

Spis treści	str.
1. WPROWADZENIE.	2
2. CEL I ZAKRES PRACY.	7
2.1. Sformułowanie problemu.	8
2.2. Sposób rozwiązania problemu.	9
3. OPIS METODY WYZNACZANIA TEORETYCZNYCH PRZEJAZDÓW....	10
3.1. Analityczne przybliżone rozwiązanie PRRP.....	11
3.2. Analiza obiektu badań.	22
3.2.1. Algorytm budowy modelu obiektu badań.	24
3.2.2. Zasady postępowania podczas analizy obiektu badań. .	26
3.3. Reprezentacja stanu systemu w modelu symulacyjnym. .	58
3.4. Struktura funkcjonalna modelu.	66
4. REALIZACJA KOMPUTEROWA MODELU.	67
4.1. Wybór języka programowania.	67
4.2. Zapis struktury danych modelu.	68
4.3. Sposób przedstawiania upływu czasu.	74
4.4. Organizacja przetwarzania , programy pomocnicze. ...	76
4.5. Weryfikacja modelu.	78
5. EKSPERYMENTY SYMULACYJNE DLA WYBRANYCH PARAMETRÓW TRAKCYJNYCH I RUCHOWYCH.....	80
5.1. Przygotowanie danych wejściowych..	80
5.2. Plan badań symulacyjnych.	84
5.3. Analiza i omówienie wyników eksperymentów symulacyjnych.	86
6. WNIOSKI I PODSUMOWANIE WYNIKÓW PRACY.	136
7. DODATEK A - WYPROWADZENIA WZORÓW.	140
9. LITERATURA.	156
ZAŁĄCZNIK NR 1 - ALGORYTM PROGRAMU.	
ZAŁĄCZNIK NR 2 - WYNIKI PRZEBIEGÓW SYMULACYJNYCH.	

1. WPROWADZENIE.

Czasy jazdy pociągu przez poszczególne szlaki (lub odstępy) danego odcinka linii kolejowej oraz wielkości zużytej przezeń energii trakcyjnej można wyznaczyć w dwojaki sposób:

- 1) - empirycznie na podstawie pomiarów tj. chronometrażu czasu przejazdu pociągu przez określone elementy drogi jego przebiegu i zliczanie jednostek zużytej energii (lub paliwa) za pomocą odpowiedniego licznika.
- 2) - teoretycznie za pomocą tzw. obliczeń trakcyjnych na podstawie praw mechaniki ruchu kolejowych pojazdów szynowych.

Pierwszy z wymienionych sposobów polega na mierzeniu naturalnych wielkości w czasie rzeczywistym. Maszynista prowadzi dany pociąg na określonym odcinku linii zgodnie z zasadami bezpieczeństwa ruchu i ekonomiki jazdy. Znając warunki techniczno-ruchowe linii oraz charakterystyki trakcyjne lokomotywy (pojazdu trakcyjnego) i składu wagonowego kontroluje a w razie potrzeby reguluje prędkość ruchu tak, aby nie przekroczyć prędkości największej dozwolonej (v_{\max}) na danym elemencie drogi. W celu oszczędnego zużycia energii trakcyjnej stosuje na spadkach drogi i na odcinkach przyległych do tych spadków jazdę z rozpędu (z wybiegu) przy wyłączonych silnikach.* Dokładność pomiarów czasu jazdy i zużywanej energii trakcyjnej jest w tym przypadku zależna od dokładności zastosowanych urządzeń i metod pomiarowych oraz osobistego doświadczenia maszynisty.

Empiryczny sposób określania czasu jazdy pociągu i zużywanej energii trakcyjnej jest pracochłonny i kosztowny, w związku z tym w praktyce eksploatacyjnej kolei stosowany jest obecnie wyjątkowo, na ogół do weryfikacji wyników obliczeń trakcyjnych w przypadkach wprowadzania do eksploatacji nowych typów i serii taboru kolejowego lub szczególnie trudnych warunków techniczno-ruchowych linii (duże pochylenia profilu podłużnego, małe promienie łuków poziomych itp.).

*) W praktyce eksploatacyjnej kolei ten sposób jazdy, w zależności od rodzaju trakcji, nazywa się jazdą bez prądu, jazdą z zamkniętą przepustnicą, jazdą bez dopływu paliwa lub przy biegu jałowym silników.

Powszechne zastosowanie w badaniach teoretycznych i praktycznych znalazł drugi z wymienionych sposobów określania czasu jazdy i zużycia energii trakcyjnej pociągu, oparty na obliczeniach, których wyniki służą do wyznaczenia tzw. teoretycznego przejazdu trakcyjnego (w skrócie TPT) danego pociągu na rozpatrywanym odcinku linii kolejowej.

Obliczenia polegają na rozwiązywaniu równania ruchu pociągu, uwzględniającego specyfikę mechaniki ruchu pojazdu szynowego, przy zastosowaniu odpowiednich metod i środków obliczeniowych.

W terminologii trakcyjnej równanie, o którym mowa, przyjęto nazywać "podstawowe równanie ruchu pociągu" (w skrócie PRRP), które w zapisie symbolicznym jest przedstawione w rozdziale 3.1. niniejszej pracy.

Przed wprowadzeniem komputerów do techniki obliczeniowej do rozwiązywania PRRP stosowano różne metody: graficzne i analityczne, wykorzystując odpowiednio przygotowane arkusze papieru, przybory kreślarskie i proste urządzenia liczące takie jak: suwak logarytmiczny, kalkulator itp.. Realizacja TPT za pomocą takich narzędzi była bardzo pracochłonna, a wyniki obliczeń obarczone dużymi błędami.

Radykalnym usprawnieniem w wyznaczaniu TPT stała się komputeryzacja obliczeń trakcyjnych a w szczególności zastosowanie komputerowych modeli symulacyjnych, odwzorowujących ruch jednego lub kilku pociągów na odcinku linii lub w rejonie sieci kolejowej. Dzięki komputeryzacji TPT stało się możliwe kompleksowe badanie wpływu różnych czynników na kształtowanie się czasu jazdy i zużycia energii trakcyjnej pociągu, a w szczególności optymalizacja sposobu jazdy ze względu na różne kryteria techniczne i ekonomiczne.

Istnieje wiele metod komputerowego wyznaczania TPT, w kraju i za granicą, które służą określonym celom badawczym jak np.:

- określaniu nominalnych czasów jazdy pociągów, które mają zastosowanie przy konstrukcji rozkładów jazdy [3, 7, 24, 43, 60, 66, 67, 68],
- minimalizacji zużycia energii trakcyjnej oraz energooszczędnym sposobom prowadzenia pociągów [4, 5, 6, 9, 24, 27, 33, 34, 35, 45, 46, 54, 59],
- automatycznemu prowadzeniu pociągu za pomocą urządzeń do ciągłego przekazywania informacji z toru na pojazd [11, 12, 33, 38].

Wyznaczanie teoretycznych przejazdów dla elektrycznych pojazdów trakcyjnych polega na określeniu zależności przebytej drogi od prędkości, czasu i zużytej energii. Podstawowym problemem przy ich wyznaczaniu jest rozwiązanie "podstawowego równania ruchu pociągu" oraz uwzględnienie warunków eksploatacyjnych. Równanie to ma postać funkcji uwikłanej i uzyskanie bezpośredniego analitycznego rozwiązania jest niemożliwe. Uzyskanie przybliżonego rozwiązania tego równania zależy od sposobu określania wartości sił przyspieszających i opóźniających.

W pierwszych metodach wyznaczania teoretycznych przejazdów charakterystyki trakcyjne odwzorowywano w małych przedziałach prędkości jako wartości stałe, uzyskane ze średniej arytmetycznej. Natomiast wartość siły opóźniającej przyjmowano jako stałą dla danego pociągu. Po wprowadzeniu aproksymacji charakterystyk trakcyjnych i oporów ruchu funkcją kwadratową rozpowszechniły się metody, które przybliżone analityczne rozwiązanie tego równania uzyskiwały poprzez zadawanie stałych wartości czasu lub prędkości bądź stosując metody rozwiązywania równań różniczkowych: Rungego-Kutty, prostokątów, Simpsona, Eulera i różnic skończonych. Aby uzyskać wiarygodne wyniki, stosując powyższe założenia, należy rozpatrywać małe przedziały prędkości lub czasu, co powoduje duże rozmiary danych przedstawianych w postaci tablic.

Wpływ na dokładność obliczeń ma również uwzględnianie rozkładu masy pociągu przy przejściach przez punkty, w których występuje zmiana wartości pochylenia. W wielu metodach wyznaczania teoretycznych przejazdów pociąg traktowany jest jako punkt materialny przy przejściach przez te punkty.

Innym ważnym problemem jest dokładność uzyskanych wyników obliczeń. Praktycznie każdy opracowany model zakłada pewne uproszczenia w odzwierciedlaniu rzeczywistości, w zależności od istoty założonych celów badań. Dlatego uzyskane wyniki są przybliżone do rzeczywistych w mniejszym lub większym stopniu. Rozbieżności te można uzyskać porównując wykresy tachometryczne prędkości i czasu w funkcji drogi. Natomiast wyniki obliczeń zużycia energii można porównać z wynikami licznika pomiarowego zużycia energii, zainstalowanego na pojeździe trakcyjnym. Obecnie na PKP nie są powszechnie stosowane

takie liczniki.

Na podstawie analizy dostępnej literatury krajowej i zagranicznej można stwierdzić, że stosowane obecnie metody wyznaczania TPT różnią się między sobą przyjętymi założeniami dotyczącymi: stosowania różnych pojazdów trakcyjnych, wykorzystania ich do realizacji różnych celów, sposobu rozwiązania PRRP oraz sposobu przeprowadzania obliczeń.

Ze względu na sposób przeprowadzania obliczeń metody te można podzielić na: graficzne, analityczne i z zastosowaniem technik symulacyjnych. Wyznaczanie teoretycznego przejazdu pociągu sposobem graficznym polega na ręcznym sporządzaniu wykresów: zależności prędkości od drogi, czasu w funkcji drogi, zużycia energii w funkcji czasu, itp. Opisane w pracach [16, 20, 23, 86] metody graficzne przyjmują stałą wartość siły przyspieszającej lub opóźniającej dla małych przyrostów prędkości. Stosowanie tych metod wymaga znacznego nakładu pracy i pochłania dużo czasu w przypadku wyznaczania przejazdów dla długich odcinków linii.

Określanie teoretycznych przejazdów metodami analitycznymi polega na wykorzystaniu przybliżonego rozwiązania PRRP, przy założeniu, że siła przyspieszająca lub opóźniająca jest stała dla określonych przedziałów prędkości, a ciężar pociągu jest skupiony w jednym punkcie w środku pociągu, przy przejeździe przez punkty zmian wartości pochyłeń. Opis tych metod przedstawiony jest w pracach [3, 16, 20, 23, 58, 71, 86]. Przybliżone rozwiązanie PRRP stosując metodę Rungego-Kutty uzyskali autorzy pracy [60] a metodę różnic skończonych autor pracy [43].

Wyznaczanie TPT z wykorzystaniem technik symulacyjnych polega na opracowaniu modelu pracy odcinka linii, a następnie opracowaniu programu symulacji komputerowej.

Z dokonanego przeglądu opracowanych modeli w kraju i za granicą wynika, że model pracy linii jest odwzorowywany w zależności od postawionych celów badań oraz przyjętych założeń. W zależności od przyjętych założeń obliczenia są przeprowadzane w następujący sposób:

- zadany jest przyrost prędkości Δv i oblicza się odpowiedni przyrost drogi Δs i czasu Δt (tzw. z "krokiem prędkości") [24, 71],
- zadany jest przyrost drogi Δs i oblicza się odpowiedni przyrost prędkości Δv i czasu Δt (tzw. z "krokiem drogi") [3, 43, 60, 66, 67, 68],
- zadany jest przyrost czasu Δt i oblicza się odpowiedni przyrost prędkości Δv i drogi Δs (tzw. z "krokiem czasu") [27, 33, 34, 35, 54, 75].

Dla rozważanych modeli trudno jest określić jakie są stosowane układy organizacyjne programów symulacyjnych, ponieważ w podanej literaturze nie są one opisane. Stosowane są dwa układy organizacji programów symulacyjnych określane jako "metoda kolejnych zdarzeń" i "metoda stałego kroku".

Mankamentem "metod stałego kroku" jest to, że wszystkie zdarzenia występujące na odcinku przyrostów są rozpatrywane grupowo na początku lub na końcu przyrostu. Aby więc uzyskać dokładne obliczenia należy przyjmować małe przyrosty, a to z kolei zwiększa rozmiary deklarowanych tablic i znacznie wydłuża czas obliczeń. Przy budowie programu symulacyjnego układ organizacyjny określany jako "metoda kolejnych zdarzeń" jest korzystniejszy od układu "metoda stałego kroku", ponieważ pozwala na realizację zdarzeń dokładnie w miejscu ich występowania. Ma to istotny wpływ przy realizacji zdarzeń, które wywoływane są na danym odcinku linii przez wyodrębnione elementy np.: sygnalizatory, ograniczenia prędkości, zmiany wartości pochyłeń, zmiany wartości łuków. Zalety i wady obu układów organizacyjnych przedstawione są w punkcie 4.3. W analizowanych metodach wyznaczania teoretycznych przejazdów przeważnie wykorzystywany jest układ organizacyjny określany jako "metoda stałego kroku", gdyż jest on wymuszany sposobem rozwiązania PRRP.

Przyjęcie układu organizacyjnego programu symulacyjnego określanego jako metoda "kolejnych zdarzeń" było inspiracją do poszukiwania nowego analitycznego przybliżonego rozwiązania tego równania.

2. CEL I ZAKRES PRACY.

Głównym celem niniejszej pracy jest:

- a) - opracowanie metody symulacji komputerowej teoretycznych przejazdów pociągów trakcji elektrycznej na danym odcinku linii kolejowej;
- b) - zbadanie, przy zastosowaniu opracowanej metody, wpływu na czas przejazdu i zużycie energii trakcyjnej takich parametrów jak:
 - masy brutto, liczby osi rzeczywistych i długości składu wagonowego pociągu;
 - typu, serii, charakterystyki trakcyjnej i hamowania pojazdu trakcyjnego;
 - liczby miejsc i stopnia ograniczenia prędkości;
 - sposobu jazdy (np. jazda forsowna, z wybiegiem);
 - liczby miejsc postojów pociągu;
 - miarodajnego czasu następstwa pociągów zależnego od sposobu prowadzenia ruchu, uwarunkowanego stosowanymi urządzeniami srk (blokada samoczynna, półsamoczynna), liczby pociągów uczestniczących w ruchu na rozpatrywanym odcinku linii (1, 2 lub kilka pociągów tego samego kierunku ruchu).

Niektóre z wyżej wymienionych parametrów jak np. typ, seria, charakterystyka trakcyjna i hamowania pojazdu trakcyjnego oraz sposób jazdy mają charakter typowo trakcyjny. Natomiast takie parametry jak: miarodajny czas następstwa pociągów, sposób prowadzenia ich ruchu, liczba pociągów uczestniczących w ruchu, liczba miejsc postojów pociągu mają charakter typowo ruchowy.

Są również parametry o charakterze zarówno trakcyjnym jak i ruchowym np. masa brutto, długość, rzeczywista liczba osi składu wagonowego pociągu; liczba miejsc i stopień ograniczenia prędkości.

Osiągnięcie postawionego celu autorka zamierza uzyskać poprzez:

- przedstawienie przybliżonego analitycznego rozwiązania PRRP z wykorzystaniem aproksymacji funkcją kwadratową: charakterystyk trakcyjnych dla jazdy przyspieszającej i współczynnika tarcia dla jazdy opóźniającej,
- opracowanie modelu pracy linii kolejowej,
- wykonanie algorytmu i programu symulacyjnego, w oparciu o opracowany model, stosując układ organizacyjny określany jako "metoda kolejnych zdarzeń",

- zweryfikowanie uzyskanych wyników z wykresami tachometrycznymi,
- przeprowadzenie eksperymentów symulacyjnych na wybranym odcinku linii kolejowej przy różnych wariantach zmian wartości wyżej wymienionych parametrów,
- analizę i interpretację uzyskanych wyników oraz podanie wniosków z nich wypływających.

Praca składa się z 8 rozdziałów i 2 załączników.

W rozdziale 1 po krótkim wprowadzeniu omówiono problemy związane z badaniem wpływu parametrów trakcyjnych i ruchowych na czas przejazdu i zużycie energii oraz przedstawiono sposoby wyznaczania teoretycznych przejazdów. Drugi rozdział zawiera cel i zakres pracy. W rozdziale 3 przedstawiono opis proponowanej metody wyznaczania teoretycznych przejazdów z pokazaniem sposobu: uzyskania analitycznego rozwiązania PRRP oraz tworzenia modelu pracy linii.

Opis realizacji komputerowej modelu przedstawiono w rozdziale 4. Omówienie przeprowadzonych eksperymentów symulacyjnych oraz interpretację ich wyników zamieszczono w rozdziale 5. Zaś w rozdziale 6 zaprezentowano wnioski i podsumowanie wyników pracy.

W rozdziale 7 zawierającym Dodatek A przedstawiono wyprowadzenia wzorów do analitycznego rozwiązania PRRP. Na zakończenie podano bibliografię rozprawy. Załączniki Nr1 i Nr2 stanowią odrębne części pracy i Nr1 zawiera algorytm programu symulacyjnego SRP, natomiast Nr2 zawiera wyniki eksperymentów symulacyjnych w formie tabel lub w postaci wyników końcowych lub w postaci wykresów.

2.1. Sformułowanie problemu.

Przy wyznaczaniu TPP techniką symulacji komputerowej, najważniejszym problemem jest zbudowanie modelu odzwierciedlającego z dużą dokładnością rzeczywisty obiekt, którym jest w tym przypadku odcinek linii kolejowej wraz z urządzeniami stałego wyposażenia oraz systemu obliczeń pozwalającego na możliwie szybkie uzyskiwanie wiarygodnych wyników. Równie ważnym jest uzyskanie analitycznego przybliżonego rozwiązania PRRP oraz formalny opis modelu pracy odcinka linii kolejowej.

2.2. Sposób rozwiązania problemu.

W ramach niniejszej pracy analityczne przybliżone rozwiązanie PRRP uzyskano przez wykorzystanie aproksymacji charakterystyk trakcyjnych (dla siły przyspieszającej) i współczynnika tarcia (dla siły hamującej) funkcją kwadratową, w wyniku czego otrzymano zależności $t(v_1, v_2)$ i $s(v_1, v_2)$, a następnie przekształcając zależność $s(v_1, v_2)$ w zależność $v_2(v_1, s)$,

gdzie : t - czas przejazdu,

v_1 - prędkość początkowa,

v_2 - prędkość końcowa,

s - przebyta droga.

Przekształcenie to uzyskano poprzez rozwinięcie funkcji $\ln(v_2)$ i $\arctg(v_2)$ w szereg Taylora w otoczeniu prędkości v_1 , z przybliżeniem do krzywej drugiego stopnia. Zależność $v_2(v_1, s)$ pozwala na wyznaczenie prędkości jaką uzyskuje pociąg na drodze s , jeżeli rozpoczął jazdę z prędkością v_1 .

Po uzyskaniu analitycznego przybliżonego rozwiązania PRRP zbudowano model pracy odcinka linii. Przy budowie tego modelu wykorzystano algorytm analizy pracy linii. Do formalnego opisu modelu wykorzystano teorię grafów i sieci.

Następnie opracowano algorytm i program symulacyjny.

Proponowana metoda wyznaczania TPP ma znaczenie zarówno poznawcze (zbadanie i opisanie w sposób sformalizowany procesu ruchowego i trakcyjnego oraz ich wzajemnych oddziaływań), jak też praktyczne (możliwość wykorzystania wyników do: określenia wpływu na czas przejazdu i zużycie energii zarówno parametrów trakcyjnych jak i ruchowych).

3. OPIS METODY WYZNACZANIA TEORETYCZNYCH PRZEJAZDÓW.

Opis metody wyznaczania teoretycznych przejazdów obejmuje:

- sposób rozwiązania PRRP przy następujących założeniach:
charakterystyka trakcyjna danego pojazdu jest zadawana w postaci współczynników trójmianu kwadratowego, które wynikają z aproksymacji wykresu siły $F(v)$ dla poszczególnych przedziałów prędkości, z uwzględnieniem współczynnika przyczepności określonego na tej charakterystyce; siły opóźniające (hamujące) określa się na podstawie wzoru, w którym współczynnik tarcia zadawany jest w postaci współczynników trójmianu kwadratowego, które wynikają z aproksymacji tegoż współczynnika; opory ruchu obliczane są na podstawie empirycznych wzorów stosowanych na PKP i są określane w postaci współczynników trójmianu kwadratowego; przy określaniu oporów biegu pociąg traktowany jest jako obiekt o masie skupionej, natomiast opory wynikające z profilu trasy oblicza się dla rozłożonej masy pociągu, uwzględniając długość pociągu L ; nie uwzględnia się nagrzewania silników; przy obliczaniu zużycia energii nie uwzględnia się strat, tylko oblicza się energię potrzebną do ruchu; uwzględnia się system zabezpieczenia ruchu w przypadku rozpatrywania kilku pociągów z określonym miarodajnym czasem ich następstwa;
- budowę modelu pracy odcinka linii, przeprowadzając analizę jego pracy według przyjętego algorytmu.

3.1. Analityczne przybliżone rozwiązanie PRRP.

W symulacji procesu ruchowego na linii analizowane są te przebiegi elementarnych procesów, które wywołują zmiany stanu systemu i przebiegi te nazywa się działaniami. Uwzględnia się następujące działania:

- D1 - jazda na charakterystyce rozruchu R1 (ruszanie z miejsca),
- D2 - jazda na charakterystyce rozruchu R2,
- D3 - jazda na zmiennych charakterystykach trakcyjnych,
- D4 - jazda na charakterystykach hamowania,
- D5 - jazda z ustaloną prędkością $v < v_{\max}$,
- D6 - jazda z ustaloną prędkością $v = v_{\max}$,
- D7 - jazda z wybiegu na spadku mniejszym niż $- p \text{ ‰}$,
- D8 - jazda z wybiegu przed każdym hamowaniem.
- D0 - zatrzymanie i postój pociągu przed sygnalizatorami,

Do realizacji tych działań wykorzystuje się rozwiązanie PRRP. Jest to równanie sił podłużnych działających na pociąg z wyjątkiem sił stycznych od zmiennych poślizgów występujących w czasie ruchu w miejscach styków kół z szynami. Siłami tymi zajmuje się szczegółowo dynamika pojazdów szynowych w części zwanej "teorią prowadzenia pojazdów w torze kolejowym" [71].

"Podstawowe równanie ruchu pociągu" (PRRP) ma postać:

$$F(v) - W(v) = M \rho \frac{dv}{dt} \quad (1)$$

gdzie:

$F(v)$ - siła zewnętrzna podłużna w płaszczyźnie główek szyn, przy czym
 $F(v) = F_k(v)$ - jeśli jest to siła pociągowa na obwodzie kół napędnych, $F(v) = F_h(v) < 0$ - jeśli jest to siła hamująca,

$W(v)$ - całkowite opory ruchu pociągu,

M - masa pociągu,

ρ - współczynnik uwzględniający w pociągu wpływ bezwładności mas o ruchu obrotowym,

v - prędkość,

t - czas.

Rozwiązując równanie (1) możemy obliczyć czas przejazdu w zadanym przedziale prędkości $\langle v_1, v_2 \rangle$;

przy czym: v_1 - prędkość początkowa,

v_2 - prędkość końcowa,

według następującej zależności:

$$t = \int_{v_1}^{v_2} \frac{dv}{K \{ F(v) - W(v) \}} \quad (2)$$

gdzie:

$$K = \frac{1}{M\rho}$$

Wstawiając do równania (1) zależność $ds = v dt$,

gdzie:

ds - przyrost drogi w czasie dt ,

możemy obliczyć drogę przejazdu w badanym przedziale prędkości $\langle v_1, v_2 \rangle$

według wzoru:

$$s = \int_{v_1}^{v_2} \frac{v dv}{K \{ F(v) - W(v) \}} \quad (3)$$

Do wyznaczenia $t(v_1, v_2)$ i $s(v_1, v_2)$ według wzorów (2), (3) potrzebna jest znajomość funkcji: $W(v)$, $F(v) = F_k(v)$ lub $F(v) = F_h(v)$.

Funkcję $W(v)$, czyli całkowite opory ruchu pociągu, oblicza się na podstawie wzoru:

$$W(v) = W_w(v) + W_l(v) + W_i + W_r \quad (4)$$

przy czym:

$W_w(v)$ - opory ruchu wagonów,

$W_l(v)$ - opory ruchu lokomotywy,

W_i - opory ruchu na wzniesieniu, spadku,

W_r - opory ruchu na krzywiźnie (w łuku).

Dla poszczególnych oporów ruchu będziemy się posługiwali następującymi wzorami empirycznymi, stosowanymi na PKP:

$$W_w(v) = 9,8 \left[\left(K + 0,15 \frac{v}{10} \right) M_w + 15 m_w + k \left(2,5 + n \right) \left(\frac{v}{10} \right)^2 \right] \quad (5)$$

$$W_l(v) = 9,8 \left[\left(0,9 + 0,15 \frac{v}{10} \right) M_l + 15 m_l + 3,5 \left(\frac{v}{10} \right)^2 \right] \quad (6)$$

$$W_i = 10 \text{ i } M \quad (7)$$

$$W_r = \frac{6900}{R} M \quad (8)$$

gdzie:

$K = 0,65$ dla łożysk tocznych, $K = 0,9$ dla łożysk ślizgowych,

$k = 1,0$ dla wagonów towarowych, $k = 0,8$ dla wagonów osobowych,
 M_w, M_1, M - masa wagonów, lokomotywy, pociągu,
 m_w, m_1 - liczba osi wagonów, lokomotywy,
 n - liczba wagonów w składzie pociągu,
 i - wielkość wzniesienia w ‰,
 R - promień krzywizny (łuku).

Po podstawieniu zależności (5)-(8) do równania (4) i wprowadzeniu następujących oznaczeń:

$$B_2 = 0,098 [k(2,5 + n) + 3,5],$$

$$B_1 = 0,147 M,$$

$$B_{ko} = 9,8 k M_w + 8,82 M_1 + 147 (m_w + m_1) + 10M \left(i + \frac{690}{R} \right)$$

całkowite opory ruchu przyjmują następującą postać:

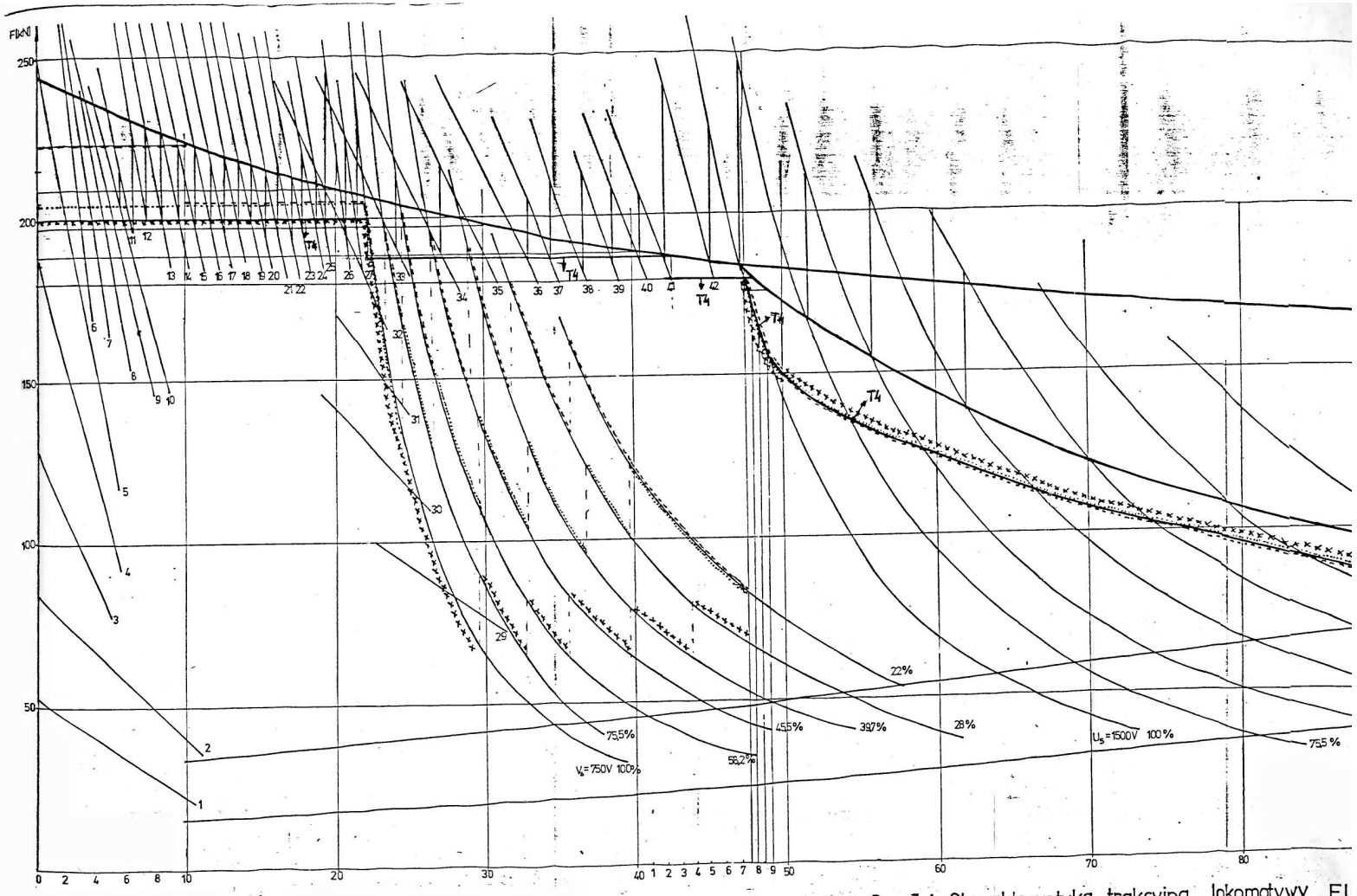
$$W(v) = B_2 v^2 + B_1 v + B_{ko} \quad (9)$$

Funkcja $F_k(v)$ w rzeczywistości podawana jest w postaci charakterystyk trakcyjnych i jest określona w sposób doświadczalny dla każdego typu lokomotywy. Zmiany charakterystyki trakcyjnej w zależności od prędkości przyjęto aproksymować związkiem:

$$F_k(v) = A_{12} v^2 + A_{11} v + A_{10} \quad (10)$$

gdzie: $v_1 < v < v_{1+1}$.

Współczynniki A_{12}, A_{11}, A_{10} określone są z warunku minimalizacji kwadratów odchyżeń między aproksymacją (10) i rzeczywistym przebiegiem charakterystyki trakcyjnej dla i -tego przedziału prędkości. Dla przykładu na rys.3.1 przedstawia się charakterystykę trakcyjną lokomotywy EU 07 gdzie zaznaczono jakie przebiegi tej charakterystyki przyjęto do obliczeń w określonych przedziałach prędkości. Na podstawie uzyskanych wyników średni błąd aproksymacji wynosi od 0,5 do 7,5 % w zależności od nachylenia charakterystyki. Im mniejsze nachylenie tym mniejszy błąd aproksymacji.



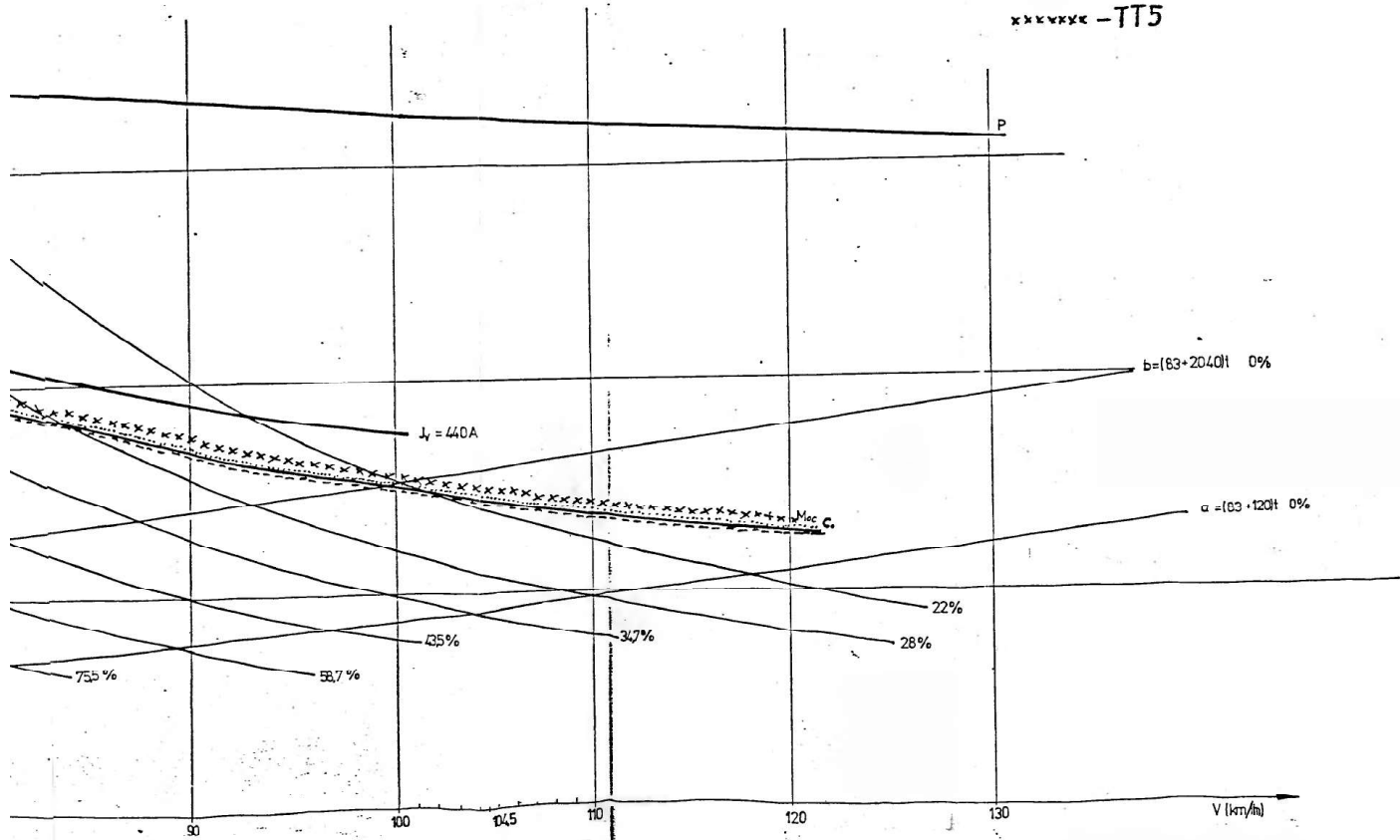
Rus.3.1 Charakterystyka trakcyjna lokomotywy EL

Napięcie znamionowe sieci $U=3000V$
 Ciężar 83T
 Liczba silników trakcyjnych 4 szt.
 Przelazienie $z=4,388$
 Siła przy przadzie $J_p=355$ dla $W=100\%$ 195,3 kN
 Siła przy proadzie $J_p=370$ dla $W=100\%$ 152,7 kN

P - krzywa przyczepności lokomotywy
 □ - krzywa oporów ruchu lokomotywy ze składem 12 wagonów osobowych 4-osiowych (60 T)
 ✕ - krzywa oporów ruchu lokomotywy ze składem 17 wagonów towarowych 6-osiowych (120T)

Przyjęte do obliczeń charakterystyki

— - T4
 - - - - TT3
 ······ - TT4
 ✕✕✕✕ - TT5



lokywy EU 07

Funkcję $F_h(v)$ oblicza się wg następującego wzoru:

$$F_h(v) = 10000 M \sigma \mu \quad (11)$$

gdzie: M - masa pociągu,

σ - współczynnik intensywności hamowania,

μ - współczynnik tarcia .

Do obliczeń przyjmuje się stałą wartość współczynnika σ , dla pociągów towarowych $\sigma = 0,6-0,7$ a dla pociągów osobowych $\sigma = 0,7-0,8$.

Wartość współczynnika μ określa się na podstawie wzoru:

$$\mu = \mu_0 \frac{v + 100}{5v + 100}$$

przy czym μ_0 oznacza wartość tarcia szczepnego.

Do obliczeń przyjęto wartości μ_0 w zakresie od 0,21 do 0,38 zwiększając o 0,01.

Siłę hamującą przedstawia się jako wielomian drugiego stopnia. Uzyskuje się go aproksymując współczynnik tarcia μ w dwóch przedziałach prędkości od 0- 20 [km/h] i 20-120 [km/h]. Siłę hamującą $F_h(v)$ przedstawia się w następującej postaci ogólnej:

$$F_h(v) = A'_{12} v^2 + A'_{11} v + A'_{10} \quad (12)$$

gdzie: $v_1 < v < v_{1+1}$.

Współczynniki A'_{12} , A'_{11} , A'_{10} określane są z warunku minimalizacji kwadratów odchyłeń między aproksymacją a rzeczywistym przebiegiem współczynnika przyczepności μ oraz na podstawie wzoru (11).

Mając określone funkcje $W(v)$ i $F_k(v)$ wzorami (9) i (10) oraz wprowadzając następujące oznaczenia:

$$A_1 = A'_{12} - B_2, \quad B_1 = A'_{11} - B_1, \quad C_1 = A'_{10} - B_{ko}$$

wyrażenia (2) i (3) przyjmują postać:

$$t = t(v_1, v_2) = \frac{1}{K} \int_{v_1}^{v_2} \frac{dv}{A_1 v^2 + B_1 v + C_1} \quad (13)$$

$$s = s(v_1, v_2) = \frac{1}{K} \int_{v_1}^{v_2} \frac{v dv}{A_1 v^2 + B_1 v + C_1} \quad (14)$$

Całkując równania w przedziale prędkości $\langle v_1, v_2 \rangle$ otrzymujemy:



gdy $\Delta = 4AC - B^2 > 0$;

$$t = \frac{2}{K \sqrt{\Delta}} \left(\operatorname{arctg} \frac{2A_1 v_2 + B_1}{\sqrt{\Delta}} - \operatorname{arctg} \frac{2A_1 v_1 + B_1}{\sqrt{\Delta}} \right) \quad (15)$$

$$S = \frac{1}{2A_1 K} \ln |A_1 v_2^2 + B_1 v_2 + C_1| - \frac{B_1}{A_1 K \sqrt{\Delta}} \operatorname{arctg} \frac{2A_1 v_2 + B_1}{\sqrt{\Delta}} + \\ - \frac{1}{2A_1 K} \ln |A_1 v_1^2 + B_1 v_1 + C_1| + \frac{B_1}{A_1 K \sqrt{\Delta}} \operatorname{arctg} \frac{2A_1 v_1 + B_1}{\sqrt{\Delta}} \quad (16)$$

gdy $\Delta = 4AC - B^2 < 0$;

$$t = \frac{1}{K \sqrt{-\Delta}} \left(\ln \left| \frac{2A_1 v_2 + B_1 - \sqrt{-\Delta}}{2A_1 v_2 + B_1 + \sqrt{-\Delta}} \right| - \ln \left| \frac{2A_1 v_1 + B_1 - \sqrt{-\Delta}}{2A_1 v_1 + B_1 + \sqrt{-\Delta}} \right| \right) \quad (17)$$

$$S = \frac{1}{2A_1 K} \ln |A_1 v_2^2 + B_1 v_2 + C_1| - \frac{1}{2A_1 K} \ln |A_1 v_1^2 + B_1 v_1 + C_1| + \\ - \frac{B_1}{2A_1 K \sqrt{-\Delta}} \ln \left| \frac{2A_1 v_2 + B_1 - \sqrt{-\Delta}}{2A_1 v_2 + B_1 + \sqrt{-\Delta}} \right| + \frac{B_1}{2A_1 K \sqrt{-\Delta}} \ln \left| \frac{2A_1 v_1 + B_1 - \sqrt{-\Delta}}{2A_1 v_1 + B_1 + \sqrt{-\Delta}} \right| \quad (18)$$

gdy $\Delta = 0$

$$t = - \frac{2}{K} \left(\frac{1}{2A_1 v_2 + B_1} - \frac{1}{2A_1 v_1 + B_1} \right) \quad (19)$$

$$S = \frac{1}{A_1 K} \left(\frac{B_1}{2A_1 v_2 + B_1} - \frac{B_1}{2A_1 v_1 + B_1} + \ln |2A_1 v_2 + B_1| - \ln |2A_1 v_1 + B_1| \right) \quad (20)$$

Aby wyznaczyć czas przejazdu na odcinku drogi s , jeżeli znany jest ten odcinek oraz prędkość z jaką rozpoczyna pociąg jazdę na tym odcinku, należy wyznaczyć prędkość jaką uzyska na końcu tego odcinka. Prędkość tę wyznacza się na podstawie poniżej podanych równań, które otrzymano w wyniku przekształceń stosując rozwinięcia funkcji $\ln(v_2)$

i $\arctg(v_2)$ w równaniach (17), (18), (20) w szereg Taylora w otoczeniu punktu v_1 , z przybliżeniem do krzywej drugiego stopnia. Dla jazdy z wykorzystaniem charakterystyk trakcyjnych prędkość tę wyznacza się dla $\Delta < 0$ i $\Delta > 0$ z następującego równania:

$$\begin{aligned} & \frac{E(G + B_1 H)}{2F^2} v_2^2 + \left(\frac{E(H - B_1)}{F} \frac{E(G + B_1 H)}{F^2} v_1 \right) v_2 - \frac{E(H - B_1)}{F} v_1 + \\ & + \frac{E(G + B_1 H)}{2F^2} v_1^2 - S = 0 ; \end{aligned} \quad (21)$$

gdzie:

$$E = \frac{1}{2A_1 K}$$

$$H = 2A_1 v_1 + B_1$$

$$F = A_1 v_1^2 + B_1 v_1 + C_1$$

$$G = -2A_1^2 v_1^2 + 2A_1 C_1 - 2A_1 B_1 v_1 - B_1^2$$

Dla $\Delta = 0$ przy przyjęciu następujących oznaczeń:

$$H = 2A_1 v_1 + B_1$$

$$D = -2A_1 v_1 + B_1$$

$$L = \frac{A_1}{K}$$

otrzymujemy :

$$\frac{2LD}{H^3} v_2^2 + \left[\frac{4L}{H^2} v_1 - \frac{4LD}{H^3} v_1 \right] v_2 + \left[\frac{2LD}{H^3} - \frac{4L}{H^2} \right] v_1^2 - S = 0 \quad (22)$$

Dla procesu hamowania prędkość końcową wyznacza się z równania dla przypadku $\Delta < 0$ i $\Delta > 0$:

$$\begin{aligned} & - \frac{E' (G' + B_1' H')}{2F'^2} v_2'^2 + \left(\frac{E' (B_1' - H')}{F'} + \frac{E' (G' + B_1' H')}{F'^2} v_1' \right) v_2' - \frac{E' (B_1' - H')}{F'} v_1' + \\ & - \frac{E' (G' + B_1' H')}{2F'^2} v_1'^2 - S' = 0 ; \end{aligned} \quad (23)$$

przy czym współczynniki E', H', F', G' określa się tak samo jak podano wyżej, wstawiając do podanych wzorów współczynniki A_1', B_1', C_1' równe odpowiednio $A_1' = A_{12}' + B_2'$; $B_1' = A_{11}' + B_1'$; $C_1' = A_{10}' + B_{k0}'$ oraz za $v_1 = v_1'$.

Dla $\Delta = 0$ z wzoru:

$$-\frac{2L'D'}{H'^3}v_2'^2 - \left[\frac{4L'}{H'^2}v_1' - \frac{4L'D'}{H'^3}v_1' \right]v_2' - \left[\frac{2L'D'}{H'^3} - \frac{4L'}{H'^2} \right]v_1'^2 - S' = 0 \quad (24)$$

gdzie:

$$H' = 2A'_1v_1' + B'_1;$$

$$D' = -2A'_1v_1' + B'_1$$

$$L' = \frac{A'_1}{K}$$

Przy obliczaniu czasu przejazdu pociągu istotnym problemem jest też wyznaczenie prędkości z jaką musi pociąg rozpocząć hamowanie aby wjechać z odpowiednią prędkością w punkt zatrzymania lub ograniczenia prędkości. Prędkość tę wyznacza się, znajdując współrzędne punktu przecięcia się krzywej jazdy i krzywej hamowania z następującego równania:

$$\begin{aligned} & \left[\frac{E(G + B_1 H)}{2F^2} + \frac{E'(G' + B'_1 H')}{2F'^2} \right] v_2'^2 + \left[\frac{E(H - B_1)}{F} + \frac{E'(H' - B'_1)}{F'} + \right. \\ & \left. - \frac{E(G + B_1 H)}{F^2} v_1' - \frac{E'(G' + B'_1 H')}{F'^2} v_1' \right] v_2' - \frac{E(H - B_1)}{F} v_1' + \\ & - \frac{E'(H' - B'_1)}{F'} v_1' + \frac{E(G + B_1 H)}{2F^2} v_1'^2 + \frac{E'(G' + B'_1 H')}{2F'^2} v_1'^2 - S = 0 \end{aligned} \quad (25)$$

Procedura obliczania czasu przejazdu pociągu oparta jest na wzorach (15) lub (17) lub (19) w zależności od wartości wyróżnika trójmianu kwadratowego, po wcześniejszym wyznaczeniu wartości prędkości v_2 z wzoru (21) lub (22) dla jazdy przyspieszającej a dla hamowania z wzoru (25) na zadanej drodze s i znanej wartości prędkości v_1 .

Przy ruszaniu z miejsca do osiągnięcia prędkości 5 [km/h] przyjmuje się siłę pociągową równą wartości stałej i ograniczoną z góry współczynnikiem przyczepności oraz $W(v)=const$. Opory ruchu przy ruszaniu z miejsca są zwiększone z racji większego współczynnika tarcia w łożyskach osiowych i oblicza się je w/g następujących wzorów

empirycznych: [20]

$W'_r = 4 + 0,3 i_c$ [kG/T] - dla wagonów o łożyskach ślizgowych,

$W'_r = 1,5 + 0,3 i_c$ [kG/T] - dla wagonów o łożyskach tocznych,

$W'_r = 6 + 0,3 i_c$ [kG/T] - dla lokomotyw wszystkich typów,

gdzie:

i_c [%.] - wzniesienie zastępcze, na którym odbywa się rozruch R1.

Oporo ruchu przy ruszaniu z miejsca oblicza się z wzoru:

$$W_r = 10 M(W'_r + W''_r) \text{ [N]} \quad (26)$$

Przyrost drogi w czasie rozruchu R1 określa się w/g wzoru:

$$s = \frac{v^2}{2KF}$$

gdzie: $F = F_k - W_r$.

Dla jazdy z ustaloną prędkością przyjmuje się $F_k(v) = W(v)$ a dla

jazdy z wybiegu $F_k(v) = 0$.

Przy określaniu oporów biegu pociąg traktowany jest jako obiekt o masie skupionej, natomiast opory wynikające z profilu trasy oblicza się dla rozłożonej masy pociągu, uwzględniając długość pociągu L. Prowadząc obliczenia dla środka ciężkości pociągu przyjmuje się średnie pochylenie na całej długości pociągu, a nie pochylenie rzeczywiste, na którym znajduje się w danej chwili środek ciężkości. Uzyskujemy wówczas płynne zmiany profilu z każdym krokiem drogi przyjętym do obliczeń.

Średnie pochylenie na długości pociągu oblicza się w/g następującego wzoru:

$$p = \left(\sum_{l=0}^4 \frac{N_l p^{(J-1)}}{L} + \sum_{l=1}^4 \frac{L_l p^{(J+1)}}{L} \right) \quad (27)$$

gdzie:

N_l - długość części pociągu znajdujących się na kolejnych pochyleniach p^J , przed współrzędną drogi, na której znajduje się środek ciężkości pociągu,

L_l - długości części pociągu znajdujących się na kolejnych pochyleniach p^J , za współrzędną drogi, na której znajduje się środek ciężkości pociągu,

L - długość pociągu.

Zachodzi zawsze $\sum (N_1 + L_1) = L$. Gdy średnie pochylenie jest ujemne (spadek), to siły wynikające z profilu trasy są przyspieszające, a gdy dodatnie (wzniesienie) opóźniająca. Wartości sił wynikające z profilu trasy uwzględniane są przy obliczaniu współczynnika B_{ko} .

W podanym modelu matematycznym ruchu pociągu stosowane są następujące jednostki SI dla: - sił $F_k(v)$, $F_h(v)$, $W(v)$ - [N], - prędkości v - [m/s], - czasu t - [s], - drogi s - [m], - pochylenia p - [‰], - współczynników: A_1, A'_1 - [$N \cdot s^2/m^2$], współczynników: B_1, B'_1 - [N s/m], - współczynników: C_1, C'_1 - [N].

Energia potrzebna do ruchu pojazdu trakcyjnego jest zależna od istniejącego rozkładu jazdy (prędkość średnia, odległość między przystankami), jak i sposobu prowadzenia pojazdu, czyli zmian siły pociągowej $F(v)$, prędkości $v(t)$ i drogi $s(t)$ przebywanej przez pojazd. Energię potrzebną do ruchu pojazdu z silnikami elektrycznymi można określić wzorem:

$$Q = \int_0^{t_1} \frac{u(t) i(t)}{\eta(u, i)} dt \quad (28)$$

gdzie:

$u(t)$ - napięcie zasilające silniki pojazdu,

$i(t)$ - prąd silników,

$\eta(u, i)$ - sprawność układu napędowego,

t_1 - czas poboru energii ze źródła zasilania.

Wykorzystując proporcjonalność siły pociągowej pojazdu $F(t)$ do momentu obrotowego, a więc i prądu silników oraz proporcjonalność prędkości $v(t)$ do napięcia zasilającego silniki oraz fakt, że w większości układów napędowych sprawność silników zmienia się nieznacznie (około 2-4%), można całkę (28) przekształcić do postaci:

$$Q = c_1 \int_0^{t_1} F_k(t) v(t) dt \quad (29)$$

gdzie: $c_1 = \frac{1}{\eta(F_k, v)} = \text{const.}$

Czas t_1 nie jest znany. Całkę (29) przedstawia się zwykle w postaci:

$$Q = \frac{1}{2} \int_{t_0}^{t_f} \left(F_k(t) + |F_k(t)| \right) v(t) dt \quad (30)$$

gdzie: czas $(t_f - t_0)$ jest znany.

Dla $F(t) > 0$ wskaźnik Q określa energię potrzebną do ruchu i jej wartość określa się:

- dla jazdy z wykorzystaniem charakterystyki trakcyjnej:

$$Q = (t_f - t_0) \left\{ A_{i2} \left[v_1^3 + \frac{3}{2} v_1^2 (v_2 - v_1) + v_1 (v_2 - v_1)^2 + \frac{1}{4} (v_2 - v_1)^3 \right] + A_{i1} \left[v_1^2 + v_1 (v_2 - v_1) + \frac{1}{3} (v_2 - v_1)^2 \right] + A_{i0} \left[v_1 + \frac{1}{2} (v_2 - v_1) \right] \right\} \quad (31)$$

- dla jazdy z ustaloną prędkością:

$$Q = B_{2u} v_u^3 + B_{1u} v_u^2 + B_{ko_u} v_u (t_f - t_0) \quad (32)$$

- dla jazdy z wybiegu i hamowania ($F(t) \leq 0$) pomija się energię wydatkowaną lub odzyskiwaną podczas hamowania.

Procedura obliczania zużycia energii oparta jest na wzorach (31) i (32). Określone wartości energii wyrażone są w [J].

3.2. Analiza obiektu badań.

Obiektem badań jest model odcinka linii kolejowej wraz z niezbędnym wyposażeniem w stałe urządzenia i środki prowadzenia ruchu. Uznając odwzorowanie modelu odcinka linii, w dalszych rozważaniach w miarę potrzeby, będzie używane sformułowanie system pracy odcinka linii kolejowej.

W modelu tym wyróżnia się dwa podsystemy: ruchowy i trakcyjny oraz ich bezpośrednie otoczenia: układ drogowy i układ zasilania.

Przedstawiony na rys.3.2.1 obiekt badań odzwierciedla wzajemne oddziaływania i powiązania między wyróżnionymi podsystemami oraz ich bezpośrednimi otoczeniami. W każdym z podsystemów wyróżnia się te elementy, które mają istotny wpływ na funkcjonowanie systemu a mianowicie:

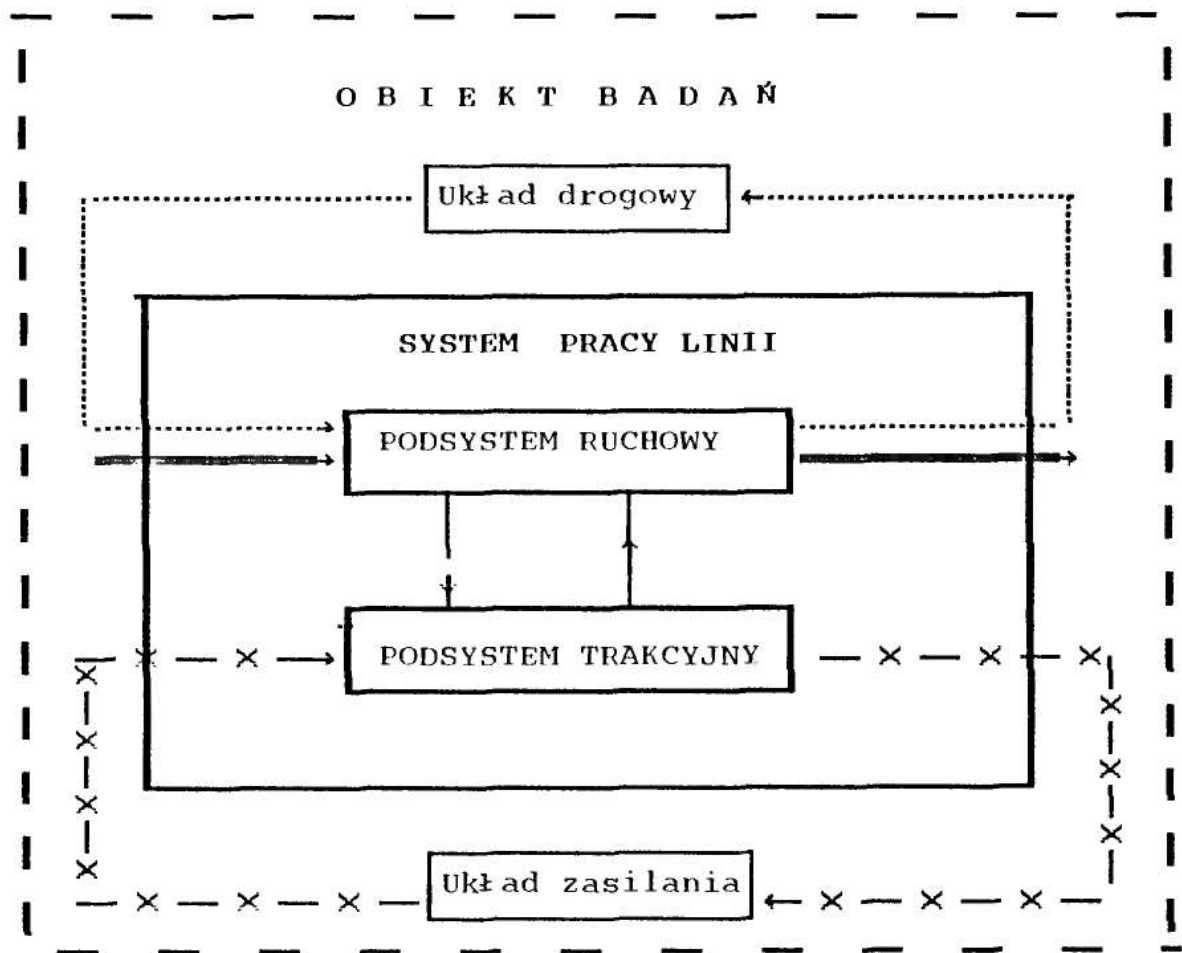
- **obiekty podsystemów** lub **bezpośredniego otoczenia** wraz z ich własnościami zwanymi **cechami**,
- **procesy** zachodzące w podsystemie ruchowym i trakcyjnym, będące mechanizmem (prawem), które opisują w czasie zanikanie bądź powstawanie **relacji** pomiędzy obiektami badanego systemu wraz z ich **charakterystykami**.

Badanie systemu polega na obserwacji zmian jego stanu w określonym przedziale czasu. Natomiast **stan systemu** jest określony przez wartości, jakie przyjmują w danej chwili cechy wszystkich obiektów.

W badanym systemie są analizowane tylko te **przebiegi procesów**, które wywołują **zmiany stanu** w systemie i przebiegi te nazywa się **działaniami**. Wystąpienie zaś **zmiany stanu** w systemie określa się jako **zdarzenie**.

Dla ułatwienia przeprowadzenia analizy złożonego systemu pracy odcinka linii wykorzystano algorytm, w którym wprowadzono fikcyjnych obserwatorów, przydzielając im zadania do wykonania tak jak podano na rys.nr 3.2.1.1. Następnie na podstawie ich obserwacji tworzone są modele podstawowych struktur elementów i procesów oraz formatów danych.

Rys. 3.2.1 Obiekt badań.



Objaśnienia:

- | | | | |
|-----------|--------------------------------------|-----------|-----------------------|
| — — — — — | - granice obiektu badań | —————→ | - strumień pociągów |
| ————— | - granice systemu pracy linii | - x - x → | - przepływ energii |
| —————→ | - wzajemne oddziaływania podsystemów |→ | - przepływ informacji |

3.2.1. Algorytm budowy modelu obiektu badań.

W trakcie prowadzonej analizy wyróżnia się następujące działania:

- 1) dekompozycję na podsystemy, wyodrębnienie w nich podstawowych składowych oraz ich analizy,
- 2) na bazie wyników analizy tych składowych dokonuje się opisu określonych struktur elementów i ich cech oraz kompozycji z nich formalnego opisu całego systemu innymi słowami modelu.

Ze względu na istotę założonych celów badań w trakcie dekompozycji podsystemów oraz ich bezpośredniego otoczenia wyróżniono następujące elementy:

- 1) w podsystemie ruchowym:
 - szlaki i odstępy blokowe,
 - sygnalizatory,
 - przystanki osobowe,
 - miejsca ograniczeń prędkości;
- 2) w podsystemie trakcyjnym:
 - elektryczne pojazdy trakcyjne,
 - sposób jazdy;
- 3) w układzie drogowym:
 - profil poziomy,
 - profil pionowy;
- 4) w układzie zasilania:
 - podstacje i kabiny sekcyjne.

Algorytm budowy modelu obiektu badań przedstawia rys. 3.2.1.1.

3.2.2. Zasady postępowania podczas analizy obiektu badań.

Zadania poszczególnych obserwatorów analizujących obiekt badań ujęto w następujący sposób:

- O b s e r w a t o r n a j w y ż s z e g o r z ę d u O S R T analizuje podsystemy: ruchowy i trakcyjny, dekomponując je w celu wyodrębnienia w nich obiektów i procesów, i przydziela zadania obserwatorom wyższego rzędu OUT i OPT, a bazując na wynikach obserwacji tworzy syntetyczny opis systemu pracy linii.
- O b s e r w a t o r w y ż s z e g o r z ę d u O U T dokonuje wstępnej dezagregacji struktury obiektów w celu wyodrębnienia odpowiednich struktur opisujących obiekty obsługujące i obsługiwane oraz cech je opisujących, a następnie przydziela zadania obserwatorom niższego rzędu OOO i OOU i łącząc wyniki prac tych obserwatorów tworzy opis struktury danych obiektów obsługujących i obsługiwanych.
- O b s e r w a t o r w y ż s z e g o r z ę d u O P T przeprowadza analizę podsystemu ruchowego linii, wyodrębnia elementarne procesy występujące w sferze technologicznej oraz przydziela zadania obserwatorom niższego rzędu : OPR, OPJ1, OPP-K i łącząc wyniki ich prac tworzy model procesu ruchowego.
- O b s e r w a t o r n i ż s z e g o r z ę d u O O O analizuje obiekty obsługiwane, określając ich strukturę i cechy je opisujące, a także przydziela zadania obserwatorom najniższego rzędu OK1, OK2, a w wyniku syntezy opisuje strumień wejścia.
- O b s e r w a t o r n i ż s z e g o r z ę d u O U O przeprowadza analizę obiektów obsługujących, wynikających z układu zabezpieczenia ruchem oraz układu drogowego, dokonuje dekompozycji tych obiektów w celu wyodrębnienia ich elementów składowych i ustala zadania dla obserwatorów najniższego rzędu: OST, OGRP, OUSR, OUT1, OUP0, a w wyniku syntezy ich prac tworzy model obiektów obsługujących.
- O b s e r w a t o r n a j n i ż s z e g o r z ę d u O K 1 określa strukturę odwzorowującą strumień wejścia czyli strumień pociągów oraz cechy charakteryzujące te pociągi.
- O b s e r w a t o r n a j n i ż s z e g o r z ę d u O K 2 opisuje sposób określania tablicy wartości siły pociągowej i współczynnika tarcia.
- O b s e r w a t o r n a j n i ż s z e g o r z ę d u O S T w wyniku analizy i syntezy układu zasilania tworzy jego model.

- O b s e r w a t o r n a j n i ż s z e g o r z ę d u O G R P
analizuje ograniczenia prędkości a w wyniku swej pracy, tworzy model
układu ograniczeń prędkości.

- O b s e r w a t o r n a j n i ż s z e g o r z ę d u O U S R
dokonuje analizy układu zabezpieczenia ruchem, opisując jego strukturę
oraz cechy ją charakteryzujące i tworzy model tego układu.

- O b s e r w a t o r n a j n i ż s z e g o r z ę d u O U T 1
przeprowadza analizę układu drogowego i określa jego strukturę wraz
z cechami charakteryzującymi tę strukturę tworząc jego model.

- O b s e r w a t o r n a j n i ż s z e g o r z ę d u O U P O
określa strukturę przystanków osobowych i opisuje cechy je
charakteryzujące i w efekcie swej pracy tworzy model rozmieszczenia
przystanków osobowych.

- O b s e r w a t o r n i ż s z e g o r z ę d u O P R
analizuje proces ruchowy, a efektem jego pracy jest podanie zasad
prowadzenia ruchu oraz budowa modeli elementarnych procesów ruchowych
wynikających z ograniczeń: trakcyjnych, zabezpieczenia ruchu,
prędkości i ruchowych.

- O b s e r w a t o r n i ż s z e g o r z ę d u O P J
uwzględnia elementarny proces ruchowy wynikający z ograniczeń układu
drogowego i tworzy jego model.

- O b s e r w a t o r n i ż s z e g o r z ę d u O P P - K
dokonuje analizy procesu ruchowego uwzględniającego ograniczenia
związane z wpływem procesów początkowo-końcowych i tworzy jego model.

Na podstawie wyników prowadzonej analizy według podanego wyżej
schematu wyodrębnia się następujące składowe struktury, których
odwzorowanie przedstawia się w postaci modeli podstawowych struktur
i procesów oraz formatów danych.

A). W wyniku prac obserwatora OK1 analizującego strumień pociągów
obsługiwanych na badanej linii uzyskuje się opis cech
charakteryzujących te pociągi. Każdy z pociągów można opisać zbiorem
charakteryzujących go cech, istotnych ze względu na cel badań
w postaci następującego wektora:

$$p^{k,d} = \begin{bmatrix} p^{1,d} \\ p^{2,d} \\ p^{3,d} \\ p^{4,d} \\ p^{5,d} \\ p^{6,d} \\ p^{7,d} \\ p^{8,d} \\ p^{9,d} \\ p^{10,d} \\ p^{11,d} \end{bmatrix}$$

gdzie: k - numer składowej,

d - numer cechy,

$p^{1,d}$ - kategoria pociągu,

$p^{2,d}$ - rodzaj elektrycznego pojazdu trakcyjnego,

$p^{3,d}$ - rodzaj wagonów w składzie pociągu, potrzebny do obliczania długości pociągu,

$p^{4,d}$ - liczba osi rzeczywistych wagonów w składzie poc.,

$p^{5,d}$ - liczba wagonów w składzie pociągu,

$p^{6,d}$ - liczba osi rzeczywistych pojazdu trakcyjnego,

$p^{7,d}$ - masa pojazdu trakcyjnego,

$p^{8,d}$ - masa wagonów,

$p^{9,d}$ - rodzaj łożysk wagonów (ślizgowe, toczne),

$p^{10,d}$ - długość pociągu,

$p^{11,d}$ - procent ciężaru hamującego.

Poniżej zostaną podane cechy opisujące każdą składową oraz ich formalny opis.

Cechy opisujące składową $p^{1,d}$ przedstawia się w postaci wektora:

$$p^{1,d} = [p^{1,1}, p^{1,2}, p^{1,3}, p^{1,4}]$$

przy czym:

$p^{1,1}$ - pociąg pasażerski ekspresowy lub pospieszny,

$p^{1,2}$ - " - " - osobowy,

$p^{1,3}$ - " - towarowy ekspresowy lub pospieszny,

$p^{1,4}$ - " - " - zwykły.

Składowa $p^{2,d}$ opisana została przez następujące cechy:

$$p^{2,d} = [p^{2,1}, p^{2,2}]$$

przy czym:

$p^{2,1}$ - typ pojazdu trakcyjnego,

$p^{2,2}$ - seria pojazdu trakcyjnego.

Dla przyjętych założeń, przy opisie składowej $p^{3,d}$ uwzględnia się tylko podział wagonów ze względu na liczbę osi i określa się w następujący sposób:

$$p^{3,d} = [p^{3,1}, p^{3,2}, p^{3,3}, p^{3,4}, p^{3,5}, p^{3,6}, p^{3,7}, p^{3,8}, p^{3,9}]$$

przy czym:

$p^{3,1}$ - wagony osobowe 2 osiowe,

$p^{3,2}$ - " - " - 3 osiowe,

$p^{3,3}$ - " - " - 4 osiowe,

$p^{3,4}$ - " - towarowe 2 osiowe o długości do 11 [m],

$p^{3,5}$ - " - " - 2 osiowe o długości ponad 11 [m],

$p^{3,6}$ - " - " - 3 osiowe o długości do 11 [m],

$p^{3,7}$ - " - " - 3 osiowe o długości ponad 11 [m],

$p^{3,8}$ - " - " - 4 osiowe,

$p^{3,9}$ - " - " - 6 osiowe.

Określając odpowiednio liczbę poszczególnych wagonów opisanych przez składową $p^{3,d}$ w następujący sposób:

$$n^{3,d} = [n^{3,1}, n^{3,2}, n^{3,3}, n^{3,4}, n^{3,5}, n^{3,6}, n^{3,7}, n^{3,8}, n^{3,9}]$$

składową $p^{4,d}$ opisuje się:

$$p^{4,d} = [p^{4,1}]$$

gdzie:

$$p^{4,1} = 2n^{3,1} + 3n^{3,2} + 4n^{3,3} + 2n^{3,4} + 2n^{3,5} + 3n^{3,6} + 3n^{3,7} + 4n^{3,8} + 6n^{3,9}$$

Składową $p^{5,d}$ określa się na bazie $n^{3,d}$ i zapisuje w postaci:

$$p^{5,d} = [p^{5,1}]$$

gdzie:

$$p^{5,1} = \sum_{d=1}^7 n^{3,d}$$

Składowe $p^{6,d}$ i $p^{7,d}$ opisuje się następująco:

$$p^{6,d} = [p^{6,1}]$$

$$p^{7,d} = [p^{7,1}]$$

gdzie:

$p^{6,1}$ - określa liczbę osi rzeczywistych pojazdu trakcyjnego,

$p^{7,1}$ - określa masę pojazdu trakcyjnego.

Składowe $p^{8,d}$ i $p^{9,d}$ opisuje się następującymi cechami:

$$p^{8,d} = [p^{8,1} p^{8,2}]$$

$$p^{9,d} = [p^{9,1} p^{9,2}]$$

gdzie:

$p^{8,1}$ - masa własna wagonów (tara),

$p^{8,2}$ - masa ładunku wagonów (netto),

$p^{9,1}$ - łożyska toczne,

$p^{9,2}$ - łożyska ślizgowe.

Składową $p^{10,d}$ opisuje się w następujący sposób:

$$p^{10,d} = [p^{10,1}]$$

gdzie:

$p^{10,1}$ - długość pociągu określana jako suma długości lokomotywy i wagonów w składzie pociągu.

Składową $p^{11,d}$ opisują następujące cechy:

$$p^{11,d} = [p^{11,1}]$$

gdzie:

$p^{11,1}$ - procent wymaganego ciężaru hamującego.

Dla każdego rozpatrywanego pociągu otrzymujemy następującą macierz charakteryzujących go cech:

$$M = \begin{bmatrix} p^{1,1} & p^{1,2} & p^{1,3} & p^{1,4} & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ p^{2,1} & p^{2,2} & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ p^{3,1} & p^{3,2} & p^{3,3} & p^{3,4} & p^{3,5} & p^{3,6} & p^{3,7} & p^{3,8} & p^{3,9} \\ p^{4,1} & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ p^{5,1} & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ p^{6,1} & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ p^{7,1} & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ p^{8,1} & p^{8,2} & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ p^{9,1} & p^{9,2} & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ p^{10,1} & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ p^{11,1} & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$$

Ponieważ wektory wierszowe: 1,2,3 i 9 macierzy M zawierają opis cech typu redakcyjnego przy formułowaniu wydruku wyników obliczeń i nie są wykorzystywane bezpośrednio do obliczeń, dlatego dokonuje się rozbitcia tej macierzy na dwie macierze w następujący sposób:

$$M^1 = \begin{bmatrix} p^{1,1} & p^{1,2} & p^{1,3} & p^{1,4} & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ p^{2,1} & p^{2,2} & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ p^{3,1} & p^{3,2} & p^{3,3} & p^{3,4} & p^{3,5} & p^{3,6} & p^{3,7} & p^{3,8} & p^{3,9} \\ p^{9,1} & p^{9,2} & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$$

$$M^2 = \begin{bmatrix} p^{4,1} & 0 \\ p^{5,1} & 0 \\ p^{6,1} & 0 \\ p^{7,1} & 0 \\ p^{8,1} & p^{8,2} \\ p^{10,1} & 0 \\ p^{11,1} & 0 \end{bmatrix}$$

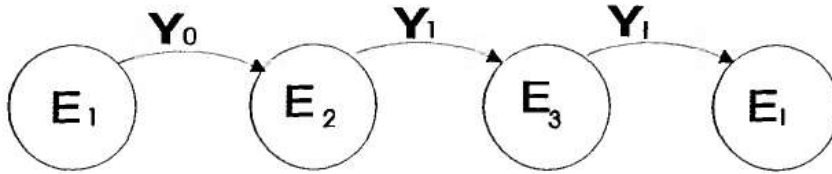
Liczność strumienia pociągów obsługiwanych na danej linii oznaczamy przez I. Strukturę odwzorowującą strumień pociągów na wejściu do systemu przedstawia się w postaci grafu (rys.3.2.2.1):

$$F_E = (E, Y) \quad Y \subset E \times E$$

gdzie:

$E = \{ E_1, E_2, \dots, E_I \}$ - określa zbiór rozpatrywanych pociągów,

$Y = \{ Y_0, Y_1, \dots, Y_I \}$ - określa zbiór relacji opisany czasem następstwa pociągów.



Rys. 3.2.2.1 Graf odwzorowujący strumień pociągów.

Jeżeli każdy z węzłów tego grafu opisze się następującymi cechami w postaci wektora:

$$E_i = \begin{bmatrix} M^1 \\ M^2 \end{bmatrix}$$

gdzie: M^1 i M^2 - macierze opisujące cechy pociągu,

to zbiór wszystkich cech opisujących węzły tworzy macierz:

$$E = \begin{bmatrix} M_1^1 & M_2^1 & \dots & M_I^1 \\ M_1^2 & M_2^2 & \dots & M_I^2 \end{bmatrix}$$

gdzie: I - liczność węzłów.

Natomiast każdą relację w tym grafie opisuje się czasem następstwa pociągów, co formalnie zapisuje się:

$$Y_i = \begin{bmatrix} Y_{1,i} \end{bmatrix}$$

Zatem zbiór cech opisujących relacje będzie wektorem postaci:

$$Y = \begin{bmatrix} Y_{1,0} & \dots & Y_{1,I} \end{bmatrix}$$

gdzie: I - liczność relacji.

Modelem strumienia pociągów o liczności I będzie więc sieć:

$$S_F^* = (F; E, Y).$$

B. Obserwator OK2 na podstawie analizy charakterystyki trakcyjnej dla każdego pojazdu trakcyjnego i -tego pociągu opisuje macierz wartości siły pociągowej dla określonego przedziału prędkości, co formalnie zapisujemy:

$$F_i^{1,k} = \begin{bmatrix} V_i^{1,n} & F_i^{1,n} \\ V_i^{2,n} & F_i^{2,n} \\ \dots & \dots \\ V_i^{1,n} & F_i^{1,n} \end{bmatrix}$$

gdzie: $F_i^{1,k}$ - l -ta wartość siły pociągowej dla n -tego przedziału prędkości dla i -tego pociągu,

$V_i^{1,n}$ - 1-ta wartość prędkości z n-tego przedziału prędkości dla i-tego pociągu.

Również na podstawie analizy współczynnika tarcia między hamowanym kołem a szyną, określa jego wartości dla wyróżnionych przedziałów prędkości i opisuje w postaci:

$$W_i^{m,p} = \begin{bmatrix} V_i^{1,p} & W_i^{1,p} \\ V_i^{2,p} & W_i^{2,p} \\ \dots & \dots \\ V_i^{m,p} & W_i^{m,p} \end{bmatrix}$$

gdzie: $W_i^{m,p}$ - m-ta wartość współczynnika tarcia dla p-tego przedziału prędkości dla i-tego pociągu,

$V_i^{m,p}$ - m-ta wartość prędkości z p-tego przedziału prędkości dla i-tego pociągu.

Obserwator ten podaje tyle opisów siły pociągowej i współczynnika tarcia dla jednego pojazdu trakcyjnego, ile wyróżnił przedziałów prędkości i określa jako jeden zbiór danych. Wartości te określa obserwator na podstawie charakterystyki trakcyjnej pojazdu oraz współczynnika tarcia, uwzględniając ograniczenia wynikające z przyczepności i warunków cieplnych. Aby jednak wykorzystać te zbiory danych bezpośrednio do obliczeń należy dokonać w tych zbiorach aproksymacji siły pociągowej i współczynnika tarcia dla tych przedziałów prędkości, w których są one różnowartościowe. W wyniku aproksymacji funkcją kwadratową uzyskujemy dla poszczególnych przedziałów prędkości wartości współczynników trójmianu kwadratowego, które to wartości są bezpośrednio wykorzystywane do obliczeń. W związku z tym opis jednego zbioru danych siły pociągowej i współczynnika tarcia przyjmie postać następujących macierzy:

$$F_i^{1,n} = \begin{bmatrix} A_{21}^1 & A_{1i}^1 & A_{0i}^1 & V_1^{1,1} & V_1^{1,1} \\ A_{21}^2 & A_{1i}^2 & A_{0i}^2 & V_1^{1,2} & V_1^{1,2} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ A_{21}^n & A_{1i}^n & A_{0i}^n & V_1^{1,n} & V_1^{1,n} \end{bmatrix}$$

$$W_i^{m,p} = \begin{bmatrix} A_{21}^{,1} & A_{1i}^{,1} & A_{0i}^{,1} & V_1^{1,1} & V_1^{1,1} \\ A_{21}^{,2} & A_{1i}^{,2} & A_{0i}^{,2} & V_1^{1,2} & V_1^{1,2} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ A_{21}^{,p} & A_{1i}^{,p} & A_{0i}^{,p} & V_1^{1,p} & V_1^{m,p} \end{bmatrix}$$

Macierze te stanowią jeden zbiór danych dla i -tego pociągu, a do obliczeń są wykorzystywane wektory wierszowe.

Dane siły pociągowej i współczynnika tarcia dla poszczególnych przedziałów prędkości obejmują wartości maksymalne, minimalne oraz średnie, a ich formalny zapis przedstawia tablica $T_{F,W}$.

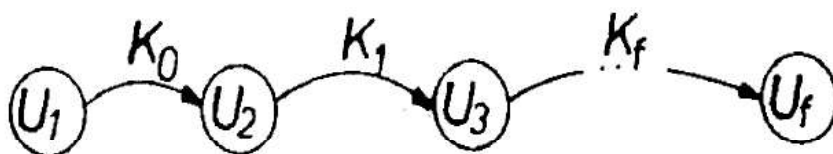
$$T_{F,W} = \begin{bmatrix} A_{21\max}^1 & A_{1i\max}^1 & A_{0i\max}^1 & V_1^{1,1} & V_1^{1,1} \\ A_{21\acute{s}r}^1 & A_{1i\acute{s}r}^1 & A_{0i\acute{s}r}^1 & V_1^{1,1} & V_1^{1,1} \\ A_{21\min}^1 & A_{1i\min}^1 & A_{0i\min}^1 & V_1^{1,1} & V_1^{1,1} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ A_{21\max}^n & A_{1i\max}^n & A_{0i\max}^n & V_1^{1,n} & V_1^{1,n} \\ A_{21\acute{s}r}^n & A_{1i\acute{s}r}^n & A_{0i\acute{s}r}^n & V_1^{1,n} & V_1^{1,n} \\ A_{21\min}^n & A_{1i\min}^n & A_{0i\min}^n & V_1^{1,n} & V_1^{1,n} \\ A_{21\max}^{,1} & A_{1i\max}^{,1} & A_{0i\max}^{,1} & V_1^{1,1} & V_1^{1,p} \\ A_{21\acute{s}r}^{,1} & A_{1i\acute{s}r}^{,1} & A_{0i\acute{s}r}^{,1} & V_1^{1,1} & V_1^{1,p} \\ A_{21\min}^{,1} & A_{1i\min}^{,1} & A_{0i\min}^{,1} & V_1^{1,1} & V_1^{1,p} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ A_{21\max}^{,p} & A_{1i\max}^{,p} & A_{0i\max}^{,p} & V_1^{1,p} & V_1^{m,p} \\ A_{21\acute{s}r}^{,p} & A_{1i\acute{s}r}^{,p} & A_{0i\acute{s}r}^{,p} & V_1^{1,p} & V_1^{m,p} \\ A_{21\min}^{,p} & A_{1i\min}^{,p} & A_{0i\min}^{,p} & V_1^{1,p} & V_1^{m,p} \end{bmatrix}$$

gdzie: $I \in N$ i jest licznością strumienia pociągów.

C). Obserwator najniższego rzędu OST na podstawie analizy układu zasilania dokonuje opisu struktury jego elementów oraz cech charakteryzujących te elementy, tworząc w ten sposób jego model. Wyróżnia on następujące elementy: podstacje i kabiny sekcyjne oraz podstawowe zależności między nimi.

Jeżeli przyjmie się, że $U = \{U_1, U_2, \dots, U_f\}$ jest zbiorem podstacji i kabin sekcyjnych, które będą traktowane jako węzły, a $K = \{K_0, K_1, \dots, K_f\}$ jest zbiorem relacji określonych w iloczynie kartezjańskim $K \subset U \times U$, to wówczas strukturę układu zasilania przedstawia się w postaci grafu liniowego (rys.3.2.2.2):

$$H_U = (U, K).$$



Rys. 3.2.2.2 Graf odwzorowujący układ zasilania.

Jeżeli cechy węzła i relacji opiszemy w postaci następujących wektorów:

$$U_f = \begin{bmatrix} U_{1,f} \\ U_{2,f} \end{bmatrix}$$

gdzie:

$U_{1,f}$ - współrzędna położenia podstacji i kabin sekcyjnych,

$U_{2,f}$ - znamionowe napięcie wyjściowe,

f - liczność węzłów,

$$K_f = \begin{bmatrix} K_{1,f} \\ K_{2,f} \end{bmatrix}$$

gdzie:

$K_{1,f}$ - wartość prądu ciągłego zespołu prostownikowego,

$K_{2,f}$ - wartość dopuszczalnego spadku napięcia,

f - liczność relacji,

to zbiory wszystkich cech opisujących podstacje i kabiny sekcyjne oraz zależności między nimi opisują macierze :

$$\underline{U} = \begin{bmatrix} U_{1,1} & \dots & U_{1,r} \\ U_{2,2} & \dots & U_{2,r} \end{bmatrix}$$

$$\underline{K} = \begin{bmatrix} K_{1,0} & \dots & K_{1,r} \\ K_{2,0} & \dots & K_{2,r} \end{bmatrix}$$

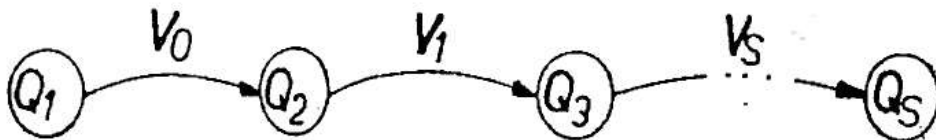
Modelem więc układu zasilania będzie sieć :

$$S_H^* = (H_U, \underline{U}, \underline{K},)$$

D). Obserwator OGRP w wyniku analizy ograniczeń prędkości występujących na rozpatrywanej linii wyróżnia ograniczenia prędkości stałe i zmienne. Ograniczenia stałe, wynikające z miejsc lub obiektów wymagających zmniejszenia prędkości oraz z dozwolonej prędkości maksymalnej, ustala się na podstawie rozkładu jazdy. Ograniczenia zmienne ustala się na podstawie rozkazów szczególnych.

Jeżeli przyjmiemy, że $Q = \{Q_1 \dots Q_s\}$ jest zbiorem punktów, w którym występuje zmiana wartości prędkości, które traktowane będą jako węzły; natomiast $V = \{V_0 \dots V_s\}$ jest zbiorem wartości ograniczeń prędkości, którego elementy traktowane są jako relacje określone w iloczynie kartezjańskim $V \subset Q \times Q$, wówczas strukturę ograniczeń prędkości można opisać grafem liniowym: (rys.3.2.2.3)

$$E = (Q, V)$$



Rys.3.2.2.3 Graf odwzorowujący strukturę ograniczeń prędkości.

Każdy z węzłów w grafie E opisuje się następującymi cechami:

$$Q_s = \begin{bmatrix} Q_{1,s} \\ Q_{2,s} \\ Q_{3,s} \end{bmatrix}$$

gdzie:

s - liczność węzłów,

$Q_{1,s}$ - współrzędna początku ograniczenia dozwoloną prędkością maksym.,

$Q_{2,s}$ - współrzędna początku stałego ograniczenia prędkości,

$Q_{3,s}$ - współrzędna początku zmiennego ograniczenia prędkości,

wówczas zbiór wszystkich cech opisujących węzły tworzy macierz:

$$Q = \begin{bmatrix} Q_{1,1} & \dots & Q_{1,s} \\ Q_{2,1} & \dots & Q_{2,s} \\ Q_{3,1} & \dots & Q_{3,s} \end{bmatrix}$$

Natomiast relację określa się następującymi cechami i przedstawia w postaci wektora:

$$V_s = \begin{bmatrix} V_{1,s} \\ V_{2,s} \\ V_{3,s} \end{bmatrix}$$

gdzie: s - liczność relacji,

$V_{1,s}$ - wartość ograniczenia dozwoloną prędkością maksymalną,

$V_{2,s}$ - wartość ograniczenia stałego,

$V_{3,s}$ - wartość ograniczenia zmiennego,

to zbiorem wszystkich cech opisujących relacje będzie macierz:

$$V = \begin{bmatrix} V_{1,0} & \dots & V_{1,s} \\ V_{2,0} & \dots & V_{2,s} \\ V_{3,0} & \dots & V_{3,s} \end{bmatrix}$$

Modelem opisującym układ ograniczeń prędkości jest sieć jednorodna:

$$S_E^* = (E_Q, Q, V)$$

Ponieważ mogą wystąpić różne sieci ograniczeń prędkości dla rozpatrywanego strumienia pociągów a w szczególności strumienia niejednorodnego, wówczas modelem odwzorowującym układ ograniczeń prędkości dla tego strumienia będzie zbiór sieci, który przyjmie postać:

$$\Omega = \{S_{E1}, S_{E2}, \dots, S_{EI}\}$$

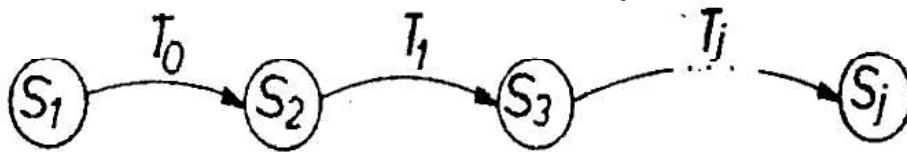
Wynika to z tego, że sieci te nie mają wzajemnych powiązań ani oddziaływać na siebie.

E. W wyniku prac obserwatora OUSR uzyskuje się model odwzorowujący układ zabezpieczenia ruchu, wyodrębniając w tym układzie sygnalizatory oraz odstępy blokowe.

Jeżeli przyjmiemy, że $S = \{S_1, \dots, S_J\}$ jest zbiorem wszystkich sygnalizatorów na badanej linii, a $T = \{T_0, \dots, T\}$ jest zbiorem wszystkich odstępow blokowych, którego elementy traktowane są jako relacje na

iloczynnie kartezjańskim: $T \subset S \times S$, to wówczas strukturę układu zabezpieczenia ruchem można zapisać w postaci grafu: (rys. 3.2.2.4)

$$G_S = (S, T)$$



Rys. 3.2.2.4 Graf odwzorowujący strukturę układu zabezpieczenia ruchu.

Każdy z wyodrębnionych sygnalizatorów S_j został opisany zbiorem charakteryzujących go cech, istotnych ze względu na cel prowadzonych badań, w postaci wektora :

$$S_j = \begin{bmatrix} S_{1,j} \\ S_{2,j} \\ S_{3,j} \\ S_{4,j} \\ S_{5,j} \end{bmatrix}$$

gdzie : $S_{1,j}$ - sygnał czerwony,

$S_{2,j}$ - sygnał zielony,

$S_{3,j}$ - sygnał pomarańczowy,

$S_{4,j}$ - rodzaj sygnalizatora,

$S_{5,j}$ - współrzędna położenia sygnalizatora.

Zbiór wszystkich cech opisujących sygnalizatory tworzy macierz:

$$S = \begin{bmatrix} S_{1,1} & \dots & S_{1,j} \\ S_{2,1} & \dots & S_{2,j} \\ S_{3,1} & \dots & S_{3,j} \\ S_{4,1} & \dots & S_{4,j} \\ S_{5,1} & \dots & S_{5,j} \end{bmatrix}$$

gdzie: j - liczność węzłów.

Cechy charakteryzujące relację czyli odstęp blokowy można opisać w postaci następującego wektora:

$$T_j = \begin{bmatrix} T_{1,j} \\ T_{2,j} \end{bmatrix}$$

gdzie: $T_{1,j}$ - odstęp blokowy wolny,

$T_{2,j}$ - odstęp blokowy zajęty,

a zbiór wszystkich cech opisujących relacje tworzy macierz:

$$T = \begin{bmatrix} T_{1,0} & \dots & T_{1,j} \\ T_{2,0} & \dots & T_{2,j} \end{bmatrix}$$

gdzie: j - liczność relacji.

Modelem układu zabezpieczenia ruchu jest graf ważony liniowy, który można przedstawić w postaci sieci:

$$S_G^* = (G_S, S, T)$$

F). Obserwator OUT1 w wyniku swej pracy przedstawia opis struktury profilu oraz jego cechy i tworzy model układu drogowego.

W wyniku obserwacji układu profilu poziomego wyróżnia on łuki, zaś w układzie profilu pionowego pochylenia.

