto, że istnieją przebiegi przez 0 przejść (na wprost) oraz maksymalnie przez 20 przejść zwrotnicowych (nie mylić z liczbą zwrotnic w drodze jazdy, gdyż takich może być równie dobrze nawet kilkadziesiąt). Kolejność działań dla etapów, z których składa się wygenerowanie pojedynczego przebiegu na wprost wygląda następująco:

- Wybór zwrotu przebiegu: „lewo” lub „prawo”,
- Znalezienie dla przebiegów pociągowych (dalej obiekt1 i obiekt2):
 - dwóch semaforów o tej samej współrzędnej Y,
 - semafora i końca przebiegu o tej samej współrzędnej Y,
- Znalezienie dla przebiegów manewrowych (dalej obiekt1 i obiekt2):
 - semafora i tarczę manewrową o tej samej współrzędnej Y,

- dwie tarcze manewrowe o tej samej współrzędnej Y,
- semafora i końca przebiegu o tej samej współrzędnej Y,
- dwóch semaforów o tej samej współrzędnej Y,
- tarczę manewrową i końca przebiegu o tej samej współrzędnej Y,
- Sprawdzenie warunku większości w zależności od zwrotu współrzędnej X obiektu początkowego i końcowego:
 - Wykluczenie przebiegów złożonych (podproces „przebiegi złożone”),
 - czy jest obiekt (semafor lub tarcza- tylko manewry) o zwrocie takim jak obiekt1 i obiekt2,
 - czy jest obiekt (semafor lub tarcza- tylko manewry) takiej samej współrzędnej Y jak obiekt1 i obiekt2,
 - czy jest obiekt (semafor lub tarcza- tylko manewry) współrzędnej X pomiędzy współrzędnymi X obiekt1 i obiekt2,
- Wykluczenie przebiegów przebiegających przez koniec toru (podproces „kozyłek”):
 - czy jest obiekt (kozył) takiej samej współrzędnej Y jak obiekt1 i obiekt2,
 - czy jest obiekt (kozył) współrzędnej X pomiędzy współrzędnymi X obiekt1 i obiekt2,
- Generacja zwrotnic w drodze jazdy (podproces „zwrotnice w drodze jazdy”):
 - czy jest obiekt (zwrotnica) takiej samej współrzędnej Y jak obiekt1 i obiekt2,
 - czy jest obiekt (zwrotnica) współrzędnej X pomiędzy współrzędnymi X obiekt1 i obiekt2,
 - czy obiekt (zwrotnica) nie jest fikcyjna,
- Zapis położenia „+” lub „-”:
 - czy plus jest „na wprost”,
 - czy plus jest „na bok”,
- Zwrotnice w ochronie bocznej (podproces „zwrotnice w ochronie bocznej”):
 - czy zwrotnica jezdna ma swoją ochronę boczną przy jeździe „na wprost”,
- Zwrotnice w dalekiej ochronie bocznej (podproces „zwrotnice w dalekiej ochronie bocznej”):
 - czy zwrotnica jezdna ma swoją daleką ochronę boczną przy jeździe „na wprost”.

Rysunek 55 przedstawia algorytm wygenerowania przebiegu „na wprost”.



Rysunek 55. Algorytm przebiegu dla jazdy "na wprost"
 źródło: opracowanie własne

Kolejność działań prowadzących do prawidłowego wygenerowania przebiegów dla przedstawionej aplikacji, bazującej na metodzie MGLTAB jest następująca:

- Odczyt zwrotnic (rzeczywistych i fikcyjnych) - rysunek 42,
- Odczyt semaforów - rysunek 43,
- Odczyt tarcz manewrowych¹⁵,
- Odczyt końców przebiegów pociągowych - rysunek 44,
- Odczyt końców przebiegów manewrowych,
- Odczyt kozłów oporowych (końce toru) – rysunek 45,
- Generacja przebiegów pociągowych – rysunek 56,
- Generacja przebiegów manewrowych.

Lp.	Początek przebiegu	Koniec przebiegu	zwrotnica w przebiegu	zwrotnica w ochronie
1	F	2K	6-.2+,3+.	1+, 4+.
2	F	1K	6-.2-,1-,3+.	4+.
3	E	2K	2+,3+,6+.	1+, 4+.
4	E	1K	2-,1-,3+,6+.	4+.
5	D	2K	4-,3-,5+,2+.	1+.
6	D	1K	1+,4+,5+.	2+, 3+.
7	D	1K	4-,3-,2-,1-,5+.	
8	C	2K	5-,4-,3-,2+.	1+.
9	C	1K	5-,1+,4+.	2+, 3+.
10	C	1K	5-,4-,3-,2-,1-.	
11	G	2S	8-,10+,11+.	9+, 12+.
12	G	1S	8-,11-,12-,10+.	9+.
13	H	2S	8+,10+,11+.	9+, 12+.
14	H	1S	11-,12-,8+,10+.	9+.

Rysunek 56. Przebiegi pociągowe stacji Rokietnica
 źródło: opracowanie własne

¹⁵ Brak dla stacji Rokietnica, podobnie jak z końcami manewrów i przebiegami manewrowymi

Powyższy rysunek przedstawia tablicę przebiegów wygenerowaną w narzędziu do weryfikacji metody MGLTAB. W kolejnych kolumnach opisane są elementy takie jak: początek i koniec przebiegu, zwrotnice w drodze jazdy wraz z położeniami oraz zwrotnice w ochronie bocznej wraz z położeniami.

W kolejnym rozdziale znajduje się podsumowanie wyników badań. Następuje weryfikacja metody poprzez porównanie wygenerowanych przebiegów wraz z przebiegami rzeczywistymi.

5. Weryfikacja metody

5.1 Próba badawcza

W celu sprawdzenia działania metody wykonano porównanie wygenerowanych przebiegów pociągowych i manewrowych (wraz ze zwrotnicami w drodze jazdy i w ochronie bocznej) dla posterunków na odcinku linii 351 pomiędzy Poznaniem a Szczecinem. Wybrane posterunki to:

- p. odg. Poznań PoD (Jeżyce),
- p. odg. Poznań Wola,
- stacja Kiekrz,
- stacja Rokietnica,
- stacja Szamotuły,
- p. odg. Pęckowo,
- stacja Wronki.

Jest to nowo zabudowany odcinek, na którym instalowane są komputerowe systemy sterowania ruchem kolejowym. W związku z jak najbardziej rzeczywistym przykładem wykorzystano dokumentację projektową przyjętą do realizacji przez PKP PLK. Można zatem stwierdzić, że tablice są dokumentem wiarygodnym pod kątem wykonania i dają odpowiednią wartość porównawczą. W załączniku 3 przedstawiono wszystkie plany schematyczne stacji wraz tablicami zależności. W tymże załączniku zostały zapisane również wygenerowane za pomocą przygotowanego dedykowanego narzędzia przebiegi przy jednoczesnym wykorzystaniu metody MGLTAB. Podczas przygotowania do analizy otrzymanych wyników generacji przyjęto następujące założenia:

- w celu porównania wybrano wszystkie występujące w tablicach przebiegi pociągowe i manewrowe,
- dla przebiegów pociągowych analizie poddane zostały wszystkie zwrotnice w drodze jazdy i w ochronie bocznej,
- dla przebiegów manewrowych analizie poddane zostały wszystkie zwrotnice w drodze jazdy, zgodnie z [32]¹⁶,
- pominięto drogi ochronne,
- pominięto wykolejnice,
- pominięto sprzężenia zwrotnic oraz zwrotnicy i wykolejnicy.

W związku z wcześniejszym przedstawieniem w podrozdziale 4.1 implementacji metody na przykładzie stacji Rokietnica, generowane wyniki będą również prezentowane dla tej stacji.

Wygenerowane przebiegi dla stacji Rokietnica po zapisie do pliku csv przedstawia tabela 7.

¹⁶ „Drogę przebiegu manewrowego stanowi droga jazdy. W uzasadnionych przypadkach można stosować drogę ochronną oraz ochronę boczną”

Lp.	Początek przebiegu	Koniec przebiegu	zwrótnica w przebiegu	zwrótnica w ochronie
1	F	2K	6-2+3+	1+4+
2	F	1K	6-2-1-3+	4+
3	E	2K	2+3+6+	1+4+
4	E	1K	2-1-3+6+	4+
5	D	2K	4-3-5+2+	1+
6	D	1K	1+4+5+	2+3+
7	D	1K	4-3-2-1-5+	brak
8	C	2K	5-4-3-2+	1+
9	C	1K	5-1+4+	2+3+
10	C	1K	5-4-3-2-1-	brak
11	G	2S	8-10+11+	9+12+
12	G	1S	8-11-12-10+	9+
13	H	2S	8+10+11+	9+12+
14	H	1S	11-12-8+10+	9+
15	J	2S	9-10-7+11+	12+
16	J	1S	7+9+12+	10+11+
17	J	1S	9-10-11-12-7+	brak
18	K	2S	7-9-10-11+	12+
19	K	1S	7-9+12+	10+11+
20	K	1S	7-9-10-11-12-	brak
21	A	G	6-2+3+	1+4+
22	A	H	2+3+6+	1+4+
23	A	J	3-4-2+5+	1+
24	A	K	3-4-5-2+	1+
25	B	G	1-2-6-3+	4+
26	B	H	1-2-3+6+	4+
27	B	J	1+4+5+	2+3+
28	B	J	1-2-3-4-5+	brak
29	B	K	5-1+4+	2+3+
30	B	K	1-2-3-4-5-	brak
31	M	F	8-10+11+	9+12+
32	M	E	8+10+11+	9+12+
33	M	D	10-9-11+7+	12+
34	M	C	10-9-7-11+	12+
35	L	F	12-11-8-10+	9+
36	L	E	12-11-8+10+	9+
37	L	D	7+9+12+	10+11+
38	L	D	12-11-10-9-7+	brak
39	L	C	7-9+12+	10+11+
40	L	C	12-11-10-9-7-	brak

Tabela 7. Wygenerowane przebiegi pociągowe i manewrowe stacji Rokietnica
źródło: opracowanie własne

Pozostałe tablice przebiegów wraz ze zwrotnicami w drodze jazdy i ochronie bocznej wygenerowane za pomocą metody MGLTAB znajdują się w załączniku 3. W następnej tabeli 8 znajduje się szczegółowa analiza przebiegów rozpisanych w kolejności według rzeczywistych tablic zależności. Kolory symbolizują 3 następujące przypadki:

	Wyniki zgodne z tablicami rzeczywistymi
	Różnice wyników dla sprawdzanego zakresu
	Brak przebiegu w liście wygenerowanych

Lp.	Początek przebiegu	Koniec przebiegu	Zwrotnice nie występujące lub nadmiarowe po generacji
1	A	G	
2	A	H	
3	A	H	WARIANT DROGI OCHRONNEJ
4	A	J	
5	A	K	
7	B	G	
8	B	H	
9	B	J	
10	B	J	WARIANT DROGI OCHRONNEJ
11	B	J	
12	B	K	
13	B	K	
15	C	1K	
16	C	1K	
17	C	2K	
19	D	1K	
20	D	1K	
21	D	2K	
23	E	1K	
24	E	2K	
26	F	1K	
27	F	2K	
29	G	1S	
30	G	2S	
32	H	1S	
33	H	2S	
35	J	1S	
36	J	1S	
37	J	2S	
39	K	1S	
40	K	1S	
41	K	2S	
43	L	C	
44	L	C	
45	L	D	
46	L	D	

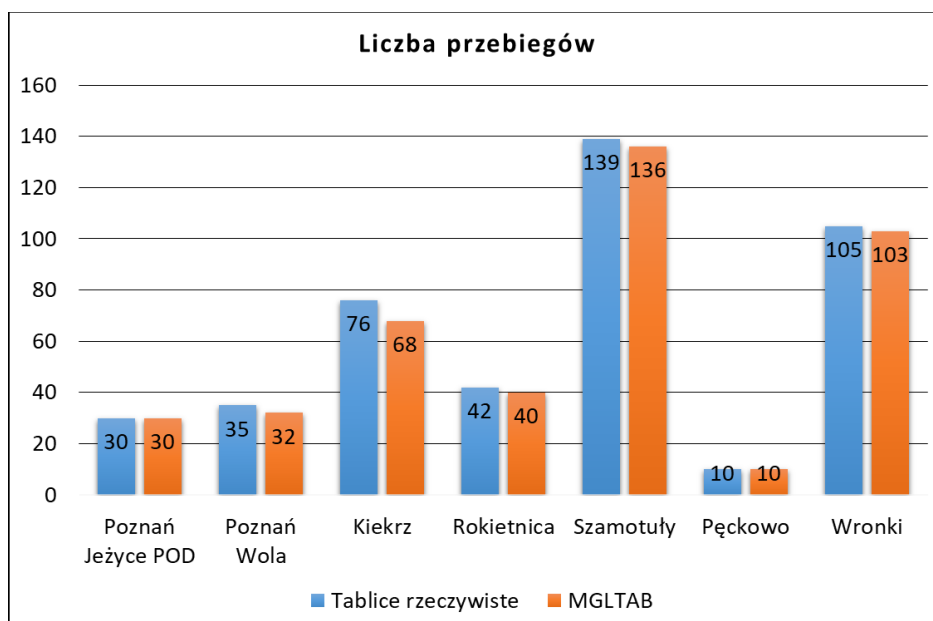
Lp.	Początek przebiegu	Koniec przebiegu	Zwrotnice nie występujące lub nadmiarowe po generacji
47	L	E	
48	L	F	
50	M	C	
51	M	D	
52	M	E	
53	M	F	

Tabela 8. Analiza wyników dla stacji Rokietnica
źródło: opracowanie własne

Tablice analizy wyników dla pozostałych badanych posterunków zawiera załącznik 2 niniejszej rozprawy doktorskiej.

5.2 Przedstawienie statystyki testowej

W niniejszym rozdziale przedstawione są wygenerowane wartości statystyki testowej na podstawie wyników procesu generowania z rozdziału 5.1. Inaczej mówiąc jest to badana próba losowa, która powstała na podstawie metody MGLTAB przy pomocy dedykowanego oprogramowania/aplikacji¹⁷. Wyniki dla badanych zmiennych na wybranych stacjach przedstawiają kolejne rysunki. Pierwszą badaną cechą jest ilość wygenerowanych przebiegów, z kolei drugą ilość zwrotnic w przebiegach (w drodze jazdy oraz ochronie bocznej).



Rysunek 57. Wykres liczby przebiegów
źródło: opracowanie własne

¹⁷ Rysunek 56- przykładowe wygenerowane przebiegi wraz z obiektami

Jak widać na wykresie z rysunku 57 liczby przebiegów są zbliżone, a ewentualne różnice są spowodowane następującymi czynnikami:

- wariant drogi ochronnej (nie zadeklarowana w tym czasie w metodzie MGLTAB),
- przebieg z ograniczoną prędkością pomimo tej samej drogi jazdy (wyjątkowy przypadek, nie zadeklarowany w tym czasie w metodzie MGLTAB).

W jednym przypadku (stacja Szamotuły) występują dodatkowe przebiegi pociągowe wygenerowane przez MGLTAB:

- A na tor 2P,
- A na tor 1P,
- P na tor 1R.

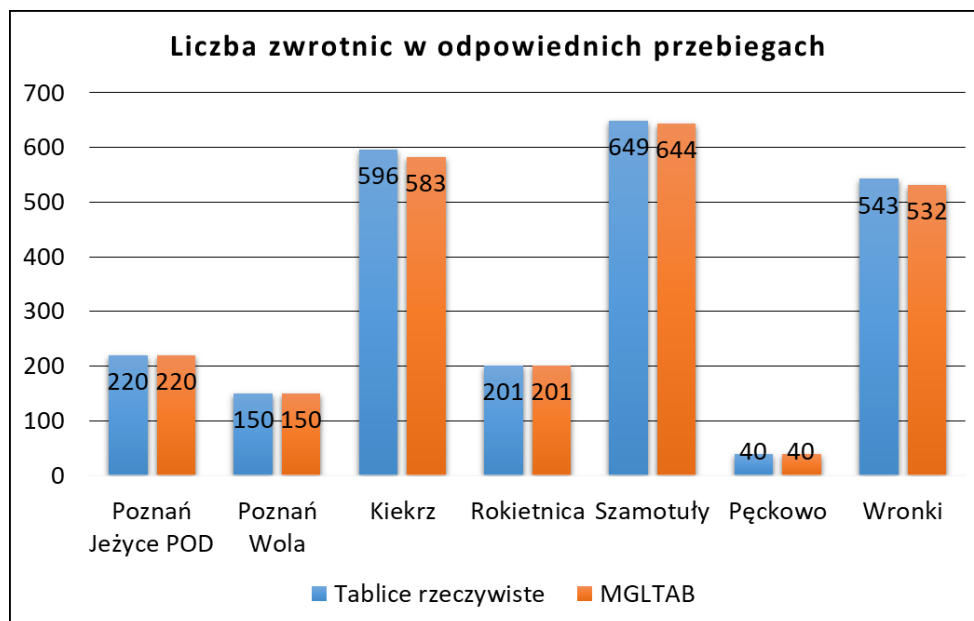
Wynika to z tego, że w metodzie nie zostały jeszcze zadeklarowane wykojeńnice, które nie mogą znajdować się w drodze jazdy przebiegu pociągowego. Pozostałe warunki dla tych przebiegów są spełnione (brak semaforów, brak końca toru itp.), więc nie istniały żadne przeciwwskazania, aby nie generować tych 3 jazd. Stąd dla celów analizy odrzucono niniejsze przebiegi (w razie ich przyjęcia zakłamywałyby wartości w tabeli 12- liczby przebiegów byłyby takie same ze względu na różnice w wariantach dróg ochronnych).

Kolejne przedstawione dane odzwierciedlają liczby zwrotnic w badanych przebiegach (wyłączając przebiegi nadmiarowe) dla każdego z posterunków. Przyjęto następujące zasady doboru (liczenia) zwrotnic, które są wliczone:

- nadmiarowo wpisane zwrotnice przez MGLTAB o innym położeniu (najczęściej nadmiarowe dalekie ochrony boczne),
- błędy w tablicach- Kiekrz przebieg M na tor 2P, Szamotuły przebieg B pod semafor K3, Wronki przebieg B na K4,
- zwrotnice będące w środku toru, utwierdzone wstecz,
- zwrotnice wpisane dwa razy, wynika to z drogi jazdy po trapezie, dalekiej ochrony bocznej, z powodu tego, że zwrotnica jest w odpowiednim położeniu nie jest zasadniczym błędem, ale wpisana jest w drodze jazdy i w ochronie bocznej co rzutuje na oznaczenie w tablicach.

Przyjęto następujące zasady doboru (liczenia) zwrotnic, które nie są wliczone:

- zwrotnice będące nadmiarowymi ochronami bocznymi występujące w tablicach, przyjęto, iż jest to błąd, który przy bardziej złożonych układach torowych może generować dodatkowe wzajemne wykluczenia się przebiegów pociągowych lub manewrowych, mogłoby to prowadzić do mylnego wyliczenia np. na posterunku Poznań Wola,
- ochrony boczne, dalekie ochrony boczne dla manewrów zgodnie z wcześniej przytoczonymi wymaganiami instrukcji Ie-4, powodem jest również generowanie dodatkowych wykluczeń, który zmniejsza przepustowość stacji, posterunku,
- drogi ochronne w przebiegach zasadniczych (warianty jako nadmiarowe są wykluczone z porównania zwrotnic).



Rysunek 58. Wykres liczby przyjętych zwrotnic
źródło: opracowanie własne

Warunkiem przyjęcia odpowiedniej zwrotnicy jest oczywiście jej prawidłowe położenie „+” lub „-” w drodze jazdy lub ochronie bocznej danego przebiegu. Z wykresu można wywnioskować, że w przypadku badania posterunków o mniej złożonych układach torowych ilości rzeczywiste i wygenerowane są sobie równe. Dla bardziej złożonych układów brakuje jeszcze pewnych dopracowanych warunków, których opis znajduje się w rozdziale podsumowania.

5.3 Dobór testu oraz podział badanych cech

Autor postanowił, aby weryfikacja otrzymanych wyników została przeprowadzona za pomocą testu statystycznego, który w najlepszy możliwy sposób opisuje rodzaj badanej hipotezy.

Testem statystycznym określamy regułę postępowania, która każdej losowej próbie przyporządkowuje decyzję przyjęcia lub odrzucenia sprawdzanej hipotezy [72].

Testy statystyczne dzielą się ze względu na rodzaj badanej hipotezy na: parametryczne i nieparametryczne.

Test parametryczny- wymaga założenia rozkładu zbiorowości generalnej wraz z parametrami charakteryzującymi dany rozkład.

Test nieparametryczny- w przeciwieństwie do parametrycznych, nie wymaga założeń co do postaci rozkładu zbiorowości generalnej, której pobierana jest próba [75].

W pierwszym kroku należało dobrać odpowiedni test statystyczny w zależności od badanej cechy. Przedmiotem badań są dwie cechy niemierzalne:

— przebiegi w tablicach rzeczywistych i wygenerowanych za pomocą metody MGLTAB,

— stacje kolejowe na odcinku Poznań – Wronki.

W związku z tym, że nie zakłada się wyznaczenia rozkładu zbiorowości generalnej dla przebiegów kolejowych na stacjach (badana próba). Oznacza to, że wybrany test nie polega na szacunkowych wartościach parametrów badanego rozkładu. Stosowanie testów nieparametrycznych jest uzasadnione w przypadku [72]:

- dużej liczebności próby- badane stacje (poza posterunkiem Pęckowo docelowo obsługiwany ze stacji Wronki) mają powyżej 30 przebiegów oraz ilością zwrotnic występujących w przebiegach,
- losowanie jest niezależne- oznacza, że ten sam element (zwrotnica) może występować w różnych przebiegach, tzw. losowanie ze zwracaniem,
- poziom istotności jest nie mniejszy niż 0,01.

Zgodnie z przedstawionymi warunkami oraz definicjami określającymi testy parametryczne i nieparametryczne, w celu weryfikacji badanej próby autor postanowił zastosować test nieparametryczny.

Testy nieparametryczne dzielą się na następujące grupy:

- testy zgodności- testy, w których bada się hipotezę, która zakłada, że badana próba losowa ma konkretny rozkład. Weryfikacja w teście zgodności polega na wprowadzeniu pewnej charakterystyki będącej miarą odległości między dystrybuantą rozkładu empirycznego a dystrybuantą rozkładu hipotetycznego. Przykładowe testy zgodności to:

- test zgodności χ^2 Pearsona

Proponowany test służy do porównania badanej próby z hipotetycznymi rozkładami takimi jak: normalny, dwumianowy i Poissona.

Statystyka testu przedstawia się następująco:

$$\chi^2 = \frac{(n_i - np_i)^2}{np_i} \quad (107)$$

- test zgodności λ Kołmogorowa

Służy do sprawdzenia zgodności badanej próby jedynie w przypadku rozkładu zmiennej ciągłej.

Statystyka testu przedstawia się następująco:

$$D = \sup_x |F_n(x) - F_0(x)| \quad (108)$$

gdzie $F_n(x)$ jest dystrybuantą empiryczną, z kolei $F_0(x)$ jest dystrybuantą hipotetyczną.

Charakterystyka testu wyznaczana jest przy pomocy wyznaczonej wartości D :

$$\lambda = D\sqrt{n} \quad (109)$$

- test normalności rozkładu Shapiro- Wilka

Służy do sprawdzenia zgodności badanej próby z rozkładem normalny.

Statystyka testu przedstawia się następująco:

$$W = \frac{[\sum_i a_i(n)(X_{n-i+1} - X_i)]^2}{\sum_{j=1}^n (X_j - \bar{X})^2} \quad (110)$$

gdzie $a_i(n)$ to wartość odczytana z tablic.

- Test zgodności Smirnowa- Kołmogorowa

Polega na zweryfikowaniu czy dwie populacje mają ten sam rozkład, co jest równoznaczne, że pochodzą z tej samej populacji. W teście wykorzystuje się rozkład λ Kołmogorowa.

Statystyka testu, jak również miara zgodności dwóch badanych rozkładów przedstawia się następująco:

$$D_{n_1, n_2} = \sup_x |F_{n_1}(x) - F_{n_2}(x)| \quad (111)$$

Ostatecznie do weryfikacji hipotezy o równości dystrybuant służy statystyka:

$$\lambda = \sqrt{n} D_{n_1, n_2} \quad (112)$$

gdzie

$$n = \frac{n_1 \cdot n_2}{n_1 + n_2} \quad (113)$$

- Testy zgodności dla wielu populacji

Charakteryzują się tym, że badane populacje mają rozkład ciągły o nieznanym dystrybuantach.

— Testy losowości- testy polegające na sprawdzeniu czy próba ma charakter losowy. Najczęściej wykorzystywanym jest tzw. test serii. Polega na zapisie rozkładu uporządkowanego zgodnie z losowaniem kolejnych wartości poprzez nadanie im ciągów symboli a oraz b. Symbole nadaje się zgodnie z zasadą:

jeśli $x_i < Me$, to liczbie przyporządkowuje się symbol a

jeśli $x_i > Me$, to liczbie przyporządkowuje się symbol b

Liczby równe Me nie są brane pod uwagę w dalszych obliczeniach. W kolejnych krokach za pomocą wyznaczonej liczebności symboli a i b oraz przyjętego poziomu istotności wyznacza się wartości krytyczne k_1 oraz k_2 .