Przyjmując więc, że $Y = \{Y_1 \dots Y_l\}$ jest zbiorem punktów, w których występuje zmiana wartości łuku, uwzględniając też łuki o promieniu $R = 0$ i traktując te punkty jako węzły, a zbiór $L = \{L_1 \dots L_l\}$ jest zbiorem wszystkich wartości promienia łuków i traktując je jako relacje określone w iloczynie kartezjańskim $L \subset Y \times Y$, to strukturę odwzorowującą układ profilu poziomego przedstawia się w postaci grafu liniowego: (rys. 3.2.2.5)

$$A_Y = (Y, L)$$

Cechy charakteryzujące węzły i relacje można przedstawić w postaci następujących wektorów:

$$Y_l = \begin{bmatrix} Y_{1,1} \\ Y_{2,1} \end{bmatrix} \quad L_l = \begin{bmatrix} L_{1,1} \end{bmatrix}$$

gdzie: $Y_{1,1}$ - współrzędna początku łuku o promieniu $R = 0$,

$Y_{2,1}$ - współrzędna początku łuku o promieniu $R > 0$,

$L_{1,1}$ - wartość promienia łuku,

a zbiory wszystkich cech opisujących węzły i relacje w postaci macierzy:

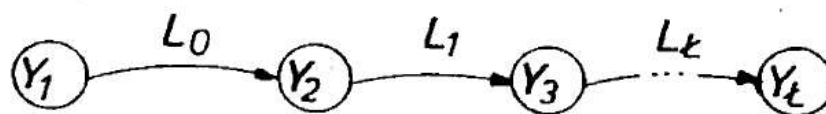
$$Y_l = \begin{bmatrix} Y_{1,1} & \dots & Y_{1,1} \\ Y_{2,1} & \dots & Y_{2,1} \end{bmatrix} \quad L = \begin{bmatrix} L_{1,0} & \dots & L_{1,1} \end{bmatrix}$$

gdzie: $l = 1, 2, 3, \dots$ - liczność węzłów,

$l = 0, 1, 2, \dots$ - liczność relacji.

Modelem układu profilu poziomego jest graf liniowy ważony, który można zapisać w postaci sieci:

$$S_A^* = (A_Y, Y, L)$$



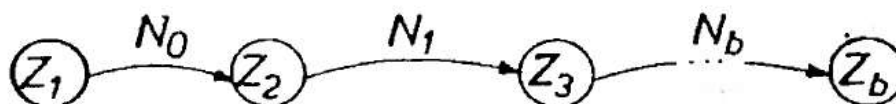
Rys. 3.2.2.5 Graf odwzorowujący układ profilu poziomego.

Opis struktury układu profilu pionowego oraz cech ją charakteryzujących przedstawia się też w postaci grafu: (rys.3.2.2.6)

$$B_z = (Z, N), \quad N \subset Z \times Z$$

gdzie: $Z = \{ Z_1, \dots, Z_b \}$ oznacza zbiór punktów wyznaczonych przez wartości pochylenia,

$N = \{ N_0, \dots, N_b \}$ zbiór relacji określający wartości pochylenia.



Rys. 3.2.2.6 Graf odwzorowujący układ profilu pionowego.

Węzły i relacje grafu opisuje się następującymi cechami i przedstawia w postaci wektorów:

$$Z_b = [Z_{1,b}] \quad N_b = [N_{1,b}]$$

gdzie:

$Z_{1,b}$ - współrzędna punktu wyznaczającego zmianę wartości pochylenia,

$N_{1,b}$ - wartość pochylenia,

a zbiory wszystkich cech opisujących węzły i relacje w postaci wektorów:

$$Z = [Z_{1,1}, \dots, Z_{1,b}] \quad N = [N_{1,0}, \dots, N_{1,b}]$$

gdzie: $b = 1, 2, 3, \dots$ liczność węzłów,

$b = 0, 1, 2, \dots$ liczność relacji.

Modelem układu profilu pionowego jest graf liniowy ważony, który można też zapisać w postaci sieci:

$$S_B^* = (B_Z, Z, L)$$

Dla uproszczenia obliczeń oporów ruchu, wynikających z profilu poziomego i pionowego otrzymane sieci S_A^* i S_B^* składamy w jedną sieć:

$$S_C^* \stackrel{\text{def.}}{=} S_A^* \cdot S_B^* = (S_A^*, S_B^*, R_{AB})$$

gdzie: R_{AB} - zbiór relacji między węzłami sieci S_A^* i S_B^* określających pochylenia zastępcze i wyznaczonych w następujący sposób:

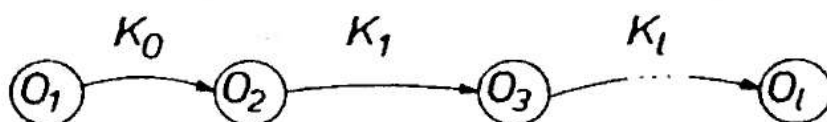
$$\begin{aligned} \text{jeżeli } L_{1,1} = 0 & \text{ to } R_{AB} = N_{1,b} \\ \text{jeżeli } L_{1,1} > 0 & \text{ to } R_{AB} = N_{1,b} + \frac{690}{L_{1,1}} \end{aligned}$$

G). Obserwator OUPO w wyniku pracy przyjmuje rozpatrywanie tylko przystanków osobowych. Wynika to z przyjętych założeń, że ruch pociągów będzie się odbywał po torach zasadniczych głównych, które są przedłużeniem torów szlakowych i będzie prowadzony w jednym kierunku. Opis struktury odwzorowującej rozmieszczenie przystanków osobowych można przedstawić w postaci grafu liniowego: (rys. 3.2.2.7)

$$D_0 = (O, K) \quad K \subset O \times O$$

gdzie: $O = \{O_1, \dots, O_l\}$ jest zbiorem przystanków osobowych,

$K = \{K_0, \dots, K_l\}$ jest zbiorem relacji.



Rys. 3.2.2.7 Graf odwzorowujący rozmieszczenie przystanków osobowych.

Cechy charakteryzujące przystanek osobowy opisuje się wektorem:

$$O_1 = \begin{bmatrix} O_{1,1} \\ O_{2,1} \\ O_{3,1} \end{bmatrix}$$

gdzie: $O_{1,1}$ - nazwa przystanku osobowego,

$O_{2,1}$ - współrzędna początku peronu dla przyjętego kierunku jazdy,

$O_{3,1}$ - czas postoju pociągu na przystanku.

Odcinek międzystacyjny opisuje się wektorem:

$$K_L = \begin{bmatrix} K_{1,1} \\ K_{2,1} \end{bmatrix}$$

gdzie: $K_{1,1}$ - normalny rozkładowy czas przejazdu między przystankami,

$K_{2,1}$ - skrócony rozkładowy czas przejazdu między przystankami.

Cechy K_L określa się tylko wtedy, jeżeli chcemy porównać je z czasami przejazdów uzyskanymi drogą symulacji.

Zbiory wszystkich cech charakteryzujących węzły i relacje opisują odpowiednio macierze:

$$O = \begin{bmatrix} 0 & \dots & 0 \\ 0_{1,1} & \dots & 0_{1,1} \\ 0 & \dots & 0 \\ 0_{2,1} & \dots & 0_{2,1} \\ 0 & \dots & 0 \\ 0_{3,1} & \dots & 0_{3,1} \end{bmatrix} \quad K = \begin{bmatrix} K_{1,0} & \dots & K_{1,1} \\ K_{2,0} & \dots & K_{2,1} \end{bmatrix}$$

Modelem opisującym strukturę rozmieszczenia przystanków osobowych będzie następująca sieć:

$$S_D^* = (D_0, O, K)$$

H). Obserwator niższego rzędu OPR w wyniku syntezy obserwacji procesu ruchowego określa zasady prowadzenia ruchu pociągów oraz podaje modele struktur elementarnych procesów ruchowych.

Przy ustalaniu zasad prowadzenia ruchu pociągów na badanym odcinku linii należy uwzględnić to, czy jest to odcinek linii z ruchem dwukierunkowym, czy też dwutorowym z ruchem jednokierunkowym po każdym z torów głównych i jakie są na nim urządzenia liniowe "srk" (blokada liniowa samoczynna, półsamoczynna).

W modelu odcinka z blokadą samoczynną przyjęto że:

- pociągi danego kierunku ruchu (nieparzystego, parzystego) jadą w systemie blokady trzystawnej dwuodstępowej,
- ruch pociągów odbywa się tylko po torach szlakowych i głównych zasadniczych na stacjach,
- ruch pociągów prowadzony jest przy sprawnych urządzeniach blokady,
- czas następstwa pociągów jest dla danego odcinka linii określany jako miarodajny dla konstrukcji wykresu ruchu ze względu na element krytyczny odcinka.

Przy obliczeniach dotyczących odcinka linii z blokadą półsamoczynną przyjęto, że jazda pociągu odbywa się tak jak przy urządzeniach blokady samoczynnej lecz z respektowaniem zasady sygnalizacji dwustawnej jednodstępowej.

Z punktu widzenia trakcji każdy pociąg w modelu może być

prowadzony według jednego z wymienionych sposobów jazdy:

- 1/ jazda forsowna tj. z możliwie największą dozwoloną prędkością (nieenergoshzczędnie),
- 2/ jazda z uwzględnieniem wybiegu przed każdym hamowaniem,
- 3/ jazda z uwzględnieniem wybiegu na odcinkach o profilu zastępczym mniejszym niż $-p \text{ ‰}$ oraz przed każdym hamowaniem,
- 4/ jazda "piłowana" tj. rozpędzanie pociągu do v_{\max} a następnie jazda z wybiegu do określonej prędkości i ponownie cykl ten powtarza się aż do hamowania, przy czym przed hamowaniem stosuje się wybieg do zadanej prędkości.

Przjmując więc, że wymienione sposoby jazdy to pewne odzwierciedlenia strategii wyboru działań w procesie ruchowym, to należy zbudować model tego procesu. Proces ruchowy opisuje się w czasie zanikania bądź powstawania relacji pomiędzy obiektami obsługującymi a obiektami obsługiwanymi, które określa się zdarzeniami. Żeby jednak określić te zdarzenia, musimy najpierw opisać wszystkie procesy ruchowe zachodzące w tym procesie a wynikające z ograniczeń trakcyjnych bądź ruchowych, traktując je jako elementarne procesy ruchowe. Z kolei aby dokonać precyzyjnego opisu elementarnego procesu ruchowego, analizę należy rozpocząć od określenia zbioru wywołanych przez ten proces zdarzeń oraz od ustalenia związków jakie istnieją między nimi.

W analizowanym przez obserwatora procesie ruchowym wyróżnia się trzy elementarne procesy ruchowe:

- 1) proces ruchowy wynikający z ograniczeń trakcyjnych (jazda w/g określonych charakterystyk),
- 2) proces ruchowy wynikający ze sposobu prowadzenia ruchu (blokada samoczynna, półsamoczynna) i ograniczeń prędkości.

Jeżeli każdy przebieg elementarnego procesu ruchowego uwzględniającego ograniczenia trakcyjne, składa się ze zbioru działań, to jeżeli dla każdego działania określimy zbiór zdarzeń, które traktować będziemy jako węzły, oraz zbiór wszystkich zależności między zdarzeniami, określonymi jako relacje w iloczynie kartezjańskim, to wówczas strukturę każdego działania możemy zapisać w postaci grafu.

Przyjęto, że w procesie ruchowym wynikającym z ograniczeń trakcyjnych uwzględnia się następujące działania:

- 1) D1 - jazda na charakterystyce rozruchu R1 (ruszanie z miejsca, wyodrębnione ze względu na inne wzory określania oporów ruchu),

- 2) D2 - jazda na charakterystyce rozruchu R2,
- 3) D3 - jazda na zmiennych charakterystykach,
- 4) D4 - jazda na charakterystykach hamowania,
- 5) D5 - jazda z ustaloną prędkością $< V_{\max}$ (constans),
- 6) D6 - jazda z ustaloną prędkością $= V_{\max}$ (constans),
- 7) D7 - jazda z wybiegu na spadkach o profilu zastępczym $\leq - p \text{ ‰}$,
- 8) D8 - jazda z wybiegu przed każdym hamowaniem,
- 9) D0 - postój pociągu przed sygnalizatorem wyświetlającym czerwone światło,

to opisując każde z działań grafem ważonym a następnie składając je otrzymujemy model tego elementarnego procesu.

W działaniu D1 wyróżnia się dwa zdarzenia: X_1^1 - rozpoczęcie rozruchu R1 i X_2^1 - koniec rozruchu R1 i przyjmuje się je traktować jako węzły grafu oraz relację Y^1 określającą związek między zdarzeniami. Wówczas strukturę D1 można zapisać w postaci grafu:

$$D^1 = (X^1, Y^1) \quad Y^1 \subset X^1 \times X^1$$

Jeżeli każde zdarzenie opiszemy charakteryzującymi go cechami w postaci wektorów:

$$X_1^1 = \begin{bmatrix} X_{1,1}^1 \\ X_{1,2}^1 \end{bmatrix}$$

$$X_2^1 = \begin{bmatrix} X_{2,1}^1 \\ X_{2,2}^1 \end{bmatrix}$$

gdzie: $X_{1,1}^1$ - współrzędna drogi dla której $V = 0$,

$X_{1,2}^1$ - prędkość początku rozruchu R1 $V = 0$,

$X_{2,1}^1$ - współrzędna drogi dla której $V = V_{\text{kr1}}$ prędkość jest równa prędkości końca rozruchu R1,

$X_{2,2}^1$ - prędkość $V = V_{\text{kr1}}$

a relacje następującym wektorem:

$$Y^1 = \begin{bmatrix} Y_1^1(t) \\ Y_2^1(t) \end{bmatrix}$$

gdzie: $Y_1^1(t)$ - określa chwilę $t(X_{1,1}^1)$, w której nastąpiło zainicjowanie tego zdarzenia i wywołuje procedury obliczania czasu przejazdu i zużycia energii,

$Y_2^1(t)$ - określa chwilę $t(X_{2,2}^1)$, w której występuje zakończenie działań wywołanych procedur,

to zbiór cech opisujących węzły stanowi charakterystykę działania i tworzy macierz:

$$X^1 = \begin{bmatrix} X_{1,1}^1 & X_{1,2}^1 \\ X_{2,1}^1 & X_{2,2}^1 \end{bmatrix}$$

Procedury obliczania czasu przejazdu i zużycia energii zostały utworzone na bazie wzorów określonych w punkcie 3.1.

Modelem opisującym działanie D1 jest graf ważony, który również można przedstawić w postaci sieci prostej:

$$D^{1*} = (D^1, X^1, Y^1) .$$

Jeżeli analogicznie opiszemy kolejne działania D2 i D3, to w efekcie otrzymamy ich modele w następującej postaci:

$$D^{2*} = (D^2, X^2, Y^2)$$

$$D^{3*} = (D^3, X^3, Y^3).$$

Działanie D4 opisuje się analogicznie jak poprzednie działania z tym, że przy opisie cech w macierzy Y^4 będą występowały zmiany procedur obliczania zużycia energii. Jedna procedura uwzględnia obliczanie energii potrzebnej do ruchu bez uwzględniania możliwości odzysku, w przypadku gdy nagromadzona energia kinetyczna pociągu przewyższa energię potrzebną do ruchu. Druga zaś uwzględnia tę możliwość.

W związku z tym działanie D4 opisuje model:

$$D^{4*} = (D^4, X^4, Y^4).$$

Zatem modelem elementarnego procesu ruchowego wynikającego z ograniczeń trakcyjnych jest złożenie sieci:

$D^{1*} \circ D^{2*} \circ D^{3*} \circ D^{4*} \stackrel{\text{def.}}{=} (D^{1*}, D^{2*}, D^{3*}, D^{4*}; C^{1,2}, C^{1,3}, \dots, C^{3,4})$
 gdzie: C^{1k} - jest zbiorem relacji określonym w iloczynie kartezyjańskim, $C^{1k} \stackrel{\text{def.}}{=} D^1 \times D^k$; $C \stackrel{\text{def.}}{=}_{k>1} C^{1k}$ i relacje te opisują możliwe powiązania pomiędzy działaniami w tym procesie.

Jeżeli oznaczymy przez:

$P^{1*} \stackrel{\text{def.}}{=} (D^{1*} \circ D^{2*} \circ D^{3*} \circ D^{4*})$ - elementarny proces ruchowy uwzględniający ograniczenia trakcyjne,

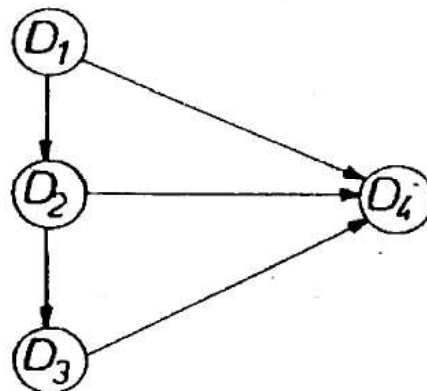
$D^* \stackrel{\text{def.}}{=} (D^{1*}, D^{2*}, D^{3*}, D^{4*})$ - charakterystykę tego procesu,

$C^* \stackrel{\text{def.}}{=} (C^{1,2}, C^{1,3}, C^{1,4}, C^{2,3}, \dots, C^{3,4})$ - strategię wyboru działania,

wówczas model tego procesu opiszemy jak niżej:

$$P^{1*} = (D^*, C^*)$$

a ilustracją graficzną będzie rys.3.2.2.8



Rys.3.2.2.8 Model elementarnego procesu ruchowego wynikającego z ograniczeń trakcyjnych.

W procesie wynikającym z ograniczeń prędkości wyróżnia się następujące działania: D5 i D6 przy czym:

D5 - jazda z ustaloną prędkością $V < V_{\max}$,

D6 - jazda z ustaloną prędkością $V = V_{\max}$.

Działania te są rozłączne, ponieważ nie posiadają wzajemnych powiązań, a więc proces ten zostanie opisany przez modele tych działań.

W działaniu D5 występują zdarzenia $X^5 = \{X_1^5, X_2^5\}$, które będziemy traktować jako węzły, a zależności między nimi opiszemy relacją Y^5 , to strukturę tego działania zapisujemy w postaci grafu:

$$D^5 = (X^5, Y^5).$$

Zdarzenia te opisuje się następującymi cechami, które przedstawia się w postaci wektorów:

$$X_1^5 = \begin{bmatrix} X_{1,1}^5 \\ X_{1,2}^5 \end{bmatrix} \quad X_2^5 = \begin{bmatrix} X_{2,1}^5 \\ X_{2,2}^5 \end{bmatrix}$$

gdzie: $X_{1,1}^5$ - współrzędna drogi gdzie rozpoczyna się jazdę z ustaloną prędkością,

$X_{1,2}^5$ - wartość ustalonej prędkości,

$X_{2,1}^5$ - współrzędna drogi, w której kończy się jazda z ustaloną prędkością,

$X_{2,2}^5$ - wartość ustalonej prędkości,

a zbiór cech macierzą:

$$X^5 = \begin{bmatrix} X_{1,1}^5 & X_{1,2}^5 \\ X_{2,1}^5 & X_{2,2}^5 \end{bmatrix}$$

Relację zaś opisuje się następującymi cechami:

$$Y^5 = \begin{bmatrix} Y_1^5(t) \\ Y_2^5(t) \end{bmatrix}$$

gdzie: $Y_1^5(t)$ - określa chwilę $t(X_1^5)$, czyli wystąpienia zdarzenia X_1^5 i wywołuje procedurę obliczania czasu przejazdu i zużycia energii,

$Y_2^5(t)$ - określa chwilę $t(X_2^5)$, w której występuje zakończenie działań wywołanych procedur.

Modelem opisującym działanie D5 jest graf ważony, który można przedstawić w postaci sieci prostej:

$$D^{5*} = (D^5, X^5, Y^5).$$

Opisując analogicznie działanie D6 otrzymamy jego model w postaci:

$$D^{6*} = (D^6, X^6, Y^6).$$

Proces ruchowy wynikający z zabezpieczenia ruchu, przebiega na działaniach opisanych powyżej.

Zdarzenia zachodzące w tym procesie inicjują te działania w zależności od stanu cech jakie przyjmują sygnalizatory, czyli są zdarzeniami warunkowymi. Zdarzenia te będą rozpatrywane dla dwóch przypadków:

- 1/ gdy analizuje się proces ruchowy dla jednego pociągu,
- 2/ gdy analizuje się proces ruchowy dla strumienia pociągów.

Dla przypadku pierwszego zbiór zdarzeń, określających pokrycie się współrzędnej położenia pociągu ze współrzędną sygnalizatora, tworzy się w oparciu o graf opisany w sieci S_c^* , wprowadzając dodatkowe oznaczenie, co zapisujemy:

$$S^1 = \{S_1^1, \dots, S_j^1\} .$$

Relacje zachodzące pomiędzy zdarzeniami określa się następująco:

$$T^1 = \{T_0^1, \dots, T_j^1\} \quad T^1 \subset S^1 \times S^1$$

Strukturę zdarzeń w tym procesie opisuje graf:

$$G_S^1 = (S^1, T^1)$$

Węzły tego grafu opisuje się tylko jedną cechą określającą współrzędną położenia sygnalizatora, ponieważ dla jednego pociągu stan sygnalizatora przyjmuje zawsze światło zielone, które nie wywołuje żadnych zmian działań, co formalnie zapisujemy:

$$S_j^1 = \left[S_{1,j}^1 \right] .$$

natomiast relację opisuje się następującymi cechami:

$$T_j^1 = \left[\begin{array}{c} T_{1,j}^1 \\ T_{2,j}^1 \end{array} \right]$$

gdzie: $T_{1,j}^1$ - chwila $t(S_j^1)$, w której rozpoczyna się procedura obliczania czasu przejazdu,

$T_{2,j}^1$ - chwila $t(S_j^1)$, w której kończy się procedura obliczania czasu przejazdu,

to zbiór cech opisujących relacje określa macierz:

$$T^1 = \left[\begin{array}{cccc} T_{1,0}^1 & \dots & T_{1,j}^1 \\ T_{2,0}^1 & \dots & T_{2,j}^1 \end{array} \right]$$

Modelem odwzorowującym strukturę zdarzeń będzie graf liniowy ważony, który można zapisać w postaci sieci prostej:

$$S_G^{1*} = (G_S^1, S^1, T^1).$$

W przypadku drugim zbiór zdarzeń $S^1 = \{S_1^1, \dots, S_j^1\}$ określa współrzędną i stan sygnalizatorów, a zbiór $T^1 = \{T_0^1, \dots, T_j^1\}$ określa relacje między zdarzeniami i $T^1 \subset S^1 \times S^1$ a strukturę zdarzeń ruchowych wynikających z zabezpieczenia ruchu można przedstawić w postaci grafu:

$$G_s^1 = (S^1, T^1).$$

Jeżeli węzły opiszemy następującymi cechami w postaci wektora:

$$S_j^1 = \begin{bmatrix} S_{1,j}^1 \\ S_{2,j}^1 \end{bmatrix}$$

gdzie: $S_{1,j}^1$ - określa czy współrzędna i-tego pociągu pokrywa się ze współrzędną sygnalizatora,

$S_{2,j}^1$ - określa stan sygnalizatora,

przy czym, na cechy te nakłada się następujące funkcje logiczne:

$$S_{1,j}^1 = \begin{cases} 0 & \text{gdy współrzędne pokrywają się} \\ 1 & \text{w przypadku przeciwnym} \end{cases}$$

$$S_{2,j}^1 = \begin{cases} 1 & \text{gdy sygnalizator przyjmuje cechę } S_{1,j}^1 \\ 2 & \text{gdy sygnalizator przyjmuje cechę } S_{2,j}^1 \\ 3 & \text{gdy sygnalizator przyjmuje cechę } S_{3,j}^1 \end{cases}$$

to zbiór wszystkich cech opisujących zdarzenia tworzy macierz:

$$S^1 = \begin{bmatrix} S_{1,1}^1 & \dots & S_{1,j}^1 \\ S_{2,1}^1 & \dots & S_{2,j}^1 \end{bmatrix}$$

Natomiast jeśli każdą relację opiszemy cechami w postaci wektora:

$$T_j^1 = \begin{bmatrix} T_{1,j}^1(t) \\ T_{2,j}^1(t) \\ T_{3,j}^1(t) \end{bmatrix}$$

gdzie: $T_{1,j}^1(t)$ - określa chwilę $t(S_{2,j}^1)$ wyznaczającą stan sygnalizatora,

$T_{2,j}^1(t)$ - określa stan odstępu blokowego w chwili $t(S_{1,j}^1)$,

$T_{3,j}^1(t)$ - określa czas następstwa pociągów w chwili $t(S_{1,j}^1)$

przy czym, na cechy 2 i 3 nakłada się następujące funkcje logiczne:

$$T_{2,j}^1 = \begin{cases} 0 & \text{gdy odstęp blokowy jest wolny} \\ 1 & \text{gdy odstęp blokowy jest zajęty} \end{cases}$$

$$T_{3,j}^1 = \begin{cases} 0 & \text{gdy } t_{ip} \geq t_i \\ 1 & \text{gdy } t_{ip} < t_i \end{cases}$$

gdzie: t_i - czas następstwa i-tego pociągu

t_{ip} - czas przejazdu i-tego pociągu w chwili t ,

to zbiór cech opisujący relacje tworzy macierz:

$$T^1 = \begin{bmatrix} T_{1,1}^1 & \dots & T_{1,j}^1 \\ T_{2,1}^1 & \dots & T_{2,j}^1 \\ T_{3,1}^1 & \dots & T_{3,j}^1 \end{bmatrix}$$

Modelem działań na zdarzeniach ruchowych wynikających z zabezpieczenia ruchu jest sieć :

$$G^{1*} = (G_s^1, S^1, T^1,)$$

Zależności między stanem sygnalizatora a opisanymi działaniami są następujące:

gdy $S_{2,j}^1 = 1$ inicjuje zawsze działanie D_1 ,

$S_{2,j}^1 = 2$ kontynuacja działania z poprzedniego procesu lub rozpoczęcie działania wynikającego z innych procesów,

$S_{3,j}^1 = 3$ to samo co wyżej oraz informacja, że przy następnym sygnalizatorze trzeba się zatrzymać.

Przedstawiony model G^{1*} jest zarazem modelem elementarnego procesu ruchowego wynikającego z zabezpieczenia ruchu co można zapisać:

$$P^{2*} = (G^{1*}).$$

W działaniu D_0 wyróżnia się dwa zdarzenia: X_1^0 - zatrzymanie pociągu przed sygnalizatorem wyświetlającym sygnał czerwony, X_2^0 - ruszanie pociągu po zmianie stanu sygnalizatora i przyjmuje się je traktować jako węzły grafu oraz relację Y^0 określającą zależności między zdarzeniami. Strukturę działania D_0 można zapisać w postaci grafu:

$$D^0 = (X^0, Y^0) \quad Y^0 \subset X^0 \times X^0$$

Jeżeli każde zdarzenie opiszemy charakteryzującymi go cechami w postaci wektorów:

$$X_1^0 = \begin{bmatrix} X_{1,1}^0 \end{bmatrix} \quad X_2^0 = \begin{bmatrix} X_{2,1}^0 \end{bmatrix}$$

gdzie: $X_{1,1}^0$ - współrzędna położenia sygnalizatora na którym wyświetlany jest sygnał czerwony,

$X_{2,1}^0$ - czas zmiany stanu sygnalizatora,

a relacje następującym wektorem:

$$Y^0 = \begin{bmatrix} Y_1^0(t) \\ Y_2^0(t) \end{bmatrix}$$

gdzie: $Y_1^0(t)$ - określa chwilę $t(X_1^0)$, w której nastąpiło zainicjowanie tego zdarzenia i wywołuje procedurę obliczania czasu postoju,

$Y_2^0(t)$ - określa chwilę $t(X_2^0)$, w której występuje zakończenie działania wywołanej procedury,

to wówczas modelem opisującym działanie D^0 jest graf ważony, który można przedstawić w postaci sieci prostej:

$$D^{0*} = (D^0, X^0, Y^0)$$

przy czym X^0 to zbiór cech opisujących węzły i stanowi charakterystykę działania oraz tworzy wektor:

$$X^0 = \begin{bmatrix} X_{1,1}^0 \\ X_{2,1}^0 \end{bmatrix}$$

Działanie D^8 opisuje się w analogiczny sposób jak poprzednie, czyli wyróżnia się dwa zdarzenia: X_1^8 - rozpoczęcie wybiegu przed hamowaniem i X_2^8 - koniec wybiegu i traktuje się je jako węzły grafu oraz relację Y^8 odpowiadającą zależności między tymi zdarzeniami. Strukturę tego działania odzwierciedla graf:

$$D^8 = (X^8, Y^8) \quad Y^8 \subset X^8 \times X^8$$

Jeżeli każde zdarzenie opiszemy charakteryzującymi go cechami w postaci wektorów:

$$X_1^8 = \begin{bmatrix} X_{1,1}^8 \\ X_{1,2}^8 \end{bmatrix} \quad X_2^8 = \begin{bmatrix} X_{2,1}^8 \\ X_{2,2}^8 \end{bmatrix}$$

gdzie: $X_{1,1}^8$ - współrzędna drogi dla której prędkość pociągu równa się prędkości rozpoczęcia wybiegu,

$X_{1,2}^8$ - wartość prędkości rozpoczęcia wybiegu,

$X_{2,1}^8$ - współrzędna drogi dla której prędkość pociągu równa się prędkości końca wybiegu

$X_{2,2}^8$ - wartość prędkości końca wybiegu,

a relacje następującym wektorem :

$$Y^8 = \begin{bmatrix} Y_1^8(t) \\ Y_2^8(t) \end{bmatrix}$$

gdzie: $Y_1^8(t)$ - określa chwilę $t(X_1^8)$, w której zostało zainicjowane zdarzenie X_1^8 i wywołuje procedurę obliczania czasu przejazdu,

$Y_2^8(t)$ - określa chwilę $t(X_2^8)$, w której występuje zakończenie wywołanej procedury,

to zbiór cech opisujących węzły stanowi charakterystykę działania i tworzy macierz:

$$X^8 = \begin{bmatrix} X_{1,1}^8 & X_{1,2}^8 \\ X_{2,1}^8 & X_{2,2}^8 \end{bmatrix}$$

Modelem opisującym działanie D8 jest graf ważony, który również można przedstawić w postaci sieci prostej:

$$D^{8*} = (D^8, X^8, Y^8).$$

I. Obserwator niższego rzędu OPJ określa strukturę zdarzeń ruchowych, wynikających z profilu zastępczego linii oraz podaje cechy charakteryzujące tę strukturę, tworząc model elementarnego procesu ruchowego wynikającego z tego profilu.

Jeśli przyjmiemy, że zbiór zdarzeń $W^1 = \{W_1^1, \dots, W_n^1\}$ określa zdarzenia wynikające ze zmian profilu zastępczego i będziemy je traktować jako węzły, a zbiór $Z^1 = \{Z_1^1, \dots, Z_n^1\}$ określa relacje między zdarzeniami przy

czym: $Z^1 \subset W^1 \times W^1$, to wówczas strukturę zdarzeń przedstawia się grafem:

$$G_W^1 = (W^1, Z^1)$$

Jeśli każde ze zdarzeń opiszemy cechami w postaci wektora:

$$W_n^1 = \begin{bmatrix} W_{1,n}^1 \\ W_{2,n}^1 \end{bmatrix}$$

gdzie: $W_{1,n}^1$ - określa czy współrzędna położenia pociągu jest równa współrzędnej punktu, w którym nastąpiła zmiana pochylenia,

$W_{2,n}^1$ - określa wartość zmieniającego się pochylenia,

przy czym na cechy te nakłada się następujące funkcje logiczne:

$$W_{1,n}^1 = \begin{cases} 0 & \text{gdy współrzędna położenia pociągu równa się} \\ & \text{współrzędnej punktu zmiany pochylenia,} \\ 1 & \text{w przypadku przeciwnym} \end{cases}$$

$$W_{2,n}^1 = \begin{cases} 1 & \text{gdy } W_{2,n}^1 > p \text{ } ^\circ/\text{oo} \\ 2 & \text{gdy } W_{2,n}^1 \leq p \text{ } ^\circ/\text{oo} \end{cases}$$

to zbiór wszystkich cech opisujących zdarzenia tworzy macierz:

$$W^1 = \begin{bmatrix} W_{1,1}^1 & \dots & W_{1,n}^1 \\ W_{2,1}^1 & \dots & W_{2,n}^1 \end{bmatrix}$$

Analogicznie, jeśli każdą relację opiszemy cechami w postaci wektora:

$$Z_n^1 = \begin{bmatrix} Z_{1,n}^1(t) \\ Z_{2,n}^1(t) \end{bmatrix}$$

gdzie: $Z_{1,n}^1(t)$ - określa chwilę $t(W_{2,n}^1)$, w której jest wywołana procedura obliczania oporów ruchu wynikających z profilu,

$Z_{2,n}^1(t)$ - określa chwilę w której została zakończona wywołana procedura,

to zbiór wszystkich cech opisujących relacje tworzy macierz:

$$Z^1 = \begin{bmatrix} Z_{1,1}^1(t) & \dots & Z_{1,n}^1(t) \\ Z_{2,1}^1(t) & \dots & Z_{2,n}^1(t) \end{bmatrix}$$

Zdarzenia $W_{2,n}^1 = 1$ nie wywołują działań opisanych wyżej, natomiast $W_{2,n}^1 = 2$ inicjuje działanie D7, które określa jazdę z wybiegu.

Działanie D7 można analogicznie opisać jak działanie D1 lub D2, więc możemy podać jego model w postaci sieci:

$$D^{7*} = (D^7, X^7, Y^7).$$

Modelem opisującym strukturę zdarzeń wynikających z profilu będzie graf liniowy ważony, który można przedstawić w postaci sieci:

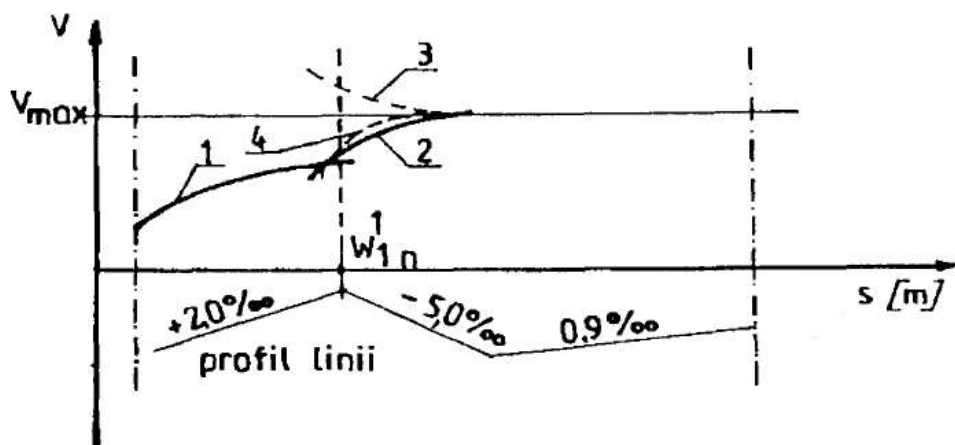
$$G^{2*} = (G_W^1, W^1, Z^1)$$

Modelem elementarnego procesu ruchowego wynikającego z profilu będzie złożenie sieci:

$$P^{3*} = (D^{7*} \circ G^{2*}) = (D^{7*}, G^{2*}).$$

Działanie D7 zachodzi wówczas gdy $W_{1,n}^1 = 0$ i $W_{2,n}^1 \leq p^0/1000$.

W działaniu tym występują dwa przypadki. W pierwszym występuje zmniejszanie prędkości lub utrzymywanie stałej nie przekraczającej maksymalnej dopuszczalnej prędkości. W drugim przypadku występuje zwiększanie prędkości ponad maksymalną dopuszczalną, dlatego pociąg jest przyhamowywany. Na rysunku poniżej przedstawia się ilustrację graficzną dla obu przypadków.



- Objaśnienia:
- 1 - krzywa jazdy na wzniesieniu,
 - 2 - krzywa jazdy z wybiegu na spadku uwzględniona jako jazda w kierunku przeciwnym z prędkością początkową $V = V_{\max}$, w przypadku gdy prędkość maleje,
 - 3 - krzywa jak wyżej tylko w przypadku gdy prędkość wzrasta lub wynosi V_{\max} ,
 - 4 - krzywa jazdy z wybiegiem i przyhamowywaniem.

Rys. 3.2.2.9 Ilustracja graficzna wyznaczania punktu rozpoczynającego zajście działania D7 przed zdarzeniem W_n^1 .

J. Obserwator OPP-K wyznacza punkty ruchowe, w których dany pociąg ma się zatrzymać w celu wysiadania i wsiadania pasażerów, a także opisuje model działań na tych punktach.

Zdarzenia w wyznaczonych punktach określa się na bazie sieci S_D^* , przyjmując dodatkowe oznaczenie symbolem "1" oraz że:

$$O_{3,1} = \begin{cases} 0 & \text{gdy pociąg się nie zatrzymuje,} \\ 1 & \text{gdy pociąg się zatrzymuje.} \end{cases}$$

Procedura wyznaczania modelu działań na zdarzeniach jest taka sama jak przy wyżej opisanych procesach, więc przez analogię model elementarnego procesu wynikającego z ograniczeń ruchowych określa się w postaci:

$$P^{4*} = (G^{3*})$$

K. Obserwator niższego rzędu OOO w wyniku agregacji prac obserwatorów OK1 i OK2, opisuje strumień wejścia dla obiektów obsługiwanych.

Strumień ten tworzą: model strumienia na wejściu do badanego systemu, opisanego przez sieć S_F^* oraz tablica $T_{F,W}$, opisująca zbiory danych dotyczących siły pociągowej i współczynnika tarcia.

L. Obserwator niższego rzędu OOU na bazie wyników prac obserwatorów: OST, OGRP, OUSR, OUT1, OUP0 tworzy model układu obsługującego.

Model układu obsługującego tworzy złożenie sieci opisujących:

- układ zasilania,
- układ ograniczeń prędkości,
- układ zabezpieczenia ruchu,
- układ drogowy,
- układ rozmieszczenia przystanków osobowych,

co formalnie zapisuje się:

$$S_Z^* \stackrel{\text{def}}{=} (S_H^* \circ S_E^* \circ S_G^* \circ S_C^* \circ S_D^*) = (H_U, E_Q, G_S, S_C, D_O, R_{ik})$$

gdzie: $R_{ik} = \{R_{HE}, R_{HG}, R_{HC}, R_{HD}, R_{EG}, \dots, R_{CD}\}$ określa zbiór dopuszczalnych relacji zachodzących między węzłami poszczególnych sieci, przy czym:

$$R_{ik} = X_i \times X_k;$$

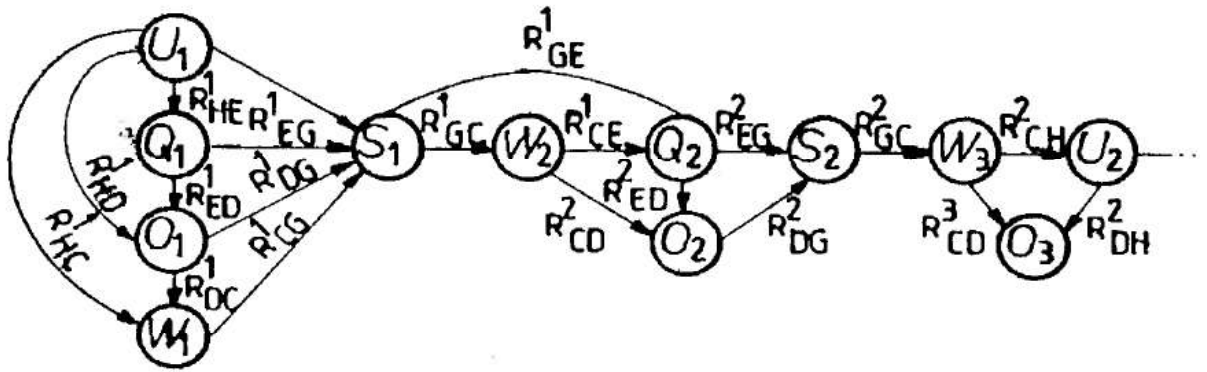
Otrzymana sieć S_Z^* jest siecią niejednorodną, ponieważ węzły i relacje poszczególnych sieci opisane są różnymi cechami.

Dla strumienia pociągów nie występuje sieć S_E^* ale zbiór sieci Ω , co

daje zbiór modeli układu obsługującego:

$$\Delta = \{ S_{z1}^*, S_{z2}^*, \dots, S_{zi}^* \}$$

przy czym każdą sieć S_{zi}^* tworzy się analogicznie jak S_z^* .



Rys. 3.2.2.10 Sieć odwzorowująca układ obsługujący.

Ł. Obserwator wyższego rzędu OUT łączy wyniki prac obserwatorów: OOO i OOU i tworzy bazę danych dotyczącą układu technologicznego.

Bazę tę tworzą:

- model strumienia pociągów opisany przez sieć S_F^* ,
- zbiór modeli układu obsługującego,
- tablica danych $T_{F,W}$.

A ponadto tworzy kalendarz zdarzeń generowania pociągów na wejściu na daną linię.

M. Obserwator wyższego rzędu OPT dokonuje agregacji wyników prac obserwatorów OPR, OPJ, OPP-K i tworzy model procesu ruchowego.

Modelem procesu ruchowego jest złożenie modeli opisujących elementarne procesy ruchowe:

$$(P^{1*} \circ D^{5*} \circ D^{6*} \circ P^{2*} \circ P^{3*} \circ P^{4*}) \stackrel{\text{def.}}{=} (P^{1*}, D^{5*}, D^{6*}, P^{2*}, P^{3*}, P^{4*}, R_{1,5}, R_{1,6}, R_{1,2}, \dots, R_{3,4})$$

Jeżeli oznaczymy przez:

$P_{SR}^* \stackrel{\text{def.}}{=} (P^{1*} \circ D^{5*} \circ D^{6*} \circ P^{2*} \circ P^{3*} \circ P^{4*})$ strukturę elementarnych procesów ruchowych,

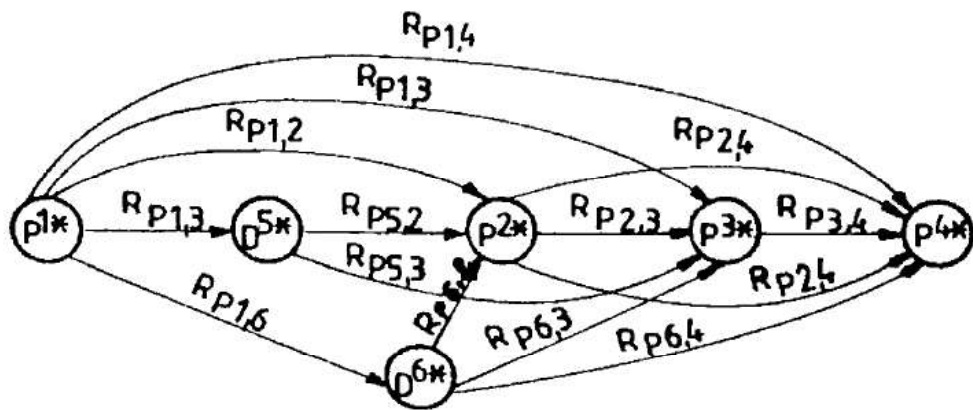
$P_R^* \stackrel{\text{def.}}{=} (P^{1*}, D^{5*}, D^{6*}, P^{2*}, P^{3*}, P^{4*})$ zbiór elementarnych procesów ruchowych,

$R_{PR} \stackrel{\text{def.}}{=} (R_{P1,5}, \dots, R_{P3,4})$ zbiór relacji pomiędzy elementarnymi procesami ruchowymi,

to modelem elementarnych procesów ruchowych będzie graf: (rys 3.2.2.11)

$$P_{SR}^* = (P_R^*, R_{PR}),$$

gdzie: R_{PR} jest zbiorem relacji określonych przez iloczyn kartezyjański $R_{PR} \subset P_R^* \times P_R^*$.



Rys. 3.2.2.11 Graf odwzorowujący strukturę procesu ruchowego.

N. Obserwator najwyższego rzędu OSTR łączy wyniki prac obserwatorów OUT i OPT tworząc model badanego systemu.

Jeżeli oznaczymy przez:

$I_R \stackrel{\text{def.}}{=} (S_F^*, S_{ZI}^*, T_{F,W})$ strukturę obiektów systemu,

$P_{SR} \stackrel{\text{def.}}{=} (P_R^*, R_{PR})$ strukturę elementarnych procesów ruchowych,

wówczas model badanego systemu zapiszemy jak niżej:

$$S_R = (I_R, P_{SR}).$$

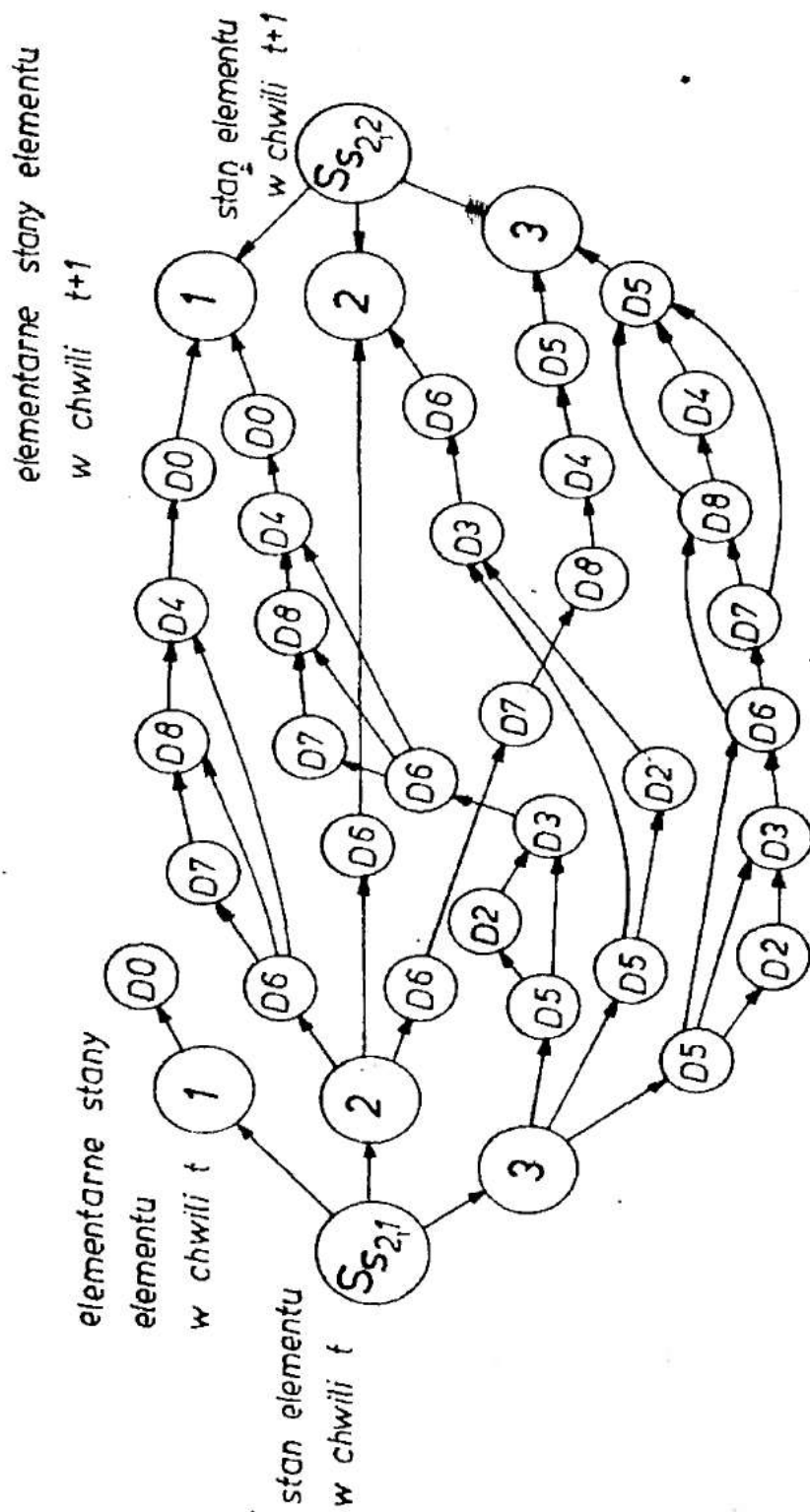
3.3. Reprezentacja stanu systemu w modelu symulacyjnym.

Opisana w poprzednim punkcie struktura układu obsługującego wraz z wzajemnymi zależnościami, jakie istnieją między jego elementami, przez sieć niejednorodną S_z^* , z jednej strony odwzorowuje odcinek linii, a z drugiej odzwierciedla historię stanów tych elementów, w zależności od położenia elementów na badanym odcinku linii. Sieci jednorodne natomiast odwzorowują strukturę rozpatrywanych elementów wraz z ich wzajemnymi zależnościami oraz obrazują ich stany. Niektóre wartości cech lub charakterystyki opisujące elementy określają ich elementarne stany. Do budowy programu symulacyjnego potrzebna jest również znajomość dopuszczalnych przejść między stanami elementów układu obsługującego, czyli określenie możliwych dopuszczalnych strategii działań odzwierciedlających procesy ruchowe. Aby jednak je określić musimy najpierw opisać strategie wyboru działań, jakie wymuszają elementarne stany wyróżnionych elementów układu obsługującego, odwzorowanych przez sieci jednorodne.

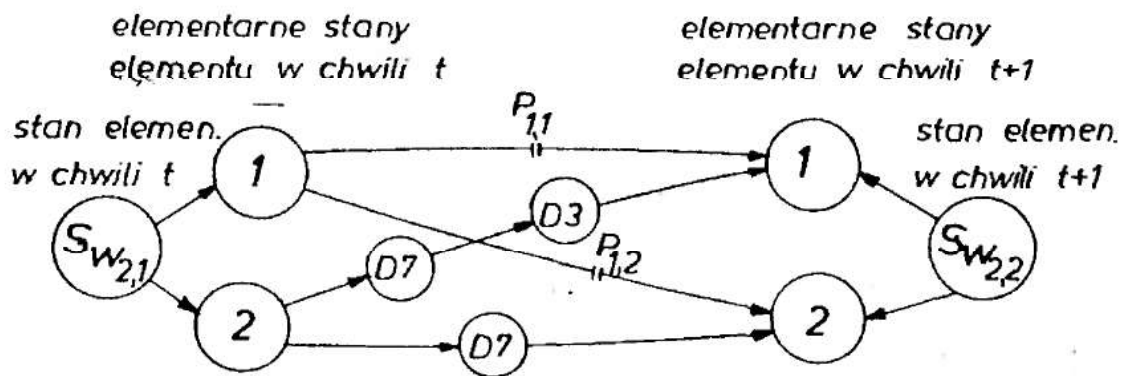
Wyróżnione elementy to : sygnalizatory, ograniczenia prędkości, zmiany profilu, przystanki osobowe. Przyjmując z poprzednich punktów formalizację oznaczeń poszczególnych elementów oraz cech lub charakterystyk opisujących ich stan i wprowadzając symbol S jako określenie stanu, tworzy się opisy stanów elementów oraz ich elementarnych stanów .

Dla jednorodnych elementów opis jego stanu i stanów elementarnych jest taki sam w chwili t jak i w chwilach następnych. Przejścia między stanami jednorodnych elementów w chwili t i $t+1$ przedstawiają grafy (rys. 3.3.1, 3.3.2, 3.3.3, 3.3.4) gdzie, relacje odzwierciedlają te strategie wyboru działań, które wymuszają elementarne stany tych elementów oraz sposoby jazdy.

Rozpatrując teraz fragment sieci niejednorodnej, odwzorowującej układ obsługujący jako uporządkowany zbiór opisów stanów jego elementów w czasie oraz strategie działań jakie one wywołują, możemy określić możliwe, dopuszczalne strategie działań, przy zaistnieniu elementarnych stanów tych elementów oraz przyjętych sposobów jazdy. Ilustruje to rys 3.3.5. O wyborze strategii działań w procesie symulacji ruchu jednego pociągu przy przejściu ze stanu S_1 w chwili t do stanu S_2 w chwili $t+1$ decyduje: stan z chwili $t-1$, elementarne stany układu obsługującego w chwili t i w chwili $t+1$ oraz wartości parametrów modelu symulacyjnego w chwili t .

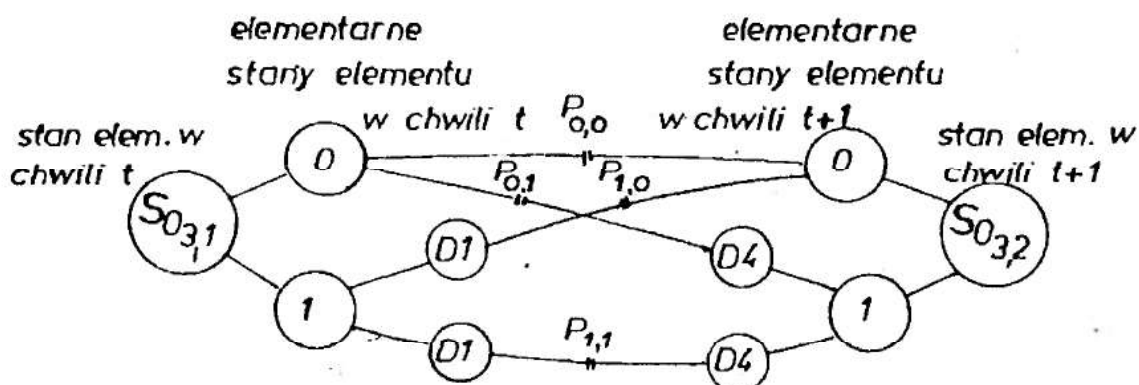


Rys. nr 3.3.1 GRAF ODZWIERCIEDLAJĄCY MOŻLIWE PRZEJŚCIA MIĘDZY STANAMI SYGNALIZATORÓW.



$P_{1,1}$, $P_{1,2}$ przejścia te nie generują żadnych działań, czyli mogą być realizowane wszystkie opisane działania oprócz działania $D7$.

Rys.nr3.33 GRAF ODWZOROWUJĄCY PRZEJŚCIA MIĘDZY STANAMI ZMIAN PROFILU.



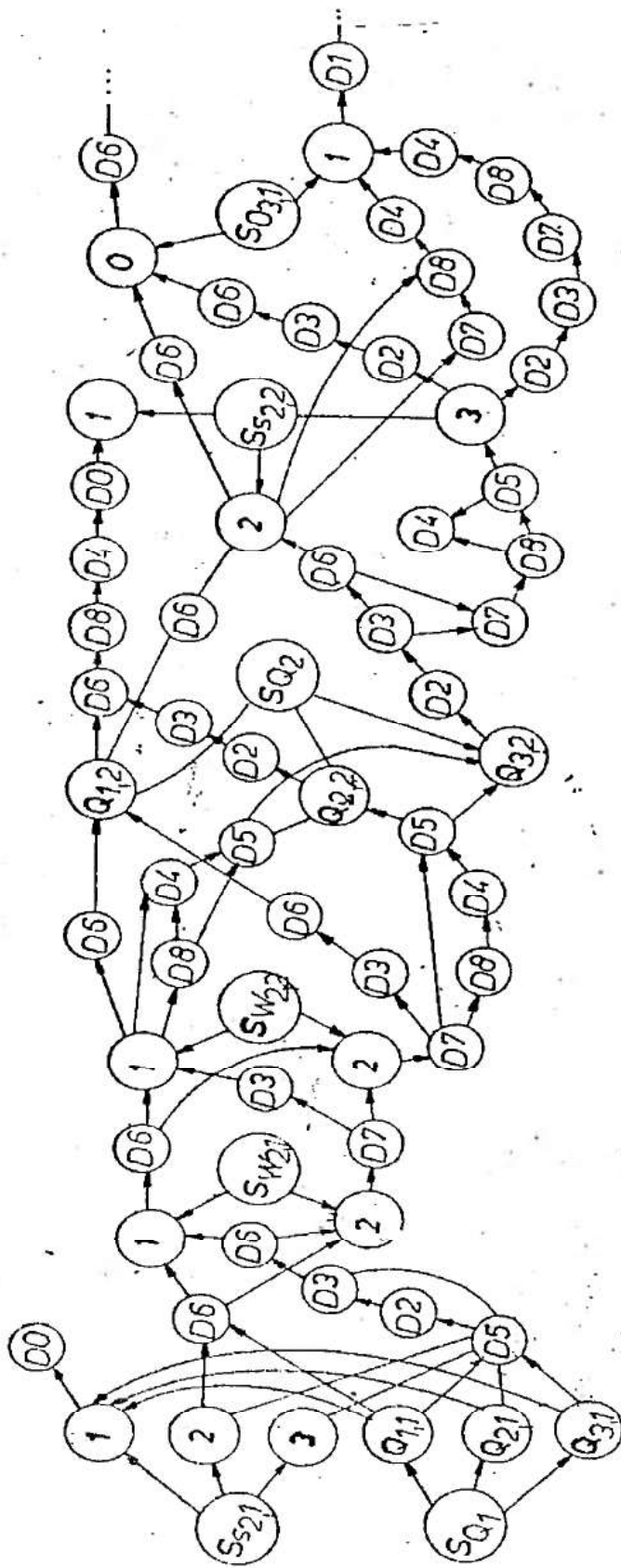
$P_{0,0}$ - przejście to nie wywołuje działań $D1$ i $D4$, mogą być realizowane wszystkie pozostałe działania

$P_{0,1}$ - przejście to nie wywołuje działania $D1$ i mogą być realizowane pozostałe działania

$P_{1,0}$ - przejście to nie wywołuje działania $D4$ i mogą być realizowane pozostałe działania

$P_{1,1}$ - przejście, w którym mogą być realizowane wszystkie pozostałe działania

Rys.nr3.34 GRAF ODWZOROWUJĄCY PRZEJŚCIA MIĘDZY STANAMI PRZYSTANKÓW OSOBOWYCH.



Rys. nr 3.3.5 Fragment sieci odwzorowującej możliwe przejścia między stanami jej elementów.

Przy symulacji ruchu kilku pociągów rozpatruje się stan w chwili t jako stan sygnalizatora S_{Sj} , a w chwili $t+1$ jako stan sygnalizatora S_{Sj+1} , a strukturę działań przy przejściu do stanu S_{Sj+1} określa się na podstawie elementarnych stanów rozpatrywanych sygnalizatorów, stanu poprzedzającego stan S_{Sj} , wartości parametrów modelu symulacyjnego w chwili t oraz elementarnych stanów elementów układu obsługującego, znajdujących się na rozpatrywanym odcinku blokowym.

Jako parametry modelu symulacyjnego przyjęto: prędkość aktualną pociągu, długość drogi jaką musi przebyć pociąg przy przejściu ze stanu w chwili t do stanu w chwili $t+1$, pochylenie zastępcze na wyżej wymienionej długości drogi, sposób jazdy, kod równania opisującego: rozwiązanie PRRP dla jazdy przyspieszającej i hamowania, który określa sposób wyznaczania punktów przecięcia trajektorii krzywych: jazdy przyspieszającej, jazdy z wybiegu i hamowania oraz obliczenia zużycia energii. W przypadku podejmowania decyzji i wyborze strategii działań parametry te uwzględnia się w następującej kolejności: sposób jazdy, prędkość aktualna pociągu, pochylenie zastępcze, natomiast kod równania ma wpływ tylko w przypadku przecięcia się trajektorii krzywych.

Sposób jazdy, jako parametr, określa strategię wyboru działań w procesie ruchu pociągu. Przyjęto rozpatrywanie czterech sposobów jazdy, które określa się następująco :

- 1) jazda "piłowana" - sposób prowadzenia pociągu polegający na rozpędzaniu pociągu do prędkości maksymalnej, a następnie stosuje się wybieg do określonej prędkości i cykl ten się powtarza aż do hamowania, przy czym przed hamowaniem stosuje się wybieg do określonej prędkości,
- 2) jazda z uwzględnieniem wybiegu przed każdym hamowaniem - sposób prowadzenia pociągu polegający na rozpędzaniu pociągu do prędkości maksymalnej, następnie jazda ze stałą prędkością równą V_{max} , wybieg przed każdym hamowaniem do zadanej prędkości i hamowanie,
- 3) jazda z uwzględnieniem wybiegu na spadkach o profilu $\leq p^0/00$ oraz przed każdym hamowaniem - obejmuje zakres działań sposobu drugiego rozszerzonego o jazdę z wybiegu na spadkach $\leq p^0/00$ w określonych granicach prędkości,
- 4) jazda forsowna - polega na rozpędzaniu pociągu do prędkości V_{max} , jeździe z tą prędkością a następnie hamowaniu.

Dla zilustrowania strategii wyboru działań dla poszczególnych sposobów jazdy na rys. (3.3.6) przedstawione są ich warianty w postaci grafów

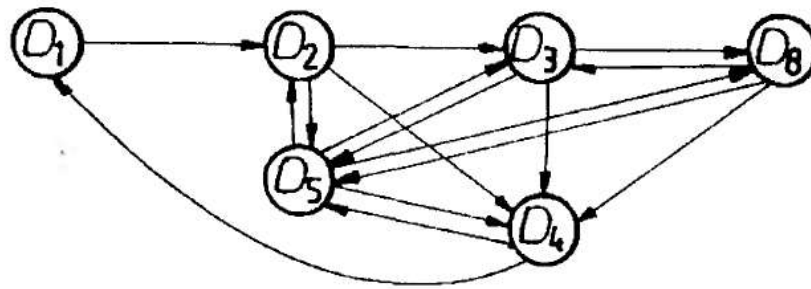
skierowanych, w których relacje określają logiczne zależności wynikające z zależności fizycznych, a węzły określają działania opisane w poprzednim punkcie i powyżej, przy czym uwzględniono jazdę przy ograniczeniach prędkości.

Prędkość aktualna pociągu w danej chwili decyduje o przejściu na krzywą charakterystyki trakcyjnej o wyższej prędkości lub o wyborze odpowiedniego działania z przebiegu elementarnego procesu ruchowego.

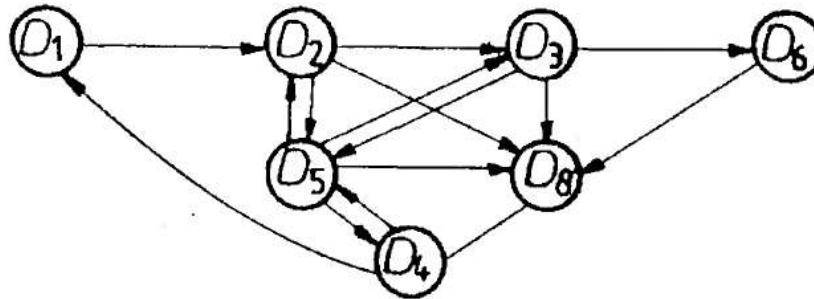
Długość drogi, jaką musi przebyć pociąg, przy przejściu ze stanu w chwili t do stanu w chwili $t+1$, określoną przez elementy układu obsługującego, może ulegać dalszemu podziałowi, który może być wywołany zmianami krzywych charakterystyki trakcyjnej bądź wynikać z punktów przecięcia się krzywych jazd: przyspieszającej, hamowania i wybiegu.

Pochylenie zastępcze na określonej długości drogi wykorzystuje się do wyznaczania oporów całkowitych pociągu, a w przypadku gdy jest stosowana jazda z wybiegu na pochyleniu $\leq p^{\circ}/\infty$, jeszcze jako zdarzenie decyzyjne, mówiące o wyborze działania jazdy z wybiegu.

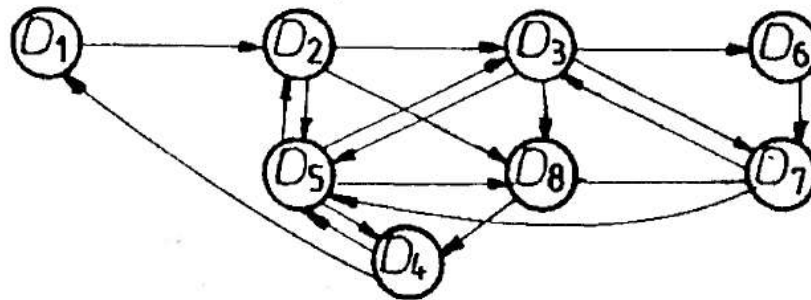
Kod równania, jako parametr, służy do wyboru odpowiedniego równania w chwili przecięcia się krzywych oraz umożliwia korzystanie z odpowiedniego równania przy jeździe po krzywej wyznaczonej przez podprogram VKRYT.



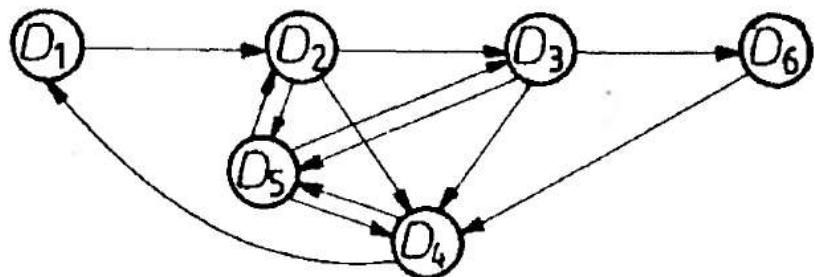
a) jazda "piła"



b) jazda z uwzględnieniem wybiegu przed każdym hamowaniem



c) jazda z uwzględnieniem wybiegu na spadkach o profilu zastępczym $\leq p\%$ oraz przed każdym hamowaniem



d) jazda forsowna

Rys. nr 3.3.6 Warianty dopuszczalnych strategii wyboru działań dla poszczególnych sposobów jazdy

3.4. Struktura funkcjonalna modelu.

3.4.1. Klasyfikacja zdarzeń.

Przy konstrukcji programu symulacyjnego oprócz zdarzeń natury fizycznej uwzględnia się zdarzenia programowe.

Przez zdarzenie programowe rozumie się zmianę stanu systemu symulacyjnego odwzorowującego obiekt rzeczywisty wynikającą z konstrukcji i organizacji programu symulacyjnego.

Zdarzenia natury fizycznej to zdarzenia wynikające z układu obsługującego i obsługiwanego oraz ich wzajemnych oddziaływań.

Zdarzenia te możemy podzielić na:

- zdarzenia bezdecyzyjne (pewne),
- zdarzenia decyzyjne (warunkowe).

Zdarzeniami bezdecyzyjnymi (pewnymi) są zdarzenia wynikające z profilu linii dla jazdy forsownej i "piłowanej", natomiast dla jazdy z wybiegu na odcinkach o profilu zastępczym $\leq p^0/_{\infty}$ oraz przed każdym hamowaniem są zdarzeniami decyzyjnymi. Zdarzeniami bezdecyzyjnymi są zdarzenia wynikające z opisu działań czyli przebiegów elementarnych procesów ruchowych.

- Zdarzeniami decyzyjnymi (warunkowymi) są zdarzenia wynikające: z ograniczeń prędkości czyli Q_s , z układu zabezpieczenia ruchu czyli S_j i układu przystanków osobowych czyli O_1 , niezależnie od sposobu jazdy.

Do zdarzeń programowych zalicza się następujące zdarzenia:

- 1) czoło lub koniec pociągu przejeżdża punkt o współrzędnej określonej przez węzły sieci niejednorodnej odwzorowującej układ obsługujący,
- 2) czoło pociągu przejeżdża przez punkt o współrzędnej określonej zmianą krzywej charakterystyki trakcyjnej lub hamowania,
- 3) czoło pociągu przejeżdża przez punkt o współrzędnej określonej jako punkt przecięcia się krzywej jazdy i hamowania, krzywej jazdy i krzywej jazdy z wybiegu i hamowania.

4. REALIZACJA KOMPUTEROWA MODELU.

Realizacja komputerowa modelu jest praktycznie możliwa dopiero po opracowaniu ostatecznej postaci modelu symulacyjnego - symulatora, który jest programem realizowanym przez maszynę cyfrową. Możliwość przeprowadzenia badań rozpatrywanego obiektu uzależniona jest od parametrów dostępnych środków obliczeniowych: pojemności pamięci i szybkości oraz w znacznym stopniu od jakości symulatora.

Do realizacji komputerowej modelu wykorzystano maszynę cyfrową IBM PC / XT / AT wyposażoną w dysk twardy o pojemności 20 MB.

4.1. Wybór języka programowania.

Symulator może być wykonany w języku uniwersalnym, jak np. ALGOL, FORTRAN lub PASCAL albo w zorientowanym problemowo języku symulacyjnym. Najbardziej znanymi językami do symulacji systemów dyskretnych są rodziny: GPSS, SIMSCRIPT, CSL, SIMULA.

Język symulacyjny zawiera twory konstrukcyjne ułatwiające zapis obiektów, standardowe mechanizmy sterujące upływem czasu i realizację zmian stanu modelu. Język symulacyjny wraz z systemem programowania, zawierającym translatory i programy pomocnicze tworzy pakiet symulacyjny danego systemu liczącego. Oprócz specjalnych struktur danych i instrukcji dostosowanych do opisu procesów, pakiety zawierają procedury generowania liczb losowych oraz zbierania i przetwarzania danych wytworzonych podczas symulacji. Przy symulacjach złożonych systemów o specyficznych własnościach, należy też przy wyborze języka symulacyjnego uwzględnić efektywność wykorzystania czasu i pamięci.

Z przeglądu prac badających te języki wynika, że specjalizowane języki symulacyjne stanowią istotne ułatwienie programowania w przypadku badania typowych systemów, np. jedno - lub kilku- kanłowych masowej obsługi. W przypadkach złożonych systemów, zwłaszcza gdy w trakcie symulacji zachodzi potrzeba równoczesnego dostępu do dużej liczby danych, bardziej efektywne jest korzystanie z języków niższego poziomu. Pracę nad symulatorem rozpoczęto w 1982 roku, wówczas nie było dostępności do kompilatora języka GPSS, oraz rozwijający się język PASCAL.3.0 był niewystarczający, ponieważ kod binarny programu wraz z danymi nie mógł przekroczyć 64kB, ponadto prędkość obliczeń numerycznych jest kilkakrotnie mniejsza w porównaniu z FORTRAN-em, dlatego wybrano FORTRAN 77. Na Zachodzie język ten w stosunku do

FORTRANU 12 został udoskonalony poprzez:

1) nowe elementy języka

- typ CHARAKTER i związane z nim operacje
- definiowanie stałych symbolicznych (PARAMETR)
- blokowe instrukcje warunkowe (IF, ELSE)
- obsługa plików z poziomu programu (OPEN, CLOSE,...)
- rozszerzenie instrukcji we - wy o bogatszą obsługę zdarzeń, redagowanie strumienia wejściowego etc.

2) najistotniejsze rozszerzenia to:

- zmiany w deklaracjach i odwołaniach do tablic
- zmiany w instrukcji DO
- dopuszczenie dowolnych wyrażeń na liście "we-wy" przy wyprowadzaniu
- zdefiniowanie sytuacji końca pliku przy czytaniu.

3) inne zmiany :

- dodatkowe wejścia i wyjścia z podprogramów
- rozróżnianie między funkcjami wbudowanymi (tj. standardowymi) a zewnętrznymi.

Umożliwia to lepszą organizację konstrukcji symulatora oraz znaczne skrócenie czasu przetwarzania.

Dla zobrazowania uzyskanych wyników przebiegów symulacyjnych opracowano program graficzny w języku TURBO PASCAL 5.0. Umożliwia on odwzorowanie graficzne zależności: drogi w funkcji czasu, drogi w funkcji prędkości oraz drogi w funkcji zużycia energii.

Opracowany symulator wraz z zestawem programów pomocniczych jest dogodnym narzędziem badania rozpatrywanego złożonego modelu.

4.2. Zapis struktury danych modelu.

Wszystkim elementom reprezentującym stan modelu odpowiadają w programie symulacyjnym stałe, zmienne lub tablice. Wszystkie zbiory danych, niezbędne do uruchomienia symulatora, znajdują się w odpowiednich plikach dyskowych.

Bazę danych tworzą następujące pliki dyskowe:

- dane opisujące układ obsługujący,
- dane opisujące charakterystyki trakcyjne i hamowania,
- dane charakteryzujące pociąg,
- dane określające parametry z jakimi uruchamiamy program.

Plik z danymi opisujący układ obsługujący przedstawia się w postaci rekordów:

Nr rek.	Kod elementu układu obsł.	Współrzędna elementu układu obsługującego	Wartość cechy elementu lub relacji
---------	---------------------------	---	------------------------------------

przy czym:

kod 'V' odpowiada elementom Q_s

kod 'N' odpowiada elementom Z_b

kod 'L' odpowiada elementom Y_l

kod 'X' odpowiada elementom S_j

kod 'P', 'S' odpowiada elementom O_1 .

Ustalenie chronologiczne rekordów odbywa się według wartości współrzędnej ich położenia na rozpatrywanym odcinku linii kolejowej. Dane opisujące charakterystyki trakcyjne i hamowania a także dane charakteryzujące pociąg i parametry do uruchomienia programu przedstawia się w postaci odpowiedniej sekwencji zmiennych i tablic zapisanych w pliku dyskowym (załącznik Nr2).

Struktura danych przedstawiona poniżej jest przechowywana w odpowiednich plikach dyskowych, które można w prosty sposób aktualizować przy pomocy typowych programów edytorskich. Umożliwia to szybki dostęp do danych i ewentualną ich zmianę. Nazwy plików dyskowych, w których zapisane są odpowiednie struktury danych przedstawia się poniżej:

- WWA - RAD - dane dotyczące układu obsługującego Wa-wa - Radom,
- W - R - dane dotyczące układu obsługującego Warka - Radom,
- T, T1, T4, itd. - dane dotyczące zestawu charakterystyk trakcyjnych,
- H1 - H8 - dane dotyczące zestawu charakterystyk hamowania,
- DCP - dane charakteryzujące pociąg,
- WDW - wstępne dane wejściowe.

Wydruk anych pliku -W-R przedstawia się poniżej.

OPIS ODCINKA LINII WARKA --> RADOM

- 15, liczba stacji
 1 'MICHALCZEW'
 2 'GOŚNIEWICE'
 3 'WARKA'
 4 'GRABÓW'
 5 'STRZYŻYNA'
 6 'DOBIESZYN'
 7 'KRUSZYNA'
 8 'WOLA BIERWIECKA'
 9 'BARTODZIEJE'
 10 'LESIÓW'
 11 'RADOM'
 12 'RADOM POŁUDNIOWY'
 13 'ROŻKI'
 14 'RUDA WIELKA'
 15 'WOLA LIPIENIECKA'

Lp.	kod para- metru	współrzęd. drogi	wartość para- metru	Lp.	kod para- metru	współrzęd. drogi	wartość para- metru
1	'V'	48000.	100.0	20	'P'	52768.	1.0
2	'N'	49100.	.1	21	'N'	52950.	.3
3	'X'	49419.	1.0	22	'P'	52970.	-1.0
4	'N'	49600.	-.2	23	'S'	52995.	2.0
5	'P'	49629.	1.0	24	'L'	53039.	.0
6	'S'	49706.	1.0	25	'N'	53250.	-3.0
7	'P'	49759.	-1.0	26	'N'	53600.	-2.6
8	'X'	49781.	-1.0	27	'N'	53850.	-3.0
9	'N'	49900.	-1.3	28	'N'	54350.	-6.2
10	'N'	50350.	1.5	29	'N'	55150.	-5.5
11	'N'	50600.	2.8	30	'X'	55178.	1.0
12	'L'	51034.	980.0	31	'N'	55400.	-2.7
13	'N'	51200.	1.8	32	'N'	55650.	-.9
14	'L'	51483.	.0	33	'N'	56000.	-1.6
15	'N'	51520.	-3.2	34	'P'	56267.	1.0
16	'N'	51770.	-4.0	35	'S'	56444.	3.0
17	'N'	52020.	-2.0	36	'P'	56522.	-1.0
18	'N'	52270.	-.1.2	37	'X'	56581.	-1.0
19	'L'	52749.	1900.0	38	'N'	56600.	-2.4

39	'L'	56753.	990.0	80	'L'	70759.	.0
40	'N'	56880.	-5.8	81	'N'	70800.	1.0
41	'L'	57300.	.0	82	'L'	70999.	950.0
42	'L'	57496.	980.0	83	'L'	71547.	.0
43	'N'	57800.	-5.7	84	'N'	71800.	.9
44	'L'	57916.	.0	85	'N'	72350.	4.9
45	'N'	58170.	.0	86	'X'	73872.	1.0
46	'V'	58200.	30.0	87	'N'	73875.	1.1
47	'N'	58250.	.0	88	'N'	74580.	2.0
48	'V'	58400.	100.0	89	'P'	74585.	1.0
49	'N'	58446.	-6.7	90	'S'	74840.	6.0
50	'N'	58800.	-5.7	91	'P'	74850.	-1.0
51	'N'	59268.	.0	92	'X'	74906.	-1.0
52	'L'	59566.	980.0	93	'L'	75171.	2250.0
53	'N'	59860.	3.6	94	'L'	75362.	.0
54	'L'	60163.	.0	95	'N'	75395.	.0
55	'N'	61115.	1.0	96	'N'	75885.	5.3
56	'X'	61744.	1.0	97	'N'	76650.	5.6
57	'N'	62020.	-.1	98	'N'	77050.	5.4
58	'P'	62275.	1.0	99	'N'	77342.	1.2
59	'S'	62347.	4.0	100	'N'	77600.	.8
60	'P'	62525.	-1.0	101	'N'	78175.	-.9
61	'N'	62600.	2.0	102	'N'	78940.	-6.1
62	'X'	62746.	-1.0	103	'L'	79145.	1710.0
63	'N'	63780.	3.2	104	'L'	79350.	.0
64	'N'	65000.	5.4	105	'N'	80041.	.0
65	'N'	65300.	6.0	106	'X'	80463.	1.0
66	'L'	66602.	2340.0	107	'N'	81128.	2.5
67	'N'	66705.	-2.5	108	'P'	81196.	1.0
68	'X'	66977.	1.0	109	'S'	81388.	7.0
69	'L'	67000.	.0	110	'P'	81442.	-1.0
70	'P'	67609.	1.0	111	'X'	81468.	-1.0
71	'S'	67777.	5.0	112	'N'	81700.	5.7
72	'N'	67834.	1.9	113	'N'	82000.	5.9
73	'P'	67834.	-1.0	114	'N'	82250.	1.1
74	'X'	67980.	-1.0	115	'N'	82735.	-6.0
75	'N'	68312.	6.0	116	'N'	83788.	.0
76	'L'	68814.	1860.0	117	'X'	83900.	1.0
77	'L'	69108.	.0	118	'P'	84415.	1.0
78	'N'	70110.	-.8	119	'S'	84496.	8.0
79	'L'	70198.	908.0	120	'P'	84576.	-1.0

121	'X'	84697.	-1.0	162	'X'	92216.	-1.0
122	'N'	84700.	-5.9	163	'N'	92300.	-2.7
123	'N'	85400.	-6.1	164	'V'	92320.	80.0
124	'X'	85699.	1.0	165	'V'	92500.	100.0
125	'V'	85770.	90.0	166	'L'	92552.	.0
126	'L'	85772.	550.0	167	'N'	92610.	-2.1
127	'L'	85832.	.0	168	'L'	92644.	1010.0
128	'V'	85950.	100.0	169	'L'	92945.	.0
129	'N'	86116.	-2.3	170	'N'	93056.	5.6
130	'P'	86385.	1.0	171	'N'	93500.	6.3
131	'P'	86695.	-1.0	172	'L'	93684.	950.0
132	'S'	86710.	9.0	173	'N'	93930.	6.0
133	'X'	86822.	-1.0	174	'L'	94062.	.0
134	'N'	86875.	-5.4	175	'N'	94250.	5.9
135	'L'	86995.	600.0	176	'N'	94550.	5.3
136	'V'	87000.	80.0	177	'N'	95000.	5.8
137	'N'	87200.	-4.4	178	'N'	95250.	5.0
138	'L'	87457.	.0	179	'X'	95384.	1.0
139	'N'	87490.	-6.0	180	'N'	95500.	5.8
140	'V'	87500.	100.0	181	'N'	95800.	3.9
141	'L'	87582.	680.0	182	'P'	96100.	1.0
142	'N'	87750.	-5.4	183	'N'	96300.	3.3
143	'N'	88041.	.0	184	'P'	96320.	-1.0
144	'L'	88186.	.0	185	'X'	96384.	-1.0
145	'N'	88300.	-.7	186	'S'	96500.	11.0
146	'N'	88600.	-.2	187	'N'	96625.	5.9
147	'N'	88900.	2.0	188	'N'	97100.	6.2
148	'N'	89200.	5.1	189	'L'	97230.	905.0
149	'L'	89517.	960.0	190	'N'	97367.	6.0
150	'N'	89650.	5.3	191	'L'	97505.	.0
151	'L'	89817.	.0	192	'N'	97800.	5.8
152	'N'	89950.	6.1	193	'N'	98200.	6.5
153	'N'	90600.	6.4	194	'N'	98400.	5.9
154	'N'	90900.	.0	195	'N'	98760.	2.8
155	'X'	91213.	1.0	196	'N'	99050.	2.2
156	'N'	91475.	-2.5	197	'N'	99275.	2.9
157	'P'	91940.	1.0	198	'L'	99589.	500.0
158	'N'	91950.	-2.4	199	'N'	99600.	2.5
159	'L'	92008.	600.0	200	'V'	99800.	80.0
160	'S'	92120.	10.0	201	'N'	99820.	-2.1
161	'P'	92160.	-1.0	202	'L'	100074.	1800.0

203	'L'	100417.	.0	244	'N'	106450.	8.1
204	'V'	100500.	100.0	245	'L'	106972.	640.0
205	'N'	100510.	.7	246	'N'	107179.	7.6
206	'N'	100849.	3.0	247	'N'	107429.	.0
207	'N'	101271.	.0	248	'L'	107762.	.0
208	'N'	101451.	-7.4	249	'N'	107924.	6.9
209	'X'	101874.	1.0	250	'N'	108349.	8.3
210	'L'	101911.	780.0	251	'X'	108396.	-1.0
211	'L'	102094.	.0	252	'L'	108953.	620.0
212	'N'	102096.	-1.6	253	'N'	109098.	7.9
213	'L'	102285.	1300.0	254	'L'	109316.	.0
214	'N'	102346.	.7	255	'X'	109422.	1.0
215	'L'	102449.	.0	256	'N'	109499.	8.1
216	'N'	102596.	.0	257	'L'	109513.	2350.0
217	'P'	102700.	1.0	258	'P'	109822.	1.0
218	'S'	102944.	12.0	259	'S'	109844.	14.0
219	'N'	102975.	-1.2	260	'P'	109865.	-1.0
220	'P'	103033.	-1.0	261	'L'	110028.	.0
221	'L'	103097.	600.0	262	'X'	110030.	-1.0
222	'N'	103235.	-5.6	263	'V'	110500.	100.0
223	'L'	103470.	.0	264	'V'	111000.	100.0
224	'N'	103520.	.0				
225	'L'	103645.	825.0				
226	'N'	103825.	6.6				
227	'L'	103908.	.0				
228	'N'	104099.	7.7				
229	'L'	104243.	660.0				
230	'N'	104550.	3.4				
231	'X'	104883.	-1.0				
232	'N'	105063.	8.9				
233	'L'	105225.	.0				
234	'L'	105259.	720.0				
235	'N'	105389.	2.8				
236	'N'	105641.	-2.5				
237	'L'	105774.	.0				
238	'N'	105920.	.0				
239	'N'	106160.	9.0				
240	'P'	106420.	1.0				
241	'S'	106425.	13.0				
242	'P'	106440.	-1.0				
243	'X'	106442.	1.0				

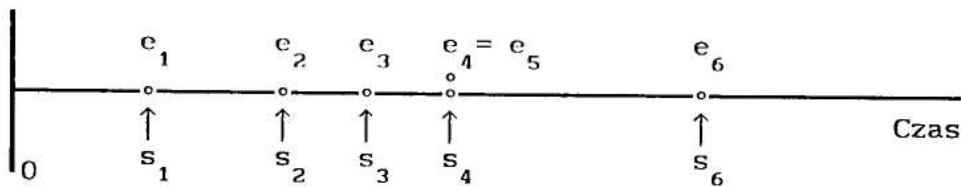
4.3. Sposób przedstawiania upływu czasu.

Do realizacji komputerowej modelu mogą być stosowane następujące metody uaktualniania czasu zegarowego: "stałego kroku" i "kolejnych zdarzeń". Z porównania najważniejszych własności obu metod wynika, że korzystniejsza jest metoda "kolejnych zdarzeń". Można to uzasadnić na przykładzie rozważania jak w obu koncepcjach reprezentowany i traktowany jest czas symulacji. Na podstawie pracy [14] na rys. 4.3.1. pokazano przebieg czasu symulacji gdzie za pomocą kropek oznaczono momenty faktycznego występowania zdarzeń:

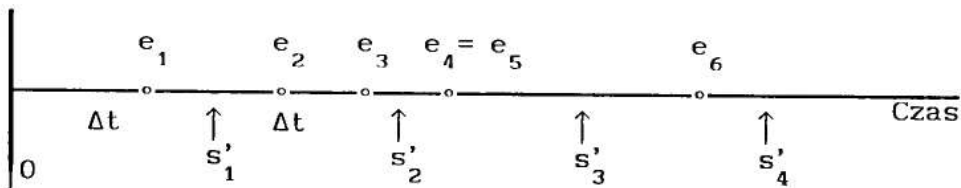
a) dla metody "kolejnych zdarzeń",

b) dla metody "stałego kroku".

a)



b)



Rys. 4.3.1. Przebieg czasu symulacyjnego: a) model kolejnych zdarzeń; b) model stałego kroku.

W modelu tworzonym metodą "kolejnych zdarzeń" przetwarzanie zdarzeń odbywa się następująco: czas symulacji zostaje przesunięty do chwili wystąpienia najbliższego przyszłego zdarzenia, zdarzenie to zostaje przetworzone, po czym czas zostaje przesunięty do chwili wystąpienia najbliższego zdarzenia. Zdarzenie to jest następnie przetworzone itd.

W modelu tworzonym techniką "stałego kroku" przetwarzanie zdarzeń ma charakter grupowy i odbywa się wg następującego schematu. Załóżmy, że ustalono pewną wartość czasu s'_k . Wtedy wszystkie zdarzenia występujące w chwilach e_p, e_q, e_r, \dots takich, że

$$s'_{k-1} < e_p, e_q, e_r \leq s'_k$$

będą przetworzone, zanim czas symulacji osiągnie wartość s'_{k+1} .

Tak jak pokazano na rys. (4.3.1), jeżeli czas symulacji równy jest s'_2 ,

to zdarzenia występujące w chwilach e_2 i e_3 muszą być przetworzone, zanim czas symulacji osiągnie wartość s_3 . Ponadto w modelu tworzonym metodą "stałego kroku" wystąpienie zdarzenia jest zwykle traktowane tak, jak gdyby zaszło ono w czasie nieco różnym od chwili rzeczywistego wystąpienia. Dokładniej, jeżeli zdarzenie zachodzi w rzeczywistości w chwili e , gdzie $s'_k < e \leq s'_{k+1}$, to zdarzenie to jest przetworzone tak, jak gdyby wystąpiło w chwili $e' = s'_{k+1}$. Na rys. 4.3.1 pokazano za pomocą strzałek jak zdarzenia byłyby przeniesione w czasie w przypadku przetwarzania metodą "stałego kroku". Wybór wielkości przedziału czasu może mieć istotny wpływ na przebieg symulacji a przez to na wartość i poprawność wyników. W modelu zorganizowanym wg metody "kolejnych zdarzeń" problem wyboru przyrostu czasu nie istnieje, dzięki czemu całkowicie unika się błędów związanych ze złym wyborem tego przyrostu. Pod tym względem metoda "kolejnych zdarzeń" jest lepsza od metody "stałego kroku". W modelu typu "stałego kroku" ciągi niejednoczesnych zdarzeń są grupowane razem i przetwarzane jako jednoczesne, natomiast w modelu typu "kolejnych zdarzeń" dwa zdarzenia są przetwarzane jako jednoczesne tylko wtedy, gdy występują w tej samej chwili. [14]

Stąd też w realizacji komputerowej modelu przyjęto metodę "kolejnych zdarzeń", przy uaktualnionym czasie zegarowym.

4.4. Organizacja przetwarzania, programy pomocnicze.

Program komputerowy Symulacji Ruchu Pociągów (SRP) został zakodowany w języku FORTRAN 77 firmy Micro Soft wersja 3.31. Posiada on strukturę segmentową. Program główny o nazwie SRP oraz 25 podprogramów stanowi jedną całość, której kod binarny tworzy plik dyskowy symulacji o nazwie SRP.EXE.

Program SRP jest programem głównym zarządzającym. Zawiera on specyfikacje typów danych, stałych, zmiennych i tablic, a także zarządza wywołaniem podprogramów wprowadzających dane dotyczące: układu obsługującego, charakterystyki pociągu i wstępnych danych wejściowych. Ponadto generuje pociągi. W pętli głównej dokonuje obsługi pociągów wg listy zdarzeń, wywołuje podprogramy:

VKRYT, BIEG, LISTA, LISTA1 .

Realizuje też podprogram **RAPORT**, który określa sposób tworzenia pliku wyników przebiegu symulacji.