Przydużej liczebności próby a i b (każda z nich większa niż 20) należy dodatkowo skorzystać z następujących wzorów na wyznaczenie statystyki:

$$z = \frac{k - \bar{k}}{s_k} \quad (114)$$

gdzie wartości potrzebne do obliczenia z otrzymuje się z następujących wzorów:

$$\bar{k} = \frac{2n_1n_2}{n_1 + n_2} + 1 \quad (115)$$

$$s_k = \sqrt{\frac{2n_1n_2(2n_1n_2 - n_1 - n_2)}{(n_1 + n_2)^2(n_1 + n_2 - 1)}} \quad (116)$$

Testy niezależności- badanie współzależności cech mierzalnych polega na porównaniu średnich warunkowych lub wariancji warunkowych. W sytuacji, gdy analizie podlega rozkład cech niemierzalnych należy skorzystać z testu niezależności chi- kwadrat (χ^2). Tablice zależności charakteryzujące badane stacje kolejowe są to cechy jakościowe, niemierzalne. Do weryfikacji testu stosuje się następującą statystykę:

$$\chi^2 = \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^r \frac{(n_{ij} - \hat{n}_{ij})^2}{\hat{n}_{ij}} = \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^r \left(\frac{\hat{n}_{ij}^2}{\hat{n}_{ij}} \right) - n \quad (117)$$

Test chi- kwadrat jest najczęściej stosowanym testem nieparametrycznym służącym do porównania zależności stochastycznej cech niemierzalnych. Dodatkowo nie ma potrzeby wykazywania rozkładu zbiorowości generalnej.

W przypadku, gdy przedmiotem analizy są tablice rzeczywiste i tablice teoretyczne zostało zadane następujące pytanie:

„Czy istnieje zależność pomiędzy przebiegami występującymi w tablicach rzeczywistych i teoretycznych a stacjami, w których występują?”.

Odpowiedź na zadane powyżej pytanie stanowi jednocześnie potwierdzenie bądź zaprzeczenie poprawności działania metody MGLTAB. Jeśli badane cechy będą niezależne tj. niezależnie od badanej stacji wyniki się pokrywają, to należy przyjąć poprawność działania badanej metody.

Dla wybrania odpowiedniego testu autor przeanalizował najważniejsze testy nieparametryczne.

Przyjmując powyższe warunki podjęto decyzję o weryfikacji metody za pomocą testu niezależności chi – kwadrat.

Kolejne kroki charakteryzujące wybrany nieparametryczny test χ^2 są następujące [93]:

- Sformułowanie hipotezy zerowej H_0 oraz hipotezy alternatywnej H_1 ,
- Ustalenie poziomu istotności,
- Wybranie statystyki testowej (decyzja została podjęta wraz z wyborem rodzaju testu),
- Wyznaczenie obszaru krytycznego,
- Obliczenie wartości wybranej statystyki testowej,
- Podjęcie decyzji weryfikującej- przyjęciu hipotezy zerowej lub jej odrzuceniu na rzecz hipotezy alternatywnej.

Za pomocą wybranego testu niezależności cech przebadano czy istnieje zależność pomiędzy rodzajem tablic, które zostały wykonane ręcznie (rzeczywiste, przyjęte jako godna wartość porównawcza) oraz tablic wygenerowanych za pomocą metody MGLTAB. W kolejnym kroku przyjęto odpowiedni poziom istotności. Wybór tego współczynnika powinien charakteryzować się przyjęciem większej wiarygodności wykonanego testu. Poziom istotności wiąże się z popełnieniem błędu 1 rodzaju. To oznacza, że dojdzie do odrzucenia hipotezy alternatywnej, gdy jest ona prawdziwa. Im mniejszy poziom istotności tym bardziej wiarygodna staje się przyjęcie hipotezy alternatywnej, ale również tym trudniej odrzucić hipotezę zerową. Przyjęto poziom istotności 0,01 w celu jak największej wiarygodności wyniku testu, zgodnie z założeniami, że nie może to być wartość mniejsza niż 0,01. Wybrano zatem sytuację najgorszą z możliwych dla tego rodzaju testu. Jeśli wyniki potwierdzą się na tym poziomie to należy przyjąć, że na każdym wyższym poziomie istotności również.

Wartość obliczonej statystyki chi- kwadrat (χ^2) zależy od trzech czynników [75]:

- natężenia (siły) związku badanych cech: im większe są różnice pomiędzy liczebnościami empirycznymi i teoretycznymi, tym większa jest wartość statystyki chi- kwadrat, a tym samym większa siła zależności,
- wielkości próby, która zgodnie z wymaganiami testu powinna być duża,
- stopnia szczegółowości grupowania danych tzn., że wymaga się, aby w każdej kratce liczebności empiryczne były nie mniejsze niż 8.

5.4 Wyniki weryfikacji metody

W celu weryfikacji zgodności wygenerowanych przebiegów i zwrotnic zastosowano test niezależności dla badanych dwóch grup: tablice rzeczywiste, wynik generacji MGLTAB. Sprawdzenie wygenerowanych przebiegów w zależności od wyników z dwóch różnych źródeł powinien dać odpowiedź na pytanie: czy metoda z odpowiednim poziomem zaufania jest wiarygodna i daje wyniki zgodne z rzeczywistymi tablicami zależności.

Korzystając z [4] oraz [93] autor wykonał test niezależności chi-kwadrat z następującymi hipotezami:

H_0 : zmienne są niezależne (czyli wyniki się pokrywają niezależnie od tego czy są to tablice rzeczywiste czy MGLTAB)

H_1 : zmienne nie są niezależne (występują różnice w wynikach zależnie od tego czy są to tablice rzeczywiste czy MGLTAB)

W następujących krokach przedstawione są tabele krzyżowe dla dwóch zagadnień:

- 1 zagadnienie: liczba przebiegów,
- 2 zagadnienie: liczba prawidłowo wygenerowanych zwrotnic w przebiegach.

		ILOŚCI PRZEBIEGÓW						
	Poznań Jeżyce POD	Poznań Wola	Kiekrz	Rokietnica	Szamotuły	Pęckowo	Wronki	SUMY
Tablice rzeczywiste	30	35	76	42	139	10	105	437
MGLTAB	30	32	68	40	136	10	103	419
SUMY	60	67	144	82	275	20	208	856

Tabela 9. Tabela krzyżowa liczebności dla 1 zagadnienia
źródło: opracowanie własne

		ILOŚCI PRAWIDŁOWYCH ZWROTNIC W PRZEBIEGACH						
	Poznań Jeżyce POD	Poznań Wola	Kiekrz	Rokietnica	Szamotuły	Pęckowo	Wronki	SUMY
Tablice rzeczywiste	220	150	596	201	649	40	543	2399
MGLTAB	220	150	583	201	644	40	532	2370
SUMY	440	300	1179	402	1293	80	1075	4769

Tabela 10. Tabela krzyżowa liczebności dla 1 zagadnienia
źródło: opracowanie własne

W kolejnych krokach wyliczone zostały wartości zgodnie ze wzorem:

$$\chi^2 = \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^r \frac{(n_{ij} - \hat{n}_{ij})^2}{\hat{n}_{ij}} \quad (118)$$

Tablice z wartościami potrzebnymi do prawidłowego zsumowania i wyliczenia współczynnika χ^2 występują w Tabelach 11 oraz 12.

		LICZBA PRZEBIEGÓW $\frac{(n_{ij} - \hat{n}_{ij})^2}{\hat{n}_{ij}}$					
	Poznań Jeżyce POD	Poznań Wola	Kiekrz	Rokietnica	Szamotuły	Pęckowo	Wronki
Tablice rzeczywiste	0,012992151	0,01850394	0,084	0,000454	0,013789	0,00433	0,0133
MGLTAB	0,013550287	0,019298859	0,088	0,000473	0,014381	0,00452	0,0138

Tabela 11. Tabela krzyżowa $\frac{(n_{ij} - \hat{n}_{ij})^2}{\hat{n}_{ij}}$ dla 2 zagadnienia
źródło: opracowanie własne

LICZBA PRAWIDŁOWYCH ZWROTNIC w PRZEBIEGACH $\frac{(n_{ij}-\hat{n}_{ij})^2}{\hat{n}_{ij}}$							
	Poznań Jeżyce POD	Poznań Wola	Kiekrz	Rokietnica	Szamotuły	Pęckowo	Wronki
Tablice rzeczywiste	0,008085951	0,005513148	0,014329983	0,007387619	0,003149753	0,001470173	0,009208322
MGLTAB	0,008184893	0,005580609	0,014505329	0,007478016	0,003188294	0,001488162	0,009320997

Tabela 12. Tabela krzyżowa $\frac{(n_{ij}-\hat{n}_{ij})^2}{\hat{n}_{ij}}$ dla 2 zagadnienia
źródło: opracowanie własne

Po wyznaczeniu wartości dla 2 badanych grup (z dokładnością do każdej stacji) współczynniki χ^2 są następujące:

$$\chi_1^2 = 0,301139817$$

$$\chi_2^2 = 0,098891249$$

W związku z przyjęciem poziomu istotności $\alpha = 0,01$ oraz liczby stopni swobody ze wzoru: $N - 1 * M - 1$ (iloczyn wierszy -1 i kolumn -1) wyznaczono obszar krytyczny: $< 0,8721; \infty$) z tablic rozkładu chi- kwadrat. Wartości testu nie należą do obszaru krytycznego, więc należy przyjąć hipotezę zerową o niezależności przebiegów oraz liczby zwrotnic w tablicach rzeczywistych oraz tych wygenerowanych w MGLTAB. Można zatem stwierdzić, że na poziomie ufności 99 % wyniki w tablicach rzeczywistych i wygenerowanych w MGLTAB pokrywają się niezależnie od dokumentu, w którym są przedstawione. Należy również przyjąć, że wartości wygenerowane oraz teoretyczne pokrywają się. Weryfikacja potwierdza zatem poprawność działania metody MGLTAB na przykładzie badanych stacji kolejowych linii pomiędzy Poznaniem a Wronkami.

6. Wnioski

Zgodnie z przyjętymi założeniami celem głównym niniejszej pracy było opracowanie metody tworzenia tablic zależności stacyjnych urządzeń sterowania ruchem kolejowym. Ponadto przedstawiono cele szczegółowe, będące składnikami celu głównego.

Są nimi:

- analiza zagadnień dotyczących tablic zależności stacyjnych urządzeń srk- w zakresie analizy znalazły się szczegółowe przykłady tematów zbliżonych do zagadnień zależności kolejowych,
- sformułowanie problemu naukowego i utylitarne- przedstawiono szczegółową propozycję metody MGLTAB z jej poszczególnymi etapami, sformułowano również skąd bierze się problem z perspektywy projektanta tablic zależności,
- budowa modelu stacji na podstawie założeń opracowanej metody- zaimplementowano za pomocą specjalnie dedykowanego paska narzędzi „Blok” programu AutoCAD układy torowe 7 wybranych posterunków ruchu linii Poznań- Szczecin,
- opracowanie algorytmów- w celu implementacji metody zostały przygotowane algorytmy będące częściami procesów zgodnie ze schematem implementacji metody MGLTAB przedstawionym na rysunku 25,
- wdrożenie przygotowanych algorytmów w wybranym oprogramowaniu- wykorzystanie w 2 częściach: projektowej (AutoCAD) oraz generacyjnej (Visual Studio),
- weryfikacja poprawności metody- wygenerowanie przebiegów pociągowych oraz manewrowych dla wybranych stacji oraz porównanie wyników z tablicami rzeczywistymi (istniejącymi oraz przyjętymi przez zespoły projektowe),
- analiza otrzymanych wyników- wykonanie testu statystycznego potwierdzającego poprawność metody MGLTAB na poziomie istotności 0,01.

Można zatem stwierdzić, że cel pracy został osiągnięty. Ponadto założona teza pracy:

Możliwe jest opracowanie uniwersalnej metody MGLTAB polegającej na generowaniu w sposób automatyczny tablic zależności stacyjnych urządzeń sterowania ruchem kolejowym na podstawie danych wejściowych przygotowanych podczas projektowania uproszczonego planu schematycznego stacji została udowodniona.

Podstawowymi osiągnięciami dokonanymi w trakcie rozwiązywania problemu są:

- opracowanie autorskiego opisu formalnego elementów układu torowego,
- opracowanie funkcji odwzorowania cech i typów obiektów wraz z opisem relacji pomiędzy elementami układu torowego,
- zastosowanie autorskiego zapisu zależności do przedstawienia przebiegu kolejowego jako funkcji trzech zmiennych charakteryzujących obiekt zwrotnica [44] przy wykorzystaniu odpowiednich zasad logiki matematycznej [56],
- opracowanie algorytmów charakteryzujących wszystkie procesy i podprocesy występujące w metodzie MGLTAB,
- weryfikacja poprawności metody MGLTAB za pomocą nieparametrycznego testu chi-kwadrat i potwierdzenie poprawności działania metody,
- możliwości dalszego rozwijania produktu o kolejne procesy takiej jak np. droga ochronna bez żadnego wpływu dla powstałych już rozwiązań. Wynika to z geograficznych założeń w metodzie MGLTAB.

Dodatkowo w związku z implementacją metody autor dokonał następujących osiągnięć:

- opracowanie autorskiego paska narzędzi „Bloki” oraz pliku z warstwami charakteryzującymi typy obiektów jako nakładki do programu AutoCAD. Dzięki czemu metoda MGLTAB staje się w pełni uniwersalna (począwszy od AutoCAD 2000 aż po wersję 2019) dla potencjalnego użytkownika,
- autorskie, w pełni samodzielne wykonanie kodu w oprogramowaniu Visual Studio w części WindowsForms środowiska C#,
- wprowadzanie automatyzacji działań (począwszy od dodawania obiektów, usuwania ich, nazywania) w części projektowej,
- wprowadzenie typów obiektów za pomocą warstw, co w dzisiejszych możliwościach sprawdzenia w AutoCAD (np.: izolacja warstwy „Zwrotnice”) daje proste możliwości sprawdzenia poprawności wyboru typów obiektów,
- w sytuacji „zanieczyszczenia” rysunku przeróżnymi obiektami niepotrzebnymi „śmieciami” proste działanie polegające na skopiowaniu samego planu i wklejeniu do nowego Rysunku,
- możliwości generacji przebiegów manewrowych i pociągowych osobno.

Ponadto do udowodnienia tezy pracy w zupełności wystarczyły kroki założone w podrozdziale 1.4, czyli:

- wykorzystanie uproszczonej formy planu schematycznego z elementami niezbędnymi dla wygenerowania przebiegów,
- zastosowanie narzędzia, które wykorzystywane jest najczęściej przez projektantów srk czyli AutoCad,
- skorzystanie z aplikacji, która powstaje na platformie systemu Windows, w tym wypadku Visual Studio,
- w programie nie są zawarte elementy projektowania wewnętrznych, zewnętrznych urządzeń srk.

W metodzie przyjęto by na planie uproszczonym zamieszczone zostały podstawowe obiekty wchodzące w skład układu torowego stacji, niekoniecznie odzwierciedlające prawdziwy plan schematyczny. Jego podstawowym zadaniem jest bycie fundamentem do powstania bazy danych elementów na stacji wyłącznie do wygenerowania przebiegów i elementów w nich występujących. Ponadto w jakimś stopniu udało się (co potwierdzają wstawione plany dla posterunków linii 351) przedstawić niektóre elementy w sposób bardzo zbliżony do tych wymaganych m.in. W instrukcji [21]. Dodatkową informacją jest to, że podczas weryfikacji metody znaleziono 3 błędy w tablicach rzeczywistych (wykonanych metodą częściowego zautomatyzowania) co jeszcze bardziej potwierdza poprawne działanie metody MGLTAB. Należy pamiętać, że jednym z podstawowych problemów podczas tworzenia tablic zależności jest ich fazowanie. Oznacza to wymaganie generowania dedykowanych tablic dla poszczególnych faz układu torowego. Dzięki metodzie MGLTAB można w sposób nieskomplikowany wprowadzić zmiany i przygotować tablice dla kolejnych etapów fazowania. Pozwala to na oszczędności czasu i środków finansowych podczas projektowania.

Pewne ograniczenia nałożone na metodę wynikały z ograniczenia liczby sprawdzanych procesów (a co za tym idzie także obiektów). W związku z tym kierunek dalszych badań zaproponowany przez autora to:

- utworzenie jeszcze bardziej przyjaznego środowiska projektowania- nazewnictwa obiektów, automatycznego nadania warstw konkretnym obiektom a co za tym idzie ich typów,
- automatyczne nazewnictwo obiektów,
- dodanie zależności drogi ochronnej,
- sprawdzania nadmiarowych ochron bocznych z już istniejących dróg jazdy i ochron bocznych,
- dodania obiektu typu obwód torowy i zwrotnicowy,
- dodania obiektu typu przejazd,
- dodania obiektu typu blokada,
- dodania obiektu typu wykolejnica,
- próba implementacji metody w innych, mniej popularnych programach CAD,
- możliwość pozyskania danych ze sformalizowanych planów schematycznych i generacja uproszczonego planu układu torowego,
- próby zaproponowania i przekonania Zarządcę infrastruktury tj. PKP PLK na sformalizowanie wymagań dotyczących zapisu zależności, które będą w pełni odpowiadać potrzebom kolejarzy i równocześnie ukażą drogę do zapisu zależności przez projektantów srk,
- rozszerzenie tablic zależności na dobrym czeskim przykładzie do bardziej rozbudowanych zawierających kompendium wiedzy zależnościowej dla konkretnej stacji. Począwszy od zapisu wszystkich rozjazdów, po następstwa sygnalizacji po ogólny zapis uzależnień przejazdów i blokad liniowych w przebiegach wyjazdowych.

Metoda MGLTAB jest propozycją sformalizowania „części” zależności stacyjnych. Może być dalej rozwijana o kolejne elementy srk. Należy jednakże pamiętać, że to jedynie część projektu (w tym wypadku wewnętrznych urządzeń srk). Generowanie całego projektu w sposób zautomatyzowany (za pomocą samego planu schematycznego) jest także rozpatrywany przez projektantów srk.

Istnieją elementy, które mogą mieć znaczący wpływ na bezpieczeństwo prowadzenia ruchu. W urządzeniach komputerowych, gdzie przygotowanie aplikacji wymaga sprawdzenia wielu komponentów ten problem ma szczególne znaczenie ze względu na dużą złożoność zależności w tego rodzaju systemach. Stąd tablice zależności już na etapie projektowania powinny zawierać podstawowe reguły, które zapewniają wygenerowanie przebiegów, których realizacja w praktyce stanowi zachowanie bezpieczeństwa.

Metoda MGLTAB nie jest pierwszą tego typu (choć jest ich bardzo niewiele) służącą do wygenerowania tablic zależności, ale jako pierwsza nie jest dedykowana dla konkretnego systemu zależnościowego (komputerowego lub przekaźnikowego). Jej charakter i założenia są podejściem uniwersalnym przedstawienia problemu zapisu zależności urządzeń sterowania ruchem kolejowym na stacjach w Polsce.

Spis rysunków

Rysunek 1. Schemat nieuproszczony (a) oraz uproszczony (b) sieci przekaźnikowej.....	18
Rysunek 2. Relacje, funkcje i równania zależnościowe	24
Rysunek 3. Plan schematyczny części stacji	25
Rysunek 4. Schemat działań w pracy doktorskiej	27
Rysunek 5. Plan schematyczny posterunku odgałęźnego PoD (Jeżyce)	31
Rysunek 6. Tablica zależności posterunku odgałęźnego PoD (Jeżyce)	32
Rysunek 7. Podział Przebiegu kolejowego	33
Rysunek 8. Oznaczenia dla komór sygnalizatora w tabelach zamknięć	34
Rysunek 9. Tablica zwrotnic	35
Rysunek 10. Tablica świateł dla przebiegu spod semafora 2L pod semafor Lc4	36
Rysunek 11. Położenie zwrotnicy 2 w plus na wprost.....	37
Rysunek 12. Położenie zwrotnicy 2 w plus na bok	37
Rysunek 13. Rozjazd 1 w początkowej fazie	37
Rysunek 14. Dołożenie rozjazdu 2 wraz z koziółkiem oporowym	37
Rysunek 15. Układ torowy bez wykolejnicy ochronnej	38
Rysunek 16. Układ torowy z wykolejnicą ochronną	38
Rysunek 17. Przebiegi równoległe spod semaforów A i B.....	39
Rysunek 18. Nastawienie przebiegu spod semafora C	39
Rysunek 19. Droga ochronna za semaforem obejmująca Zw1	40
Rysunek 20. Droga ochronna za semaforem obejmująca zwrotnicę 1 i 2	40
Rysunek 21. Przykładowy układ torowy	41
Rysunek 22. Wykluczenia przebiegów pod semafony B i C	41
Rysunek 23. Schemat procesu modelowania	44
Rysunek 24. Schemat relacji pomiędzy obiektami w MGLTAB	59
Rysunek 25. Schemat implementacji metody automatyzacji	62
Rysunek 26. Wyjaśnienia oznaczeń dla schematu blokowego	63
Rysunek 27. Model V dla metody automatyzacji tworzenia tablic zależności	65
Rysunek 28. Podział wymagań w modelu automatyzacji MGLTAB	66
Rysunek 29. Plan schematyczny stacji Rokietnica	67
Rysunek 30. Pasek narzędzi Bloki z małymi przyciskami.....	67
Rysunek 31. Pasek narzędzie Bloki z wielkimi przyciskami	68
Rysunek 32. Widok paska z rozwijaną listą.....	68
Rysunek 33. Nadanie nazwy wykolejnicy	69
Rysunek 34. Algorytm SEMAFOR	70
Rysunek 35. Warstwy występujące w metodzie MGLTAB	71
Rysunek 36. Stacja Rokietnica wykonana za pomocą narzędzia programu AutoCAD	71
Rysunek 37. Wybór rodzaju pliku z rozszerzeniem dxf	72
Rysunek 38. Wykonanie procesu "WYCINANIE" w metodzie MGLTAB.	73
Rysunek 39. Algorytm "WYCINANIE"	73
Rysunek 40. Zapis przykładowego obiektu stacji Rokietnica w pliku dxf	74
Rysunek 41. Tablica zwrotnic narzędzia generacyjnego na stacji Rokietnica	74
Rysunek 42. Ochrony boczne przy jeździe na wprost na stacji Rokietnica	75
Rysunek 43. Tablica semaforów na stacji Rokietnica	76
Rysunek 44. Tablica końców przebiegów pociągowych	76
Rysunek 45. Tablica końców torów.....	76
Rysunek 46. Algorytm procesu odczytu obiektu Zwrotnica	77
Rysunek 47. Algorytm podprocesu "Odczyt pozostałych cech"	77
Rysunek 48. Algorytm podprocesu doboru zwrotnicy 1	78
Rysunek 49. Algorytm podprocesu doboru zwrotnicy 2, ochronnej	79

Rysunek 50. Algorytm ochrony dla zwrotnicy przejeżdżanej na wprost i na bok	80
Rysunek 51. Algorytm procesu "obiekty pomiędzy"	80
Rysunek 52. Przykładowy układ dla dalekiej ochrony bocznej	81
Rysunek 53. Algorytm dalekiej ochrony bocznej.....	81
Rysunek 54. Algorytm procesu obiekt dla wykluczenia dalekiej ochrony bocznej	82
Rysunek 55. Algorytm przebiegu dla jazdy "na wprost"	84
Rysunek 56. Przebiegi pociągowe stacji Rokietnica	84
Rysunek 57. Wykres liczby przebiegów	89
Rysunek 58. Wykres liczby przyjętych zwrotnic	91

Spis tabel

Tabela 1. Tablica funkcjonalna układu z Rysunku 1	18
Tabela 2. Oznaczenia stosowane w tablicach zależności.....	19
Tabela 3. Warunki oraz ich występowanie	22
Tabela 4. Klasy warunków wygenerowanych z projektu	22
Tabela 5. Przykładowe skróty załącznika 3 normy TNŽ.....	35
Tabela 6. Warianty drogi ochronnej	40
Tabela 7. Wygenerowane przebiegi pociągowe i manewrowe stacji Rokietnica.....	87
Tabela 8. Analiza wyników dla stacji Rokietnica	89
Tabela 9. Tabela krzyżowa liczebności dla 1 zagadnienia.....	96
Tabela 10. Tabela krzyżowa liczebności dla 1 zagadnienia.....	96
Tabela 11. Tabela krzyżowa nij – nij2nij dla 2 zagadnienia	96
Tabela 12. Tabela krzyżowa nij – nij2nij dla 2 zagadnienia	97

Literatura

- [1] Apuniewicz S., *Układy przekaźnikowe w zabezpieczeniach ruchu kolejowego*, Wydawnictwo Politechniki Warszawskiej, Warszawa 1969.
- [2] Apuniewicz S., Cegłowski L., *Projektowanie urządzeń sterowaniem ruchem kolejowym*, Kielce 1974.
- [3] Apuniewicz S., *Zasady modelowania matematycznego obiektów i procesów sterowania ruchem kolejowym*, Zeszyty Naukowe Politechniki Świętokrzyskiej, Kielce 1977.
- [4] Balcerowicz Szkutnik M., Sojka E., Szkutnik W., *Podstawy wnioskowania statystycznego w przykładach i zadaniach*, Wydawnictwo Uniwersytetu Ekonomicznego w Katowicach, Katowice 2016.
- [5] Broek J.J.J., Kroon L.G., *A capacity test for shunting movements*, International Dagstuhl Workshop, Railway Optimization 2004, Dagstuhl Castle, Germany, June 20-25, 2004.
- [6] Butler M., Dghaym D., Fischer T., Hoang T.S., Reichl K., Snook C., Tummeltshammer P., *Formal modelling techniques for efficient development of railway control products*, The 2nd International Conference on Reliability, Safety, and Security of Railway Systems. Modelling, Analysis, Verification, and Certification.
- [7] Capiga B., *Dane wejściowe do opracowania algorytmów zautomatyzowanych prac projektowych dla zablokowanego systemu przekaźnikowych urządzeń sterowania ruchem kolejowym na górcie rozrządowej*, praca dyplomowa, Politechnika Śląska, Katowice 1986.
- [8] Celebi B.T., Kaymakci O.T., *Verifying the accuracy of interlocking tables for railway signalling systems using abstract state machines*, Journal of Modern Transportation volume 24, pages 277–283 (2016).
- [9] Ciszewski T., Kornaszewski M., Nowakowski W., *Zastosowanie RailML do opisu kolejowych systemów nastawczych*, Wydział Naukowo- Wydawniczy „SPATIUM”, Radom 2018.
- [10] Chudáček V., *Železniční Zabezpečovací Technika*, Praha 2005.
- [11] Czym jest AutoCAD, dostęp na:
<https://www.autodesk.pl/products/AutoCAD/overview>, data dostępu 2019.10.
- [12] Dąbrowa- Bajon Mirosława, *Podstawy sterowania ruchem kolejowym*, Wydawnictwo Politechniki Warszawskiej, Warszawa 2002.
- [13] Dąbrowa- Bajon Mirosława, *Automatyzacja sterowania ruchem na liniach kolejowych*, Wydawnictwo Politechniki Warszawskiej, Warszawa 1980.
- [14] Dąbrowa- Bajon M., Karbowski H., Grochowski K., *Zasady projektowania systemów i urządzeń sterowania ruchem kolejowym*, Wydawnictwo Komunikacji i Łączności, Warszawa, 1981.
- [15] *Dokumentacja Techniczno- Ruchowa elektronicznych urządzeń nastawczych z komputerowymi urządzeniami zależnościami typu WT UZ*, Wydział Transportu, Politechnika Warszawska, Warszawa 2007.
- [16] *Dokumentacja Techniczno- Ruchowa: System komputerowych urządzeń stacyjnych typu MOR-3*, Zakłady Automatyki Kombud S.A., Radom 2007.
- [17] *Dokumentacja Techniczno- Ruchowa: System stacyjnych urządzeń srk typu ESA 44-PL*, AŽD Praha, Praga 2019.