Podprogramy realizują następujące zadania:

LISTA, LISTA1 - tworzy listę zdarzeń wynikających z układu obsługującego i dokonuje jej modyfikacji w przypadku występowania zdarzeń programowych,

SYGNAL(ID) - ustala stan sygnalizatorów,

VKRYT - jazdę w przeciwnym kierunku w celu określenia prędkości dopuszczalnej na rozpatrywanym odcinku linii oraz aby można było wyznaczyć punkty przecięcia krzywych : jazda constans - hamowanie, jazda constans - wybieg,

BIEG - sposoby jazdy (forsowny, wybieg, "piła"); jazdy z ustaloną prędkością, wyznaczanie punktów przecięcia krzywych jazdy: z ustaloną prędkością - wybieg, wybieg - hamowanie, jazda przyspieszająca - wybieg, jazda przyspieszająca - jazda z ustaloną prędkością; jazdę przyspieszającą oraz z wybiegu na spadkach $\leq p^{\circ}/\infty$; oblicza czasy przekraczania posterunków osobowych,

JAZDA (P) - jazda pociągu dla rozpatrywanego kierunku ruchu, na charakterystykach trakcyjnych odpowiednich przedziałów prędkości,

HAMOWANIE - proces hamowania dla rozpatrywanego kierunku ruchu,

HAMWSP - proces hamowania dla przeciwnego kierunku ruchu,

WYBIEG - proces wybiegu na spadkach $\leq p^{\circ}/\infty$, przed każdym hamowaniem

- oraz wybiegu do określonej prędkości stosowanej przy sposobie jazdy "piła", dla rozpatrywanego kierunku ruchu,
- WYBWSP** - proces wybiegu na spadkach $\leq p^{\circ}/\infty$, przed każdym hamowaniem oraz wybiegu do określonej prędkości stosowanej przy sposobie jazdy "piła", dla przeciwnego kierunku ruchu,
- PRZECJH(S1)** - wyznaczanie punktu przecięcia krzywych: jazdy-hamowanie,
- JWPRZEC(S1)** - wyznaczanie punktu przecięcia krzywych: jazda - wybieg,
- PRZECWH(S1)** - wyznaczanie punktu przecięcia krzywych: wybieg-hamowanie,
- VKP** - obliczanie pierwiastków równania, z którego wyznacza się prędkość v_2 uzyskaną na końcu odcinka DX, jeżeli pociąg rozpoczął ją z prędkością v_1 ,
- DX V1V2(DXH)** - oblicza długość odcinka drogi DX dla zadanej prędkości v_1 i v_2 ,
- ENERGIA** - obliczanie zużycia energii na odcinku DX,
- CHARP** - odczytuje wartości współczynników funkcji kwadratowej, która odwzorowuje krzywą danego zestawu charakterystyki trakcyjnej,
- CHARH** - odczytuje wartości współczynników funkcji kwadratowej, która odwzorowuje krzywą charakterystyki hamowania,
- MIN TWP (NP MIN TW, TT)** - ustala kolejności obsługi pociągów w chwili rozpoczęcia symulacji,
- TTT(Delta)** - obliczanie czasu przejazdu na odcinku DX,
- SUMTE** - obliczanie sumarycznego czasu przejazdu i sumarycznego zużycia energii,
- AUT** - dokonuje analizy układu obsługującego i tworzy listę zdarzeń wynikającą z tego układu rozszerzoną o zdarzenia wywołane rozpatrywaniem długości pociągu,
- READD** - wczytuje dane dotyczące układu obsługującego i określa formę ich wydruku,
- WDW** - wczytuje wstępne dane wejściowe i określa formę ich wydruku,
- DCP** - wczytuje dane charakteryzujące pociąg i określa formę ich wydruku.

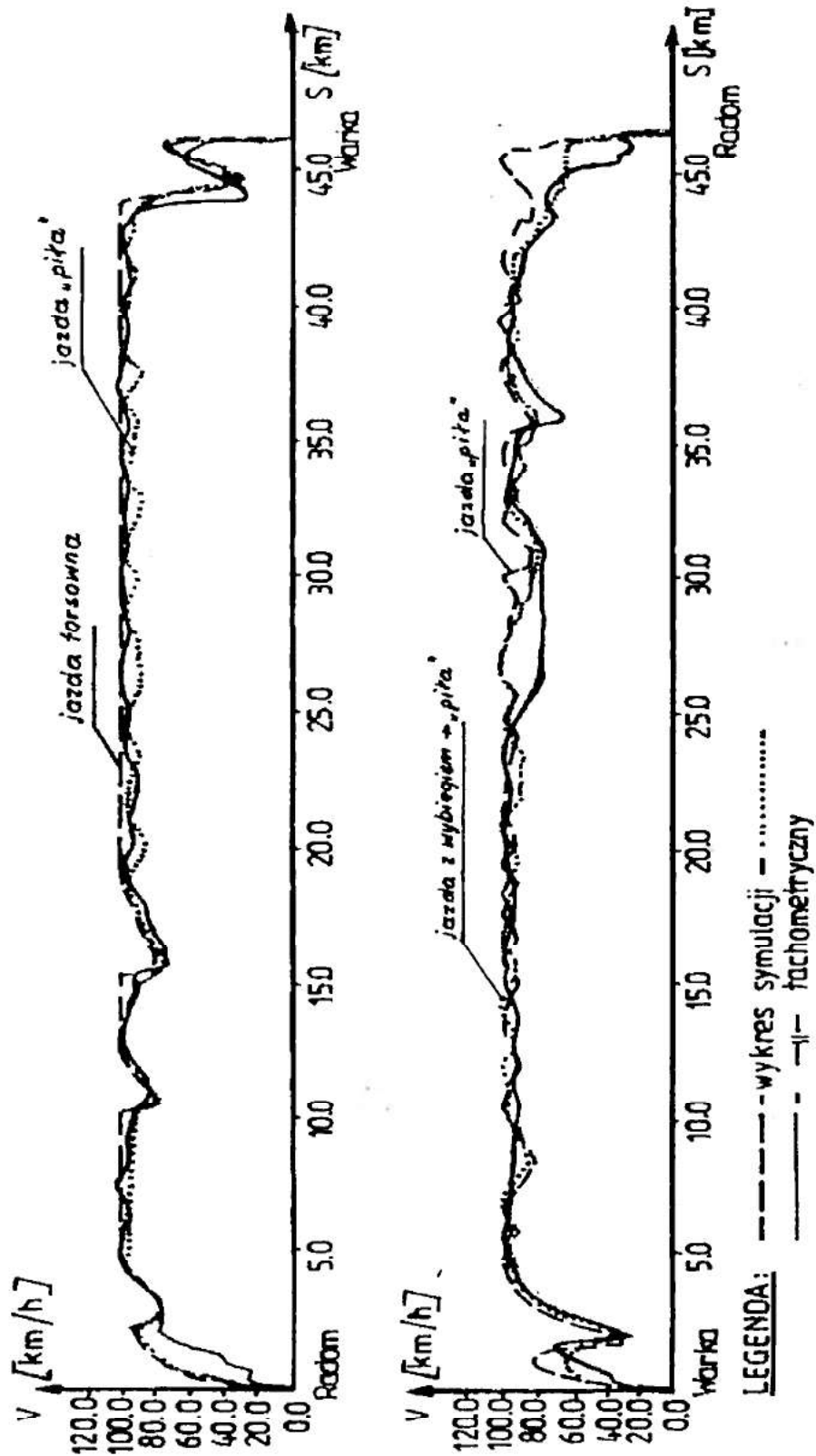
4.5. Weryfikacja modelu.

Dla sprawdzenia poprawności funkcjonowania modelu porównano wyniki eksperymentu symulacyjnego z wykresem tachometrycznym, odzwierciedlającym przebieg prędkości w funkcji drogi, dla pociągu pasażerskiego pospiesznego na trasie Warka-Radom i Radom-Warka. Dane do eksperymentów przyjęto na podstawie raportów z jazdy pociągu oraz danych technicznych wagonów i lokomotywy, znajdujących się w dostępnej literaturze a także innej dokumentacji technicznej.

Na rys.nr 4.5.1 przedstawiono porównanie wykresu tachometrycznego przebiegu prędkości dla pociągu pasażerskiego pospiesznego z dnia 1987.12.04 z wykresem uzyskanym drogą symulacji według opracowanego modelu.

Porównania dokonano dla dwu sposobów jazdy. Na trasie Radom-Warka dla jazdy forsownej i jazdy "piła" zaś na trasie Warka-Radom dla jazdy z wybiegiem + "piła" oraz jazdy "piła". Różnice na początku przebiegów prędkości wynikają z nie uwzględniania w opracowanym modelu próby hamulców. Z rys.nr 4.5.1 wynika, że jazda pociągu na trasie Radom-Warka jest bardziej zbliżona do prowadzenia sposobem typu "piła" niż forsownym. Natomiast na trasie Warka-Radom do sposobu jazdy z wybiegiem + "piła".

Czas przejazdu rozpatrywanego pociągu na trasie Warka-Radom, odczytany z wykresu tachometrycznego, wynosi około 34 [min]. Uzyskany czas przejazdu tego pociągu metodą symulacyjną dla jazdy z wybiegiem+ "piła" wynosi 32 [min] 50 [s]. Stąd wynika, że różnica w czasie przejazdu rzeczywistego i symulacyjnego wynosi 1[min] 10[s]. Różnica ta wynika z innego sposobu realizacji jazdy z wybiegu w rzeczywistości niż przyjęto w modelu oraz nie uwzględniania próby hamulców. Ponadto należy też uwzględnić fakt, że są to wykresy odwzorowywane z wykresów tachometrycznych i trudno jest nie popełnić błędów odczytu oraz nie uwzględniania błędów wynikających z urządzeń pomiarowych.



Rys.Nr 4.5.1 Porównanie wykresów tachometrycznych i symulacji przejazdu pociągu pasażerskiego pospiesznego na trasie Radom-Warka i Warka-Radom z dn.1987.12.04

5. EKSPERYMENTY SYMULACYJNE DLA WYBRANYCH PARAMETRÓW TRAKCYJNYCH I RUCHOWYCH.

Przyjęto, że na czas przejazdu i zużycie energii pociągu mają wpływ następujące parametry trakcyjne i ruchowe: sposób jazdy, masa brutto składu wagonowego pociągu, rodzaj pojazdu trakcyjnego, długość pociągu, charakterystyka trakcyjna i hamowania, liczba miejsc i stopień ograniczenia prędkości, wykaz miejsc postoju na odcinku (deklarowany w/g różnych wariantów), miarodajny czas następstwa pociągów w przypadku rozpatrywania jednorodnych i niejednorodnych strumieni pociągów.

Pod pojęciem strumień pociągów rozumie się co najmniej dwa lub więcej pociągów tego samego kierunku ruchu, które przejeżdżają przez dany odcinek według określonego czasu następstwa i sposobu prowadzenia ruchu, uwarunkowanego stosowanymi urządzeniami srk.

Strumień może być jednorodny lub niejednorodny.

Jednorodnym nazywa się strumień pociągów, które przejeżdżają przez poszczególne elementy ruchowe (szlaki i odstępy) danego odcinka linii według równoległego wykresu ruchu. [8]

Natomiast niejednorodnym w przypadku przeciwnym czyli gdy pociągi przejeżdżają dany odcinek według nierównoległego wykresu ruchu.

W związku z tym przyjęto, że w obliczeniach pociągi w strumieniu jednorodnym mają takie same dane charakteryzujące te pociągi.

Ekspertyzacje symulacyjne przeprowadzono zmieniając podane wyżej parametry oraz dokonano analizy ich wyników. Przed przystąpieniem do realizacji eksperymentów symulacyjnych omówiono zasadę przygotowania danych wejściowych oraz plan badań.

5.1. Przygotowanie danych wejściowych.

Wykonanie badań symulacyjnych za pomocą maszyny cyfrowej musi być poprzedzone opracowaniem planu eksperymentów oraz przygotowaniem danych do poszczególnych przebiegów.

Wszystkie dane wejściowe odpowiadają zmiennym modelowi. Dane opisujące układ obsługujący przygotowano na podstawie profilu podłużnego odcinka linii Warka-Radom oraz "Służbowego rozkładu jazdy". Dane opisujące zestaw charakterystyki trakcyjnej, uzyskano poprzez aproksymację wielomianem drugiego stopnia krzywych odwzorowujących

zależności siły pociągowej i prędkości. Charakterystyki te wzięto z dokumentacji lokomotyw jakie są eksploatowane na PKP.

Do uruchomienia programu potrzebne są pliki danych o nazwie: WDW i DCP.

- Plik o nazwie WDW obejmuje następujące dane, których kod oznacza:
- LP - liczbę symulowanych pociągów,
 - ITR- kierunek ruchu dla rozpatrywanego odcinka linii i może przyjmować wartości: 1-w przypadku zgodności kierunku ruchu z opisem odcinka linii, 2 - w przypadku przeciwnym,
 - WE - POMIAR (ITR) - współrzędną drogi w [m], od której następuje rozpoczęcie obliczeń przejazdu teoretycznego dla danego pociągu (obliczanie czasu przejazdu i zużycia energii) dla rozpatrywanego kierunku ruchu,
 - WY - POMIAR (ITR) - współrzędną drogi w [m], w której następuje zakończenie obliczeń danego pociągu,
 - WESYS (ITR) - współrzędną drogi w [m], w której następuje wejście pociągu do systemu obliczeń dla danego kierunku ruchu,
 - WYSYS (ITR) - współrzędną drogi w [m], w której następuje wyjście pociągu z systemu obliczeń dla danego kierunku ruchu,
 - DX MAX - długość drogi w [m], jaką dodaje się do rozpatrywanego przekroju w celu wygenerowania zdarzeń na tej drodze, co z kolei powoduje odpowiedni wybór strategii działań, wynikającej z algorytmu obliczeń,
 - RO - wartość współczynnika uwzględniającego wpływ bezwładności mas w pociągu o ruchu obrotowym,
 - WIDOK - wymagana droga w [m] widoczności sygnalizatora (w przypadku blokady samoczynnej - 500[m] a w przypadku półsamoczynnej tarczy ostrzegawczej - 300[m]),
 - DAUT - przyjmuje wartości TAK lub NIE; w przypadku przyjęcia wartości TAK, w wydruku wyników otrzymujemy podział rozpatrywanego odcinka drogi, wynikający z uwzględnienia długości pociągu oraz informację o pochyleniu zastępczym na tych odcinkach,
 - DVKRYT - przyjmuje wartości TAK lub NIE; w przypadku przyjęcia wartości TAK, otrzymujemy w wydruku wyników przebieg symulacji dla jazdy w kierunku przeciwnym,
 - DBIEG - przyjmuje wartości TAK lub NIE; w przypadku przyjęcia wartości TAK, w wydruku wyników uzyskuje się szczegółowy przebieg symulacji dla jazdy w rozpatrywanym kierunku ruchu (symulacja właściwa),

DWYKR - przyjmuje wartości TAK lub NIE; w przypadku przyjęcia wartości TAK, gromadzi w odpowiednich zbiorach dane do sporządzania wykresów: czasu, prędkości i zużycia energii w funkcji drogi,

NZDP(NP) - dane charakteryzujące pociąg o numerze systemowym NP, gdzie NP może przyjmować wartości od 1 do 10,

NZUT(ITR) - dane układu obsługującego dla kierunku ITR.

Natomiast plik o nazwie DCP obejmuje dane charakteryzujące pociąg, w których przyjęte kody oznaczają:

TYPLOK(NP) - typ lokomotywy dla numeru systemowego pociągu,

RML - rzeczywistą masę pociągu w [t],

LOL - rzeczywistą liczbę osi lokomotywy,

RMW - masę wagonów w [t],

RLW - rzeczywistą liczbę osi wagonów,

RLOZ - rodzaj stosowanych łożysk (toczne, ślizgowe),

TP - nazwę typu pociągu (towarowy, pasażerski),

RP - nazwę rodzaju pociągu (ekspresowy, pospieszny, osobowy, zwykły),

OMH - procent ciężaru hamującego,

RL - długość pociągu w [m],

NSP (NP) - numer rzeczywisty pociągu dla numeru systemowego,

TWP (NP) - czas wejścia pociągu do systemu obliczeń w [s] o numerze systemowym NP,

WGPWYP (NP) - wartość pochylenia zastępczego, od której będzie realizowana jazda z wybiegu na spadkach,

WGVWYB (NP) - wartość prędkości od której będzie realizowana jazda z wybiegu w [km/h],

WDVPIL (NP) - wartość prędkości do której będzie realizowany wybieg przy jeździe sposobem " piła " w [km/h],

VCC -wartość maksymalnej prędkości z jaką może jechać pociąg w [km/h],

KIER - wartość: 1 jeżeli przyjęto w WDW ITR=1 lub -1 jeżeli WDW przyjęto ITR=2,

ZNS (NP) - przyjmuje wartości TAK lub NIE; w przypadku TAK realizuje zatrzymanie na każdej stacji,

PP (NP) - współrzędną położenia czoła pociągu w [m], od której rozpoczyna się obliczanie czasu przejazdu i zużycia energii,

WYB (NP) - przyjmuje wartości TAK lub NIE; w przypadku wartości TAK realizuje jazdę z wybiegu,

WYBS (NP) - przyjmuje wartości TAK lub NIE; w przypadku TAK realizuje jazdę z wybiegu na spadkach,

WDVWNS (NP) - wartość prędkości od jakiej będzie stosowana jazda

- z wybiegu na spadkach [km/h],
- ODZYSK (NP)** - przyjmuje wartości TAK lub NIE; w przypadku TAK realizuje jazdę z uwzględnieniem odzysku energii,
- PILA (NP)** - przyjmuje wartości TAK lub NIE; w przypadku TAK realizuje jazdę typu "piła",
- DZ (NP)** - przyjmuje wartości TAK lub NIE; w przypadku TAK realizuje miejsca postoju na rozpatrywanym odcinku linii, dla których należy podać ich liczbę, współrzędną drogi w [m] oraz czas ich trwania w [min],
- WZTC (NP)** - nazwę zestawu charakterystyki trakcyjnej,
- NZCH (NP)** - nazwę zestawu charakterystyki hamowania.

Dane dotyczące zestawu charakterystyki trakcyjnej przygotowano na podstawie wykresów siły pociągowej w funkcji prędkości, które wzięto z dokumentacji lokomotyw.

Jako przykład na rys.nr3.1 podano charakterystykę trakcyjną lokomotywy EU - 07, gdzie zaznaczono wartości siły pociągowej do opracowania aproksymowanego zestawu charakterystyki trakcyjnej.

Dane dotyczące zestawu charakterystyki hamowania przygotowano w oparciu o wykres współczynnika tarcia w funkcji prędkości, podanego na rys.59 w książce W.Wyrzykowskiego "Ruch kolejowy" t.1 str.120, oraz przyjęciu odpowiednich wartości współczynnika intensywności hamowania. Stałe ograniczenia prędkości i dopuszczalne maksymalne prędkości, na rozpatrywanym odcinku linii, wzięto ze "Służbowego rozkładu jazdy" a w przypadku zwiększania prędkości z możliwości technicznych danego pojazdu trakcyjnego. Wielkości DXMAX, WIDOK, TWP(NP), WGPWYB(NP), WGVWYB(NP), WDVPIL(NP), WDVWNS(NP) ustala użytkownik programu.

Określenie długości odcinka DXMAX ma na celu dokonanie wyboru strategii działań w zależności od listy zdarzeń występujących na tym odcinku, co z kolei znacznie skraca czas obliczeń.

5.2. Plan badań symulacyjnych.

Podstawowym przeznaczeniem opracowanego symulatora jest obliczenie czasu przejazdu i energii potrzebnej do ruchu pociągu na zadanym odcinku linii kolejowej dla jednego pociągu lub jednorodnego albo niejednorodnego strumienia pociągów dla danego kierunku ruchu.

Przeprowadzenie eksperymentów symulacyjnych pozwoli na ocenę wpływu na czas przejazdu i zużycie energii określonych w pracy parametrów.

Planowane eksperymenty symulacyjne mają charakter badawczy i posłużą do sformułowania hipotez, dotyczących zależności między wybranymi parametrami trakcyjnymi i ruchowymi a czasem przejazdu i zużyciem energii.

W celu sprawdzenia poprawności modelu symulacyjnego, zrealizowano szereg przebiegów kontrolnych, wykorzystując przewidziane w programie symulacyjnym możliwości wyprowadzenia historii stanów procesu.

Ze względu na złożoność symulatora, jego weryfikacja jest ważnym etapem poprzedzającym właściwe badania symulacyjne.

Badania kontrolne obejmowały:

- ocenę prawidłowości realizacji zdarzeń w modelu oraz ich następstwa,
- sprawdzenie poprawności obliczania czasu przejazdu i zużycia energii,
- badanie warunków ustalania się elementarnych procesów i oszacowanie czasu obliczeń.

Eksperymenty symulacyjne, pozwalające określić wpływ wyróżnionych parametrów na czas przejazdu i zużycie energii dla pojedynczych przejazdów pociągów oraz strumieni, przeprowadzono według poniżej podanego planu.

Eksperyment 1.

Obejmuje przeprowadzenie symulacji dla pojedynczych przejazdów pociągów: pasażerskiego pospiesznego i osobowego, towarowego pospiesznego i zwykłego na trasie Warka-Radom i Radom-Warka, dla różnych mas brutto składu wagonowego pociągów. Przebiegi te przeprowadza się dla czterech sposobów jazdy: forsowny, wybieg na spadkach, wybieg na spadkach + "piła" oraz "piła".

Eksperyment 2.

Polega na przeprowadzeniu symulacji jak w eksperymencie 1 tylko, że zmianie ulegają zestawy charakterystyk trakcyjnych i hamowania.

Eksperyment 3.

Obejmuje zakres eksperymentu 1, przy zmianie maksymalnej prędkości dopuszczalnej na rozpatrywanym odcinku linii na maksymalną prędkość danego pojazdu trakcyjnego.

Eksperyment 4.

Obejmuje zakres eksperymentu 1, przy likwidacji ograniczeń prędkości.

Eksperyment 5.

Polega na przeprowadzeniu przebiegów symulacyjnych dla jednorodnych i niejednorodnych strumieni pociągów dla miarodajnych czasów następstwa pociągów.

5.3. Analiza i omówienie wyników eksperymentów symulacyjnych.

Uzyskane wyniki eksperymentów symulacyjnych przedstawia się w postaci wykresów na rysunkach zamieszczonych poniżej. Na niektórych rysunkach występuje połączenie wyników kilku eksperymentów w celu pokazania wpływu na czas przejazdu i zużycie energii kilku czynników.

W tabelach od Nr1 do Nr16, zamieszczonych w załączniku Nr2, przedstawione zostały wyniki eksperymentów symulacyjnych dla pociągu pasażerskiego pospiesznego na trasie Warka-Radom i Radom-Warka z zastosowaniem różnych charakterystyk trakcyjnych dla różnych mas brutto składu wagonowego i dwu prędkości maksymalnych 100[km/h] i 120[km/h] oraz pięciu sposobów jazdy z odzyskiem i bez odzysku energii. Na podstawie uzyskanych wyników dla tego pociągu na rys.nr 5.3.1 w sposób graficzny przedstawiono jak zmienia się czas przejazdu ze zmianą zestawu charakterystyki trakcyjnej, sposobu jazdy oraz maksymalnej prędkości dopuszczalnej, przy masie pociągu 324 [t] na trasie Warka-Radom. Zaś na rys.nr5.3.2 przedstawia się zużycie energii potrzebnej do ruchu dla tych samych zmian jak podano wyżej. Na rys.nr 5.3.3 i 5.3.4 zilustrowano zmiany czasu przejazdu i zużycia energii dla masy pociągu 604[t] przy zachowaniu tych samych zmian jak podano wyżej.

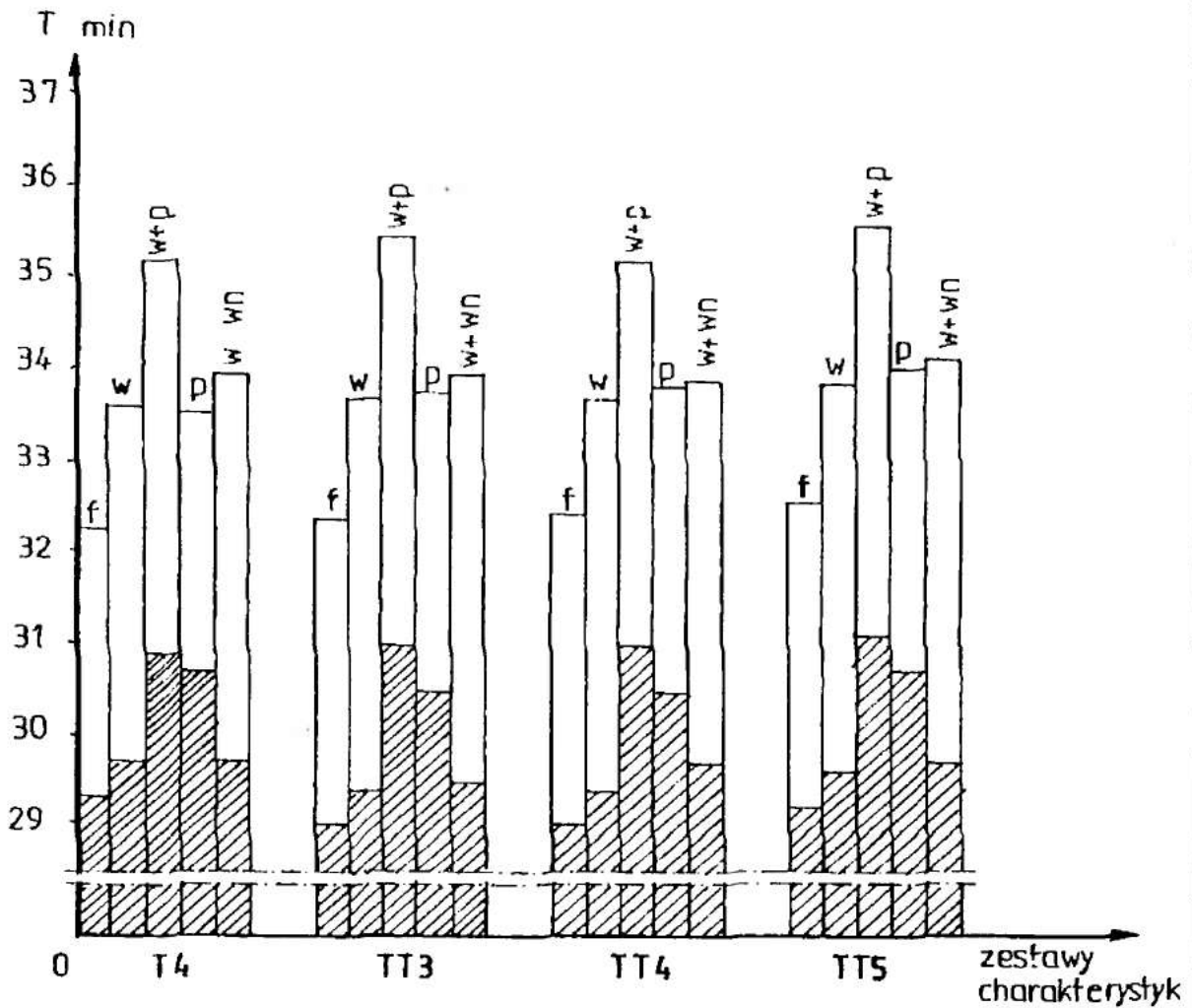
Z wykresów wynika, że najkrótszy czas przejazdu uzyskuje się dla charakterystyk TT3 i TT4 (które zostały przedstawione na rys.nr3.1) przy prędkości maksymalnej 120[km/h] dla masy 324[t] jak i 604[t]. Wraz ze wzrostem masy zmniejsza się różnica w czasie przejazdu przy prędkości 100[km/h] i 120[km/h].

Na przykład dla jazdy forsownej z zastosowaniem charakterystyki trakcyjnej TT3 przy masie 324[t] czas przejazdu dla prędkości 100[km/h] wynosi 32[min] 19[s] a przy 120[km/h] 28[min] 56[s] zaś dla masy 604[t] odpowiednio 33[min] 33[s] i 31[min] 19[s].

Natomiast zużycie energii potrzebnej do ruchu wraz ze wzrostem prędkości maksymalnej wzrasta i jest najmniejsze przy zastosowaniu charakterystyki trakcyjnej T4. Ze wzrostem masy różnice w zużyciu energii przy prędkości 100[km/h] i 120[km/h] zmniejszają się. Dla jazdy z zastosowaniem wybiegu (wybieg na spadkach ≤ -2 ‰ oraz przed

Rys.nr.5.3.1

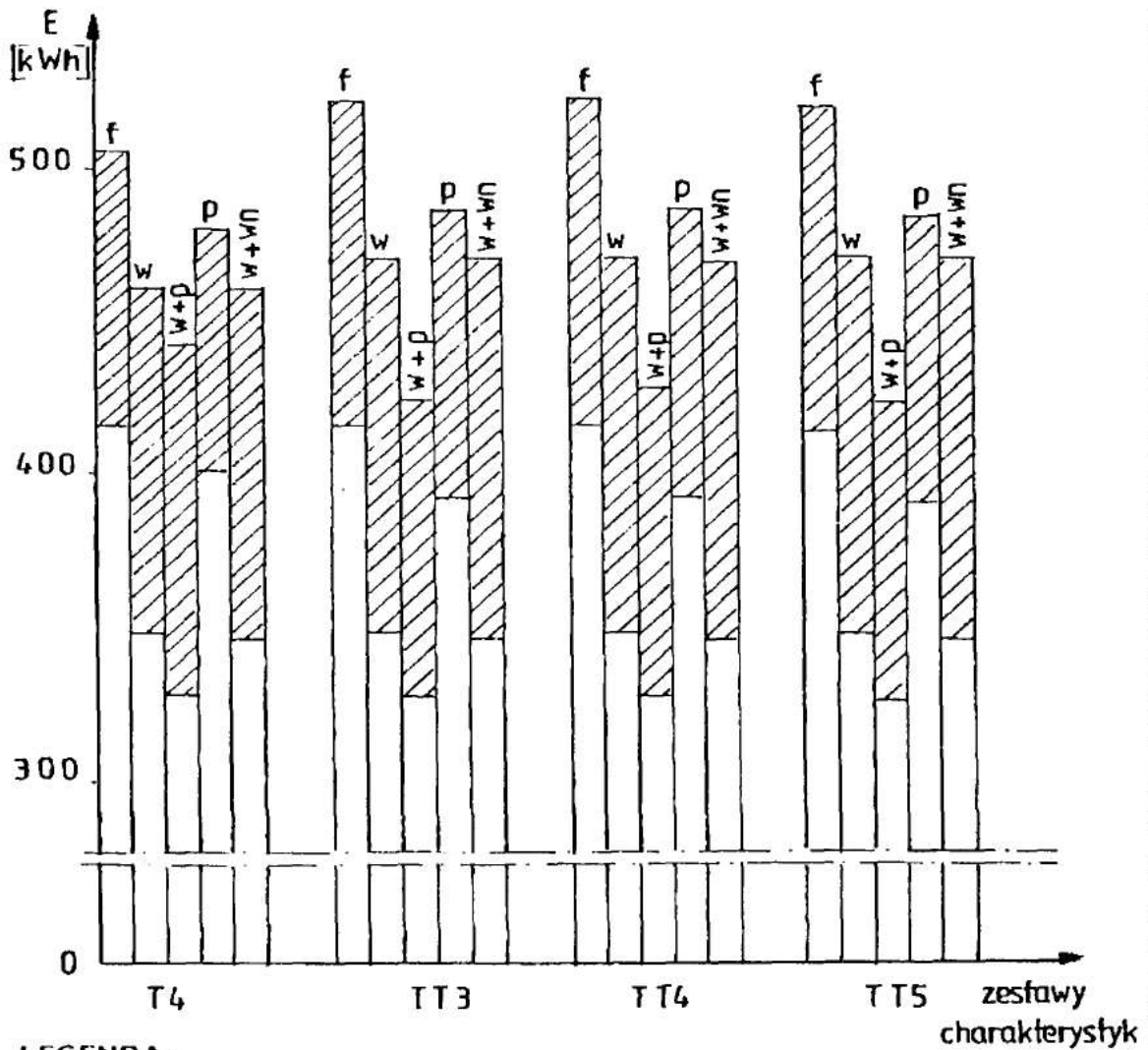
Zestawienie czasów przejazdu dla pociągu pasażerskiego *posp.* o masie 324[t] na trasie Warka - Radom dla zestawów charakterystyk T4, TT3, TT4, TT5.



LEGENDA :

- f - jazda forsowna
- w - " z wybiegiem
- w+p - " " i "pika"
- p - " "pika"
- w+wn - " z wybiegiem i wybiegiem na spadkach
- - wyniki dla prędkości maksymalnej 100 km/h
- ▨ - wyniki dla prędkości maksymalnej 120 km/h

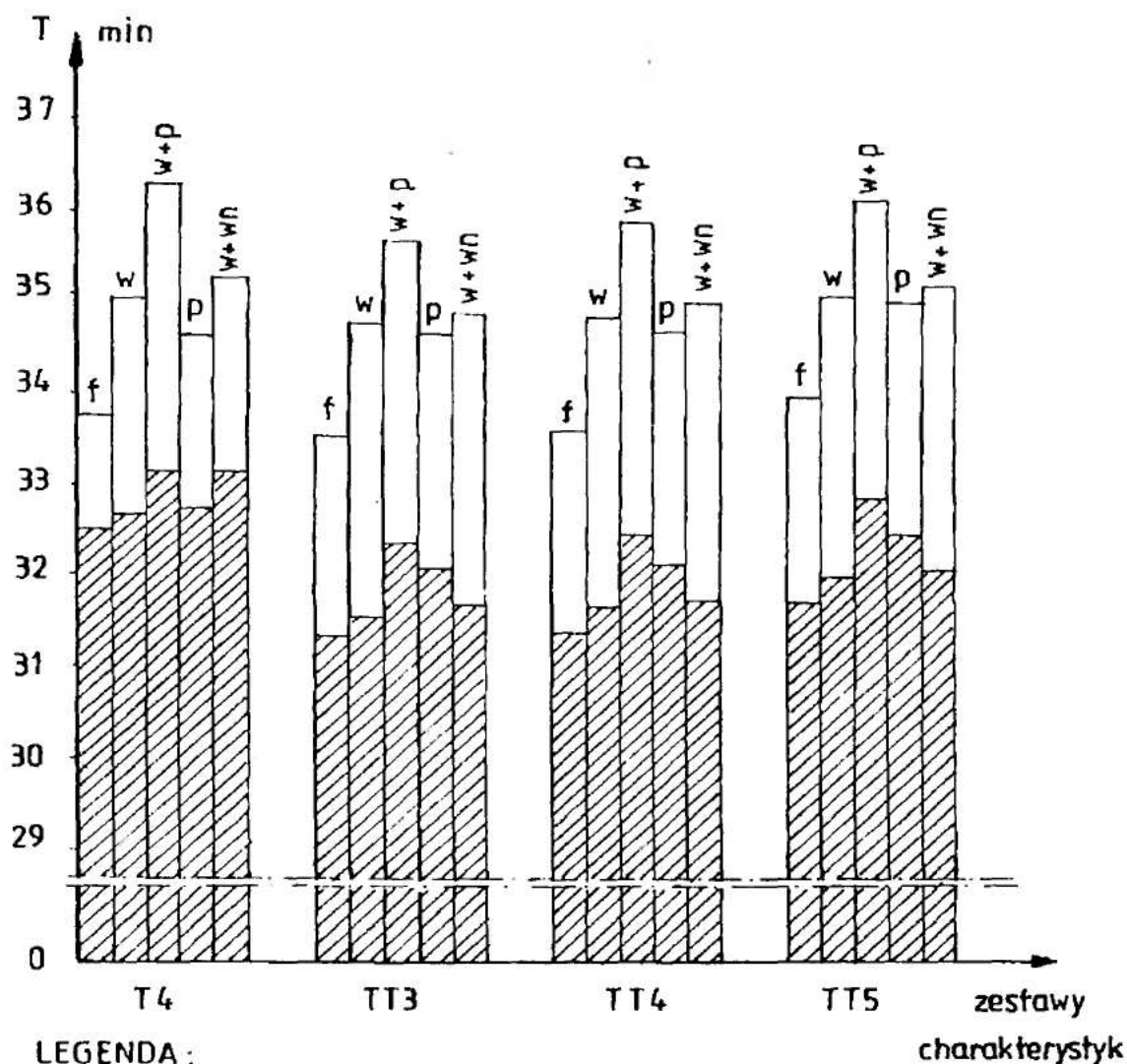
Rys.nr5.3.2 Zestawienie zużycia energii dla pociągu pasażerskiego pośpiesznego o masie 324 [t] na trasie Warka - Radom dla zestawów charakterystyk trakcyjnych T4, TT3, TT4, TT5



LEGENDA:

- f - jazda forsowna
- w - " z wybiegiem
- w + p - " " i „pika”
- p - " „pika”
- w + wn - " z wybiegiem i wybiegiem na spadkach
- - wyniki dla prędkości maksymalnej 100 km/h
- ▨ - wyniki dla prędkości maksymalnej 120 km/h

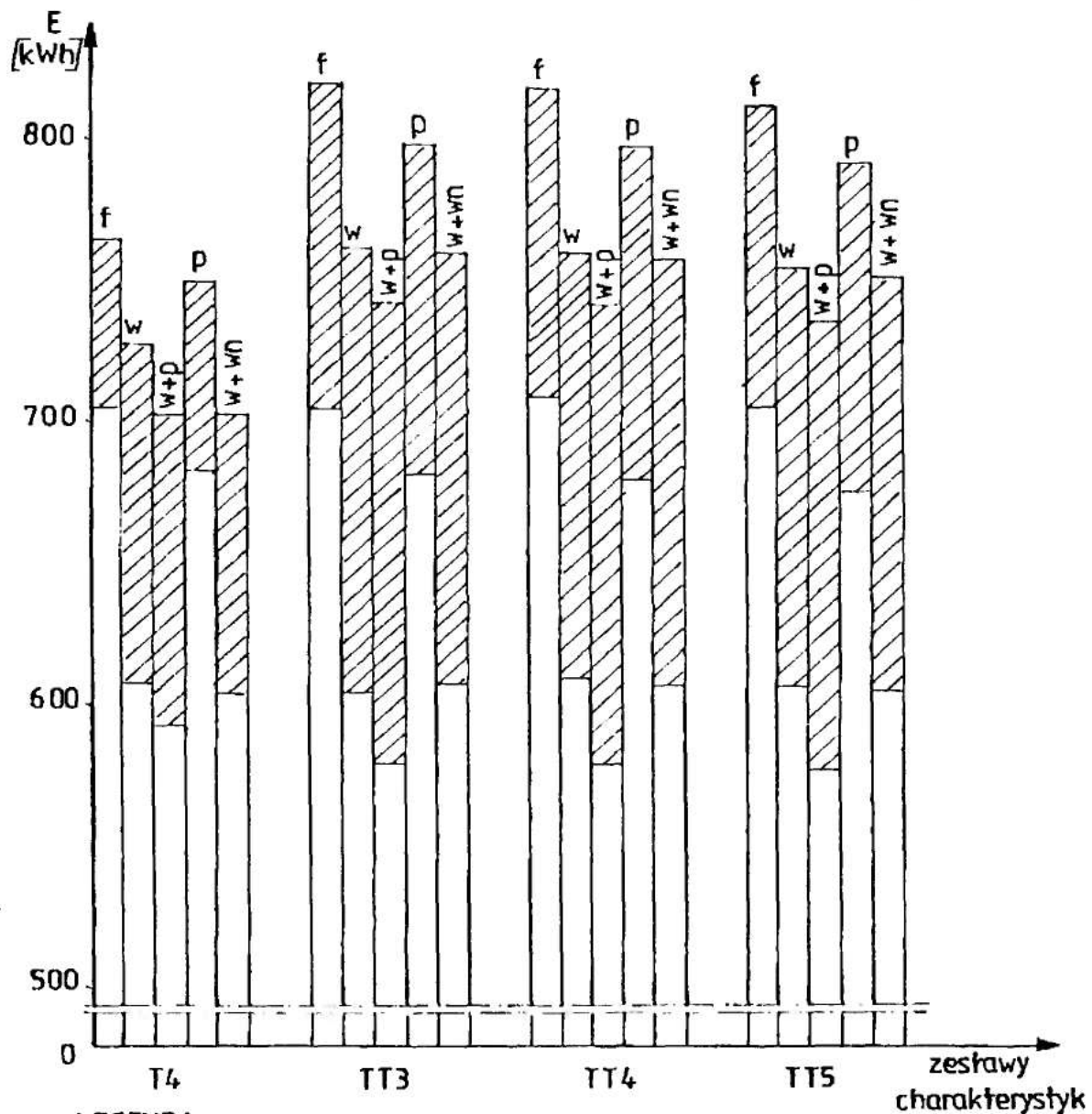
Rys.nr5.3.3 Zestawienie czasów przejazdów dla pociągu pasażerskiego pośpiesznego o masie 604 [t] na trasie Warka-Radom dla zestawów charakterystyk trakcyjnych T4, TT3, TT4, TT5



LEGENDA :

- f - jazda forsowna
- w - z wybiegiem
- w + p - z wybiegiem i „pita”
- p - „pita”
- w + wn - z wybiegiem i wybiegiem na spadkach
- - wyniki dla prędkości 100 km/h
- ▨ - wyniki dla prędkości 120 km/h

Rys.nr5.3.4 Zestawienie zużycia energii dla pociągu pasażerskiego pośpiesznego o masie 604 [t] na trasie Warka-Radom dla zestawów charakterystyk trakcyjnych T4,TT3,TT4,TT5



LEGENDA:

- f - jazda forsowna
- w - " z wybiegiem
- w+p - " i "pita"
- p - "pita"
- w+wn - " z wybiegiem i wybiegiem na spadkach
- - wyniki dla prędkości maksymalnej 100 km/h
- ▨ - wyniki dla prędkości maksymalnej 120 km/h

każdym hamowaniem) i "piły" czas przejazdu jest najdłuższy ale najmniejsze zużycie energii. Przeciętnie dla tego pociągu skrócenie czasu przejazdu o około 2,5[min] przez zastosowanie jazdy forsownej a nie jazdy z wybiegiem + "piła" powoduje wzrost zużycia energii o około 100[kWh]. Dla tego pociągu odzysk energii jest bardzo mały dlatego nie przedstawia się go graficznie.

Wpływ zestawu charakterystyki trakcyjnej na czas przejazdu i zużycie energii jest niewielki.

Znaczny wpływ zaś ma maksymalna dopuszczalna prędkość pociągu i wraz z jej wzrostem skraca się czas przejazdu ale zwiększa zużycie energii. Na rys.nr5.3.5 pokazano jak kształtuje się czas przejazdu i zużycie energii dla rozpatrywanego pociągu wraz ze wzrostem masy przy prędkości maksymalnej 100[km/h] dla czterech sposobów jazdy na trasie Warka-Radom i odwrotnie. Masę pociągu zwiększano o 40[t], liczbę wagonów o 1, liczbę osi o 4 a długość pociągu o 20[m].

Na wykresach tych widać, że ze wzrostem masy pociągu wzrasta czas przejazdu i zużycie energii, przy czym na trasie Radom-Warka zarówno czas przejazdu jak i zużycie energii są mniejsze niż w kierunku przeciwnym, co obrazuje wpływ profilu linii na rozpatrywane wielkości. Różnice w czasie przejazdu dla jazdy forsownej i "piły" są minimalne a dla jazdy z wybiegiem + "piła" wynoszą około 1[min] niezależnie od masy pociągu. Różnica w zużyciu energii między poszczególnymi sposobami jazdy na trasie Warka-Radom i Radom-Warka wraz ze wzrostem masy zwiększa się. Na przykład dla jazdy forsownej i masy 324[t] różnica ta wynosi 111,5[kWh] a dla 604[t] 203,7[kWh]. Wynika stąd, że profil linii na trasie Radom-Warka jest korzystniejszy niż w odwrotnym kierunku.

Nieliniowy charakter zmian czasu przejazdu wynika z innej realizacji przejazdu dla różnych mas pociągu. Dla ilustracji na rys.nr5.3.6. pokazano przebiegi zmian: $t(s)$, $v(s)$, $E(s)$ dla dwóch mas pociągów dla jazdy z wybiegiem + "piła" na trasie Warka-Radom.

Na rys.nr5.3.7 i 5.3.8 przedstawiono jak zmienia się czas przejazdu i zużycie energii w zależności od masy dla pociągu towarowego zwykłego, prowadzonego przez lokomotywę ET22 z prędkością maksymalną 70[km/h], na trasie Warka-Radom dla czterech sposobów jazdy. Dla kolejnych dwu eksperymentów symulacyjnych tego pociągu masę brutto składu wagonowego zwiększano o 160[t], liczbę wagonów o 2, liczbę osi o 6 a długość o 30 [m], zaś dla następnych odpowiednio: o 240[t], o 3, o 9, o 45[m].

Rys.nr5.3.5 Wykresy czasu przejazdu i zużycia energii dla pociągu pasażerskiego pociąg przy prędkości maksymalnej 100 km/h i różnych mas pociągu

f - jazda forsowna

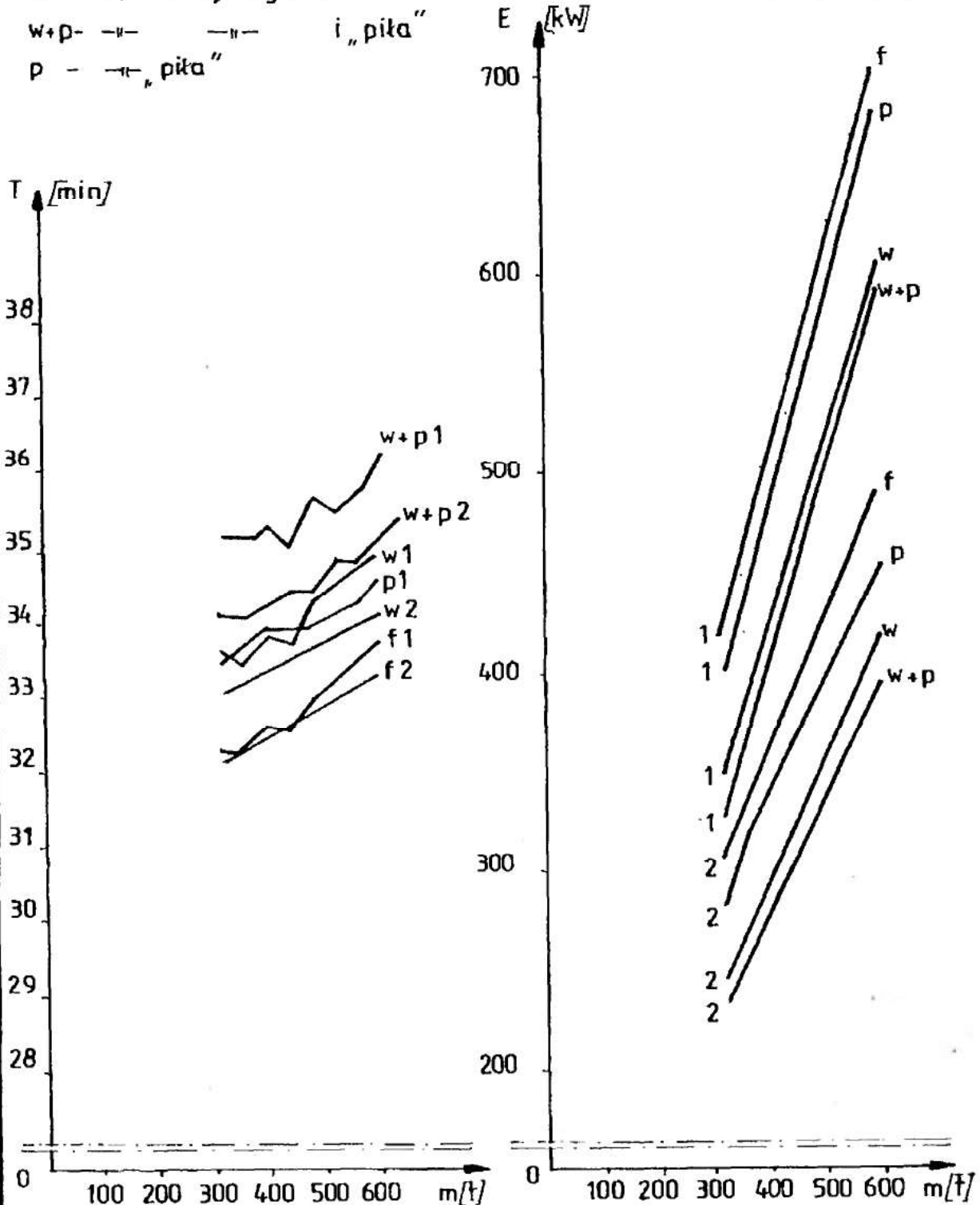
w - z wybiegiem

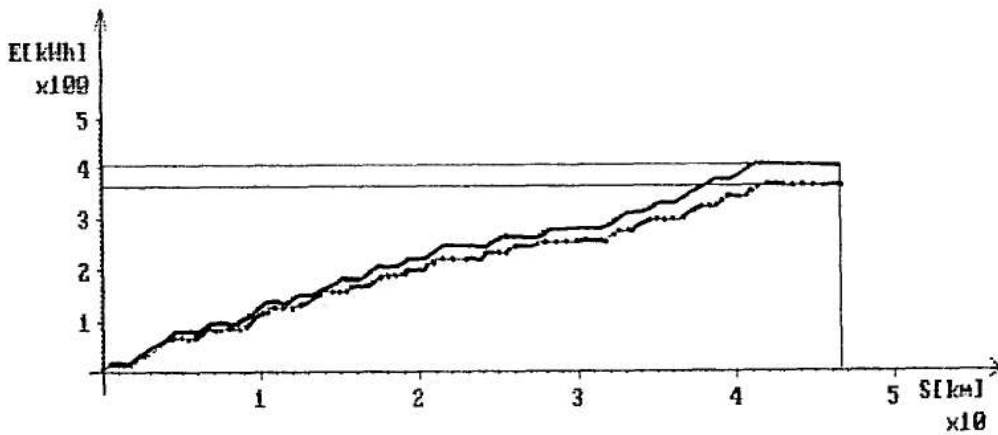
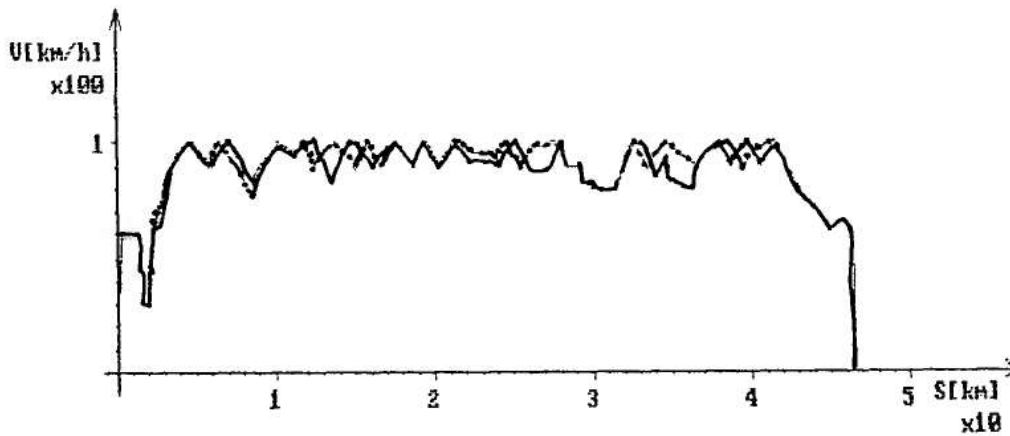
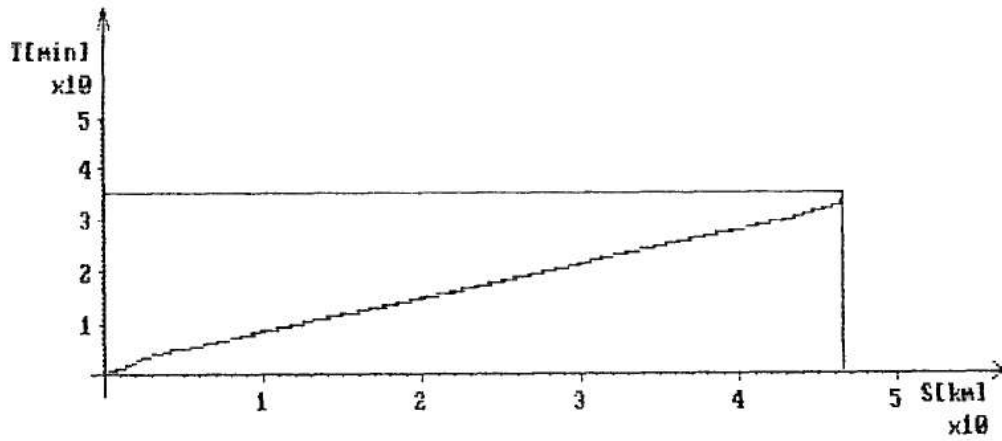
w+p - i „pika”

p - „pika”

1 - na trasie Warka - Radom

2 - Radom - Warka



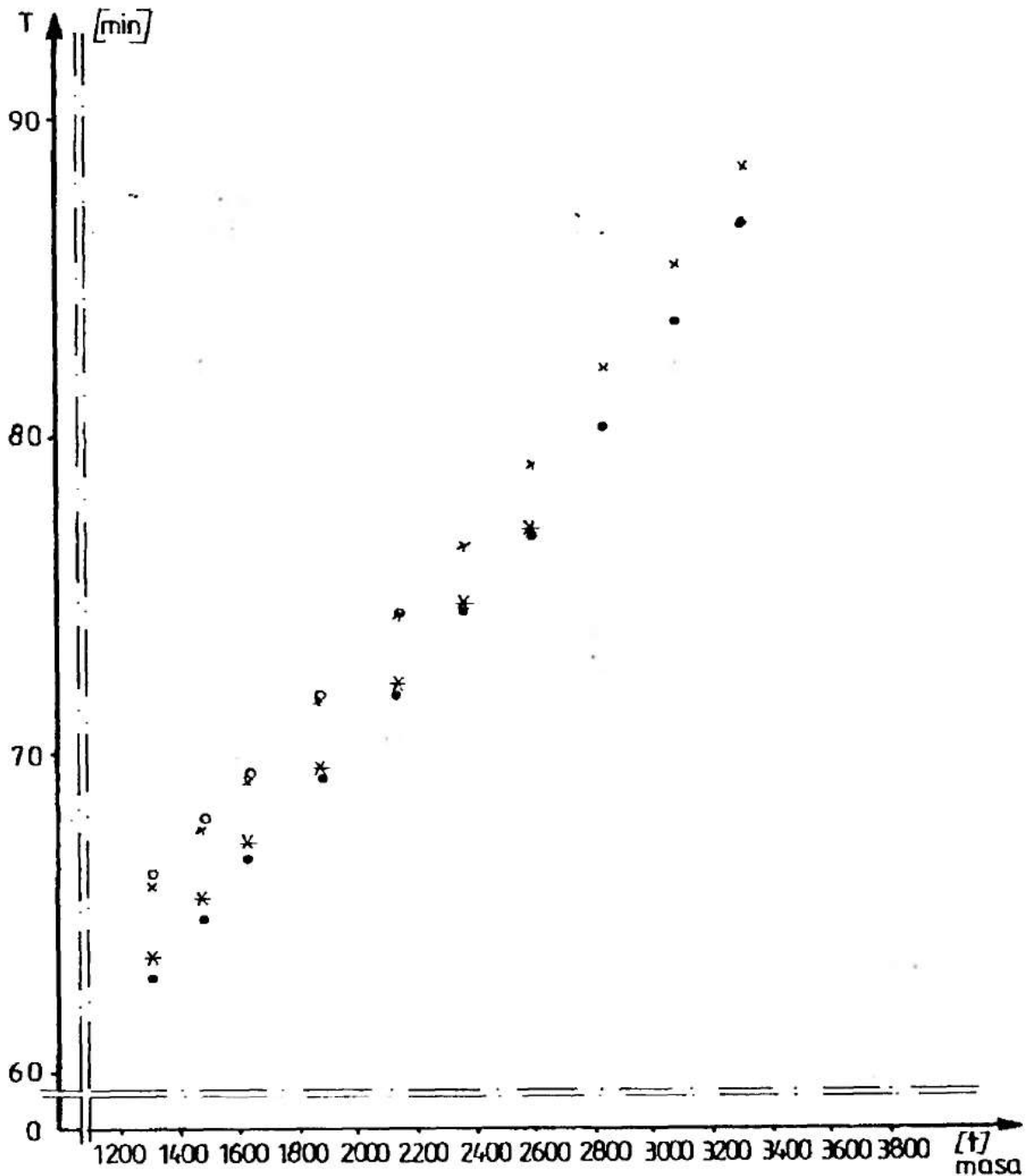


Rys.nr5.3.6 Wykresy przebiegu zmian: $t(s)$, $v(s)$, $E(s)$ dla pociągów pasażerskich pospiesznych przy prędkości maks. 100[km/h] na trasie Warka-Radom o masach 364 i 404[t] dla jazdy wybieg + "piła".

- - dla masy 364[t]
- - dla masy 404[t]

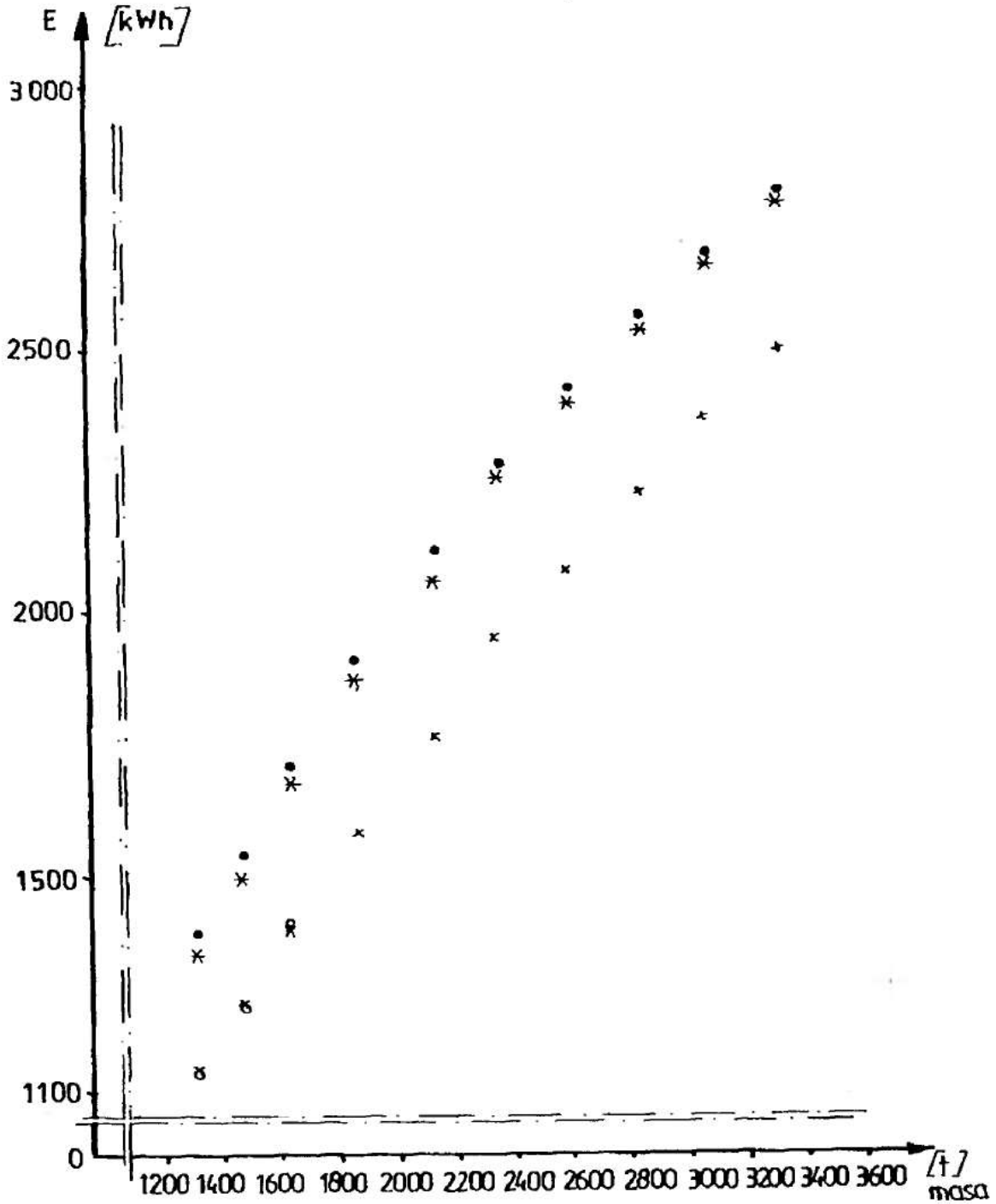
Rys.nr5.3.7 Wykres czasu przejazdu w zależności od masy dla pociągu towarowego zwykłego na trasie Warka - Radom [ET-22, T, H2, V=70 km/h]

LEGENDA: ● - jazda forsowna
 x - z wybiegiem
 ○ - " " " " i „pita”
 * - " " „pita”



Rys. nr 5.3.8 Wykres zużycia energii w zależności od masy dla pociągu towarowego zwykłego na trasie Warka-Radom [ET-22,T, H2, V=70 km/h]

LEGENDA: ● - jazda forsowna
 x - z wybiegiem
 o - "pita"
 * - "pita"

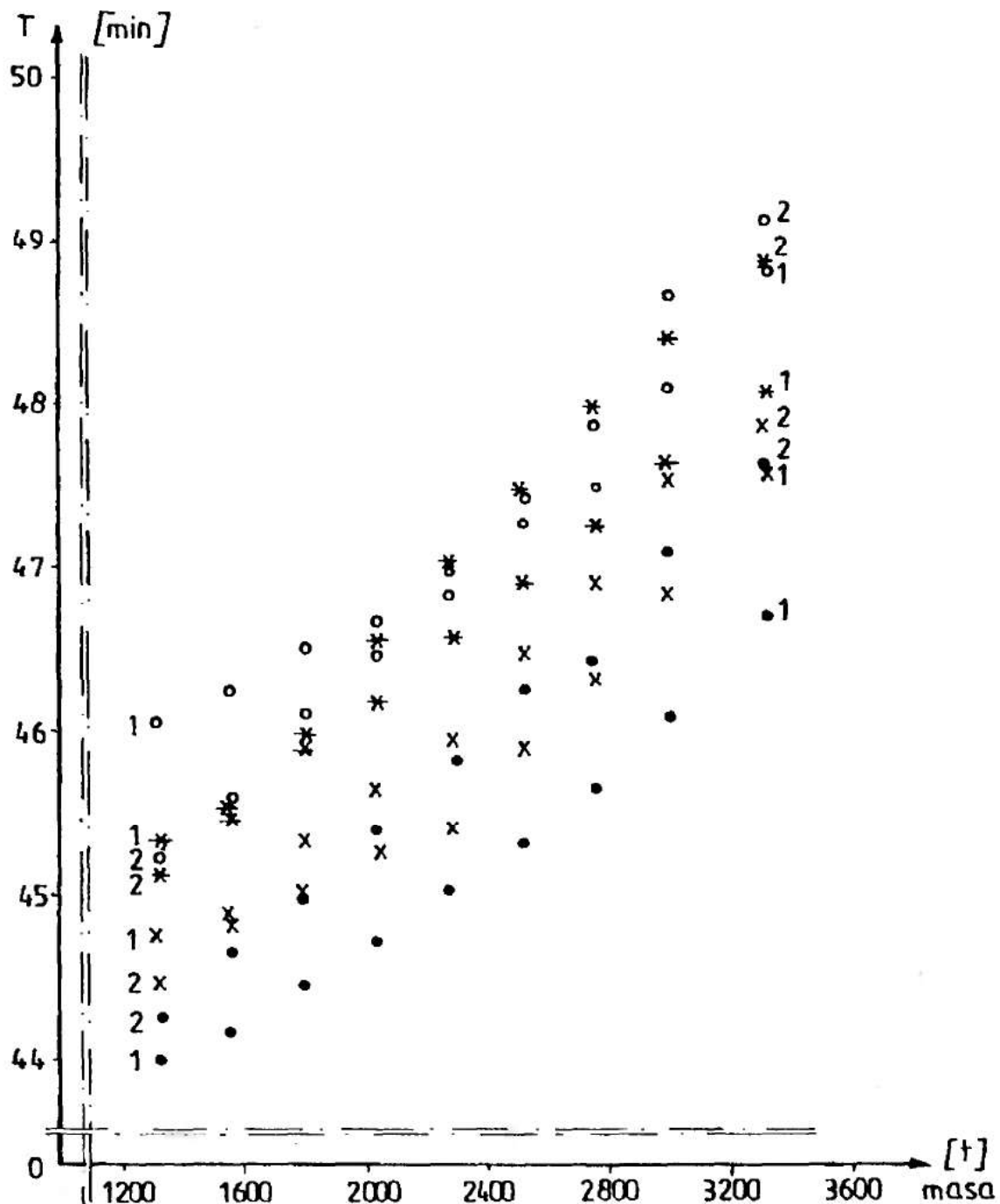


Czas przejazdu i zużycie energii wraz ze wzrostem masy zwiększa się nieliniowo. Różnice w czasie przejazdu między poszczególnymi sposobami jazdy przy wzroście masy zmniejszają się a dla jazdy forsownej i "piły" oraz jazdy z wybiegiem i wybiegiem + "piła" pokrywają się. Zużycie energii dla jazdy z wybiegiem i wybieg.+ "piła" przy wzroście masy pociągu pokrywa się. Różnica zużycia energii między jazdą forsowną a jazdą z wybiegiem przy wzroście masy nieznacznie się powiększa.

Wykresy zmian czasu przejazdu i zużycia energii dla pociągu towarowego pospiesznego o identycznych parametrach co zwykły poza zatrzymaniami na stacjach oraz przy wzroście masy o 240[t], liczbie wagonów o 3, liczbie osi o 9 a długości o 45[m] w obu kierunkach rozpatrywanej trasy przedstawiono na rys.nr 5.3.9 i 5.3.10. Natomiast jednostkowe zużycie energii potrzebnej do ruchu dla tego pociągu bez i z odzyskiem energii pokazano na rys.5.3.11. Z analizy czasu przejazdu tego pociągu wynika, że wzrost masy nie wpływa na zmianę różnicy w zużyciu energii między poszczególnymi sposobami jazdy dla rozpatrywanych tras przejazdu. Ale gdy porównamy np. jazdę forsowną na obu trasach to widać, że ze wzrostem masy różnice w czasie przejazdu zwiększają się prawie trzykrotnie, zaś odwrotnie się dzieje dla jazdy z wybiegiem + "piła". Przy prównaniu zużycia energii wyraźnie kształtuje się różnica między obu trasami przejazdu dla wzrastającej masy pociągu. Zaś różnice między poszczególnymi sposobami jazdy na danej trasie przy wzroście masy nieznacznie się zwiększają. Jednostkowe zużycie energii potrzebnej do ruchu wraz ze wzrostem masy pociągu maleje. Jak widać na rys.5.3.11 możliwość odzysku nadmiarowej energii jest większa na trasie Radom-Warka niż dla odwrotnego kierunku. Wykresy przebiegu zmian w funkcji drogi: czasu, prędkości, zużycia energii na trasie Warka-Radom dla pociągu towarowego pospiesznego prowadzonego przez lokomotywę ET-22 o masach 1320[t] i 3320[t] dla dwóch sposobów jazdy pokazano na rys.nr5.3.12. Natomiast na rys.nr5.3.13 zaprezentowano wykresy jak na poprzednim rysunku tylko dla jazdy forsownej i dla pociągu towarowego pospiesznego i zwykłego. Na rys.nr 5.3.12 z wykresu prędkości w funkcji drogi widać jak realizowana jest jazda z wybiegiem+ "piła" dla mas 1320 [t] i 3320[t]. Dla masy 3320[t] jazda ta jest realizowana na krótszych odcinkach, ponieważ ten pociąg prędkość maksymalną osiąga na dłuższej drodze. Z rys.nr5.3.13 wynika, że różnica w zużyciu energii między pociągiem zwykłym a pospiesznym dla masy 1320[t] wynosi 513,5[kWh] a przy masie 3320[t] 740[kWh], stąd średnie zużycie energii na jedno

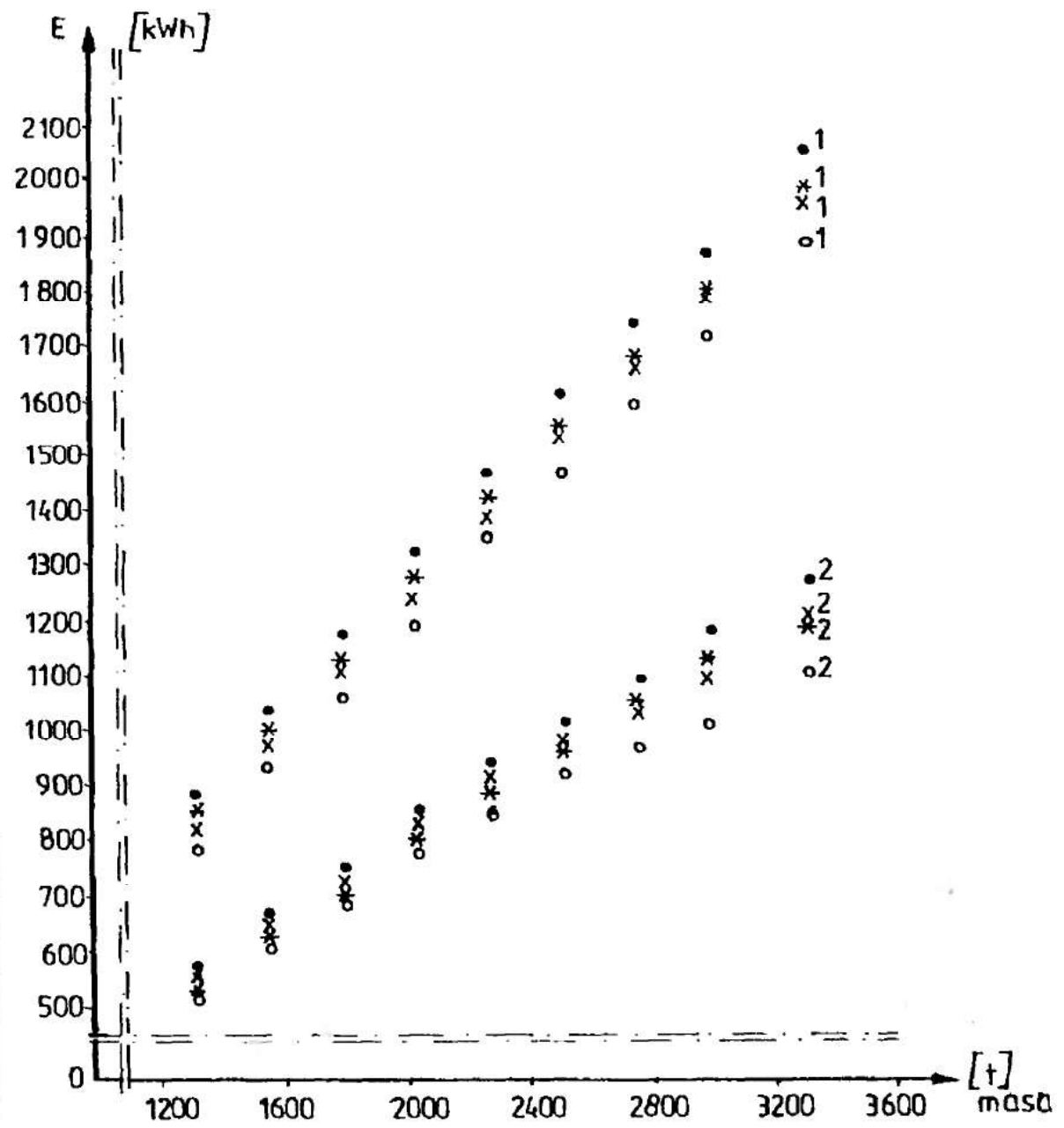
Rys.nr5.3.9 Wykresy czasu przejazdu w zależności od masy dla pociągu towarowego pośpiesznego [ET-22,T,H2,V=70km/h]

LEGENDA:
 • - jazda forsowna
 x - -||- z wybiegiem
 o - -||- i „pita”
 * - -||- „pita”
 1 - na trasie Warka Radom
 2 - -||- Radom Warka



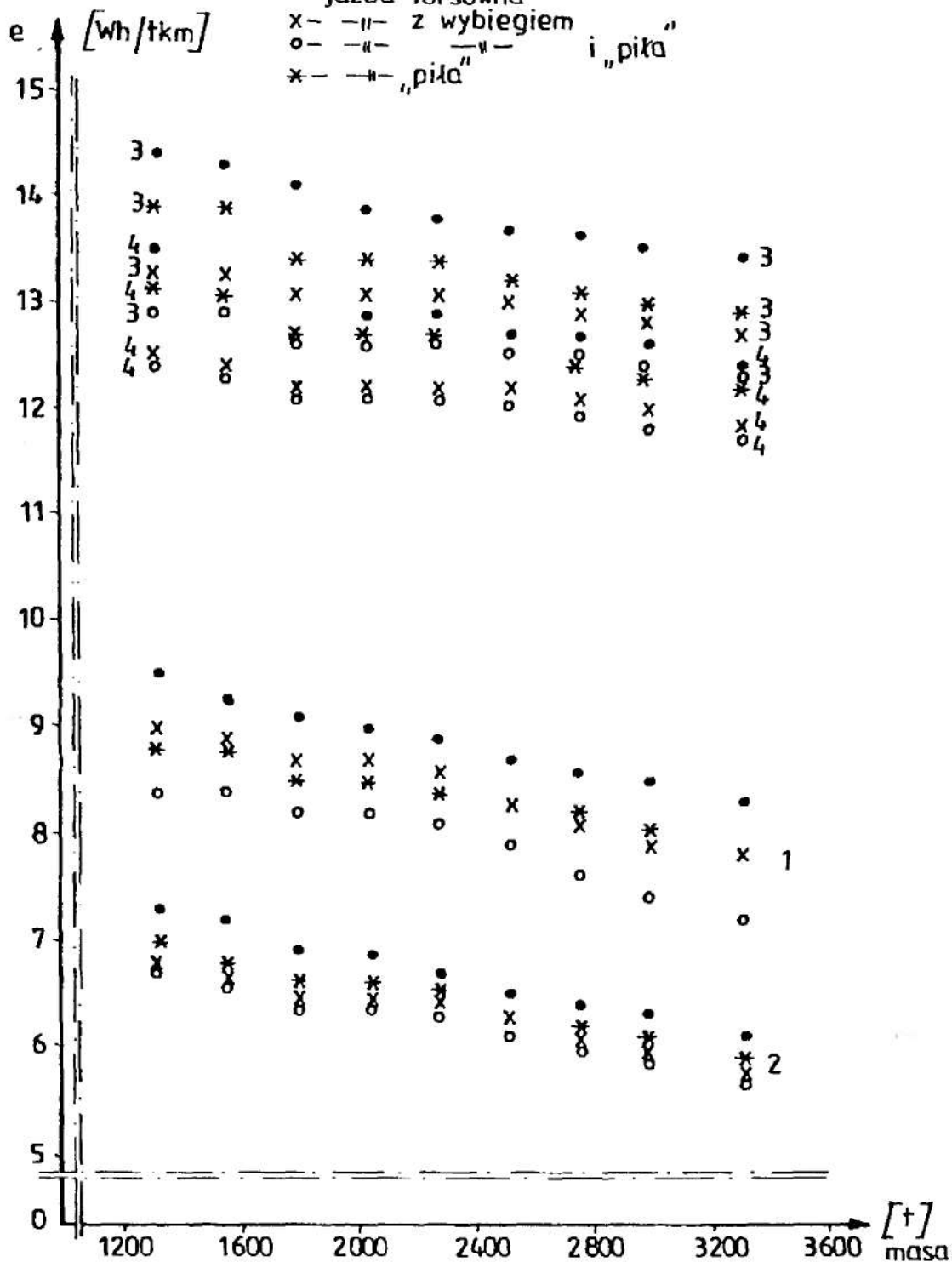
Rys.nr5.3.10 Wykresy zużycia energii w zależności od masy dla pociągu towarowego pośpiesznego [ET-22,T,H2,V=70 km/h]

- LEGENDA:
- - jazda forsowna
 - x - -||- z wybiegiem
 - o - -||- i „piła”
 - * - -||- „piła”
 - 1 - na trasie Warka-Radom
 - 2 - -||- Radom-Warka



Rys.nr5.3.11 Wykresy jednostkowego zużycia energii w zależności od masy dla pociągu towarowego pociąg [ET-22, T, H2, V=70 km/h]

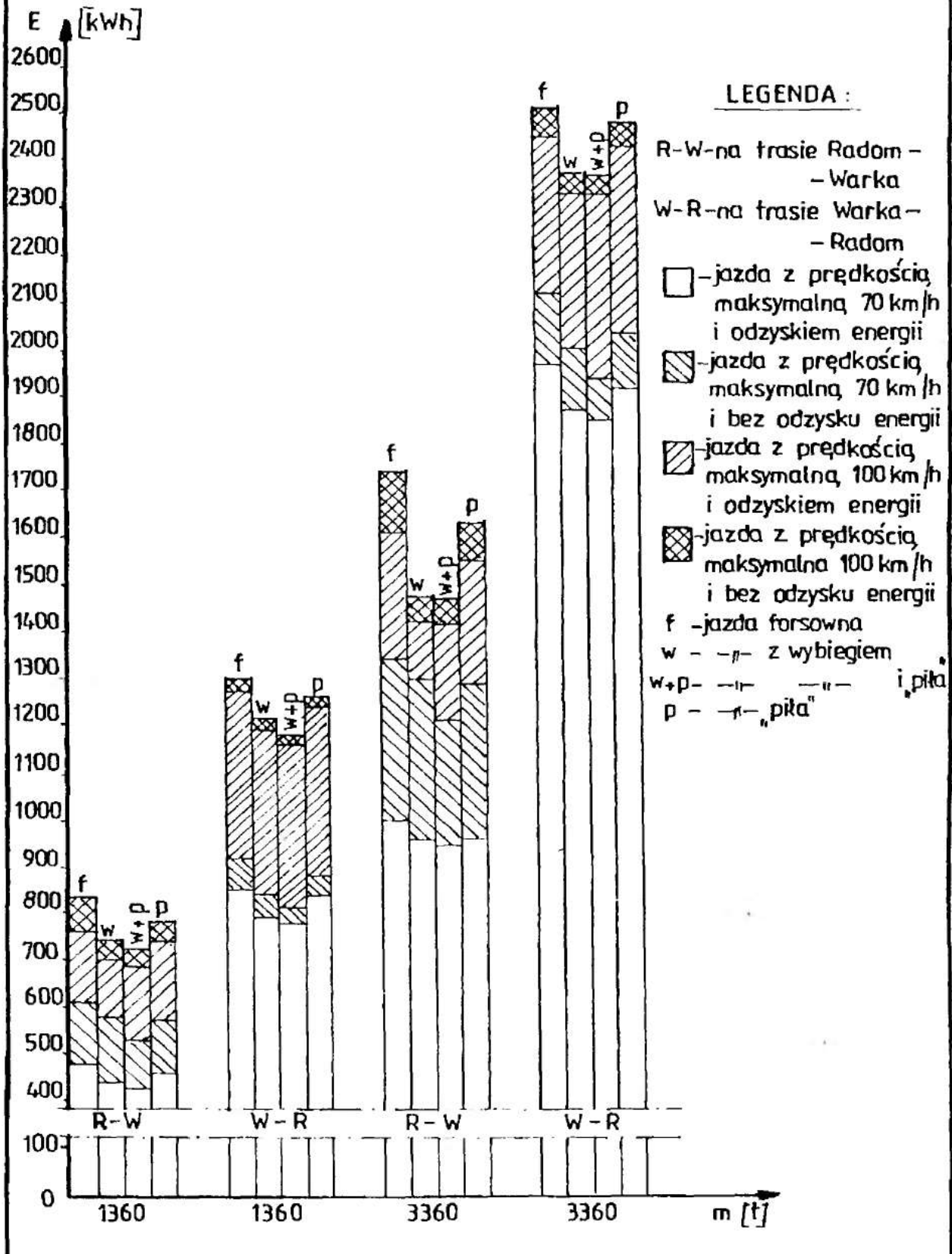
LEGENDA:
 1 - na trasie Radom-Warka bez odzysku energii
 2 - " " " " z odzyskiem energii
 3 - " " Warka-Radom bez odzysku energii
 4 - " " " " z odzyskiem energii
 • - jazda forsowna
 x - " " z wybiegiem
 o - " " " " i „piła”
 * - " " „piła”



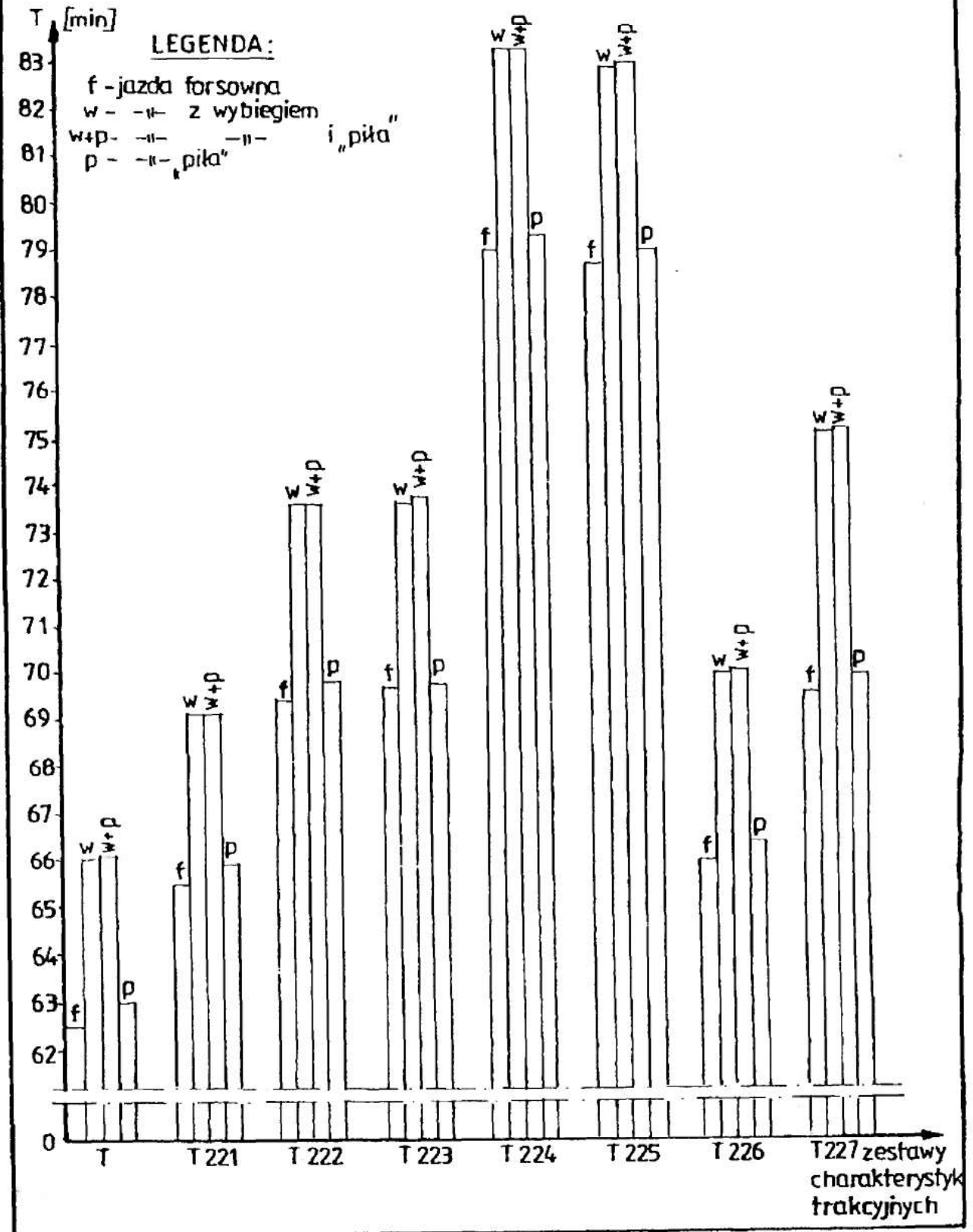
zatrzymanie wynosi odpowiednio: 64,2 i 92,6[kWh]. Natomiast różnica w czasie przejazdu wynosi odpowiednio: 19[min] i 40[min], co daje średni czas na jedno zatrzymanie 2[min] 20[s] i 5[min].