- [18] *Dokumentacja Techniczno- Ruchowa: Komputerowy system urządzeń stacyjnych srk Ebilock 950 wersja 4*, Bombardier Transportation (ZWUS) Polska Sp. Z o.o., Katowice 2007.
- [19] Dyduch J.: *Innowacyjne systemy sterowania ruchem*, Wydawnictwo Politechniki Radomskiej, Radom 2010.
- [20] Ferrari A., Magnani G., Grasso D., Fantechi A., *Model Checking Interlocking Control Tables*, FORMS/FORMAT 2010pp 107-115.
- [21] Gajda B., *Technika ruchu kolejowego*, Wydawnictwo Komunikacji i Łączności, Warszawa 1985.
- [22] Griffiths I., Adams M., Liberty J., *Programowanie C#*, Wydawnictwo Helion, Gliwice 2012.
- [23] Haxthausen A., *Automated Generation of Safety Requirements from Railway Interlocking Tables*, 5th International Symposium, ISoLA 2012, Heraklion, Crete, Greece, October 15-18, 2012, Proceedings, Part II.
- [24] Haxthausen A., *Automated generation of formal safety conditions from railway interlocking tables*,
- [25] Haxthausen A., Nguyen H., Roggenbach M., *Comparing Formal Verification Approaches of Interlocking Systems*, First International Conference, RSSRail 2016, Paris, France, June 28-30, 2016.
- [26] Hlásný L., Bílek J., *Technický Průvodce. Zabezpečování vlakové dopravy na železnicích*, Česká Matice Technická, Praha.
- [27] Iliasov A., Lopatkin I., Romanovsky A., *Practical Formal Methods in Railways - The SafeCap Approach*, Ada-Europe 2014: Reliable Software Technologies – Ada-Europe 2014pp 177-192.
- [28] Iliasov A., Stankaitis P., Adjepon-Yamoah D., *Static Verification of Railway Schema and Interlocking Design Data*, First International Conference, RSSRail 2016, Paris, France, June 28-30, 2016.
- [29] Ing. Křižan D., *Zabezpečovací technika*, Nakladatelství dopravy a spojů, Praha 1986.
- [30] *Instrukcja sygnalizacji Ie-1*, PKP Polskie Linie Kolejowe, Warszawa 2016.
- [31] *Instrukcja kolejowa o prowadzeniu ruchu pociągów Ir-1*, PKP Polskie Linie Kolejowe, Warszawa 2017.
- [32] *Instrukcja kolejowa Ie-4 (WTB-E10) Wytyczne Techniczne Budowy Urządzeń Sterowania Ruchem Kolejowym*, PKP Polskie Linie Kolejowe, Warszawa 2018.
- [33] *Instrukcja o prowadzeniu ruchu pociągów z wykorzystaniem systemu ERTMS/ETCS poziomu 1 Ir-1a*, PKP Polskie Linie Kolejowe, Warszawa 2019.
- [34] Jacyna M.: *Modelowanie i ocena systemów transportowych*, Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Warszawa 2009.
- [35] Jacyna M., Gołębiowski P., Pyza D.: *Railway traffic organization model considering allocation of platform edges for passenger trains*, w: Archives of Transport System Telematics, vol. 11, nr 1, 2018, ss. 27-33.
- [36] Jacyna M., Szczepański E., Izdebski M. [i in.] : *Characteristics of event recorders in Automatic train control systems*, w: Archives of Transport, vol. 46, nr 2, 2018, ss. 61-70.

- [37] Jacyna M., Żak J., Gołębiowski P.: *The Use of the Queueing Theory for the Analysis of Transport Processes*, w: Logistics and Transport, vol. 41, nr 1, 2019, ss. 101-111, DOI:10.26411/83-1734-2015-1-41-12-19
- [38] Jacyna M., *Modelowanie wielokryterialne w zastosowaniu do oceny systemów transportowych*, Prace naukowe PW, TRANSPORT, z. 47, Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Warszawa 2001
- [39] Język C# wydawnictwo Helion, dostęp na: <https://helion.pl> > pobierz-przyklady:E14TE3_dodatek_A_na_FTP.pdf, data dostępu 2019.10
- [40] Jurczak M., *Structure of interlocking table*, -Arch. Transp. Syst. Telematics 2011 vol. 4 iss. 2, s. 18-24, bibliogr. 4 poz., Ustroń 2011.
- [41] Jurczak M., *Influence of changing station layout over railway interlocking*, -Arch. Transp. Syst. Telematics 2012 vol. 5 iss. 3, s. 8-13, bibliogr. 2 poz., Ustroń 2012.
- [42] Jurczak M., Młyńczak J., Konieczny Ł., *Modelowa funkcja siły nastawczej napędu zwrotnicowego*, Diagnostyka maszyn. XLIV Ogólnopolskie sympozjum, Wisła, 26.02. - 2.03.2017 r. Streszczenia. Red. Łukasz Konieczny, Grzegorz Peruń. Politechnika Śląska. Wydział Transportu. Katowice.
- [43] Jurczak M., Młyńczak J., Konieczny Ł., Rozmus J., *Measurement and mathematical function of the actuation force of the rail switch drive*, 27th International Conference on Vibroengineering, Katowice, Poland, September 26-28th, 2017.
- [44] Jurczak M., Konieczny Ł., Młyńczak J., *Przebieg kolejowy jako funkcja trzech zmiennych*, Niezawodność systemów technicznych. Materiały XLVI Zimowej Szkoły Niezawodności, Szczyrk, 7-13 stycznia 2018. Warszawa : Wydział Transportu Politechniki Warszawskiej, 2018, s. 47, bibliogr. 5 poz.
- [45] Jurczak M., Młyńczak J., *Developing a method for automated creation of interlocking tables for railway traffic control systems*, Research methods and solutions to current transport problems. Proceedings of the International Scientific Conference Transport of the 21st Century, 9 - 12th of June 2019, Ryn, Poland.
- [46] Kawalec P., Rżysko M., *Computer aided modeling of railway station traffic control systems*, Czasopismo Logistyka, 2014.
- [47] Kochan A., Wontorski P., *Automatyzacja procesu projektowania urządzeń sterowania ruchem kolejowym*, Zeszyty Naukowo- Techniczne SITK RP, Kraków 2016.
- [48] Koliński D. *Formalny opis funkcji zależnościowych systemów srk dla współczesnych posterunków ruchu*, Prace Naukowe Politechnika Warszawskiej, Warszawa 2012.
- [49] Kukulski J., *Experimental and numerical studies of residual stresses in railway turnout*, W: 21st International Scientific Conference Transport Means 2017. , TRANSPORT MEANS, 2017, Kowno, Kaunas University of Technology, s.541-546.
- [50] Kukulski J., *Numerical modeling of residual stress in CWR track*,. Proceedings of 23rd International Scientific, TRANSPORT MEANS, 2019, Kowno, Publishing House "Technologija", s.1075-1078
- [51] Kukulski J., Gołębiowski P., Pyza D., *Selected aspects of the selection of data sent to the vehicle in automatic rail vehicle driving systems*, Zeszyty Naukowe. Transport - Politechnika Śląska, 2019, vol. 103, s.43-52.
- [52] Lecomte, T., Burdy, L., Leuschel, M., *Formally checking large data sets in the railways*. CoRR, abs/1210.6815 (2012).

- [53] *Leksykon terminów kolejowych*, Rada Programowa Leksykonu, Wydawnictwo KOW, Warszawa 2011.
- [54] Leszczyński J., *Modelowanie symulacyjne w transporcie kolejowym*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 1985.
- [55] Maciejewski M., Zabłocki W., *Metoda tworzenia funkcji i równań zależnościowych w systemach srk*, Czasopismo Logistyka, 2012.
- [56] Marek W., Onyszkiewicz J., *Elementy logiki i teorii mnogości w zadaniach*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2004.
- [57] Mikulski J., Młyńczak J., Faber Ł., *Model Symulatora Przekąźnikowych Urządzeń Sterowania Ruchem Kolejowym*, Katowice 2006.
- [58] Mikulski J., *Evaluation of railway stations reliability*, Silesian University of Technology, Ustroń 2013.
- [59] Mirabadi A., Yazdi B. M., *Automatic generation and verification of railway interlocking control tables using FSM and NUSMV* [w:] *Transport Problems*, Vol. 4, nr No 1, s. 103-110, 2009.
- [60] Młyńczak J., Celiński I, Sierpiński G., *Metoda dynamicznej inwentaryzacji infrastruktury kolejowej*, Computer systems aided science, industry and transport. 18th International Conference TRANSCOMP 2014, Zakopane, 1-4.12.2014, Poland.
- [61] Młyńczak J., *Algorithm determining the setting force at point machines*, 14th International Conference on Transport Systems Telematics. TST 2014, Katowice - Kraków - Ustroń, Poland, October 22-25, 2014.
- [62] Młyńczak J., *Badania układu napęd zwrotnicowy – rozjazd*, Wydaw. Politechniki Śląskiej, 2018.
- [63] Młyńczak J., *Miejsce układu napęd zwrotnicowy - rozjazd w kolejowym systemie transportowym*, Problemy transportu w inżynierii logistyki. Cz. 4, Warszawa 2018.
- [64] Norma PN-EN 50126, *Zastosowania kolejowe- Specyfikacja niezawodności, dostępności, podatności utrzymaniowej i bezpieczeństwa*, PKN Warszawa 2002.
- [65] Norma PN-EN 50128, *Zastosowania kolejowe. Łączność sygnalizacja i systemy sterowania- programy dla kolejowych systemów sterowania i zabezpieczenia*, PKN Warszawa 2002.
- [66] Norma PN-EN 50129, *Zastosowania kolejowe. Systemy łączności, przetwarzania danych i sterowania ruchem. Elektroniczne systemy sterowania ruchem związane z bezpieczeństwem*, PKN Warszawa 2007.
- [67] Nowakowski W., Warchoł A.: *Nowoczesne systemy sterowania i diagnostyki na przykładzie LCS Drzewica*, *Zeszyty Naukowo-Techniczne Stowarzyszenia Inżynierów i Techników Komunikacji w Krakowie*, Kraków 2010.
- [68] Nowakowski W., Krzysztozek K.: „Komputerowy symulator systemu sterowania ruchem kolejowym”, *Czasopismo Logistyka* 3/2014, ISSN 1231-5478.
- [69] Nowakowski W., Łukasik Z., Kuśmińska- Fijałkowska A., *Analiza RAMS i LCC systemów sterowania ruchem kolejowym*, *Czasopismo Logistyka*, 2015.
- [70] Nowakowski W., Bojarczak P., Łukasik Z.: *Performance analysis of data security algorithms used in the railway traffic control systems.*, *Proceedings of the International Conference on Information and Digital Technologies 2017*, Zilina, Slovakia, 2017.

- [71] Nowakowski W., Ciszewski T., Młyńczak J., Łukasik Z., *Failure evaluation of the level crossing protection system based on fault tree analysis*, 14th Scientific and Technical Conference "Transport Systems. Theory and Practice 2017, Springer 2018.
- [72] Nowakowski W., *Diagnostyka systemów automatyki kolejowej jako metoda poprawy bezpieczeństwa*, Uniwersytet Technologiczno-Humanistyczny im. Kazimierza Pułaskiego, Radom 2018
- [73] Radvanovský A., Kašová J., *Polsko- Český Technický Slovník*, Academia 2004, Praha.
- [74] Rástočný K., Nagy P., Mikulski J., Białoń A., Młyńczak J., *Prvky Zabezpečovacích Systémov*, Žilina 2012.
- [75] Sobczyk Mieczysław, *Statystyka*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2021.
- [76] Sobolewski Jerzy, Apuniewicz Sławomir, Dąbrowa-Bajon Mirosława, *Automatyzacja sterowania ruchem kolejowym*, Wydawnictwo Politechniki Warszawskiej, Warszawa 1987.
- [77] Stránský M., *Projekt Wykonawczy P244 PW SRK 02 R1 Plan schematyczny Tablica Poznań Jeżyce*, AŽD Praha, Praga 2019.
- [78] Stránský M., *Projekt Wykonawczy P244 PW SRK 04 R1 Plan schematyczny Tablica Poznań Wola*, AŽD Praha, Praga 2019.
- [79] Stránský M., *Projekt Wykonawczy P244 PW SRK 06 R1 Plan schematyczny Tablica Kiekrz*, AŽD Praha, Praga 2019.
- [80] Stránský M., *Projekt Wykonawczy P244 PW SRK 08 R1 Plan schematyczny Tablica Rokietnica*, AŽD Praha, Praga 2019.
- [81] Stránský M., *Projekt Wykonawczy P244 PW SRK 10 R1 Plan schematyczny Tablica Szamotuły*, AŽD Praha, Praga 2019.
- [82] Stránský M., *Projekt Wykonawczy P244 PW SRK 12 R1 Plan schematyczny Tablica Pęckowo*, AŽD Praha, Praga 2019.
- [83] Stránský M., *Projekt Wykonawczy P244 PW SRK 14 R1 Plan schematyczny Tablica Wronki*, AŽD Praha, Praga 2019.
- [84] Sumiła M., *Metoda tworzenia oprogramowania sterującego w systemach sterowania ruchem kolejowym*, Warszawa 2007.
- [85] Surma S., Młyńczak J., Celiński I., Warczek J., *Mobile analysis of railway traffic safety*, 20th International Conference Vibroengineering, Katowice, Poland, 2015.
- [86] Surma S., Młyńczak J., *Eksploatacja i modernizacja systemów sterowania ruchem kolejowym*, Probl. Kolej. 2014 z. 163, s. 91-99, bibliogr. 8 poz.
- [87] Szar A., *Algorytmy zautomatyzowanych prac projektowych dla zablokowanego systemu przekaźnikowych urządzeń sterowania ruchem kolejowym na górze rozrządowej*, Politechnika Śląska, Katowice 1986.
- [88] TECHNICKÁ NORMA ŽELEZNIC TNŽ 34 2604, *Železniční zabezpečovací zařízení Závěrové tabulky*, SŽDC, 2006.
- [89] Tombs D., Robinson N., Nikandros G., *Signalling Control Table Generation and Verification [w:] CORE 2002: Cost Efficient Railways through Engineering*. Wollongong, N.S.W.: Railway Technical Society of Australasia/Rail Track Association of Australia, s. 415-425, 2002.

- [90] Vanit-Anunchai Somsak, *Modelling Railway Interlocking Tables Using Coloured Petri Nets*, 12th International Conference, COORDINATION 2010, Amsterdam, The Netherlands, June 7-9, 2010.
- [91] Visual Studio: <https://visualstudio.microsoft.com/pl/>.
- [92] Vu L.H., Haxthausen A.E., Peleska J.: *Formal modelling and verification of interlocking systems featuring sequential release*. Sci. Comput. Program. 133, 91–115 (2017).
- [93] Wasilewska E., *Statystyka matematyczna w praktyce*, Warszawa 2015.
- [94] Ważyński T., Apuniewicz S., Dąbrowa- Bajon M., Sobolewski J., *Sterowanie ruchem kolejowym*, Wydawnictwo Komunikacji i Łączności, Warszawa 1970.
- [95] Winter, K.: *Model checking railway interlocking systems*. In: Proceeding of the 25th Australian Computer Science Conference (ACSC 2002) (2002)
- [96] Woch J., *Narzędzia analizy efektywności i optymalizacji sieci kolejowej (Systemy Oceny Układów Torowych SOUT- opis podstawowego oprogramowania)*, Wydawnictwo Politechniki Śląskiej, Gliwice 2001.
- [97] Wontorski Paweł, *Metoda automatyzacji projektowania infrastruktury komputerowego systemu sterowania ruchem kolejowym*, Wydawnictwo Politechniki Warszawskiej, Warszawa 2019.
- [98] Yarwood Alf, *AutoCAD 2000 wprowadzenie*, Autodesk Registered Developer, Wydawnictwo RM, Warszawa 2000.
- [99] Zabłocki W., *Modelowanie stacyjnych systemów sterowania ruchem kolejowym- struktury informacji i elementy opisu formalnego*, Prace naukowe Politechniki Warszawskiej, Warszawa 2006.
- [100] Zabłocki W., *A Formal Analysis of Conflict Functions Used in Rail Traffic Control Systems*, The Archives of Transport, vol. 18, Warszawa 2006.
- [101] Zabłocki W., *Podstawy opisu formalnego zależności stacyjnych*, Prace naukowe TRANSPORT, Politechnika Warszawska, z. 62/2007.
- [102] Zabłocki W., *Modelowanie stacyjnych systemów sterowania ruchem kolejowym*, Prace naukowe Politechniki Warszawskiej, Warszawa 2008.
- [103] Zabłocki W., *Zagadnienie sprzeczności i wykluczeń specjalnych w technice srk*, Zeszyty Naukowo- Techniczne SITK, Oddział w Krakowie 2014.
- [104] Zacharska J., *Słownik Techniczny Angielsko- Polski i Polsko- Angielski*, Wydawnictwo REA s.j., Warszawa 2008.
- [105] Zahradnik J., Rástočný K., *Aplikácie Zabezpečovacích Systémov*, Žilinská univerzita v Žiline, Žilina 2005.
- [106] Zahradnik J., Rástočný K., Kunhart M., *Bezpečnosť Železničných Zabezpečovacích Systémov*, Žilinská univerzita v Žiline, Žilina 2004.
- [107] Zając L., Wdowiak W., Mitura G., Gryłka A., Szafruga J., *TABZAL- system do wyznaczania tablic zależności i kart przebiegów dla urządzeń srk (instrukcja opracowania danych wejściowych)*, Katowice 1993.
- [108] Zalewski P., Siedlecki P, Drewnowski A., *Technologia Transportu Kolejowego*, Wydawnictwo Komunikacji i Łączności sp. Z o.o., Warszawa 2004.

Załącznik 1

Załącznik 1 Spis Rysunków

Załącznik 1 / Rysunek 1. Zwrotnica 110.....	112
Załącznik 1 / Rysunek 2. Zwrotnica 000.....	112
Załącznik 1 / Rysunek 3. Zwrotnica 010.....	112
Załącznik 1 / Rysunek 4. Zwrotnica 100.....	112
Załącznik 1 / Rysunek 5. Zwrotnica 011.....	113
Załącznik 1 / Rysunek 6. Zwrotnica 001.....	113
Załącznik 1 / Rysunek 7. Zwrotnica 111.....	113
Załącznik 1 / Rysunek 8. Zwrotnica 101.....	113
Załącznik 1 / Rysunek 9. Wykolejnica 1100.....	114
Załącznik 1 / Rysunek 10. Wykolejnica 0000.....	114
Załącznik 1 / Rysunek 11. Wykolejnica 0100.....	114
Załącznik 1 / Rysunek 12. Wykolejnica 1000.....	114
Załącznik 1 / Rysunek 13. Wykolejnica 0110.....	115
Załącznik 1 / Rysunek 14. Wykolejnica 0010.....	115
Załącznik 1 / Rysunek 15. Wykolejnica 1110.....	115
Załącznik 1 / Rysunek 16. Wykolejnica 1010.....	115
Załącznik 1 / Rysunek 17. Wykolejnica 1101.....	115
Załącznik 1 / Rysunek 18. Wykolejnica 0001.....	116
Załącznik 1 / Rysunek 19. Wykolejnica 0101.....	116
Załącznik 1 / Rysunek 20. Wykolejnica 1001.....	116
Załącznik 1 / Rysunek 21. Wykolejnica 0111.....	116
Załącznik 1 / Rysunek 22. Wykolejnica 0011.....	117
Załącznik 1 / Rysunek 23. Wykolejnica 1111.....	117
Załącznik 1 / Rysunek 24. Wykolejnica 1011.....	117
Załącznik 1 / Rysunek 25. Semafor 00.....	117
Załącznik 1 / Rysunek 26. Semafor 01.....	118
Załącznik 1 / Rysunek 27. Semafor 10.....	118
Załącznik 1 / Rysunek 28. Semafor 11.....	118
Załącznik 1 / Rysunek 29. Koniec przebiegu 0.....	119
Załącznik 1 / Rysunek 30. Koniec przebiegu 1.....	119
Załącznik 1 / Rysunek 31. Tarcza manewrowa 00.....	119
Załącznik 1 / Rysunek 32. Tarcza manewrowa 01.....	120
Załącznik 1 / Rysunek 33. Tarcza manewrowa 10.....	120
Załącznik 1 / Rysunek 34. Tarcza manewrowa 11.....	120
Załącznik 1 / Rysunek 35. Zwrotnica fikcyjna 11.....	120
Załącznik 1 / Rysunek 36. Zwrotnica fikcyjna 10.....	121
Załącznik 1 / Rysunek 37. Zwrotnica fikcyjna 01.....	121
Załącznik 1 / Rysunek 38. Zwrotnica fikcyjna 00.....	121
Załącznik 1 / Rysunek 39. Blokada półsamoczynna.....	121
Załącznik 1 / Rysunek 40. Blokada samoczynna.....	121
Załącznik 1 / Rysunek 41. Blokada z zapowiadaniem telefonicznym.....	122
Załącznik 1 / Rysunek 42. Droga ochronna za semaforem 1.....	122
Załącznik 1 / Rysunek 43. Droga ochronna za semaforem 2.....	122
Załącznik 1 / Rysunek 44. Przejazd kolejowo- drogowy.....	122
Załącznik 1 / Rysunek 45. Obwód torowy 1.....	123
Załącznik 1 / Rysunek 46. Obwód torowy 2.....	123
Załącznik 1 / Rysunek 47. Kozioł oporowy 1.....	123

Zał. 1 / Rysunek 48. Kozioł oporowy 2123

Baza obiektów możliwych do wstawienia w narzędziu MGLTAB (rysunki są jedynie poglądowe, nie wymaga się pełnej zgodności z wyglądem na planie schematycznym):

— Zwrotnice



Zał. 1 / Rysunek 1. Zwrotnica 110
[opracowanie własne]

Z₁₁₀ – zwrot lewo, kierunek jazdy na bok lewo, plus na wprost



Zał. 1 / Rysunek 2. Zwrotnica 000
[opracowanie własne]

Z₀₀₀ – zwrot prawo, kierunek jazdy na bok prawo, plus na wprost.



Zał. 1 / Rysunek 3. Zwrotnica 010
[opracowanie własne]

Z₀₁₀ – zwrot prawo, kierunek jazdy na bok lewo, plus na wprost.



Zał. 1 / Rysunek 4. Zwrotnica 100
[opracowanie własne]

Z₁₀₀ – zwrot lewo, kierunek jazdy na bok prawo, plus na wprost.



Zał. 1 / Rysunek 5. Zwrotnica 011
[opracowanie własne]

Z₀₁₁- zwrot prawo, kierunek jazdy na bok lewo, plus na bok.



Zał. 1 / Rysunek 6. Zwrotnica 001
[opracowanie własne]

Z₀₀₁- zwrot prawo, kierunek jazdy na bok prawo, plus na bok.



Zał. 1 / Rysunek 7. Zwrotnica 111
[opracowanie własne]

Z₁₁₁- zwrot lewo, kierunek jazdy na bok lewo, plus na bok.