Zestawienie czasów przejazdów i zużycia energii dla pociągu towarowego pospiesznego, prowadzonego przez lokomotywę ET-41 na charakterystyce T41 (bez odzysku energii), z uwzględnieniem dwu mas 1360[t] i 3360[t] dla obu tras i czterech sposobów jazdy przedstawiono na rys.nr 5.3.14. Z uzyskanych wyników wypływają następujące wnioski: różnice w czasie przejazdu na obu trasach dla pociągu lżejszego są niewielkie przy prędkości maksymalnej 100[km/h], zaś dla ciężkiego są znaczne i krótszy czas przejazdu występuje na trasie Radom-Warka; różnice w czasie przejazdu między przebiegami z prędkością maksymalną 100[km/h] i 70[km/h] są znacznie większe dla pociągu lżejszego niż ciężkiego (np. dla jazdy forsownej na trasie Warka-Radom czas przejazdu przy prędkości maksymalnej 70[km/h] wydłuża się o 8,5 [min] w stosunku do czasu przy prędkości 100[km/h] dla masy 1360[t], natomiast dla masy 3360[t] o 5 [min]); zużycie energii przy prędkości 100[km/h] jest większe niż przy prędkości 70[km/h]; profil linii ma większy wpływ na zużycie energii niż na czas przejazdu (np. dla jazdy forsownej przy masie 1360[t] różnica w zużyciu energii między przejazdem na trasie Warka-Radom a Radom Warka wynosi około 300[kWh] dla prędkości 70[km/h] i 470[kWh] przy prędkości 100[km/h]; przy masie 3360[t] wynoszą odpowiednio: około 780[kWh] i około 750[kWh]). Na rys.nr5.3.15 dla tego pociągu pokazano jak kształtuje się zużycie energii bez i z odzyskiem energii przy realizacji przejazdów z prędkościami maksymalnymi 70[km/h] i 100[km/h] dla obu tras oraz mas 1360[t] i 3360[t]. Jak widać największa możliwość odzysku energii jest dla poc. o masie 3360[t] na trasie Radom-Warka i wynosi dla jazdy forsownej przy prędkości 70[km/h] około 350[kWh] a przy 100[km/h] około 140[kWh]. Najmniejsza możliwość odzysku energii jest dla poc. o masie 1360[t] na trasie Warka-Radom. Wpływ zestawu charakterystyki trakcyjnej na czas przejazdu i zużycie energii dla pociągów towarowych zilustrowano na rys.nr5.3.16 - 5.3.21. Dla pociągu towarowego zwykłego na trasie Radom-Warka (ET-22) różnice w czasie przejazdu na poszczególnych charakterystykach są znaczne np. dla jazdy forsownej czas przejazdu na najsilniejszej charakterystyce (T) i najsłabszej (T224) wydłuża się o 17[min] a zużycie energii maleje o 160[kWh]. Ilustrują to rys.5.3.16 i 5.3.17. Możliwość odzysku energii dla tego pociągu jest tylko możliwy dla jazdy forsownej i "piły"

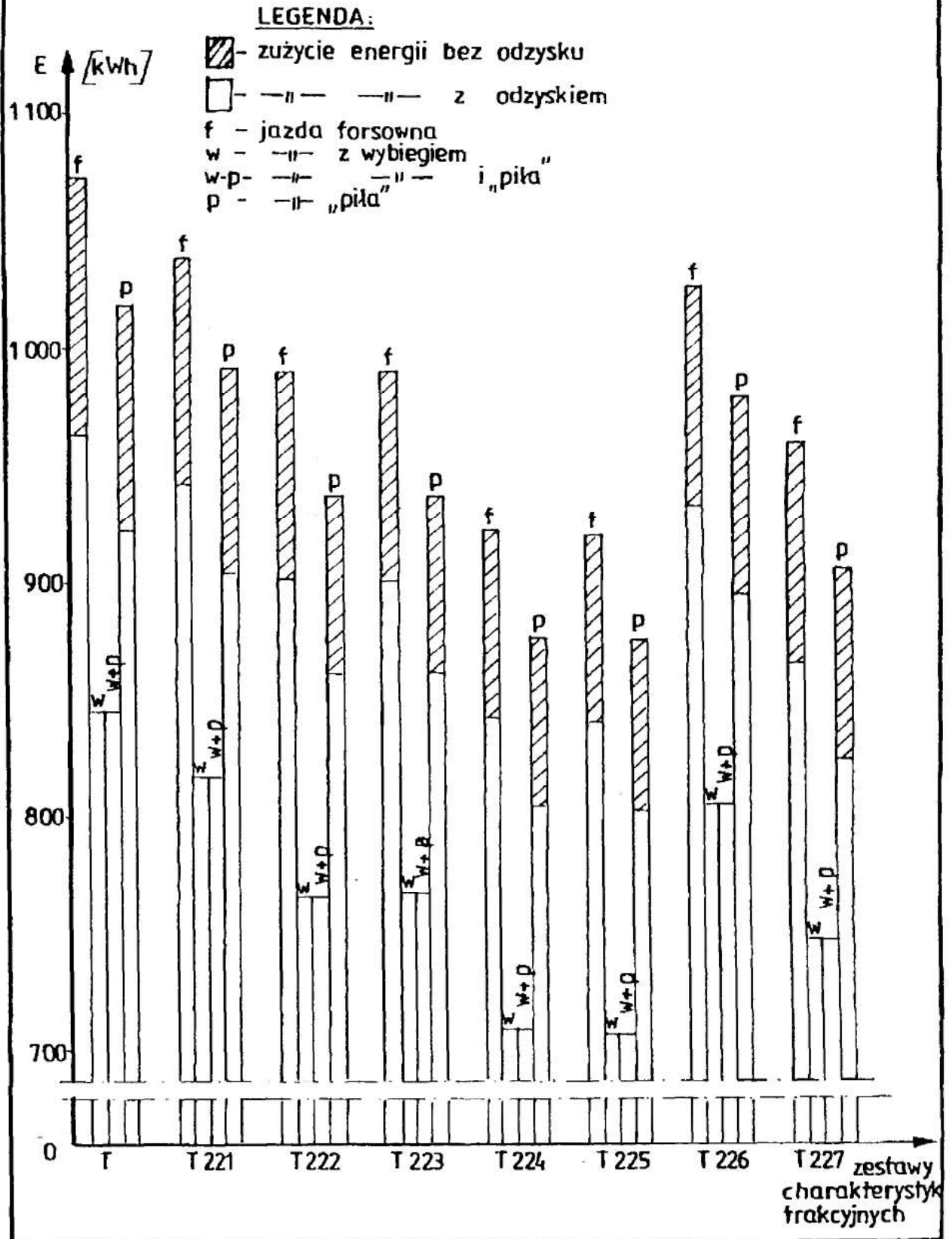
Rys.nr5.3.15 Zestawienie zużycia energii dla pociągu towarowego pośpiesznego prowadzonego przez lokomotywę ET41 na charakterystyce tr. T 41



Rys.nr5.3.16 Zestawienie czasów przejazdów dla pociągu towarowego zwykłego przy prędkości maksymalnej 70 km/h na trasie Radom-Warka /masa 1320 t, ET-22 /



Rys.nr5.3.17 Zestawienie zużycia energii dla pociągu towarowego zwykłego przy prędkości maksymalnej 70 km/h na trasie Radom - Warka / masa - 1320 t, ET-22, bez i z odzyskiem energii /



a największą wartość osiąga dla najsilniejszej charakterystyki T. Na rys. 5.3.18 - 5.3.21 zilustrowano wpływ charakterystyki trakcyjnej oraz prędkości maksymalnej, a także pokazano możliwości odzysku energii dla pociągu towarowego pospiesznego o masie 1360[t], prowadzonego przez lokomotywę ET-41 na obu trasach. Dla tego pociągu różnice w czasie przejazdu i zużyciu energii między poszczególnymi zestawami charakterystyk trakcyjnych są nieznaczne. Najmniejszy czas przejazdu występuje dla charakterystyki T441 a najdłuższy dla T641 zaś najmniejsze zużycie energii dla T641 a największe dla T441. Skrócenie czasu przejazdu około 10[min] przez prowadzenie pociągu z prędkością maksymalną 100[km/h] powoduje zwiększenie zużycia energii o około 200[kWh] na trasie Radom-Warka a o 370[kWh] na trasie Warka-Radom. Możliwość odzysku energii występuje dla wszystkich sposobów jazdy i dla wszystkich rozpatrywanych charakterystyk trakcyjnych. Większy odzysk energii występuje na trasie Radom- Warka i jak poprzednio ze wzrostem prędkości maksymalnej maleje. Na rys.nr5.3.22 pokazano odcinki drogi, na których istnieje możliwość odzysku energii dla pociągu towarowego pospiesznego, prowadzonego przez lokomotywę ET-22 i ET-41, przyjmując, że oprócz masy i osi lokomotyw wszystkie parametry są identyczne. Możliwość odzysku energii dla jazdy forsownej obu lokomotyw jest taka sama i wynosi 152[kWh]. Pociąg prowadzony przez lokomotywę ET-41 zużywa o 60[kWh] energii więcej niż pociąg prowadzony przez lokomotywę ET-22 zarówno dla jazdy z odzyskiem jak i bez odzysku energii ale ma czas przejazdu krótszy o 3[min] 17[s].

Wpływ ograniczeń prędkości na czas przejazdu i zużycie energii dla pociągu towarowego pospiesznego i zwykłego pokazano na rys.nr5.3.23 i 5.3.24. Obliczenia przeprowadzono dla następujących ograniczeń prędkości, których wartości i współrzędne położenia na trasie Warka-Radom przedstawia się poniżej:

58200-58400[m] - 30[km/h]

85770-85950[m] - 90[km/h]

87000-87500[m] - 80[km/h]

92320-92500[m] - 80[km/h]

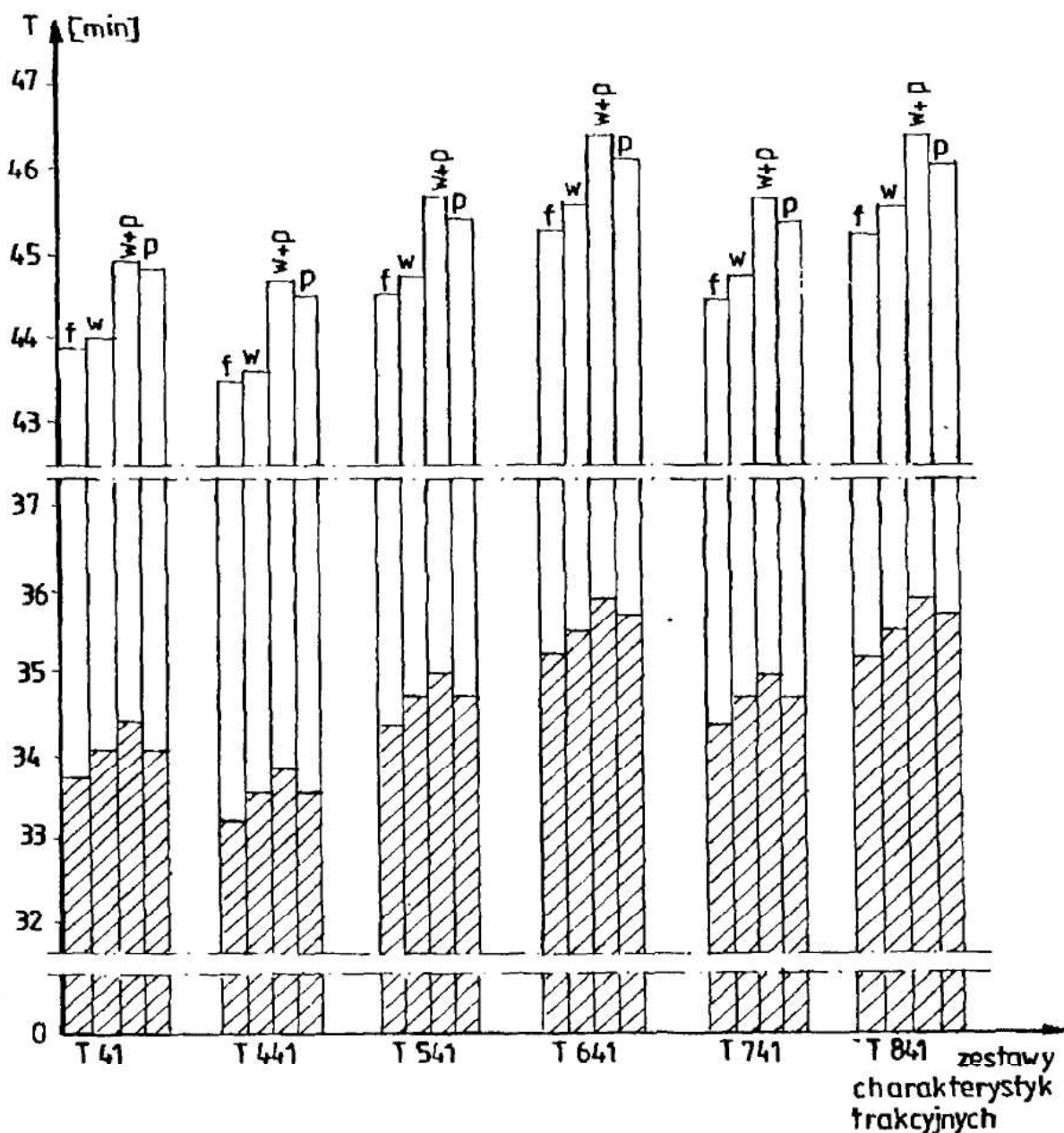
99800-100500[m] - 80[km/h].

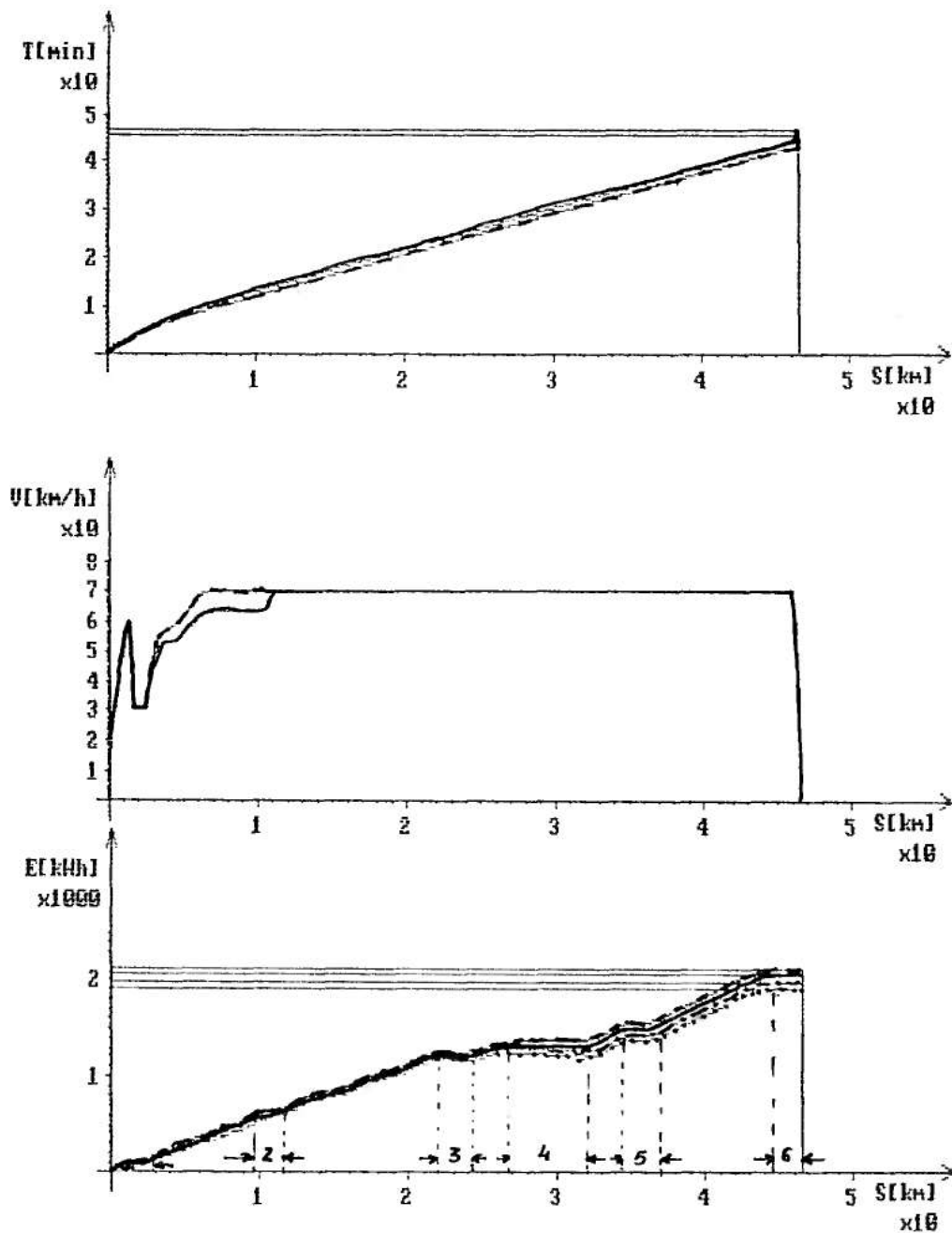
Również dla kierunku przeciwnego obowiązywały te same ograniczenia prędkości. W przypadku rozpatrywania pociągów towarowych o maksymalnej prędkości 70[km/h] występuje tylko jedno ograniczenie prędkości 30[km/h]. Jego wpływ na czas przejazdu i zużycie energii ilustruje

Rys. nr 5.3.18 Zestawienie czasów przejazdów pociągu towarowego pośpiesznego przy prędkości maksymalnej 70 i 100 km/h na trasie Radom - Warka /masa 1360 t ET41 bez odzysku energii /

LEGENDA:

- - czas przejazdu dla prędkości maksymalnej 70 km/h
- ▨ - -||- -||- -||- -||- 100 km/h
- f - jazda forsowna
- w - -||- z wybiegiem
- w+p - -||- -||- i „pita”
- p - -||- „pita”

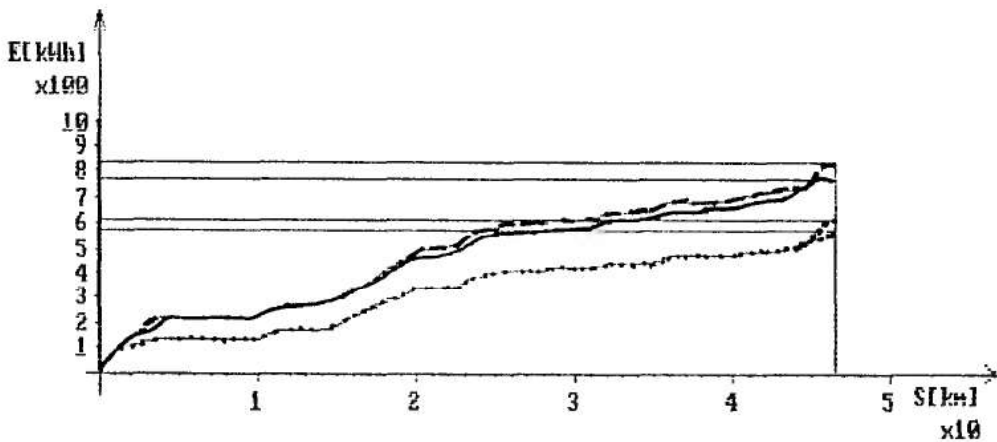
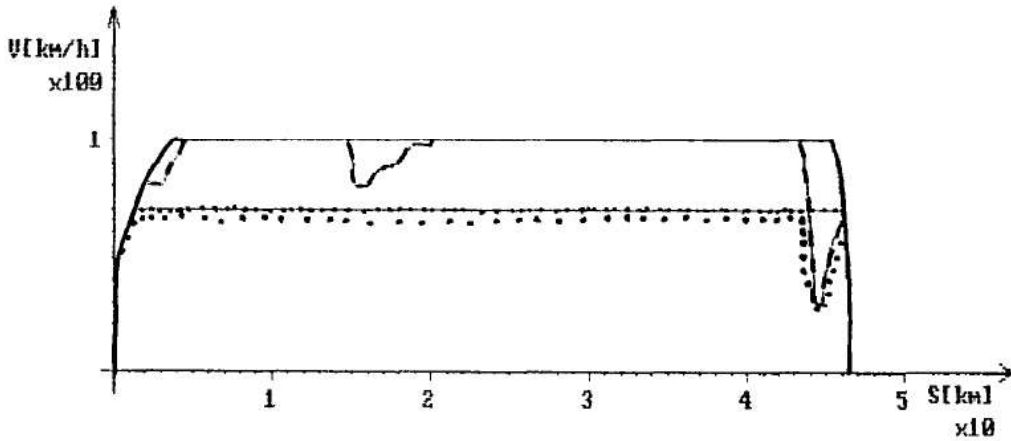
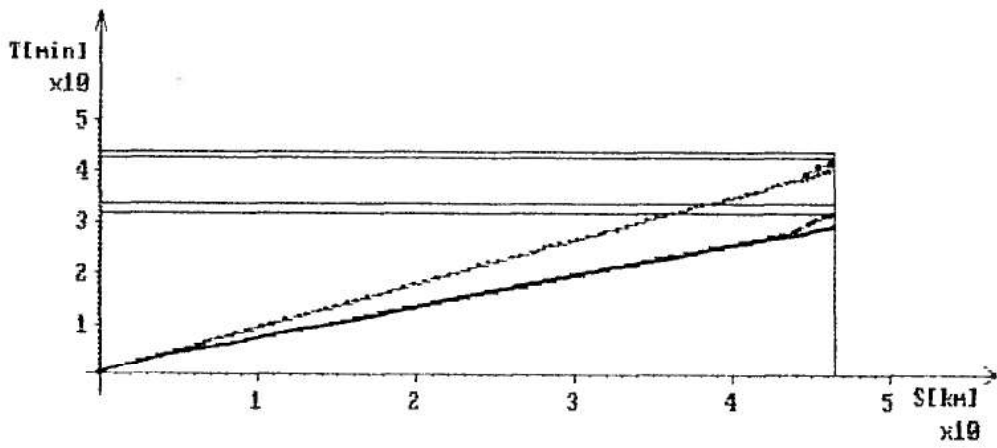




Rys. nr 5.3.22 Wykresy przebiegu zmian: $t(s)$, $v(s)$, $E(s)$ dla pociągu towarowego pospiesznego o masie wagonów 3200 [t] na trasie Warka-Radom dla jazdy forsownej.

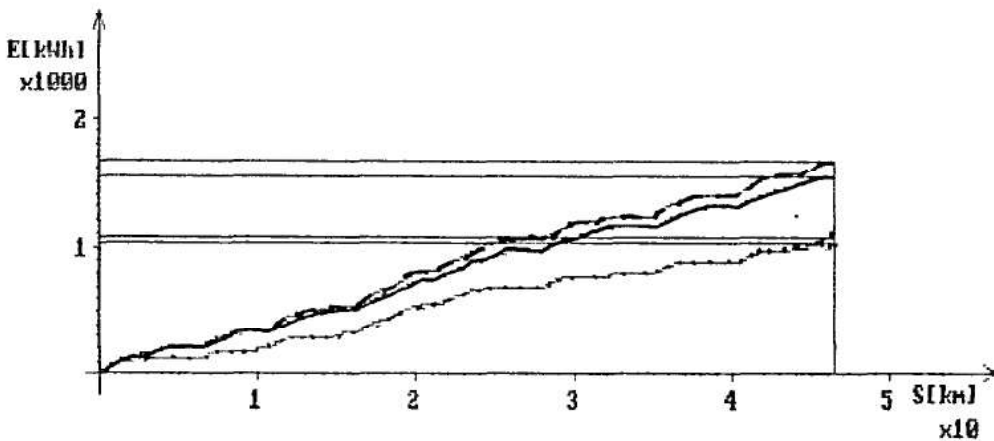
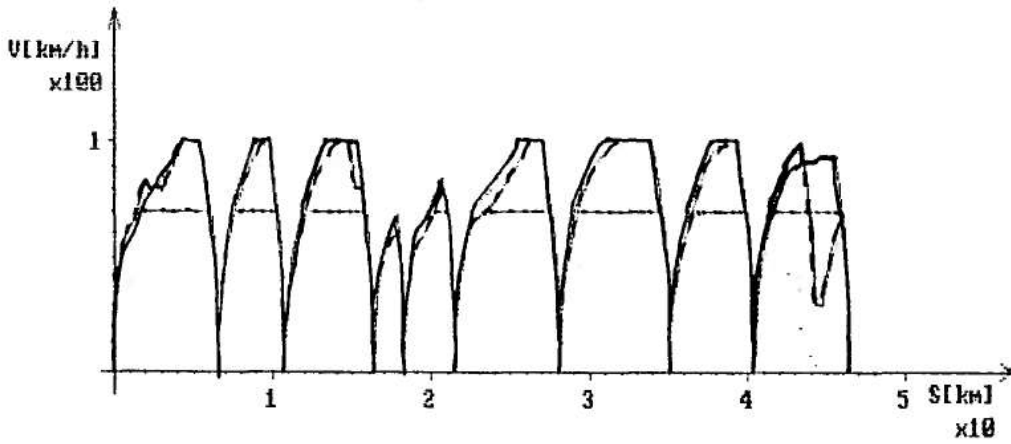
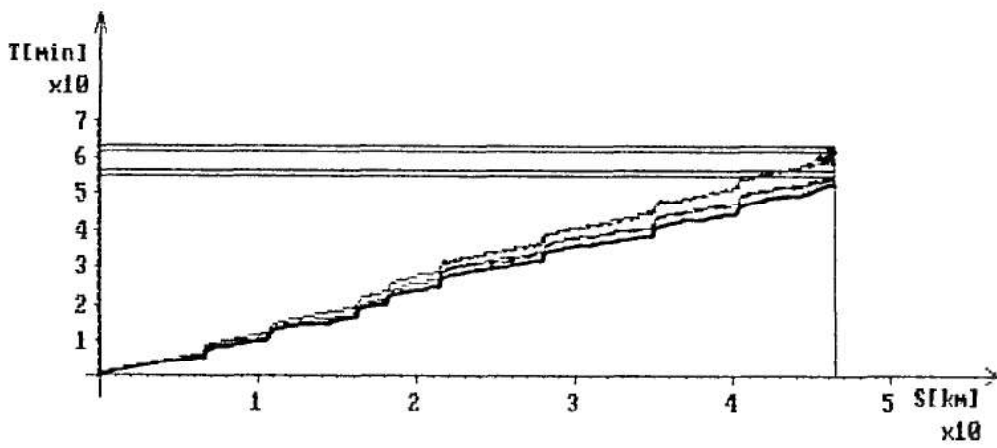
- - dla jazdy bez odzysku energii (lok. ET22)
- - dla jazdy z odzyskiem energii (lok. ET22)
- - dla jazdy bez odzysku energii (lok. ET41)
- .-.-.- - dla jazdy z odzyskiem energii (lok. ET41)

rys.5.3.23. Ograniczenie to na trasie Radom-Warka powoduje zwiększenie czasu przejazdu o 1[min] dla wszystkich sposobów jazdy i rodzaju pociągu oraz wzrost zużycia energii o około 25[kWh]. Możliwość odzysku energii dla pociągu pospiesznego, niezależnie od sposobu jazdy, dla jazdy bez ograniczeń prędkości wynosi około 115[kWh] zaś dla poc. zwykłego występuje tylko dla jazdy forsownej oraz "piły" i wynosi około 100[kWh]. Na rys.nr5.3.24 pokazano wpływ ograniczeń prędkości na czas przejazdu i zużycie energii dla pociągu towarowego pospiesznego i zwykłego na trasie Warka-Radom, prowadzonego przez lokomotywę ET-41 z prędkością maksymalną 70 i 100[km/h]. Dla pociągów jadących z prędkością maksymalną 100[km/h] uwzględniane są wszystkie występujące ograniczenia prędkości, dlatego ich likwidacja ma większy wpływ na czas przejazdu i zużycie energii. Dla pociągu pospiesznego powodują one wydłużenie czasu przejazdu o 2,5[min] oraz zwiększenie zużycia energii o 200[kWh] niezależnie od sposobu jazdy, zaś dla zwykłego odpowiednio: 1,75[min] dla jazdy forsownej i "piły" i 1,25[min] dla pozostałych sposobów jazdy oraz 40[kWh] dla jazdy forsownej i piły i 80[kWh] dla pozostałych sposobów jazdy. Przebiegi zmian w funkcji drogi: czasu przejazdu, prędkości oraz zużycia energii dla pociągu towarowego pospiesznego prowadzonego przez lokomotywę ET-41 i zwykłego prowadzonego przez lokomotywę ET-22 z prędkością maks. 70 i 100[km/h] na trasie Radom-Warka bez i z ograniczeniami prędkości przedstawione są na rys.nr5.3.25 i 5.3.26. Wpływ długości pociągu na czas przejazdu i zużycie energii dla pociągu towarowego zwykłego pokazano na rys.nr5.3.27 a dla pospiesznego na rys.nr 5.3.28. Pociągi te prowadzone były przez lokomotywę ET-22 na trasie Radom-Warka z prędkością maksymalną 70[km/h] i posiadały masę 920[t]. Zmieniała się długość pociągu, liczba wagonów i osi. Przyjęto, że pociąg o długości 150[m] to skład ładowny a o długości 620[m] to próżny. Z uzyskanych wyników widać, że długość pociągu ma niewielki wpływ na czas przejazdu ale bardzo duży na zużycie energii. Dla tego odcinka różnica w zużyciu energii między poc. o długości 620[m] a 150[m] dla pociągu towarowego pospiesznego przy jeździe forsownej wynosi około 410[kWh], zaś dla zwykłego 206[kWh]. Odpowiednio różnice w czasie przejazdu wynoszą: 1[min] i 1[min] 45[s]. Wykresy przebiegu zmian: $t(s)$, $v(s)$, $E(s)$ dla tych pociągów przedstawiono na rys.nr5.3.29 i 5.3.30. Z przebiegu prędkości w funkcji drogi widać, że dla pociągu dłuższego realizacja rozruchu i ograniczeń prędkości odbywa się na dłuższych odcinkach niż



Rys. nr 5.3.25 Wykresy przebiegu zmian: $t(s)$, $v(s)$, $E(s)$ dla pociągu towarowego pospiesznego o masie 1360[t] prowadzonego przez lokomotywę ET-41 z prędkością maksymalną 70 i 100[km/h] na trasie Radom-Warka bez i z ograniczeniami prędkości (jazda forsowna).

- — dla prędk. maks. 100[km/h] bez ograniczeń prędkości
- - - - - — " - " - " - " - " z ograniczeniami prędkości
- — " - " - " - " - " 70[km/h] - " - "
- — " - " - " - " - " - " bez ograniczeń prędkości



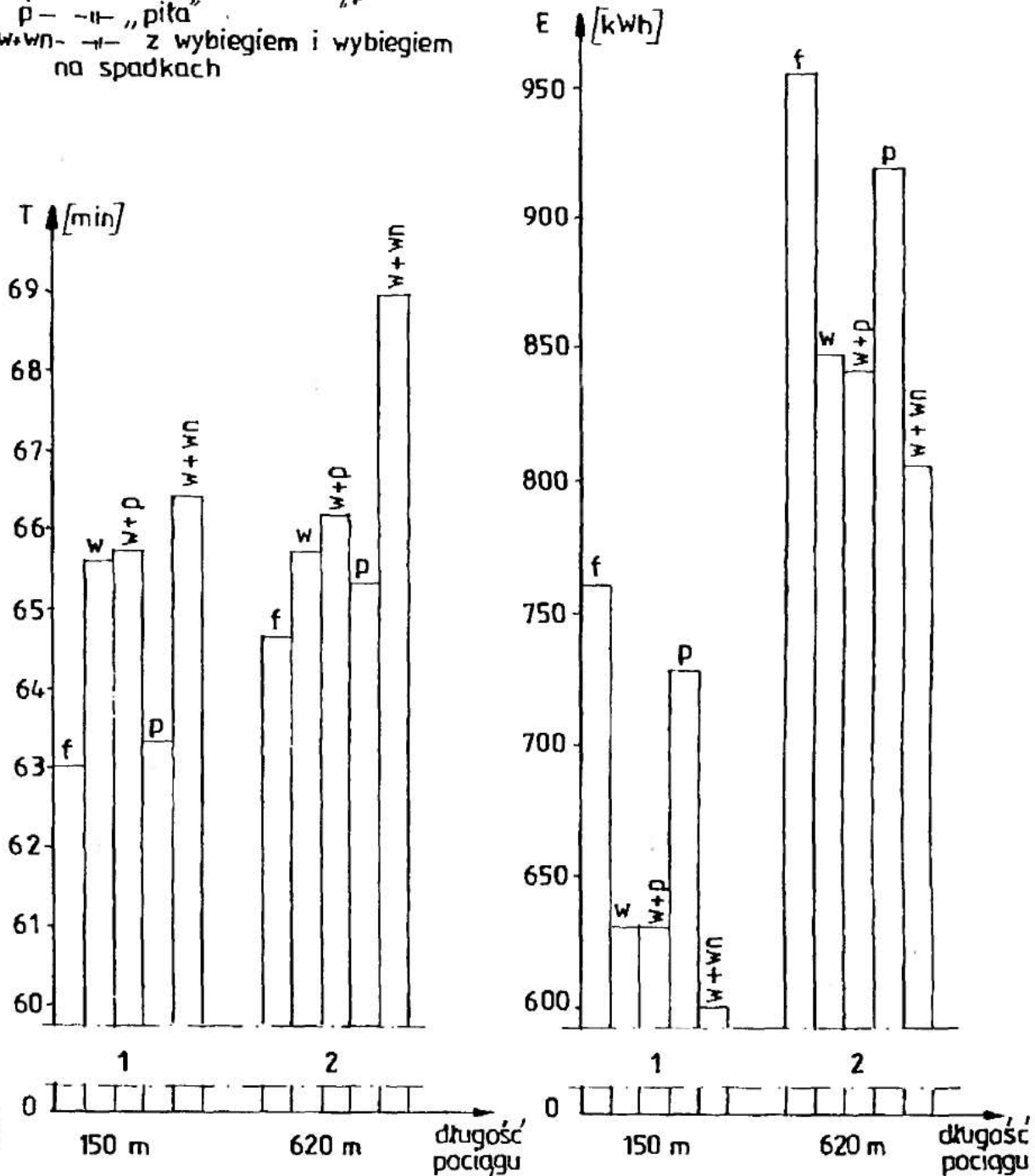
Rys. nr 5.3.26 Wykresy przebiegu zmian: $t(s)$, $v(s)$, $E(s)$ dla pociągu towarowego zwykłego o masie 1320[t] prowadzonego przez lokomotywę ET-22 z prędkością maksymalną 70 i 100[km/h] na trasie Radom-Warka bez i z ograniczeniami prędkości (jazda forsowna).

————— dla prędk. maks. 100[km/h] bez ograniczeń prędkości
 - - - - - " " " " " z ograniczeniami prędkości
 " " " " " 70[km/h] " "
 " " " " " " " bez ograniczeń prędkości

Rys.nr5.3.27 Zestawienie czasów przejazdów i zużycia energii dla pociągu towarowego zwykłego o masie 920 [t] prowadzonego przez lokomotywę ET-22 na trasie Radom-Warka /bez odzysku energii, T 22, H 2/

LEGENDA :

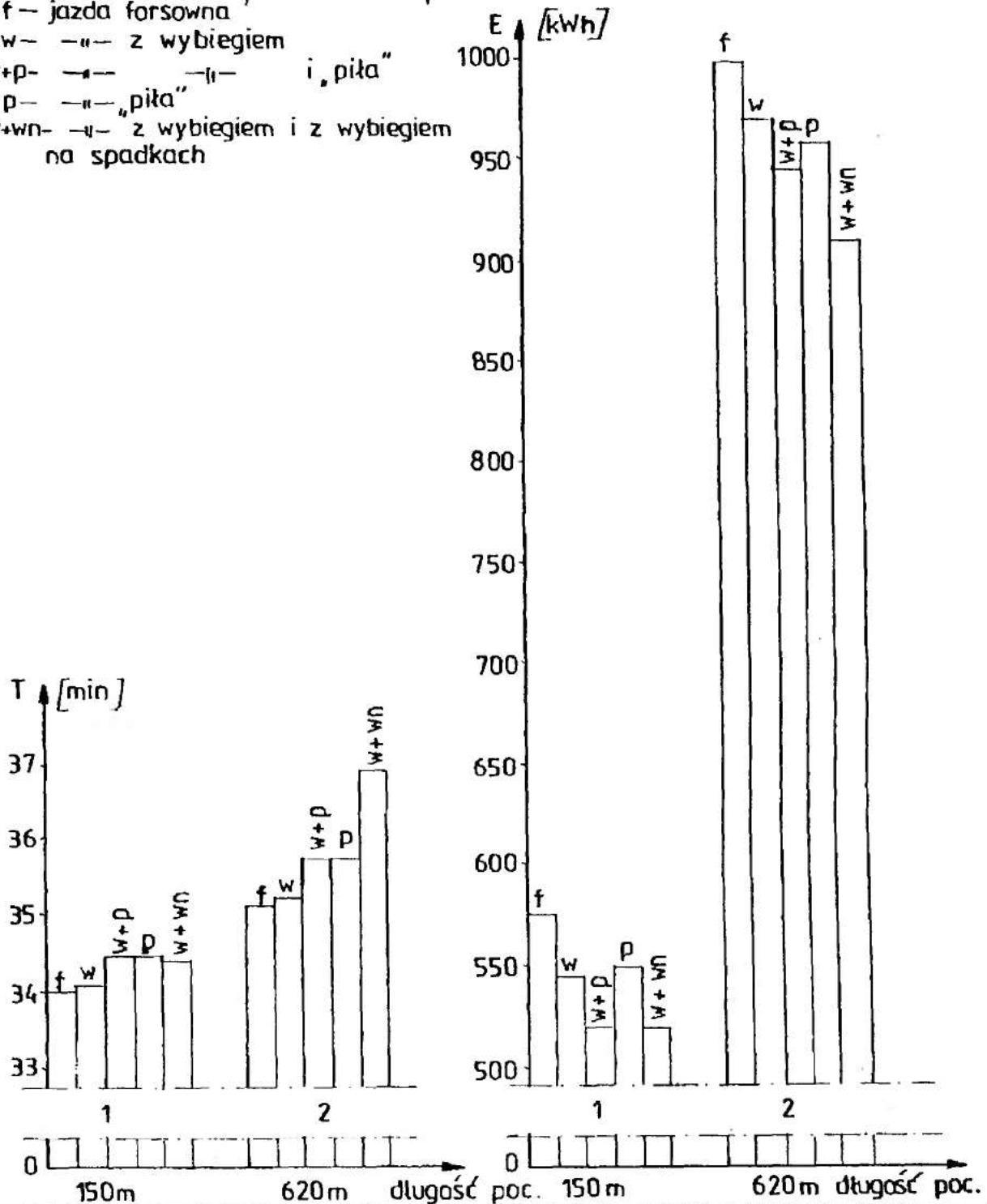
- 1- pociąg ładowny; 10 wagonów; długość 150m
- 2- " " próżny; 40 " " ; " " 620m
- f- jazda forsowna
- w- " " z wybiegiem
- w+p- " " i „pita”
- p- " " „pita”
- w+wn- " " z wybiegiem i wybiegiem na spadkach



Rys.nr5.3.28 Zestawienie czasów przejazdów i zużycia energii dla pociągu towarowego pospiesznego o masie 920 [t] na trasie Radom-Warka prowadzonego przez lokomotywę ET-22 / bez odzysku energii, T222, H2]

LEGENDA:

- 1 - pociąg ładowny; 10 wagonów; długość 150 m
- 2 - " " próżny; 40 " " ; " " 620 m
- f - jazda forsowna
- w - " " z wybiegiem
- w+p - " " " " i „piła”
- p - " " „piła”
- w+wn - " " z wybiegiem i z wybiegiem na spadkach

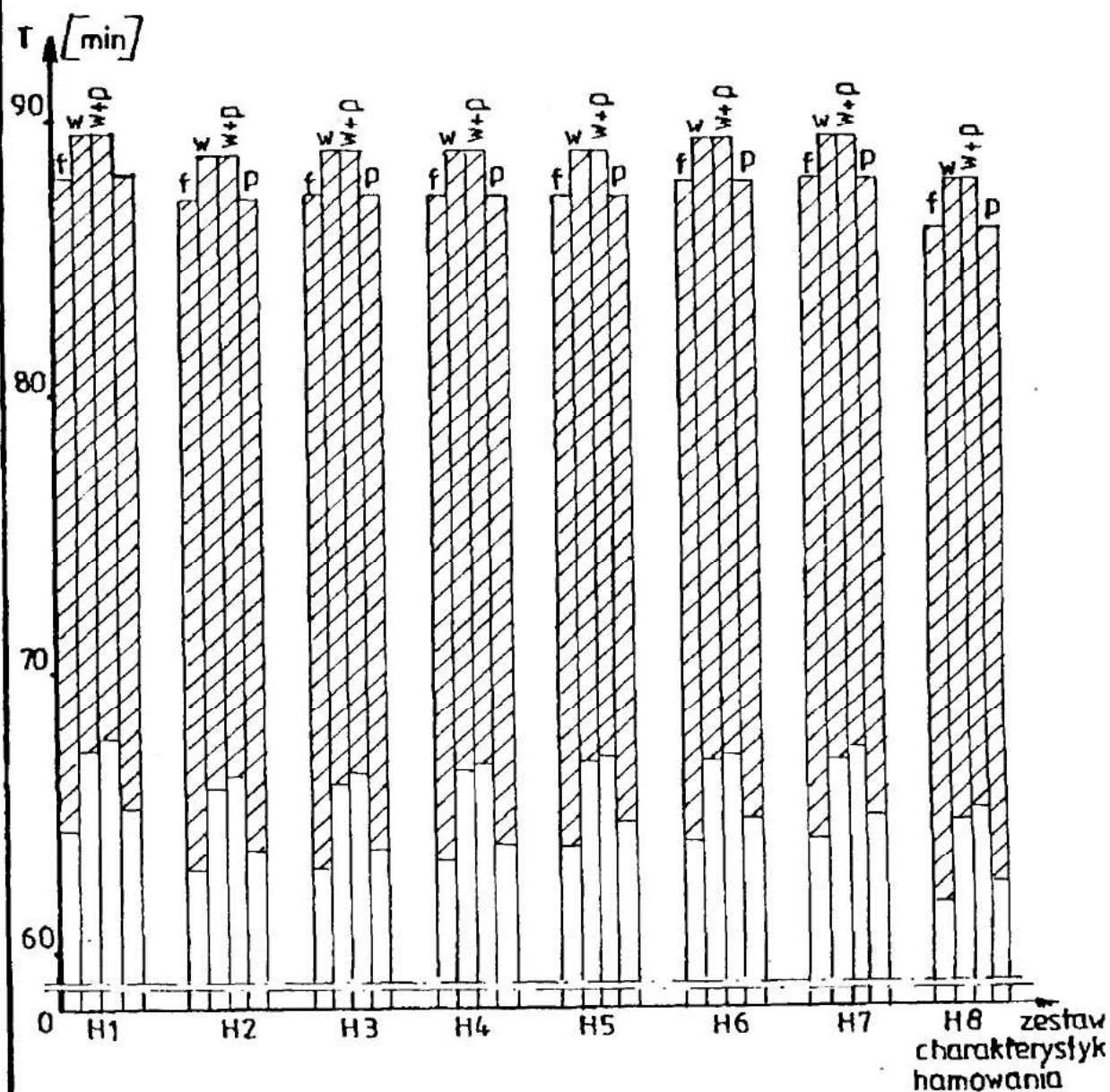


dla pociągu krótszego. Na rys.nr5.3.31 i 5.3.32 przedstawiono czas przejazdu i zużycie energii dla pociągu towarowego zwykłego o masie 1320[t] i 3320[t] na trasie Warka-Radom w zależności od zestawu charakterystyki hamowania. Przyjęte symbole H1,...,H8 oznaczają zestaw charakterystyki hamowania, który zależy od zmian współczynnika tarcia. Dla najtrudniejszych warunków atmosferycznych przyjęto wartość tarcia szczebnego 0,21 a dla najlepszych 0,38 i odpowiednio oznaczenia charakterystyk hamowania H1 i H8. Poza oznaczeniem H2, dla którego wartość tarcia szczebnego wynosi 0,27, pozostałe symbole H3,...,H7 oznaczają charakterystyki hamowania, dla których wartość tarcia szczebnego zwiększano o 0,01. Z pokazanych na tych rysunkach wyników widać, że wpływ charakterystyk hamowania na czas przejazdu i zużycie energii jest niewielki. Wydłużenie czasu przejazdu o 2[min] na charakterystyce H1 w stosunku do jazdy na charakterystyce H8 (jazda forsowna) powoduje zmniejszenie zużycia energii o 15[kWh] dla pociągu o masie 1320[t] i 77[kWh] o masie 3320[t]. Przy stosowaniu jazdy z wybiegu i wybiegu + "piła" różnice w zużyciu energii są minimalne. Na rys.nr5.3.33 i 5.3.34 pokazano wykresy przebiegu zmian: $t(s)$, $v(s)$, $E(s)$ dla masy 1320[t] i 3320[t] przy jeździe na charakterystykach hamowania H1 i H8. Z wykresu prędkości w funkcji drogi wynika, że na charakterystyce H1 jest dłuższa droga hamowania i najwięcej wydłuża się ona o 60[m]. Na rys.nr5.3.35 zestawiono wykresy przebiegu zmian w funkcji drogi: czasu przejazdu, prędkości i zużycia energii dla pociągów o masach 1320[t] i 3320[t] jadących na charakterystyce hamowania H1. Tutaj widać, że droga hamowania dla pociągu cięższego i lekkiego pokrywa się w przypadku osiągnięcia przez pociąg cięższy prędkości maksymalnej, zaś w przypadku gdy pociąg cięższy nie osiąga prędkości maksymalnej jego droga hamowania jest krótsza. Skrócenie drogi hamowania dla pociągu cięższego jadącego na charakterystyce hamowania H8 w stosunku do pociągu lekkiego jadącego na charakterystyce H1 ilustruje rys.5.3.36.

Na PKP najczęściej stosowane są pakiety dwupociągowe. Jednak dla określenia wpływu częstości kursowania pociągów na obciążenie podstacji w dalszych rozważaniach rozpatruje się pakiety 4 pociągowe, które określa się jako jednorodny i niejednorodny strumień pociągów. Zestawienia czasów przejazdów i zużycia energii dla jednorodnego strumienia pociągów towarowych pospiesznych o masach 1320[t] na trasie Radom-Warka, dla jazdy forsownej przedstawiono na rys.nr5.3.37 przy

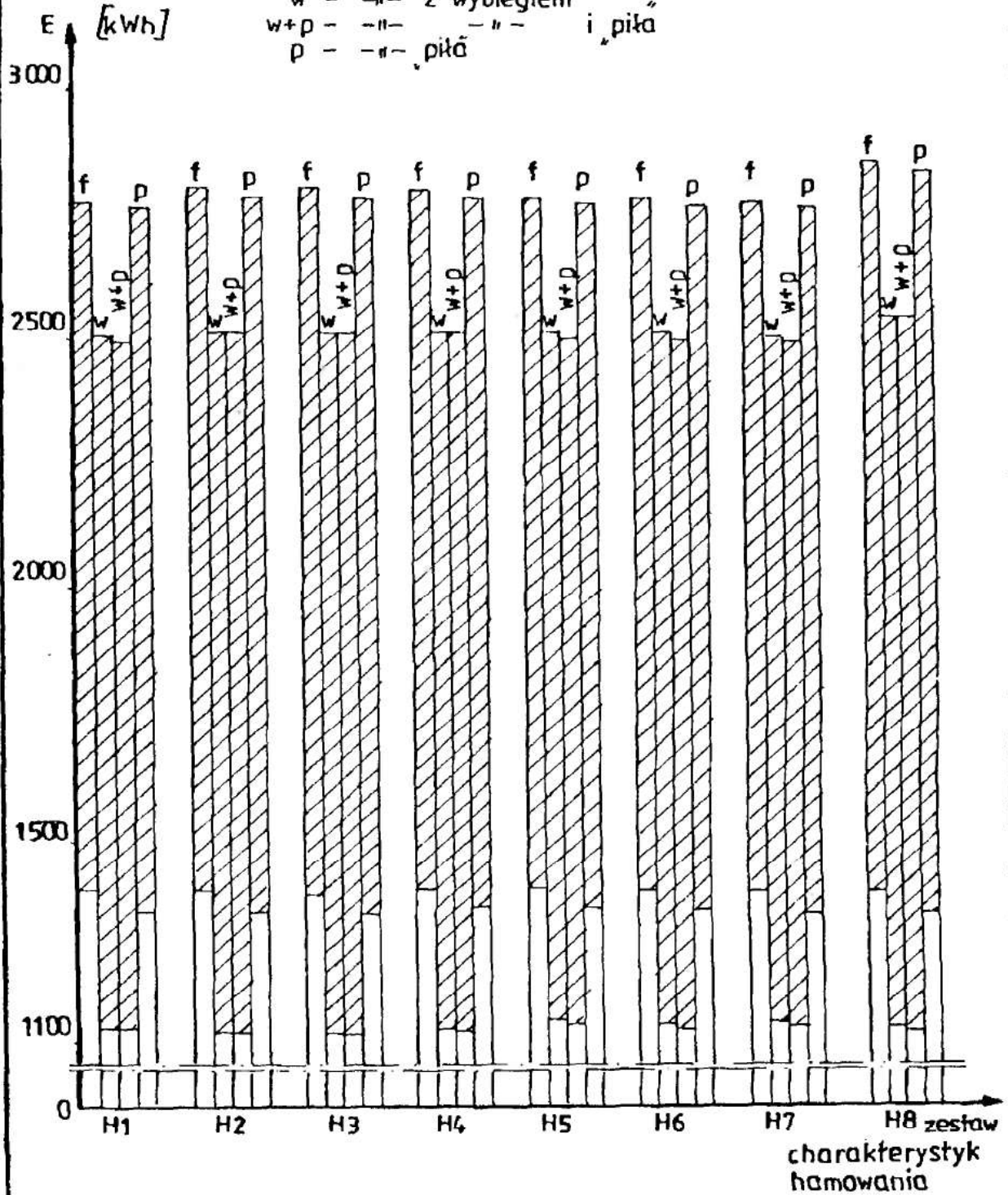
Rys.nr5.3.31 Zestawienie czasów przejazdów przy różnych zestawach charakterystyk hamowania dla pociągu towarowego zwykłego na trasie Warka Radom [ET-22, T, V=70km/h]

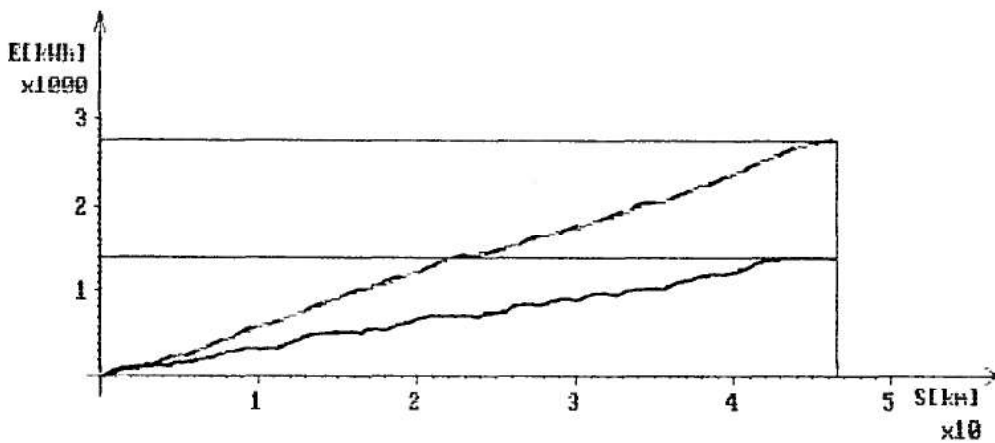
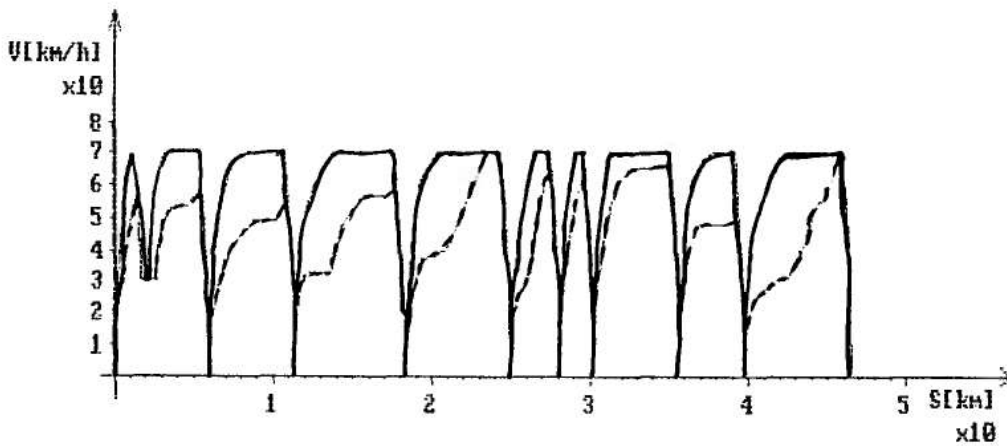
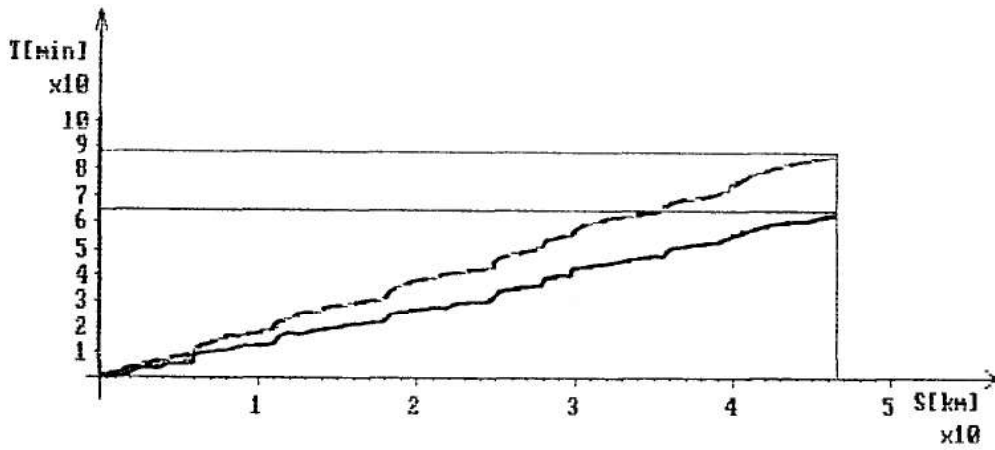
LEGENDA: □ - dla masy 1320 t
 ▨ - " - 3320 t
 f - jazda forsowna
 w - " - z wybiegiem
 w+p - " - " i „pika”
 p - " - „pika”



Rys.nr5.3.32 Zestawienie zużycia energii przy różnych charakterystykach hamowania dla pociągu towarowego zwykłego na trasie Warka-Radom [lok. ET-22, T, V=70 km/h]

LEGENDA:
 □ - dla masy 1320t
 ▨ - " - 3320t
 f - jazda forsowna
 w - " - z wybiegiem
 w+p - " - " i „pił”
 p - " - „pił”





Rys. nr 5.3.35 Wykresy przebiegu zmian: $t(s)$, $v(s)$, $E(s)$ dla pociągu towarowego zwykłego o masie 1320 i 3320[t] prowadzonego przez lokomotywę ET-22 z prędkością maksymalną 70[km/h] na trasie Warka-Radom (jazda forsowna) na charakterystykach hamowania H1.
 ———— - dla masy 1320[t]
 - - - - - - - dla masy 3320[t]

czasie następstwa pociągów 15[min] a na rys. nr5.3.38 dla mas 3320[t] przy czasie następstwa 19[min]. Dla tak określonych czasów następstwa pociągów otrzymuje się jednakowe czasy przejazdu i takie samo zużycie energii dla poszczególnych pociągów w strumieniu.

Na rys.nr5.3.39 przedstawiono zestawienie czasu przejazdu i zużycia energii dla jednorodnego strumienia pociągów towarowych zwykłych o masach 1320[t] na trasie Radom-Warka przy czasie następstwa pociągów 14[min] natomiast na rys. nr5.3.40 dla strumienia tych pociągów o masie 3320[t] przy czasie następstwa pociągów 18[min]. Przyjęte czasy następstwa pociągów dają ten sam czas przejazdu i jednakowe zużycie energii.

Na rys.nr5.3.41 i 5.3.42 zestawiono wyniki eksperymentów symulacyjnych dla niejednorodnego strumienia pociągów o liczności $N = 4$ dla różnych czasów następstwa pociągów. W skład tego strumienia wchodziły pociągi:

Nr 1 - pociąg towarowy pospieszny o masie 1320[t],

Nr 2 - pociąg pasażerski pospieszny o masie 324[t],

Nr 3 - pociąg pasażerski osobowy o masie 324[t],

Nr 4 - pociąg towarowy zwykły o masie 1320[t].

Przejazd tych pociągów realizowany był na trasie Radom- Warka dla jazdy forsownej.

Z wykresów tych wynika, że dla I zestawu czasów następstw pociąg drugi ma najdłuższy czas przejazdu ale najmniejsze zużycie energii. Dla IV zestawu czasów następstw pociągów uzyskane wyniki są zbliżone do wartości jakie uzyskują one dla pojedynczych przejazdów.

Ze względu na czas następstwa pociągów korzystniejszy jest następujący układ pociągów w niejednorodnym strumieniu:

Nr 1 - poc. pasażerski pospieszny o masie 324[t],

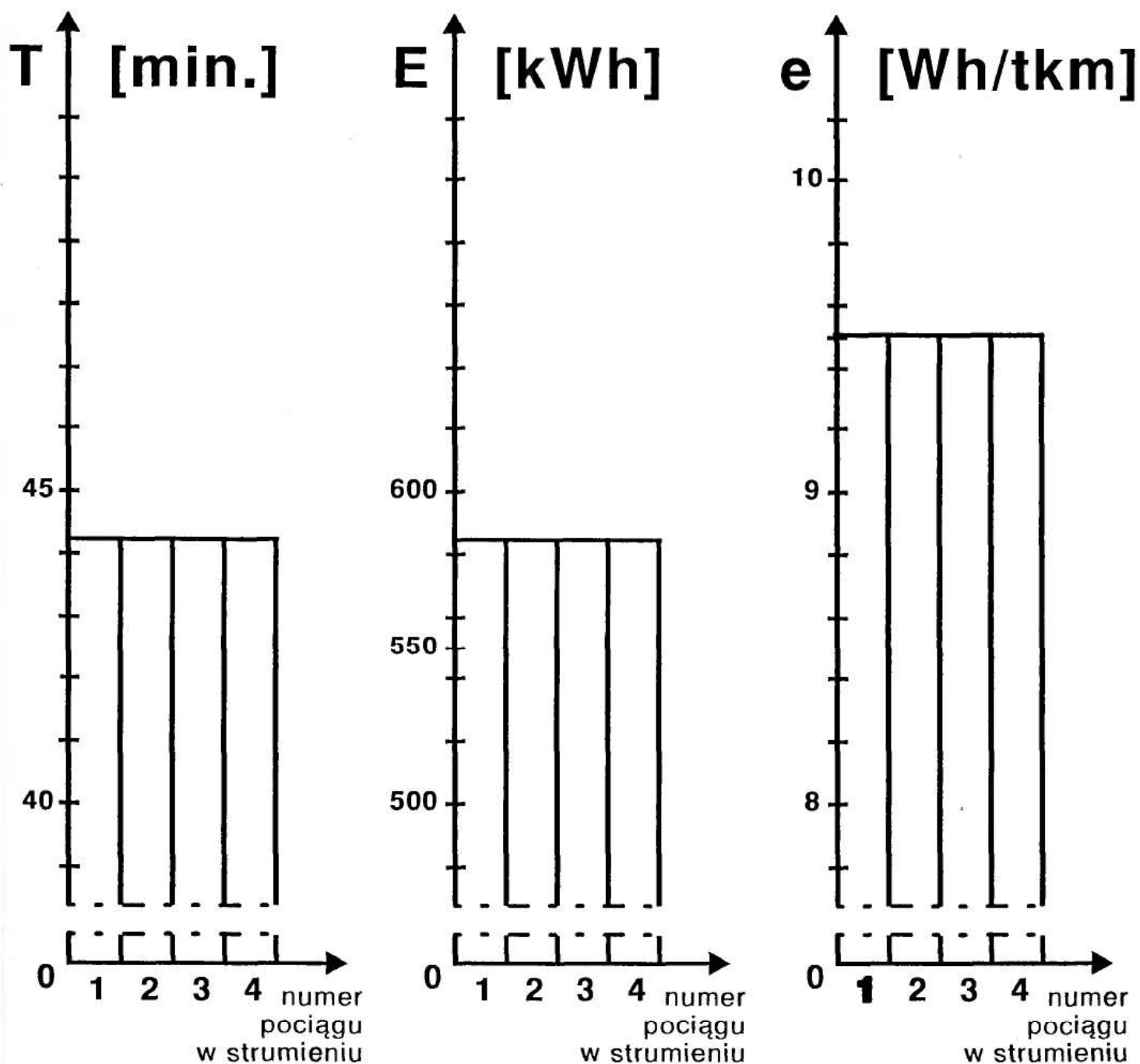
Nr 2 - "-" towarowy "-" "-" 1320[t] (czas nast. 2[min]),

Nr 3 - "-" pasażerski osobowy "-" 324[t] ("-" "-" 6[min]),

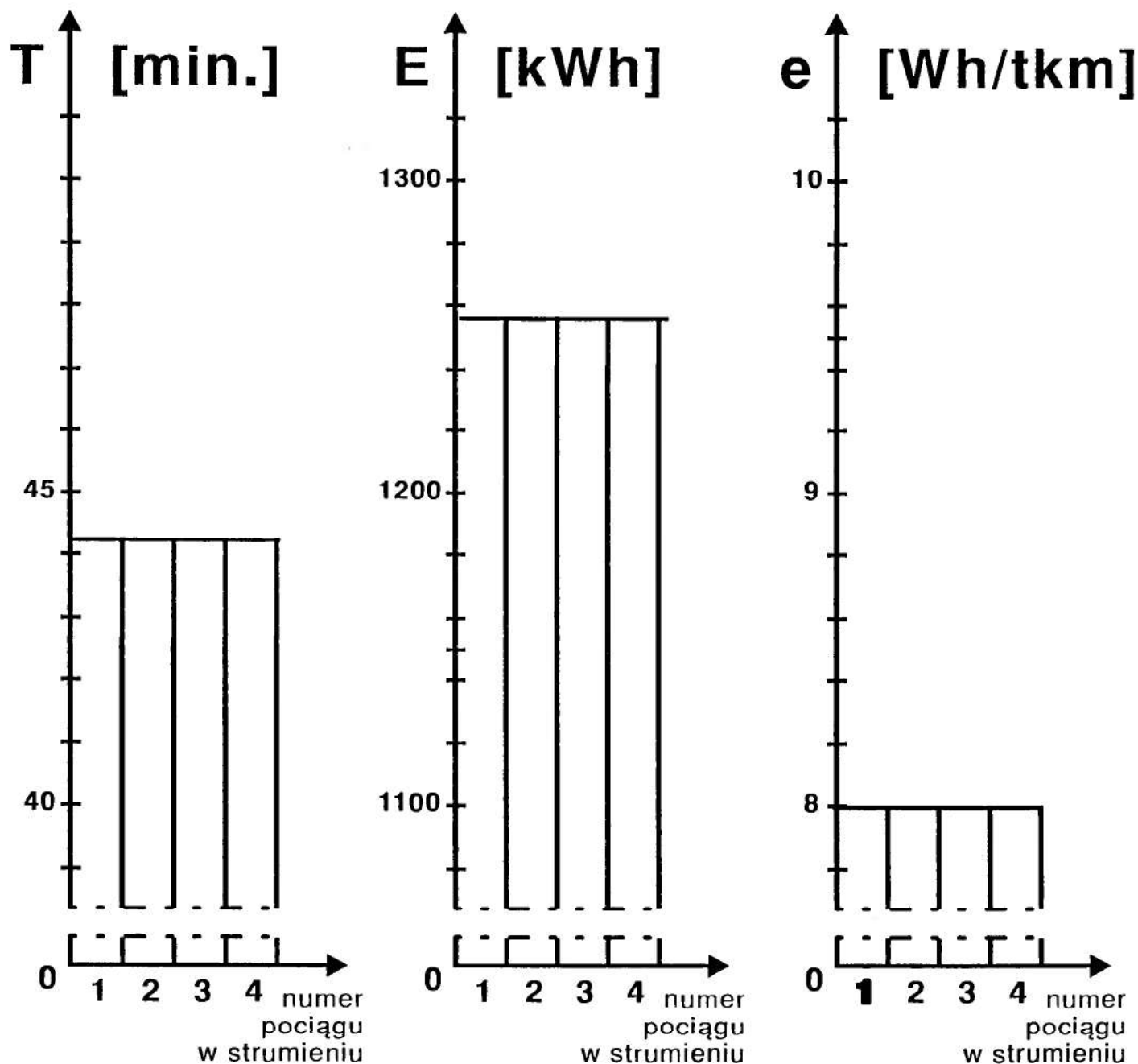
Nr 4 - "-" towarowy zwykły "-" 1320[t] ("-" "-" 6[min]).

Przebiegi zmian: $t(s)$, $v(s)$, $E(s)$ dla tego strumienia przedstawiono na rys. nr5.3.43. Są one takie same jak dla pojedynczych przejazdów tych pociągów co potwierdza, że przyjęte czasy następstwa pociągów są poprawne.

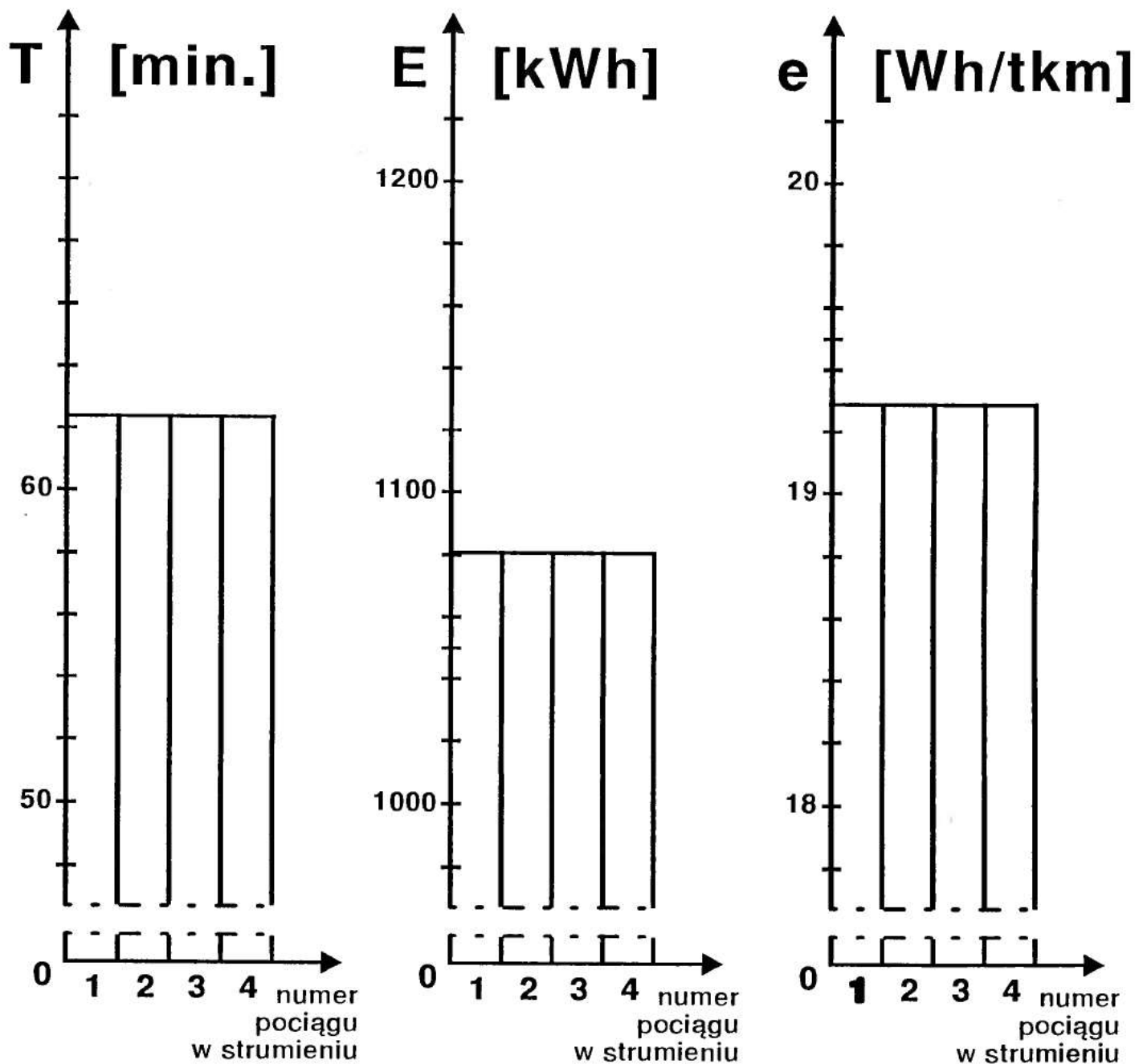
Rys. nr 5.3.37 Zestawienie czasów przejazdów i zużycia energii dla jednorodnego strumienia pociągów towarowych pospiesznych o masach 1320 [t] na trasie Radom-Warka (jazda forsowna) przy czasie następstwa 15 [min.] (ET-22, T, H2, V=70 [km/h]).



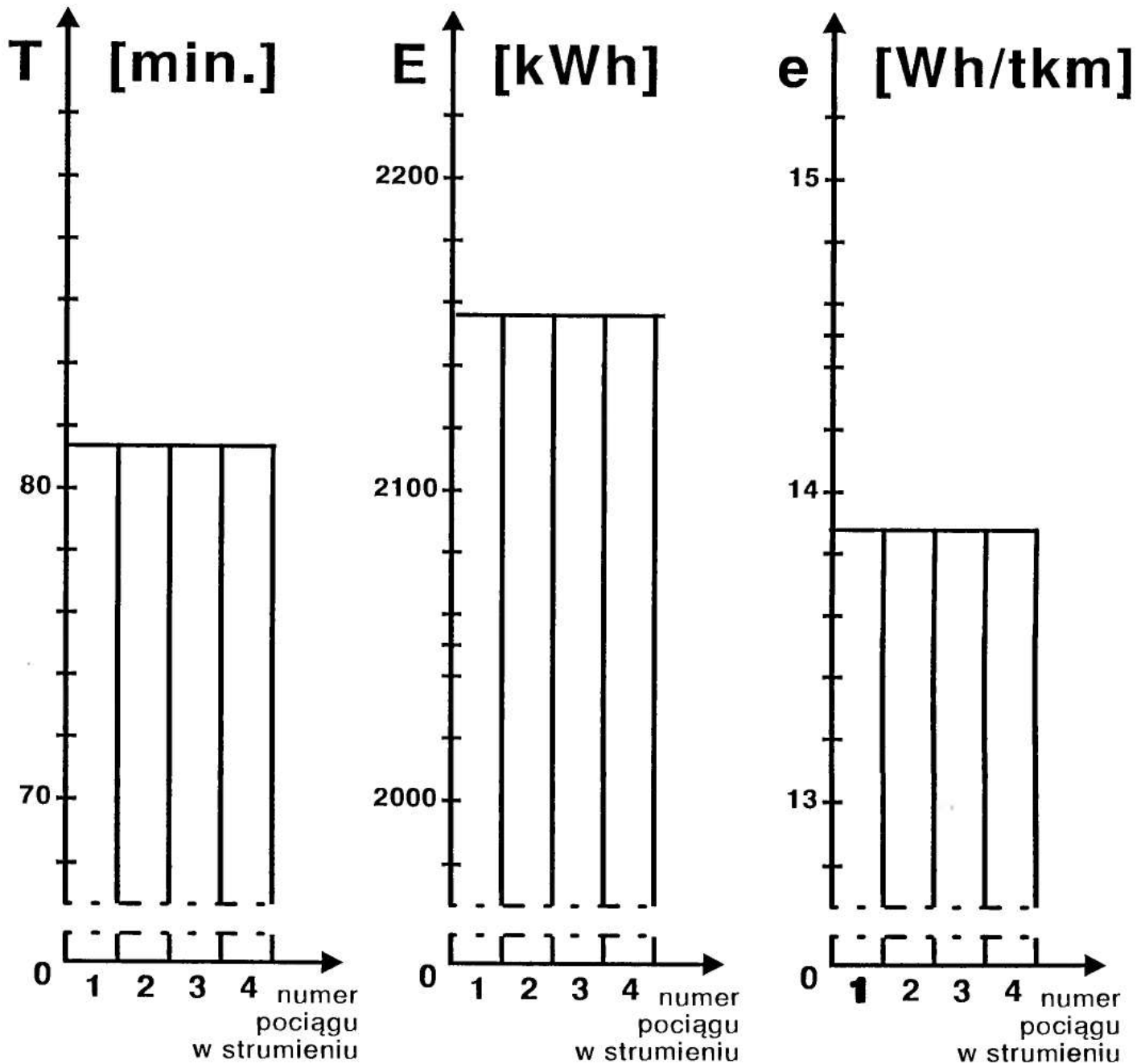
Rys. nr 5.3.38 Zestawienie czasów przejazdów i zużycia energii dla jednorodnego strumienia pociągów towarowych pospiesznych o masach 3320 [t] na trasie Radom-Warka (jazda forsowna) przy czasie następstwa 19 [min.] (ET-22, T, H2, V=70 [km/h]).

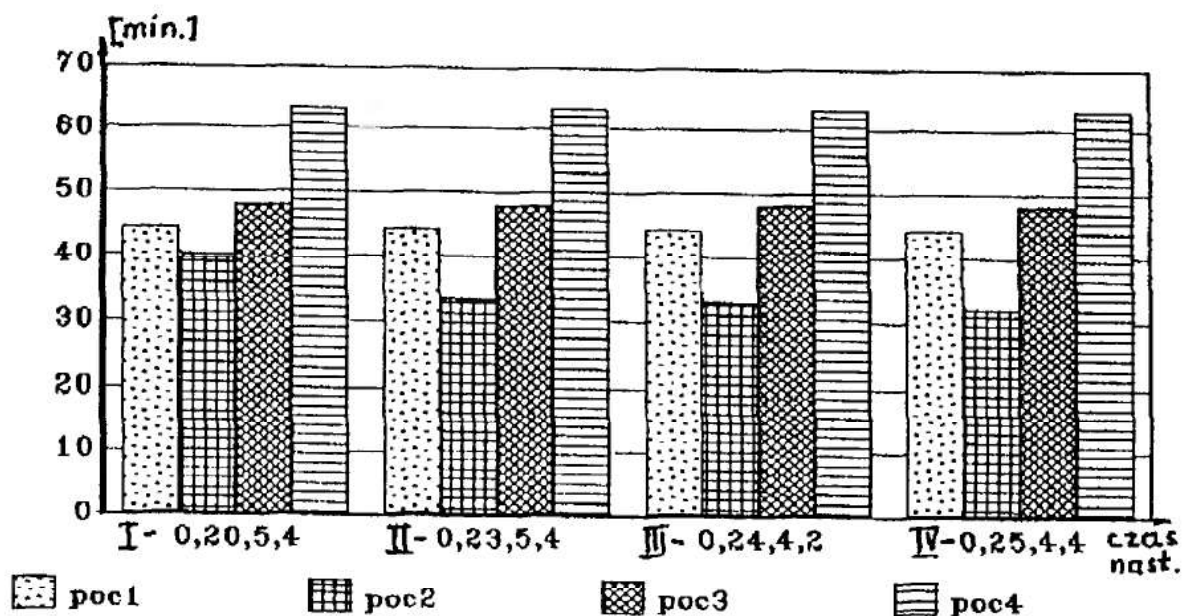


Rys. nr 5.3.39 Zestawienie czasów przejazdów i zużycia energii dla jednorodnego strumienia pociągów towarowych zwykłych o masach 1320 [t] na trasie Radom-Warka (jazda forsowna) przy czasie następstwa 14 [min.] (ET-22, T, H2, V=70 [km/h]).

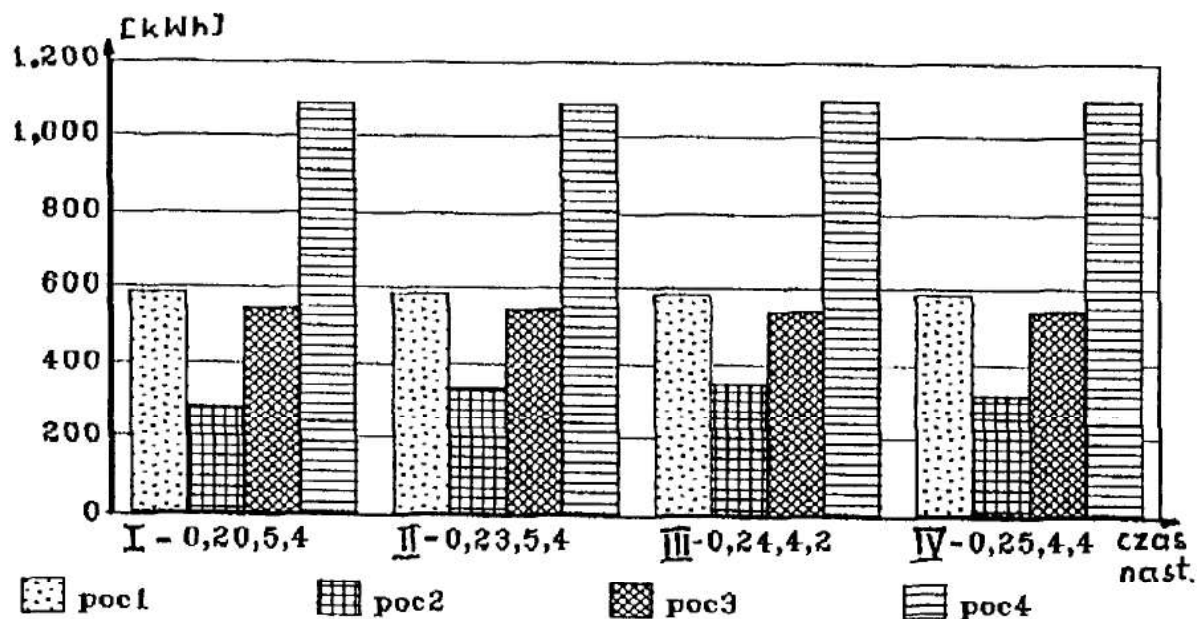


Rys. nr 5.3.40 Zestawienie czasów przejazdów i zużycia energii dla jednorodnego strumienia pociągów towarowych zwykłych o masach 3320 [t] na trasie Radom-Warka (jazda forsowna) przy czasie następstwa 18 [min.] (ET-22, T, H2, V=70 [km/h]).

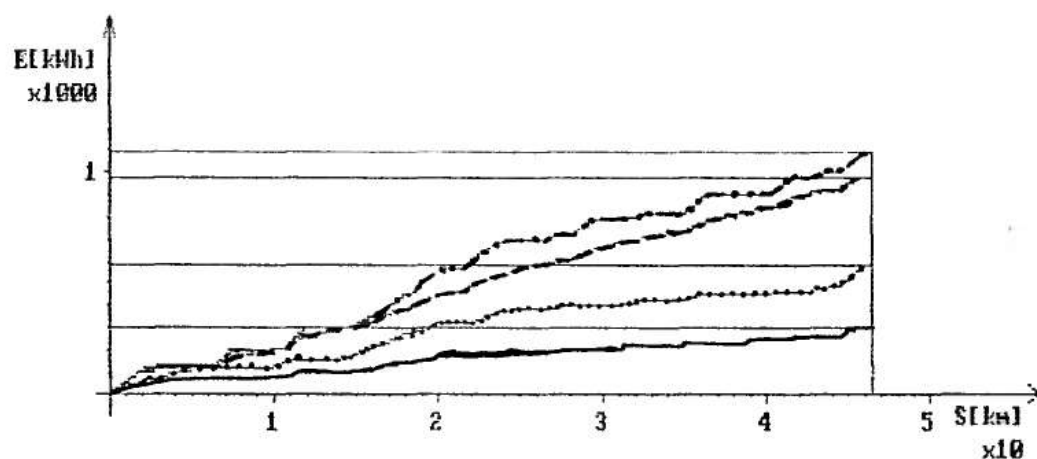
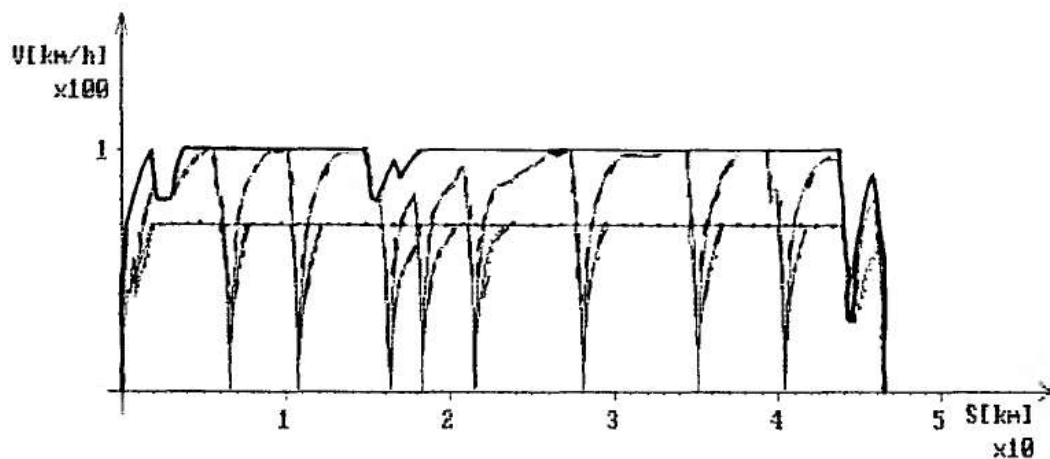
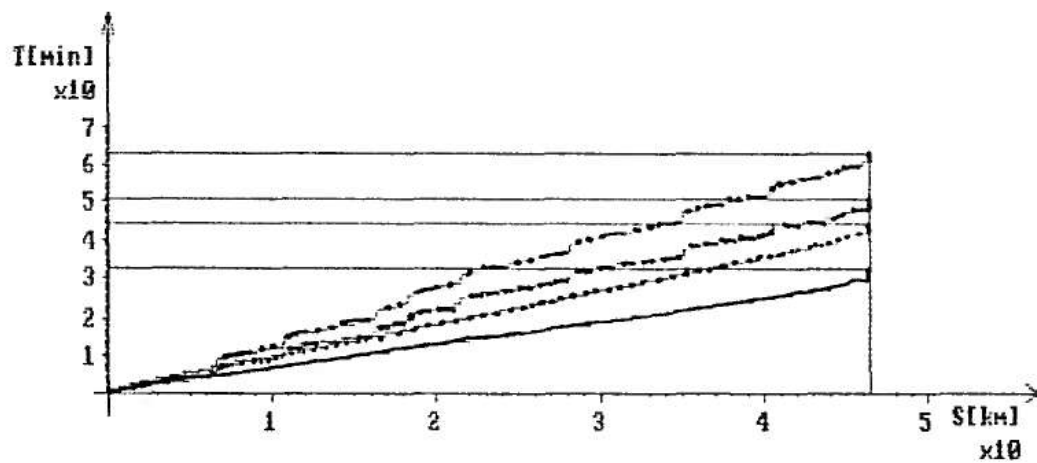




Rys. nr 5.3.41 WYKRESY CZASU PRZEJAZDU DLA NIEJEDNORODNEGO STRUMIENIA POCIĄGÓW PRZY RÓŻNYCH CZASACH NASTĘPSTWA DLA JAZDY FORSOWNEJ.



Rys. nr 5.3.42 WYKRESY ZUŻYCIA ENERGII DLA NIEJEDNORODNEGO STRUMIENIA POCIĄGÓW PRZY RÓŻNYCH CZASACH NASTĘPSTWA DLA JAZDY FORSOWNEJ.



Rys. nr 5.3.43 Wykresy przebiegu zmian: $t(s)$, $v(s)$, $E(s)$ dla niejednorodnego strumienia pociągów:

- - poc. Nr 1 pasażerski posp. o masie 324[t],
- - poc. Nr 2 towarowy posp. o masie 1320[t] (czas nast. 2[min]),
- - poc. Nr 3 pasażerski osob. o masie 324[t] (czas nast. 6[min]),
- - poc. Nr 4 towarowy zwykły o masie 1320[t] (czas nast. 6[min]).

6. WNIOSKI I PODSUMOWANIE WYNIKÓW PRACY.

Na podstawie przeprowadzonej analizy wyników eksperymentów symulacyjnych można stwierdzić, że wpływ na czas przejazdu i zużycie energii potrzebnej do ruchu pociągu, prowadzonego przez elektryczny pojazd trakcyjny, rozpatrywanych parametrów jest zróżnicowany. Wzrost masy pociągu dla rozpatrywanych kategorii i rodzajów pociągów powoduje wydłużanie czasu przejazdu i zwiększenie zużycia energii potrzebnej do ruchu ale zmniejszenie jednostkowego zużycia energii. Dla ilustracji powyższego stwierdzenia w tabeli Nr1 przedstawiony zostanie w procentach wzrost czasu przejazdu i zużycia energii oraz zmniejszenie jednostkowego zużycia energii, jeżeli przyjmie się, że wyniki dla pociągu pasażerskiego o masie 324[t] przy jeździe forsownej stanowią 100%, a dla towarowego o masie 1320[t].

Tabela Nr 1

Ilustracja procentowych zmian czasu przejazdu i zużycia energii przy wzroście masy pociągów dla jazdy forsownej.

	wzrost masy o 114,9%				wzrost masy o 166,6%			
	pociąg pasażerski				pociąg towarowy			
	pospieszny		osobowy		pospieszny		zwykły	
	R-W	W-R	R-W	W-R	R-W	W-R	R-W	W-R
wzrost czasu przejazdu [%]	3,4	3,9	10,6	12,4	7,3	6,6	28,7	37,4
wzrost zużycia energii potrzebnej do ruchu [%]	61,1	69,3	66,4	66,4	118,4	132,9	99,8	100,3
zmniejszenie jednostkowego zużycia energii [%]	13,8	9,2	10,8	10,8	12,6	7,0	20,6	20,2

Na przykład rozpatrując pociąg pasażerski pospieszny na trasie Warka-Radom wzrost masy pociągu z 324[t] do 604[t] powoduje wydłużenie czasu przejazdu o 1[min] 28[s] oraz zwiększenie zużycia energii potrzebnej do ruchu o 288,8[kWh] zaś zmniejszenie jednostkowego zużycia energii o 2,5[Wh/tkm]. Sposób prowadzenia pociągu ma również wpływ na badane czynniki i kształtuje się on następująco:

- przy jeździe forsownej uzyskujemy najkrótszy czas przejazdu ale największe zużycie energii,

- przy jeździe z zastosowaniem wybiegu na spadkach mniejszych niż -2‰ oraz jazdy z wybiegu do określonej prędkości po uzyskaniu prędkości maksymalnej ("piła") uzyskujemy najdłuższy czas przejazdu ale najmniejsze zużycie energii.

Na przykład dla pociągu towarowego pospiesznego o masie 1320[t] na trasie Radom-Warka czas przejazdu dla jazdy wybieg + "piła" wydłuża się o 1[min] 15[s] w stosunku do jazdy forsownej a zużycie energii maleje o 67,4[kWh] i odpowiednio o masie 3320[t] o 1[min] 22[s] oraz zmniejszenie zużycia energii o 195,6[kWh]. Z analizy wyników obserwuje się, że ze wzrostem masy pociągów czas przejazdu dla jazdy wybieg+"piła" nieznacznie się wydłuża w stosunku do jazdy forsownej zaś zużycie energii zmniejsza się znacząco. Przy przejazdach z większą prędkością maksymalną różnice między jazdą forsowną a wybieg + "piła" zarówno w czasie przejazdu jak i zużyciu energii są mniejsze i zmniejszają się ze wzrostem masy pociągów. Zastosowanie lokomotywy ET-41 do pociągów towarowych pozwala na skrócenie czasu przejazdu ale powoduje zwiększenie zużycia energii. W tabeli Nr2 zestawiono wyniki dla pociągów towarowych na trasie Warka-Radom przy jeździe forsownej prowadzonych przez lokomotywy ET-22 i ET41.

Tabela Nr2

pojazd trakcyjny	[h. min. s]	towarowy pospieszny		towarowy zwykły	
	[kWh]	masa 1320[t]	masa 3320[t]	masa 1320[t]	masa 3320[t]
ET-22	czas przej.	0. 43. 57	0. 46. 44	1. 03. 00	1. 26. 59
	zużyc. ener.	884,5	2060,6	1398,6	2801,8
ET-41	czas przej.	0. 43. 42	0. 45. 33	1. 01. 01	1. 16. 06
	zużyc. ener.	916,2	2120,1	1448,9	3141,2

Z porównania przedstawionych wyników zauważa się, że przy zastosowaniu lokomotyw ET-41 i ET-22 dla pociągu towarowego pospiesznego o masie 1320[t] oraz 3320[t] czas przejazdu skraca się odpowiednio o 15[s] i 1[min] 11[s] a zużycie energii zwiększa się odpowiednio o 31,7[kWh] i 59,5[kWh]. Podobnie jest jeśli zastosuje się lokomotywę ET-22 do pociągów pasażerskich. Przy zmianie długości pociągu o tej samej masie obserwuje się niewielkie wydłużenie czasu przejazdu ale znaczny wzrost zużycia energii, co obrazują rys.nr5.3.27, 5.3.28 oraz 5.3.29 i 5.3.30. Przy zmianie zestawu charakterystyk trakcyjnych różnice w czasie przejazdu i zużyciu energii są większe dla pociągów zatrzymujących się

na każdej stacji niż dla pociągów pospiesznych. Występuje tutaj zależność, że jeżeli na danej charakterystyce jest krótszy czas przejazdu to jest większe zużycie energii. Wpływ zestawu charakterystyk hamowania na czas przejazdu i zużycie energii dla pociągów zatrzymujących się na każdej stacji jest nieznaczny. Tutaj też występuje zależność, że jeżeli na danej charakterystyce jest krótszy czas przejazdu to jest większe zużycie energii, przy czym różnice te są niewielkie i zmniejszają się ze wzrostem masy pociągu. Najkrótszy czas przejazdu uzyskuje się na charakterystyce hamowania przy najlepszych warunkach pogodowych (oznaczonej jako H8). Zużycie energii dla tej charakterystyki przy masie pociągu 1320[t] wzrasta o 15,3[kWh] a przy masie 3320[t] o 77,4[kWh] w odniesieniu do charakterystyki hamowania w niekorzystnych warunkach pogodowych. Profil linii ma większy wpływ na zużycie energii niż na czas przejazdu, przy czym ze wzrostem masy pociągu różnice w zużyciu energii są większe. Na rozpatrywanym odcinku linii kolejowej korzystniejszy jest profil na trasie Radom-Warka. Zwiększenie prędkości maksymalnej pociągów powoduje skrócenie czasu przejazdu ale zwiększenie zużycia energii, przy czym dla pociągów lżejszych występuje większa różnica w czasach przejazdu i zużyciu energii niż dla pociągów ciężkich.

Ograniczenia prędkości wydłużają czas przejazdu i zwiększają zużycie energii a ich wartości zależą od liczby miejsc i stopnia ograniczenia prędkości, masy pociągu i profilu. Dlatego należy dążyć aby występowały one tylko tam gdzie są one konieczne.