Zał. 1 / Rysunek 8. Zwrotnica 101
[opracowanie własne]

Z₁₀₁- zwrot lewo, kierunek jazdy na bok prawo, plus na bok.

- Wykolejnice- są obiektami, których położenie bezpośrednio wpływa na utwierdzenie przebiegu niczym zwrotnice. W wyniku różnego położenia wykolejnic związanego często z ich położeniem w ochronie bocznej dla przebiegów, dla ułatwienia wstawiania występuje aż 16 różnych obiektów wykolejnic. Podczas korzystania z programu ich tak

duża liczba na pewno zostanie szybko zrozumiana i zaakceptowana przez użytkownika. Rozróżniamy następujące rodzaje obiektów wykolejnic:



Zał. 1 / Rysunek 9. Wykolejnica 1100
[opracowanie własne]

Wk₁₁₀₀- zwrot lewo, kierunek jazdy na bok lewo, w plusie założona, noga zerowa.



Zał. 1 / Rysunek 10. Wykolejnica 0000
[opracowanie własne]

Wk₀₀₀₀- zwrot prawo, kierunek jazdy na bok prawo, w plusie założona, noga zerowa.



Zał. 1 / Rysunek 11. Wykolejnica 0100
[opracowanie własne]

Wk₀₁₀₀- zwrot prawo, kierunek jazdy na bok lewo, w plusie założona, noga zerowa.



Zał. 1 / Rysunek 12. Wykolejnica 1000
[opracowanie własne]

Wk₁₀₀₀- zwrot lewo, kierunek jazdy na bok prawo, w plusie założona, noga zerowa.



Załącznik 1 / Rysunek 13. Wykolejnica 0110
[opracowanie własne]

Wk₀₁₁₀- zwrot prawo, kierunek jazdy na bok lewo, w plusie zdjęta, noga zerowa.



Załącznik 1 / Rysunek 14 Wykolejnica 0010
[opracowanie własne]

Wk₀₁₁₀- zwrot prawo, kierunek jazdy na bok prawo, w plusie zdjęta, noga zerowa.



Załącznik 1 / Rysunek 15. Wykolejnica 1110
[opracowanie własne]

Wk₁₁₁₀- zwrot lewo, kierunek jazdy na bok lewo, w plusie zdjęta, noga zerowa.



Załącznik 1 / Rysunek 16. Wykolejnica 1010
[opracowanie własne]

Wk₁₀₁₀- zwrot lewo, kierunek jazdy na bok prawo, w plusie zdjęta, noga zerowa.



Załącznik 1 / Rysunek 17. Wykolejnica 1101
[opracowanie własne]

Wk₁₁₀₁- zwrot lewo, kierunek jazdy na bok lewo, w plusie założona, noga pierwsza.



Załącznik 1 / Rysunek 18. Wykolejnica 0001
[opracowanie własne]

Wk₀₀₀₁- zwrot prawo, kierunek jazdy na bok prawo, w plusie założona, noga pierwsza.



Załącznik 1 / Rysunek 19. Wykolejnica 0101
[opracowanie własne]

Wk₀₁₀₁- zwrot prawo, kierunek jazdy na bok lewo, w plusie założona, noga pierwsza.



Załącznik 1 / Rysunek 20. Wykolejnica 1001
[opracowanie własne]

Wk₁₀₀₁- zwrot lewo, kierunek jazdy na bok prawo, w plusie założona, noga pierwsza.



Załącznik 1 / Rysunek 21. Wykolejnica 0111
[opracowanie własne]

Wk₀₁₁₁- zwrot prawo, kierunek jazdy na bok lewo, w plusie zdjęta, noga pierwsza.



Zał. 1 / Rysunek 22. Wykolejnica 0011
[opracowanie własne]

Wk₀₀₁₁- zwrot prawo, kierunek jazdy na bok prawo, w plusie zdjęta, noga pierwsza.



Zał. 1 / Rysunek 23. Wykolejnica 1111
[opracowanie własne]

Wk₁₁₁₁- zwrot lewo, kierunek jazdy na bok lewo, w plusie zdjęta, noga pierwsza.



Zał. 1 / Rysunek 24. Wykolejnica 1011
[opracowanie własne]

Wk₁₀₁₁- zwrot lewo, kierunek jazdy na bok prawo, w plusie zdjęta, noga pierwsza.

- Semafor- to obiekty niezbędne do określania początku i końca (drogowskazowe, wyjazdowe) przebiegu na stacji. Tak naprawdę najważniejszy jest ich zwrot, ale ze względu na lepszą ewentualną widoczność takiego sygnalizatora na rysunku, autor zdecydował dać wybór umieszczania go automatycznie po lewej lub prawej stronie toru, jak to ma miejsce na głównych planach schematycznych. Tak więc występują następujące obiekty semaforów:



Zał. 1 / Rysunek 25. Semafor 00
[opracowanie własne]

S₀₀- zwrot prawo, po prawej stronie toru.



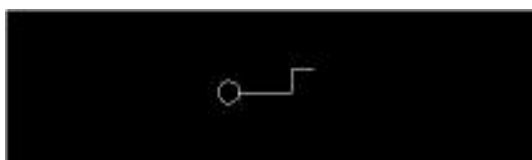
Zał. 1 / Rysunek 26. Semafor 01
[opracowanie własne]

S₀₁- zwrot prawo, po lewej stronie toru.



Zał. 1 / Rysunek 27. Semafor 10
[opracowanie własne]

S₁₀- zwrot lewo, po prawej stronie toru.



Zał. 1 / Rysunek 28. Semafor 11
[opracowanie własne]

S₁₁- zwrot lewo, po lewej stronie toru.

- Koniec przebiegu- jest to obiekt symbolizujący końce przebiegów, gdy np. mamy do czynienia z przebiegiem wyjazdowym lub z przebiegiem na tor boczny z żeberkiem ochronnym w przypadku manewrów itp. Symbol nie będzie wykorzystywany w przypadku gdy przebieg będzie od semafora do semafora, które występują w obrębie stacji. Rozróżniamy następujące końce przebiegów:



Zał. 1 / Rysunek 29. Koniec przebiegu 0
[opracowanie własne]

Kon₀- zwrot prawo.



Zał. 1 / Rysunek 30. Koniec przebiegu 1
[opracowanie własne]

Kon₁- zwrot lewo.

- Tarcza manewrowa- jest to obiekt, który podobnie jak semafor stanowi początek przebiegu (tylko manewrowego), a także jego koniec. Różni się od semafora oczywiście obrazem przycisku oraz wyglądem obiektu. Występują tarcze manewrowe o następujących typach:



Zał. 1 / Rysunek 31. Tarcza manewrowa 00
[opracowanie własne]

Tm₀₀- zwrot prawo, po prawej stronie toru.



Załącznik 1 / Rysunek 32. Tarcza manewrowa 01
[opracowanie własne]

Tm₀₁- zwrot prawo, po lewej stronie toru.



Załącznik 1 / Rysunek 33. Tarcza manewrowa 10
[opracowanie własne]

Tm₁₀- zwrot lewo, po prawej stronie toru.



Załącznik 1 / Rysunek 34. Tarcza manewrowa 11
[opracowanie własne]

Tm₁₁- zwrot lewo, po lewej stronie toru.

- Fikcyjny rozjazd- celem stworzenia tego typu obiektu, który nie zostaje wczytywany do tablic zależności, jest wykorzystanie go w kodzie opartym na współrzędnych x i y. Dzięki temu można rozpatrzyć m.in. przebiegi biegnące z jednego toru na drugi przez jedną zwrotnicę. Jest to element niezbędny do wygenerowania właściwej liczby przebiegów:



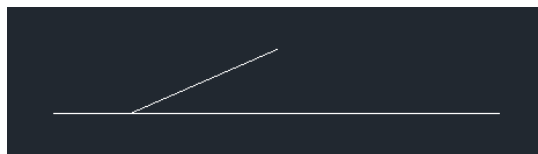
Załącznik 1 / Rysunek 35. Zwrotnica fikcyjna 11
[opracowanie własne]

ZF₁₁- zwrot lewo, kierunek jazdy na bok lewo.



Załącznik 1 / Rysunek 36. Zwrotnica fikcyjna 10
[opracowanie własne]

ZF₁₀- zwrot lewo, kierunek jazdy na bok prawo.



Załącznik 1 / Rysunek 37. Zwrotnica fikcyjna 01
[opracowanie własne]

ZF₀₁- zwrot prawo, kierunek jazdy na bok lewo.



Załącznik 1 / Rysunek 38. Zwrotnica fikcyjna 00
[opracowanie własne]

ZF₀₀- zwrot prawo, kierunek jazdy na bok prawo.

- Blokada liniowa- obiekt określający rodzaj blokady liniowej, która występuje na danym szlaku. Jest to dodatkowa informacja pojawiająca się w tablicach, jej wpływ na same realizacje przebiegów jest niewielka, ale może wpływać między innymi na rodzaje wskazywanych sygnałów na semaforach wyjazdowych:



Załącznik 1 / Rysunek 39. Blokada półsamoczynna
[opracowanie własne]

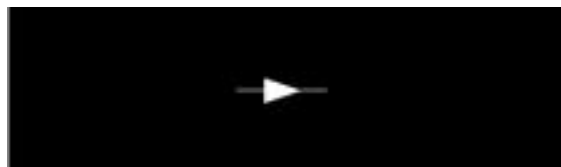


Załącznik 1 / Rysunek 40. Blokada samoczynna
[opracowanie własne]



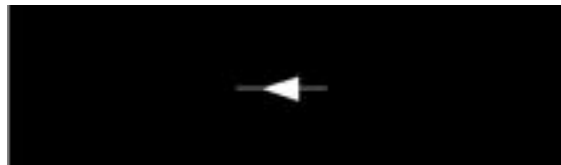
Zał. 1 / Rysunek 41. Blokada z zapowiadaniem telefonicznym
[opracowanie własne]

- Droga ochronna za semaforem- wbrew pozorom jest to element bardzo potrzebny i informuje o ewentualnym uzależnieniu zwrotnic będących w drodze ochronnej za semaforem, pod który odbywa się przebieg. Pamiętać należy o tym, aby wstawiać go bezpośrednio za zwrotnicą objętą drogą ochronną:



Zał. 1 / Rysunek 42. Droga ochronna za semaforem 1
[opracowanie własne]

DO1- zwrot prawo.



Zał. 1 / Rysunek 43. Droga ochronna za semaforem 2
[opracowanie własne]

DO2- zwrot lewo.

- Przejazd kolejowo- drogowy- obiekt ten w celach informacyjnych powinien znaleźć się w tablicach, gdy ma wpływ na zależności, inaczej mówiąc jest uzależniony w przebiegach realizowanych na tej stacji (czy są to wyjazdy, wjazdy czy przejazdy o tym decyduje już projektant):



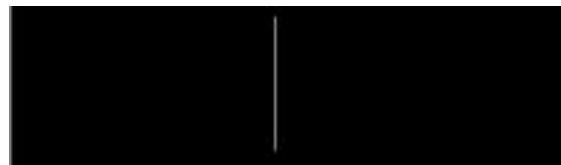
Zał. 1 / Rysunek 44. Przejazd kolejowo- drogowy
[opracowanie własne]

- Obwód torowy- jest to obiekt, który znacznie wpływa na zależności i ewentualne układanie i utwierdzanie się przebiegów. Jest dopisywany do tablicy jako informacja dodatkowa, niczym przejazdy uzależnione w przebiegach. Dodatkowo pojawia się także przy drodze ochronnej za semaforem. Ze względu na ułatwienie wstawienia obwodów rozróżniamy pionowe oraz częściej stosowane poziome:



Zał. 1 / Rysunek 45. Obwód torowy 1
[opracowanie własne]

TC1- poziomy.



Zał. 1 / Rysunek 46. Obwód torowy 2
[opracowanie własne]

TC2- pionowy.

- Kozioł oporowy- jest obiektem tylko i wyłącznie estetycznym dla najlepszego odzwierciedlenia wyglądu stacji i pokazania końca przetaczania po torze:



Zał. 1 / Rysunek 47. Kozioł oporowy 1
[opracowanie własne]

K₀- zwrot lewo.



Zał. 1 / Rysunek 48. Kozioł oporowy 2
[opracowanie własne]

K₁- zwrot prawo.

Załącznik 2

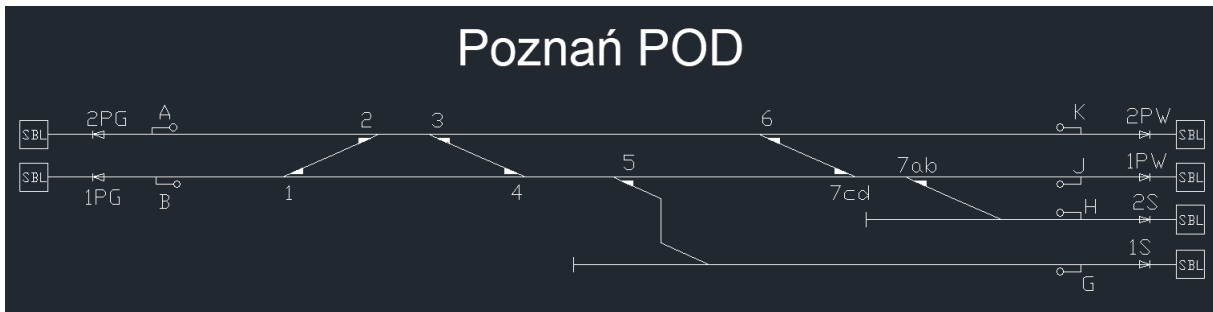
Załącznik 2 Spis rysunków

Zał. 2 / Rysunek 1.	Plan schematyczny posterunku Poznań POD metody MGLTAB	126
Zał. 2 / Rysunek 2.	Plan schematyczny posterunku Poznań Wola metody MGLTAB	126
Zał. 2 / Rysunek 3.	Plan schematyczny posterunku Kiekrz metody MGLTAB	126
Zał. 2 / Rysunek 4.	Plan schematyczny posterunku Rokietnica metody MGLTAB	127
Zał. 2 / Rysunek 5.	Plan schematyczny posterunku Szamotuły metody MGLTAB	127
Zał. 2 / Rysunek 6.	Plan schematyczny posterunku Pęckowo metody MGLTAB.....	127
Zał. 2 / Rysunek 7.	Plan schematyczny posterunku Wronki metody MGLTAB	127

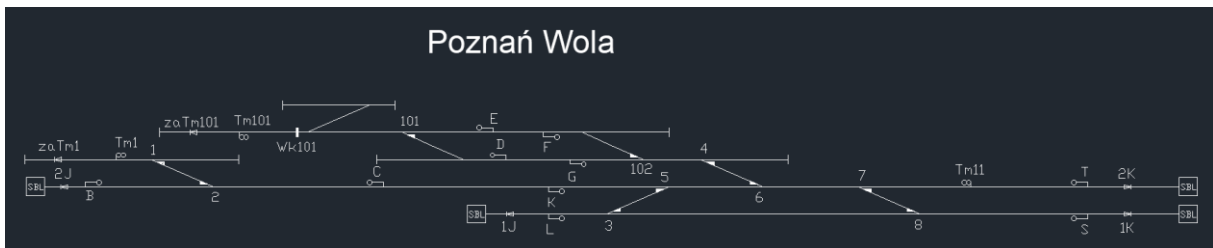
Załącznik 2 Spis Tabel

Załącznik 2 / Tabela 1. Tablica przebiegów posterunku Poznań POD Jeżyce	128
Załącznik 2 / Tabela 2. Tablica przebiegów posterunku Poznań Wola	129
Załącznik 2 / Tabela 3. Tablica przebiegów posterunku Kiekrz	131
Załącznik 2 / Tabela 4. Tablica przebiegów posterunku Szamotuły	134
Załącznik 2 / Tabela 5. Tablica przebiegów posterunku Pęckowo.....	134
Załącznik 2 / Tabela 6. Tablica przebiegów posterunku Wronki	137
Załącznik 2 / Tabela 7. Tablica analizy wyników dla posterunku Poznań POD Jeżyce	138
Załącznik 2 / Tabela 8. Tablica analizy wyników dla posterunku Poznań Wola	139
Załącznik 2 / Tabela 9. Tablica analizy wyników dla posterunku Kiekrz	141
Załącznik 2 / Tabela 10. Tablica analizy wyników dla posterunku Szamotuły	144
Załącznik 2 / Tabela 11. Tablica analizy wyników dla posterunku Pęckowo.....	144
Załącznik 2 / Tabela 12. Tablica analizy wyników dla posterunku Wronki.....	147

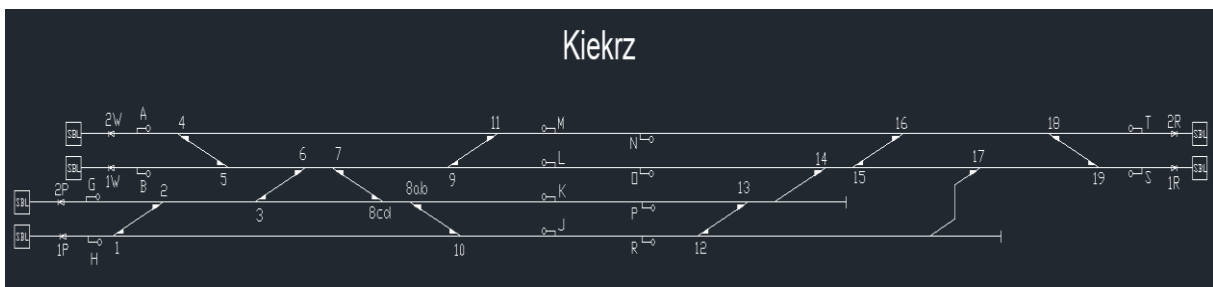
W załączeniu 2 przedstawiono uproszczone plany schematyczne wszystkich posterunków linii Poznań- Wronki wykonane w oprogramowaniu AutoCAD przy pomocy dedykowane paska narzędzi „Blok” w metodzie MGLTAB. Dodatkowo w drugiej części załącznika zaprezentowano wyniki generacji w narzędziu MGLTAB przebiegów wraz ze zwrotnicami w drodze jazdy i ochronie bocznej dla wszystkich posterunków poza stacją Rokietnica, która została ukazana w tabelicy 12 części głównej pracy. Rysunki zostały wykonane zgodnie z [77], [78], [79], [80], [81], [82], [83].



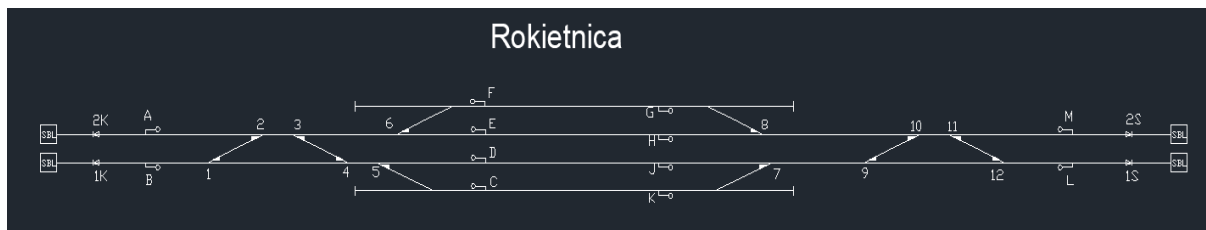
Załącznik 2 / Rysunek 1. Plan schematyczny posterunku Poznań POD metody MGLTAB [opracowanie własne]



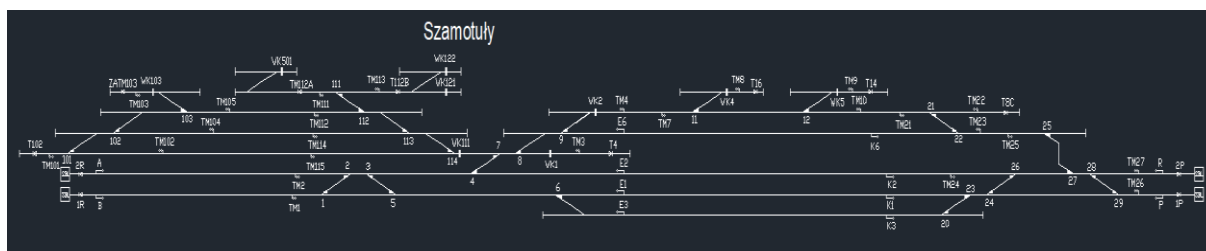
Załącznik 2 / Rysunek 2. Plan schematyczny posterunku Poznań Wola metody MGLTAB [opracowanie własne]



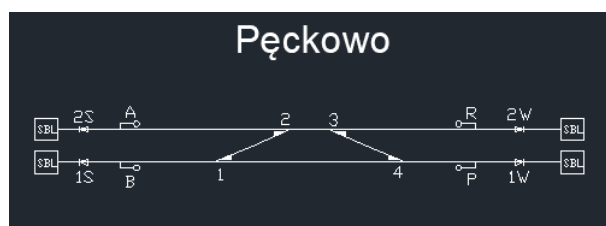
Załącznik 2 / Rysunek 3. Plan schematyczny posterunku Kiekrz metody MGLTAB [opracowanie własne]



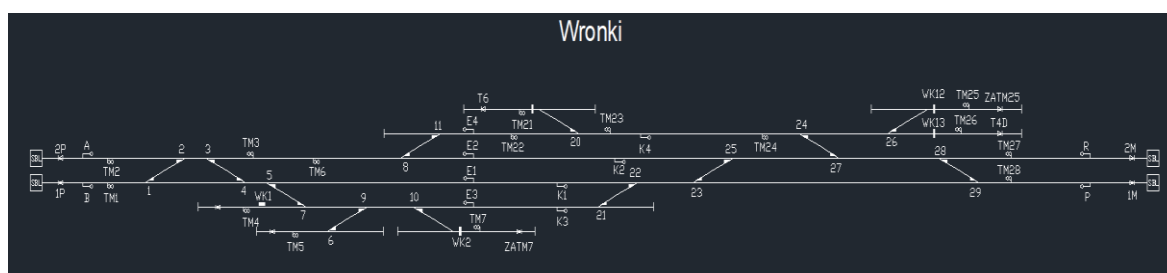
Załącznik 2 / Rysunek 4. Plan schematyczny posterunku Rokietnica metody MGLTAB [opracowanie własne]



Załącznik 2 / Rysunek 5. Plan schematyczny posterunku Szamotuły metody MGLTAB [opracowanie własne]



Załącznik 2 / Rysunek 6. Plan schematyczny posterunku Pęckowo metody MGLTAB [opracowanie własne]



Załącznik 2 / Rysunek 7. Plan schematyczny posterunku Wronki metody MGLTAB [opracowanie własne]

Lp.	Początek przebiegu	Koniec przebiegu	zwrotnica w przebiegu	zwrotnica w ochronie
1	A	T2PW	2+3+6+	1+4+7CD+
2	A	T1PW	3-4-2+7AB+7CD+5+	1+6+
3	A	T1PW	6-7CD-2+3+7AB+	5-1+4+
4	A	T2S	3-4-7AB-2+7CD+5+	1+6+
5	A	T2S	6-7CD-7AB-2+3+	5-1+4+
6	A	T1S	3-4-5-2+	7CD-1+
7	B	T2PW	1-2-3+6+	4+7CD+
8	B	T1PW	1+4+7AB+7CD+5+	2+3+6+
9	B	T1PW	1-2-3-4-7AB+7CD+5+	6+
10	B	T1PW	1-2-6-7CD-3+7AB+	5-4+
11	B	T2S	7AB-1+4+7CD+5+	2+3+6+
12	B	T2S	1-2-3-4-7AB-7CD+5+	6+
13	B	T2S	1-2-6-7CD-7AB-3+	5-4+
14	B	T1S	5-1+4+	7CD-2+3+
15	B	T1S	1-2-3-4-5-	7CD-
16	K	T2PG	2+3+6+	1+4+7CD+
17	K	T1PG	2-1-3+6+	4+7CD+
18	J	T2PG	4-3-7AB+7CD+5+2+	6+1+
19	J	T2PG	7CD-6-7AB+2+3+	5-1+4+
20	J	T1PG	1+4+7AB+7CD+5+	2+3+6+
21	J	T1PG	4-3-2-1-7AB+7CD+5+	6+
22	J	T1PG	7CD-6-2-1-7AB+3+	5-4+
23	H	T2PG	7AB-4-3-7CD+5+2+	6+1+
24	H	T2PG	7AB-7CD-6-2+3+	5-1+4+
25	H	T1PG	7AB-1+4+7CD+5+	2+3+6+
26	H	T1PG	7AB-4-3-2-1-7CD+5+	6+
27	H	T1PG	7AB-7CD-6-2-1-3+	5-4+
28	G	T2PG	5-4-3-2+	7CD-1+
29	G	T1PG	5-1+4+	7CD-2+3+
30	G	T1PG	5-4-3-2-1-	7CD-

Załącznik 2 / Tabela 1. Tablica przebiegów posterunku Poznań POD Jeżyce
[opracowanie własne]

Lp.	Początek przebiegu	Koniec przebiegu	zwrotnica w przebiegu	zwrotnica w ochronie
1	C	T2J	2+	1+
2	K	T2K	5+6+7+	3+4+8+
3	K	T1K	7-8-5+6+	3+4+
4	L	T2K	3-5-6+7+	4+8+
5	L	T1K	3+8+	5+7+
6	L	T1K	3-5-7-8-6+	4+
7	G	T2K	4-6-102+7+	3+8+
8	G	T1K	4-6-7-8-102+	3+
9	F	T2K	102-4-6-7+	3+8+