Pokazano możliwości odzysku nadmiarowej energii dla pociągów towarowych (bez uwzględniania odzysku energii podczas hamowania). Z przeprowadzonych eksperymentów wynika, że dla pociągów prowadzonych przez lokomotywę ET-41 odzysk energii jest możliwy dla wszystkich sposobów jazdy a przez lokomotywę ET-22 tylko przy jeździe forsownej i "piła". Ze wzrostem masy pociągu zwiększa się wartość odzyskiwanej energii a ze wzrostem prędkości maksymalnej maleje. Dla przyjętego w obliczeniach jednodostępowego prowadzenia ruchu pociągów na odcinku czas następstwa pociągów przy jednorodnym strumieniu nie powoduje wydłużania czasu przejazdu ani zwiększania zużycia energii w przypadku gdy jest on równy lub większy od sumy czasu przejazdu odcinka krytycznego i odcinka poprzedzającego. Uzyskane drogą eksperymentów rezultaty, potwierdzają przydatność modelu jak i metody do określania teoretycznych przejazdów pociągów przy różnych wariantach parametrów

trakcyjnych jak i ruchowych dla danego kierunku ruchu na zadanym odcinku linii kolejowej. Uważam ponadto, że mogą być wykorzystane do: konstrukcji rozkładów jazdy, modernizacji linii kolejowych (np. w zakresie łagodzenia profilu podłużnego i łuków poziomych), w kształceniu maszynistów i inżynierów trakcji.

Po opracowaniu modelu matematycznego układu zasilania i połączeniu go z modelem przedstawionym w pracy można będzie również badać wpływ parametrów trakcyjnych i ruchowych na chwilowe obciążenia podstacji.

D O D A T E K A

1. Rozwinięcie funkcji analitycznej w szereg Taylora.

Funkcję $y = f(x)$ ciągłą i mającą wszystkie pochodne w punkcie $x = a$ można przedstawić w postaci sumy szeregu potęgowego, którą otrzymuje się ze wzoru Taylora:

$$f(x) = f(a) + \frac{x-a}{1!} f'(a) + \frac{(x-a)^2}{2!} f''(a) + \dots + \frac{(x-a)^n}{n!} f^{(n)}(a) +$$

Funkcję $s(v_1, v_2)$ rozwijamy w szereg Taylora w otoczeniu v_1 , w celu obliczenia zależności $v_2(v_1, s)$, czyli uzyskania równania pozwalającego wyznaczyć prędkość jaką pociąg uzyska na drodze s jeżeli rozpoczął ją z prędkością początkową v_1 , z przybliżeniem do funkcji drugiego stopnia. Ponieważ funkcja $s(v_1, v_2)$ jest sumą funkcji ciągłych to jest ciągła w przedziale $(0, +\infty)$. Posiada ona też pochodne w punkcie v_1 .

Oszacowanie błędu popełnianego dla przyjętego rozwinięcia przeprowadzono w następujący sposób:

- dla zadanych wartości: v_1 , s , współczynników A_2 , A_1 , A_0 oraz wszystkich parametrów potrzebnych do obliczenia oporów ruchu, obliczono prędkość v_2 na podstawie wzoru uzyskanego poprzez rozwinięcie w szereg Taylora,
- następnie policzono drogę s na podstawie wzoru, który był rozwijany w szereg zadając te same wartości: prędkości oraz wszystkich pozostałych parametrów.

Na podstawie uzyskanych wyników błąd względny dla odcinków małych np. 4,9m, 20m, 50m wynosi 0,013%, dla odcinka 280m 0,75%, dla 520m 1,6% a dla 757m 2,4%. Analizując przebiegi symulacji zaobserwano, że długości odcinków 500m, 757m występują pojedynczo, najwięcej jest odcinków o długości od 20m do 200m, dla których błąd jest niewielki.

Dla jazdy przyspieszającej rozpatruje się trzy przypadki:

- 1). gdy $\Delta = 4A_1 C_1 - B_1^2 > 0$

$$S = \frac{1}{2A_1 K} \ln |A_1 v_2^2 + B_1 v_2 + C_1| - \frac{B_1}{A_1 K \sqrt{\Delta}} \operatorname{arctg} \frac{2A_1 v_2 + B_1}{\sqrt{\Delta}} -$$

$$- \frac{1}{2A_1 K} \ln |A_1 v_1^2 + B_1 v_1 + C_1| + \frac{B_1}{A_1 K \sqrt{\Delta}} \operatorname{arctg} \frac{2A_1 v_1 + B_1}{\sqrt{\Delta}} ;$$

$$S = S(v_2)$$

$$S(v_2) \approx S(v_1) + \frac{S'(v_1)}{1!} (v_2 - v_1) + \frac{S''(v_1)}{2!} (v_2 - v_1)^2 + R_3(v_2)$$

$$S(v_1) = \frac{1}{2A_1 K} \ln |A_1 v_1^2 + B_1 v_1 + C_1| - \frac{1}{2A_1 K} \ln |A_1 v_1^2 + B_1 v_1 + C_1| - \\ - \frac{B_1}{A_1 K \sqrt{\Delta}} \operatorname{arctg} \frac{2A_1 v_1 + B_1}{\sqrt{\Delta}} + \frac{B_1}{A_1 K \sqrt{\Delta}} \operatorname{arctg} \frac{2A_1 v_1 + B_1}{\sqrt{\Delta}} = 0$$

$$S'(v_2) = \frac{1}{2A_1 K} \frac{2A_1 v_2 + B_1}{A_1 v_2^2 + B_1 v_2 + C_1} - \frac{B_1}{A_1 K \sqrt{\Delta}} \frac{\frac{2A_1}{\sqrt{\Delta}}}{1 + \left(\frac{2A_1 v_2 + B_1}{\sqrt{\Delta}} \right)^2} = \\ = \frac{1}{2A_1 K} \frac{2A_1 v_2 + B_1}{A_1 v_2^2 + B_1 v_2 + C_1} - \frac{2B_1}{K(4A_1 C_1 - B_1^2 + 4A_1^2 v_2^2 + 4A_1 B_1 v_2 + B_1^2)} = \\ = \frac{1}{2A_1 K} \left[\frac{2A_1 v_2 + B_1}{A_1 v_2^2 + B_1 v_2 + C_1} \right] - \frac{B_1}{2A_1 K (A_1 v_2^2 + B_1 v_2 + C_1)} ;$$

$$S'(v_1) = \frac{1}{2A_1 K} \left[\frac{2A_1 v_1 + B_1}{A_1 v_1^2 + B_1 v_1 + C_1} \right] - \frac{B_1}{2A_1 K (A_1 v_1^2 + B_1 v_1 + C_1)} ;$$

$$\begin{aligned}
S''(v_2) &= \frac{1}{2\Lambda_1 K} \left[\frac{2\Lambda_1(\Lambda_1 v_2^2 + B_1 v_2 + C_1) - (2\Lambda_1 v_2 + B_1)(2\Lambda_1 v_2 + B_1)}{(\Lambda_1 v_2^2 + B_1 v_2 + C_1)^2} \right] + \\
&\quad + \frac{B_1}{2\Lambda_1 K} \left[\frac{2\Lambda_1 v_2 + B_1}{(\Lambda_1 v_2^2 + B_1 v_2 + C_1)^2} \right] = \\
&= \frac{1}{2\Lambda_1 K} \left[\frac{-2\Lambda_1^2 v_2^2 - 2\Lambda_1 B_1 v_2 + 2\Lambda_1 C_1 - B_1^2}{(\Lambda_1 v_2^2 + B_1 v_2 + C_1)^2} \right] + \frac{B_1}{2\Lambda_1 K} \left[\frac{2\Lambda_1 v_2 + B_1}{(\Lambda_1 v_2^2 + B_1 v_2 + C_1)^2} \right]
\end{aligned}$$

$$S''(v_1) =$$

$$= \frac{1}{2\Lambda_1 K} \left[\frac{-2\Lambda_1^2 v_1^2 - 2\Lambda_1 B_1 v_1 + 2\Lambda_1 C_1 - B_1^2}{(\Lambda_1 v_1^2 + B_1 v_1 + C_1)^2} \right] + \frac{B_1}{2\Lambda_1 K} \left[\frac{2\Lambda_1 v_1 + B_1}{(\Lambda_1 v_1^2 + B_1 v_1 + C_1)^2} \right]$$

$$S(v_2) = 0 + \left\{ \frac{2\Lambda_1 v_1 + B_1}{2\Lambda_1 K(\Lambda_1 v_1 + B_1 v_1 + C_1)} - \frac{B_1}{2\Lambda_1 K(\Lambda_1 v_1 + B_1 v_1 + C_1)} \right\} (v_2 - v_1) +$$

$$+ \left\{ \frac{1}{2\Lambda_1 K} \left[\frac{-2\Lambda_1^2 v_1^2 - 2\Lambda_1 B_1 v_1 + 2\Lambda_1 C_1 - B_1^2}{(\Lambda_1 v_1^2 + B_1 v_1 + C_1)^2} \right] + \frac{B_1}{2\Lambda_1 K} \left[\frac{2\Lambda_1 v_1 + B_1}{(\Lambda_1 v_1^2 + B_1 v_1 + C_1)^2} \right] \right\}$$

$$* \frac{1}{2} (v_2 - v_1)^2$$

Przyjmując następujące oznaczenia:

$$E = \frac{1}{2\lambda_1 K};$$

$$H = 2A_1 v_1 + B_1;$$

$$F = A_1 v_1^2 + B_1 v_1 + C_1;$$

$$G = -2A_1^2 v_1^2 - 2A_1 B_1 v_1 + 2A_1 C_1 - B_1^2;$$

$$S = \frac{EH}{F} (v_2 - v_1) + \frac{EG}{2F^2} (v_2 - v_1)^2 - \frac{B_1 E}{F} (v_2 - v_1) + \frac{EB_1 H}{2F^2} (v_2 - v_1)^2;$$

$$S = \left(\frac{EH}{F} - \frac{EB_1}{F} \right) v_2 - \left(\frac{EH}{F} - \frac{B_1 E}{F} \right) v_1 + \left(\frac{EG}{2F^2} + \frac{EB_1 H}{2F^2} \right) v_2^2 - \left(\frac{EG}{F^2} + \frac{EB_1 H}{F^2} \right) v_2 v_1 + \left(\frac{EG}{2F^2} + \frac{EB_1 H}{2F^2} \right) v_1^2;$$

$$S = \frac{EG + EB_1 H}{2F^2} v_2^2 + \left(\frac{EH}{F} - \frac{B_1 E}{F} - \frac{EG + EB_1 H}{F^2} v_1 \right) v_2 - \frac{EH - B_1 E}{F} v_1 + \frac{EG + EB_1 H}{2F^2} v_1^2;$$

$$\frac{E(G + B_1 H)}{2F^2} v_2^2 + \left(\frac{E(H - B_1)}{F} - \frac{E(G + B_1 H)}{F^2} v_1 \right) v_2 - \frac{E(H - B_1)}{F} v_1 + \frac{E(G + B_1 H)}{2F^2} v_1^2 - S = 0;$$

2). gdy $\Delta = 4A_1 C_1 - B_1^2 < 0$

$$S = \frac{1}{2A_1 K} \ln |A_1 v_2^2 + B_1 v_2 + C_1| - \frac{1}{2A_1 K} \ln |A_1 v_1^2 + B_1 v_1 + C_1| +$$

$$- \frac{B_1}{2A_1 K \sqrt{-\Delta}} \ln \left| \frac{2A_1 v_2 + B_1 - \sqrt{-\Delta}}{2A_1 v_2 + B_1 + \sqrt{-\Delta}} \right| + \frac{B_1}{2A_1 K \sqrt{-\Delta}} \ln \left| \frac{2A_1 v_1 + B_1 - \sqrt{-\Delta}}{2A_1 v_1 + B_1 + \sqrt{-\Delta}} \right| ;$$

$$S = S(v_2)$$

$$S(v_1) = 0$$

$$S'(v_2) = \frac{1}{2A_1 K} \frac{2A_1 v_2 + B_1}{A_1 v_2^2 + B_1 v_2 + C_1} - \frac{B_1}{2A_1 K \sqrt{-\Delta}} \frac{2A_1 v_2 + B_1 + \sqrt{-\Delta}}{2A_1 v_2 + B_1 - \sqrt{-\Delta}} *$$

$$\frac{2A_1 (2A_1 v_2 + B_1 + \sqrt{-\Delta}) - 2A_1 (2A_1 v_2 + B_1 - \sqrt{-\Delta})}{(2A_1 v_2 + B_1 + \sqrt{-\Delta})^2} =$$

$$= \frac{1}{2A_1 K} \frac{2A_1 v_2 + B_1}{A_1 v_2^2 + B_1 v_2 + C_1} - \frac{B_1}{2A_1 K \sqrt{-\Delta}} \frac{2A_1 v_2 + B_1 + \sqrt{-\Delta}}{2A_1 v_2 + B_1 - \sqrt{-\Delta}} *$$

$$\frac{4A_1^2 v_2 + 2A_1 B_1 + 2A_1 \sqrt{-\Delta} - 4A_1^2 v_2 - 2A_1 B_1 + 2A_1 \sqrt{-\Delta}}{(2A_1 v_2 + B_1 + \sqrt{-\Delta})^2} =$$

$$= \frac{1}{2A_1 K} \frac{2A_1 v_2 + B_1}{A_1 v_2^2 + B_1 v_2 + C_1} - \frac{B_1}{2A_1 K \sqrt{-\Delta}} \frac{4A_1 \sqrt{-\Delta}}{(2A_1 v_2 + B_1)^2 + \Delta} =$$

$$= \frac{1}{2A_1 K} \frac{2A_1 v_2 + B_1}{A_1 v_2^2 + B_1 v_2 + C_1} - \frac{2B_1}{K} \frac{1}{(4A_1^2 v_2^2 + 4A_1 B_1 v_2 + B_1^2 + 4A_1 C_1 - B_1^2)}$$

$$= \frac{1}{2A_1 K} \frac{2A_1 v_2 + B_1}{A_1 v_2^2 + B_1 v_2 + C_1} - \frac{B_1}{2A_1 K (A_1 v_2^2 + B_1 v_2 + C_1)} ;$$

$$S'(v_1) = \frac{1}{2A_1 K} \frac{2A_1 v_1 + B_1}{A_1 v_1^2 + B_1 v_1 + C_1} - \frac{B_1}{2A_1 K(A_1 v_1^2 + B_1 v_1 + C_1)} ;$$

$$S''(v_2) = \frac{1}{2A_1 K} \left[\frac{2A_1 (A_1 v_2^2 + B_1 v_2 + C_1) - (2A_1 v_2 + B_1)(2A_1 v_2 + B_1)}{(A_1 v_2^2 + B_1 v_2 + C_1)^2} \right] -$$

$$+ \frac{-B_1 (2A_1 v_2 + B_1)}{2A_1 K (A_1 v_2^2 + B_1 v_2 + C_1)^2} =$$

$$= \frac{1}{2A_1 K} \left[\frac{-2A_1^2 v_2^2 - 2A_1 B_1 v_2 + 2A_1 C_1 - B_1}{(A_1 v_2^2 + B_1 v_2 + C_1)^2} \right] + \frac{B_1 (2A_1 v_2 + B_1)}{2A_1 K (A_1 v_2^2 + B_1 v_2 + C_1)^2}$$

$$S''(v_1) = \frac{1}{2A_1 K} \left[\frac{-2A_1^2 v_1^2 - 2A_1 B_1 v_1 + 2A_1 C_1 - B_1}{(A_1 v_1^2 + B_1 v_1 + C_1)^2} \right] + \frac{B_1 (2A_1 v_1 + B_1)}{2A_1 K (A_1 v_1^2 + B_1 v_1 + C_1)^2}$$

$$S = 0 + \left[\frac{1}{2A_1 K} \frac{2A_1 v_1 + B_1}{A_1 v_1^2 + B_1 v_1 + C_1} - \frac{B_1}{2A_1 K(A_1 v_1^2 + B_1 v_1 + C_1)} \right] (v_2 - v_1) +$$

$$+ \left\{ \frac{1}{2A_1 K} \left[\frac{-2A_1^2 v_1^2 - 2A_1 B_1 v_1 + 2A_1 C_1 - B_1}{(A_1 v_1^2 + B_1 v_1 + C_1)^2} \right] + \frac{B_1 (2A_1 v_1 + B_1)}{2A_1 K (A_1 v_1^2 + B_1 v_1 + C_1)^2} \right\} *$$

$$* \frac{1}{2} (v_2 - v_1)^2$$

Przyjmując następujące oznaczenia:

$$E = \frac{1}{2A_1 K};$$

$$H = 2A_1 v_1 + B_1;$$

$$F = A_1 v_1^2 + B_1 v_1 + C_1;$$

$$G = -2A_1^2 v_1^2 - 2A_1 B_1 v_1 + 2A_1 C_1 - B_1^2;$$

$$S = \frac{EH}{F} (v_2 - v_1) + \frac{EG}{2F^2} (v_2 - v_1)^2 - \frac{B_1 E}{F} (v_2 - v_1) + \frac{EB_1 H}{2F^2} (v_2 - v_1)^2;$$

$$S = \left(\frac{EH}{F} - \frac{EB_1}{F} \right) v_2 - \left(\frac{EH}{F} - \frac{B_1 E}{F} \right) v_1 + \left(\frac{EG}{2F^2} + \frac{EB_1 H}{2F^2} \right) v_2^2 - \left(\frac{EG}{F^2} + \frac{EB_1 H}{F^2} \right) v_2 v_1 + \left(\frac{EG}{2F^2} + \frac{EB_1 H}{2F^2} \right) v_1^2;$$

$$S = \frac{EG + EB_1 H}{2F^2} v_2^2 + \left(\frac{EH}{F} - \frac{B_1 E}{F} - \frac{EG + EB_1 H}{F^2} v_1 \right) v_2 - \frac{EH - B_1 E}{F} v_1 + \frac{EG + EB_1 H}{2F^2} v_1^2;$$

$$\frac{E(G + B_1 H)}{2F^2} v_2^2 + \left(\frac{E(H - B_1)}{F} - \frac{E(G + B_1 H)}{F^2} v_1 \right) v_2 - \frac{E(H - B_1)}{F} v_1 + \frac{E(G + B_1 H)}{2F^2} v_1^2 - S = 0;$$

3. Gdy $\Delta = 0$.

$$S = \frac{1}{A_1 K} \left(\frac{B_1}{2A_1 v_2 + B_1} - \frac{B_1}{2A_1 v_1 + B_1} + \ln|2A_1 v_2 + B_1| - \ln|2A_1 v_1 + B_1| \right)$$

$$S(v_1) = 0$$

$$\begin{aligned} S'(v_2) &= \frac{1}{A_1 K} \frac{-B_1 2A_1}{(2A_1 v_2 + B_1)^2} + \frac{1}{A_1 K} \frac{2A_1}{2A_1 v_2 + B_1} = \\ &= \frac{2}{K} \left(\frac{-B_1}{(2A_1 v_2 + B_1)^2} + \frac{1}{2A_1 v_2 + B_1} \right) = \frac{4A_1}{K} \left(\frac{v_2}{(2A_1 v_2 + B_1)^2} \right); \end{aligned}$$

$$S'(v_1) = \frac{4A_1}{K} \left(\frac{v_1}{(2A_1 v_1 + B_1)^2} \right);$$

$$\begin{aligned} S''(v_2) &= \frac{4A_1}{K} \left[\frac{(2A_1 v_2 + B_1)^2 - 4A_1 v_2 (2A_1 v_2 + B_1)}{(2A_1 v_2 + B_1)^4} \right] = \\ &= \frac{4A_1}{K} \left(\frac{-2A_1 v_2 + B_1}{(2A_1 v_2 + B_1)^3} \right); \end{aligned}$$

$$S''(v_1) = \frac{4A_1}{K} \left(\frac{-2A_1 v_1 + B_1}{(2A_1 v_1 + B_1)^3} \right);$$

$$S \approx \frac{4A_1}{K} \left(\frac{v_1}{(2A_1 v_1 + B_1)^2} \right) (v_2 - v_1) + \frac{4A_1}{2K} \left(\frac{-2A_1 v_1 + B_1}{(2A_1 v_1 + B_1)^3} \right) (v_2 - v_1)^2;$$

Stosując następujące podstawienia :

$$H = 2A_1 v_1 + B_1$$

$$D = -2A_1 v_1 + B_1$$

$$L = \frac{A_1}{K}$$

otrzymujemy :

$$\begin{aligned}
S &= \frac{4Lv_1}{H^2} (v_2 - v_1) + \frac{2LD}{H^3} (v_2 - v_1)^2 = \\
&= \frac{2LD}{H^3} v_2^2 + \left[\frac{4L}{H^2} v_1 - \frac{4LD}{H^3} v_1 \right] v_2 + \left[\frac{2LD}{H^3} - \frac{4L}{H^2} \right] v_1^2 \\
\frac{2LD}{H^3} v_2^2 + \left[\frac{4L}{H^2} v_1 - \frac{4LD}{H^3} v_1 \right] v_2 + \left[\frac{2LD}{H^3} - \frac{4L}{H^2} \right] v_1^2 - S &= 0
\end{aligned}$$

Ponizej przedstawione zostały wzory dla jazdy opóźniającej czyli

dla hamowania :

$$- F_h - W = M \rho \frac{dv}{dt}$$

$$- (F_h + W) = M \rho \frac{dv}{dt}$$

$$F_h(v) = A'_2 v^2 + A'_1 v + A'_0$$

$$W(v) = B_2 v^2 + B_1 v + B_0$$

$$\frac{dv}{dt} = - \frac{1}{M \rho} \left((A'_2 + B_2) v^2 + (A'_1 + B_1) v + (A'_0 + B_0) \right)$$

Podstawiając :

$$A'_2 + B_2 = A'_1$$

$$A'_1 + B_1 = B'_1$$

$$A'_0 + B_0 = C'_1$$

$$\frac{1}{M \rho} = K$$

$$\frac{dv}{dt} = - \frac{1}{M \rho} (A'_1 v^2 + B'_1 v + C'_1)$$

$$\Delta = 4 A'_1 C'_1 - B'^2_1 > 0$$

$$t' = - \frac{2}{K \sqrt{\Delta}} \left(\operatorname{arctg} \frac{2A'_1 v'_2 + B'_1}{\sqrt{\Delta}} - \operatorname{arctg} \frac{2A'_1 v'_1 + B'_1}{\sqrt{\Delta}} \right)$$

$$\Delta = 4 A'_1 C'_1 - B'^2_1 < 0$$

$$t' = - \frac{1}{K \sqrt{-\Delta}} \left(\ln \left| \frac{2A'_1 v'_2 + B'_1 - \sqrt{-\Delta}}{2A'_1 v'_2 + B'_1 + \sqrt{-\Delta}} \right| - \ln \left| \frac{2A'_1 v'_1 + B'_1 - \sqrt{-\Delta}}{2A'_1 v'_1 + B'_1 + \sqrt{-\Delta}} \right| \right)$$

$$\Delta = 0$$

$$t' = \frac{2}{K} \left(\frac{1}{2A'_1 v'_2 + B'_1} - \frac{1}{2A'_1 v'_1 + B'_1} \right)$$

$$\Delta > 0$$

$$S' = - \frac{1}{2A'_1 K} \ln |A'_1 v'^2_2 + B'_1 v'_2 + C'_1| + \frac{1}{2A'_1 K} \ln |A'_1 v'^2_1 + B'_1 v'_1 + C'_1| +$$

$$+ \frac{B'_1}{A'_1 K \sqrt{\Delta}} \operatorname{arctg} \frac{2A'_1 v'_2 + B'_1}{\sqrt{\Delta}} - \frac{B'_1}{A'_1 K \sqrt{\Delta}} \operatorname{arctg} \frac{2A'_1 v'_1 + B'_1}{\sqrt{\Delta}} ;$$

$$\Delta < 0$$

$$S' = - \frac{1}{2A'_1 K} \ln |A'_1 v'^2_2 + B'_1 v'_2 + C'_1| + \frac{1}{2A'_1 K} \ln |A'_1 v'^2_1 + B'_1 v'_1 + C'_1| +$$

$$+ \frac{B'_1}{2A'_1 K \sqrt{-\Delta}} \ln \left| \frac{2A'_1 v'_2 + B'_1 - \sqrt{-\Delta}}{2A'_1 v'_2 + B'_1 + \sqrt{-\Delta}} \right| - \frac{B'_1}{2A'_1 K \sqrt{-\Delta}} \ln \left| \frac{2A'_1 v'_1 + B'_1 - \sqrt{-\Delta}}{2A'_1 v'_1 + B'_1 + \sqrt{-\Delta}} \right| ;$$

$$\Delta = 0$$

$$S = - \frac{1}{A'_1 K} \left(\frac{B'_1}{2A'_1 v'_2 + B'_1} - \frac{B'_1}{2A'_1 v'_1 + B'_1} + \ln(2A'_1 v'_2 + B'_1) - \ln(2A'_1 v'_1 + B'_1) \right)$$

Po rozwinięciu w szereg Taylora dla wzorów określających wartość drogi przebytej od prędkości v'_1 do v'_2 otrzymujemy:

gdym $\Delta < 0$ i $\Delta > 0$

$$-\frac{E'(G' + B'_1 H')}{2F'^2} v_2'^2 - \left(\frac{E'(H' - B'_1)}{F'} - \frac{E'(G' + B'_1 H')}{F'^2} v_1' \right) v_2' + \frac{E'(H' - B'_1)}{F'} v_1' +$$

$$-\frac{E'(G' + B'_1 H')}{2F'^2} v_1'^2 - S' = 0 ;$$

lub

$$-\frac{E'(G' + B'_1 H')}{2F'^2} v_2'^2 + \left(\frac{E'(B'_1 - H')}{F'} + \frac{E'(G' + B'_1 H')}{F'^2} v_1' \right) v_2' - \frac{E'(B'_1 - H')}{F'} v_1' +$$

$$-\frac{E'(G' + B'_1 H')}{2F'^2} v_1'^2 - S' = 0 ;$$

gdym $\Delta = 0$

$$-\frac{2L'D'}{H'^3} v_2'^2 - \left[\frac{4L'}{H'^2} v_1' - \frac{4L'D'}{H'^3} v_1' \right] v_2' - \left[\frac{2L'D'}{H'^3} - \frac{4L'}{H'^2} \right] v_1'^2 - S' = 0$$

gdzie:

$$E' = \frac{1}{2A'_1 K};$$

$$H' = 2A'_1 v_1' + B'_1 ;$$

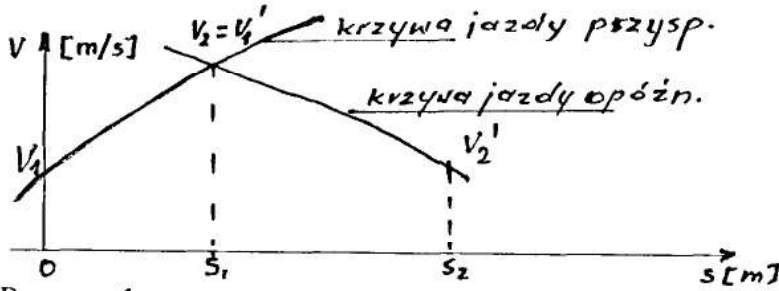
$$F' = A'_1 v_1'^2 + B'_1 v_1' + C'_1 ;$$

$$G' = -2A'_1{}^2 v_1'^2 - 2A'_1 B'_1 v_1' + 2A'_1 C'_1 - B_1'^2 ;$$

$$D' = -2A'_1 v_1' + B'_1$$

$$L' = \frac{A'_1}{K}$$

Wyznaczanie prędkości końcowej dla krzywej jazdy a początkowej dla krzywej hamowania na danej drodze S (wyznaczanie punktu przecięcia krzywych).



Rys nr 1

$$\begin{cases} S = S_1 + S_2 \\ v_2 = v_2' \end{cases}$$

Wyznaczenie prędkości v_2 dla punktu przecięcia krzywej jazdy przyspieszającej i opóźniającej (hamowania), traktowanej jako jazda w kierunku przeciwnym, w przypadku gdy $\Delta < 0$ i $\Delta > 0$ uzyskuje się na podstawie wzoru:

$$\begin{aligned} & \frac{E(G + B_1 H)}{2F^2} v_2^2 + \left(\frac{E(H - B_1)}{F} - \frac{E(G + B_1 H)}{F^2} v_1 \right) v_2 - \frac{E(H - B_1)}{F} v_1 + \\ & + \frac{E(G + B_1 H)}{2F^2} v_1^2 + \frac{E'(G' + B_1' H')}{2F'^2} v_2'^2 + \left(\frac{E'(H' - B_1')}{F'} - \frac{E'(G' + B_1' H')}{F'^2} v_1' \right) v_2' + \\ & - \frac{E'(H' - B_1')}{F'} v_1' + \frac{E'(G' + B_1' H')}{2F'^2} v_1'^2 - S = 0 ; \end{aligned}$$

lub

$$\begin{aligned} & \left[\frac{E(G + B_1 H)}{2F^2} + \frac{E'(G' + B_1' H')}{2F'^2} \right] v_2^2 + \left[\frac{E(H - B_1)}{F} + \frac{E'(H' - B_1')}{F'} + \right. \\ & \left. - \frac{E(G + B_1 H)}{F^2} v_1 - \frac{E'(G' + B_1' H')}{F'^2} v_1' \right] v_2 - \frac{E(H - B_1)}{F} v_1 + \\ & - \frac{E'(H' - B_1')}{F'} v_1' + \frac{E(G + B_1 H)}{2F^2} v_1^2 + \frac{E'(G' + B_1' H')}{2F'^2} v_1'^2 - S = 0 \end{aligned}$$

Wyprowadzenie wzorów na obliczanie energii potrzebnej do ruchu pojazdu trakcyjnego:

jeżeli przyjmiemy, że $v(t) = v_0 + \frac{v_1 - v_0}{t_1 - t_0} t$ i podstawimy do wzoru

na energię to otrzymamy:

$$Q = \int_{t_0}^t F_p(v(t)) v(t) dt$$

$$Q = \int_{t_0}^t (A_2 v^2(t) + A_1 v(t) + A_0) v(t) dt$$

$$Q = \int_{t_0}^t (A_2 v^3(t) + A_1 v^2(t) + A_0 v(t)) dt$$

$$Q = \int_{t_0}^t \left[A_2 \left(v_0 + \frac{v_1 - v_0}{t_1 - t_0} t \right)^3 + A_1 \left(v_0 + \frac{v_1 - v_0}{t_1 - t_0} t \right)^2 + A_0 \left(v_0 + \frac{v_1 - v_0}{t_1 - t_0} t \right) \right] dt$$

$$v_0 + \frac{v_1 - v_0}{t_1 - t_0} t = z$$

$$\frac{v_1 - v_0}{t_1 - t_0} dt = dz$$

$$dt = \frac{t_1 - t_0}{v_1 - v_0} dz$$

$$Q = \int_{v_0 + \frac{v_1 - v_0}{t_1 - t_0} t_0}^{v_0 + \frac{v_1 - v_0}{t_1 - t_0} t_1} (A_2 z^3 + A_1 z^2 + A_0 z) \frac{t_1 - t_0}{v_1 - v_0} dz$$

$$Q = \left[\frac{t_1 - t_0}{v_1 - v_0} \left(\frac{A_2 z^4}{4} + \frac{A_1 z^3}{3} + \frac{A_0 z^2}{2} \right) \right]_{v_0 + \frac{v_1 - v_0}{t_1 - t_0} t_0}^{v_0 + \frac{v_1 - v_0}{t_1 - t_0} t_1}$$

$$Q = \frac{t_1 - t_0}{v_1 - v_0} \left(\frac{A_2}{4} \left(v_0 + \frac{v_1 - v_0}{t_1 - t_0} t_1 \right)^4 - \frac{A_2}{4} \left(v_0 + \frac{v_1 - v_0}{t_1 - t_0} t_0 \right)^4 + \right. \\ \left. + \frac{A_1}{3} \left(v_0 + \frac{v_1 - v_0}{t_1 - t_0} t_1 \right)^3 - \frac{A_1}{3} \left(v_0 + \frac{v_1 - v_0}{t_1 - t_0} t_0 \right)^3 + \right. \\ \left. + \frac{A_0}{2} \left(v_0 + \frac{v_1 - v_0}{t_1 - t_0} t_1 \right)^2 - \frac{A_0}{2} \left(v_0 + \frac{v_1 - v_0}{t_1 - t_0} t_0 \right)^2 \right)$$

jeśli $t_0 = 0$

$$Q = \frac{t_1}{v_1 - v_0} \left(\frac{A_2}{4} v_1^4 - \frac{A_2}{4} v_0^4 + \frac{A_1}{3} v_1^3 - \frac{A_1}{3} v_0^3 + \frac{A_0}{2} v_1^2 - \frac{A_0}{2} v_0^2 \right)$$

$$Q = A_2 (t_1 - t_0) \left[v_0^3 + \frac{3v_0^2}{2} (v_1 - v_0) + v_0 (v_1 - v_0)^2 + \frac{1}{4} (v_1 - v_0)^3 \right] + \\ + A_1 (t_1 - t_0) \left[v_0^2 + v_0 (v_1 - v_0) + \frac{1}{3} (v_1 - v_0)^2 \right] + \\ + A_0 (t_1 - t_0) \left[v_0 + \frac{1}{2} (v_1 - v_0) \right] ;$$

$$Q = (t_1 - t_0) \left\{ A_2 \left[v_0^3 + \frac{3v_0^2}{2}(v_1 - v_0) + v_0(v_1 - v_0)^2 + \frac{1}{4}(v_1 - v_0)^3 \right] + \right. \\ \left. + A_1 \left[v_0^2 + v_0(v_1 - v_0) + \frac{1}{3}(v_1 - v_0)^2 \right] + A_0 \left[v_0 + \frac{1}{2}(v_1 - v_0) \right] \right\}$$

LITERATURA

- [1] B. BARTNICKA-RAJKOWSKA, K. CHWESIUK, H. DYBEL-JARZĄBEK, J. MALIK, J. SOKOŁOWSKI: Metoda eksperymentalnego projektowania linii kolejowych dla warszawskiego węzła kolejowego. IBS PAN, Warszawa 1979.
- [2] F. T. BARWELL: Automatyka i sterowanie w transporcie. Warszawa: WKiŁ 1978.
- [3] W. BOROWIAK, A. KLUCZYŃSKI: Symulacja jazdy pociągu po ustalonej trasie - program obliczeń trakcyjnych. Automatyka kolejowa. Nr 10/1979.
- [4] W. BOGDAŃSKI, J. KWAŚNIKOWSKI: Energooszczędne programowane prowadzenie pociągów dalekobieżnych PKP . Trakcja i wagony. Nr 7/1986.
- [5] W. BOGDAŃSKI: Zasady energooszczędnego prowadzenia pociągów. Trakcja i wagony. Nr 8/1986.
- [6] W. BOGDAŃSKI: Zmniejszenie energochłonności transportu kolejowego. Prace COBiRTK. Zeszyt 91/92. Warszawa 1986.
- [7] E. BRETTMAN: Einsatz der EDV zur Herstellung von Fahrplanen. ETR Nr 6/1974.
- [8] A. CHWIEDUK, T. DYR: Projektowanie ruchu pociągów. Skrypt WSI. Radom Nr 19/1992.
- [9] M. ĆWIKLIŃSKI: Optymalne sterowanie elektrycznymi pojazdami trakcyjnymi ze względu na minimum zużytej energii. Pojazdy szynowe. Nr 4/1979.
- [10] T. DĄBROWSKI: Sieci i podstacje trakcyjne. WKiŁ Warszawa 1986.
- [11] M. DOBROWOLSKI: Możliwości energooszczędnego prowadzenia ruchu jednostki elektrycznej przy zastosowaniu mikroprocesorów. Prace III Ogólnopolskiej Konferencji Naukowo- Technicznej "Elektrotechnika, Elektronika, i Automatyka w Transporcie Szynowym SEMIRAK 86" Kraków - Janowice 24 -26 września 1986 r.
- [12] M. DOBROWOLSKI: Sterowanie mikroprocesorowe elektrycznego zespołu trakcyjnego. Trakcja i wagony. Nr 3/88.
- [13] H. DYBEL-JARZĄBEK: Wielopoziomowy algorytm identyfikacji odcinka linii kolejowej. IBS PAN Warszawa 1978.

- [14] J.DZIKOWSKI, K.KRUCINSKI: Zasilanie trakcji elektrycznej.
Politechnika Łódzka 1960. Skrypt.
- [15] G.W.EVANS, II G.F.WALLACE, G.L.SUTHERLAND: Symulacja na maszynach cyfrowych.
WNT, Warszawa 1973.
- [16] J.FIJAŁKOWSKI, W.KOWALEWSKI: Charakterystyki normalnotorowych pojazdów trakcyjnych.
Warszawa :WKiŁ. 1970.
- [17] J.FIJAŁKOWSKI, J.MISIAK: Obliczanie czasu przejazdu pociągu.
Prace Instytutu Transportu. Zeszyt 23.
Wydawnictwa Politechniki Warszawskiej, Warszawa 1984.
- [18] W.FINDEISEN, J.SZYMANOWSKI, A.WIERZBICKI: Teoria i metody obliczeniowe optymalizacji.
Warszawa: PWN 1977.
- [19] G.S.FISHMAN: Symulacja komputerowa ,pojęcia i metody.
Warszawa: PWE 1981.
- [20] B.GAJDA: Zarys techniki ruchu kolejowego.
Warszawa: WKiŁ 1972.
- [21] I.P.GAST, D.BLUM: Modulnaja mikroprocessornaja sistema upravlienja dlja podwiznowo sostawa.
Verkehr und Technik, Nr2 1984.
- [22] L.G.GRANT: Simulation techniques for training railway drives.
Gec. Rev. Vol.1. Nr 2/ 1985.
- [23] J.GRUSZCZYŃSKI: Eksploatacja pojazdów trakcyjnych.
Warszawa: WKiŁ 1977.
- [24] H.GLUCK, G.GRUBER: Die Berechnung der Fahrzeit und der Verbrauchswerte von Schienentriebfahrzeugen bei Zugfahrten auf der Grossrechenanlage. / Zugfahrtrechnung/.
Glas. Ann. 90 Nr 12/1966 i Glas. Ann. 91 Nr 1/1967.
- [25] Z.GINALSKI: Optymalizacja kosztów energii elektrycznej - koszty nierytmicznej jazdy.
Automatyka kolejowa. Nr 7/1986.
- [26] Y.HIDA, M.OHKAWA: Timetable Preperation System with Manmachine Interaction.
Quartely Rep. Vol 16 Nr 4/1975.
- [27] K.ICHIKAWA: Application of Optimization Theory for Bounded State Variable Problems to the Operation of Train.

- Tokyo University. Vol.11 Nr 47/68.
- [28] E. IGNASIAK: Programowanie sieciowe.
Warszawa: PWE 1975.
- [29] E. IGNASIAK: Teoria grafów i planowanie sieciowe.
Warszawa: PWE 1982.
- [30] S. JASUKAWA: Bortowaja energosbieriegajuszczaja sistemi
uprawlenija dwiżeniem pojezdow dlja linii Sinkansen.
Żeleznyje dorogi mira. Moskwa. Nr 9/1989.
- [31] W.P. JANOW, A.G. WOLWICZ: Awtomatizacja uprawlenija elektrowoza
na bazje mikroprociessornoj tiechniki.
UDK 621.335.2/3.65.011.56.
- [32] Cz. JAWORSKI: Teoria trakcji elektrycznej.
Warszawa: WK 1956.
- [33] J. KACPRZAK: Model matematyczny optymalnego systemu
sterowania pojazdem trakcyjnym.
Materiały na drugą Konferencję Naukową: Optymalizacja
środków technicznych, organizacyjnych i ekonomicznych
w transporcie.
Instytut Transportu Politechniki Warszawskiej, W - wa 1978.
- [34] J. KACPRZAK: Optymalizacja parametrów jazdy elektrycznych
pojazdów trakcyjnych.
Warszawa: Wydawnictwa Politechniki Warszawskiej 1982.
- [35] J. KACPRZAK: Automatyka i sterowanie elektrycznych pojazdów
trakcyjnych.
Warszawa: WKiŁ. 1981.
- [36] G. KIEDROWICZ: Modelowanie sieci transportowych.
Zagadnienia Transportu Nr 3/4 1979.
- [37] A.N. KISJELJEW, W.A. MANIEWICZ: O minimalnom rasstojanii mieżdu
pasażirskimi pojezdami pri koordinatnoj sistiemie dwiżenja.
UDK 656.224:656.222.
- [38] M. KOSEMUND: Zur Simulation eines prozessrechnergesteuerten
Zugbetriebes.
Zschr. d. Hoch. fur Verkehrswesen "Friedrich List" in
Dresden 18/1971 H. 4.
- [39] M. KOUNTY: The Merlin-Randell Problem of Train Journes.
Acta Informatica 23, 429-463 /1986/.
- [40] K. KOŻUCHOWSKI, L. NOWOSIELSKI: Organizacja ruchu kolejowego.
Warszawa: WKiŁ. 1980.

- [41] B.KORZAN: Elementy teorii grafów i sieci.
Warszawa: WNT 1978.
- [42] J.KULIKOWSKI: Zarys teorii grafów.
Warszawa: PWN 1986.
- [43] J.KWAŚNIKOWSKI: O badaniach symulacyjnych procesu ruchu pociągu.
Pojazdy szynowe.Nr 3/1980.
- [44] W. KOWALCZYK i współautorzy: Metody ciągłych obliczeń trakcyjnych i ustalenia ciężarów pociągów. Prace COBiRTK. Temat: 3096/19. Warszawa 1987.
- [45] Y.KIMURA, S.KOGA: A Train Running Curve of the Minimum Energy.
Quartely Reports. Vol.26 Nr 1/1985.
- [46] D.LANCIEN, M.FONTAINE: Calcul de marches de trains economisant. L energie de traction. Le programme MARECO.
Revue generale des chemins de fer. Novembre 1981-100 Annee.
- [47] J.LESICKI: Stochastyczny model cyfrowy procesu hamowania pociągu w warunkach losowych.
Prace III Ogólnopolskiej Konferencji Naukowo- Technicznej "Elektrotechnika, Elektronika, i Automatyka w Transporcie Szynowym SEMTRAK 86" Kraków - Janowice 24 -26 września 1986.
- [48] A.MOSTOWSKI, M.STARK: Elementy algebry wyższej.
Warszawa:PWN 1974.
- [49] J.MISIAK, A.WOLFENBURG: Modelowanie symulacyjne ruchu pociągu na odcinku linii kolejowej.
Konferencja szkoleniowa "Badania operacyjne w transporcie".
Jabłonna 3 - 7.05.1982.
- [50] J.MISIAK, A.SZYMANEK: Rozwiązanie równania ruchu pociągu z wykorzystaniem aproksymacji charakterystyk trakcyjnych wielomianem trzeciego stopnia.
Materiały IV Konferencji Naukowej pt."Nauka i praktyka w transporcie", t.6, Warszawa 1985.
- [51] J.MISIAK: Metoda wyznaczania przejazdów teoretycznych dla jednorodnego strumienia pociągów.
Materiały IV Konferencji Naukowej "Elektrotechnika, Elektronika i Automatyka w Transporcie Szynowym" SEMTRAK'88, Kraków-Zakopane 1988.
- [52] J.MISIAK, M. REDKIEWICZ: Wpływ masy pociągu na czas przejazdu

- i zużycie energii. Materiały V Konferencji Naukowej SEMTRAK'92, Monografia 137, Kraków 1992.
- [53] H.MACISZEWSKI, J.PAWLUS, S.SUMIŃSKI: Lokomotywy elektryczne serii EU-06 i EU-07.
Warszawa: WKiŁ 1974.
- [54] L.MIERZEJEWSKI :Symulacyjne badania jednostkowego zużycia energii elektrycznych pojazdów trakcyjnych.
Prace III Ogólnopolskiej Konferencji Naukowo - Technicznej "Elektrotechnika, Elektronika, i Automatyka w Transporcie Szynowym SEMTRAK 86" Kraków - Janowice 24 -26 września 1986.
- [55] L. MIERZEJEWSKI, A. SZELĄG, M. GAŁUSZEWSKI: System zasilania trakcji elektrycznej prądu stałego. Wydawnictwa Politechniki Warszawskiej. Warszawa 1989.
- [56] O. A. NIEKRASOW, S. A. ROMANOW: Tjagowo-ekspluatacionnyje paramietry elektrowozow.
Techniczeskije sriedstwa. 629.428.1.004.68.
- [57] L. NOWOSIELSKI: Automatyczne regulowanie ruchu pociągów na odcinku linii lub w rejonie sieci kolejowej. Problemy Kolejnictwa. Zeszyt 56/1972.
- [58] J.PODOSKI, J.KACPRZAK, J.MYSŁEK: Zasady trakcji elektrycznej.
Warszawa: WKiŁ 1980.
- [59] PRACA COBiRTK NR 3002/17: Badanie nad ustaleniem środków zaoszczędzenia energii w trakcji elektrycznej. Warszawa 1971.
- [60] PRACA ZBIOROWA: System realizacji teoretycznych przejazdów trakcyjnych. Zeszyt 1 COBiRTK. Warszawa 1973.
- [61] M.PESCHEL, C.RIEDEL: Metody podejmowania decyzji kompromisowych w zagadnieniach inżynieryjno-technicznych.
Warszawa: WNT 1979.
- [62] Przepisy E1. Warszawa: WKiŁ 1975.
- [63] Przepisy R1. MK, Warszawa 1970.
- [64] S.PRZEREMBEL: Model teoretyczny szacowania zużycia energii dla szlakowych ograniczeń prędkości pociągu.
Trakcja i wagony. Nr1/83.
- [65] M.Redkiewicz: Praca magisterska. WSI Radom 1990.
- [66] M. RUDOWSKI: System obliczeń trakcyjnych SOT i możliwości jego wykorzystania. Komunikat na Ogólnopolskim seminarium naukowym nt. "Modelowanie procesów przewozowych i ładunkowych w transporcie" . Zakopane 3,4 grudzień 1992.

- [67] M. RUDOWSKI i współautorzy: Rozwój i eksploatacja Systemu Obliczeń Trakcyjnych. Prace COB i RTK . Temat 3103/19. Warszawa luty 1989.
- [68] M. RUDOWSKI i współautorzy: Opracowanie programu symulacji jazdy pociągu na sprzęt komputerowy dostępny w COBiRTK. Temat nr 3095/19 . Warszawa 1987.
- [69] M. RUDOWSKI: Ocena wpływu zatrzymań pociągu oraz ograniczeń prędkości na czas przejazdu i zużycie energii pociągów pasażerskich na podstawie symulacji komputerowej. Prace COBiRTK. Zeszyt 97. Warszawa 1987.
- [70] R. RUTA, A. MAZURKIEWICZ: Modelowanie symulacyjne systemów eksploatacji. Międzyresortowe Centrum Naukowe Eksploatacji Majątku Trwałego. Radom 1991.
- [71] H. SOBOLEWSKI: Problematyka i podstawowe pojęcia mechaniki ruchu pojazdów szynowych i zasady nowej metody analizy właściwości trakcji elektrycznej. Pojazdy szynowe Nr 4/1980.
- [72] J. SOKOŁOWSKI: Obiektowy system transportowy i jego składowe. Zagadnienia Transportu Nr 1/2 1979.
- [73] J. SOKOŁOWSKI: Modelowanie pracy ruchowej w węzłach sieci transportowej. PWN Oddział w Łodzi, Warszawa 1979.
- [74] P. H. STARKE: Sieci Petri. PWN, Warszawa 1987.
- [75] A. SZELĄG: Symulacyjne obliczenia strat energii w sieci trakcyjnej. Prace III Ogólnopolskiej Konferencji Naukowo-Technicznej "Elektrotechnika, Elektronika, i Automatyka w Transporcie Szynowym SEMTRAK 86" Kraków - Janowice 24-26 września 1986.
- [76] K. STĘPIEŃ, M. RUDOWSKI, W. KOWALCZYK, L. RADOMSKI: Analiza możliwości trakcyjnych lokomotywy uniwersalnej dużej mocy na wybranych reprezentatywnych liniach PKP w zakresie prędkości do 200 km/h. Prace CNTK. Zadanie 1735.03/21. Warszawa 1991.
- [77] A. SZEWCZYK: Czasooptymalne sterowanie szynowym pojazdem trakcyjnym z uwzględnieniem nieliniowej charakterystyki oporów ruchu. Prace III Ogólnopolskiej Konferencji Naukowo-Technicznej "Elektrotechnika, Elektronika, i Automatyka w Transporcie Szynowym SEMTRAK 86" Kraków - Janowice 24-26 września 1986.
- [78] SPRAWOZDANIA Z PRACY ZLECONEJ: Wykorzystanie współczesnych metod numerycznych i symulacyjnych do obliczeń trakcyjnych.

- CPBP Nr 19.02.05.03 w latach 1986-1990.
- [79] SPRAWOZDANIE Z PRACY ZLECONEJ: Określenie procesu badań umożliwiających analizę procesów ruchowych zachodzących w OST. CPBP NR 02.19.02.01 Warszawa 1988.
- [80] K.TAKAHARA,K.MIYAMOTO: Survey Automation and Management Improvement of Profile and Alignment for the Shinkansen Track. Japanese Railway Engineering. Vol.24 Nr 1/1984.
- [81] T.WAŻYŃSKI: Sterowanie ruchem kolejowym. WKiŁ Warszawa 1970.
- [82] G.M.WEINBERG: Myślenie systemowe. WNT, Warszawa 1979.
- [83] J.WINKOWSKI: Programowanie symulacji procesów. WNT Warszawa 1974.
- [84] K.WINCENCIK, B.KANIA: Analiza strat energii elektrycznej związanych z nieplanowanym zmniejszeniem prędkości zatrzymaniami pociągów towarowych. Eksploatacja kolei. Nr 10/85.
- [85] M.Wnuk: Matematyczny model lokomotywy elektrycznej. Prace Politechniki Warszawskiej. Zeszyt 29/1990.
- [86] W.WYRZYKOWSKI: Ruch kolejowy. Warszawa: WKiŁ 1967.
- [87] B.P.ZEIGLER: Teoria modelowania i symulacji. Warszawa: PWN 1984.
- [88] Vehicle Track Systems Newsletter. Railway Age. Nr 7/ 1989.



Z A Ł A C Z N I K N R 1

Spis treści.



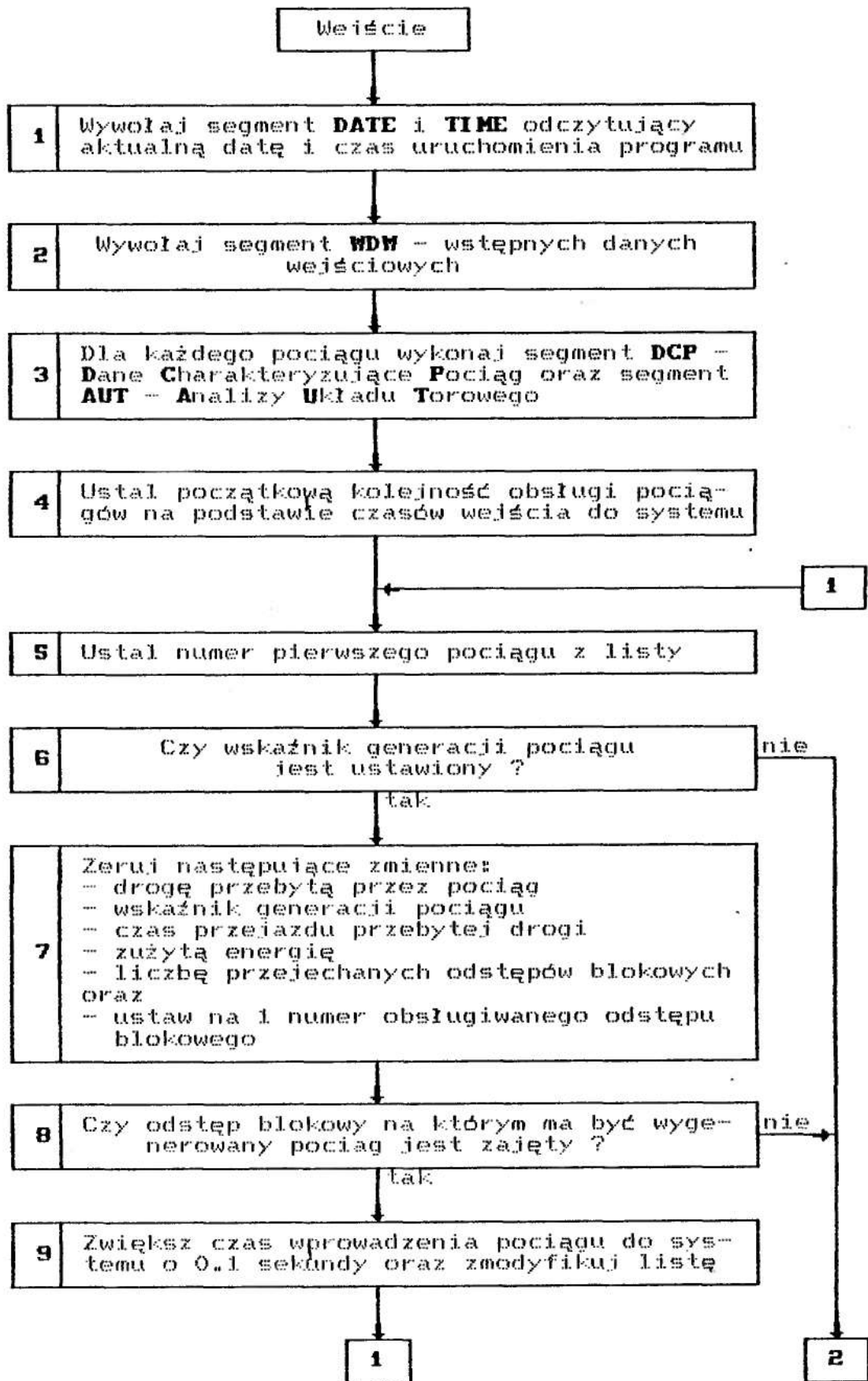
Jmf.

str.

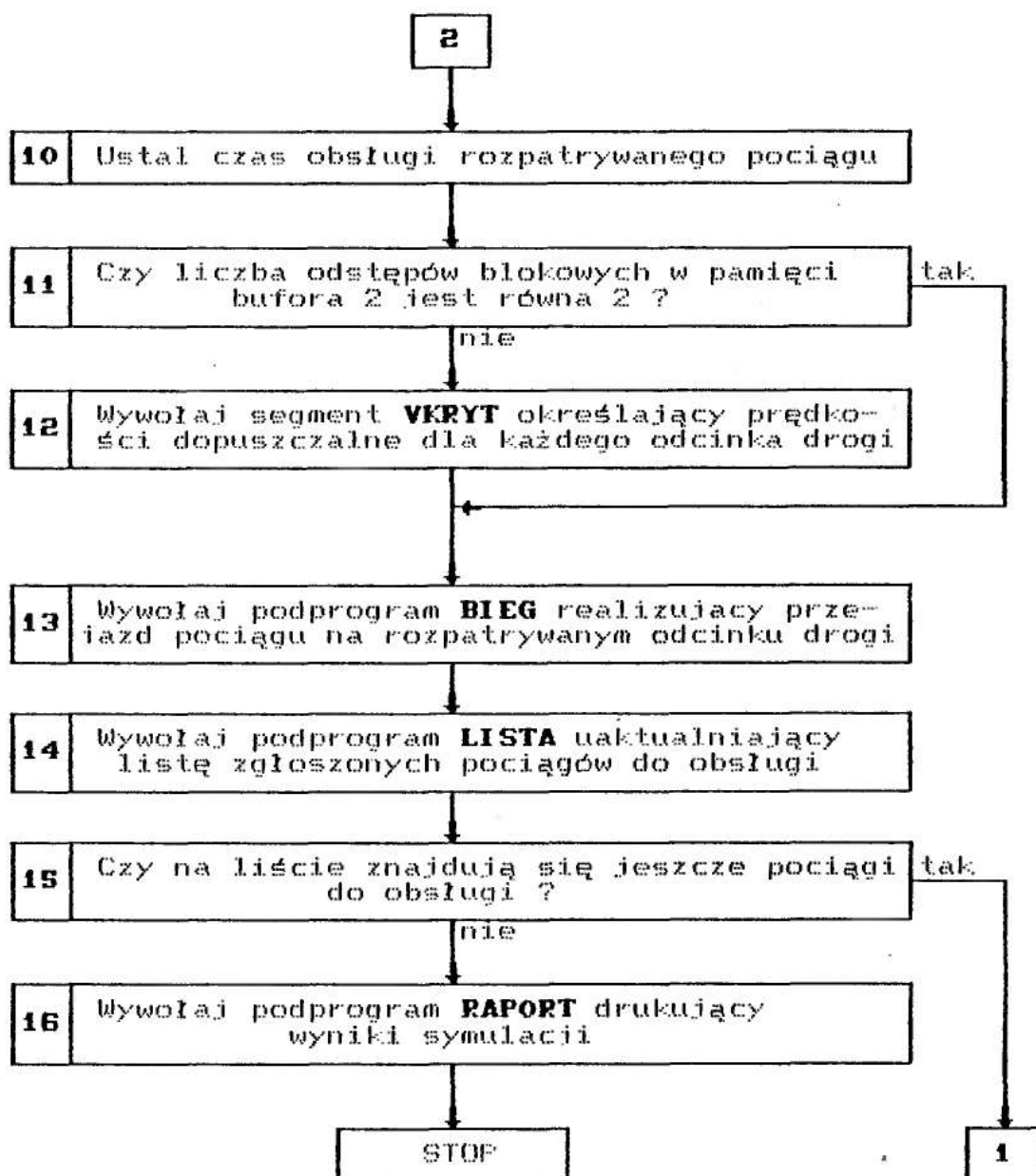
1.0.	Schemat blokowy programu zarządzającego SRP.....	1
1.1.	Schemat blokowy segmentu WDW.....	3
1.2.	Schemat blokowy segmentu DCP.....	6
1.3.	Schemat blokowy segmentu AUT.....	9
1.4.	Schemat blokowy segmentu READD.....	23
1.5.	Schemat blokowy segmentu HAMOWANIE.....	27
1.6.	Schemat blokowy segmentu ENERGIA.....	29
1.7.	Schemat blokowy segmentu DXV1V2.....	30
1.8.	Schemat blokowy segmentu WYBWSP.....	31
1.9.	Schemat blokowy segmentu WYBIEG.....	33
1.10.	Schemat blokowy segmentu VKP.....	36
1.11.	Schemat blokowy segmentu PRZECJH.....	37
1.12.	Schemat blokowy segmentu HAMWSP.....	40
1.13.	Schemat blokowy segmentu JWPRZEC.....	42
1.14.	Schemat blokowy segmentu PRZECWH.....	45
1.15.	Schemat blokowy segmentu CHARP.....	48
1.16.	Schemat blokowy segmentu CHARH.....	49
1.17.	Schemat blokowy segmentu JAZDA.....	50
1.18.	Schemat blokowy segmentu VKRYT.....	60
1.19.	Schemat blokowy segmentu BIEG.....	81
1.20.	Schemat blokowy segmentu LISTA.....	103
1.21.	Schemat blokowy segmentu SYGNAL.....	105
1.22.	Schemat blokowy segmentu RAPORT.....	109

D-176/94-26

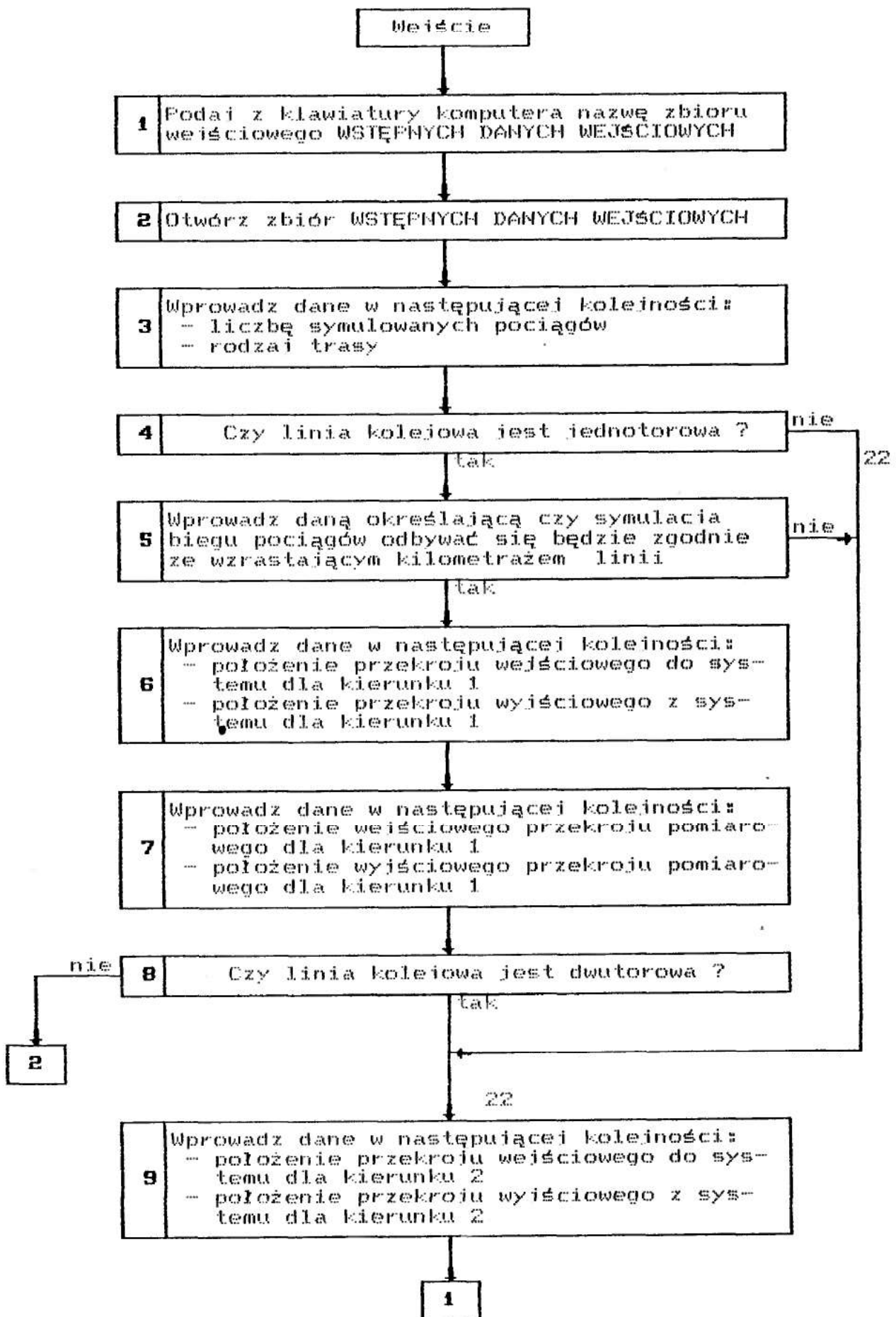
1. 0. Schemat blokowy programu zarządzającego SRP.



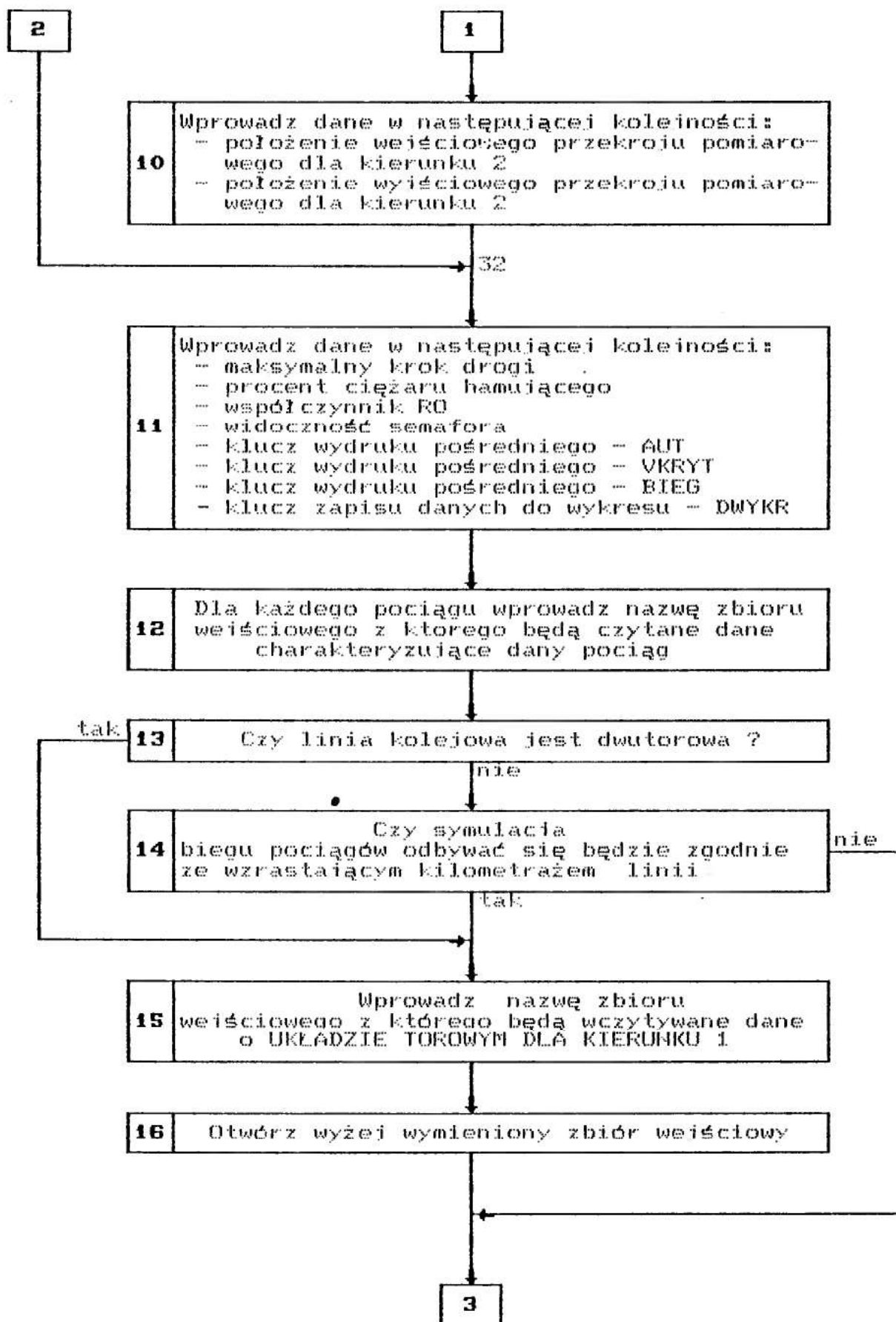
1.0. Schemat blokowy programu zarządzającego SRP - c.d..



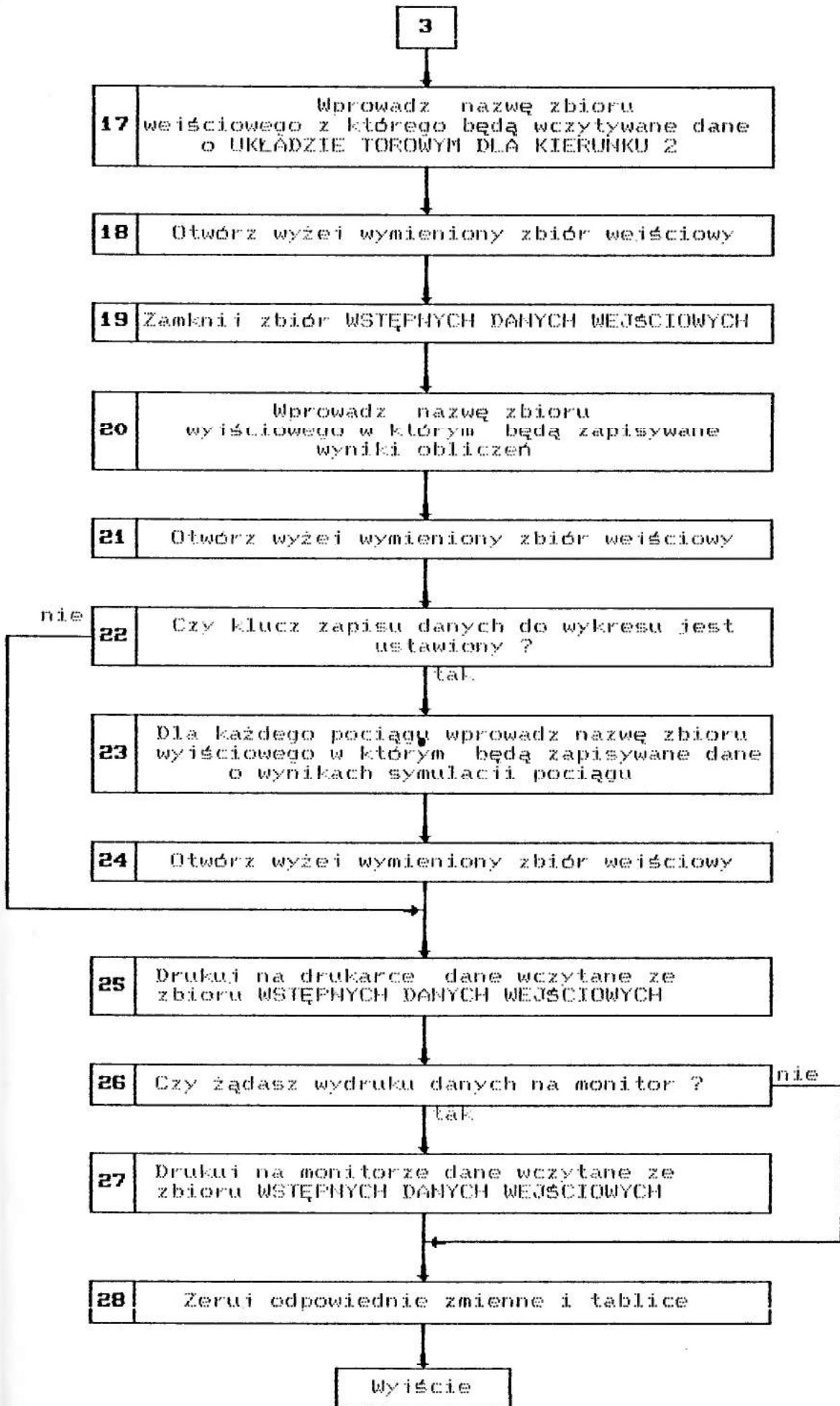
1.1. Schemat blokowy segmentu WDW.



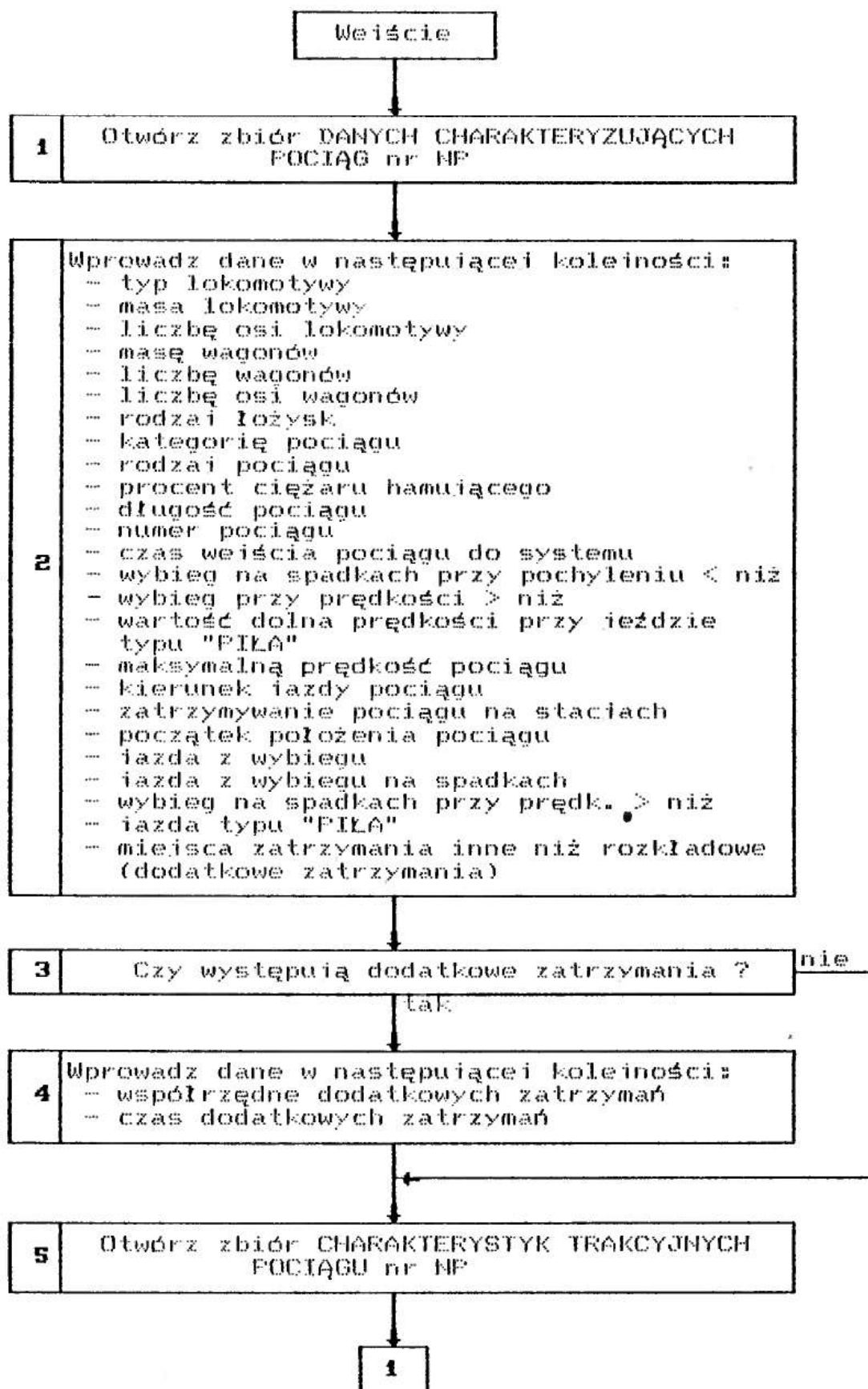
1.1. Schemat blokowy segmentu WDW - c. d. .



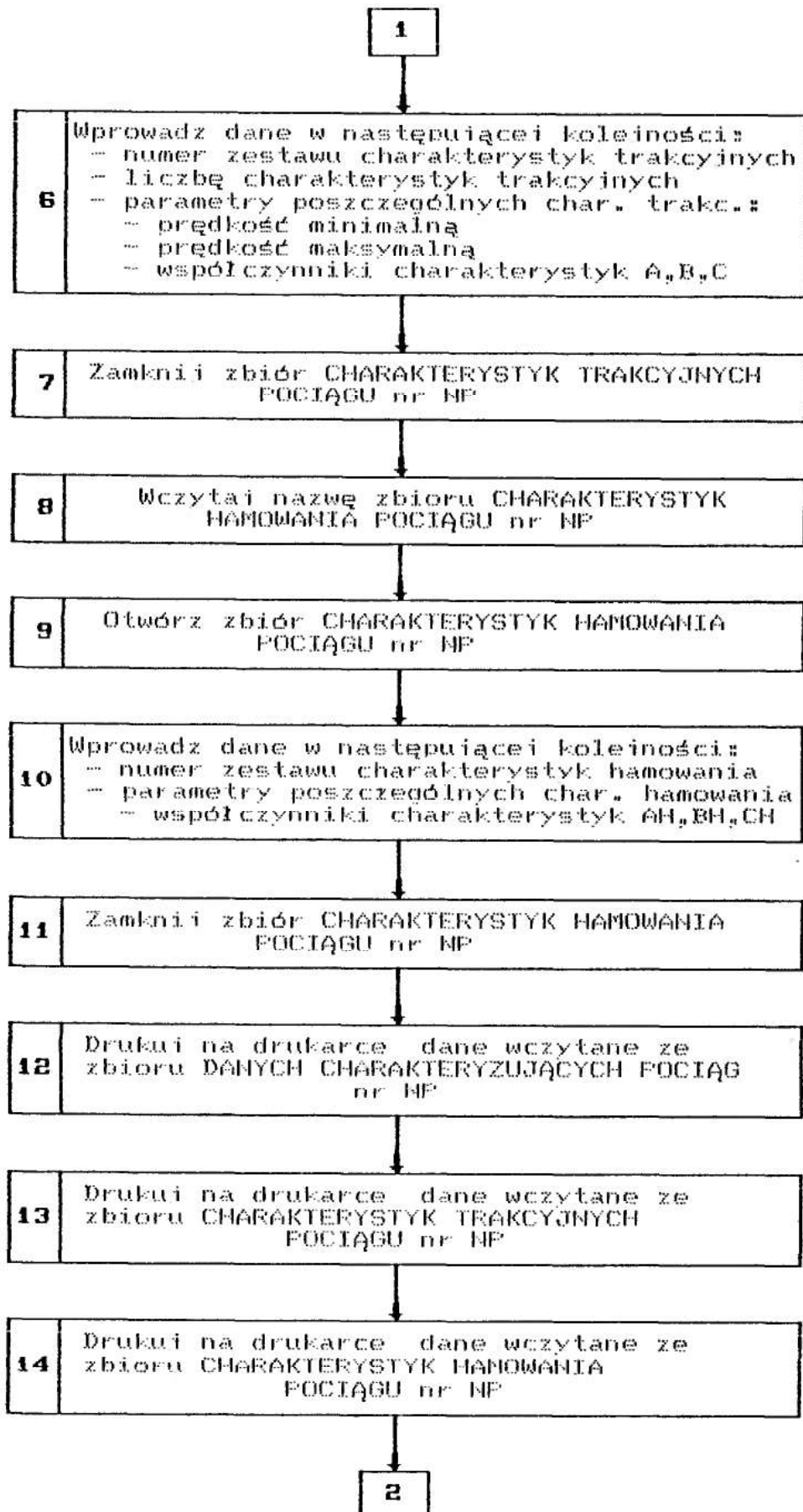
1.1. Schemat blokowy segmentu WDW - c.d..



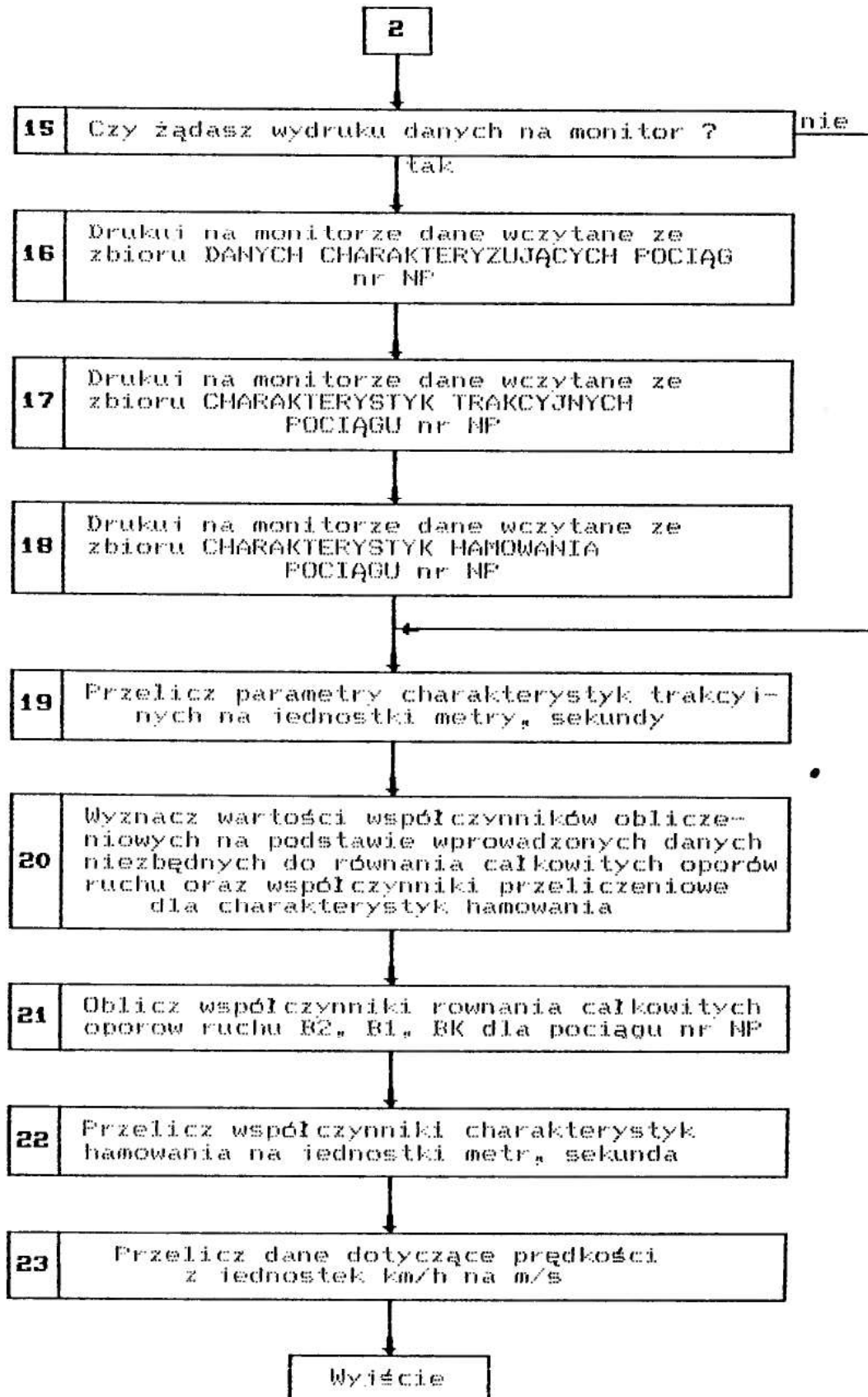
1.2. Schemat blokowy segmentu DCP.



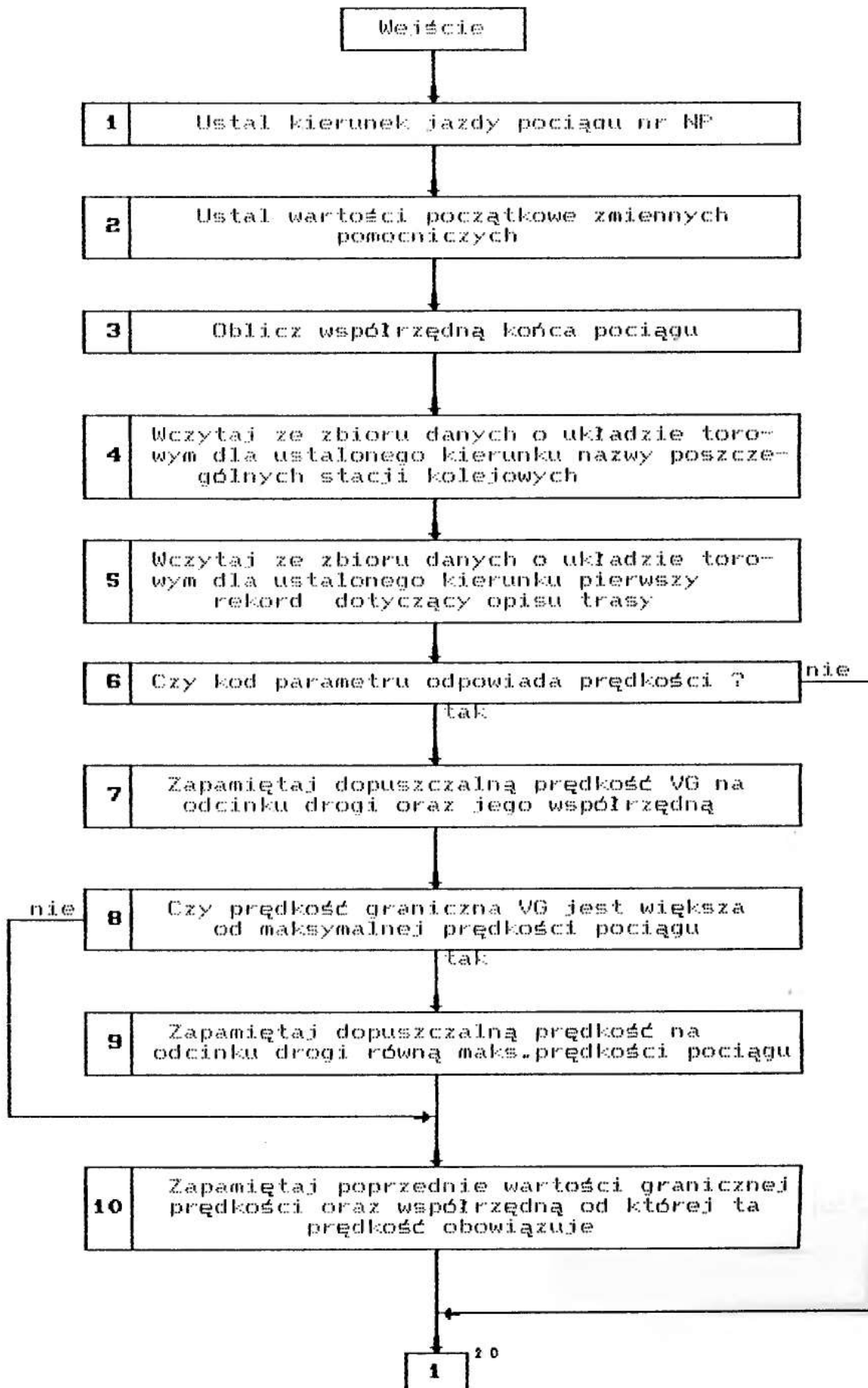
1.2. Schemat blokowy segmentu DCP - c. d. .



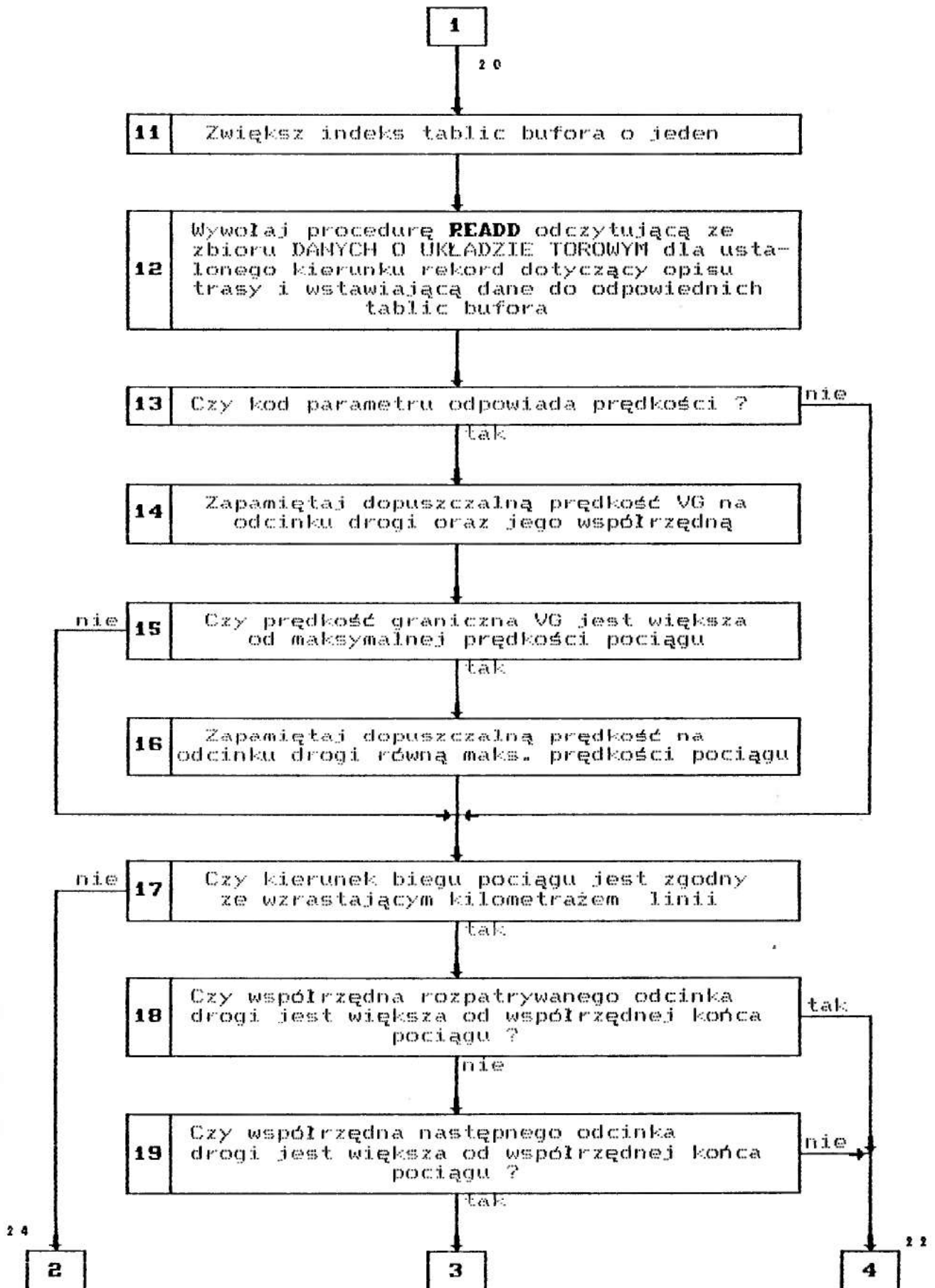
1.2. Schemat blokowy segmentu DCP - c. d. .



1.3. Schemat blokowy segmentu AUT.

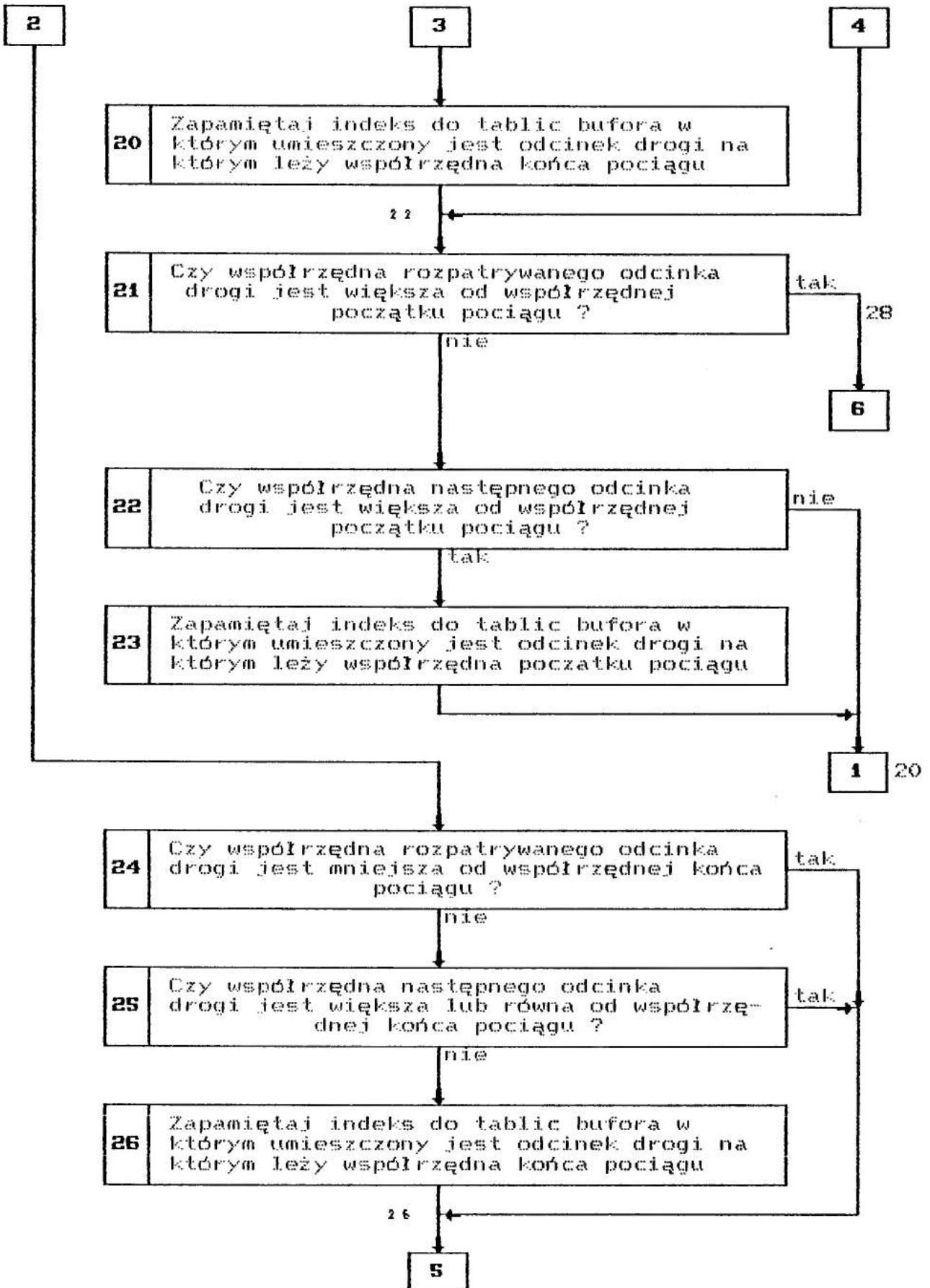


1.3. Schemat blokowy segmentu AUT - c. d. .

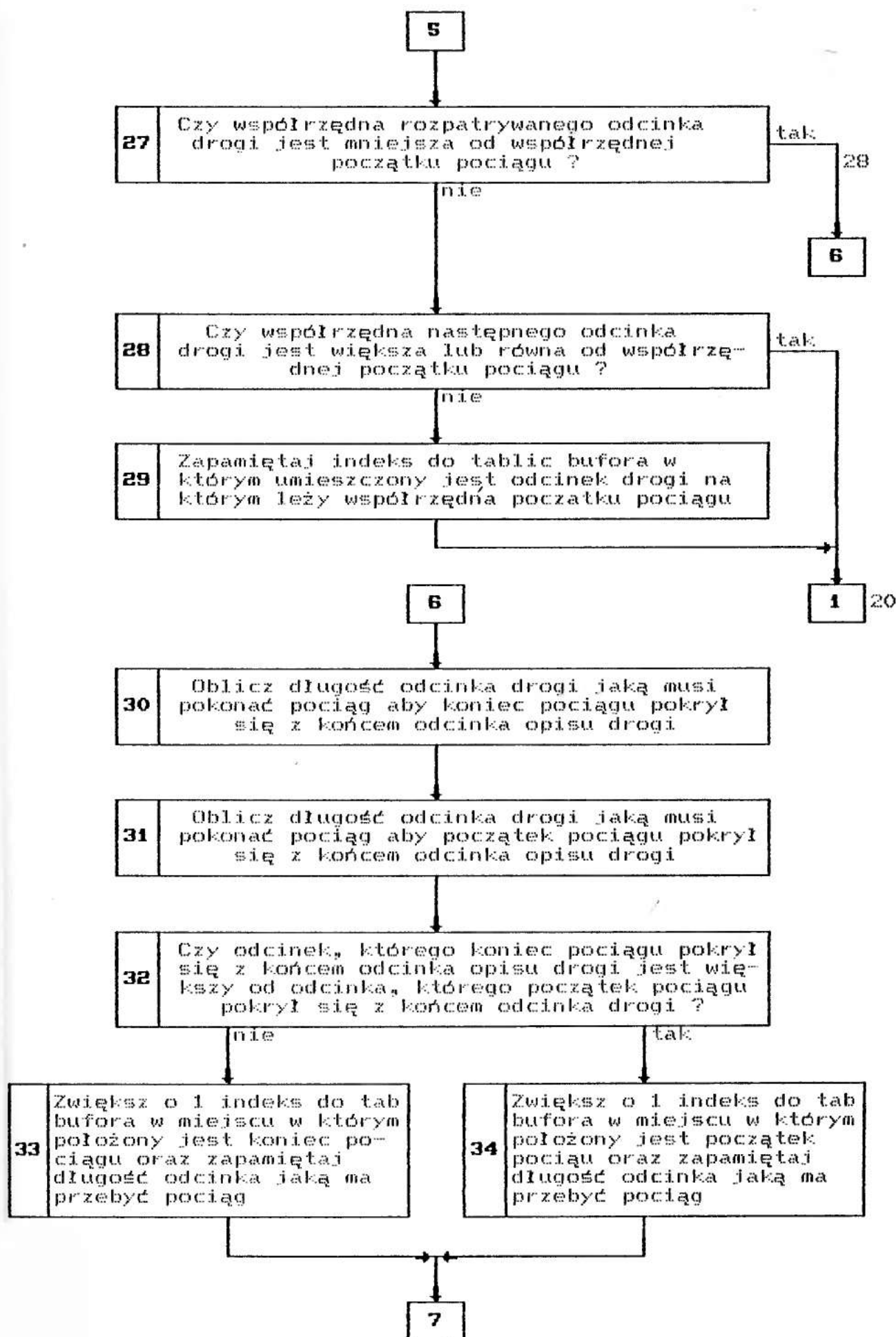


1.3. Schemat blokowy segmentu AUT - c. d. .

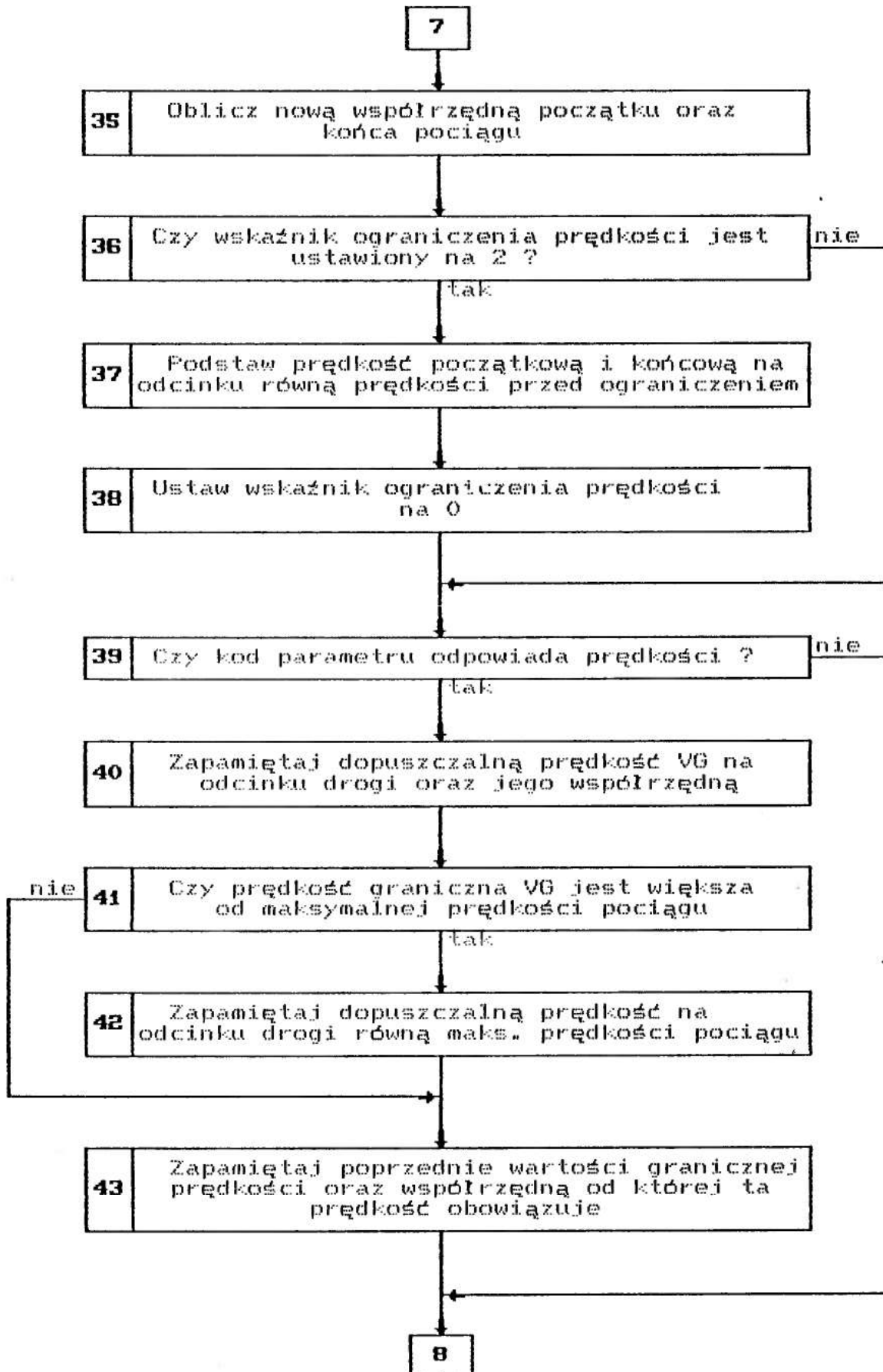
24



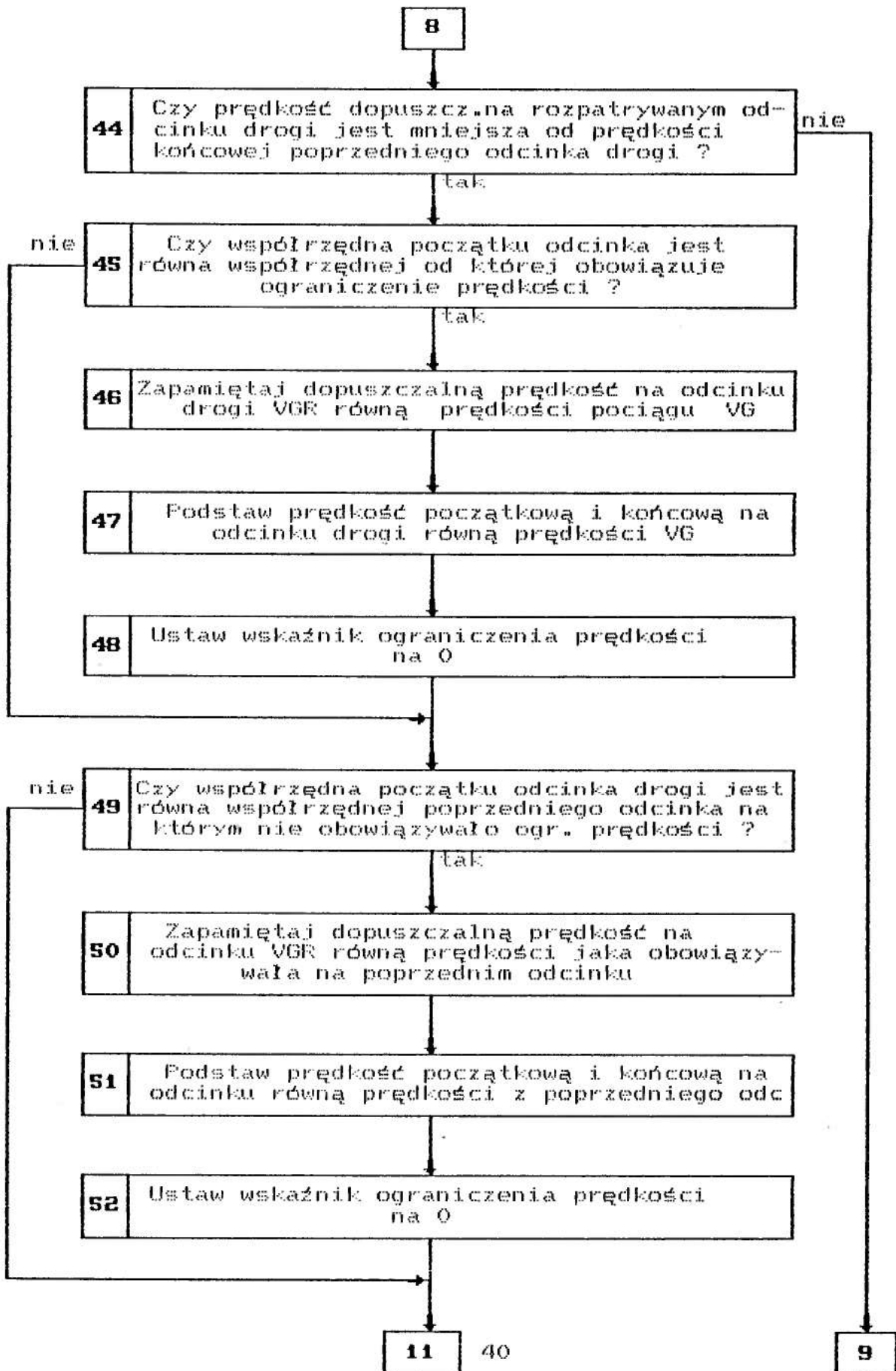
1.3. Schemat blokowy segmentu AUT - c. d. .



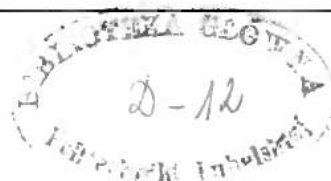
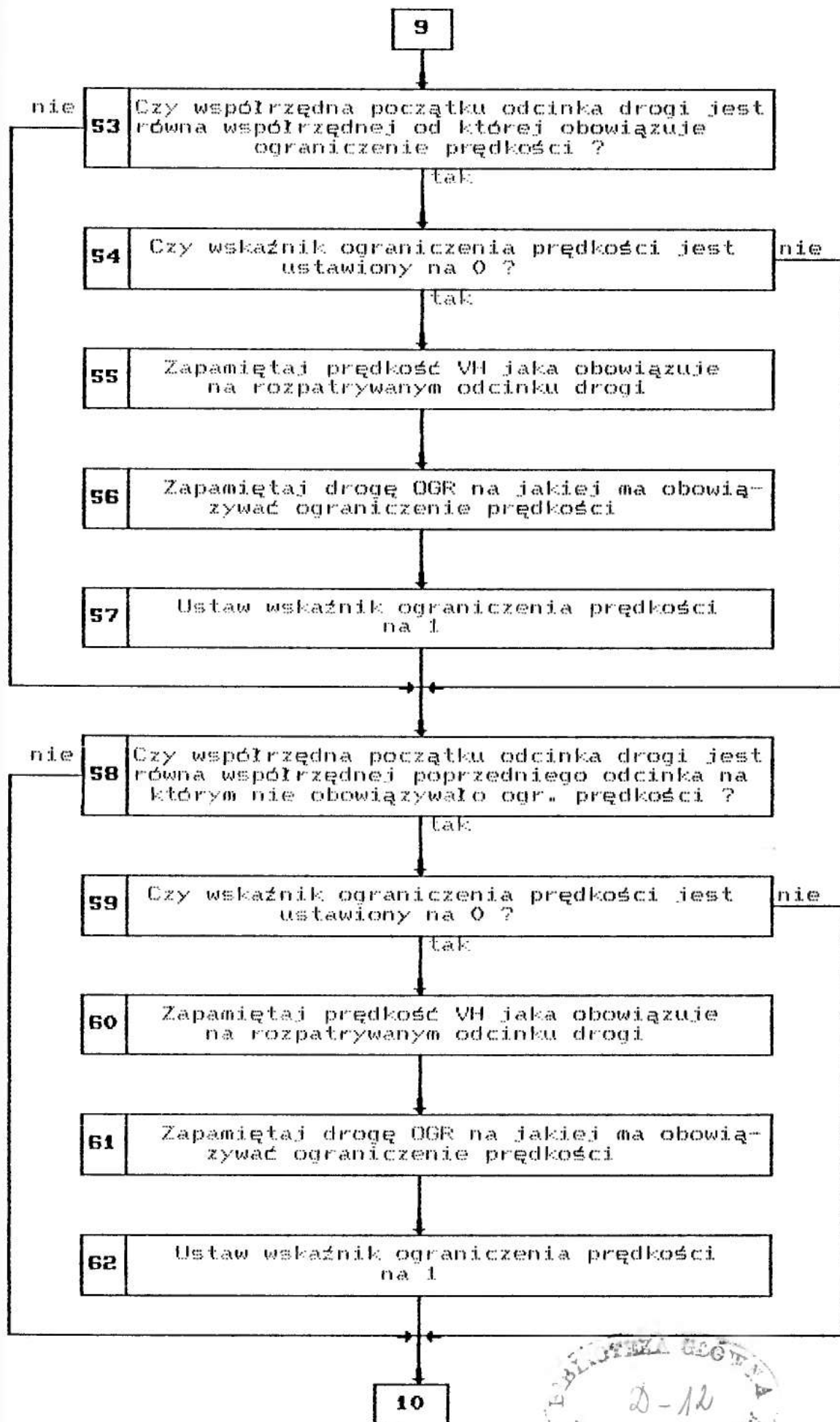
1.3. Schemat blokowy segmentu AUT - c. d. .



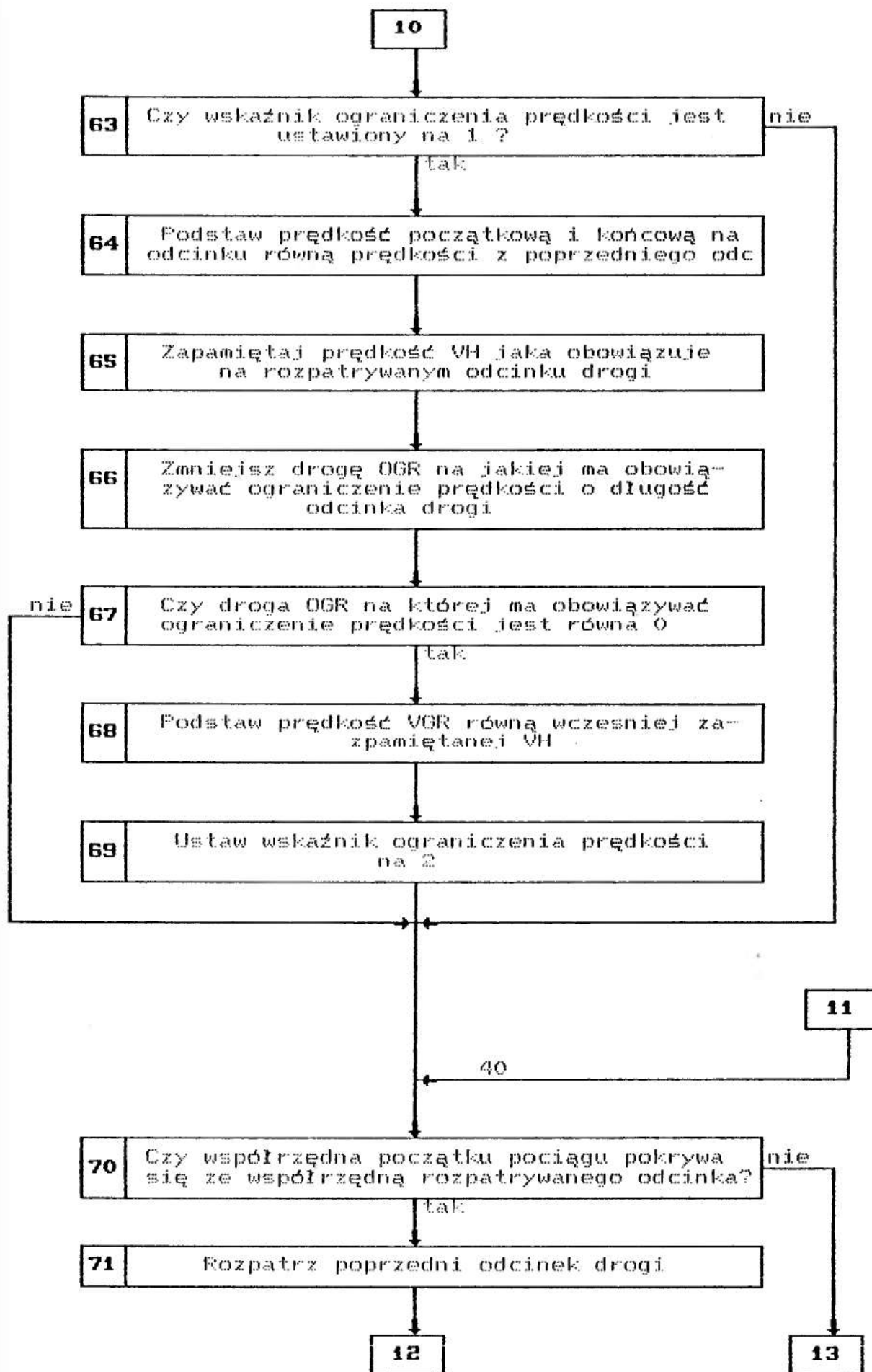
1.3. Schemat blokowy segmentu AUT - c. d. .



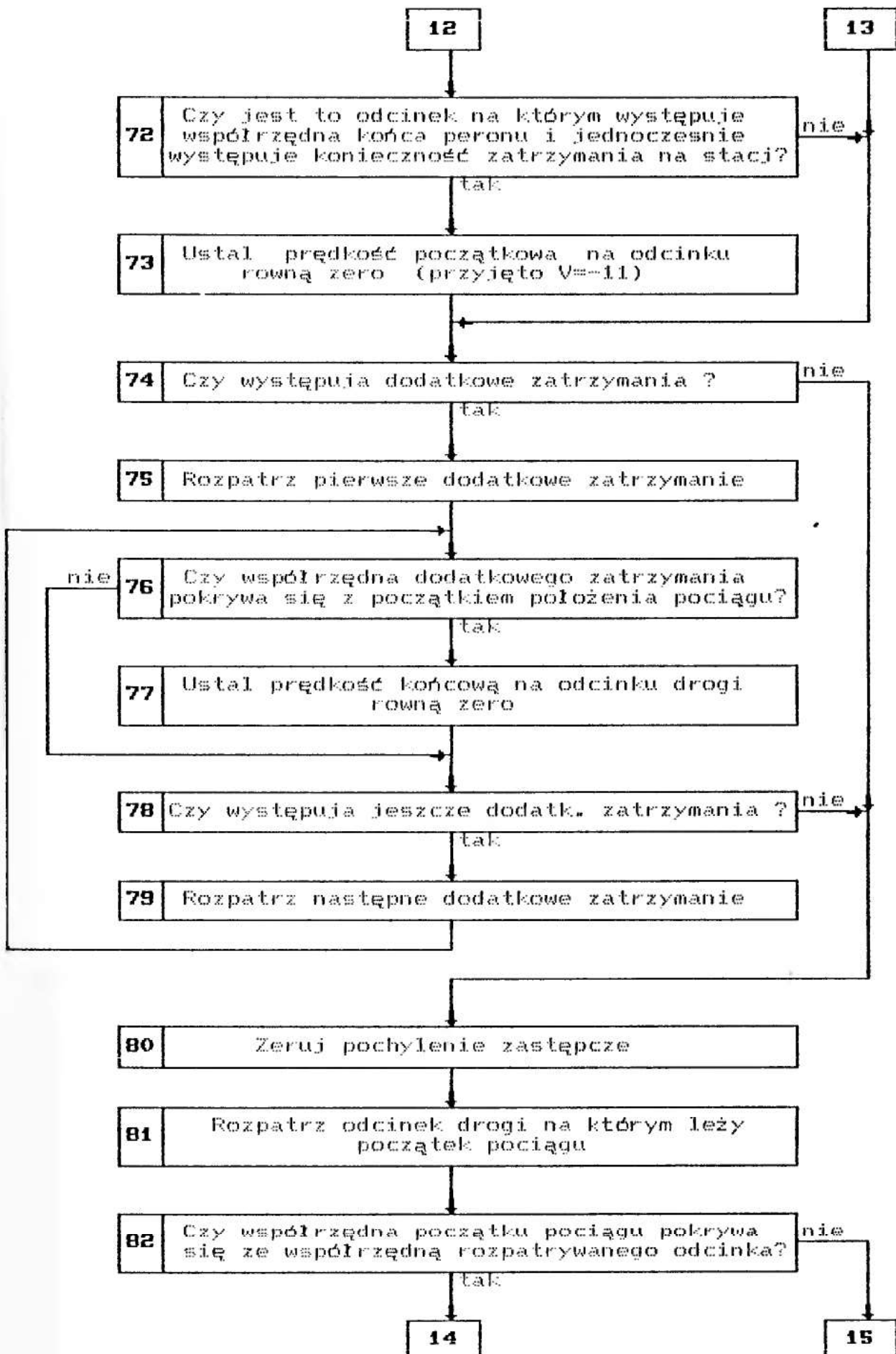
1.3. Schemat blokowy segmentu AUT - c. d. .



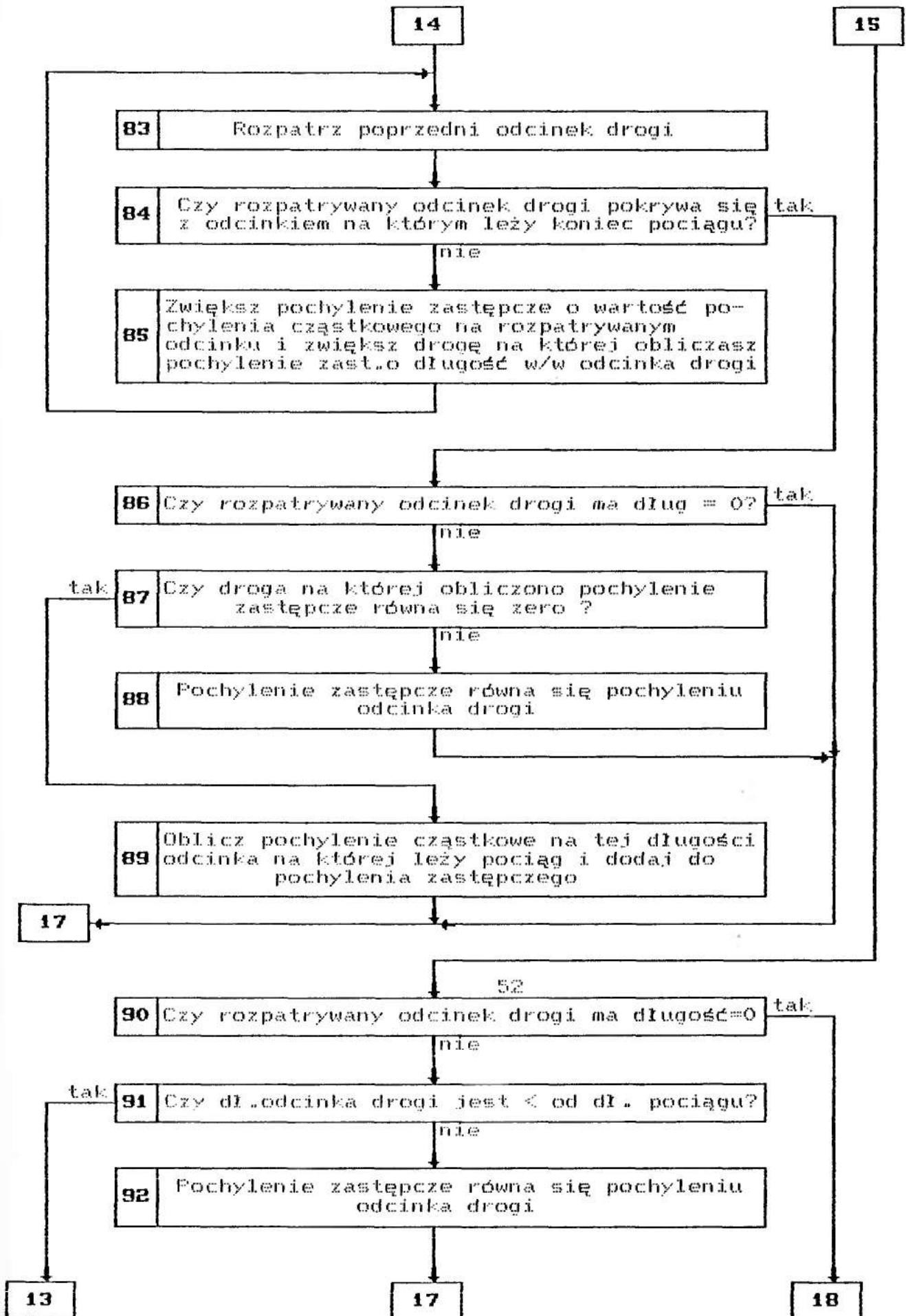
1.3. Schemat blokowy segmentu AUT - c. d. .



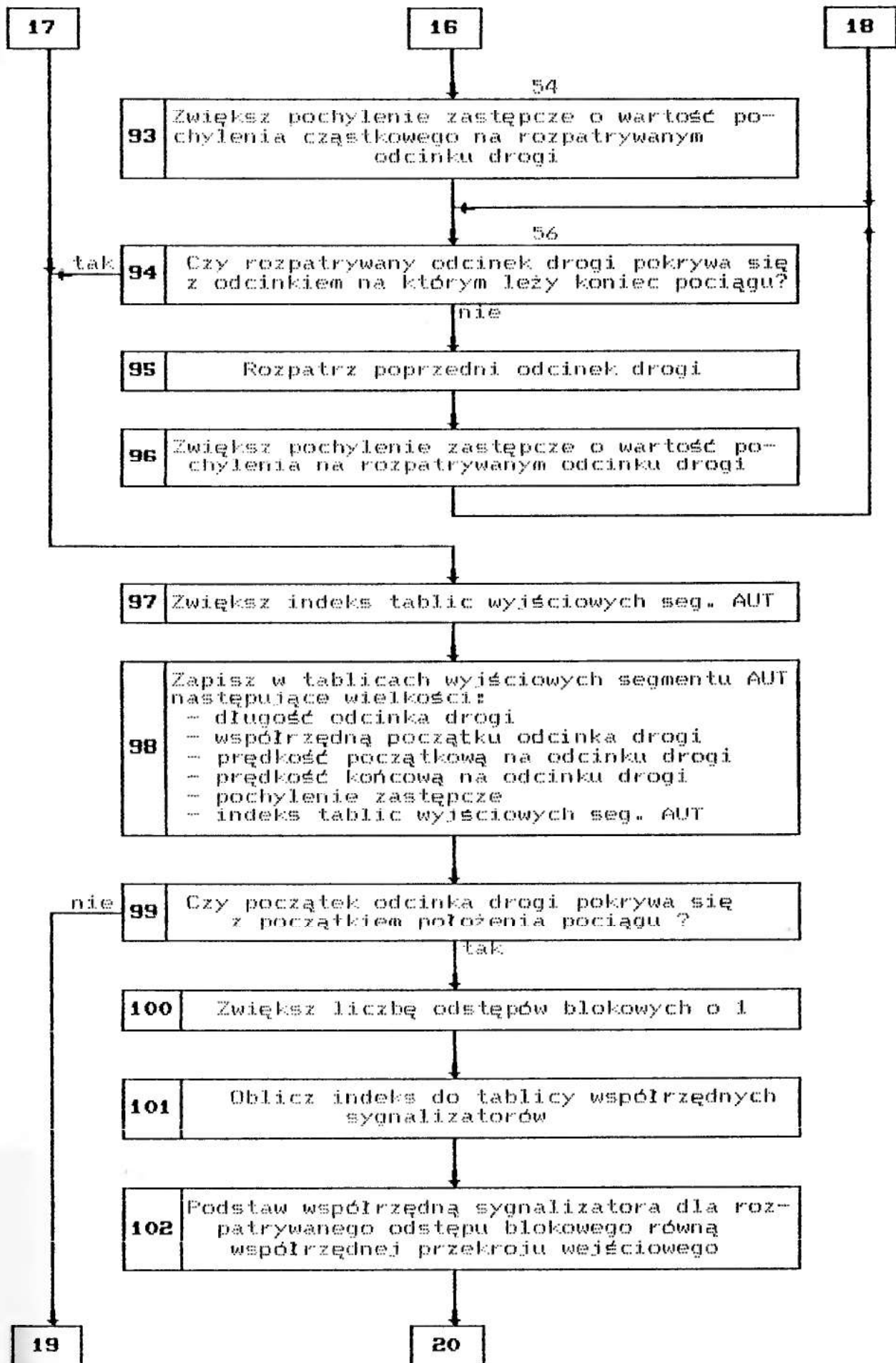
1.3. Schemat blokowy segmentu AUT - c.d..



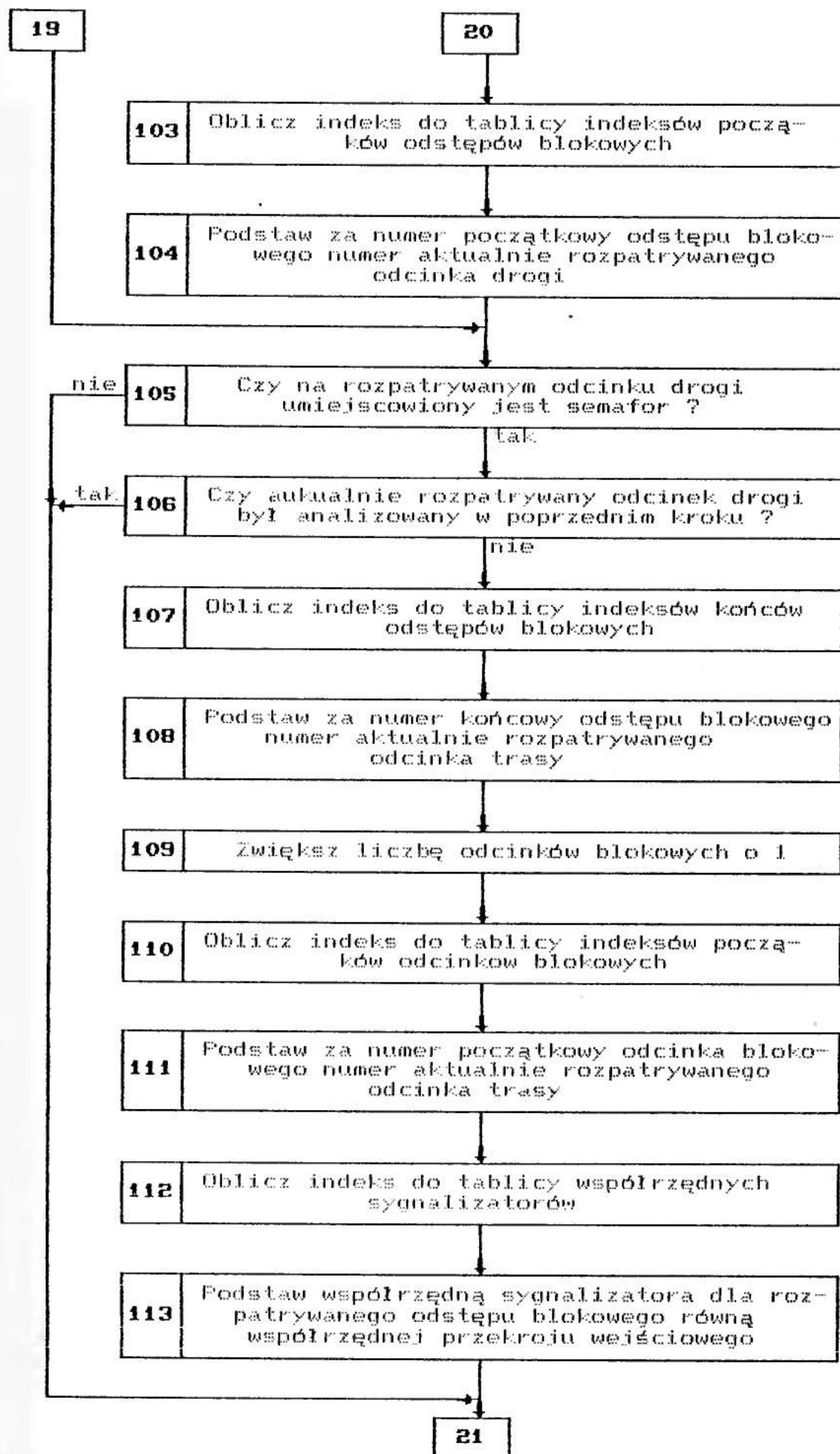
1.3. Schemat blokowy segmentu AUT - c. d. .



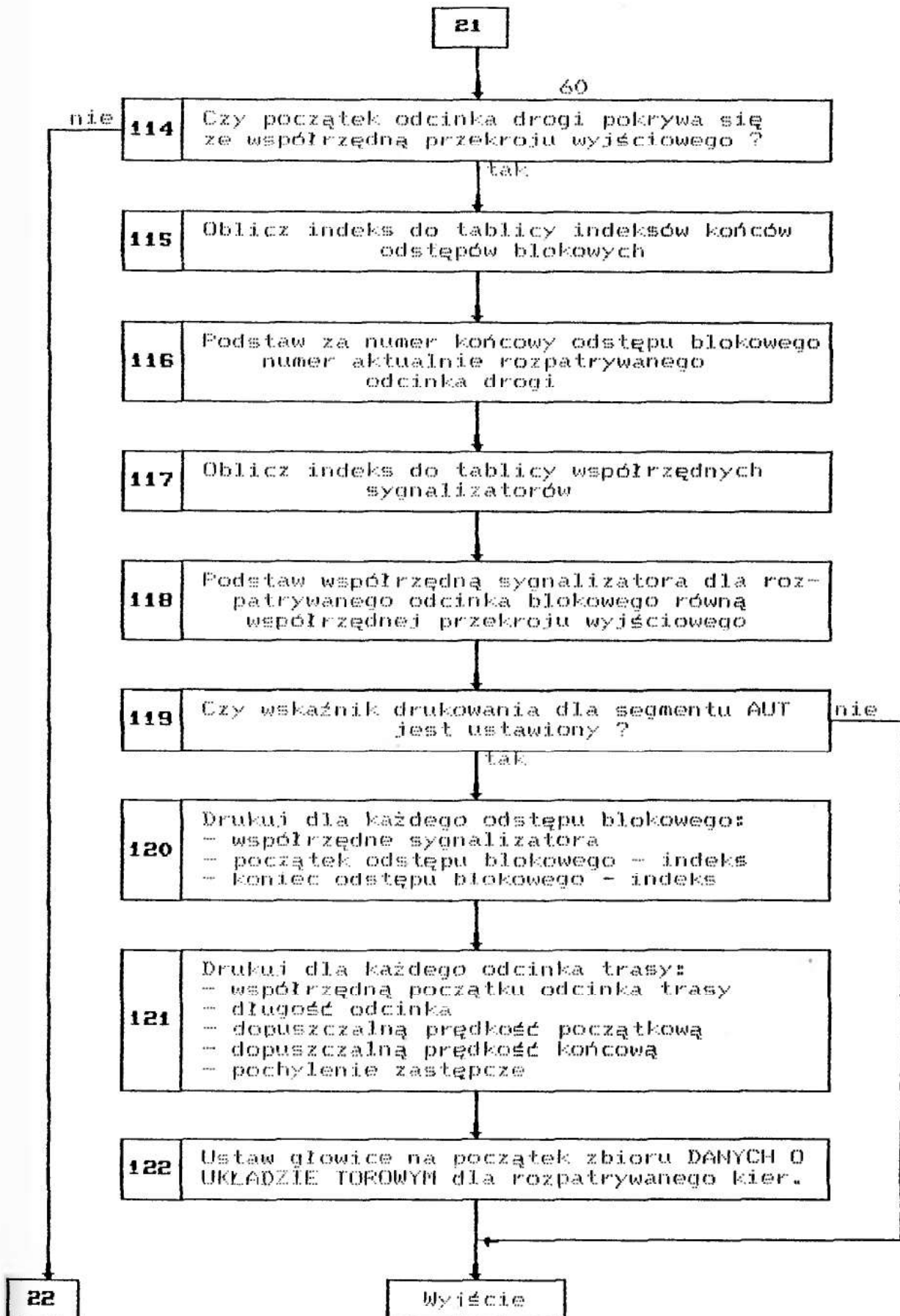
1.3. Schemat blokowy segmentu AUT - c. d. .



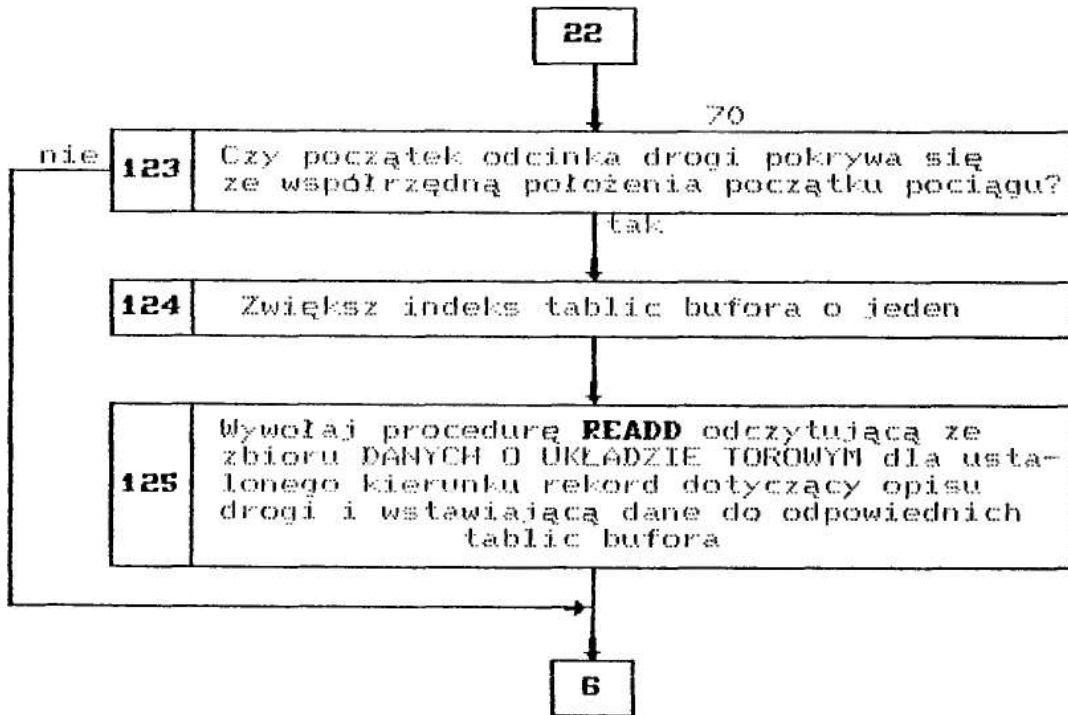
1.3. Schemat blokowy segmentu AUT - c. d. .



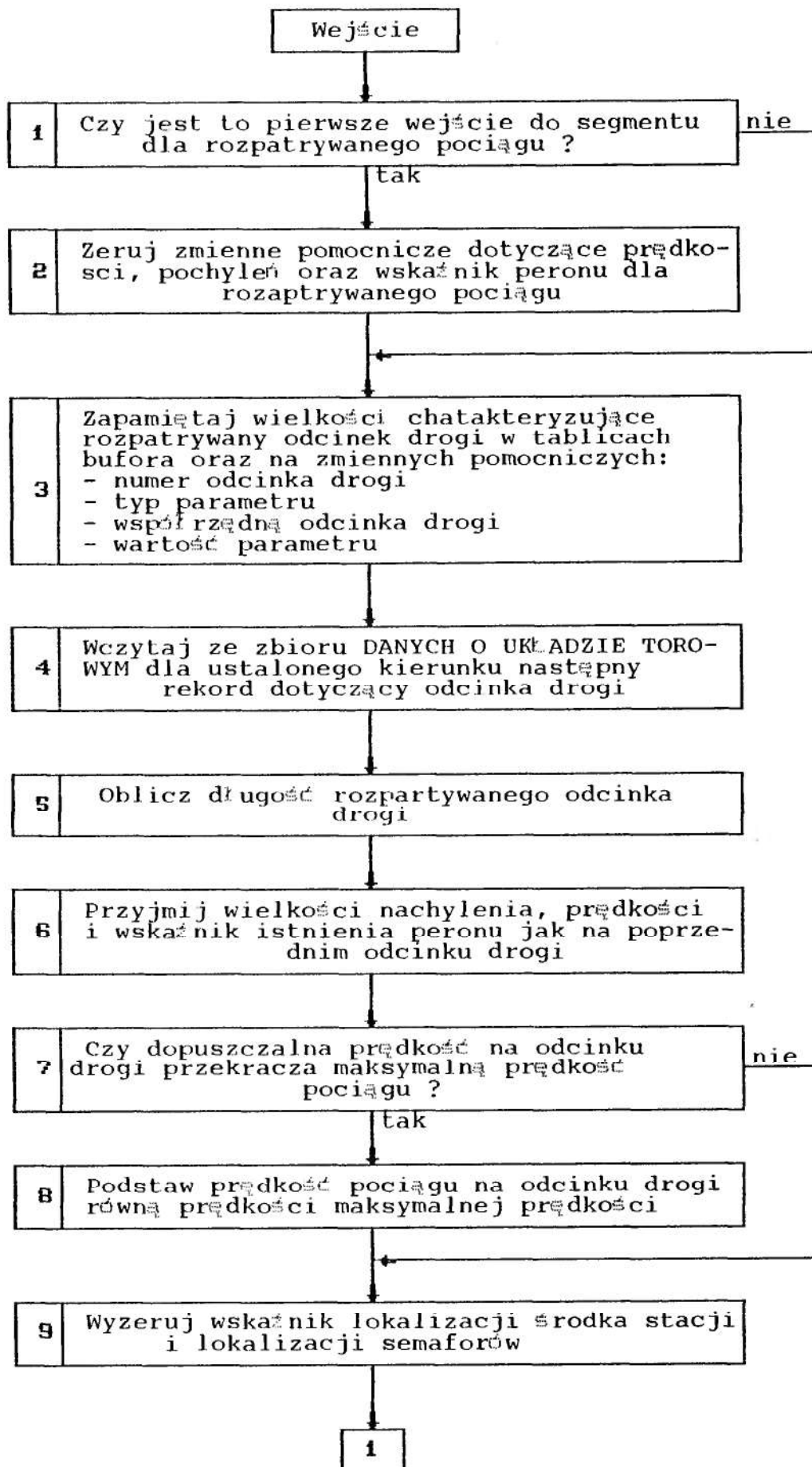
1.3. Schemat blokowy segmentu AUT - c. d. .



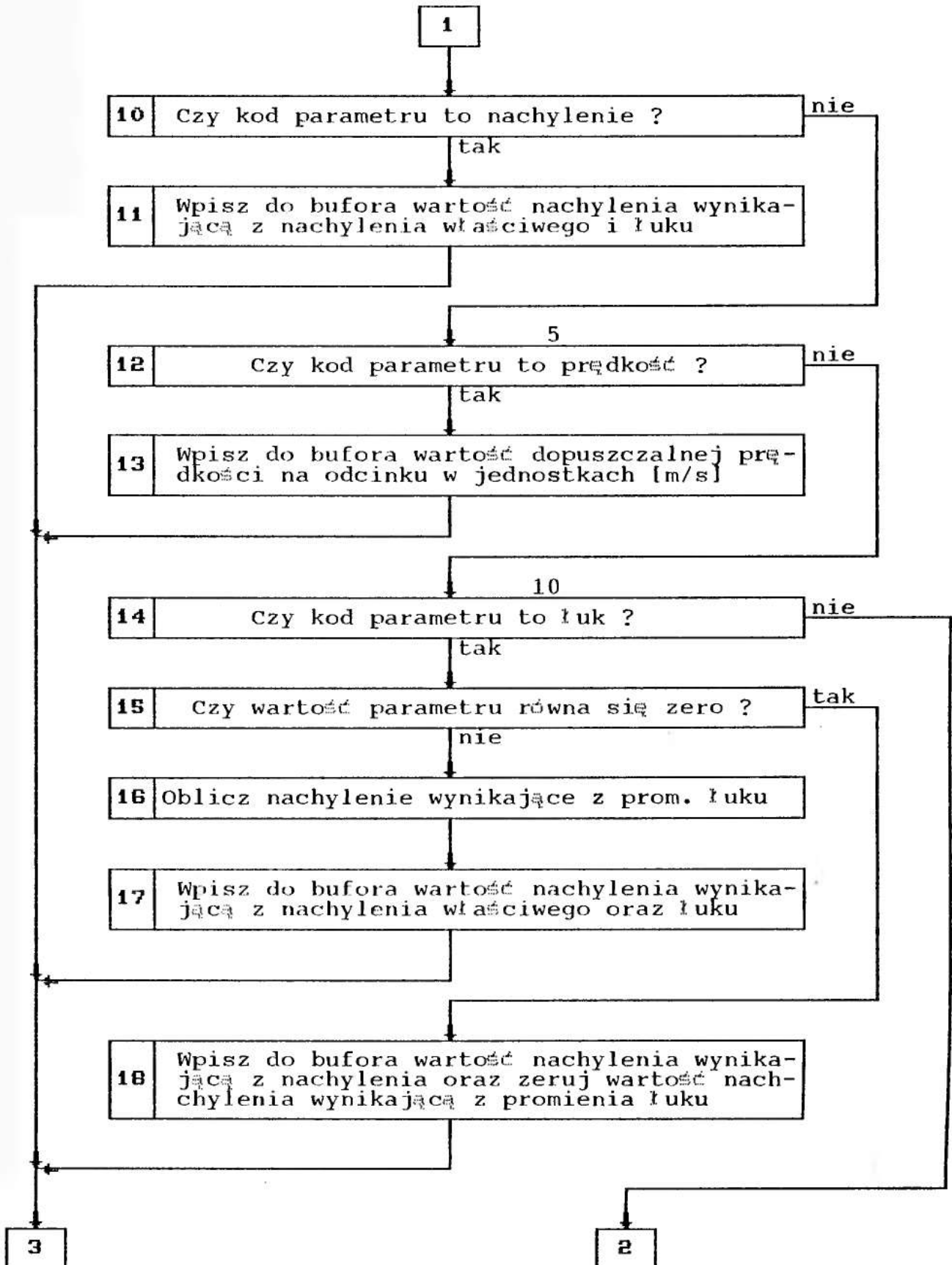
1.3. Schemat blokowy segmentu AUT - c. d. .



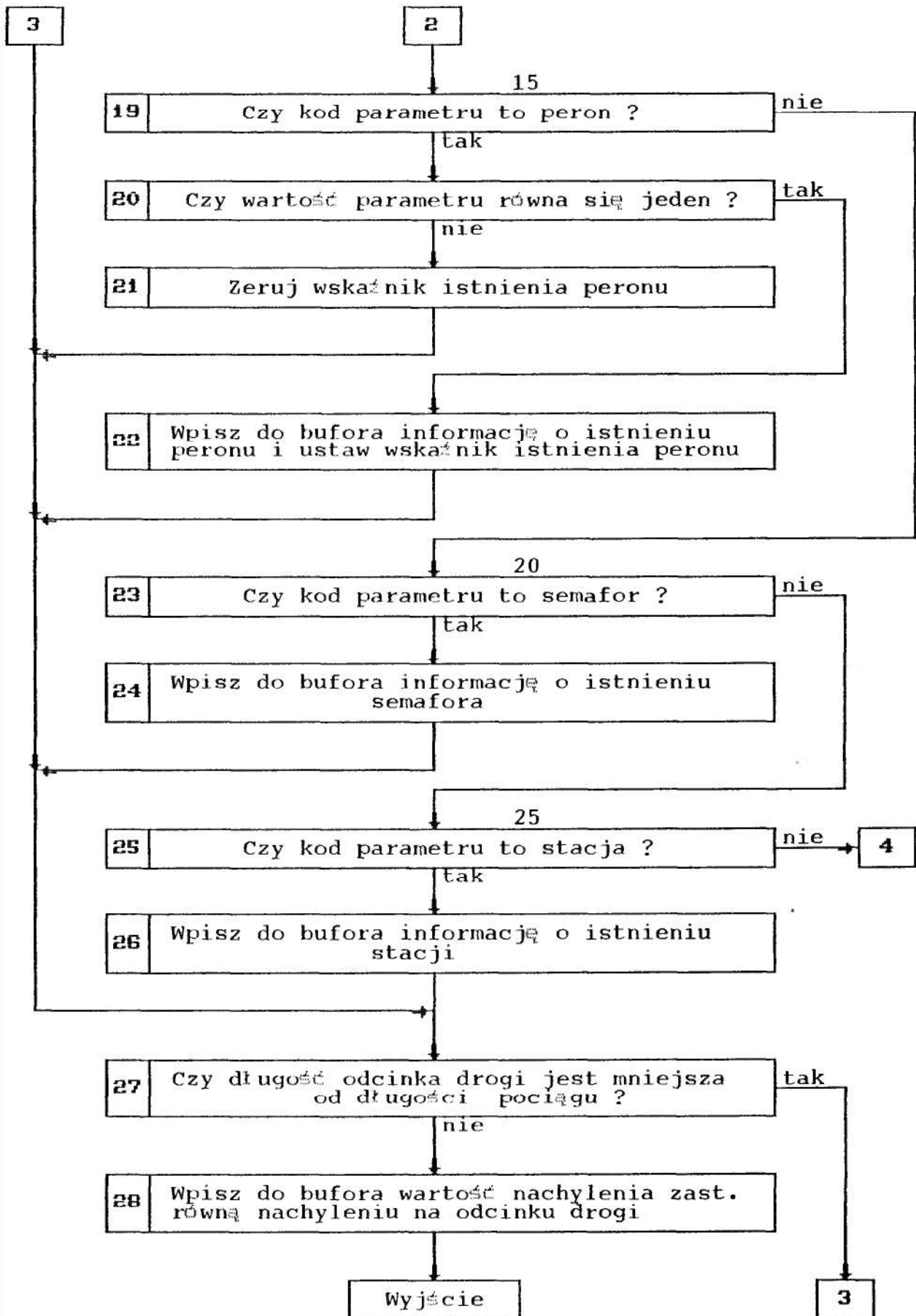
1.4. Schemat blokowy segmentu READD.



1.4. Schemat blokowy segmentu READD - c. d..



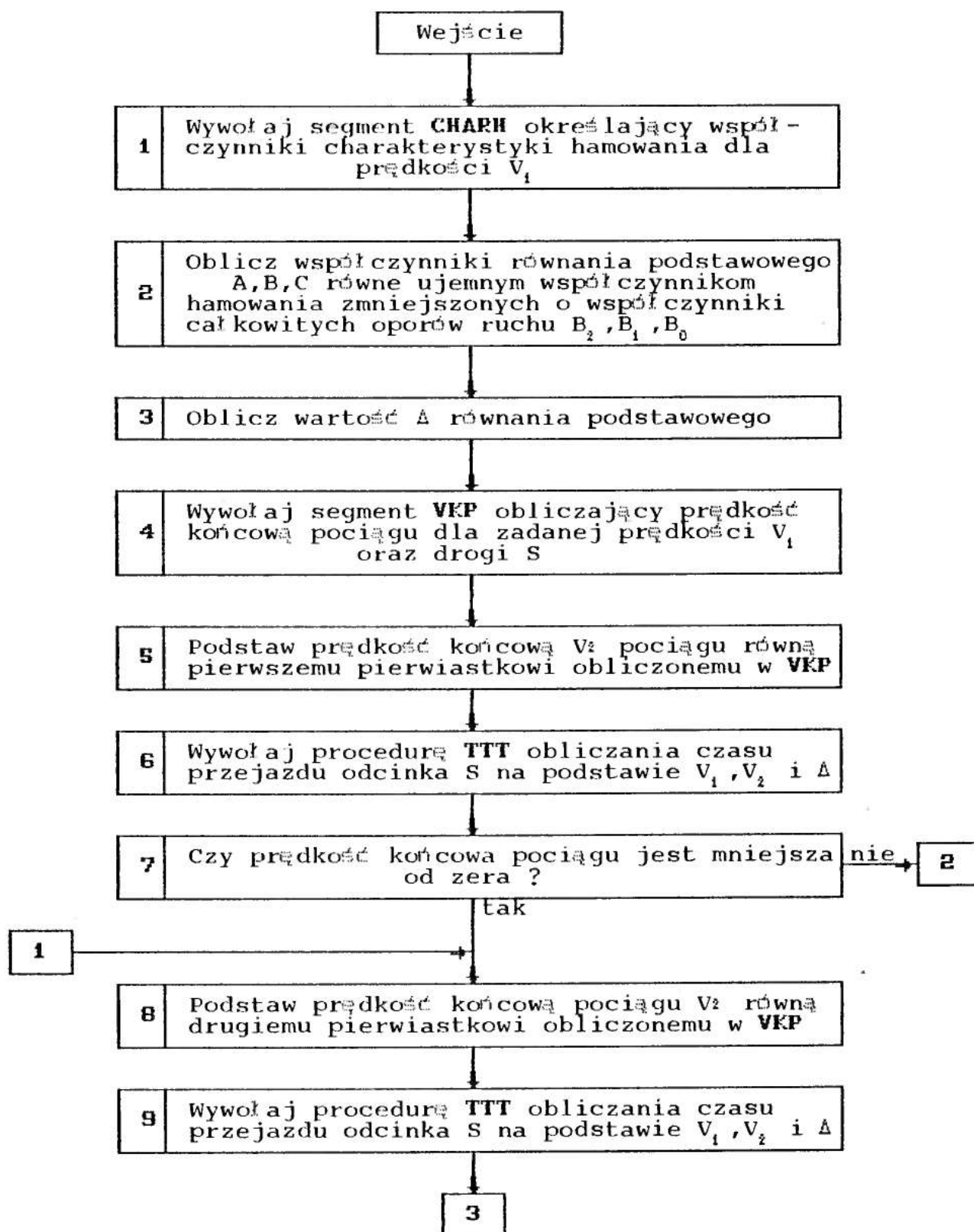
1.4. Schemat blokowy segmentu READD - c.d..



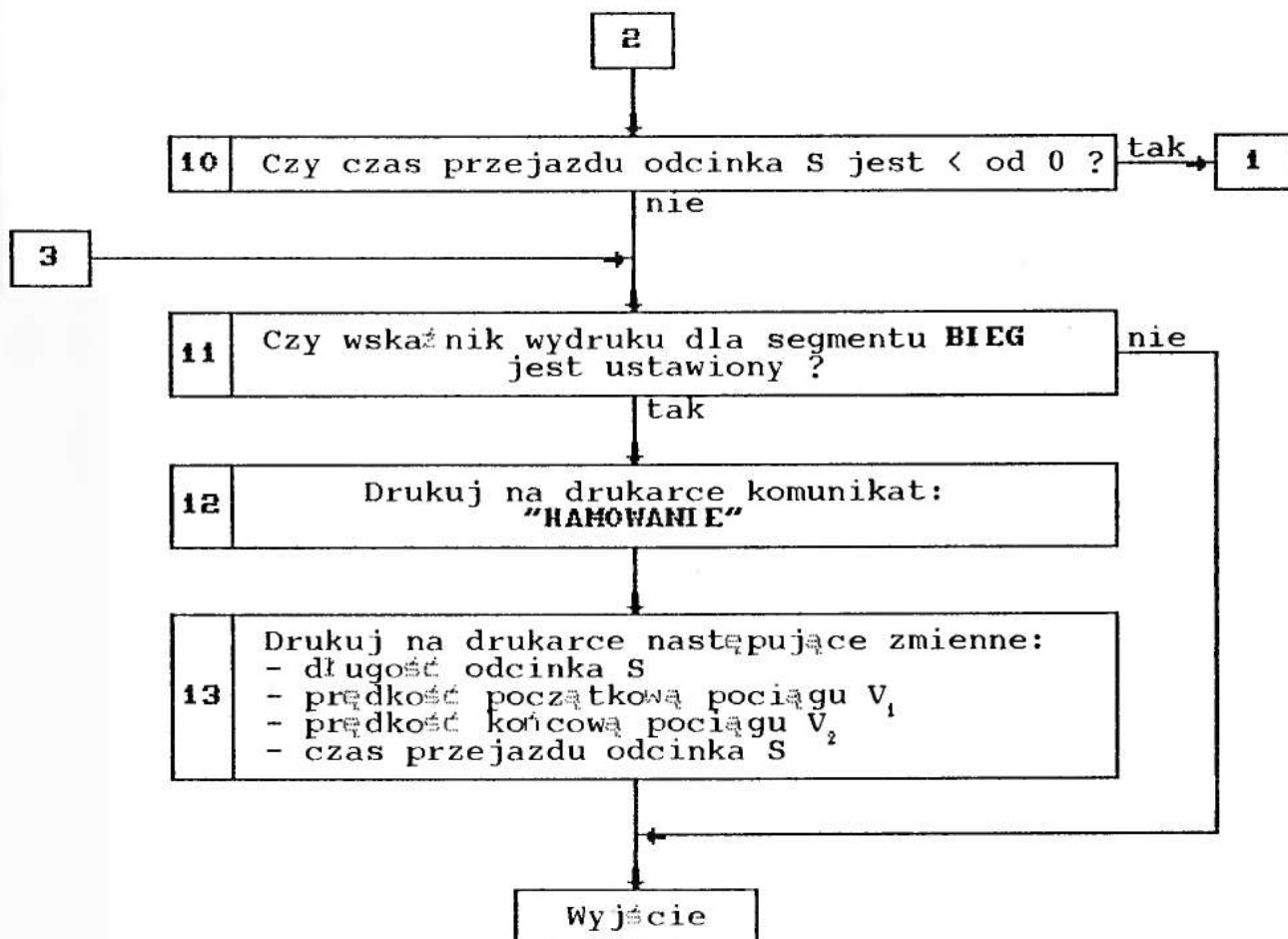
1.4. Schemat blokowy segmentu READD - c. d. .



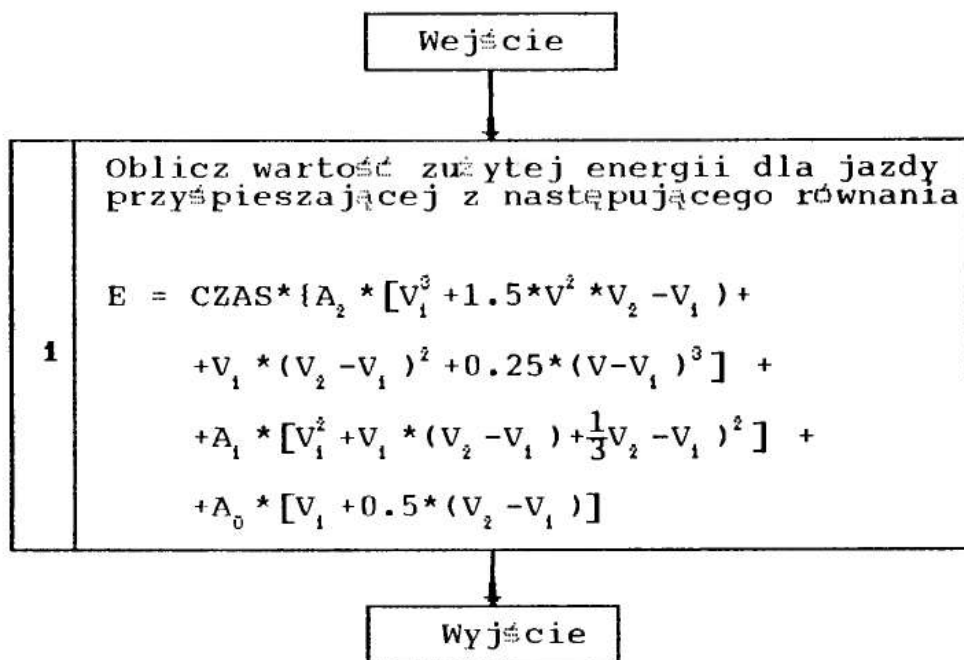
1.5. Schemat blokowy segmentu HAMOWANIE.



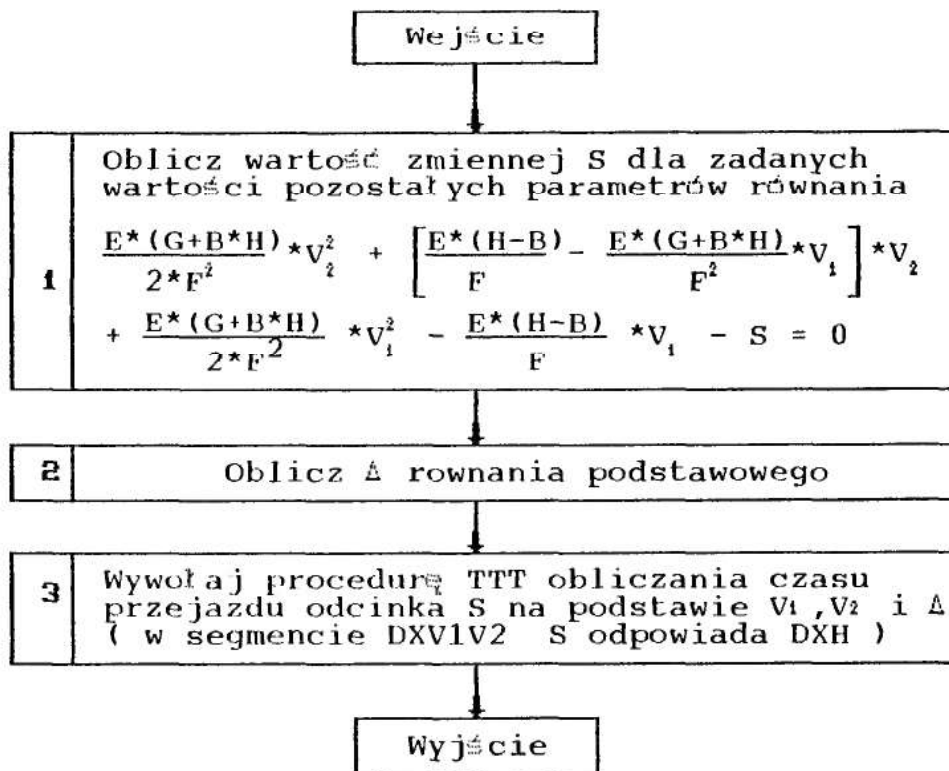
1.5. Schemat blokowy segmentu HAMOWANIE - c. d. .



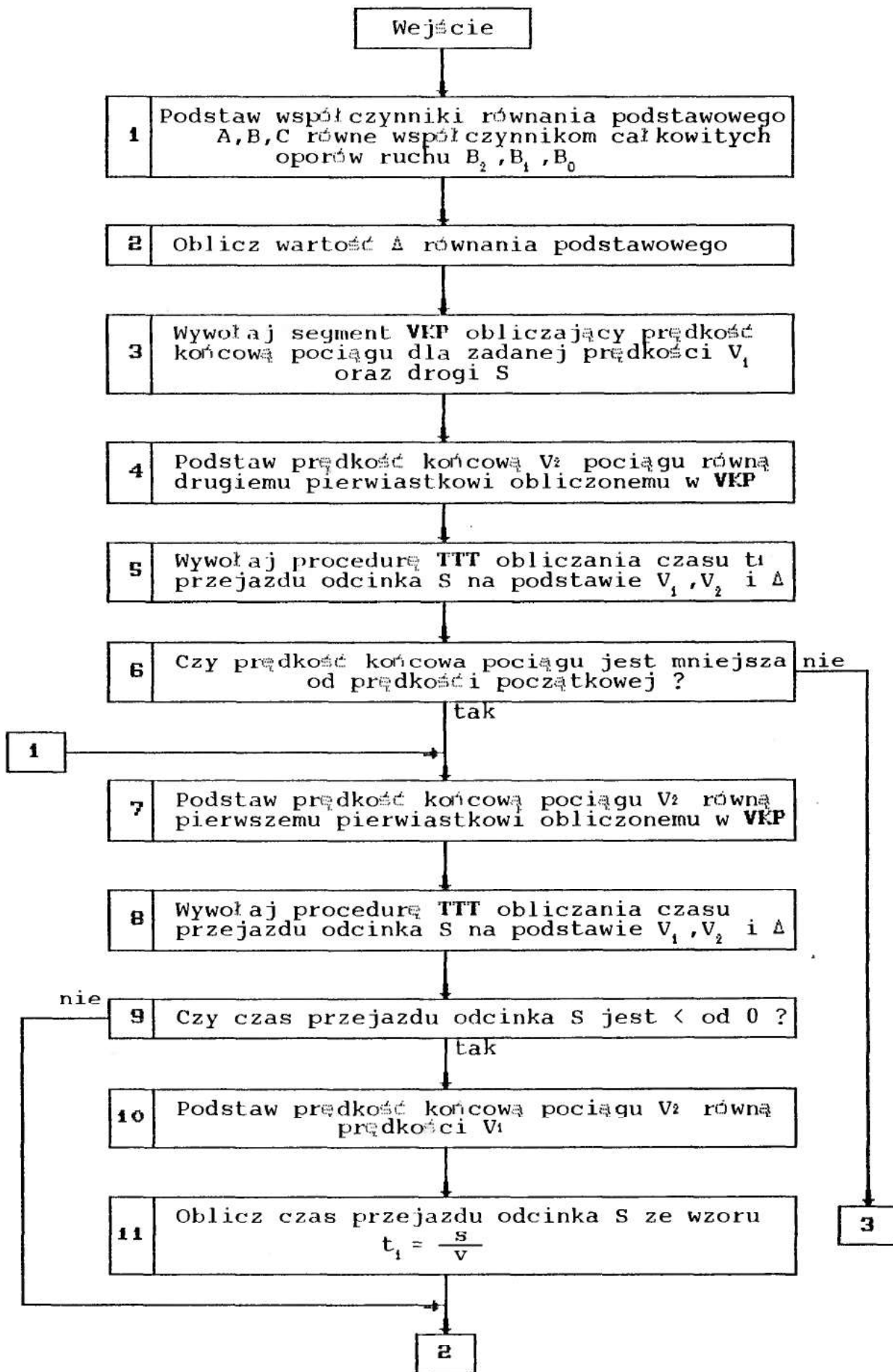
1.6. Schemat blokowy segmentu ENERGIA



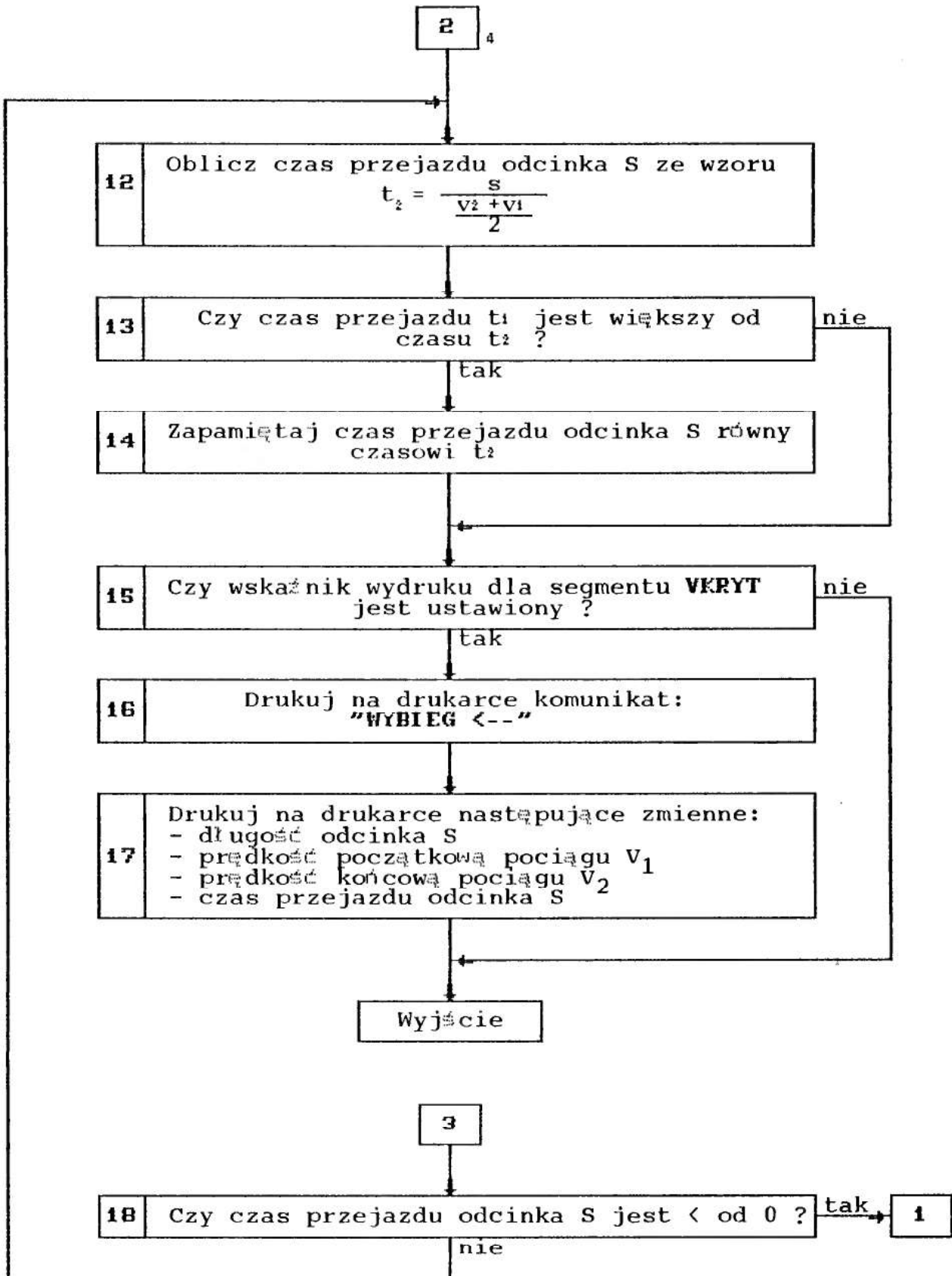
1.7. Schemat blokowy segmentu DXV1V2



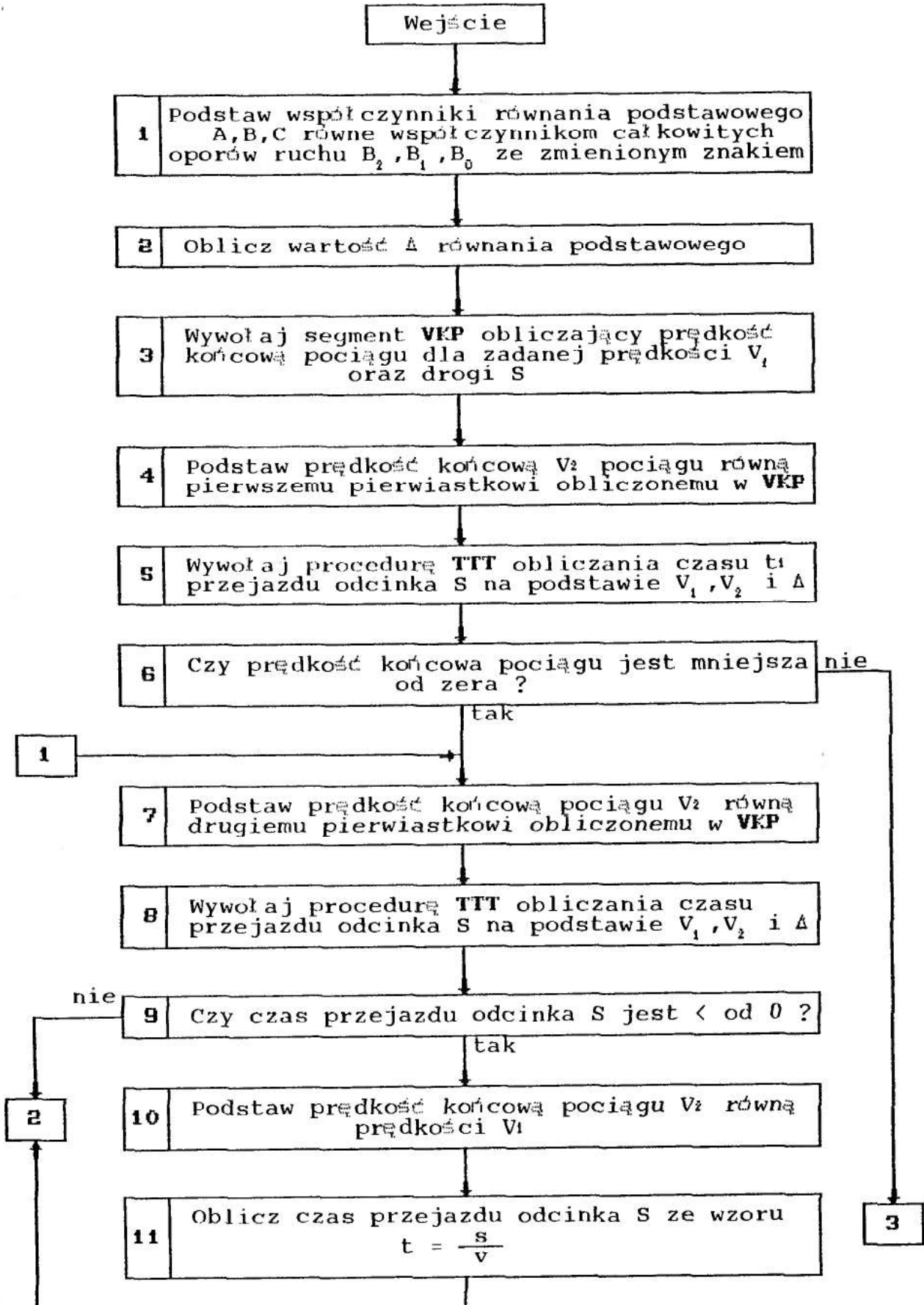
1.8. Schemat blokowy segmentu WYBWSP.



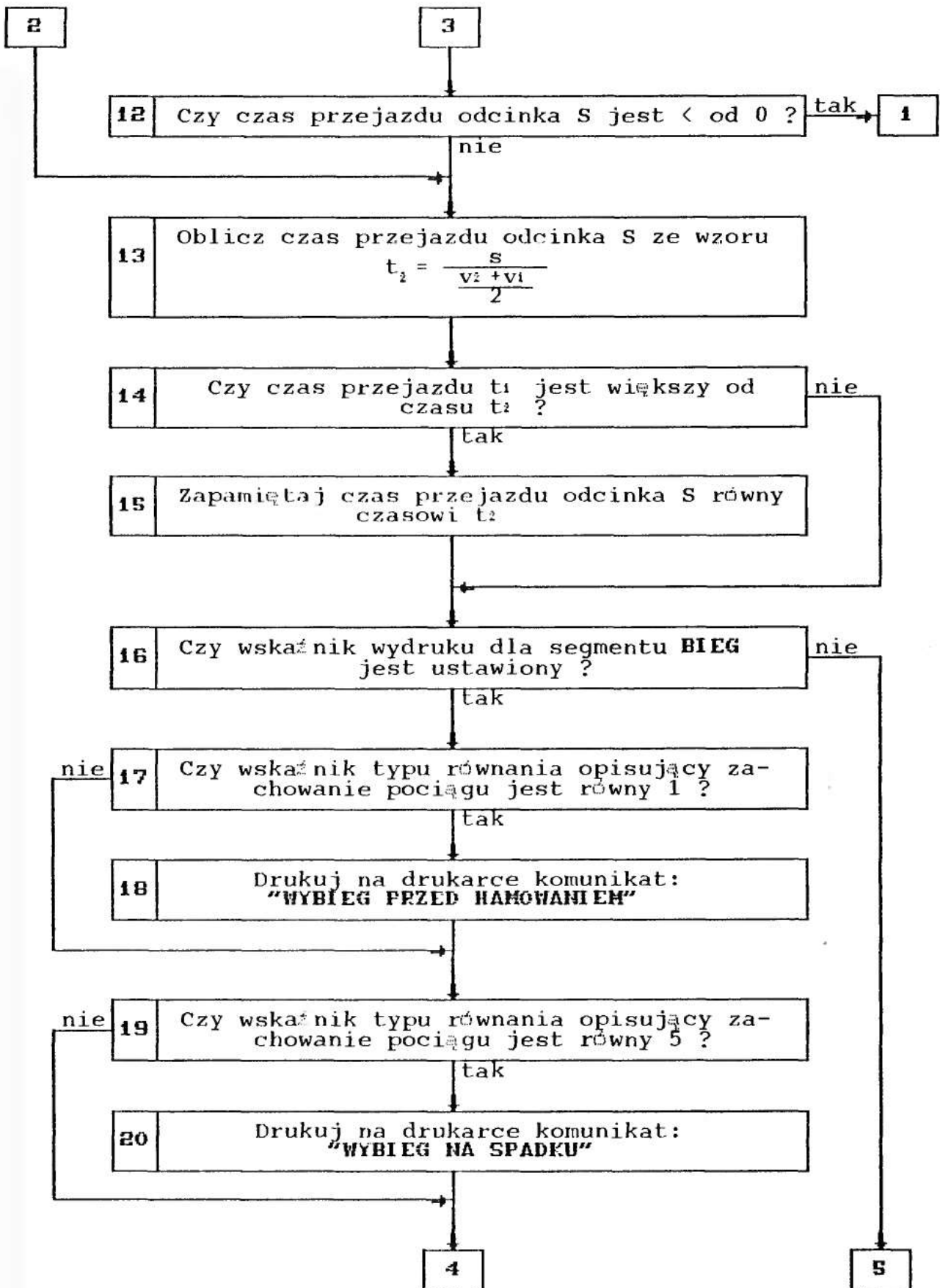
1.8. Schemat blokowy segmentu WYBWSP - c.d..



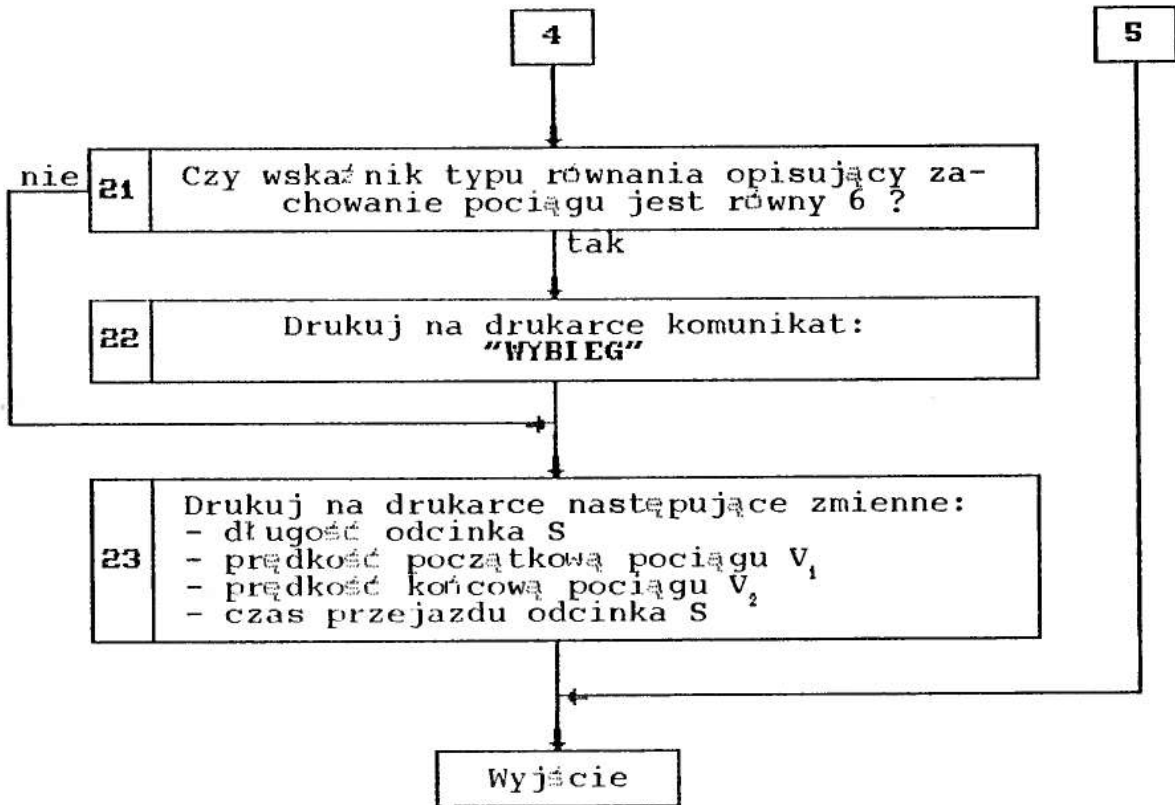
1.9. Schemat blokowy segmentu WYBIEG.



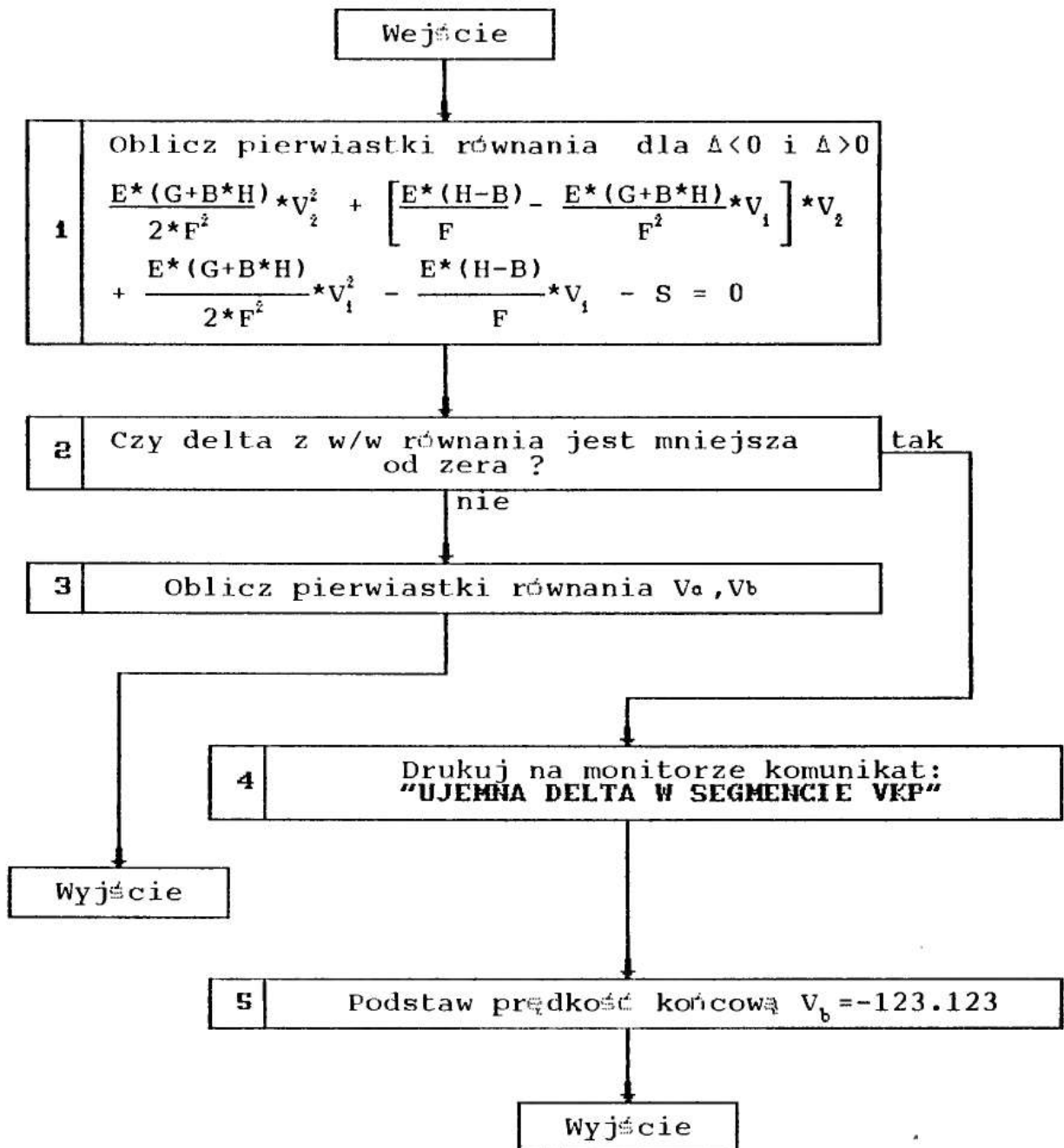
1.9. Schemat blokowy segmentu WYBIEG - c.d..