Lp.	Początek przebiegu	Koniec przebiegu	zwrotnica w przebiegu	zwrotnica w ochronie
10	F	T1K	102-4-6-7-8-	3+
11	T	T1J	5-3-6+7+	4+8+
12	S	T1J	3+8+	5+7+
13	S	T1J	8-7-5-3-6+	4+
14	B	K	2+	1+
15	T	C	5+6+7+	3+4+8+
16	T	D	6-4-7+102+	3+8+
17	T	E	6-4-102-7+	3+8+
18	S	C	8-7-5+6+	3+4+
19	S	D	8-7-6-4-102+	3+
20	S	E	8-7-6-4-102-	3+
1	C	ZATM1	2-1-	brak
2	K	T2K	5+6+7+	brak
3	G	T2K	4-6-102+7+	brak
4	F	T2K	102-4-6-7+	brak
5	D	ZATM101	-101	brak
6	E	ZATM101	101+	brak
7	TM101	G	-101	brak
8	TM101	F	101+	brak
9	TM11	C	5+6+7+	brak
10	TM11	D	6-4-7+102+	brak
11	TM11	E	6-4-102-7+	brak
12	TM1	K	1-2-	brak

Załącznik 2 / Tabela 2. Tablica przebiegów posterunku Poznań Wola
[opracowanie własne]

Lp.	Początek przebiegu	Koniec przebiegu	zwrotnica w przebiegu	zwrotnica w ochronie
1	M	T2W	4+11+	5+9+
2	M	T2W	11-9-5-4-6+7+	3+8CD+
3	M	T1W	11-9-5+6+7+	4+3+8CD+
4	M	T2P	11-9-6-3-7+2+	4+10+8CD+1+
5	M	T1P	11-9-6-3-2-1-7+	4+10+8CD+
6	L	T2W	5-4-6+7+9+	3+8CD+11+
7	L	T1W	5+6+7+9+	4+3+8CD+11+
8	L	T2P	6-3-7+9+2+	4+10+8CD+11+1+
9	L	T1P	6-3-2-1-7+9+	4+10+8CD+11+
10	K	T2W	8CD-7-5-4-8AB+6+	1+11+10+3+
11	K	T1W	8CD-7-8AB+5+6+	1+11+10+4+3+
12	K	T2P	3+2+8CD+8AB+	6+1+7+10+
13	K	T2P	8CD-7-6-3-8AB+2+	1+11+4+10+10+1+
14	K	T1P	2-1-3+8CD+8AB+	6+7+10+
15	K	T1P	8CD-7-6-3-2-1-8AB+	1+11+4+10+10+
16	J	T2W	10-8AB-8CD-7-5-4-6+	1+11+3+

Lp.	Początek przebiegu	Koniec przebiegu	zwrotnica w przebiegu	zwrotnica w ochronie
17	J	T1W	10-8AB-8CD-7-5+6+	1+11+4+3+
18	J	T2P	10-8AB-3+2+8CD+	6+1+7+
19	J	T2P	10-8AB-8CD-7-6-3-2+	1+11+4+10+1+
20	J	T1P	1+10+	2+8AB+
21	J	T1P	10-8AB-2-1-3+8CD+	6+7+
22	J	T1P	10-8AB-8CD-7-6-3-2-1-	1+11+4+10+
23	N	T2R	16+18+	15+19+
24	N	T1R	18-19-16+	15+
25	O	T2R	15-16-14+18+	17-19+
26	O	T1R	14+15+17+19+	16+18+
27	O	T1R	15-16-18-19-14+	-17
28	P	T2R	14-15-16-13+18+	17-12+19+
29	P	T1R	14-13+15+17+19+	12+16+18+
30	P	T1R	14-15-16-18-19-13+	17-12+
31	R	T2R	12-13-14-15-16-18+	17-19+
32	R	T1R	17-12+19+	15-13+18+
33	R	T1R	12-13-14-15+17+19+	16+18+
34	R	T1R	12-13-14-15-16-18-19-	-17
35	A	N	4+11+	5+9+
36	A	N	4-5-9-11-6+7+	3+8CD+
37	A	O	4-5-6+7+9+	3+8CD+11+
38	A	P	4-5-7-8CD-6+8AB+	11+1+3+10+
39	A	R	4-5-7-8CD-8AB-10-6+	11+1+3+
40	B	N	9-11-5+6+7+	4+3+8CD+
41	B	O	5+6+7+9+	4+3+8CD+11+
42	B	P	7-8CD-5+6+8AB+	11+1+4+3+10+
43	B	R	7-8CD-8AB-10-5+6+	11+1+4+3+
44	G	N	3-6-9-11-2+7+	10+4+1+8CD+
45	G	O	3-6-2+7+9+	10+4+1+8CD+11+
46	G	P	3+2+8CD+8AB+	6+1+7+10+
47	G	P	3-6-7-8CD-2+8AB+	10+4+11+1+1+10+
48	G	R	8AB-10-3+2+8CD+	6+1+7+
49	G	R	3-6-7-8CD-8AB-10-2+	10+4+11+1+1+
50	H	N	1-2-3-6-9-11-7+	10+4+8CD+
51	H	O	1-2-3-6-7+9+	10+4+8CD+11+
52	H	P	1-2-3+8CD+8AB+	6+7+10+
53	H	P	1-2-3-6-7-8CD-8AB+	10+4+11+1+10+
54	H	R	1+10+	2+8AB+
55	H	R	1-2-8AB-10-3+8CD+	6+7+
56	H	R	1-2-3-6-7-8CD-8AB-10-	10+4+11+1+
57	T	M	16+18+	15+19+
58	T	L	16-15-18+14+	17-19+
59	T	K	16-15-14-18+13+	17-19+12+
60	T	J	16-15-14-13-12-18+	17-19+

Lp.	Początek przebiegu	Koniec przebiegu	zwrotnica w przebiegu	zwrotnica w ochronie
61	S	M	19-18-16+	15+
62	S	L	14+15+17+19+	16+18+
63	S	L	19-18-16-15-14+	-17
64	S	K	14-15+17+19+13+	16+18+12+
65	S	K	19-18-16-15-14-13+	17-12+
66	S	J	17-19+12+	15-18+13+
67	S	J	14-13-12-15+17+19+	16+18+
68	S	J	19-18-16-15-14-13-12-	-17

Załącznik 2 / Tabela 3. Tablica przebiegów posterunku Kiekrz
[opracowanie własne]

Lp.	Początek przebiegu	Koniec przebiegu	zwrotnica w przebiegu	zwrotnica w ochronie
1	A	T2P	4-7-8+9-21-22-25-27-2+3+11+12+28+	1+5+29+
2	A	T1P	4-7-8+9-21-22-25-27-28-29-2+3+11+12+	1+5+
3	E6	T2R	8+7-4-9+2+3+	1+5+
4	E6	T1R	8+7-4-2-1-9+3+	5+
5	E2	T2R	2+3+4+	1+5+7+
6	E2	T1R	2-1-3+4+	5+7+
7	E1	T2R	5-3-6+2+	7+1+
8	E1	T1R	1+5+6+	2+3+
9	E1	T1R	5-3-2-1-6+	7+
10	E3	T2R	6-5-3-2+	7+1+
11	E3	T1R	6-1+5+	2+3+
12	E3	T1R	6-5-3-2-1-	7+
13	K6	T2P	25-27-22+28+	24+21+29+
14	K6	T1P	25-27-28-29-22+	24+20+21+
15	K2	T2P	27+26+28+	25+24+29+
16	K2	T1P	28-29-27+26+	20+25+24+
17	K1	T2P	24-26-23+27+28+	20+25+29+
18	K1	T1P	23+29+24+	20+28+26+
19	K1	T1P	24-26-28-29-23+27+	20+20+25+
20	K3	T2P	20-23-24-26-27+28+	25+29+
21	K3	T1P	20-23-29+24+	28+26+
22	K3	T1P	20-23-24-26-28-29-27+	20+25+
23	P	T1R	29-28-27-25-22-21-9-8+7-4-2-1-11+12+3+	5+
24	A	K6	4-7-8+2+3+9+	1+5+
25	A	K2	2+3+4+	1+5+7+
26	A	K1	3-5-2+6+	7+1+
27	A	K3	3-5-6-2+	7+1+
28	B	K6	1-2-4-7-8+3+9+	5+
29	B	K2	1-2-3+4+	5+7+
30	B	K1	1+5+6+	2+3+

Lp.	Początek przebiegu	Koniec przebiegu	zwrotnica w przebiegu	zwrotnica w ochronie
31	B	K1	1-2-3-5-6+	7+
32	B	K3	6-1+5+	2+3+
33	B	K3	1-2-3-5-6-	7+
34	R	E6	27-25-28+22+	24+29+21+
35	R	E2	27+26+28+	25+24+29+
36	R	E1	26-24-27+28+23+	25+29+20+
37	R	E3	26-24-23-20-27+28+	25+29+
38	P	E6	29-28-27-25-22+	20+24+21+
39	P	E2	29-28-27+26+	20+25+24+
40	P	E1	23+29+24+	20+28+26+
41	P	E1	29-28-26-24-27+23+	20+25+20+
42	P	E3	23-20-29+24+	28+26+
43	P	E3	29-28-26-24-23-20-27+	20+25+
1	TM1	T4	1-2-4-7-3+8+	brak
2	TM2	T4	4-7-2+3+8+	brak
3	TM111	T112B	111+	brak
4	TM111	T4	111-112-113-114-7+8+	brak
5	TM113	T112A	111+	brak
6	TM112	T4	113-114-112+7+8+	brak
7	TM105	T102	102-101-103+	brak
8	TM105	ZATM103		-103 brak
9	TM104	T102	101-102+	brak
10	TM114	T4	114-113+7+8+	brak
11	TM102	T102	101+	brak
12	TM115	T4	7+114+8+	brak
13	TM4	T2R	9-8-7-4-2+3+	brak
14	TM4	T1R	9-8-7-4-2-1-3+	brak
15	TM4	T112A	9-8-114-113-112-111-7+	brak
16	E6	T2R	8-7-4-9+2+3+	brak
17	E6	T1R	8-7-4-2-1-9+3+	brak
18	E6	T112A	8-114-113-112-111-9+7+	brak
19	TM3	T2R	7-4-8+2+3+	brak
20	TM3	T1R	7-4-2-1-8+3+	brak
21	TM3	T112A	114-113-112-111-7+8+	brak
22	E2	T2R	2+3+4+	brak
23	E2	T1R	2-1-3+4+	brak
24	E1	T2R	5-3-6+2+	brak
25	E1	T1R	1+5+6+	brak
26	E1	T1R	5-3-2-1-6+	brak
27	E3	T2R	6-5-3-2+	brak
28	E3	T1R	6-1+5+	brak
29	E3	T1R	6-5-3-2-1-	brak
30	TM7	T16		-11 brak
31	TM7	T14	12-11+	brak

Lp.	Początek przebiegu	Koniec przebiegu	zwrotnica w przebiegu	zwrotnica w ochronie
32	TM21	T8C	21+	brak
33	TM25	T2P	25-27-28+	brak
34	TM25	T1P	25-27-28-29-	brak
35	K1	T2P	24+26-23+27+28+	brak
36	K1	T1P	24-23+29+	brak
37	K1	T1P	24+26-28-29-23+27+	brak
38	K3	T2P	20-23-24+26-27+28+	brak
39	K3	T1P	20-23-24-29+	brak
40	K3	T1P	20-23-24+26-28-29-27+	brak
41	TM24	T2P	27+26+28+	brak
42	TM24	T1P	28-29-27+26+	brak
43	TM1	TM7	1-2-4-7-8-9-3+	brak
44	TM1	K6	1-2-4-7-8-3+9+	brak
45	TM1	K2	1-2-3+4+	brak
46	TM1	K1	1+5+6+	brak
47	TM1	K1	1-2-3-5-6+	brak
48	TM1	K3	6-1+5+	brak
49	TM1	K3	1-2-3-5-6-	brak
50	TM2	TM7	4-7-8-9-2+3+	brak
51	TM2	K6	4-7-8-2+3+9+	brak
52	TM2	K2	2+3+4+	brak
53	TM2	K1	3-5-2+6+	brak
54	TM2	K3	3-5-6-2+	brak
55	TM111	TM7	111-112-113-114-8-9-7+	brak
56	TM111	K6	111-112-113-114-8-7+9+	brak
57	TM103	TM112	-103	brak
58	TM112	TM7	113-114-8-9-112+7+	brak
59	TM112	K6	113-114-8-112+7+9+	brak
60	TM114	TM7	114-8-9-113+7+	brak
61	TM114	K6	114-8-113+7+9+	brak
62	TM115	TM7	8-9-7+114+	brak
63	TM115	K6	8-7+114+9+	brak
64	TM4	TM105	9-8-114-113-7+112+	brak
65	TM4	TM104	9-8-114-7+113+	brak
66	TM4	TM102	9-8-7+114+	brak
67	E6	TM105	8-114-113-9+7+112+	brak
68	E6	TM104	8-114-9+7+113+	brak
69	E6	TM102	8-9+7+114+	brak
70	TM3	TM105	114-113-7+8+112+	brak
71	TM3	TM104	114-7+8+113+	brak
72	TM3	TM102	7+114+8+	brak
73	TM7	TM21	11+12+	brak
74	TM8	TM4	-11	brak
75	TM9	TM4	12-11+	brak

Lp.	Początek przebiegu	Koniec przebiegu	zwrotnica w przebiegu	zwrotnica w ochronie
76	TM10	TM4	11+12+	brak
77	TM21	TM25	21-22-	brak
78	TM22	TM10	21+	brak
79	TM23	E6	22+	brak
80	TM23	TM10	22-21-	brak
81	K6	TM25	22+	brak
82	K2	TM24	brak	brak
83	TM27	E2	27+26+28+	brak
84	TM27	E1	26-24+27+28+23+	brak
85	TM27	E3	26-24+23-20-27+28+	brak
86	TM27	TM23	27-25-28+	brak
87	TM26	E2	29-28-27+26+	brak
88	TM26	E1	24-23+29+	brak
89	TM26	E1	29-28-26-24+27+23+	brak
90	TM26	E3	23-20-24-29+	brak
91	TM26	E3	29-28-26-24+23-20-27+	brak
92	TM26	TM23	29-28-27-25-	brak
93	TM101	TM112	101-102-103+	
94	TM101	TM114	101-102+	
95	TM101	TM115	101+	

Załącznik 2 / Tabela 4. Tablica przebiegów posterunku Szamotuły
[opracowanie własne]

Lp.	Początek przebiegu	Koniec przebiegu	zwrotnica w przebiegu	zwrotnica w ochronie
1	A	T2W	2+3+	1+4+
2	A	T1W	3-4-2+	1+
3	B	T2W	1-2-3+	4+
4	B	T1W	1+4+	2+3+
5	B	T1W	1-2-3-4-	brak
6	R	T2S	2+3+	1+4+
7	R	T1S	2-1-3+	4+
8	P	T2S	4-3-2+	1+
9	P	T1S	1+4+	2+3+
10	P	T1S	4-3-2-1-	brak

Załącznik 2 / Tabela 5. Tablica przebiegów posterunku Pęckowo
[opracowanie własne]

Lp.	Początek przebiegu	Koniec przebiegu	zwrotnica w przebiegu	zwrotnica w ochronie
1	E3	2P	7-5-4-3-9+10+2+	6+1+
2	E3	1P	7-5-9+10+4+1+	6+3+2+
3	E3	1P	7-5-4-3-2-1-9+10+	7+6+
4	E1	2P	4-3-5+2+	7+1+
5	E1	1P	4+5+1+	3+7+2+
6	E1	1P	4-3-2-1-5+	7+7+
7	E2	2P	2+3+8+	1+4+11+
8	E2	1P	2-1-3+8+	7+4+11+
9	E4	2P	11-8-2+3+	1+4+
10	E4	1P	11-8-2-1-3+	7+4+
11	K4	T2M	24-27-28+	23+29+
12	K4	T1M	24-27-28-29-	23+21+
13	K2	T2M	25+27+28+	23+24+29+
14	K2	T1M	28-29-25+27+	21+23+24+
15	K1	T2M	23-25-22+27+28+	21+24+29+
16	K1	T1M	22+23+29+	21+25+28+
17	K1	T1M	23-25-28-29-22+27+	21+21+24+
18	K3	T2M	21-22-23-25-27+28+	24+29+
19	K3	T1M	21-22-23+29+	25+28+
20	K3	T1M	21-22-23-25-28-29-27+	21+24+
21	A	K4	8-11-2+3+20+	1+4+
22	A	K2	2+3+8+	1+4+11+
23	A	K1	3-4-2+5+	1+7+
24	A	K3	3-4-5-7-2+9+10+	1+6+
25	B	K4	1-2-8-11-3+20+	7+4+
26	B	K2	1-2-3+8+	7+4+11+
27	B	K1	4+5+1+	3+7+2+
28	B	K1	1-2-3-4-5+	7+7+
29	B	K3	5-7-4+1+9+10+	3+2+6+
30	B	K3	1-2-3-4-5-7-9+10+	7+6+
31	R	E3	25-23-22-21-27+28+	24+29+
32	R	E1	25-23-27+28+22+	24+29+21+
33	R	E2	25+27+28+	23+24+29+
34	R	E4	27-24-28+20+	23+29+
35	P	E3	22-21-23+29+	25+28+
36	P	E3	29-28-25-23-22-21-27+	21+24+
37	P	E1	22+23+29+	21+25+28+
38	P	E1	29-28-25-23-27+22+	21+24+21+
39	P	E2	29-28-25+27+	21+23+24+
40	P	E4	29-28-27-24-20+	21+23+
1	TM1	ZATM7	5-7-10-4+1+9+	brak
2	TM1	ZATM7	1-2-3-4-5-7-10-9+	brak

Lp.	Początek przebiegu	Koniec przebiegu	zwrotnica w przebiegu	zwrotnica w ochronie
3	TM2	ZATM7	3-4-5-7-10-2+9+	brak
4	TM3	2P	2+3+	brak
5	TM3	1P	2-1-3+	brak
6	TM5	ZATM7	6-9-10-	brak
7	TM7	2P	10-7-5-4-3-9+2+	brak
8	TM7	1P	10-7-5-9+4+1+	brak
9	TM7	1P	10-7-5-4-3-2-1-9+	brak
10	TM7	T3A	10-7+9+	brak
11	TM7	ZATM5	10-9-6-	brak
12	E3	2P	7-5-4-3-9+10+2+	brak
13	E3	1P	7-5-9+10+4+1+	brak
14	E3	1P	7-5-4-3-2-1-9+10+	brak
15	E3	T3A	7+9+10+	brak
16	E3	ZATM5	9-6-10+	brak
17	E1	2P	4-3-5+2+	brak
18	E1	1P	4+5+1+	brak
19	E1	1P	4-3-2-1-5+	brak
20	TM23	T6	-20	brak
21	K2	T2M	25+27+28+	brak
22	K2	T1M	28-29-25+27+	brak
23	K1	T2M	23-25-22+27+28+	brak
24	K1	T1M	22+23+29+	brak
25	K1	T1M	23-25-28-29-22+27+	brak
26	K3	T2M	21-22-23-25-27+28+	brak
27	K3	T1M	21-22-23+29+	brak
28	K3	T1M	21-22-23-25-28-29-27+	brak
29	TM24	ZATM25	26-24+	brak
30	TM24	T4D	24+26+	brak
31	TM24	T2M	24-27-28+	brak
32	TM24	T1M	24-27-28-29-	brak
33	TM4	ZATM7	10-7+9+	brak
34	TM1	TM6	1-2-3+	brak
35	TM1	K1	4+5+1+	brak
36	TM1	K1	1-2-3-4-5+	brak
37	TM1	K3	5-7-4+1+9+10+	brak
38	TM1	K3	1-2-3-4-5-7-9+10+	brak
39	TM2	TM6	2+3+	brak
40	TM2	K1	3-4-2+5+	brak
41	TM2	K3	3-4-5-7-2+9+10+	brak
42	TM5	K3	6-9-10+	brak
43	TM6	TM22	8-11-	brak
44	TM6	K2	8+	brak
45	E2	TM3	8+	brak
46	E4	TM3	11-8-	brak

Lp.	Początek przebiegu	Koniec przebiegu	zwrotnica w przebiegu	zwrotnica w ochronie
47	TM22	K4	20+	brak
48	TM21	K4	-20	brak
49	TM23	E4	20+	brak
50	K4	TM24	brak	brak
51	TM25	TM23	26-24+	brak
52	TM27	E3	25-23-22-21-27+28+	brak
53	TM27	E1	25-23-27+28+22+	brak
54	TM27	E2	25+27+28+	brak
55	TM27	TM23	27-24-28+	brak
56	TM28	E3	22-21-23+29+	brak
57	TM28	E3	29-28-25-23-22-21-27+	brak
58	TM28	E1	22+23+29+	brak
59	TM28	E1	29-28-25-23-27+22+	brak
60	TM28	E2	29-28-25+27+	brak
61	TM28	TM23	29-28-27-24-	brak
62	TM4	K3	7+9+10+	brak
63	TM26	TM23	24+26+	brak

Załącznik 2 / Tabela 6. Tablica przebiegów posterunku Wronki
[opracowanie własne]

Lp.	Początek przebiegu	Koniec przebiegu	Zwrotnice nie występujące lub nadmiarowe po generacji
1	A	T2PW	
2	A	T1PW	
3	A	T1PW	
4	A	T2S	
5	A	T2S	
6	A	T1S	
8	B	T2PW	
9	B	T1PW	
10	B	T1PW	
11	B	T1PW	
12	B	T2S	
13	B	T2S	
14	B	T2S	
15	B	T1S	
16	B	T1S	
18	G	T1PG	
19	G	T1PG	
20	G	T2PG	
22	H	T1PG	
23	H	T1PG	
24	H	T1PG	

Lp.	Początek przebiegu	Koniec przebiegu	Zwrotnice nie występujące lub nadmiarowe po generacji
25	H	T2PG	
26	H	T2PG	
28	J	T1PG	
29	J	T1PG	
30	J	T1PG	
31	J	T2PG	
32	J	T2PG	
34	K	T1PG	
35	K	T2PG	

Załącznik 2 / Tabela 7. Tablica analizy wyników dla posterunku Poznań POD Jeżyce
[opracowanie własne]

Lp.	Początek przebiegu	Koniec przebiegu	Zwrotnice nie występujące lub nadmiarowe po generacji
1	B	K	
2	B	K	ZE WZGLĘDU NA SYGNAŁY, NIE LICZONE DO STATYSTYK
4	C	2J	
6	F	2K	5+(NADMIAROWA w TABLICACH DALEKA OCHRONA BOCZNA)
7	F	1K	5+(NADMIAROWA w TABLICACH DALEKA OCHRONA BOCZNA)
9	G	2K	5+(NADMIAROWA w TABLICACH DALEKA OCHRONA BOCZNA)
10	G	1K	5+(NADMIAROWA w TABLICACH DALEKA OCHRONA BOCZNA)
12	K	2K	
13	K	1K	
15	L	2K	
16	L	1K	
17	L	1K	
19	S	1J	
20	S	1J	
21	S	C	
22	S	C	ZE WZGLĘDU NA SYGNAŁY, NIE LICZONE DO STATYSTYK
23	S	D	101- (DROGA OCHRONNA ZA SEMAFOREM)
24	S	E	101- (DROGA OCHRONNA ZA SEMAFOREM)
26	T	1J	
27	T	C	
28	T	C	ZE WZGLĘDU NA SYGNAŁY, NIE LICZONE DO STATYSTYK
29	T	D	101- (DROGA OCHRONNA ZA SEMAFOREM) ,5+(NADMIAROWA w TABLICACH DALEKA OCHRONA BOCZNA)
30	T	E	101- (DROGA OCHRONNA ZA SEMAFOREM) ,5+(NADMIAROWA w TABLICACH DALEKA OCHRONA BOCZNA)
32	C	ZATM1	
34	D	ZATM101	
36	E	ZATM101	
38	F	2K	3+ (DALEKA OCHRONA BOCZNA), 8+(OCHRONA BOCZNA) , 5+(NADMIAROWA OCHRONA BOCZNA)
40	G	2K	3+ (DALEKA OCHRONA BOCZNA), 8+(OCHRONA BOCZNA) , 5+(NADMIAROWA OCHRONA BOCZNA)

Lp.	Początek przebiegu	Koniec przebiegu	Zwrotnice nie występujące lub nadmiarowe po generacji
42	K	2K	3+,8+, 4+(OCHRONA BOCZNA)
44	TM1	K	
46	TM11	C	3+,8+, 4+(OCHRONA BOCZNA)
47	TM11	D	3+ (DALEKA OCHRONA BOCZNA), 8+(OCHRONA BOCZNA), 5+(NADMIAROWA OCHRONA BOCZNA)
48	TM11	E	3+ (DALEKA OCHRONA BOCZNA), 8+(OCHRONA BOCZNA), 5+(NADMIAROWA OCHRONA BOCZNA)
50	TM101	G	
51	TM101	F	

Załącznik 2 / Tabela 8. Tablica analizy wyników dla posterunku Poznań Wola
[opracowanie własne]