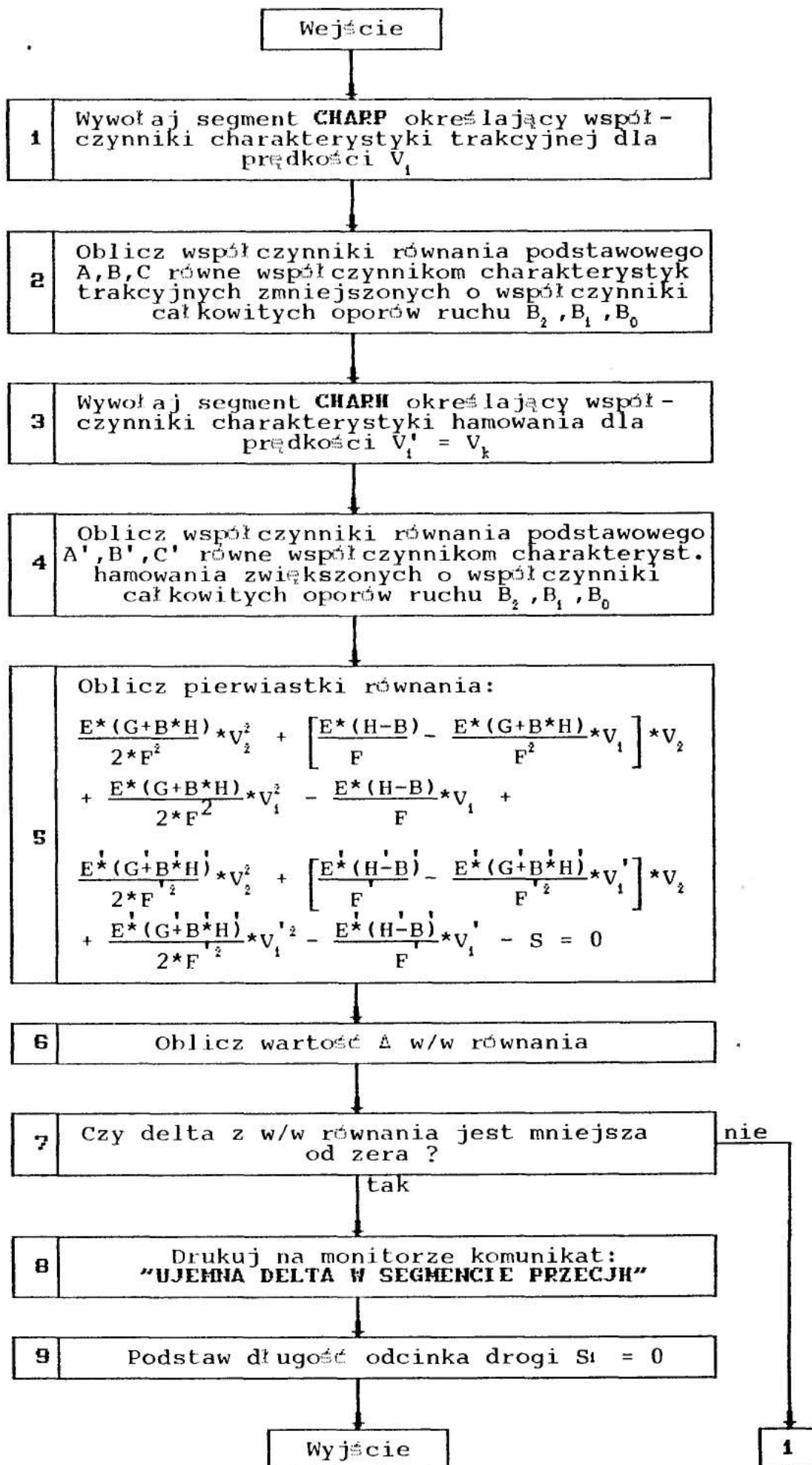
1.9. Schemat blokowy segmentu WYBIEG - c.d..



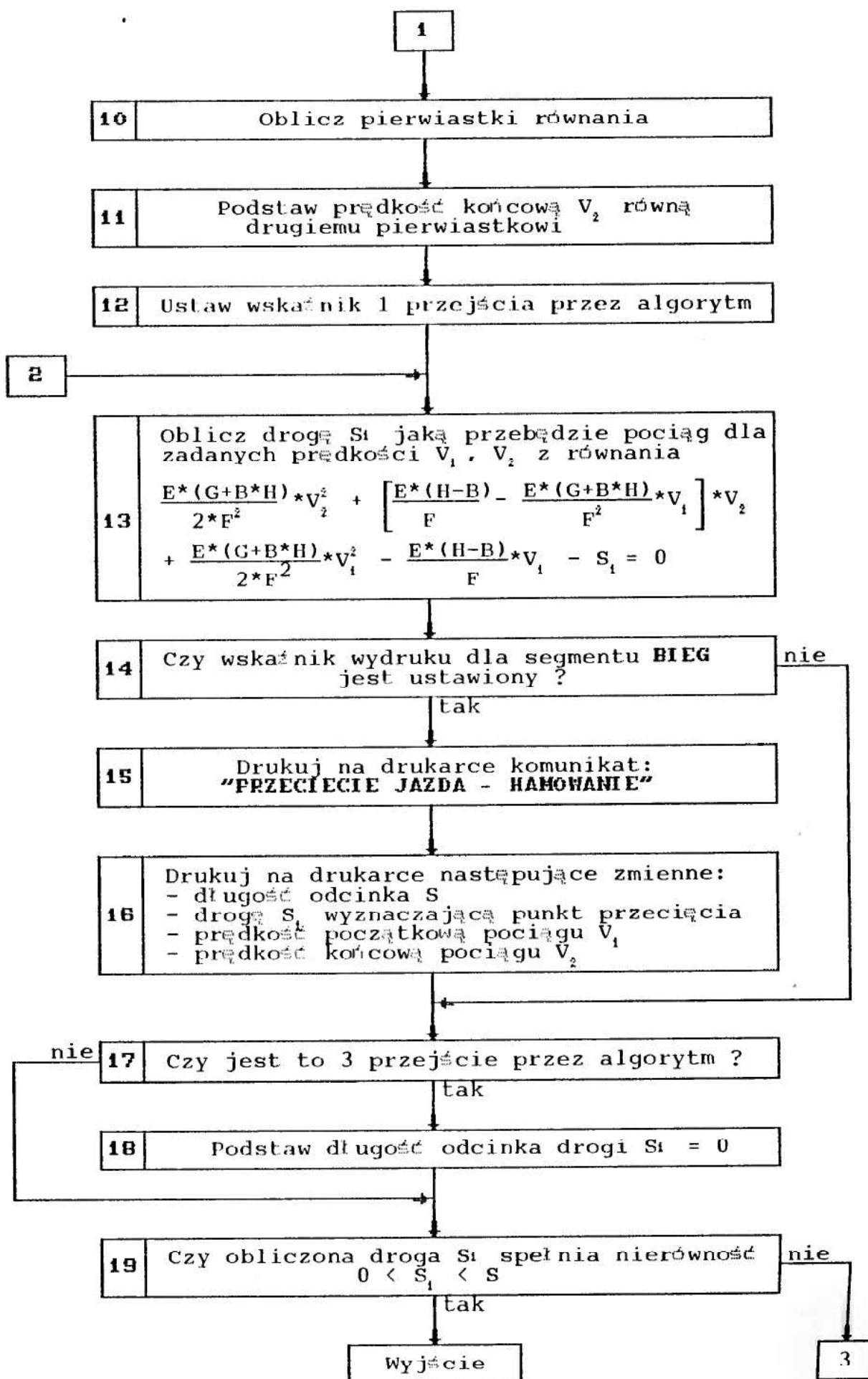
1.10. Schemat blokowy segmentu VKP



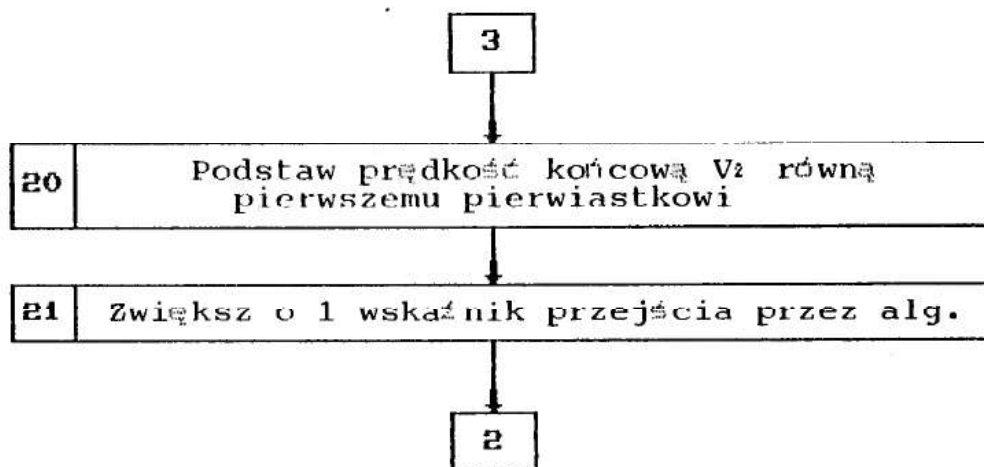
1.11. Schemat blokowy segmentu PRZECJH.



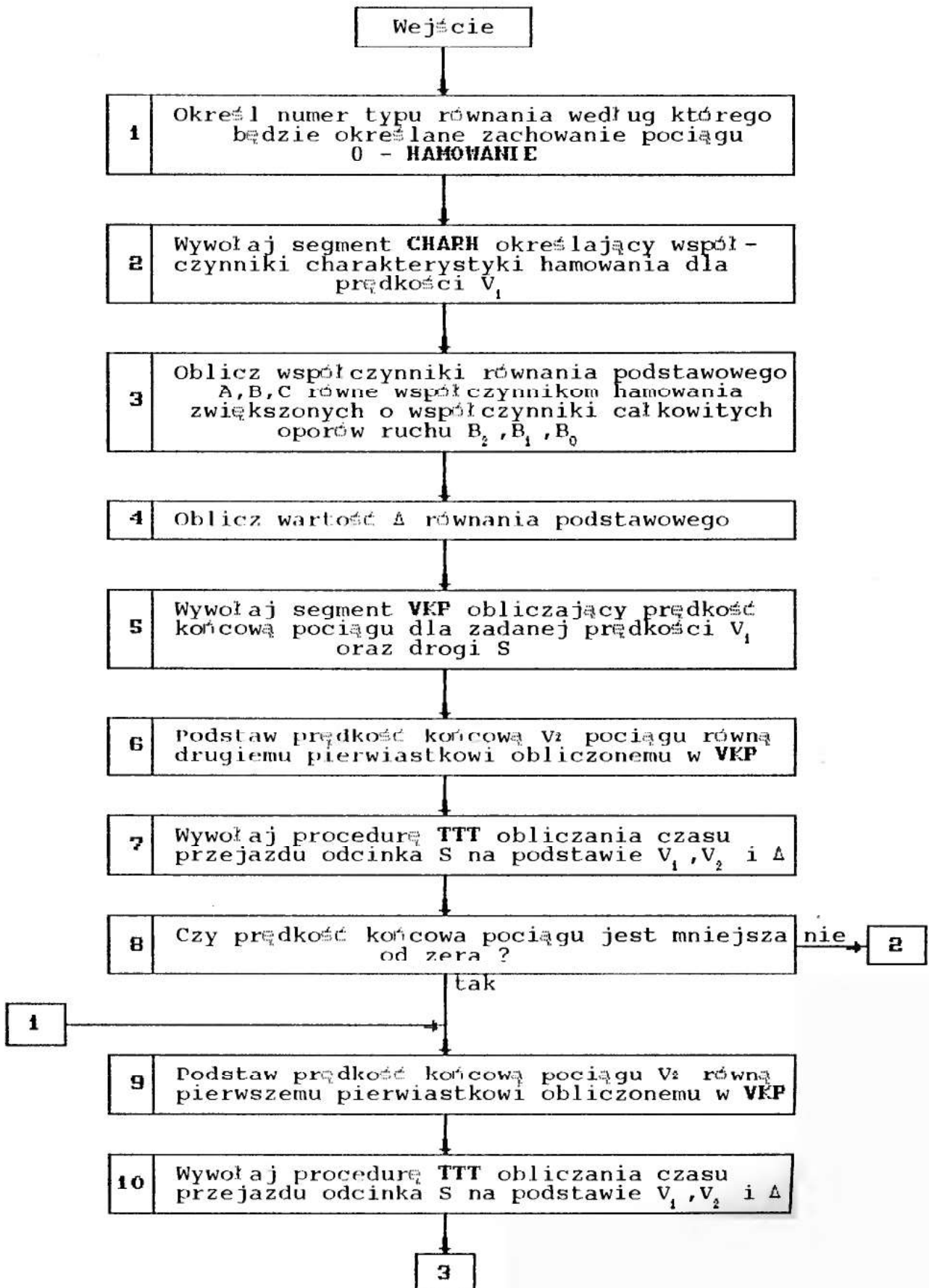
1.11. Schemat blokowy segmentu PRZECJH - c. d. .



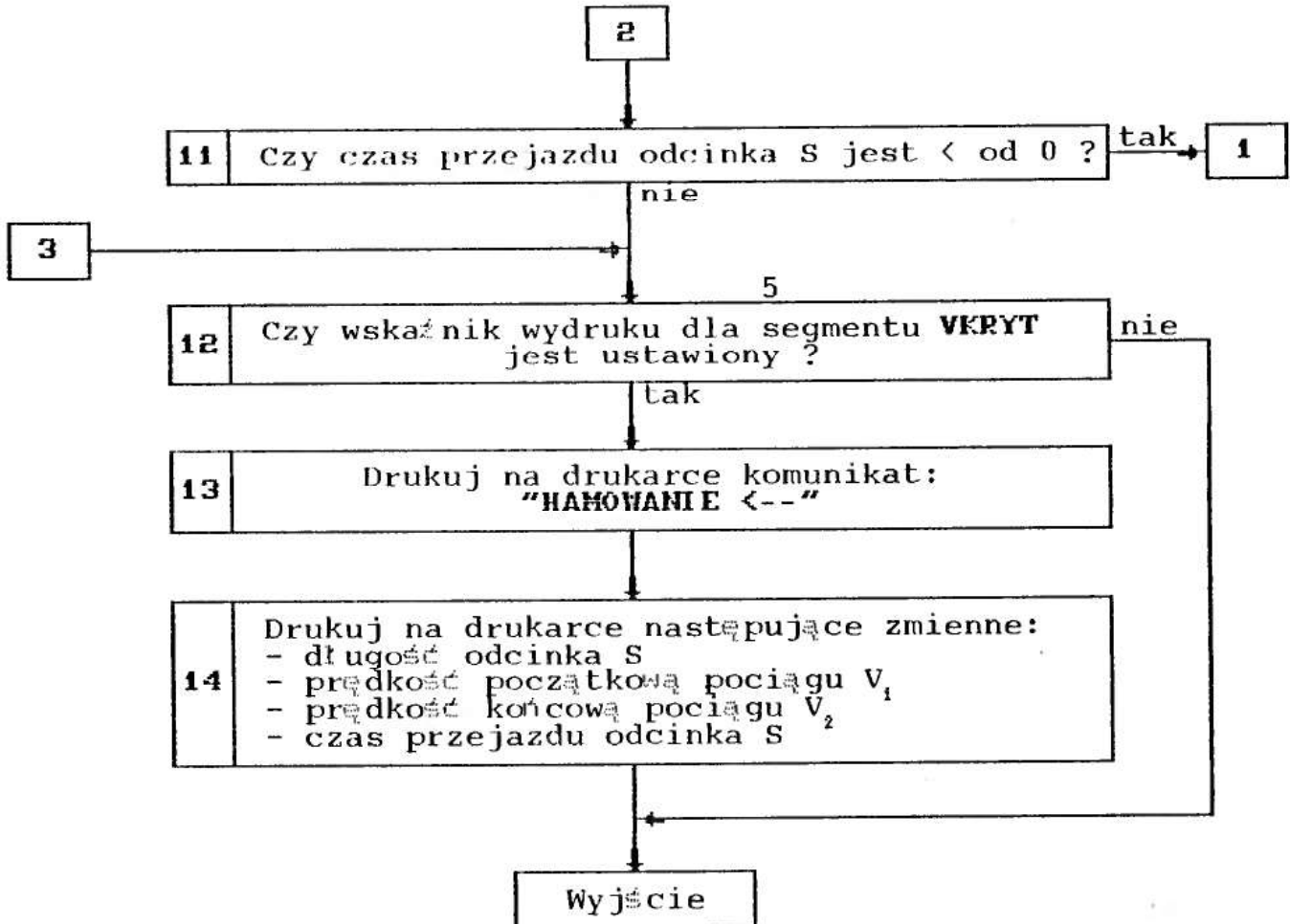
1.11. Schemat blokowy segmentu PRZECJH - c.d.



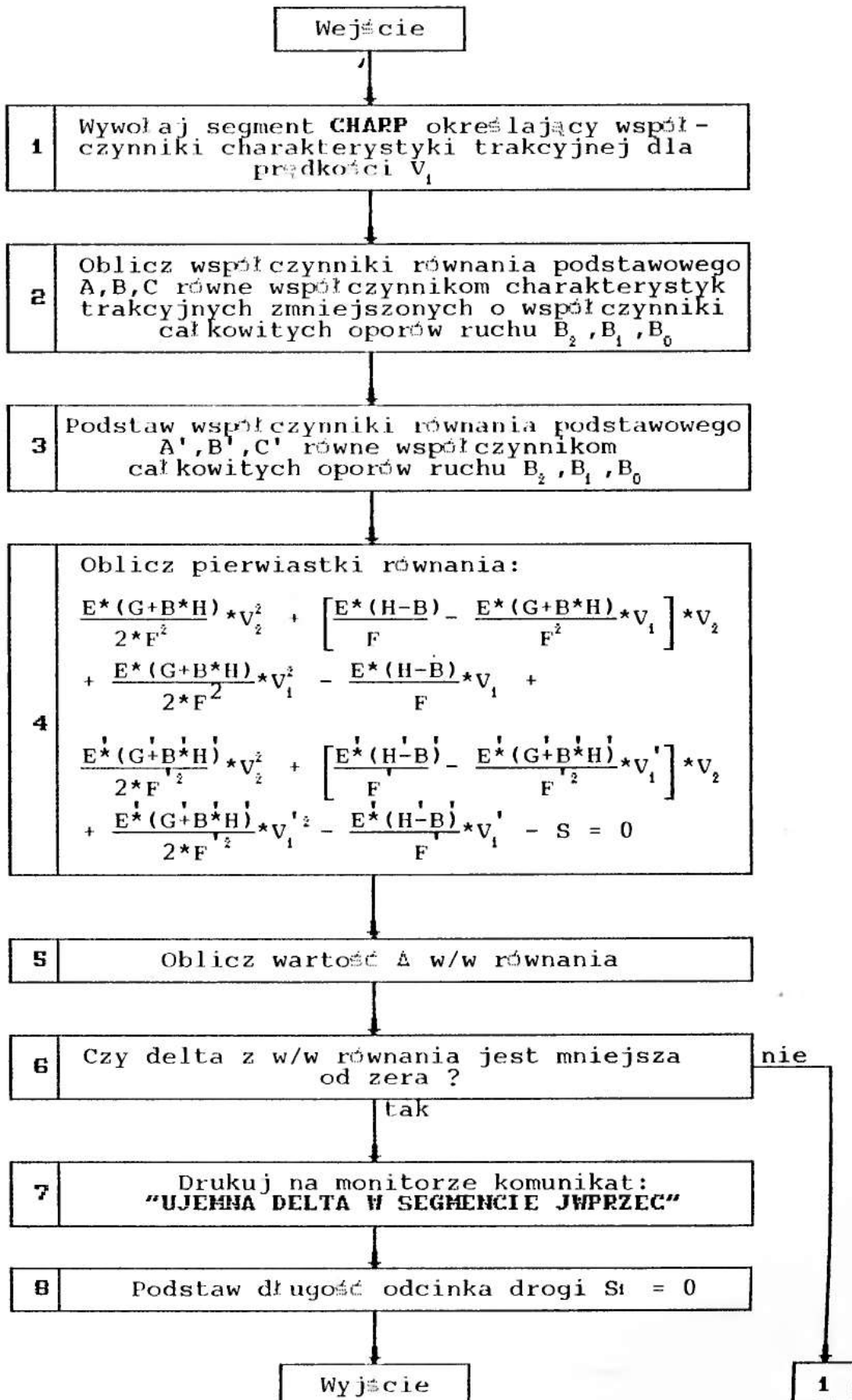
1.12. Schemat blokowy segmentu HAHWSP.



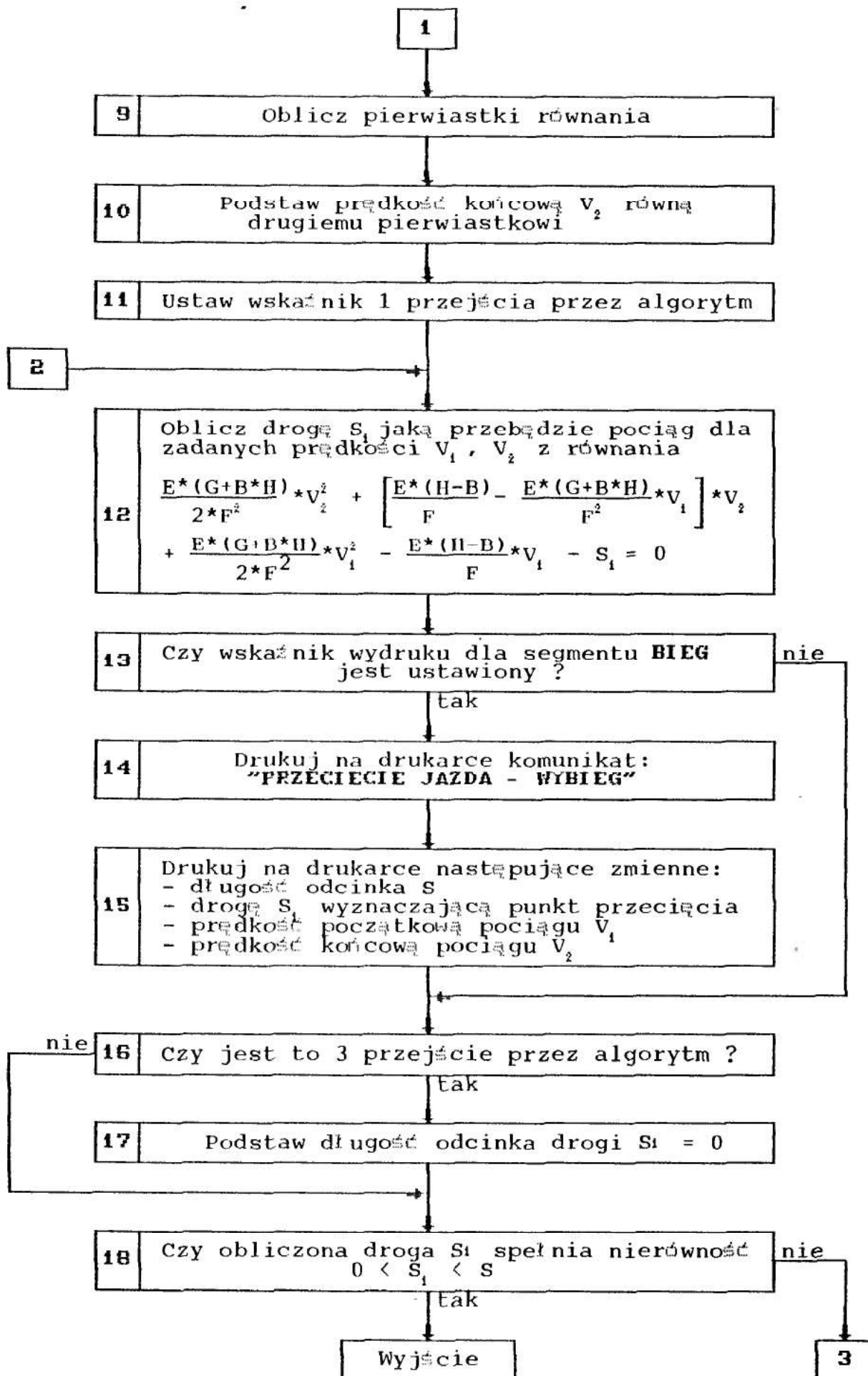
1.12. Schemat blokowy segmentu HAMWSP - c. d. .



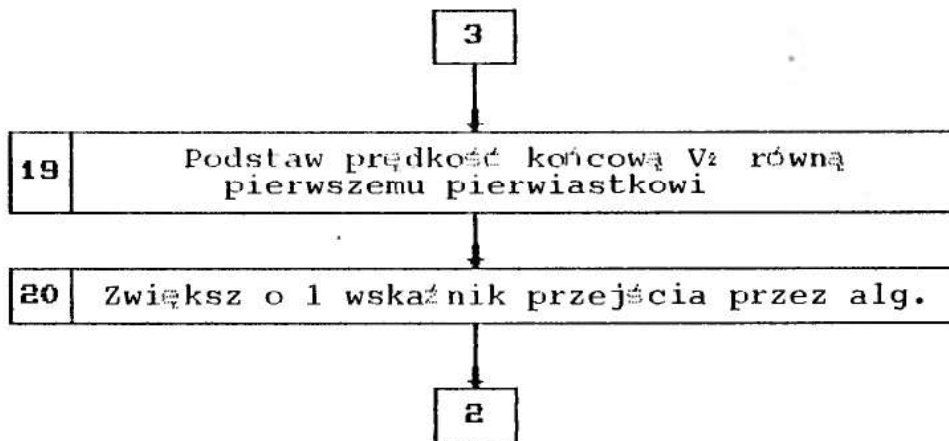
1.13. Schemat blokowy segmentu JWPRZEC.



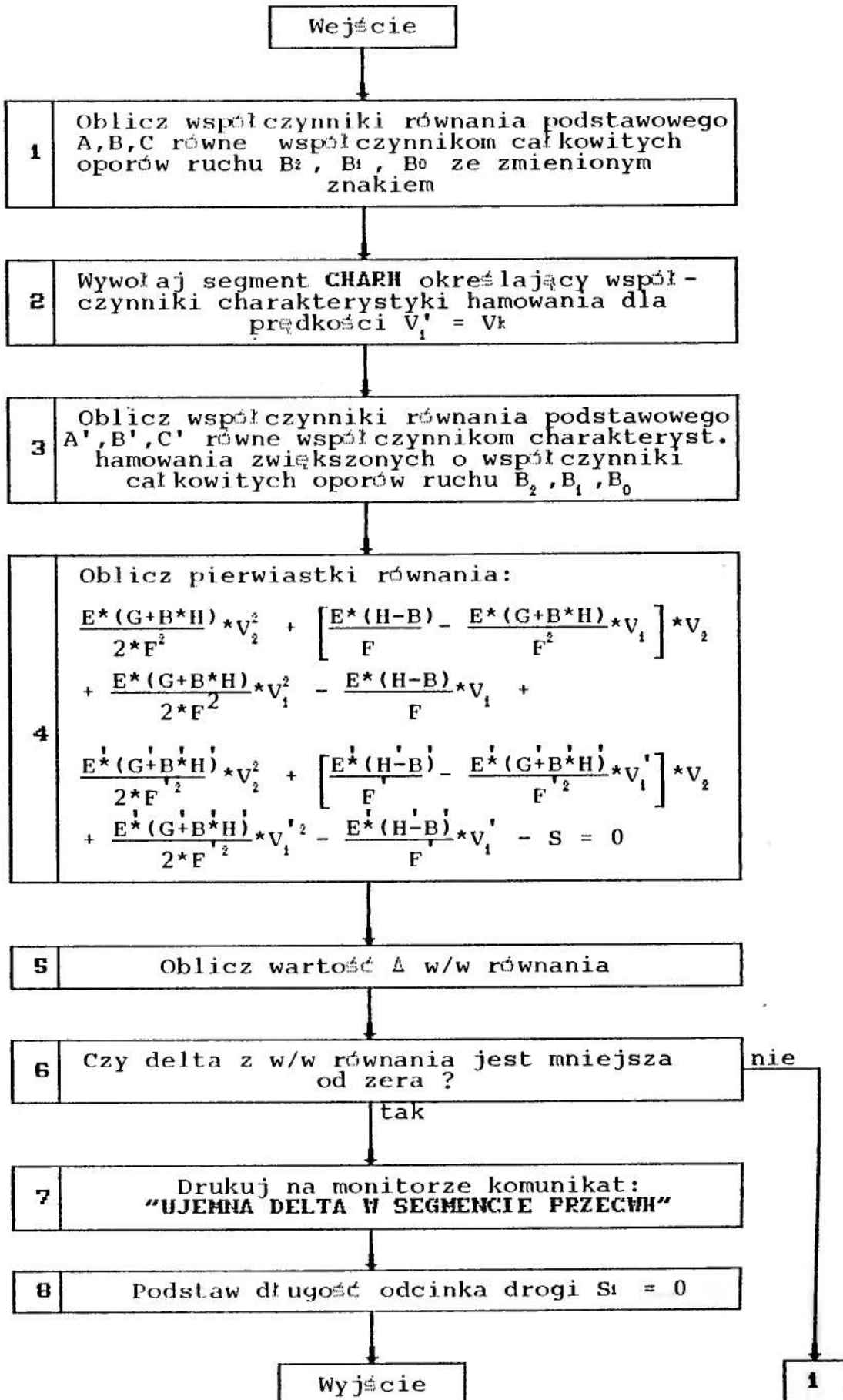
1.13. Schemat blokowy segmentu JWPRZEC - c. d. .



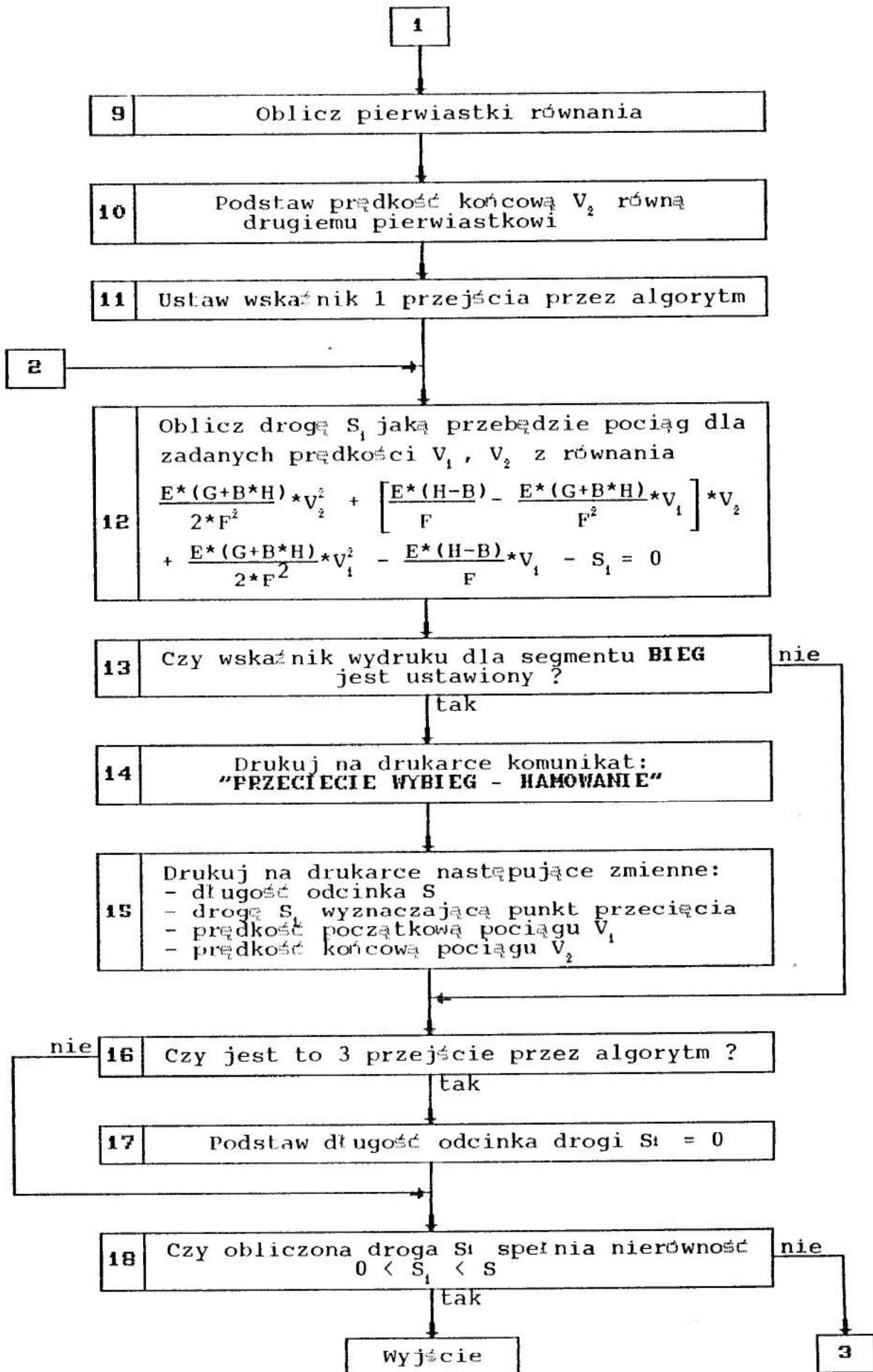
1.13. Schemat blokowy segmentu JWPRZEC - c. d. .



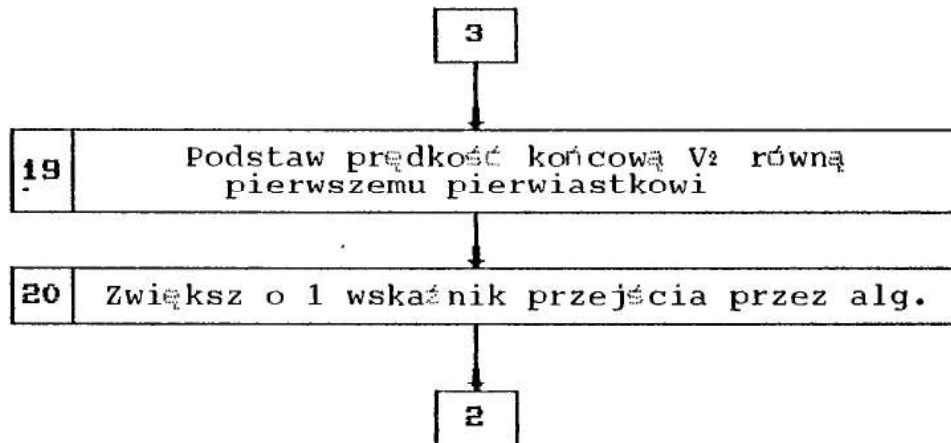
1.14. Schemat blokowy segmentu PRZECWII.



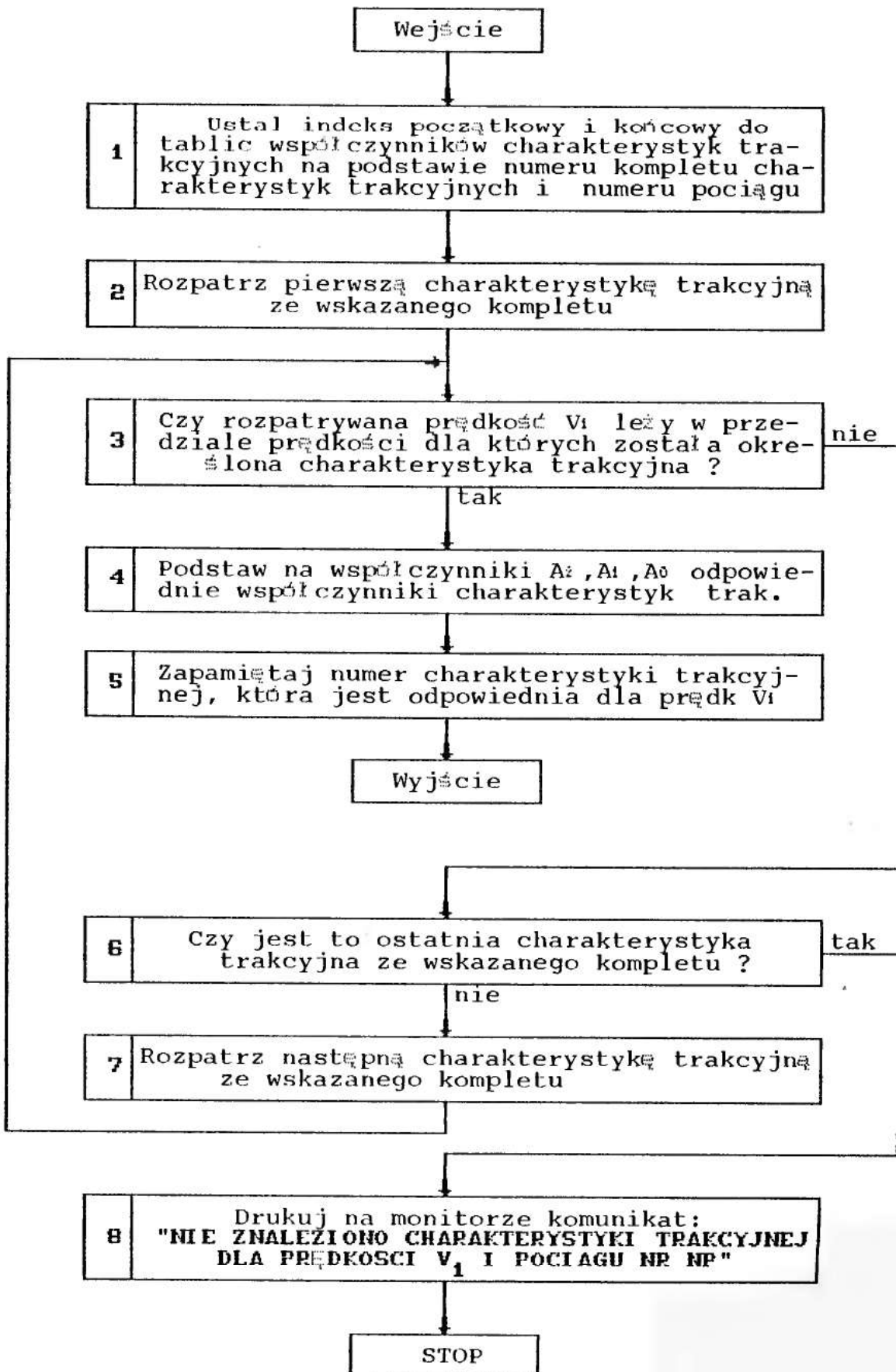
1.14. Schemat blokowy segmentu PRZECIWIH - c. d. .



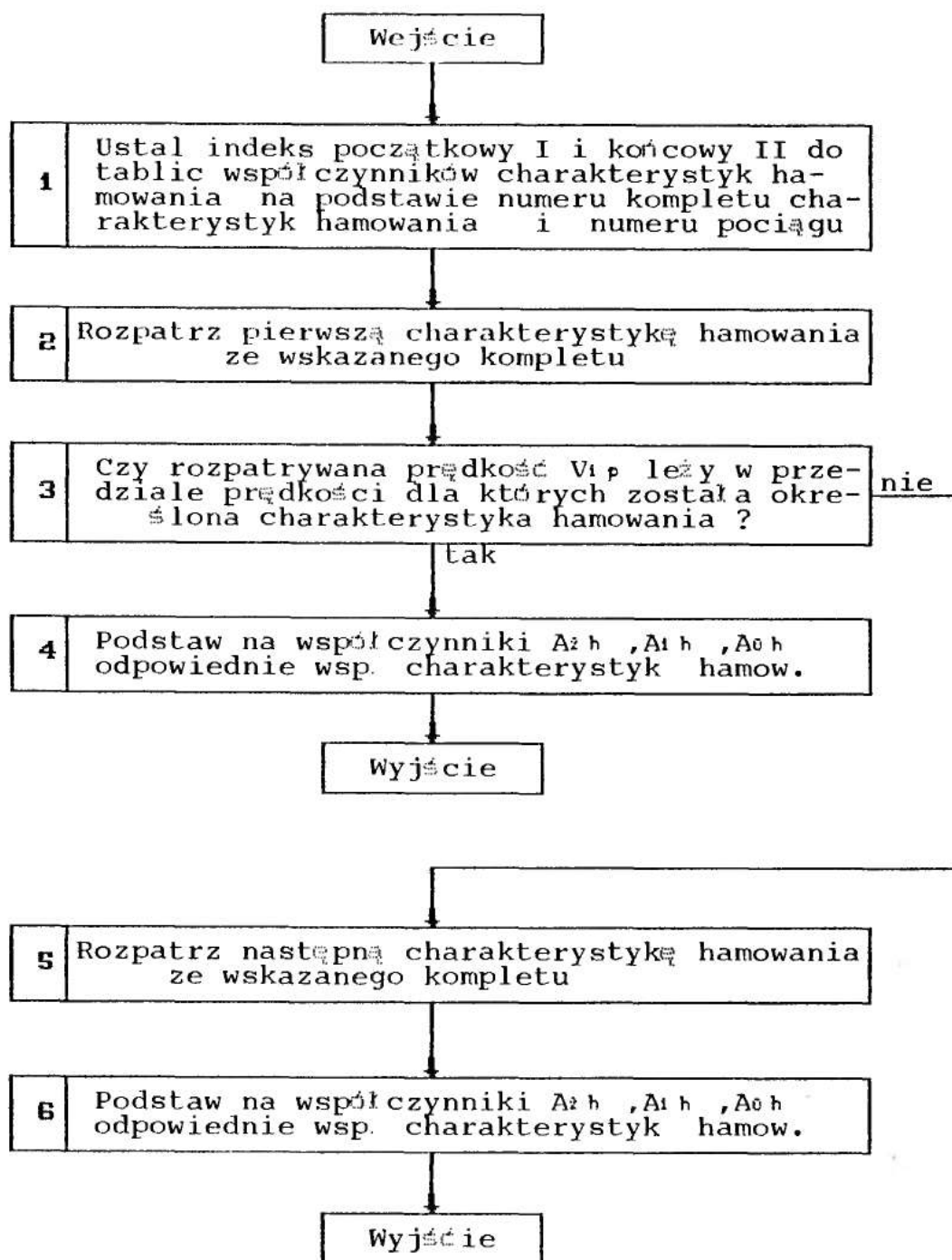
1.14. Schemat blokowy segmentu PRZECWH - c.d.,



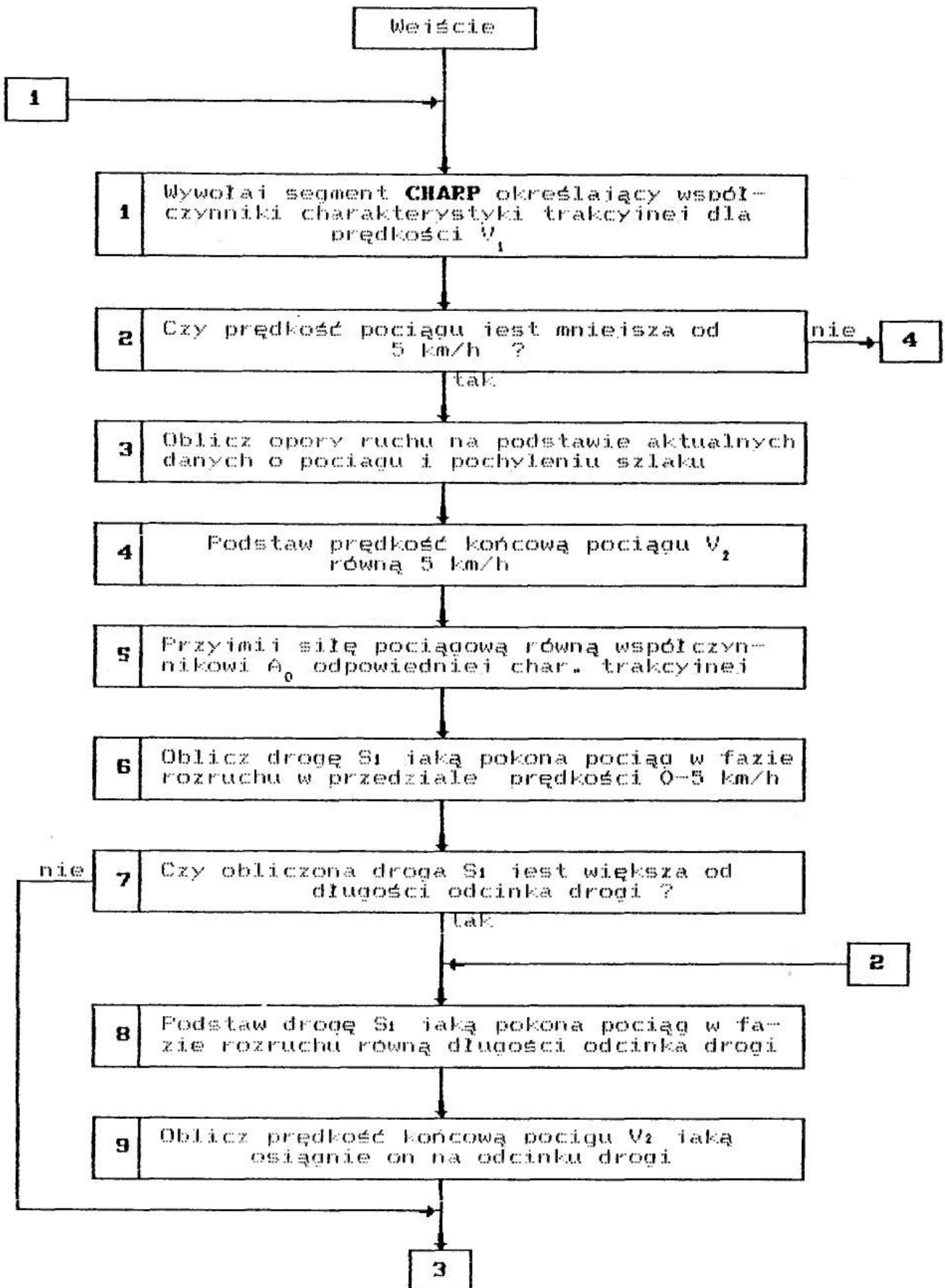
1.15. Schemat blokowy segmentu CHAPP.



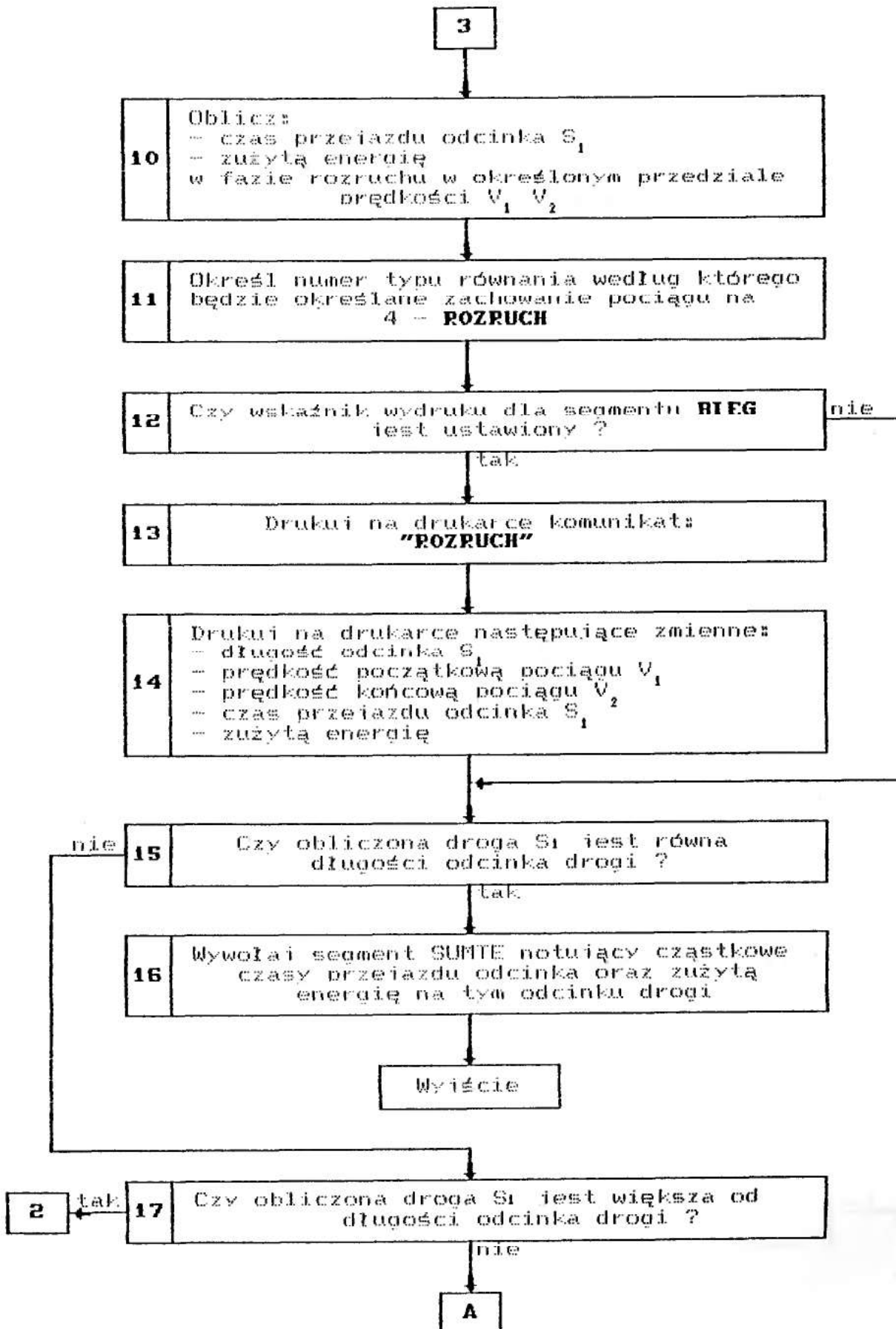
1.16. Schemat blokowy segmentu CHARH.



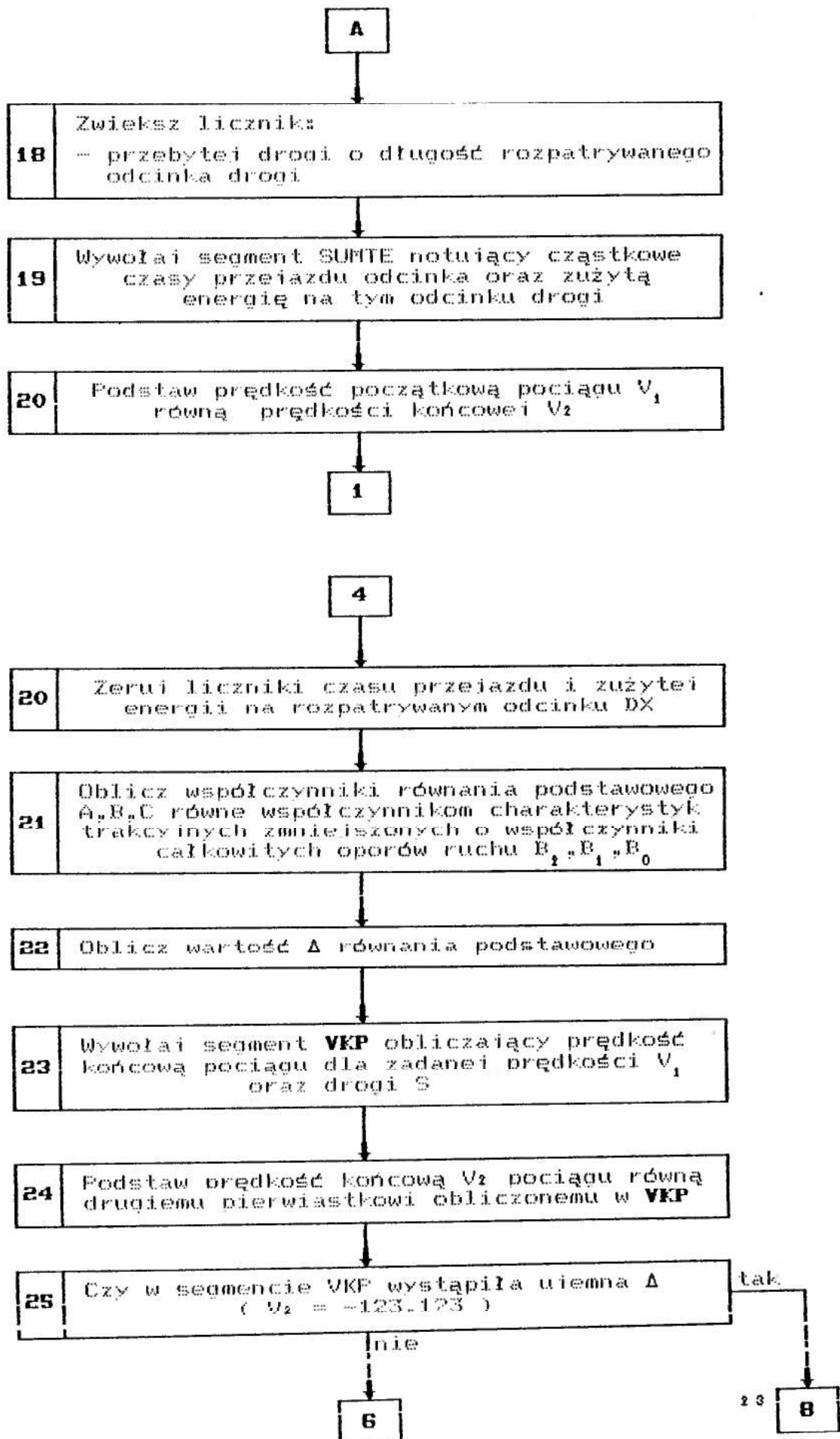
1.17. Schemat blokowy segmentu JAZDA.



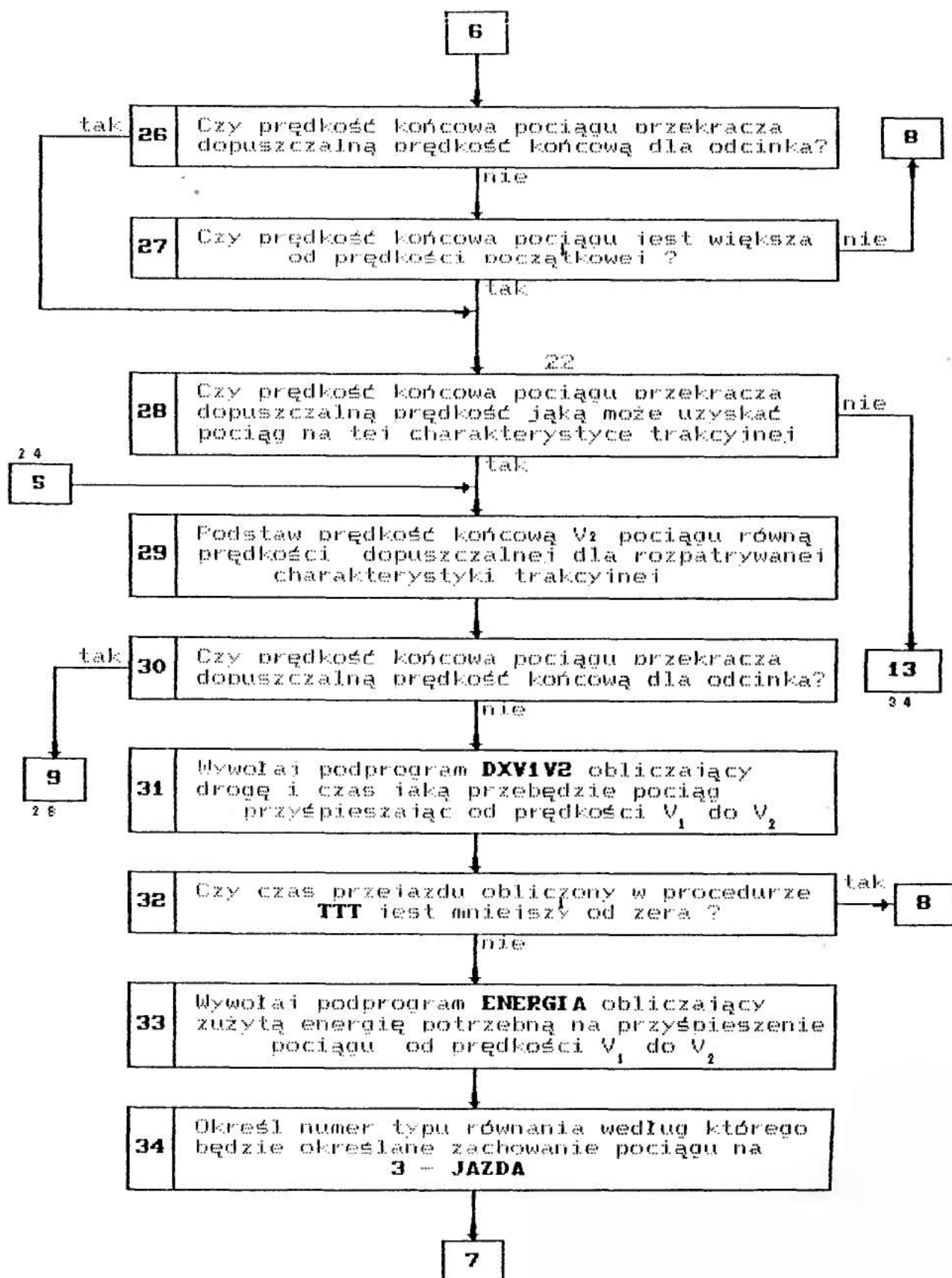
1.17. Schemat blokowy segmentu JAZDA - c. d. .



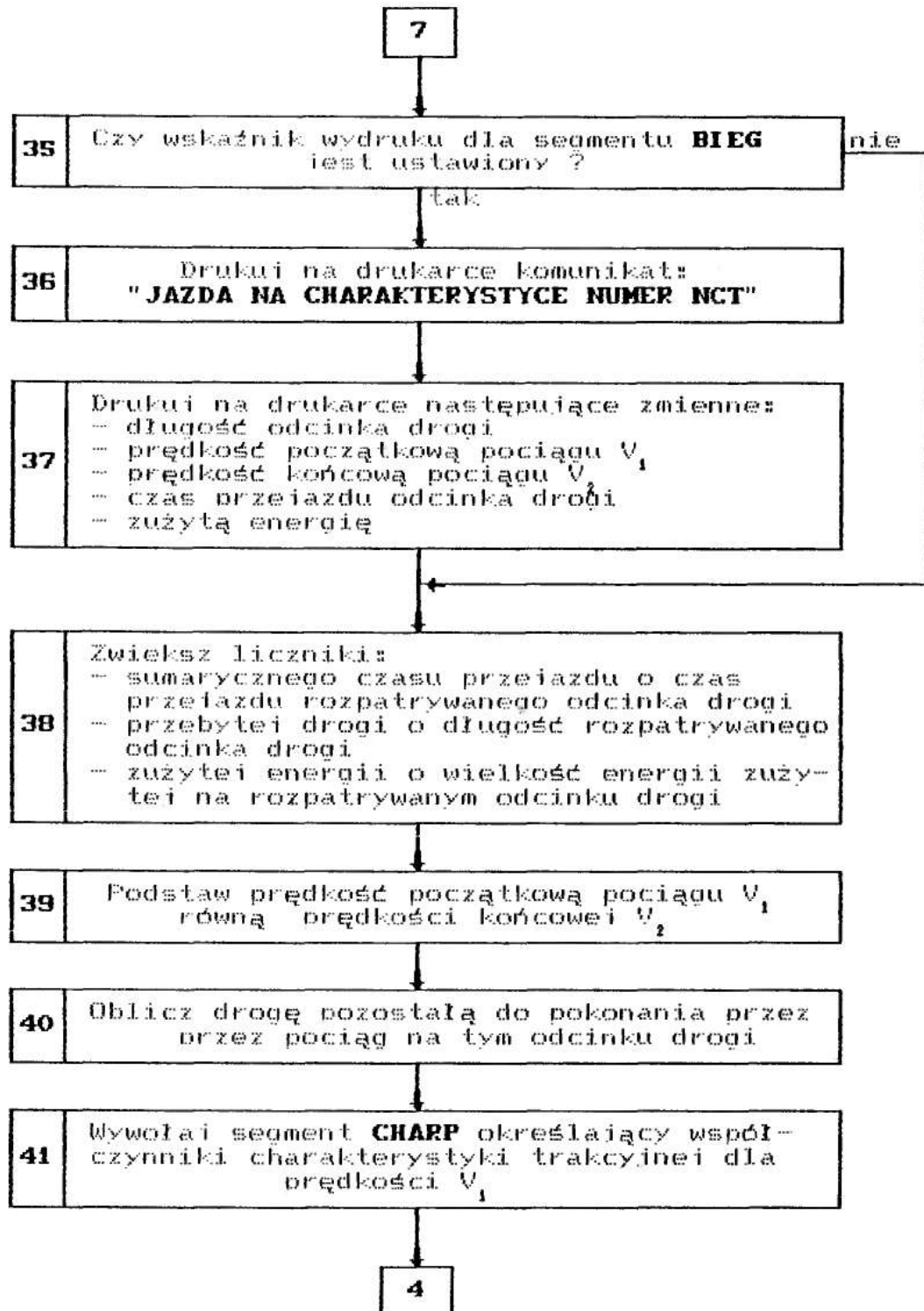
1.17. Schemat blokowy segmentu JAZDA - c. d. .



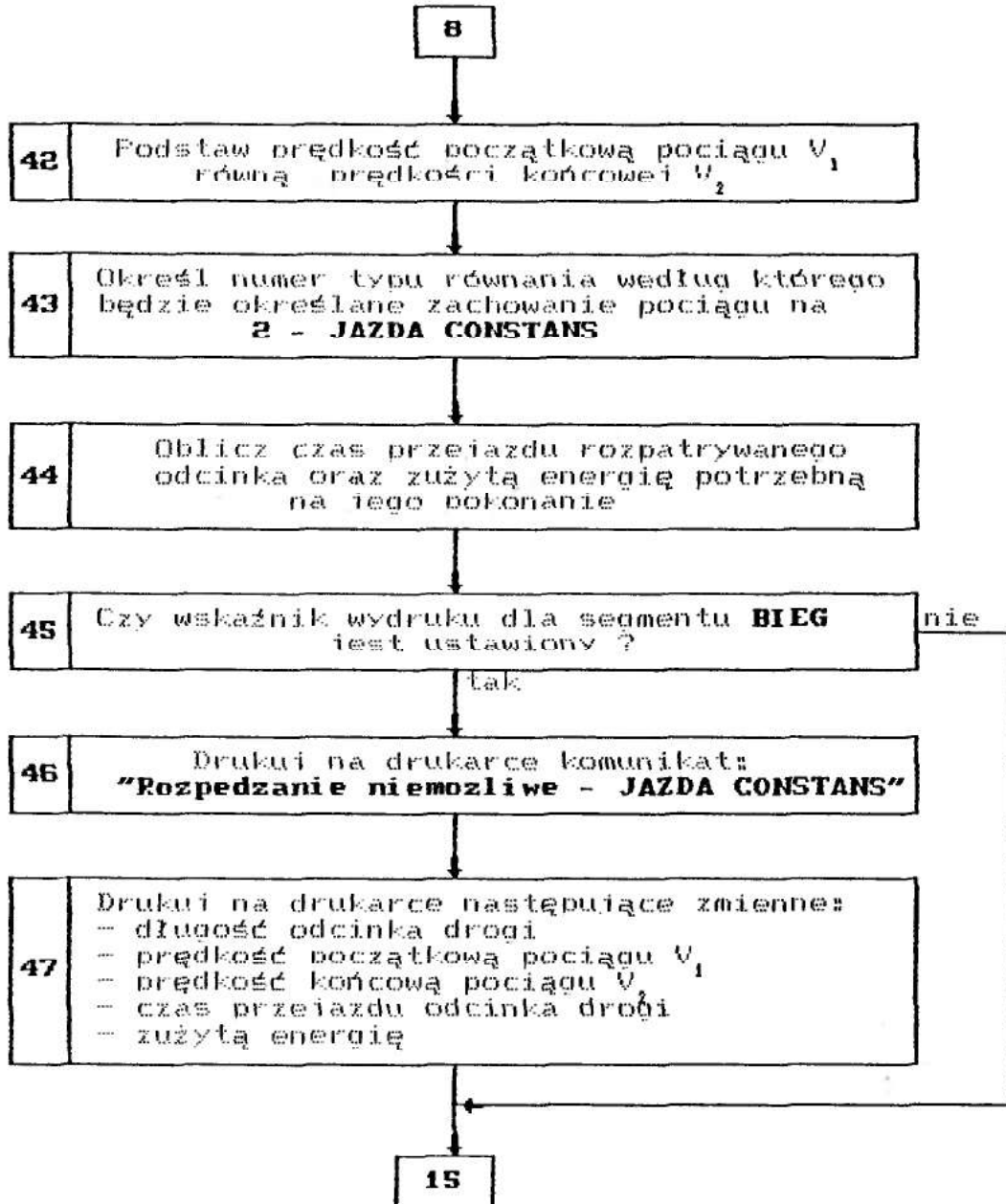
1.17. Schemat blokowy segmentu JAZDA - c. d. .



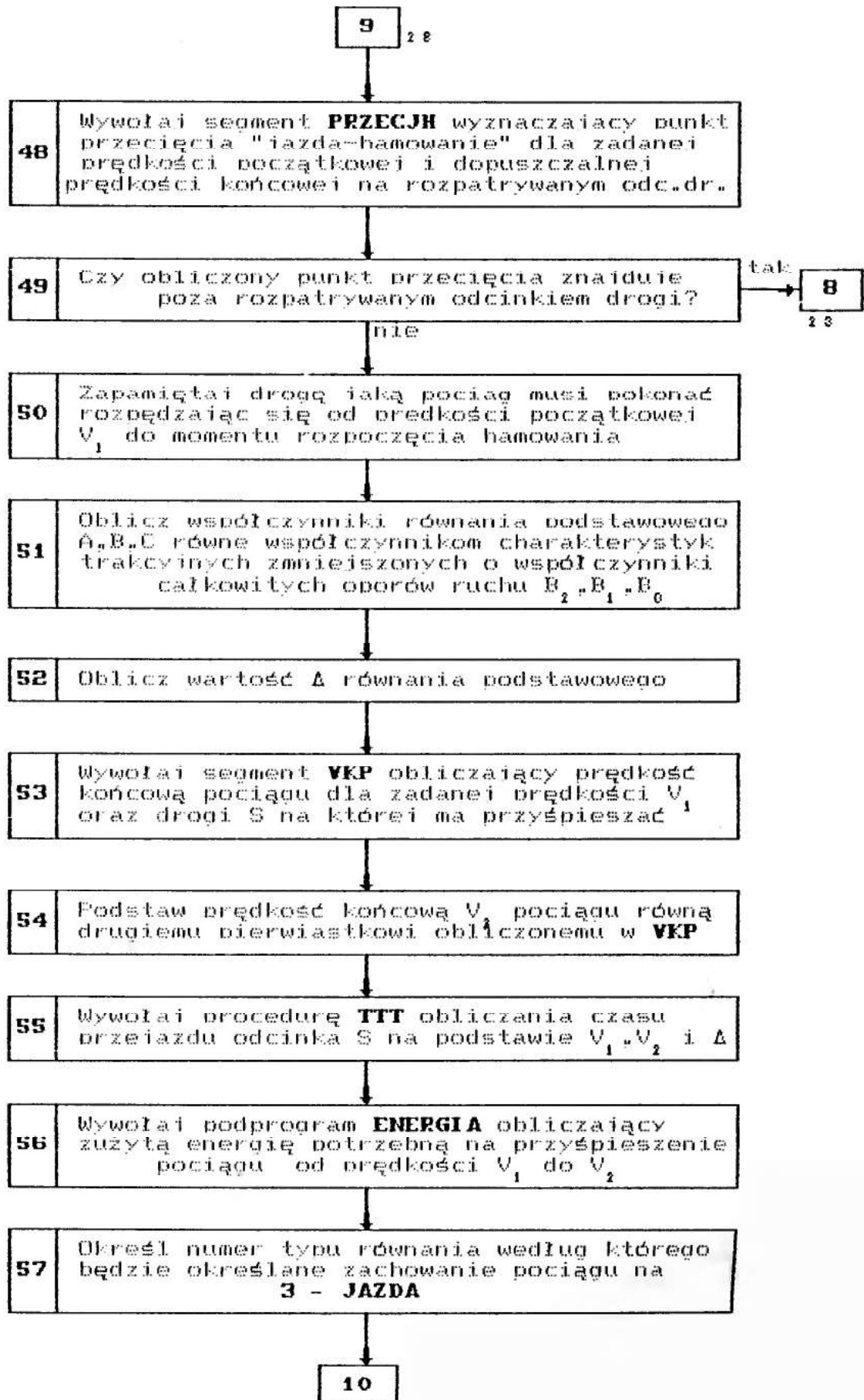
1.17. Schemat blokowy segmentu JAZDA - c. d. .



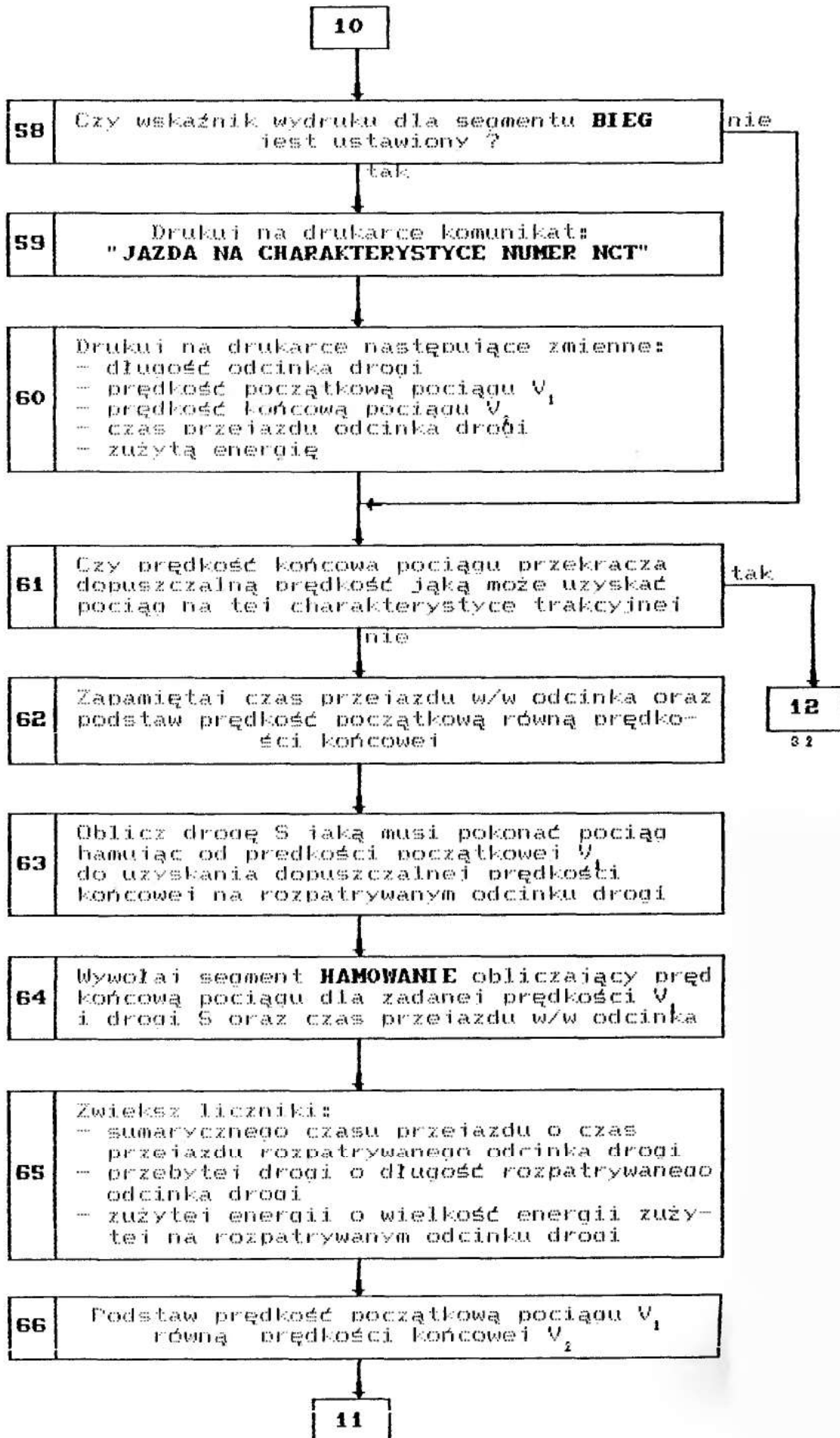
1.17. Schemat blokowy segmentu JAZDA - c. d. .



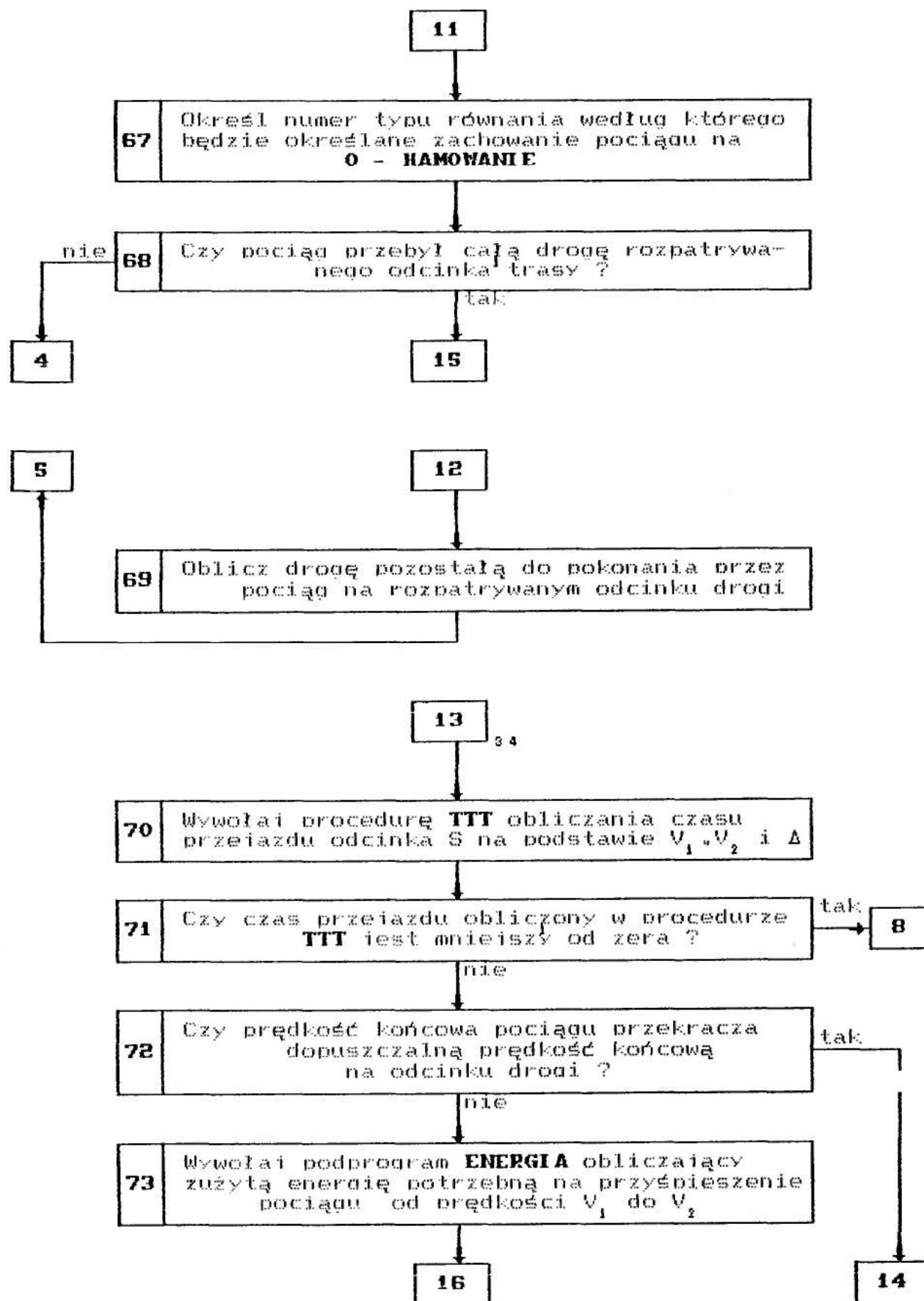
1.17. Schemat blokowy segmentu JAZDA - c. d. .



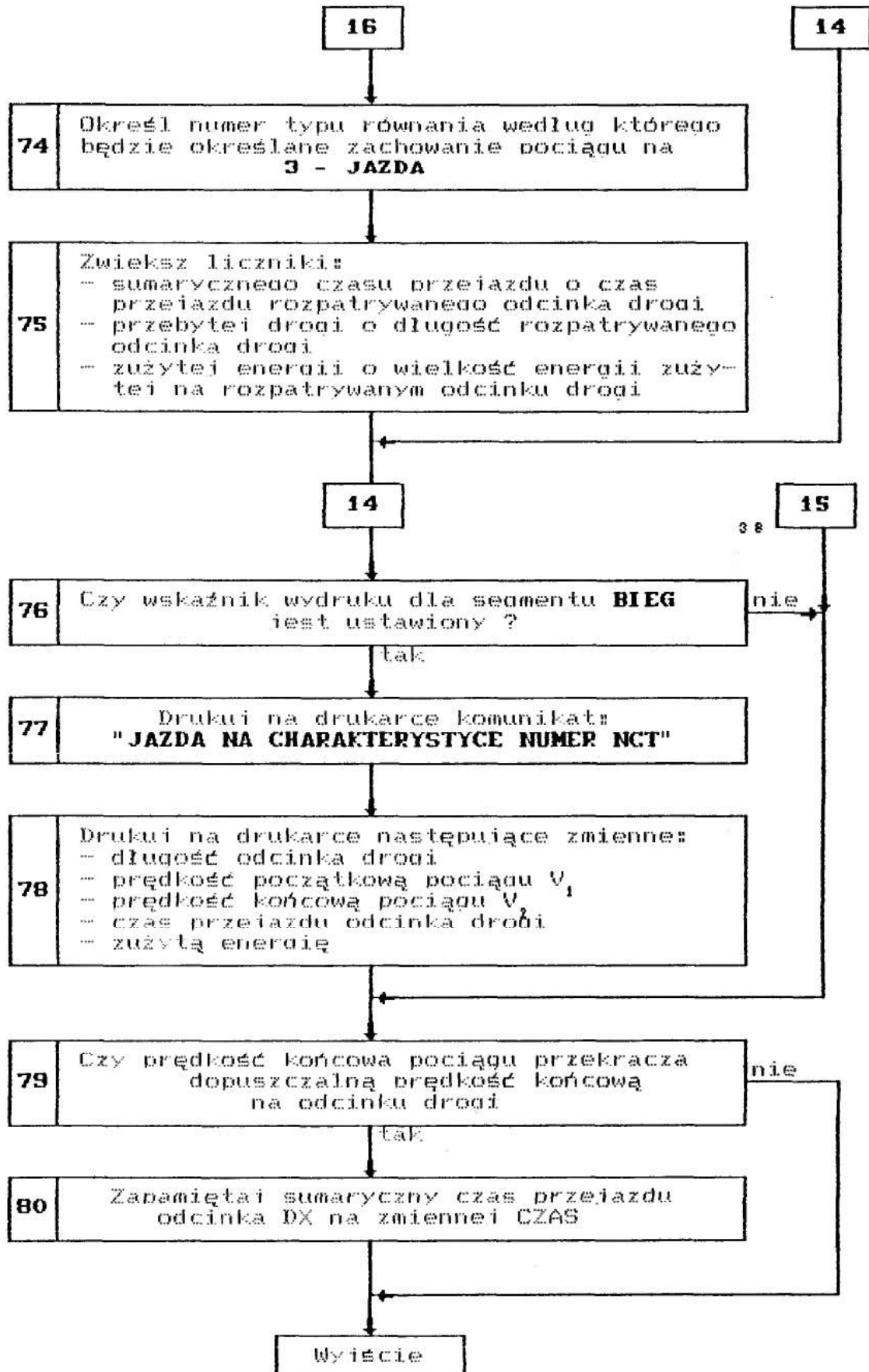
1.17. Schemat blokowy segmentu JAZDA - c. d. .



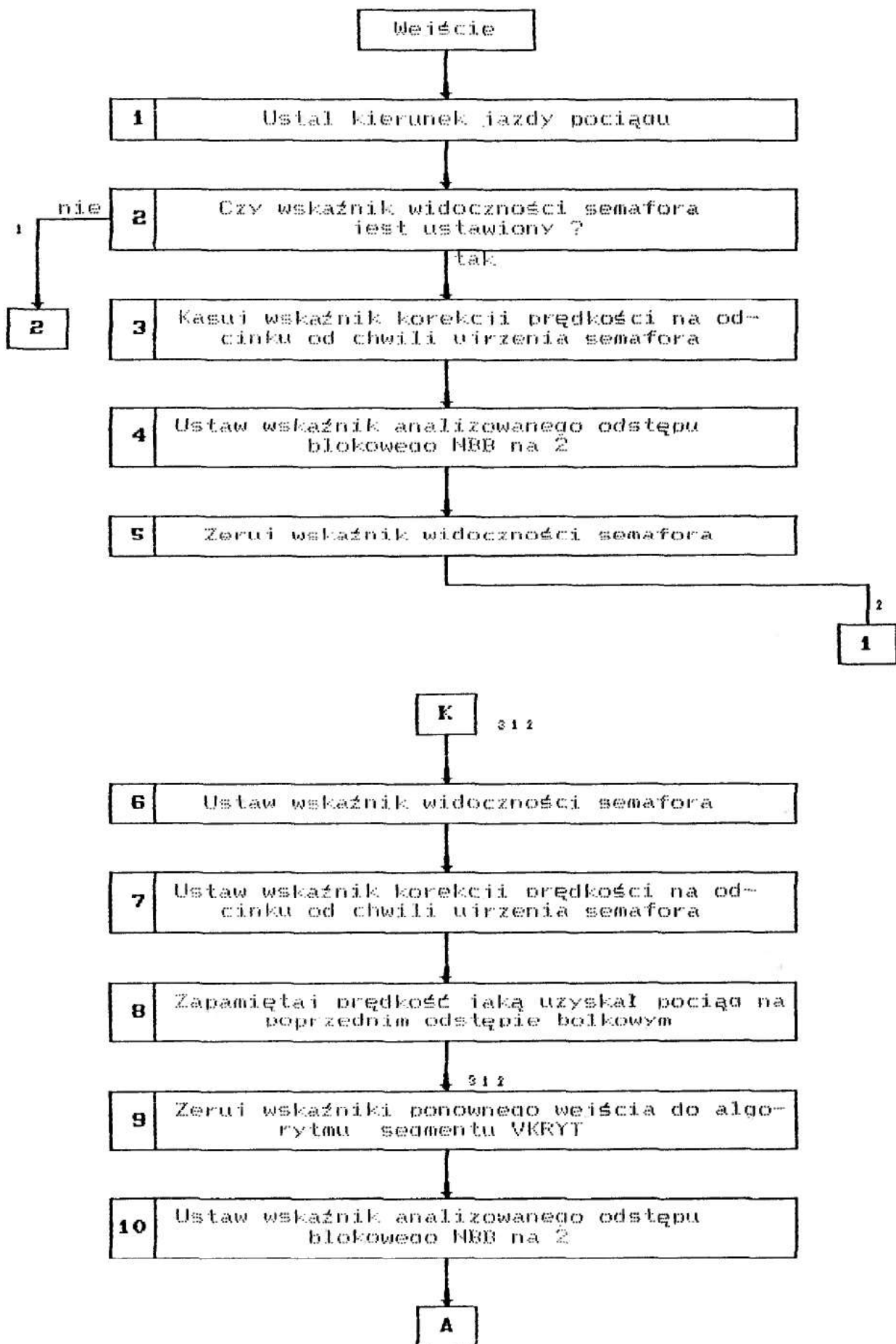
1.17. Schemat blokowy segmentu JAZDA - c. d. .



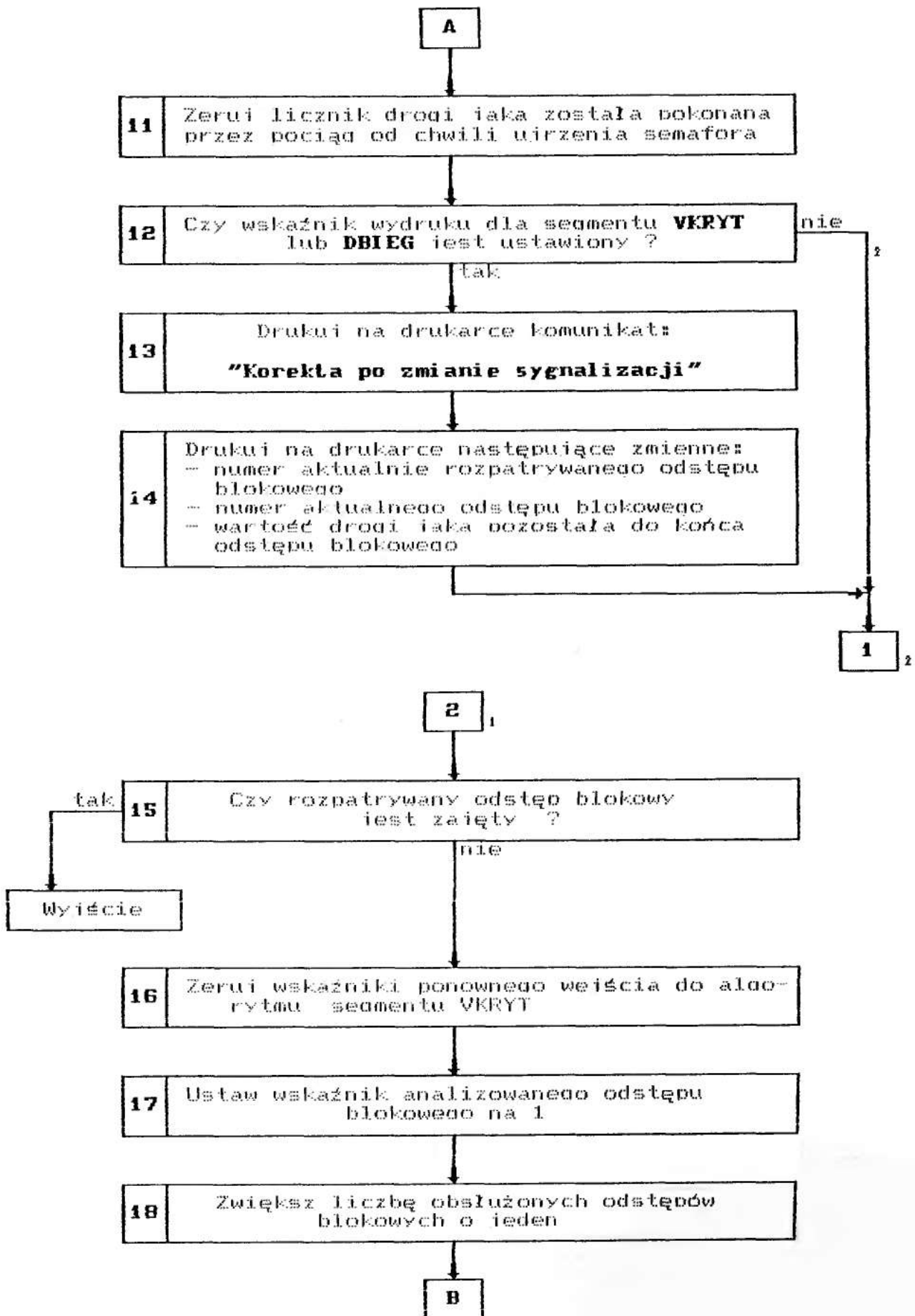
1.17. Schemat blokowy segmentu JAZDA - c. d. .