Lp.	Początek przebiegu	Koniec przebiegu	Zwrotnice nie występujące lub nadmiarowe po generacji
1	A	N	
2	A	N	
3	A	O	
4	A	P	12+ 13+(DROGA OCHRONNA)
5	A	R	12+ 13+(DROGA OCHRONNA)
6	A	R	WARIANT DROGI OCHRONNEJ
8	B	N	
9	B	O	
10	B	P	12+ 13+(DROGA OCHRONNA), 9+(NADMIAROWA OCHRONA BOCZNA)
11	B	R	12+ 13+(DROGA OCHRONNA), 9+(NADMIAROWA OCHRONA BOCZNA)
12	B	R	WARIANT DROGI OCHRONNEJ
14	G	N	
15	G	O	5+ (NADMIAROWA OCHRONA)
16	G	P	12+ 13+(DROGA OCHRONNA)
17	G	P	12+ 13+(DROGA OCHRONNA), 5+,9+(NADMIAROWA OCHRONA BOCZNA)
18	G	R	12+ 13+(DROGA OCHRONNA)
19	G	R	WARIANT DROGI OCHRONNEJ
20	G	R	12+ 13+(DROGA OCHRONNA), 5+9+(NADMIAROWA OCHRONA BOCZNA)
21	G	R	WARIANT DROGI OCHRONNEJ
23	H	N	
24	H	O	5+ (NADMIAROWA OCHRONA)
25	H	P	12+ 13+(DROGA OCHRONNA)
26	H	P	12+ 13+(DROGA OCHRONNA), 5+9+(NADMIAROWA OCHRONA BOCZNA)
27	H	R	12+ 13+(DROGA OCHRONNA)
28	H	R	WARIANT DROGI OCHRONNEJ
29	H	R	12+ 13+(DROGA OCHRONNA)
30	H	R	WARIANT DROGI OCHRONNEJ
31	H	R	10+1+ (NADMIAROWE WPISY w MGLTAB)
32	H	R	WARIANT DROGI OCHRONNEJ

Lp.	Początek przebiegu	Koniec przebiegu	Zwrotnice nie występujące lub nadmiarowe po generacji
34	J	1P	
35	J	1P	
36	J	1P	10+ (NADMIAROWE WPISY w MGLTAB)
37	J	2P	
38	J	2P	5+9+ (NADMIAROWA OCHRONA), 10+ (NADMIAROWE WPISY w MGLTAB), 1+ (DWA RAZY)
39	J	1W	9+ (NADMIAROWA OCHRONA)
40	J	2W	
42	K	1P	
43	K	1P	9+ (NADMIAROWA OCHRONA), 10+(DWA RAZY)
44	K	2P	
45	K	2P	10+1+(DWA RAZY)
46	K	1W	9+ (NADMIAROWA OCHRONA)
47	K	2W	
49	L	1P	
50	L	2P	
51	L	1W	
52	L	2W	
54	M	1P	
55	M	2P	10+ (BŁĄD w TABLICACH)
56	M	1W	
57	M	2W	
58	M	2W	
60	N	2R	
61	N	1R	
63	O	2R	
64	O	1R	
65	O	1R	17- (NADMIAROWO w MGLTAB)
67	P	2R	
68	P	1R	
69	P	1R	17- (NADMIAROWO w MGLTAB)
71	R	2R	
72	R	1R	
73	R	1R	
74	R	1R	17- (NADMIAROWO w MGLTAB)
76	S	J	8AB+10+ (DROGA OCHRONA)
77	S	J	WARIANT DROGI OCHRONNEJ
78	S	J	
79	S	J	17- (NADMIAROWO w MGLTAB)
80	S	K	
81	S	K	
82	S	L	
83	S	L	
84	S	M	17- (NADMIAROWO w MGLTAB)

Lp.	Początek przebiegu	Koniec przebiegu	Zwrotnice nie występujące lub nadmiarowe po generacji
86	T	J	
87	T	K	
88	T	L	
89	T	M	

Załącznik 2 / Tabela 9. Tablica analizy wyników dla posterunku Kiekrz
[opracowanie własne]

Lp.	Początek przebiegu	Koniec przebiegu	Zwrotnice nie występujące lub nadmiarowe po generacji
1	A	K6	
2	A	K2	
3	A	K7	
4	A	K3	
5	A	K3	
7	B	K6	
8	B	K2	
9	B	K1	
10	B	K1	
11	B	K3	1+ (BŁĄD w TABLICACH), 20+ DROGA OCHRONNA
12	B	K3	WARIANT DROGI OCHRONNEJ
13	B	K3	
14	B	K3	WARIANT DROGI OCHRONNEJ
16	E3	1R	
17	E3	1R	
18	E3	2R	
20	E1	1R	
21	E1	1R	
22	E1	2R	
24	E2	1R	
25	E2	2R	
27	E6	1R	
28	E6	2R	
30	K6	2P	
31	K6	1P	
33	K2	2P	
34	K2	1P	
36	K1	2P	
37	K1	1P	
38	K1	1P	20+ (DWA RAZY)
40	K3	2P	
41	K3	1P	
42	K3	1P	20+ (NADMIAROWY WPIS MGLTAB)
44	P	E3	

Lp.	Początek przebiegu	Koniec przebiegu	Zwrotnice nie występujące lub nadmiarowe po generacji
45	P	E3	20+ (NADMIAROWY WPIS MGLTAB)
46	P	E1	
47	P	E1	20+ (DWA RAZY)
48	P	E2	
49	P	E6	
51	R	E3	
52	R	E1	
53	R	E2	
54	R	E6	
56	E3	1R	
57	E3	1R	
58	E3	2R	
60	E1	1R	
61	E1	1R	
62	E1	2R	
64	E2	1R	
65	E2	2R	
67	E6	1R	
68	E6	2R	
69	E6	TM102	
70	E6	TM104	
71	E6	TM105	
72	E6	ZATM111	
74	K6	TM125	
76	K2	TM24	
78	K1	2P	
79	K1	1P	
80	K1	1P	
82	K3	2P	
83	K3	1P	
84	K3	1P	
86	TM1	TM7	
87	TM1	K6	
88	TM1	T4	
89	TM1	K2	
90	TM1	K1	
91	TM1	K1	
92	TM1	K3	
93	TM1	K3	
95	TM2	TM7	
96	TM2	K6	
97	TM2	T4	
98	TM2	K2	

Lp.	Początek przebiegu	Koniec przebiegu	Zwrotnice nie występujące lub nadmiarowe po generacji
99	TM2	K1	
100	TM2	K3	
102	TM3	1R	
103	TM3	2R	
104	TM3	TM102	
105	TM3	TM104	
106	TM3	TM105	
107	TM3	ZATM111	
109	TM4	1R	
110	TM4	2R	
111	TM4	TM102	
112	TM4	TM104	
113	TM4	TM105	
114	TM4	ZATM111	
116	TM7	T16	
117	TM7	T14	
118	TM7	TM21	
120	TM8	TM4	
122	TM9	TM4	
124	TM10	TM4	
126	TM21	T8C	
127	TM21	TM25	
129	TM22	TM10	
131	TM23	E6	
132	TM23	TM10	
134	TM24	2P	
135	TM24	1P	
137	TM25	2P	
138	TM25	1P	
140	TM26	E3	
141	TM26	E3	
142	TM26	E1	
143	TM26	E1	
144	TM26	E2	
145	TM26	TM23	
148	TM27	E3	
149	TM27	E1	
150	TM27	E2	
151	TM27	TM23	
152	TM101	TM112	
153	TM101	TM114	
154	TM101	TM116	
156	TM102	T102	

Lp.	Początek przebiegu	Koniec przebiegu	Zwrotnice nie występujące lub nadmiarowe po generacji
158	TM103	TM112	
160	TM104	T102	
162	TM105	T102	
163	TM105	ZATM103	
165	TM111	T112B	
166	TM111	TM7	
167	TM111	K6	
168	TM111	T4	
170	TM112	TM7	
171	TM112	K6	
172	TM112	T4	
174	TM113	T112A	
176	TM114	TM7	
177	TM114	K6	
178	TM114	T4	
180	TM115	TM7	
181	TM115	K6	
182	TM115	T4	

Załącznik 2 / Tabela 10. Tablica analizy wyników dla posterunku Szamotuły [opracowanie własne]

Lp.	Początek przebiegu	Koniec przebiegu	Zwrotnice nie występujące lub nadmiarowe po generacji
1	A	2W	
2	A	1W	
4	B	2W	
5	B	1W	
6	B	1W	
8	P	1S	
9	P	1S	
10	P	2S	
12	R	1S	
13	R	2S	

Załącznik 2 / Tabela 11. Tablica analizy wyników dla posterunku Pęcokowo [opracowanie własne]

Lp.	Początek przebiegu	Koniec przebiegu	Zwrotnice nie występujące lub nadmiarowe po generacji
1	A	K4	
2	A	K2	
3	A	K2	WARIANT DROGI OCHRONNEJ
4	A	K1	
5	A	K3	21+22+ (DROGA OCHRONNA)

Lp.	Początek przebiegu	Koniec przebiegu	Zwrotnice nie występujące lub nadmiarowe po generacji
7	B	K4	7+ (BŁĄD w TABLICACH)
8	B	K2	
9	B	K2	WARIANT DROGI OCHRONNEJ
10	B	K1	
11	B	K1	7+ (DWA RAZY)
12	B	K3	
13	B	K3	7+ (NADMIAROWY WPIS w MGLTAB)
15	E3	1P	
16	E3	1P	7+ (NADMIAROWY WPIS w MGLTAB)
17	E3	2P	
19	E1	1P	
20	E1	1P	7+ (DWA RAZY)
21	E1	2P	
23	E2	1P	
24	E2	2P	
26	E4	1P	
27	E4	2P	
29	K4	2M	20+ (UTWIERDZANIE WSTECZ)
30	K4	1M	20+ (UTWIERDZANIE WSTECZ)
33	K2	2M	
35	K1	2M	
36	K1	1M	
37	K1	1M	21+ (DWA RAZY)
39	K3	2M	
40	K3	1M	
41	K3	1M	21+ (NADMIAROWY WPIS w MGLTAB)
43	P	E3	
44	P	E3	21+ (NADMIAROWY WPIS w MGLTAB)
45	P	E1	
46	P	E1	21+ (DWA RAZY)
47	P	E2	
48	P	E4	
50	R	E3	
51	R	E1	
52	R	E2	
53	R	E4	
55	E3	ZATM5	
56	E3	T3A	
57	E3	1P	
58	E3	1P	
59	E3	2P	
61	E1	1P	
62	E1	1P	

Lp.	Początek przebiegu	Koniec przebiegu	Zwrotnice nie występujące lub nadmiarowe po generacji
63	E1	2P	
65	E2	TM3	
67	E4	TM3	
69	K4	TM24	
71	K2	2M	
72	K2	1M	
74	K1	2M	
75	K1	1M	
76	K1	1M	
78	K3	2M	
79	K3	1M	
80	K3	1M	
82	TM1	TM6	
83	TM1	K1	
84	TM1	K1	
85	TM1	K3	
86	TM1	K3	
87	TM1	ZATM7	
88	TM1	ZATM7	
90	TM2	TM6	
91	TM2	K1	
92	TM2	K3	
93	TM2	K6	
95	TM3	1P	
96	TM3	2P	
98	TM4	K3	
99	TM4	K5	
101	TM5	K3	
102	TM5	ZATM7	
104	TM6	TM22	
105	TM6	K2	
107	TM7	ZATM5	
108	TM7	T3A	
109	TM7	1P	
110	TM7	1P	
111	TM7	2P	
113	TM21	K4	
115	TM22	K4	
117	TM23	T6	
118	TM23	E4	
120	TM24	ZATM26	
121	TM24	T4D	
122	TM24	2M	

Lp.	Początek przebiegu	Koniec przebiegu	Zwrotnice nie występujące lub nadmiarowe po generacji
123	TM24	1M	
125	TM25	TM23	
127	TM26	TM23	
129	TM27	E3	
130	TM27	E1	
131	TM27	E2	
132	TM27	TM23	
134	TM28	E3	
135	TM28	E3	
136	TM28	E1	
137	TM28	E1	
138	TM28	E2	
139	TM28	TM23	

Zał. 2 / Tabela 12. Tablica analizy wyników dla posterunku Wronki
[opracowanie własne]

Załącznik 3

Zapis posterunków dla linii Poznań- Szczecin w pliku stacja_wycinanie.dxf po realizacji procesów „ZAPIS DXF” oraz „WYCINANIE”.

Załącznik 3 / Rysunek 1. Obiekty bazy DXF stacji Poznań Jeżyce POD po wycięciu część pierwsza	149
Załącznik 3 / Rysunek 2. Obiekty bazy DXF stacji Poznań Jeżyce POD po wycięciu część druga	150
Załącznik 3 / Rysunek 3. Obiekty bazy DXF stacji Poznań Jeżyce POD po wycięciu część trzecia	151
Załącznik 3 / Rysunek 4. Obiekty bazy DXF stacji Poznań Wola po wycięciu część pierwsza	152
Załącznik 3 / Rysunek 5. Obiekty bazy DXF stacji Poznań Wola po wycięciu część druga	153
Załącznik 3 / Rysunek 6. Obiekty bazy DXF stacji Poznań Wola po wycięciu część trzecia	154
Załącznik 3 / Rysunek 7. Obiekty bazy DXF stacji Poznań Wola po wycięciu część czwarta	155
Załącznik 3 / Rysunek 8. Obiekty bazy DXF stacji Kiekrz po wycięciu część pierwsza	156
Załącznik 3 / Rysunek 9. Obiekty bazy DXF stacji Kiekrz po wycięciu część druga	157
Załącznik 3 / Rysunek 10. Obiekty bazy DXF stacji Kiekrz po wycięciu część trzecia	158
Załącznik 3 / Rysunek 11. Obiekty bazy DXF stacji Kiekrz po wycięciu część czwarta	159
Załącznik 3 / Rysunek 12. Obiekty bazy DXF stacji Rokietnica po wycięciu część pierwsza	160
Załącznik 3 / Rysunek 13. Obiekty bazy DXF po wycięciu część druga	161
Załącznik 3 / Rysunek 14. Obiekty bazy DXF po wycięciu część trzecia	162
Załącznik 3 / Rysunek 15. Obiekty bazy DXF po wycięciu część czwarta	163
Załącznik 3 / Rysunek 16. Obiekty bazy DXF stacji Szamotuły po wycięciu część pierwsza	164
Załącznik 3 / Rysunek 17. Obiekty bazy DXF stacji Szamotuły po wycięciu część druga	165
Załącznik 3 / Rysunek 18. Obiekty bazy DXF stacji Szamotuły po wycięciu część trzecia	166
Załącznik 3 / Rysunek 19. Obiekty bazy DXF stacji Szamotuły po wycięciu część czwarta	167
Załącznik 3 / Rysunek 20. Obiekty bazy DXF stacji Szamotuły po wycięciu część piąta	168
Załącznik 3 / Rysunek 21. Obiekty bazy DXF stacji Szamotuły po wycięciu część szósta	169
Załącznik 3 / Rysunek 22. Obiekty bazy DXF stacji Szamotuły po wycięciu część siódma	170
Załącznik 3 / Rysunek 23. Obiekty bazy DXF stacji Szamotuły po wycięciu część ósma	171
Załącznik 3 / Rysunek 24. Obiekty bazy DXF stacji Szamotuły po wycięciu część dziewiąta	172
Załącznik 3 / Rysunek 25. Obiekty bazy DXF stacji Pęckowo po wycięciu część pierwsza	173
Załącznik 3 / Rysunek 26. Obiekty bazy DXF stacji Pęckowo po wycięciu część druga	174
Załącznik 3 / Rysunek 27. Obiekty bazy DXF stacji Wronki po wycięciu część pierwsza	175
Załącznik 3 / Rysunek 28. Obiekty bazy DXF stacji Wronki po wycięciu część druga	176
Załącznik 3 / Rysunek 29. Obiekty bazy DXF stacji Wronki po wycięciu część trzecia	177
Załącznik 3 / Rysunek 30. Obiekty bazy DXF stacji Wronki po wycięciu część czwarta	178
Załącznik 3 / Rysunek 31. Obiekty bazy DXF stacji Wronki po wycięciu część piąta	179
Załącznik 3 / Rysunek 32. Obiekty bazy DXF stacji Wronki po wycięciu część szósta	180

0	LINE	INSERT	LINE	INSERT	LINE	INSERT	LINE	INSERT	LINE	INSERT	LINE	INSERT
INSERT	5	2CC	2DF	5	2DF	5	2DF	5	2DF	5	2DF	5
2A1	8	0	0	8	0	8	0	8	0	8	0	8
BLOKADA	2	1613.5283628370489168	KONIECINAZWAT2PG	10	10	10	10	10	10	10	10	10
BLOKADA_SAMOCZYNNNA2PG	10	1522.5907587795738891	1623.80325975465189	20	20	20	20	20	20	20	20	20
1605.5283628370489168	20	0.0	1534.590758779575026	20	20	20	20	20	20	20	20	20
1530.5907587795738891	30	1651.0042392861651024	0.0	11	11	11	11	11	11	11	11	11
0.0	0	1522.5907587795738891	INSERT	21	21	21	21	21	21	21	21	21
INSERT	5	0.0	2DD	5	5	5	5	5	5	5	5	5
2AA	8	0	0	8	0	8	0	8	0	8	0	8
BLOKADA	2	2BB	KONIECINAZWAT1PG	8	8	8	8	8	8	8	8	8
BLOKADA_SAMOCZYNNNA1PG	10	SEMAFOR	1623.80325975465189	20	20	20	20	20	20	20	20	20
1605.5283628370489168	20	SEM01NAZWAA	1522.5907587795738891	10	10	10	10	10	10	10	10	10
1518.590758779575026	30	1641.0523816369459382	0.0	20	20	20	20	20	20	20	20	20
0.0	0	1534.590758779575026	LINE	30	30	30	30	30	30	30	30	30
LINE	5	0.0	2DE	5	5	5	5	5	5	5	5	5
2B2	8	0	0	8	0	8	0	8	0	8	0	8
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1613.5283628370489168	20	SEMAFOR	1651.0042392861651024	8	8	8	8	8	8	8	8	8
1534.590758779575026	30	SEM00NAZWAB	0.0	10	10	10	10	10	10	10	10	10
0.0	11	1642.0523816369459382	1672.9026282686938885	20	20	20	20	20	20	20	20	20
1651.0042392861651024	21	1522.5907587795738891	1534.590758779575026	30	30	30	30	30	30	30	30	30
1534.590758779575026	31	0.0	0.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Zał. 3 / Rysunek 1. Obiekty bazy DXF stacji Poznań Jeżyce POD po wycięciu część pierwsza [opracowanie własne]

43F	5		5	5	5	5	5	5	5	5
	8	456 46B	8	8	480	495 4AB	4CE			
	0		0	0	8	8	8			
	2		2	2	2	2	2			
*U46	10	*U49	*U52	*U55	*U58	*U61	*U64			
	0.0		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0			
	20		20	20	20	20	20			
	30		30	30	30	30	30			
	0		0	0	0	0	0			
INSERT	5	INSERT	INSERT	INSERT	INSERT	INSERT	INSERT	INSERT	INSERT	INSERT
	448 45D		472	487 49D	489	4D5				
	8		8	8	8	8	8			
	0		0	0	0	0	0			
	2		2	2	2	2	2			
*U47	10	*U50	*U53	*U56	*U59	*U62	*U65			
	0.0		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0			
	20		20	20	20	20	20			
	30		30	30	30	30	30			
	0		0	0	0	0	0			
INSERT	5	INSERT	INSERT	INSERT	INSERT	INSERT	INSERT	INSERT	ENDSEC	ENDSEC
44F	8	464	479 48E	4A4	4C0	EOF				
	0		0	0	0	0	0			
	2		2	2	2	2	2			
*U48	10	*U51	*U54	*U57	*U60	*U63				
	0.0		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0			
	20		20	20	20	20	20			
	30		30	30	30	30	30			
	0		0	0	0	0	0			

Zał. 3 / Rysunek 3. Obiekty bazy DXF stacji Poznań Jeżyce POD po wycięciu części trzecia [opracowanie własne]

0	INSERT	5	LINE	5	INSERT	5	LINE	5	INSERT	5	INSERT	5	INSERT	
INSERT		5	2BB	5	2DA	5	2EB	5	2FC	5	30F	5		
28D	8	8	8	8	0	8	0	8	0	8	8	8		
BLOKADA	2	10	10	10	0	10	1405.3780547115709396	10	SEM00NAZWAK	2	KONIECPOC	2	KONIECINAZWAT1J	
BLOKADA_SAMOCZYNNAJ	10	20	20	20	1325.6441387385500548	1779.4894216763279928	1779.4894216763279928	10	1544.1377402034499937	10	1525.2655449684009454	10		
1315.729091604170288	20	20	30	30	1791.4894216763289023	0.0	0.0	20	1779.4894216763279928	20	1767.4894216763270833	20		
1775.4894216763289023	30	30	11	11	0.0	1348.224272375379087	1526.6811887834280697	30	0.0	30	0.0	30		
0.0	0	0	21	21	LINE	1791.4894216763289023	1779.4894216763279928	0	INSERT	0	INSERT	0		
LINE	5	5	31	31	2DB	0.0	0.0	5	0.0	5	0.0	5		
295	8	8	0	0	INSERT	INSERT	0	8	0	8	8	8		
0	8	2	2	2	2C3	1348.224272375379087	0	10	5	10	BLOKADA	10		
1323.729091604170288	10	10	8	8	0	1791.4894216763289023	0	20	2	20	BLOKADA_SAMOCZYNNAJ	20		
1779.4894216763279928	20	20	2	2	0.0	1791.4894216763289023	0.0	30	30	30	SEM00NAZWAK	30		
0.0	11	11	10	10	1318.9971912344449265	1475.2996325369870192	1791.4894216763279928	10	0.0	10	0.0	10		
1390.59249247100297	0	20	20	20	1791.4894216763289023	0.0	0.0	20	LINE	20	1544.1377483002379449	20		
1779.4894216763279928	5	5	30	30	0.0	0.0	0.0	30	0.0	30	1767.4894216763270833	30		
0.0	8	8	0	0	INSERT	INSERT	0	8	0	8	8	8		
INSERT	2	5	5	5	2EA	1518.3695928896979694	1791.4894216763279928	0	0	0	0	0		
29D	10	10	8	8	0	0	0	8	8	8	ZWR010NAZWA3	8		
SEMAFOR	20	20	2	2	KOZIOLEK11	1526.6811887834280697	1779.4894216763279928	2	0	2	1564.959329037799804	2		
SEM01NAZWAB	30	30	10	10	1405.3780628083579813	1779.4894216763279928	1779.4894216763279928	10	11	10	0.0	10		
1339.7700649638190953	10	0	20	20	1791.4894216763289023	0.0	0.0	20	21	20	0.0	20		
1779.4894216763279928	20	20	30	30	0.0	1564.9593209409920291	1779.4894216763270833	30	31	30		30		
0.0	0	0	0	0	0.0	0.0	0.0	0	0	0	0	0		

Zał. 3 / Rysunek 4. Obiekty bazy DXF stacji Poznań Wola po wycięciu część pierwsza
[opracowanie własne]

INSERT		INSERT		INSERT		LINE		LINE		LINE		LINE		INSERT	
32B	5		5	340	8	5	358	5	369	8	5	373	5		394 3A6
ZWROTNICA	8	ZWROTNICA	2			0	0	0	0	0	0	0	0	ZWROTNICA	8
ZWR110NAZWA5	2	ZWR000NAZWAA4	2	FIC000NAZWAFIC102	2	1553.7578662412020094		1553.7578662412020094		1553.7578662412020094		1553.7578662412020094		ZWR000NAZWA101	2
1564.9593209409929386	10	1606.4679657534650232	10	1553.7578662412020094	10	1803.4894216763270833	20	1803.4894216763270833	20	1803.4894216763270833	20	1803.4894216763270833	20	1474.3402817955279716	10
1779.4894216763270833	20	1791.4894216763270833	20	1803.4894216763270833	20	0.0	30	1528.0792129924159326	11	1529.4658403373409783	11	1515.8489104144259727	0.0	1803.4894216763270833	20
0.0	30	0.0	30	0.0	30	1528.0792129924159326	11	1529.4658403373409783	11	1515.8489104144259727	11	1515.8489104144259727	0.0	1803.4894216763270833	20
LINE	0	INSERT	0	INSERT	0	1803.4894216763270833	21	1791.4894216763270833	21	1803.4894216763270833	21	1803.4894216763270833	21	INSERT	0
32C	5		5	348	8	0	360 0.0	0	31	0.0	31	0.0	0.0	3AF	5
	8		8			0	0	0	0	0	0	0	0		8
	0		0			0	0	0	0	0	0	0	0	WYKOLEINICA	2
1606.4679657534650232	10	KOZIOLEK14	2	KOZIOLEK102	10	371 388		INSERT		INSERT		LINE			2
1767.4894216763270833	20	1647.9766024691500661	20	1595.2665029568870523	20	SEMAFORM	8	SEMAFORM	8	SEMAFORM	8	SEMAFORM	8	WK0100NAZWA101	10
0.0	30	1791.4894216763270833	30	1803.4894216763270833	30	SEMAFORM	2	SEMAFORM	2	SEMAFORM	2	SEMAFORM	2	0 1432.8316450798429287	20
1675.7760710023849242	11	0.0	30	0.0	30	SEMO0NAZWAF	10	SEMO0NAZWAD	10	SEMO0NAZWAF	10	SEMO0NAZWAD	10	1803.4894216763270833	20
1767.4894216763270833	21	INSERT	0	INSERT	0	1541.9185396168090847	20	1529.4658403373409783	20	1791.4894216763270833	20	1791.4894216763270833	20	0.0	30
0.0	31	INSERT	5	INSERT	5	1803.4894216763270833	368 0.0	1791.4894216763270833	30	1791.4894216763270833	30	1791.4894216763270833	30	LINE	5
INSERT	0	ZWROTNICA	8	SEMAFORM	8	0	0	0	0	0	0	0	0	380	8
	5		2			2		INSERT		INSERT		1791.4894216763270833			0
336	336	ZWR100NAZWA102	10	SEMO0NAZWAG	10	372		SEMO0NAZWAG	372	SEMO0NAZWAG	372	SEMO0NAZWAG	372		10
ZWROTNICA	8	1553.7578581444149677	10	1553.7578581444149677	10	0	8	0	8	0	8	0	8	1432.8316450798429287	20
ZWR100NAZWA6	2	1791.4894216763270833	20	1791.4894216763270833	20	1595.2664948601000106		SEMAFORM	10	SEMAFORM	10	SEMAFORM	10	1803.4894216763270833	30
1606.4679576566779815	10	0.0	30	0.0	30	1791.4894216763270833	30	SEMO0NAZWA6	30	SEMO0NAZWA6	30	SEMO0NAZWA6	30	0.0	30
1779.4894216763270833	20	0.0	0	0.0	0	1791.4894216763270833	21	1523.6462102227669675	21	1803.4894216763270833	21	1803.4894216763270833	21	1378.6558263051140329	11
0.0	30					0.0	1606.4679657534650232	0	11	1803.4894216763270833	11	FIC100NAZWAFIC101	10	1803.4894216763270833	31
	0					1791.4894216763270833	21	1791.4894216763270833	21	1791.4894216763270833	21	1791.4894216763270833	21	0.0	0
						0.0	0	0	31	0.0	31	0.0	0.0		

Załącznik 3 / Rysunek 5. Obiekty bazy DXF stacji Poznań Wola po wycięciu części drugą [opracowanie własne]

INSERT	5	INSERT	5	LINE	5	LINE	5	INSERT	5	LINE	5	INSERT	5	INSERT	5	INSERT	5
3BB	3D2	3DD	3,00E+09	42B	440	451	451	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
	0	TARZA	0	0	0	0	0	0	SEMAFOR	0	0	0	0	0	0	0	0
FIC11ONAZWAFICWK101	MAN000NAZWATM101	KOZIOLEK2FIC101	1647.9765943723630244	1717.2847077180699671	1717.2847077180699671	1717.2847077180699671	1717.2847077180699671	2	10	2	10	2	10	2	10	2	10
1432.831636983055887	1407.7801040335709786	1474.3402736987409298	1779.4894216763270833	1779.4894216763270833	1779.4894216763270833	1779.4894216763270833	1779.4894216763270833	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
1815.4894216763270833	1803.4894216763270833	1791.4894216763270833	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30
	0.0	0.0	1675.7760710023849242	1675.7760710023849242	1675.7760710023849242	1675.7760710023849242	1675.7760710023849242	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11
INSERT	INSERT	INSERT	INSERT	INSERT	INSERT	INSERT	INSERT	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21
3C3	3DB	3F7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31
	0	KONIEC MAN	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
KOZIOLEK1WK101	KONIEC INAZWAZATM101	*U57	435	435	435	435	435	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
1474.3402736987409298	1385.4500659445370729	0.0	ZWROTNICA	ZWROTNICA	ZWROTNICA	ZWROTNICA	ZWROTNICA	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
1815.4894216763270833	1803.4894216763270833	0.0	ZWR000NAZWA7	ZWR000NAZWA7	ZWR000NAZWA7	ZWR000NAZWA7	ZWR000NAZWA7	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
0.0	0.0	0.0	1675.7760710023849242	1675.7760710023849242	1675.7760710023849242	1675.7760710023849242	1675.7760710023849242	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
INSERT	INSERT	INSERT	INSERT	INSERT	INSERT	INSERT	INSERT	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
3CA	3,00E+02	3FF	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30
	8	8	1824.4640388917039218	1824.4640388917039218	1824.4640388917039218	1824.4640388917039218	1824.4640388917039218	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11
KOZIOLEK2WK101	KOZIOLEK2ZATM101	*U58	45F	45F	45F	45F	45F	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1432.831636983055887	1378.6558263051140329	0.0	ZWROTNICA	ZWROTNICA	ZWROTNICA	ZWROTNICA	ZWROTNICA	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
1815.4894216763270833	1803.4894216763270833	0.0	ZWR100NAZWA8	ZWR100NAZWA8	ZWR100NAZWA8	ZWR100NAZWA8	ZWR100NAZWA8	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
0.0	0.0	0.0	1675.7760710023849242	1675.7760710023849242	1675.7760710023849242	1675.7760710023849242	1675.7760710023849242	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
	0	0	1767.4894216763270833	1767.4894216763270833	1767.4894216763270833	1767.4894216763270833	1767.4894216763270833	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
			0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30
			1734.657115497202085	1734.657115497202085	1734.657115497202085	1734.657115497202085	1734.657115497202085	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
			1779.4894216763270833	1779.4894216763270833	1779.4894216763270833	1779.4894216763270833	1779.4894216763270833	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
			0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30
			*U63	*U63	*U63	*U63	*U63	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
			0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
			0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
			0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30
			0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Zał. 3 / Rysunek 6. Obiekty bazy DXF stacji Poznań Wola po wycięciu część trzecia
[opracowanie własne]

INSERT	INSERT	INSERT	INSERT	INSERT	INSERT	INSERT	INSERT	INSERT	INSERT	INSERT	INSERT	INSERT	INSERT
5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
4A1	4C4	400E+07	503 51F	538	537	538	538	538	538	538	538	538	537
8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
*U64	*U68	*U72	*U80	*U84	*U88								
10	10	10	10	10	10								10
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0								0.0
20	20	20	20	20	20								20
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0								0.0
30	30	30	30	30	30								30
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0								0.0
INSERT	INSERT	INSERT	INSERT	INSERT	INSERT	INSERT	INSERT	INSERT	INSERT	INSERT	INSERT	INSERT	INSERT
5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
4A8	4CB	4EE	50A	526	542 55E								5
8	8	8	8	8	8								8
0	0	0	0	0	0								0
2	2	2	2	2	2								2
*U65	*U69	*U73	*U77	*U81	*U85								*U89
10	10	10	10	10	10								10
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0								0.0
20	20	20	20	20	20								20
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0								0.0
30	30	30	30	30	30								30
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0								0.0
INSERT	INSERT	INSERT	INSERT	INSERT	INSERT	INSERT	INSERT	INSERT	INSERT	INSERT	INSERT	INSERT	INSERT
5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
4AF	4D2	4F5	511 52D	549	565								5
8	8	8	8	8	8								8
0	0	0	0	0	0								0
2	2	2	2	2	2								2
*U66	*U70	*U74	*U78	*U82	*U86								*U90
10	10	10	10	10	10								10
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0								0.0
20	20	20	20	20	20								20
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0								0.0
30	30	30	30	30	30								30
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0								0.0
INSERT	INSERT	INSERT	INSERT	INSERT	INSERT	INSERT	INSERT	INSERT	INSERT	INSERT	INSERT	INSERT	INSERT
5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
4BD	400E+00 4FC	518	534	550 56C									5
8	8	8	8	8	8								8
0	0	0	0	0	0								0
2	2	2	2	2	2								2
*U67	*U71	*U75	*U79	*U83	*U87								*U91
10	10	10	10	10	10								10
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0								0.0
20	20	20	20	20	20								20
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0								0.0
30	30	30	30	30	30								30
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0								0.0
INSERT	INSERT	INSERT	INSERT	INSERT	INSERT	INSERT	INSERT	INSERT	INSERT	INSERT	INSERT	INSERT	INSERT
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
													ENDSEC
													EOF
													0

ZaŁ. 3 / Rysunek 7. Obiekty bazy DXF stacji Poznań Wola po wycięciu część czwarta [opracowanie własne]

INSERT	LINE	LINE	LINE	INSERT	INSERT	INSERT	INSERT	INSERT	INSERT	INSERT	INSERT	INSERT
4C4	5	4C8	5	4CC	5	4D0	5	4D4	5	4D8	5	4DC
ZWROTNICA	8		8		8	KONIECPOC	8		8		8	
FIC1010NAZWAFIC17	2	2930.6963704629229142	10	2994.3307351963849214	10	KONIECPOC	2	*U121	2	*U125	2	*U129
2889.1877337472378713	10	1441.2997706391970496	20	1453.2997706391970496	20	3051.6006984984242081	10	0.0	10	0.0	10	0.0
1417.2997706391979591	20	0.0	30	0.0	30	1453.2997706391970496	20	0.0	20	0.0	20	0.0
0.0	30	2952.822098480698786	11	3065.4076112011061923	11	0.0	30	0.0	30	0.0	30	0.0
0.0	0	2952.822098480698786	21	1453.2997706391970496	21	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0
INSERT	5	1441.2997706391970496	31	1453.2997706391970496	31	0.0	5	0.0	5	0.0	5	0.0
4C5	8	0.0	0	0.0	0	4D1	8	4D5	8	4D9	8	4DD
ZWROTNICA	2	LINE	0	LINE	0	KONIECPOC	2		2		2	
ZWR110NAZWA17	10	4C9	8	4CD	8	KONIECPOC	10	*U122	10	*U126	10	*U130
2889.1877337472378713	20	0.0	10	0.0	10	0.0	20	0.0	20	0.0	20	0.0
1441.2997706391970496	30	2889.1877337472378713	20	2994.3307351963849214	20	0.0	30	0.0	30	0.0	30	0.0
0.0	0	1453.2997706391970496	30	1441.2997706391970496	30	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0
LINE	5	0.0	11	0.0	11	0.0	5	0.0	5	0.0	5	0.0
4C6	8	2952.822098480698786	21	3065.4076112011071018	21	4D2	8	4D6	8	4DA	8	4DE
2909.9420561534739136	20	0.0	31	1441.2997706391970496	31	SEMAFOR	2		2		2	
1435.2997706391970496	30	0.0	0	0.0	0	SEMI10NAZWAT	10	*U123	10	*U127	10	*U131
0.0	11	4CA	5	4CE	5	3040.3815110871641991	20	0.0	20	0.0	20	0.0
2909.9420561534739136	11	ZWROTNICA	8		8	1453.2997706391970496	30	0.0	30	0.0	30	0.0
1423.2997706391970496	21	ZWR000NAZWA18	2	BLOKADA_SAMOCZYNNAZR	2	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0
0.0	31	2952.822098480698786	10	3065.4076112011061923	10	4D3	5	4D7	5	4DB	5	4DF
INSERT	0	1453.2997706391970496	20	1449.2997706391970496	20	SEMAFOR	8		8		8	
4C7	5	0.0	30	0.0	30	SEMI11NAZWAS	2	*U124	2	*U128	2	*U132
KOZIOLEK	8	INSERT	0	INSERT	0	3040.3815110871641991	10	0.0	10	0.0	10	0.0
KOZIOLEK117	2	4CB	5	4CF	5	1441.2997706391970496	20	0.0	20	0.0	20	0.0
2930.6963704629229142	10	ZWROTNICA	8		8	0.0	30	0.0	30	0.0	30	0.0
1417.2997706391970496	20	ZWR100NAZWA19	2	BLOKADA_SAMOCZYNNAIR	2	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0
0.0	30	2952.822098480698786	10	3065.4076112011071018	10		5		5		5	
0.0	0	1441.2997706391970496	20	1437.2997706391970496	20		8		8		8	
0.0	30	0.0	30	0.0	30		0		0		0	
0.0	0	0.0	0	0.0	0		0		0		0	

Zał. 3 / Rysunek 10. Obiekty bazy DXF stacji Kiekrz po wycięciu część trzecia
[opracowanie własne]

INSERT	INSERT	LINE	INSERT	INSERT	INSERT	INSERT	INSERT	INSERT	INSERT	INSERT
5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
7EA	803	80D	817	75B	817	75B	817	75B	817	851
8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
KONIECPOC	SEMAFOR	SEMAFOR	SEMAFOR	BLOKADA	SEMAFOR	BLOKADA	SEMAFOR	ZWROTNICA	ZWROTNICA	ZWROTNICA
2	2	10	2	2	2	2	2	2	2	2
KONIECINAZWAZK	SEMIONAZWAD	1323.0164734287241117	SEMIONAZWAG	BLOKADA_SAMOCZYNNAIK	FIC000NAZWAFC8	BLOKADA_SAMOCZYNNAIK	FIC000NAZWAFC8	ZWR10NAZWA7	ZWR10NAZWA7	ZWR10NAZWA7
10	10	20	10	10	10	10	10	10	10	10
1116.0545746571519885	1312.9055307568919488	1667.9079679306710204	1393.4514847354469111	1092.7188775162069305	1412.0891924913310049	1092.7188775162069305	1412.0891924913310049	1416.2088013003519791	1416.2088013003519791	1416.2088013003519791
20	20	30	20	20	20	20	20	20	20	20
1667.9079679306710204	1655.9079679306701109	0.0	1679.9079679306710204	1651.9079679306701109	1679.9079679306710204	1651.9079679306701109	1679.9079679306710204	1655.9079679306701109	1655.9079679306701109	1655.9079679306701109
30	30	11	30	30	30	30	30	30	30	30
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0	0	21	0	0	0	0	0	0	0	0
INSERT	INSERT	1667.9079679306710204	INSERT	INSERT	INSERT	INSERT	INSERT	INSERT	INSERT	INSERT
5	5	31	5	5	5	5	5	5	5	5
7F3	80B	0.0	81F	763	81F	763	81F	763	81F	857
8	8	0	8	8	8	8	8	8	8	8
KONIECPOC	SEMAFOR	LINE	SEMAFOR	SEMAFOR	SEMAFOR	SEMAFOR	SEMAFOR	ZWROTNICA	ZWROTNICA	ZWROTNICA
2	2	5	2	2	2	2	2	2	2	2
KONIECINAZWAIAK	SEMIONAZWAC	80E	SEMIONAZWAH	SEMIONAZWAB	SEMIONAZWAB	SEMIONAZWAB	ZWR100NAZWA8	FIC010NAZWAFC7	FIC010NAZWAFC7	FIC010NAZWAFC7
10	10	8	10	10	10	10	10	10	10	10
1116.0545746571519885	1312.9055307568919488	0	1393.4514847354469111	1142.3579739741830963	1142.3579739741830963	1142.3579739741830963	1412.0891924913310049	1416.2088013003519791	1416.2088013003519791	1416.2088013003519791
20	20	10	20	20	20	20	20	20	20	20
1655.9079679306701109	1643.9079679306701109	1323.0164734287241117	1667.9079679306710204	1655.9079679306701109	1667.9079679306710204	1655.9079679306701109	1667.9079679306710204	1643.9079679306701109	1643.9079679306701109	1643.9079679306701109
30	30	20	30	30	30	30	30	30	30	30
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0	0	30	0	0	0	0	0	0	0	0
INSERT	LINE	0.0	INSERT	INSERT	INSERT	INSERT	INSERT	INSERT	INSERT	INSERT
5	5	11	5	5	5	5	5	5	5	5
7FB	80C	1416.2088013003519791	827	82F	827	82F	847	872	872	872
8	8	21	8	8	8	8	8	8	8	8
SEMAFOR	0	1655.9079679306701109	SEMAFOR	SEMAFOR	SEMAFOR	SEMAFOR	KOZIOLEK	KOZIOLEK	KOZIOLEK	KOZIOLEK
2	10	31	2	2	2	2	2	2	2	2
SEMIONAZWAE	1323.0164734287241117	0.0	SEMIONAZWAJ	SEMIONAZWAK	SEMIONAZWAK	SEMIONAZWAK	KOZIOLEK18	KOZIOLEK17	KOZIOLEK17	KOZIOLEK17
10	20	0	10	10	10	10	10	10	10	10
1312.9055307568919488	1679.9079679306710204	1679.9079679306710204	1393.4514847354469111	1393.4514847354469111	1393.4514847354469111	1393.4514847354469111	1457.717438016037022	1457.717438016037022	1457.717438016037022	1457.717438016037022
20	30	30	20	20	20	20	20	20	20	20
1667.9079679306710204	0.0	0.0	1655.9079679306701109	1643.9079679306701109	1655.9079679306701109	1643.9079679306701109	1679.9079679306710204	1643.9079679306710204	1643.9079679306710204	1643.9079679306710204
30	11	8	30	30	30	30	30	30	30	30
0.0	1416.2088013003519791	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0	21	10	0	0	0	0	0	0	0	0
1679.9079679306710204	1323.0164734287241117	1679.9079679306710204	1679.9079679306710204	1643.9079679306701109	1679.9079679306710204	1643.9079679306701109	1643.9079679306710204	1643.9079679306710204	1643.9079679306710204	1643.9079679306710204
30	31	20	30	30	30	30	30	30	30	30
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0	0	11	0	0	0	0	0	0	0	0
		11								
		1416.2088013003519791								
		21								
		1643.9079679306701109								
		31								
		0.0								
		0								

Zał. 3 / Rysunek 13. Obiekty bazy DXF po wycięciu część druga
[opracowanie własne]

INSERT	5		INSERT	5		INSERT	5		INSERT	5		INSERT	5		LINE	5
933	95C	974	98C	9A4	9BC	A38	A3B								A3B	
8	8	8	8	8	8	8	8								8	
0	0	0	0	0	0	0	0								0	
2	2	2	2	2	2	2	2								10	
*U63	*U67	*U71	*U75	*U79	*U83										1453.5978292070160478	
10	10	10	10	10	10										20	
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0										1667.9079679306710204	
20	20	20	20	20	20										30	
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0										0.0	
30	30	30	30	30	30										11	
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0										1250.7927146125909985	
0	0	0	0	0	0										21	
INSERT	INSERT	INSERT	INSERT	INSERT	INSERT	INSERT	INSERT								1667.9079679306710204	
5	5	5	5	5	5										31	
94A	962	97A	992	9AA	9C2										0.0	
8	8	8	8	8	8										0	
0	0	0	0	0	0										LINE	
2	2	2	2	2	2										5	
*U64	*U68	*U72	*U76	*U80	*U84										A39	
10	10	10	10	10	10										8	
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0										0	
20	20	20	20	20	20										10	
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0										1260.30353595080594	
30	30	30	30	30	30										20	
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0										1667.9079679306710204	
0	0	0	0	0	0										30	
INSERT	INSERT	INSERT	INSERT	INSERT	INSERT	INSERT	INSERT								0	
5	5	5	5	5	5										0.0	
950	968	980	998	9B0	9C8										11	
8	8	8	8	8	8										21	
0	0	0	0	0	0										1667.9079679306710204	
2	2	2	2	2	2										31	
*U65	*U69	*U73	*U77	*U81	*U85										0.0	
10	10	10	10	10	10										0	
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0										LINE	
20	20	20	20	20	20										5	
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0										A3A	
30	30	30	30	30	30										8	
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0										0	
0	0	0	0	0	0										10	
INSERT	INSERT	INSERT	INSERT	INSERT	INSERT	INSERT	INSERT								1453.5978292070160478	
5	5	5	5	5	5										20	
956	96E	986	99E	9B6	9C6										1679.9079679306710204	
8	8	8	8	8	8										30	
0	0	0	0	0	0										0.0	
2	2	2	2	2	2										11	
*U66	*U70	*U74	*U78	*U82											1457.717438016037022	
10	10	10	10	10											21	
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0										1679.9079679306710204	
20	20	20	20	20	20										31	
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0										0.0	
30	30	30	30	30	30										0	
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0										0	
0	0	0	0	0	0										0	

ZaŁ. 3 / Rysunek 15. Obiekty bazy DXF po wycięciu częć czwarta
[opracowanie własne]

INSERT	0	LINE	INSERT	INSERT	INSERT	INSERT	INSERT	LINE	INSERT	INSERT
	5	73A	73D	741	745	749	74D	5	5	5
	8	736	0	8	8	8	8	8	8	8
	0	0	KONIECPOCMAN	TARCZA	ZWROTNICA	ZWROTNICA	0	KOZIOLEK	0	KOZIOLEK
	2	2901.0465668565348096	KONIECINAZWATIR	MANOONAZWATM2	ZWR100NAZWA5	ZWR100NAZWA5	2	3207.2595087098729891	10	KOZIOLEK1114
*UJ167	10	1501.3021255097969515	2907.1243069909141923	3106.2405623926761109	3165.7508719941870368	3165.7508719941870368	20	1501.3021255097969515	30	3261.2409669906510317
0.0	20	0.0	1489.3021255097989979	1501.3021255097969515	1489.3021255097969515	1489.3021255097969515	30	0.0	11	1525.3021255097969515
0.0	30	3124.2422352785029034	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3261.2409669906510317	11	0.0
0.0	21	0	INSERT	INSERT	INSERT	INSERT	0	INSERT	0	INSERT
INSERT	0	1501.3021255097969515	INSERT	INSERT	INSERT	INSERT	5	1501.3021255097969515	31	INSERT
	5	0.0	73E	742	746	74E	5	74E	5	74E
	8	737	0	8	8	8	8	8	8	8
	0	8	LINE	SEMAFOR	ZWROTNICA	ZWROTNICA	0	INSERT	0	KOZIOLEK
	5	0	0	2	2	2	2	5	5	5
	2	73B	SEM01NAZWAA	ZWR010NAZWA1	ZWR010NAZWA4	ZWR010NAZWA4	2	74A	2	KOZIOLEK1113
*UJ168	8	0	0	10	10	10	10	8	8	8
0.0	10	0	2922.911875282553865	3124.2422433752899451	3261.2409669906510317	3261.2409669906510317	20	ZWROTNICA	2	3219.73233837175394
0.0	20	2901.0465668565348096	1501.3021255097969515	1489.3021255097969515	1501.3021255097969515	1501.3021255097969515	30	FIC000NAZWAFIC114	10	1537.3021255097969515
0.0	30	1489.3021255097989979	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3219.7323302749668983	10	0.0
0.0	0	0.0	INSERT	INSERT	INSERT	INSERT	0	INSERT	0	INSERT
INSERT	0	0.0	INSERT	INSERT	INSERT	INSERT	5	1525.3021255097969515	20	INSERT
	11	5	73F	743	747	74F	5	74F	5	74F
	21	5	3124.2422433752899451	743	747	74F	30	0.0	30	0.0
	8	1489.3021255097969515	SEMAFOR	ZWROTNICA	ZWROTNICA	ZWROTNICA	8	0	8	0
BLOKADA	31	0	0	2	2	2	2	5	5	5
	0	2	SEM00NAZWAB	ZWR110NAZWA2	ZWR110NAZWA7	ZWR110NAZWA7	2	INSERT	2	ZWROTNICA
BLOKADA_SAMOCZYNNIAZR	10	0	2922.9118752825529555	3124.2422352785029034	3261.2409588938648994	3261.2409588938648994	10	ZWR100NAZWA112	8	ZWR100NAZWA112
2893.0465668565348096	5	0	1489.3021255097989979	1501.3021255097969515	1513.3021255097969515	1513.3021255097969515	20	ZWROTNICA	2	3137.6992308654048429
1497.3021255097969515	8	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	ZWR100NAZWA113	10	1537.3021255097969515
0.0	2	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3178.2236935592818554	30	0.0
INSERT	0	KONIECINAZWATR	INSERT	INSERT	INSERT	INSERT	0	INSERT	0	INSERT
	10	5	2907.1243069909141923	740	748	750	5	1525.3021255097969515	30	INSERT
	20	739	0	8	8	8	8	750	8	750
BLOKADA	30	8	TARCZA	ZWROTNICA	ZWROTNICA	ZWROTNICA	2	INSERT	2	ZWROTNICA
	0	2	0	2	2	2	2	5	5	5
BLOKADA_SAMOCZYNNIAIR	10	0	MANOONAZWATM1	ZWR000NAZWA3	ZWR100NAZWA114	ZWR100NAZWA114	10	ZWR000NAZWA111	8	ZWR000NAZWA111
2893.0465668565348096	20	0	3103.0638029519500378	3165.7508719941879463	3219.7323221781798566	3219.7323221781798566	20	ZWROTNICA	2	3137.6992389621927941
1485.3021255097989979	30	0	1489.3021255097980884	1501.3021255097969515	1513.3021255097969515	1513.3021255097969515	30	FIC000NAZWAFIC113	10	1549.3021255097969515
0.0	0	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3178.2237016560688971	30	0.0
	0	0	0	0	0	0	0	1537.3021255097969515	20	0.0
								0.0	30	0.0
								0.0	0	0.0

ZaŁ. 3 / Rysunek 16. Obiekty bazy DXF stacji SzamotuŁy po wycięciu część pierwsza
[opracowanie własne]

INSERT	5	INSERT	5	LINE	5	INSERT	5	LINE	5	LINE	5
	789	78D	8	790	790	794	8	798	79C	7A0	8
ZWIROTNICA	8	KOZIOLEK	0	TARCZA	0	SEMAFORM	0	0	0	0	0
FIC1IONAZWAFIC8	2	KOZIOLEK29	2	MANIONAZWATM3	2	SEMIONAZWAE1	2	3411.2246745924589959	3411.2246745924589959	3506.1785041707621531	10
	10	3344.2582323252348852	10	MANIONAZWATM7	10	SEMIONAZWAE1	10	3411.2246745924589959	3411.2246745924589959	1549.302125509796042	20
3302.7495875127629006	20	3344.2582323252348852	20	3370.7142516645430987	30	3411.2246745924589959	30	3411.2246745924589959	3411.2246745924589959	1549.302125509796042	30
1525.3021255097969515	30	1537.3021255097969515	30	1513.3021255097969515	11	1489.3021255097969515	30	0.0	0.0	0.0	11
0.0	0	0.0	0	3411.2246745924589959	21	0.0	0	3464.669875518641519	3464.669875518641519	3533.2454072989621636	21
INSERT	5	LINE	5	INSERT	5	INSERT	5	1537.302125509796042	1537.302125509796042	1549.302125509796042	31
78A	8	78E	0	0	0	0	0	799.0.0	799.0.0	0.0	0
KOZIOLEK	8	0	0	KOZIOLEK	0	SEMAFORM	0	INSERT	INSERT	LINE	0
KOZIOLEK28	2	3385.7668528473450351	2	KOZIOLEK174	2	SEMIONAZWAE3	2	79D	79D	7A1	5
3302.7495875127629006	10	1537.3021255097969515	10	0	0	3411.2246745924589959	10	TARCZA	TARCZA	0	8
1525.3021255097969515	20	0.0	20	1513.302125509796042	20	1477.3021255097969515	20	MANIONAZWATM7	MANIONAZWATM7	3506.1785122675491948	10
0.0	30	3411.2246745924589959	30	0.0	30	0.0	30	3441.8869580472251073	3441.8869580472251073	1537.302125509796042	20
INSERT	0	1537.302125509796042	21	INSERT	0	INSERT	0	1537.3021255097969515	1537.3021255097969515	0.0	30
78B	5	0.0	31	3693.3025929249287	11	796.79A	5	0.0	0.0	3534.7654784235351144	11
ZWIROTNICA	8	LINE	0	1477.3021255097989979	21	KONIECMAN	8	INSERT	INSERT	1537.302125509796042	21
ZWIROTNICA	2	78F	5	0.0	31	KONIECNAZWAT4	2	WKOLEINICA	WKOLEINICA	0.0	31
ZWIROTNICA	10	0.0	8	0.0	0	KONIECNAZWAT4	10	WKOLEINICA	WKOLEINICA	0.0	8
3344.258224228447034	20	0.0	10	0.0	5	3393.376575748119194	20	ZWIROTNICA	ZWIROTNICA	INSERT	0
1525.3021255097969515	30	3385.7668609441329863	30	792.1513.302125509796042	8	1513.302125509796042	30	ZWIROTNICA	ZWIROTNICA	7A2	5
0.0	0	1525.3021255097969515	20	TARCZA	20	0.0	0	3464.669875518641519	3464.669875518641519	KOZIOLEK	8
INSERT	0	0.0	30	MANIONAZWATM4	2	INSERT	0	1537.302125509796042	1537.302125509796042	KOZIOLEK116	2
78C	5	3411.2246745924589959	11	3411.2246745924589959	10	797.79B	5	0.0	0.0	3533.2454072989621636	10
ZWIROTNICA	8	1525.3021255097969515	21	1537.302125509796042	20	SEMAFORM	8	WKOLEINICA	WKOLEINICA	1549.302125509796042	20
FIC1IONAZWAFIC9	2	0.0	31	0.0	30	SEMIONAZWAE2	2	WKOLEINICA	WKOLEINICA	0.0	30
3344.2582161316609017	10	INSERT	0	3411.2246745924589959	10	3344.3347155842911889	10	ZWIROTNICA	ZWIROTNICA	INSERT	0
1537.3021255097969515	30	0.0	20	793.1501.3021255097969515	8	1537.3021255097969515	30	FIC1IONAZWAFIC11	FIC1IONAZWAFIC11	7A3	5
0.0	0	SEMAFORM	2	0.0	0	0.0	0	3464.6698674550771102	3464.6698674550771102	TARCZA	8
	0	SEMIONAZWAE6	10	3411.2246745924589959	20	1525.3021255097969515	30	MANIONAZWATM8	MANIONAZWATM8	3517.456213060250775	2
	0	3411.2246745924589959	10	1525.3021255097969515	20	0.0	0	1549.302125509796042	1549.302125509796042	0.0	10
	0	0.0	30	0.0	30	0.0	0	1549.302125509796042	1549.302125509796042	0.0	20
	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0.0	0.0	30
	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0.0	0.0	0

Zał. 3 / Rysunek 19. Obiekty bazy DXF stacji Szamotoły po wycięciu część czwarta
[opracowanie własne]

INSERT	INSERT	INSERT	INSERT	INSERT	INSERT	INSERT	INSERT	INSERT	INSERT	INSERT	INSERT	INSERT
5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
7DC		7,00E+00	7,00E+04	7,00E+08	7EC	7F0	7F4	7F0	7F4	7F0	7F4	7F4
8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
*U171	*U175	*U179	*U183	*U187	*U191	*U195	*U199	*U193	*U197	*U191	*U195	*U195
10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
INSERT	INSERT	INSERT	INSERT	INSERT	INSERT	INSERT	INSERT	INSERT	INSERT	INSERT	INSERT	INSERT
5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
7DD		7,00E+01	7,00E+05	7,00E+09	7ED	7F1	7F5	7F1	7F5	7F1	7F5	7F5
8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
*U172	*U176	*U180	*U184	*U188	*U192	*U196	*U196	*U192	*U196	*U192	*U196	*U196
10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
INSERT	INSERT	INSERT	INSERT	INSERT	INSERT	INSERT	INSERT	INSERT	INSERT	INSERT	INSERT	INSERT
5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
7DE		7,00E+02	7,00E+06	7EA	7EE	7F2	7F6	7F2	7F6	7F2	7F6	7F6
8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
*U173	*U177	*U181	*U185	*U189	*U193	*U197	*U197	*U193	*U197	*U193	*U197	*U197
10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
INSERT	INSERT	INSERT	INSERT	INSERT	INSERT	INSERT	INSERT	INSERT	INSERT	INSERT	INSERT	INSERT
5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
7DF		7,00E+03	7,00E+07	7EB	7EF	7F3	7F7	7F3	7F7	7F3	7F7	7F7
8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
*U174	*U178	*U182	*U186	*U190	*U194	*U198	*U198	*U194	*U198	*U194	*U198	*U198
10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Załącznik 3 / Rysunek 22. Obiekty bazy DXF stacji Szamotoły po wycięciu część siódma
[opracowanie własne]

0	LINE	INSERT	INSERT	INSERT	INSERT	INSERT	INSERT	INSERT	INSERT	INSERT	INSERT
INSERT											
	5	337	33A	5	5	5	5	5	5	5	5
	340										
	8	334		8	8	8	8	8	8	8	8
	0	0	SEMAFOR	0	0	0	0	0	0	0	0
	2	2726.5513431523640975	SEM01INAZWAA	2	2	2	2	2	2	2	2
	10		*U40	10	10	10	10	10	10	10	10
BLOKADA_SAMOCZYNNAS											
	10	1573.1966050216310578	2747.3018893070161539	10	10	10	10	10	10	10	10
	20	0.0	0.0	20	20	20	20	20	20	20	20
	1581.1966050216310578		1585.1966050216310578	1585.1966050216310578	1585.1966050216310578	1585.1966050216310578	1585.1966050216310578	1585.1966050216310578	1585.1966050216310578	1585.1966050216310578	1585.1966050216310578
	30	2776.3760786774278131	0.0	30	30	30	30	30	30	30	30
0.0			0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
21			21	21	21	21	21	21	21	21	21
0	1573.1966050216310578	INSERT	INSERT	INSERT	INSERT	INSERT	INSERT	INSERT	INSERT	INSERT	INSERT
INSERT											
	5	0.0	33B	5	5	5	5	5	5	5	5
	341										
	8	335		8	8	8	8	8	8	8	8
	0	0	SEMAFOR	0	0	0	0	0	0	0	0
	2	0	SEM00NAZWAB	2	2	2	2	2	2	2	2
BLOKADA_SAMOCZYNNAS											
	10	KONIECPOC	2747.3018974038031956	10	10	10	10	10	10	10	10
	20	1573.1966050216310578	2776.3760786774278131	20	20	20	20	20	20	20	20
	1569.1966050216310578	20 KONIECINAZWAT2S	1573.1966050216310578	1573.1966050216310578	1573.1966050216310578	1573.1966050216310578	1573.1966050216310578	1573.1966050216310578	1573.1966050216310578	1573.1966050216310578	1573.1966050216310578
	30	2731.9832403862119463	0.0	30	30	30	30	30	30	30	30
0.0			0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
LINE			INSERT	INSERT	INSERT	INSERT	INSERT	INSERT	INSERT	INSERT	INSERT
	5	0.0	33C	5	5	5	5	5	5	5	5
	342										
	8	336		8	8	8	8	8	8	8	8
	0	0	SEMAFOR	0	0	0	0	0	0	0	0
	10	0	*U39	10	10	10	10	10	10	10	10
	20	2726.5513350555761463	ZWR110NAZWA2	20	20	20	20	20	20	20	20
	1585.1966050216310578		2776.3760705806412261	1585.1966050216310578	1585.1966050216310578	1585.1966050216310578	1585.1966050216310578	1585.1966050216310578	1585.1966050216310578	1585.1966050216310578	1585.1966050216310578
	30	KONIECINAZWAT1S	0.0	30	30	30	30	30	30	30	30
0.0			0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
21			21	21	21	21	21	21	21	21	21
0	1573.1966050216310578	21 KONIECINAZWAT1S	2776.3760705806412261	0	0	0	0	0	0	0	0
INSERT											
	31	0.0	0.0	31	31	31	31	31	31	31	31
	31	0.0									
	0	0		0	0	0	0	0	0	0	0

Zał. 3 / Rysunek 25. Obiekty bazy DXF stacji Pęckowo po wycięciu część pierwsza
[opracowanie własne]

LINE	INSERT	INSERT	INSERT	INSERT	INSERT	INSERT	INSERT	INSERT	INSERT	INSERT	INSERT	INSERT
5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
343	346	349	34C	349	34C	34F	349	34C	34F	349	34C	352
8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
0	KONIECPOC	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
2859.3933521087978988	KONIECONAZWAT2W	BLOKADA_SAMOCZYNNIA1W	*U43	BLOKADA_SAMOCZYNNIA1W	*U43	*U46	BLOKADA_SAMOCZYNNIA1W	*U43	*U46	*U49	*U49	10
20	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
1573.1966050216310578	2890.069454705248063	2909.2180842208581453	0.0	2909.2180842208581453	0.0	0.0	2909.2180842208581453	0.0	0.0	0.0	0.0	20
30	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
0.0	1585.1966057522458868	1569.1966050216310578	0.0	1569.1966050216310578	0.0	0.0	1569.1966050216310578	0.0	0.0	0.0	0.0	30
11	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30
2909.2180842208581453	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
21	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1573.1966050216310578	INSERT	INSERT	INSERT	INSERT	INSERT	INSERT	INSERT	INSERT	INSERT	INSERT	INSERT	INSERT
31	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
0.0	347	34A	34D	347	34A	34D	347	34A	34D	347	34A	353
0	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
INSERT	KONIECPOC	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
344	KONIECONAZWAT1W	*U41	*U44	KONIECONAZWAT1W	*U41	*U47	KONIECONAZWAT1W	*U41	*U47	*U50	*U50	10
8	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
SEMAFOR	2890.069454705248063	0.0	0.0	2890.069454705248063	0.0	0.0	2890.069454705248063	0.0	0.0	0.0	0.0	20
2	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
SEM10NAZWAR	1573.1966050216310578	0.0	0.0	1573.1966050216310578	0.0	0.0	1573.1966050216310578	0.0	0.0	0.0	0.0	30
10	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30
2879.9527999233341689	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1585.1966057522458868	INSERT	INSERT	INSERT	INSERT	INSERT	INSERT	INSERT	INSERT	INSERT	INSERT	INSERT	INSERT
30	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
0.0	348	34B	34E	348	34B	34E	348	34B	34E	348	34B	354
0	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
INSERT	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
345	BLOKADA_SAMOCZYNNIA2W	*U42	*U45	BLOKADA_SAMOCZYNNIA2W	*U42	*U48	BLOKADA_SAMOCZYNNIA2W	*U42	*U48	*U51	*U51	10
8	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
SEMAFOR	2909.2180842208581453	0.0	0.0	2909.2180842208581453	0.0	0.0	2909.2180842208581453	0.0	0.0	0.0	0.0	20
2	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
SEM11NAZWAP	1581.1966057522458868	0.0	0.0	1581.1966057522458868	0.0	0.0	1581.1966057522458868	0.0	0.0	0.0	0.0	30
10	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30
2879.9527999233341689	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1573.1966050216310578	INSERT	INSERT	INSERT	INSERT	INSERT	INSERT	INSERT	INSERT	INSERT	INSERT	INSERT	INSERT
30	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
0.0	ENDSEC	ENDSEC	ENDSEC	ENDSEC	ENDSEC	ENDSEC	ENDSEC	ENDSEC	ENDSEC	ENDSEC	ENDSEC	EOF
0.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Zał. 3 / Rysunek 26. Obiekty bazy DXF stacji Pęckowo po wycięciu część druga
[opracowanie własne]

INSERT	INSERT	INSERT	INSERT	INSERT	INSERT	INSERT	INSERT	LINE	LINE	LINE	LINE	INSERT	INSERT
5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
SD1	SD5	SD9	SDD	5DD	5DD	5DD	5DD	5,00E+01	5,00E+05	5,00E+08	5,00E+08	5,00E+05	5,00E+08
ZWROTNICA	ZWROTNICA	SEMAFORM	ZWROTNICA	ZWROTNICA	ZWROTNICA	ZWROTNICA	ZWROTNICA	0	0	0	0	0	ZWROTNICA
FIC000NAZWAFC20	KOZIOLEK2T6	SEM00NAZWA4K	SEM00NAZWA23	ZWR010NAZWA23	ZWR010NAZWA23	ZWR010NAZWA23	ZWR010NAZWA23	3663.0204395890259548	3728.3265379602948997	ZWR000NAZWA24	ZWR000NAZWA24	3728.3265379602948997	ZWR000NAZWA24
3581.3655107934050648	3541.1900962132808672	3655.8335422991758605	3621.5118028733390929	3621.5118028733390929	3621.5118028733390929	3621.5118028733390929	3621.5118028733390929	1577.277653488597025	1589.277653488597025	3759.417233922736159	3759.417233922736159	1589.277653488597025	3759.417233922736159
1613.2776534885979345	1613.2776534885979345	1601.2776534885979345	1565.277653488598881	1565.277653488598881	1565.277653488598881	1565.277653488598881	1565.277653488598881	0.0	0.0	1601.2776534885979345	1601.2776534885979345	1601.2776534885979345	1601.2776534885979345
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3686.8179012446098568	3759.417233922736159	0.0	0.0	0.0	0.0
INSERT	INSERT	INSERT	INSERT	INSERT	INSERT	INSERT	INSERT	1577.277653488597025	1589.277653488597025	INSERT	INSERT	INSERT	INSERT
5	5	5	5	5	5	5	5	31	31	31	31	31	31
SD2	SD6	SDA	SDE	SDE	SDE	SDE	SDE	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
KONIECMAN	KONIECMAN	SEMAFORM	SEMAFORM	SEMAFORM	SEMAFORM	SEMAFORM	SEMAFORM	INSERT	INSERT	INSERT	INSERT	INSERT	INSERT
KOZIOLEK120	KONIECMAN	SEMAFORM	SEMAFORM	SEMAFORM	SEMAFORM	SEMAFORM	SEMAFORM	LINE	LINE	ZWROTNICA	ZWROTNICA	ZWROTNICA	ZWROTNICA
3622.8741475090901076	3546.3869452193271172	3638.5197890828990239	3621.5118028733390929	3621.5118028733390929	3621.5118028733390929	3621.5118028733390929	3621.5118028733390929	5,00E+02	5,00E+06	ZWR100NAZWA27	ZWR100NAZWA27	5,00E+09	5,00E+09
1613.2776534885979345	1613.2776534885979345	1589.277653488597025	1577.277653488597025	1577.277653488597025	1577.277653488597025	1577.277653488597025	1577.277653488597025	2	2	0	0	20	20
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3686.8179012446098568	1577.277653488597025	0.0	0.0	0.0	0.0
LINE	LINE	INSERT	INSERT	INSERT	INSERT	INSERT	INSERT	1577.277653488597025	1577.277653488597025	0.0	0.0	0.0	0.0
5	5	5	5	5	5	5	5	30	30	11	11	11	11
5D3	5D7	5DB	5DF	5DF	5DF	5DF	5DF	0.0	0.0	3854.8532106903239765	3854.8532106903239765	5EA	5EA
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3581.3655107934050648	3622.8741394123030659	SEMAFORM	SEMAFORM	SEMAFORM	SEMAFORM	SEMAFORM	SEMAFORM	0	0	1577.277653488597025	1577.277653488597025	ZWROTNICA	ZWROTNICA
1613.2776534885979345	1601.2776534885979345	SEMAFORM	SEMAFORM	SEMAFORM	SEMAFORM	SEMAFORM	SEMAFORM	5,00E+03	5,00E+03	ZWR000NAZWA28	ZWR000NAZWA28	5,00E+03	5,00E+03
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0	0	0	0	0	0
3541.1900962132808672	3655.8335422991758605	3598.8004122099468987	3663.0204395890259548	3663.0204395890259548	3663.0204395890259548	3663.0204395890259548	3663.0204395890259548	LINE	LINE	3854.8532106903239765	3854.8532106903239765	3854.8532106903239765	3854.8532106903239765
1613.2776534885979345	1601.2776534885979345	1577.2776534885979345	1565.277653488598881	1565.277653488598881	1565.277653488598881	1565.277653488598881	1565.277653488598881	2	2	5	5	5	5
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3686.8179012446098568	3741.21891958203787	0.0	0.0	0.0	0.0
INSERT	INSERT	INSERT	INSERT	INSERT	INSERT	INSERT	INSERT	1589.277653488597025	3741.21891958203787	INSERT	INSERT	INSERT	INSERT
0	0	0	0	0	0	0	0	30	30	5EB	5EB	5EB	5EB
INSERT	INSERT	SEMAFORM	SEMAFORM	SEMAFORM	SEMAFORM	SEMAFORM	SEMAFORM	0	0	ZWROTNICA	ZWROTNICA	ZWROTNICA	ZWROTNICA
5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	11	11	11	11
5D4	5D8	SEMAFORM	SEMAFORM	SEMAFORM	SEMAFORM	SEMAFORM	SEMAFORM	5,00E+04	5,00E+04	ZWR100NAZWA29	ZWR100NAZWA29	5,00E+04	5,00E+04
TARCZA	TARCZA	SEMAFORM	SEMAFORM	SEMAFORM	SEMAFORM	SEMAFORM	SEMAFORM	0	0	0	0	0	0
MAN00NAZWATM21	MAN10NAZWATM23	MAN10NAZWATM23	MAN10NAZWATM23	MAN10NAZWATM23	MAN10NAZWATM23	MAN10NAZWATM23	MAN10NAZWATM23	TARCZA	TARCZA	3854.8532106903239765	3854.8532106903239765	3854.8532106903239765	3854.8532106903239765
3573.0010956682440337	3639.353840857387811	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3739.2189195820369605	3739.2189195820369605	0.0	0.0	0.0	0.0
1613.2776534885979345	1601.2776534885979345	1601.2776534885979345	1601.2776534885979345	1601.2776534885979345	1601.2776534885979345	1601.2776534885979345	1601.2776534885979345	20	20	0	0	0	0
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	30	30	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Zał. 3 / Rysunek 29. Obiekty bazy DXF stacji Wronki po wycięciu część trzecia
[opracowanie własne]

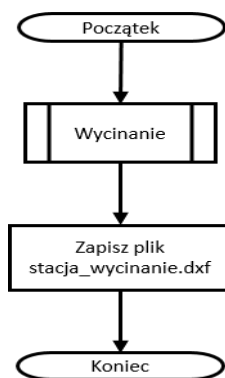
INSERT	INSERT	INSERT	INSERT	INSERT	INSERT	INSERT	INSERT	INSERT	INSERT	INSERT	INSERT
5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
62B	62F	633	637	63B	63F	633	637	63B	63F	633	63F
8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
*U211	*U215	*U219	*U223	*U227	*U229	*U211	*U215	*U219	*U223	*U227	*U229
10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
INSERT	INSERT	INSERT	INSERT	INSERT	INSERT	INSERT	INSERT	INSERT	INSERT	INSERT	INSERT
5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
62C	630	634	638	63C	63F	630	634	638	63C	63F	630
8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
*U212	*U216	*U220	*U224	*U228	*U230	*U212	*U216	*U220	*U224	*U228	*U230
10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
INSERT	INSERT	INSERT	INSERT	INSERT	INSERT	INSERT	INSERT	INSERT	INSERT	INSERT	INSERT
5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
62D	631	635	639	63D	641	631	635	639	63D	641	631
8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
*U213	*U217	*U221	*U225	*U229	*U230	*U213	*U217	*U221	*U225	*U229	*U230
10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
INSERT	INSERT	INSERT	INSERT	INSERT	INSERT	INSERT	INSERT	INSERT	INSERT	INSERT	INSERT
5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
62E	632	636	63A	63E	642	632	636	63A	63E	642	632
8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
*U214	*U218	*U222	*U226	*U230	*U231	*U214	*U218	*U222	*U226	*U230	*U231
10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ENDSEC					ENDSEC	ENDSEC				ENDSEC	EOF
											EOF

Załącznik 3 / Rysunek 32. Obiekty bazy DXF stacji Wronki po wycięciu części szóstą
[opracowanie własne]

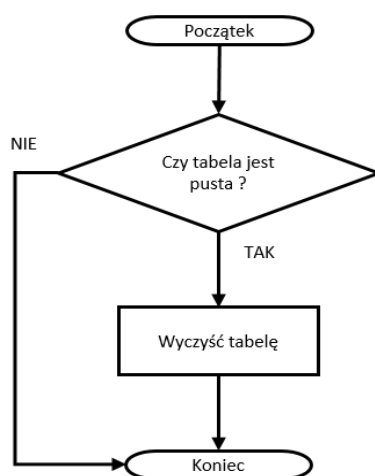
Załącznik 4

W niniejszym załączeniu przedstawiono pozostałe 3 algorytmy dotyczące metody MGLTAB, które z różnych przyczyn nie mogły znaleźć się w pracy.

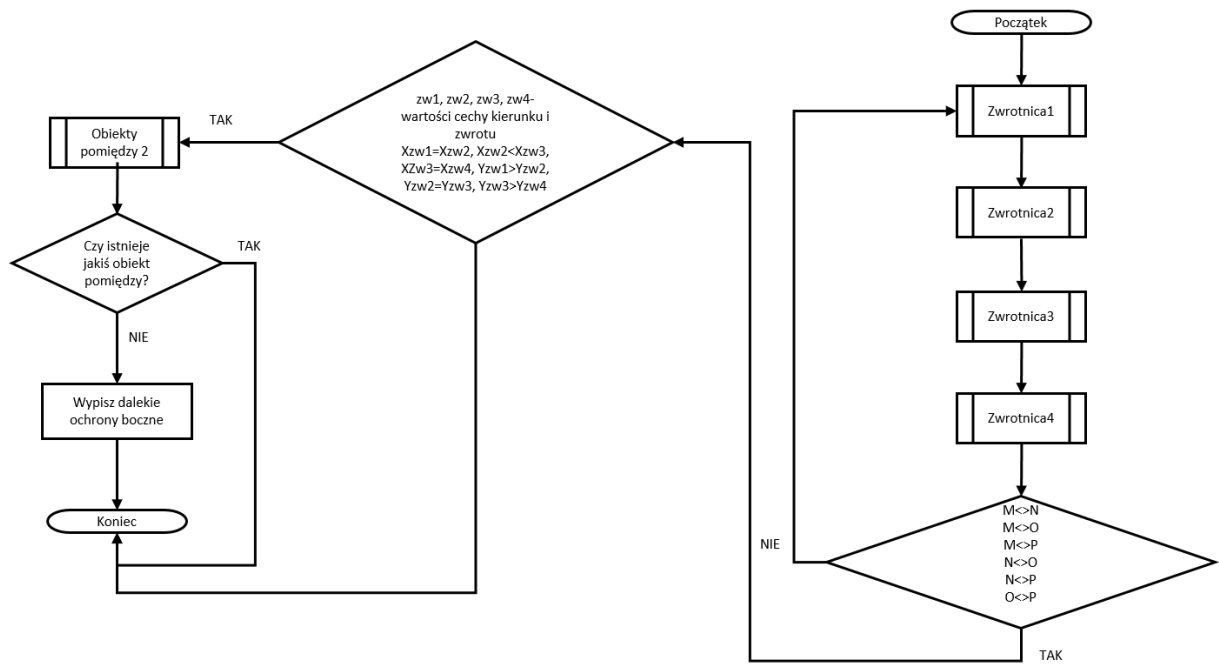
Załącznik 4 / Rysunek 1. Algorytm zapis dxf	182
Załącznik 4 / Rysunek 2. Algorytm wyczyść	182
Załącznik 4 / Rysunek 3. Algorytm drogi ochronnej	183



Zał. 4 / Rysunek 1. Algorytm zapis dxf
[opracowanie własne]



Zał. 4 / Rysunek 2. Algorytm wyczyść
[opracowanie własne]



Zał. 4 / Rysunek 3. Algorytm drogi ochronnej
[opracowanie własne]