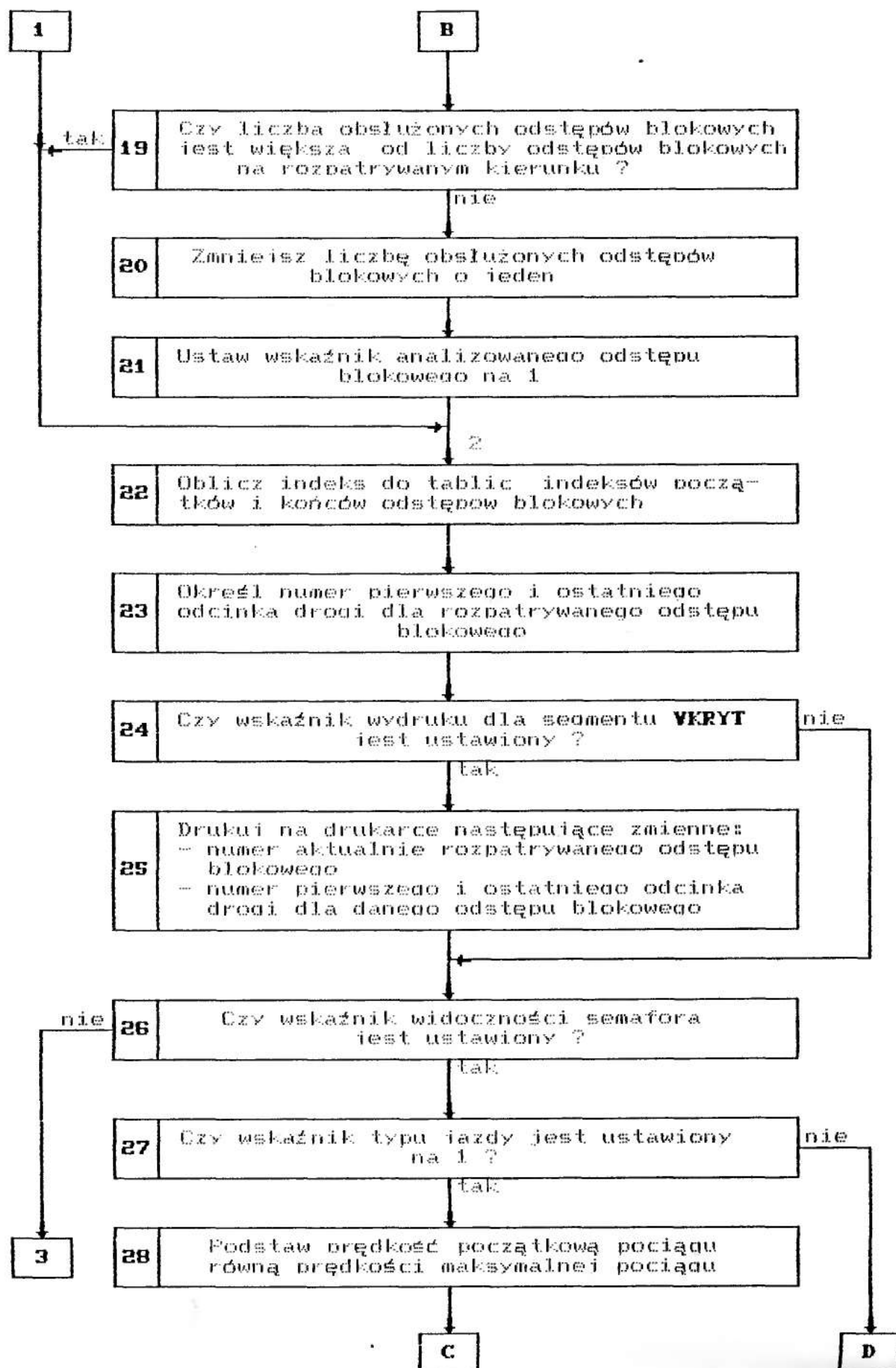
1.18. Schemat blokowy segmentu VKRYT.



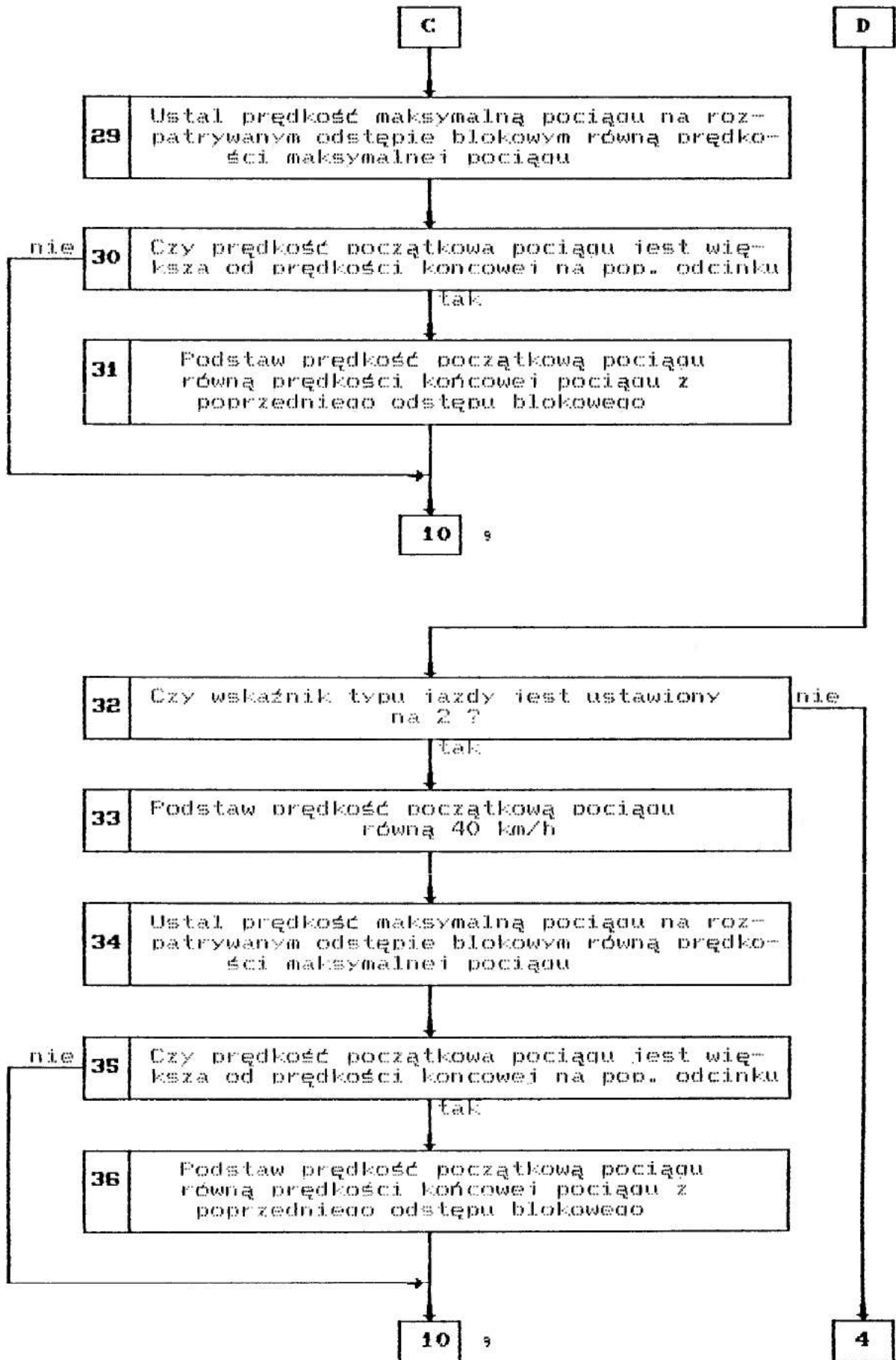
1.18. Schemat blokowy segmentu VKRYT - c.d..



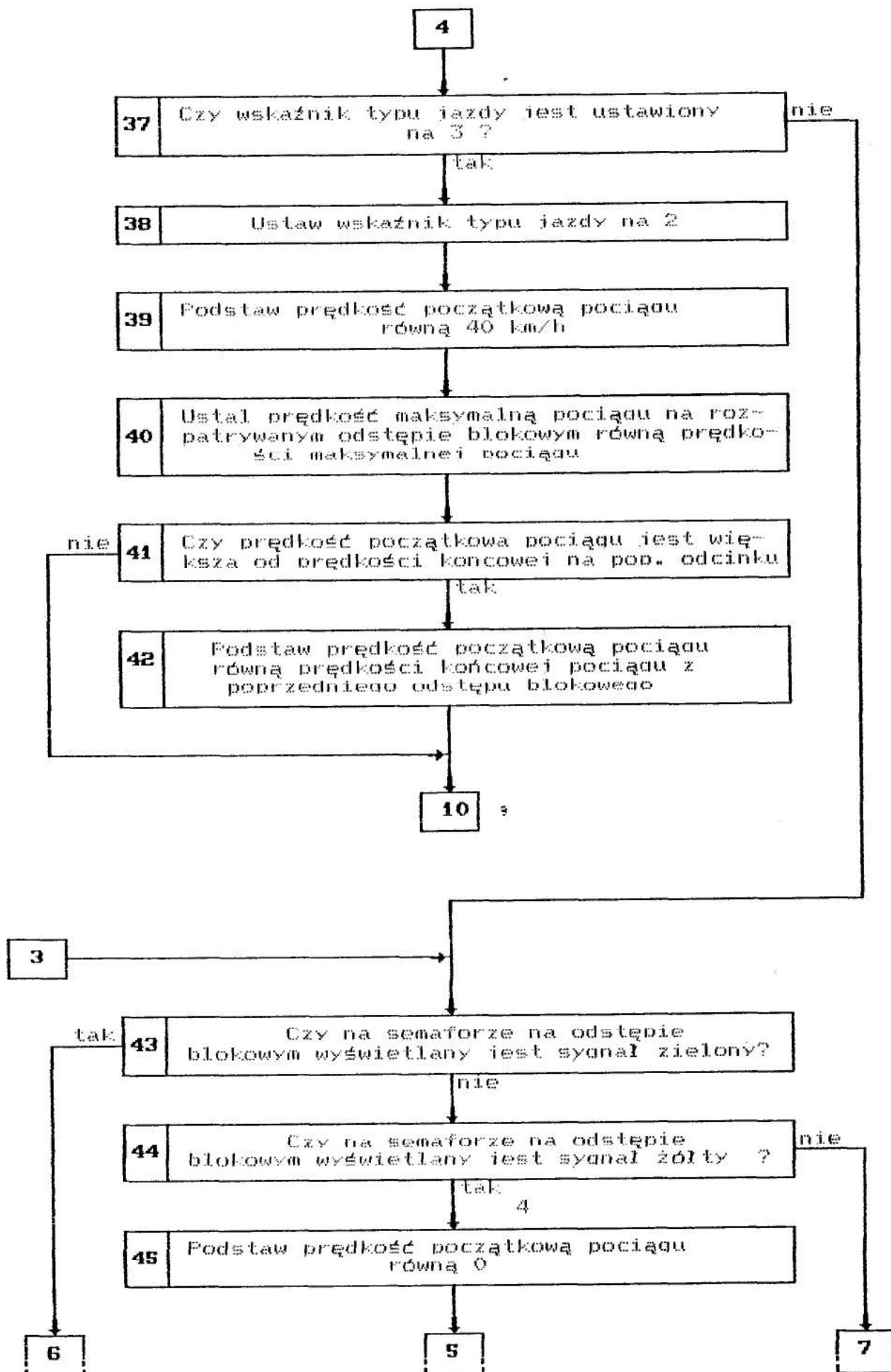
1.18. Schemat blokowy segmentu VKRYT - c.d..



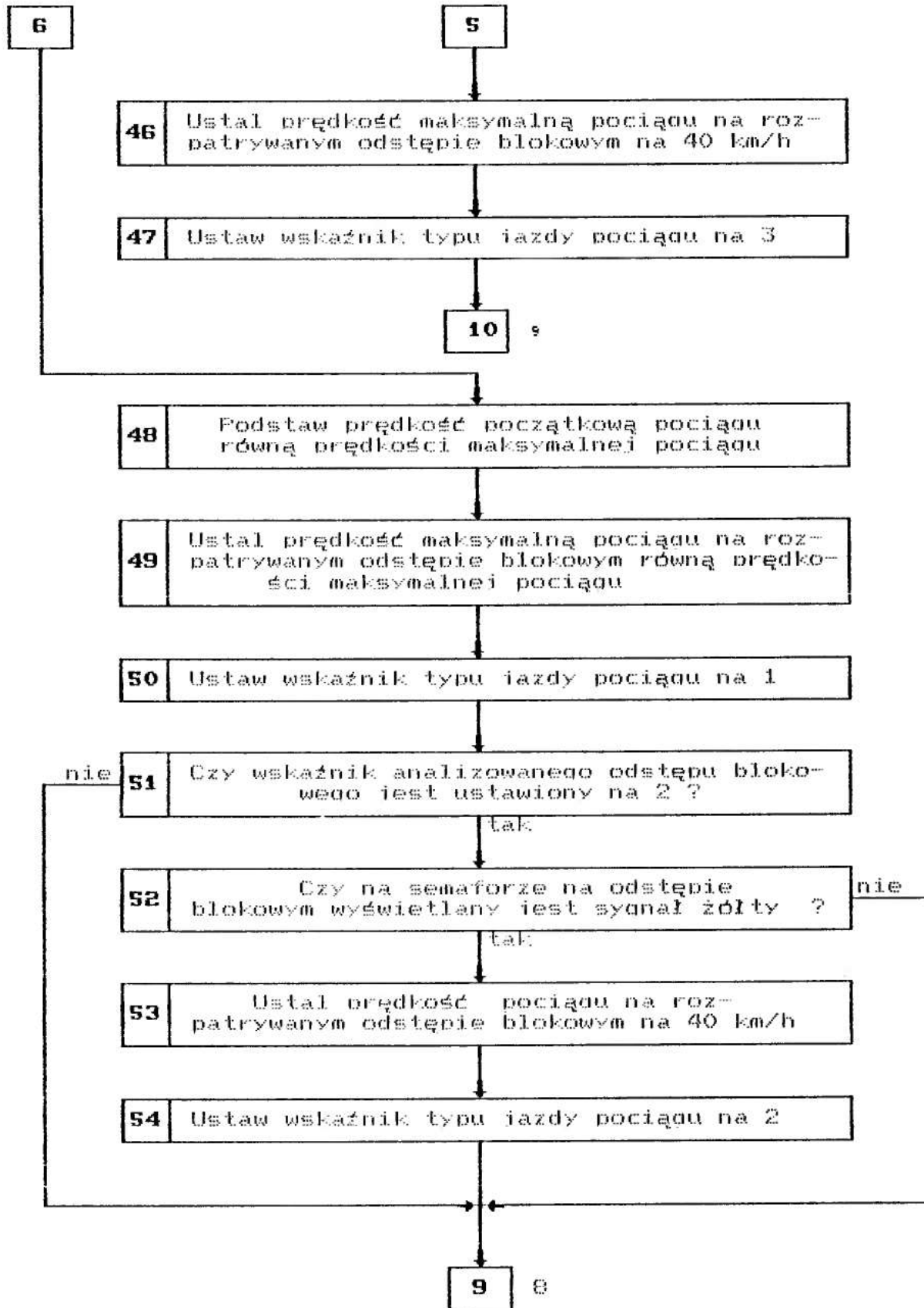
1.18. Schemat blokowy segmentu WKRYT - c. d. .



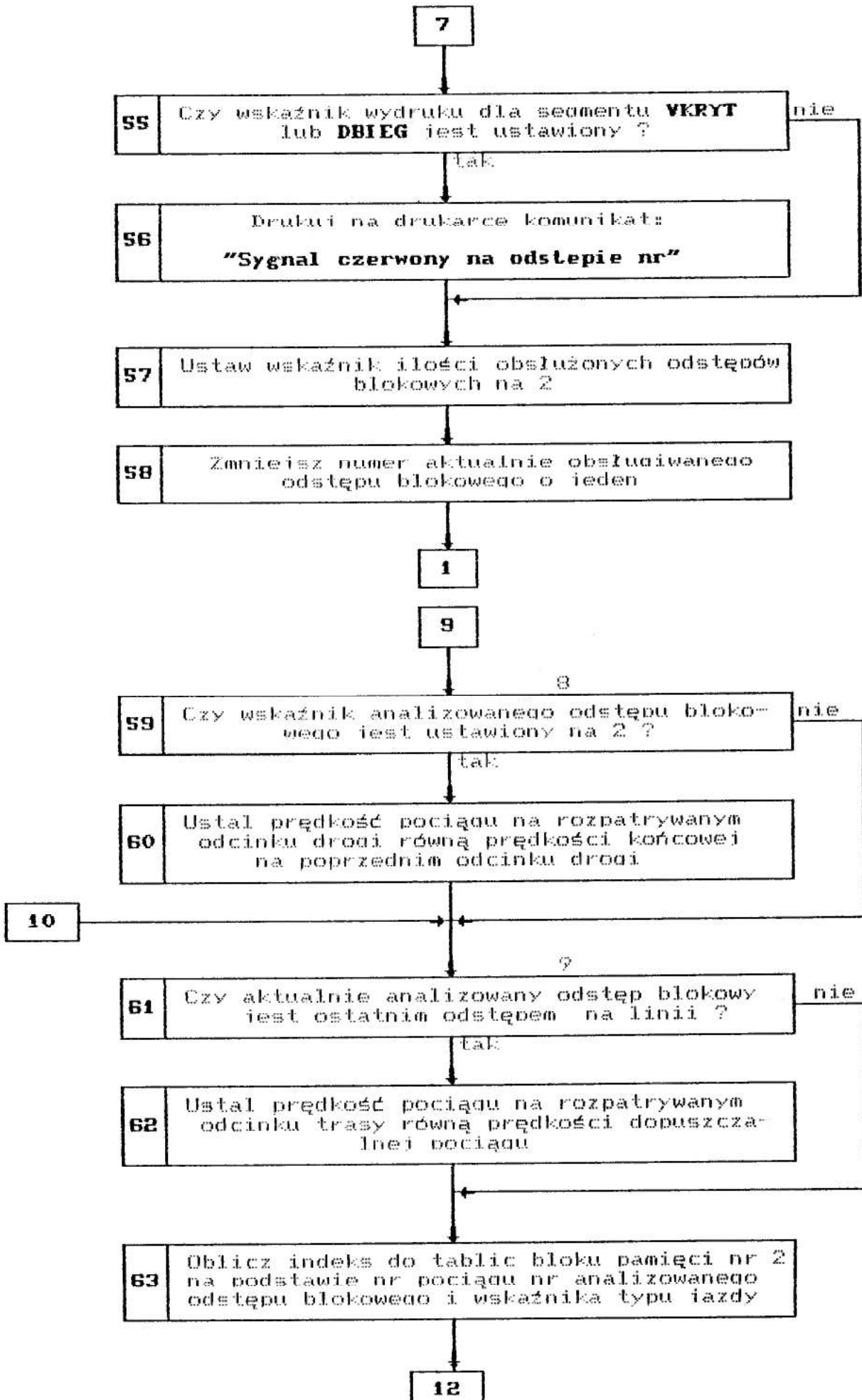
1.18. Schemat blokowy segmentu VKRYT - c.d..



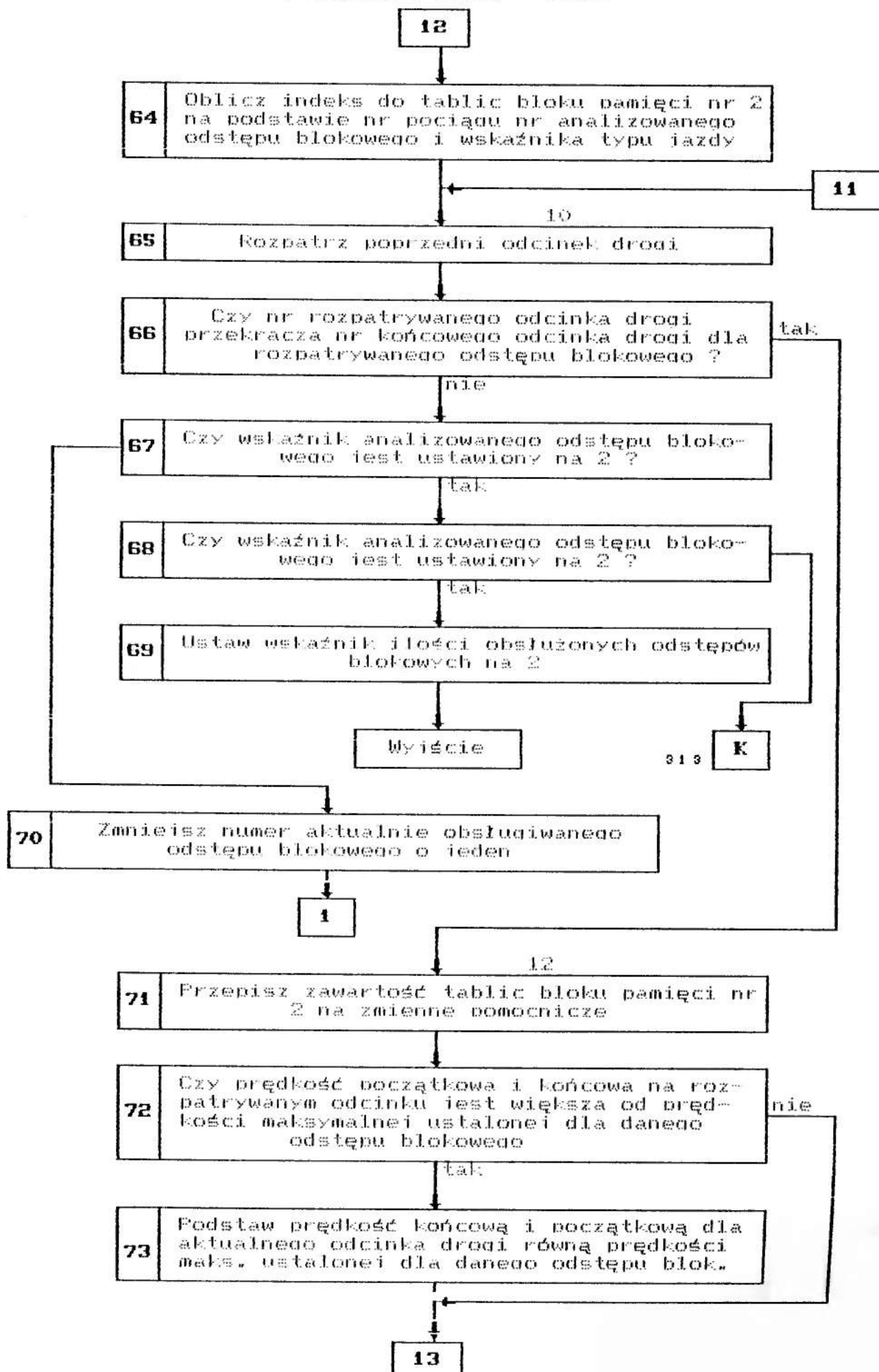
1.18. Schemat blokowy segmentu WKRYT - c. d. .



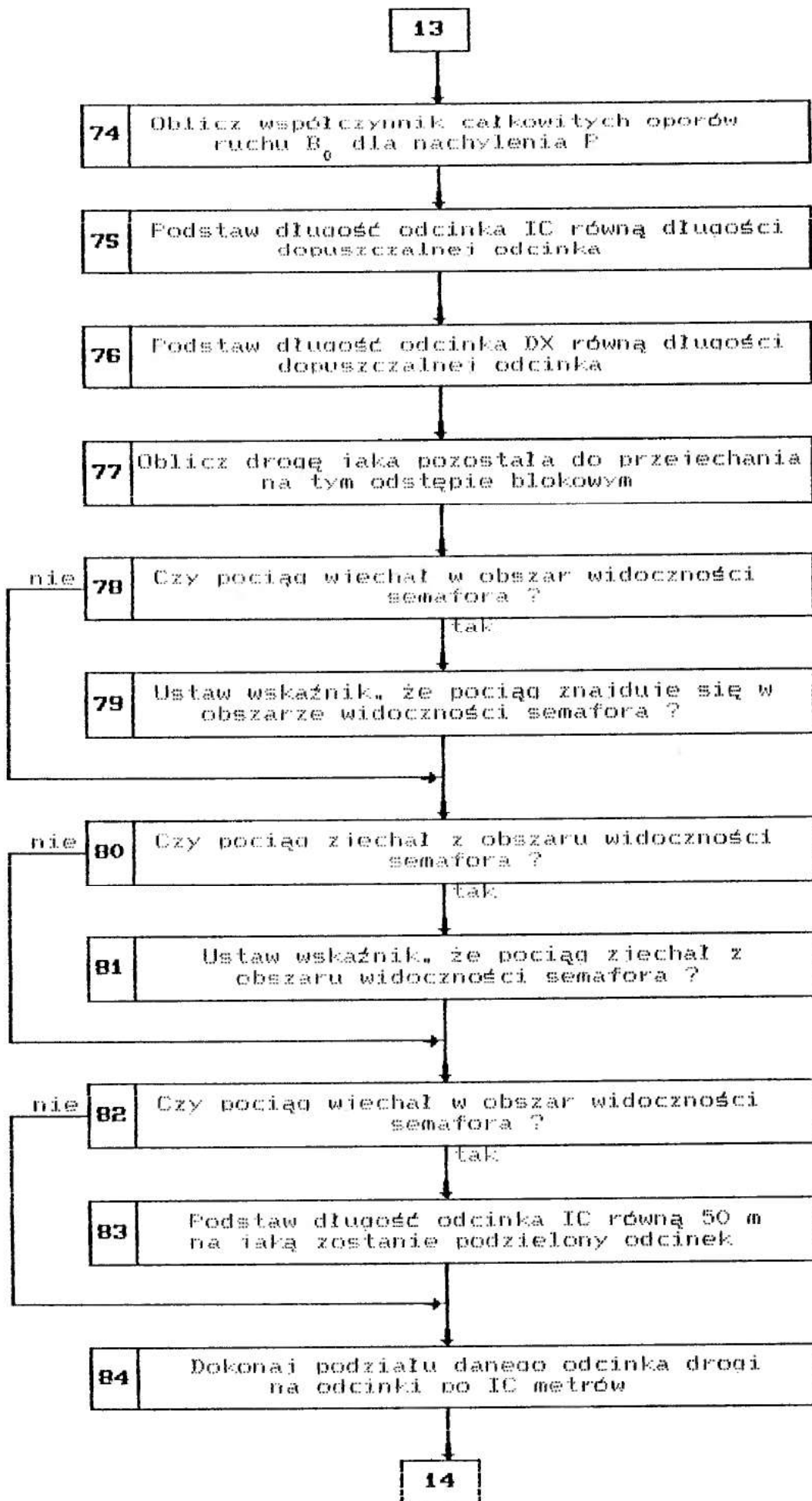
1.18. Schemat blokowy segmentu VKRYT - c. d. .



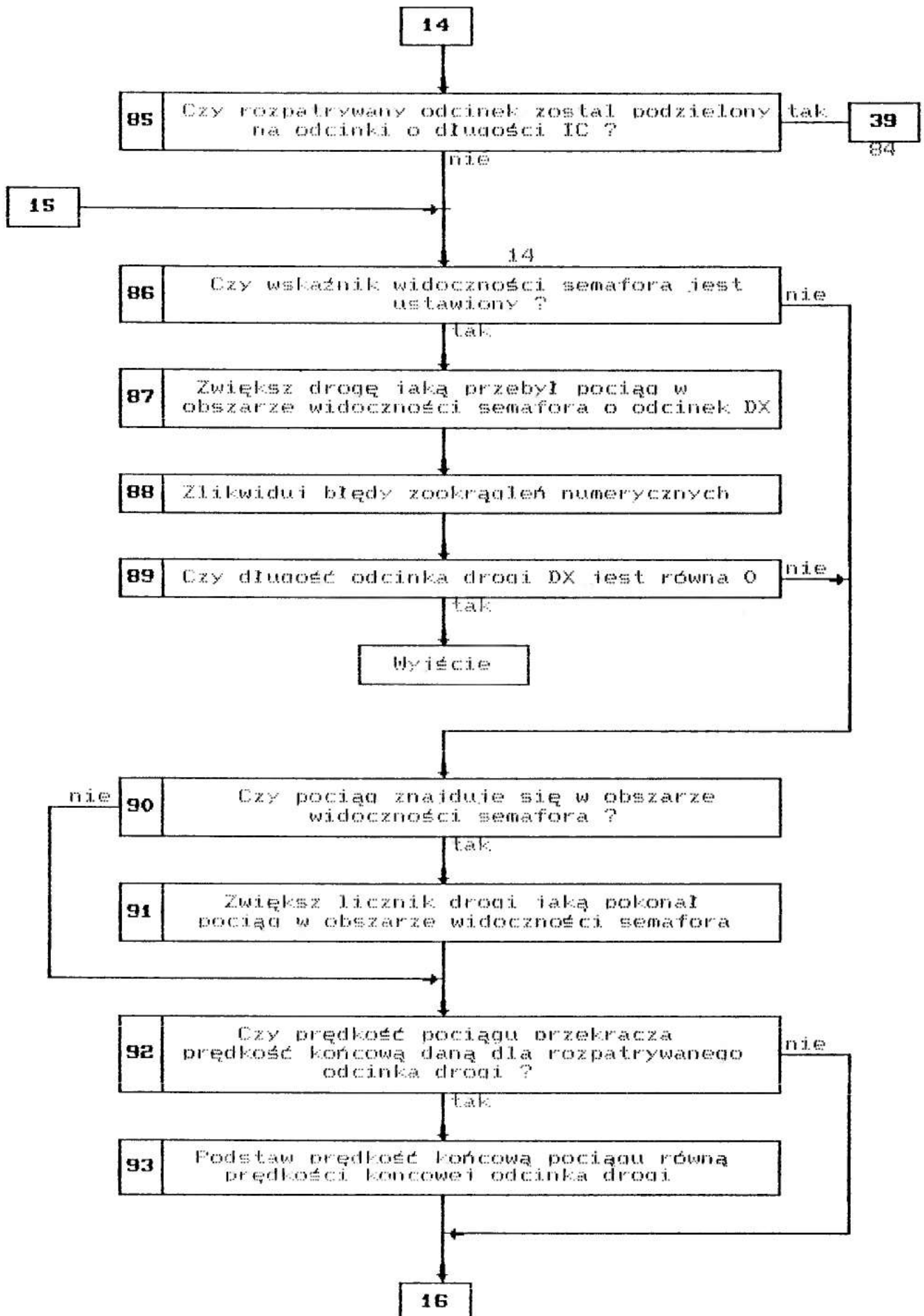
1.18. Schemat blokowy segmentu VKRYT - c. d.,



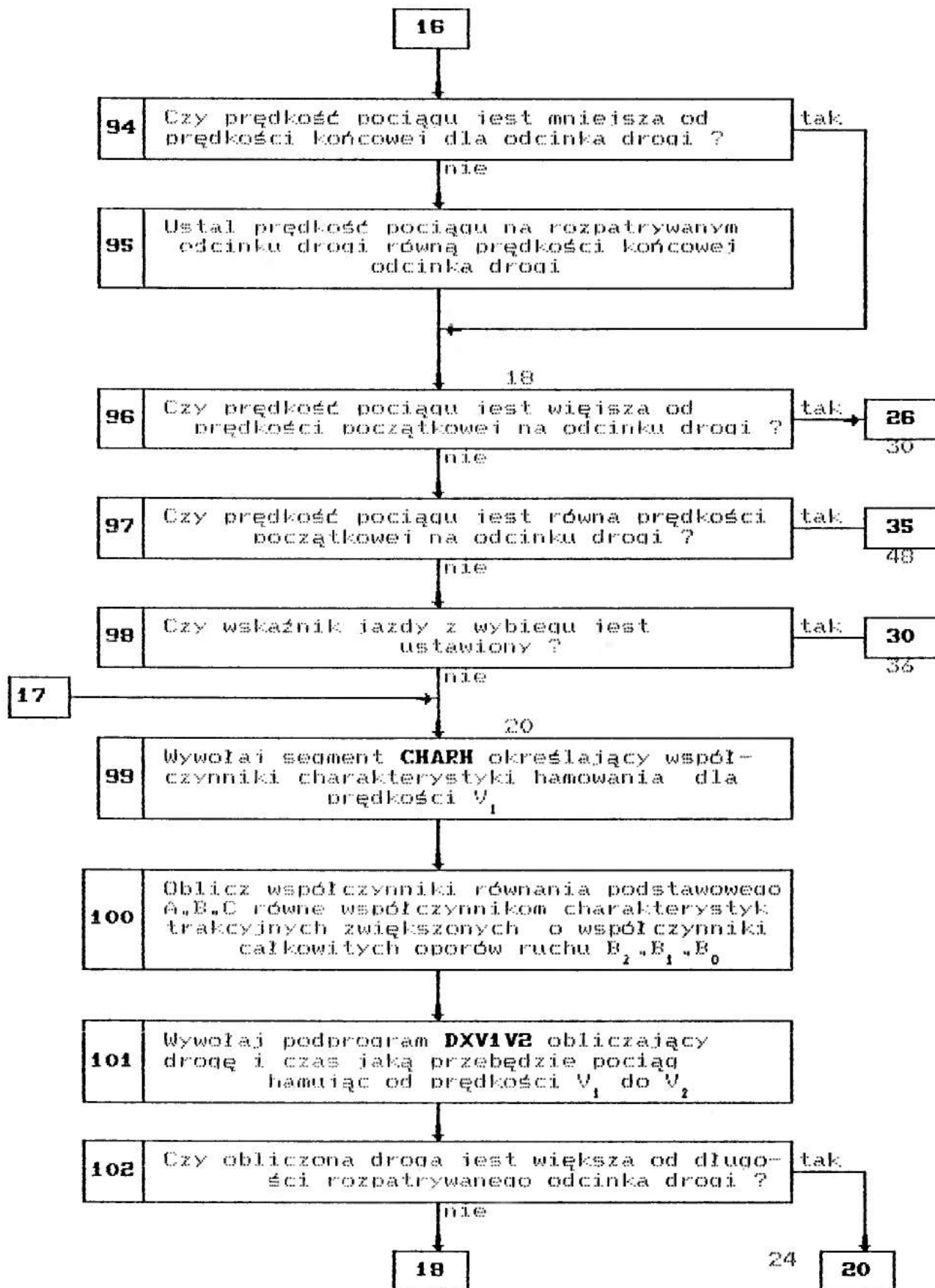
1.18. Schemat blokowy segmentu WKRYT - c. d. .



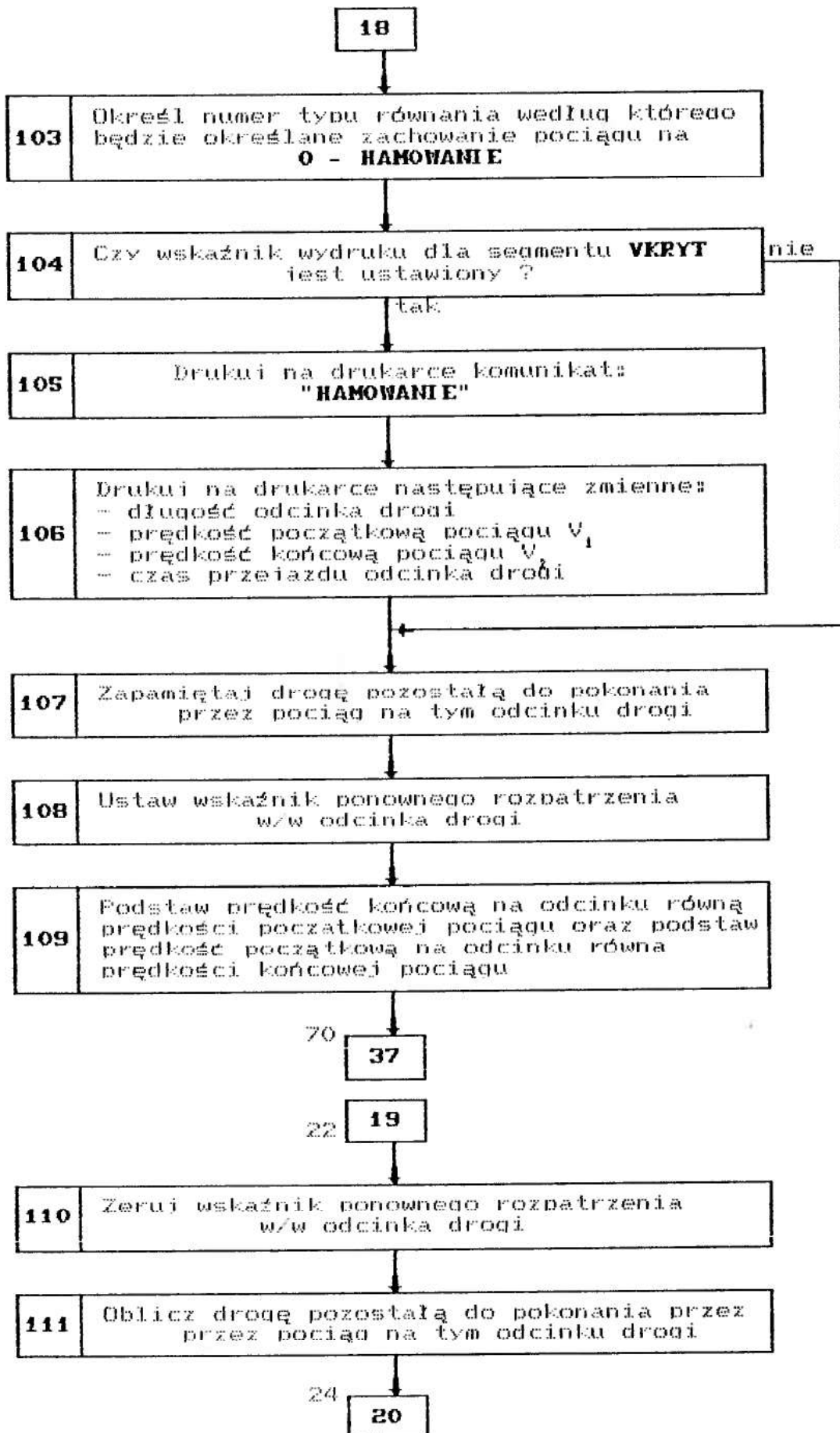
1.18. Schemat blokowy segmentu VKRYT - c. d. .



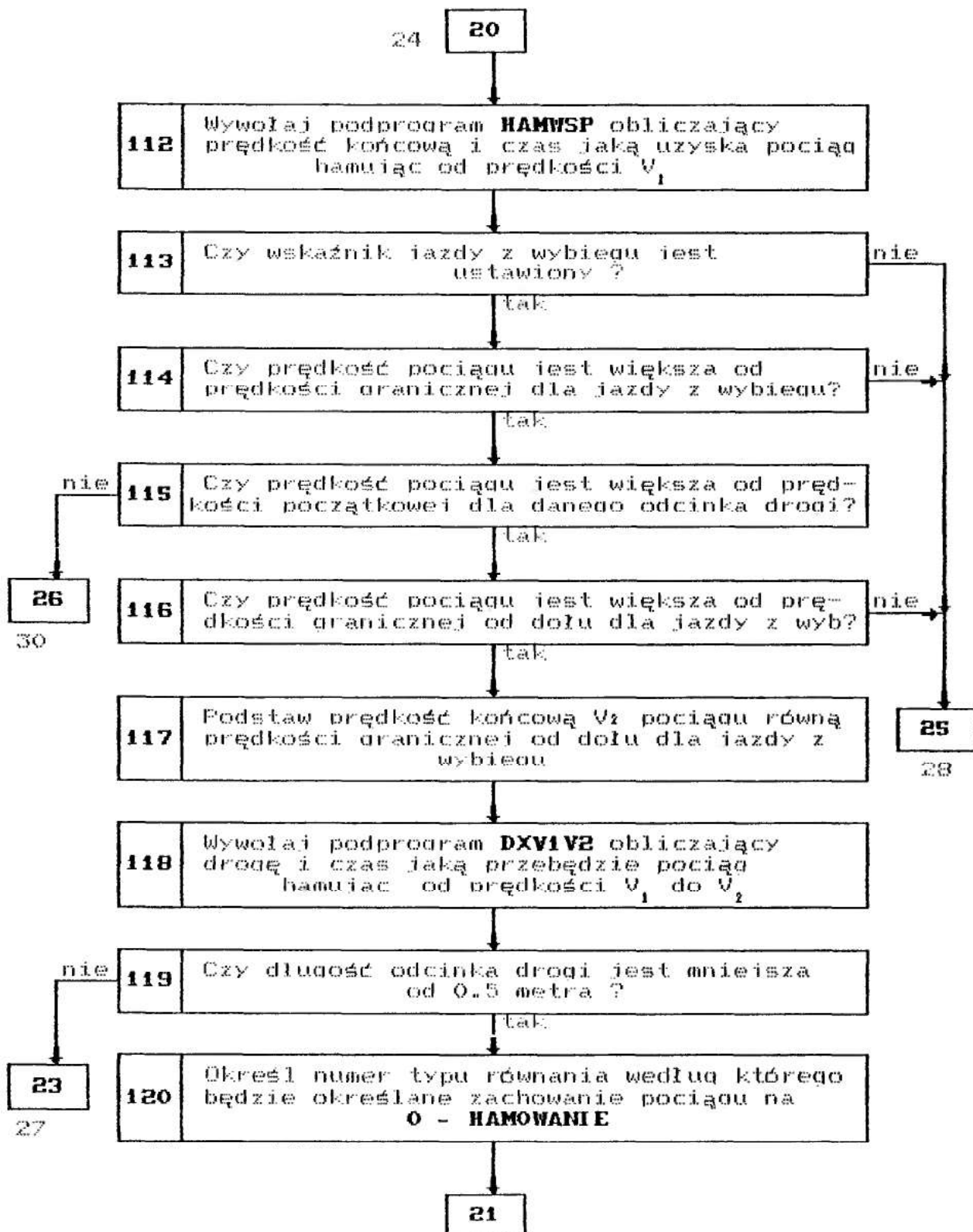
1.18. Schemat blokowy segmentu VKRYT - c. d. .



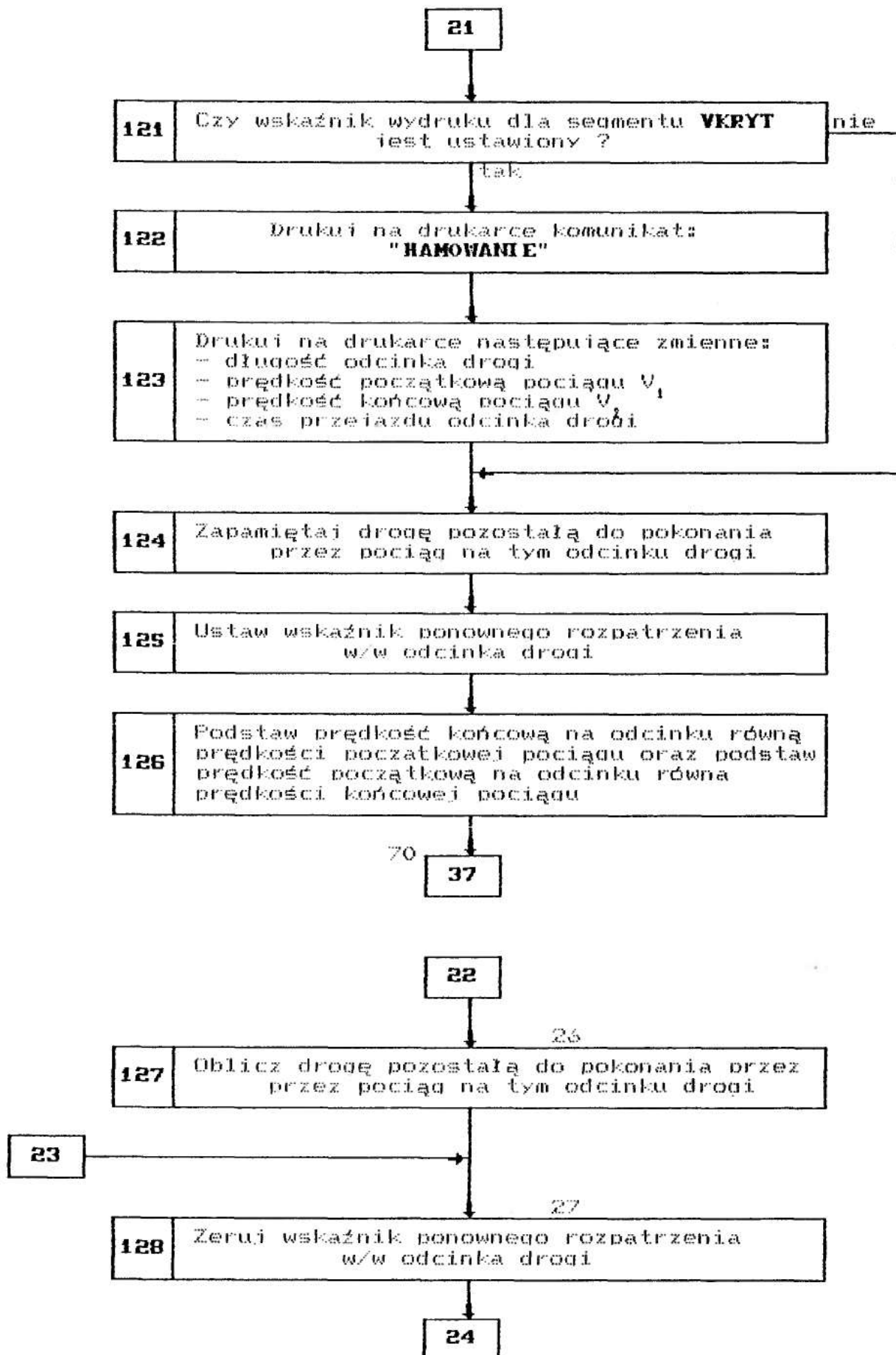
1.18. Schemat blokowy segmentu VKRYT - c.d.



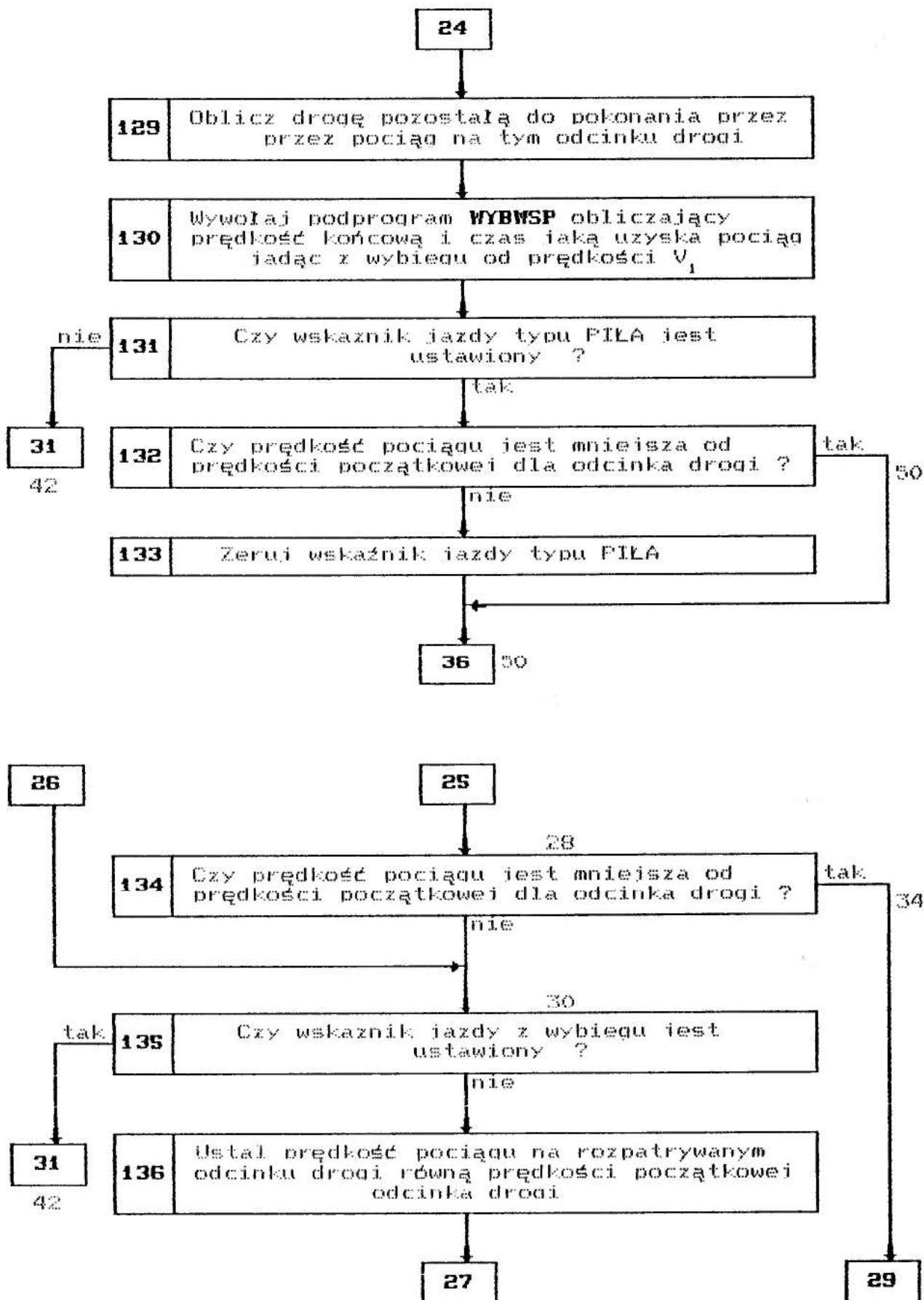
1.18. Schemat blokowy segmentu VKRYT - c. d. .



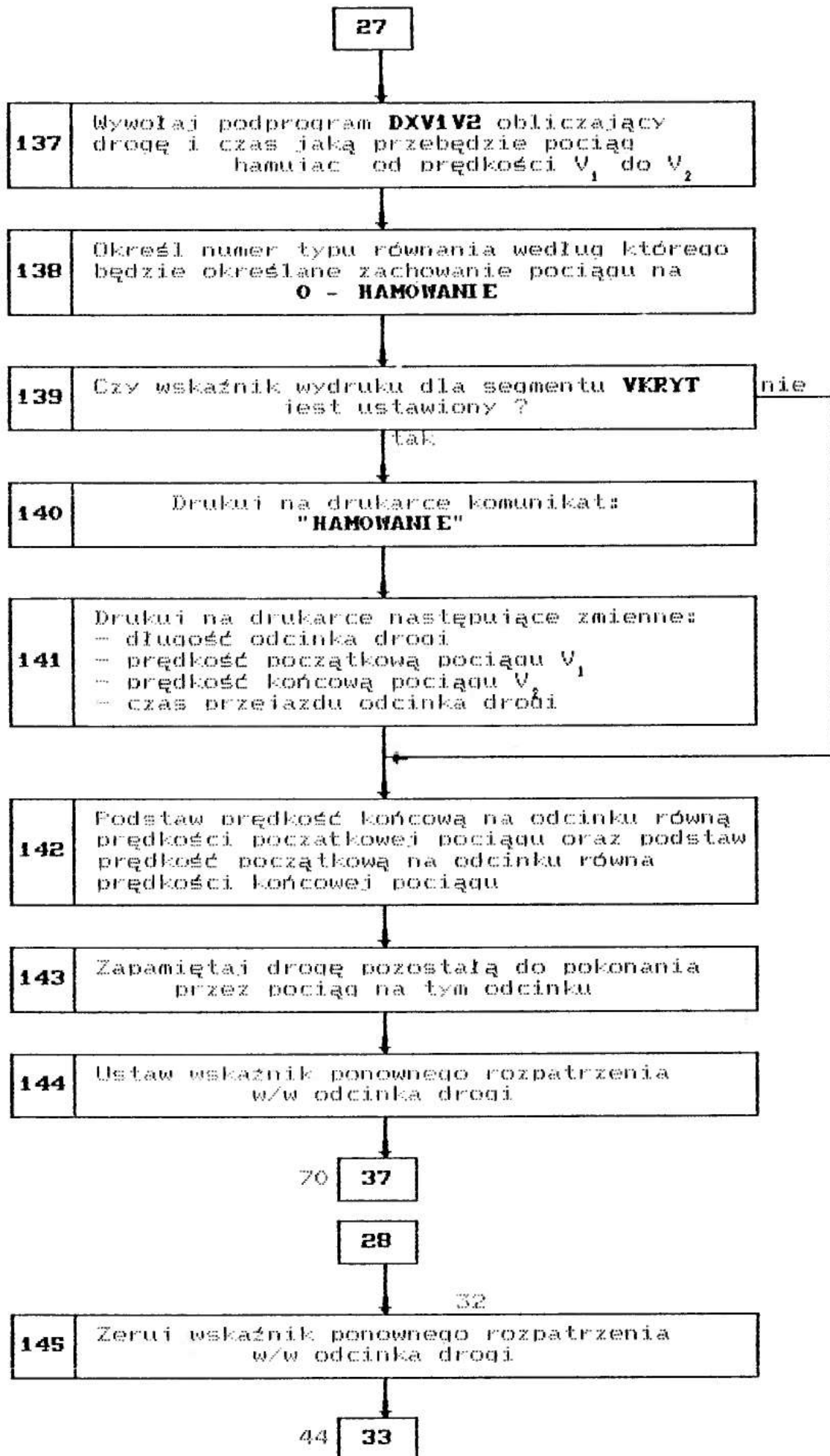
1.18. Schemat blokowy segmentu VKRYT - c.d..



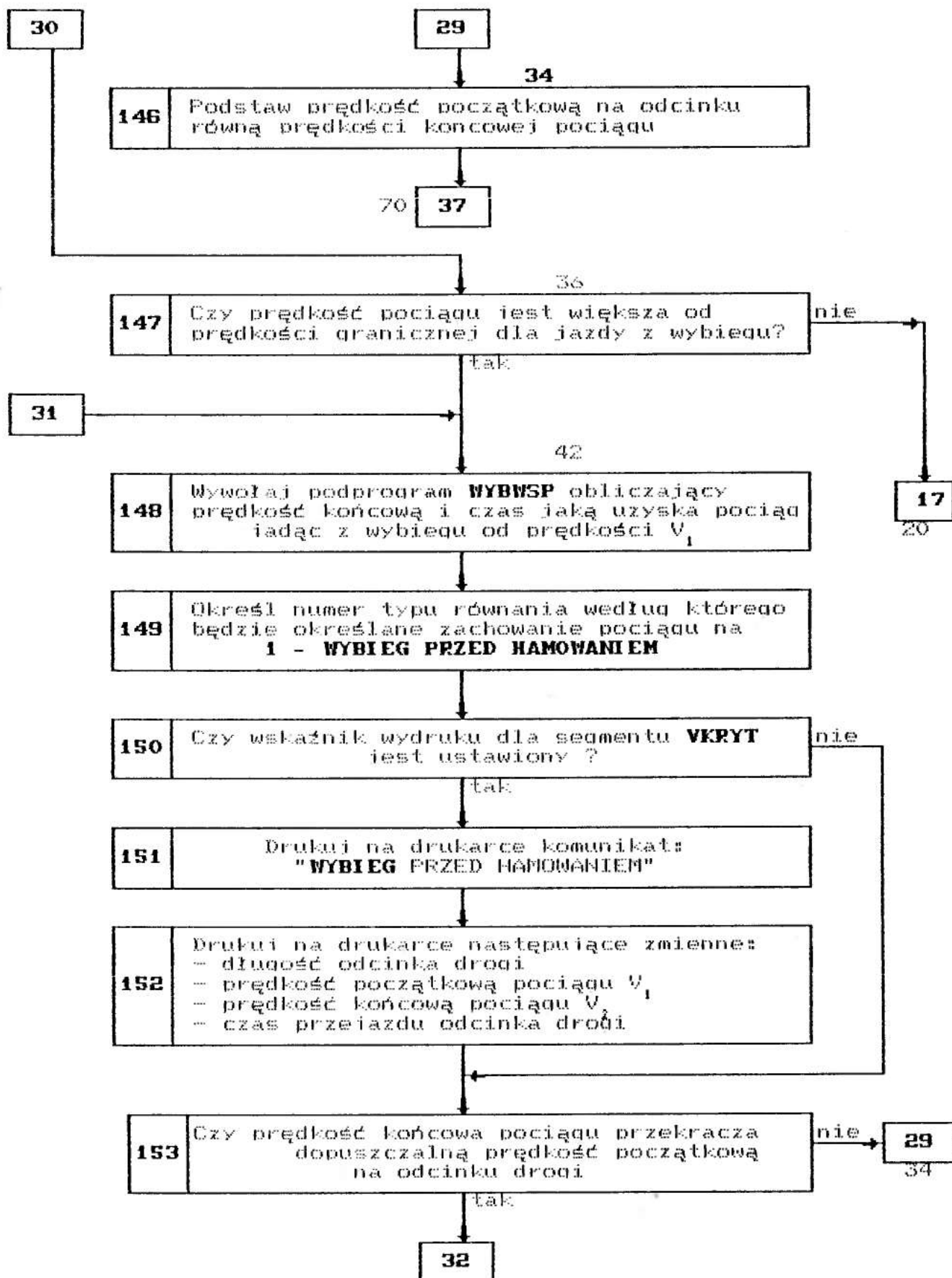
1.18. Schemat blokowy segmentu VKRYT - c.d..



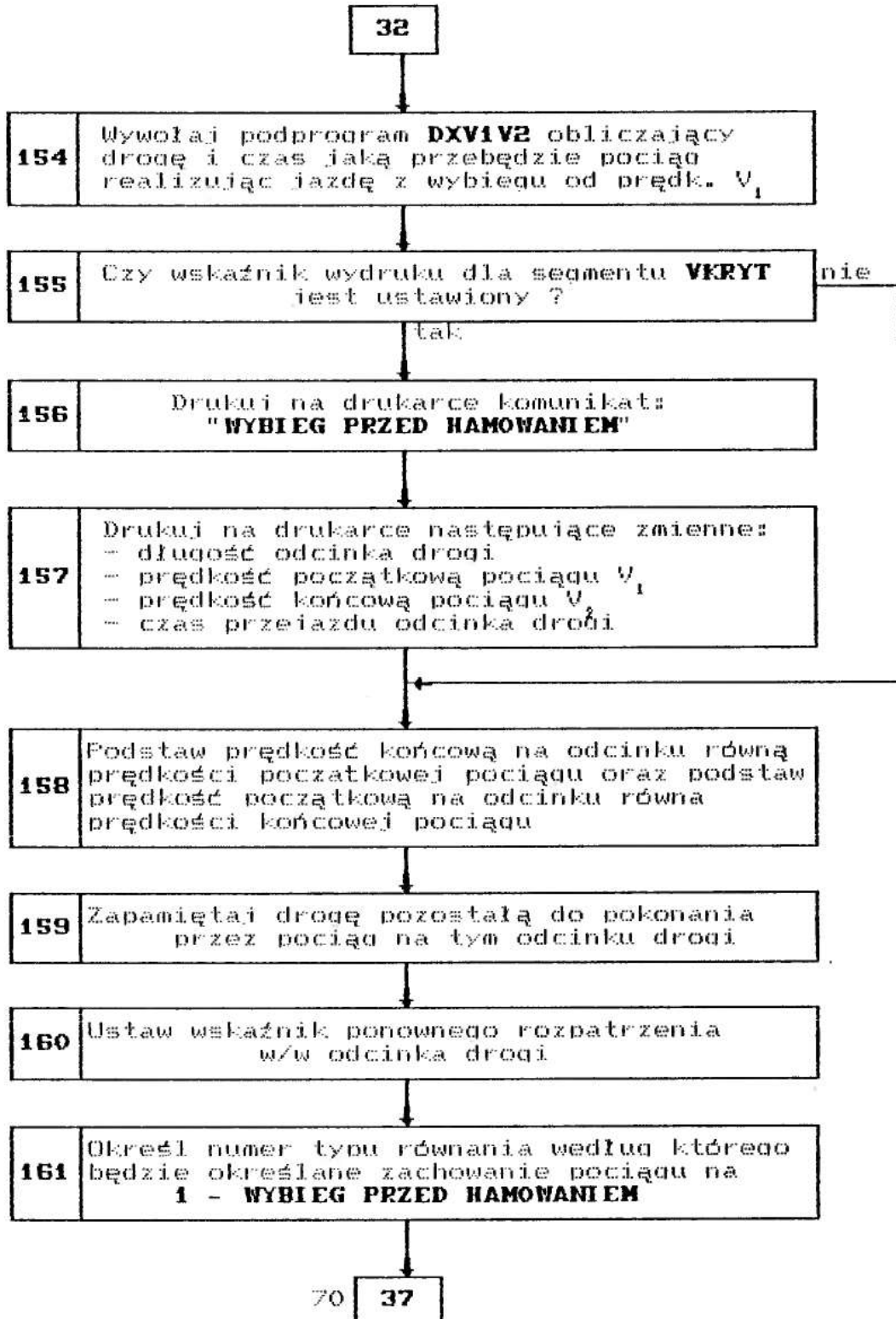
1.18. Schemat blokowy segmentu VKRYT - c.d..



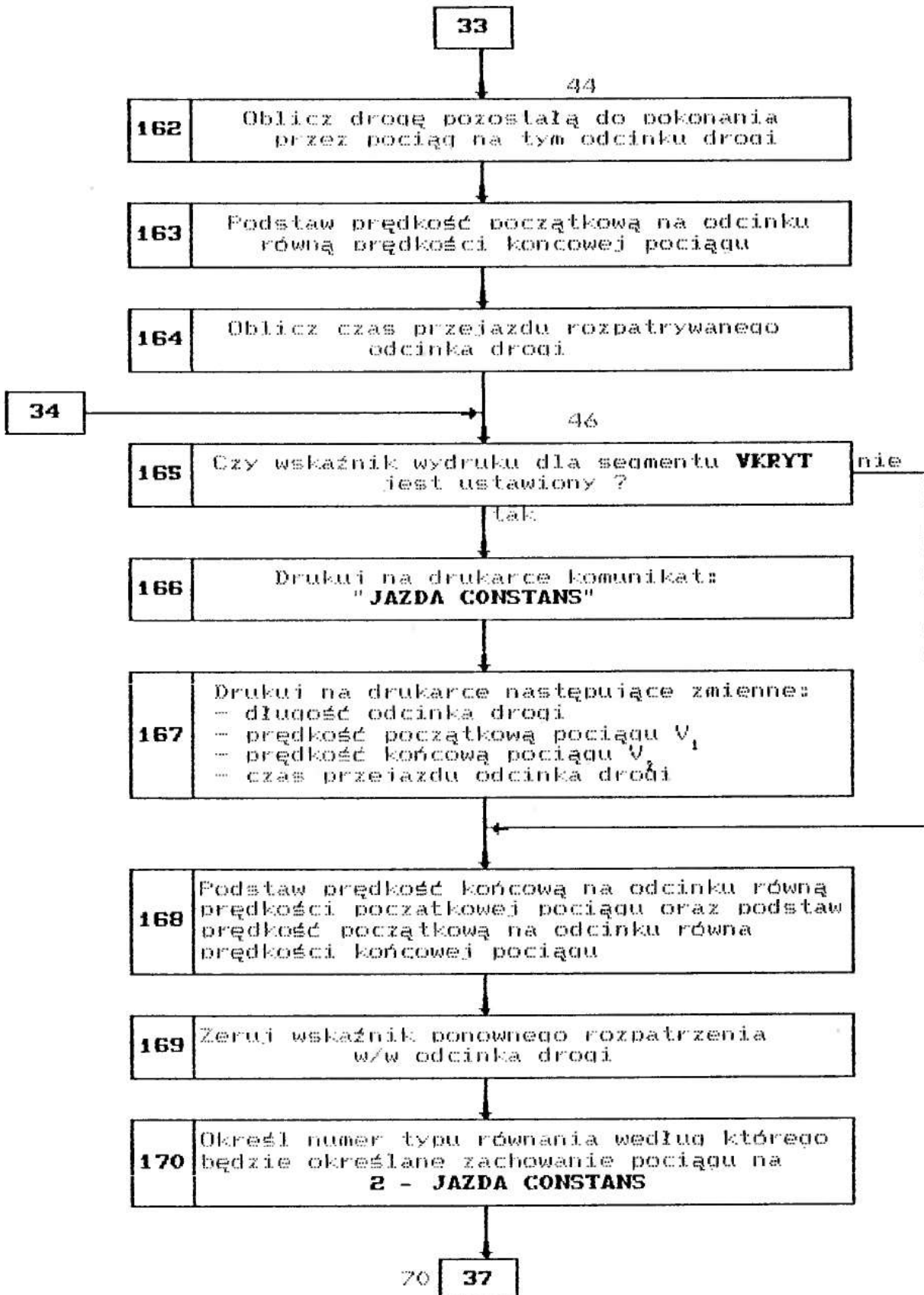
1.18. Schemat blokowy segmentu VKRYT - c. d. .



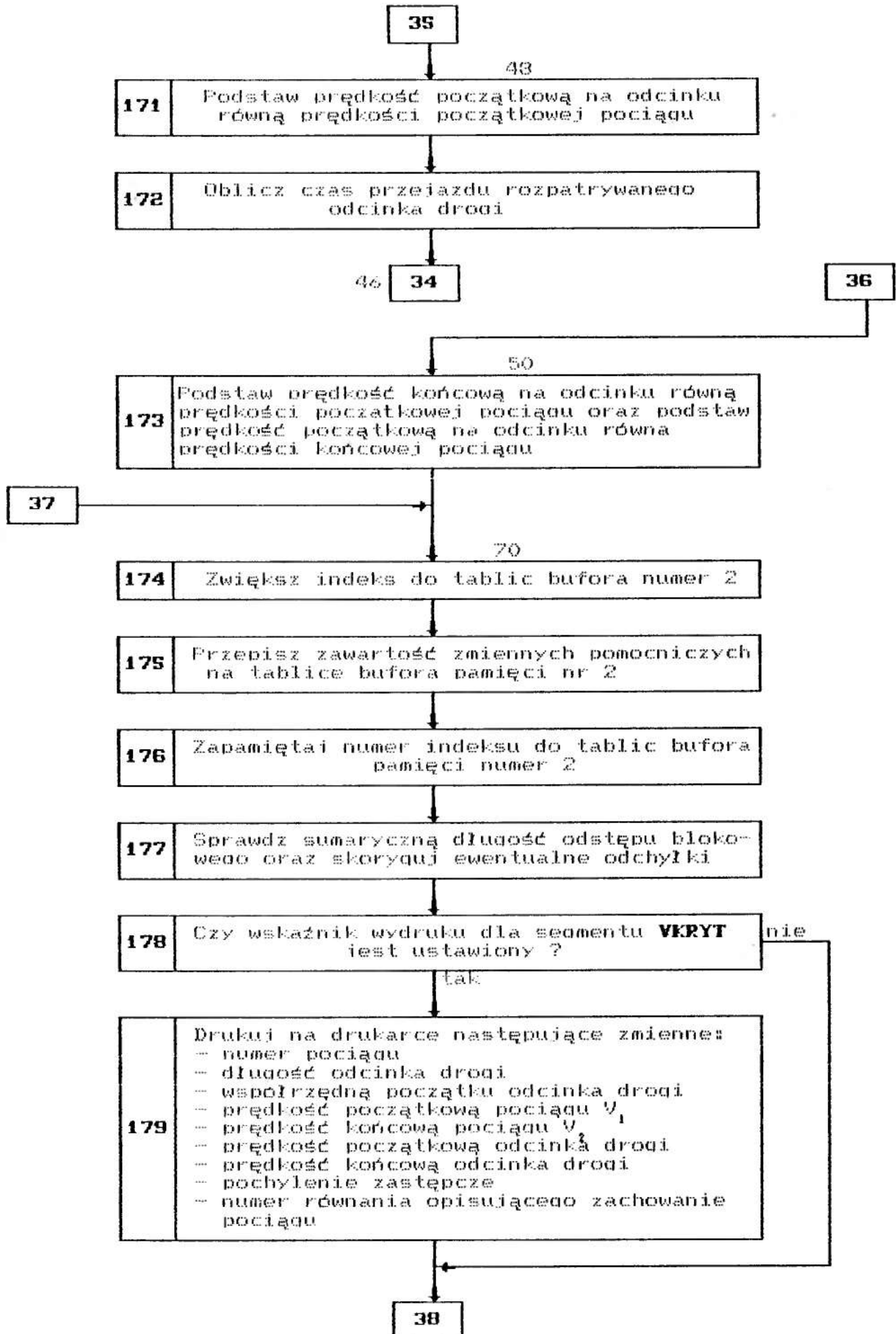
1.18. Schemat blokowy segmentu VKRYT - c.d..



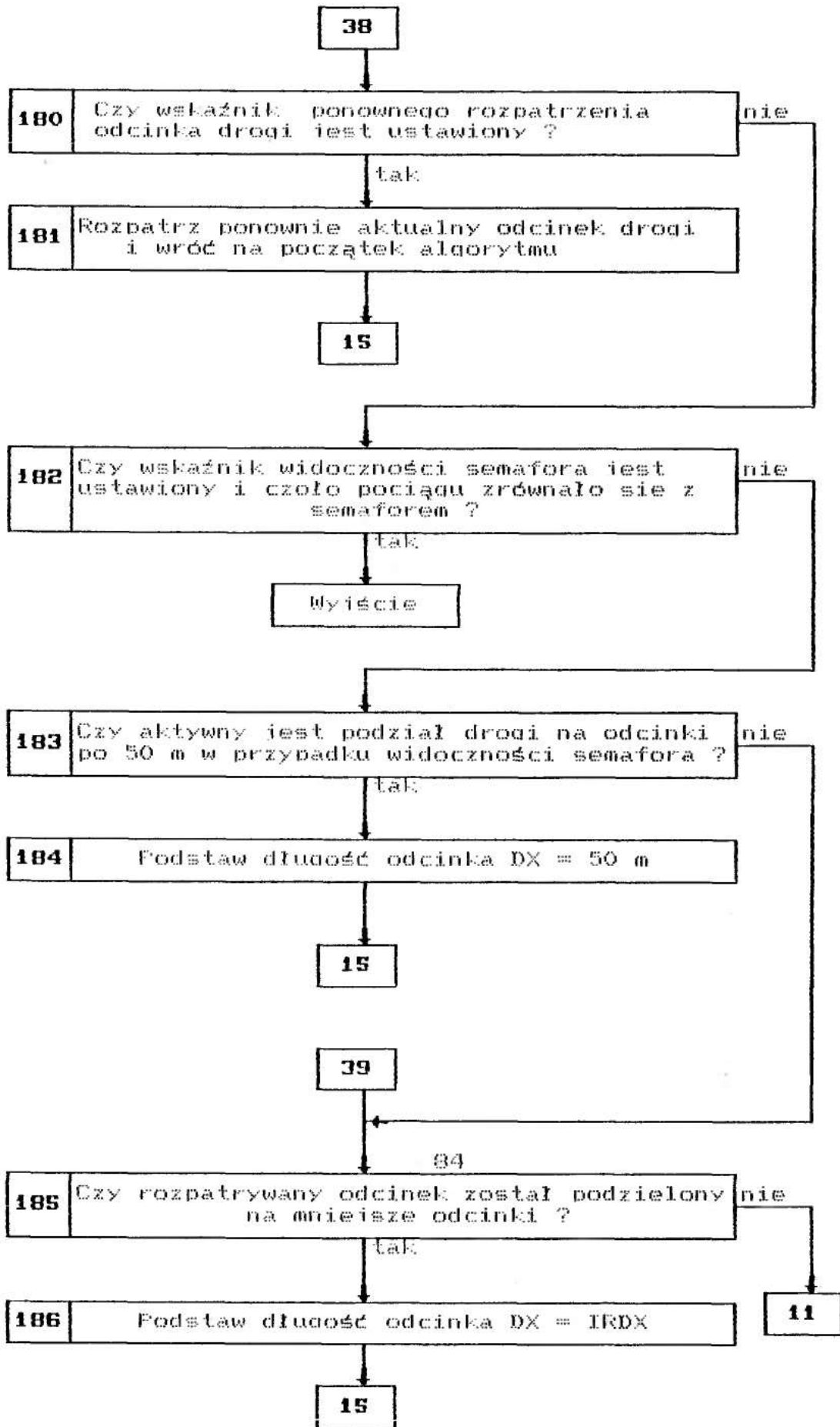
1.18. Schemat blokowy segmentu VKRYT - c. d. .



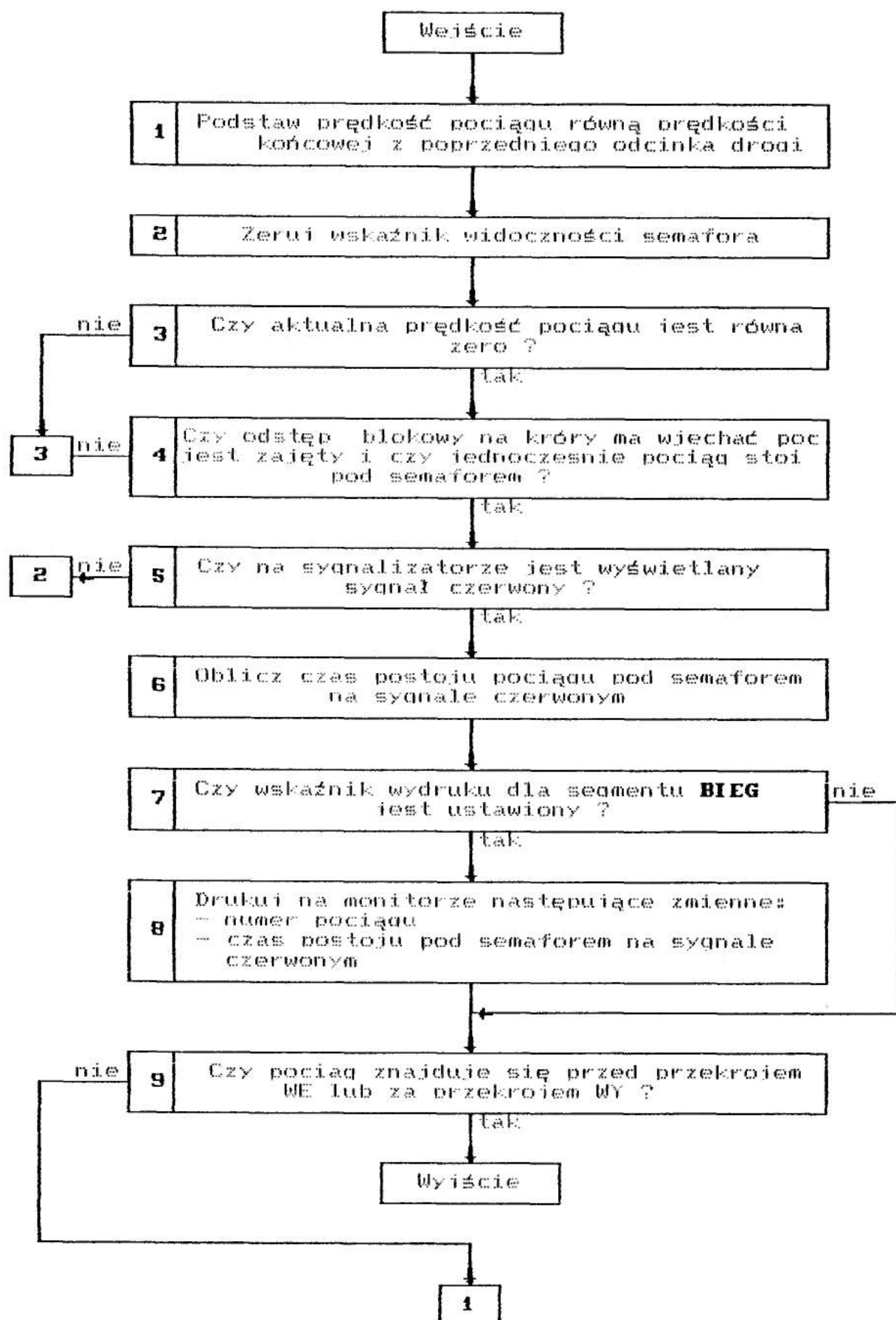
1.18. Schemat blokowy segmentu VKRYT - c. d. .



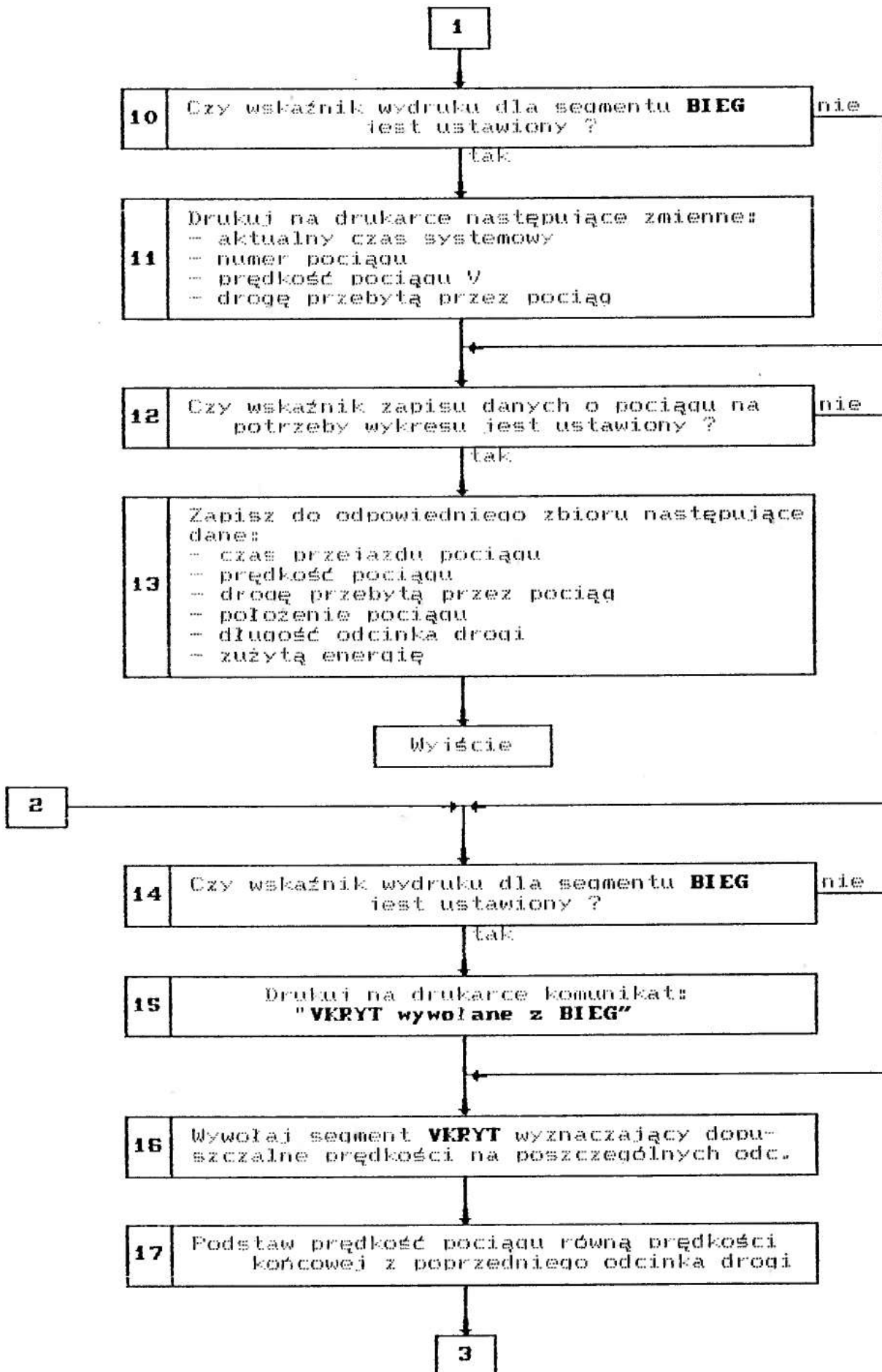
1.18. Schemat blokowy segmentu VKRYT - c. d. .



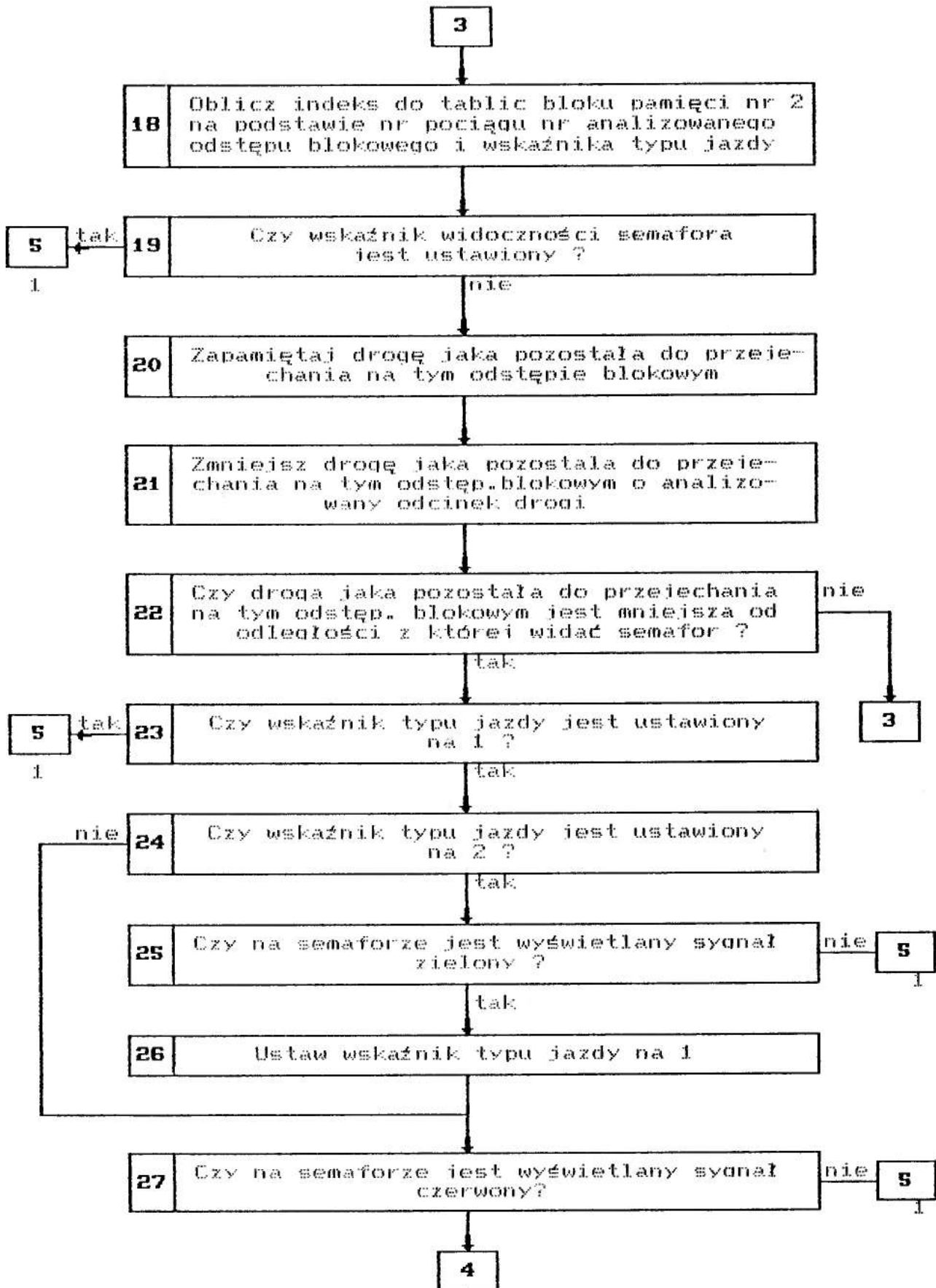
1.19. Schemat blokowy segmentu BIEG.



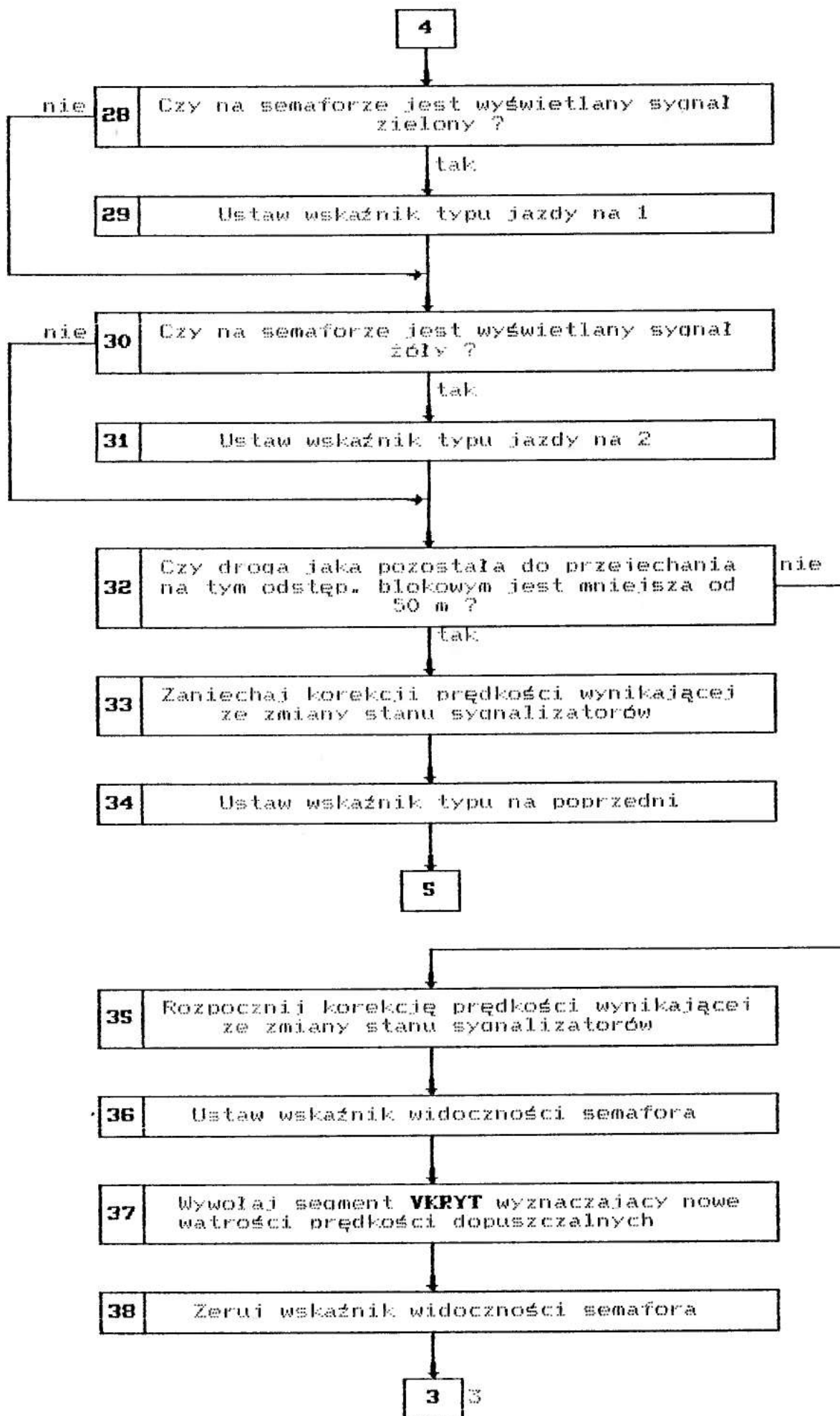
1.19. Schemat blokowy segmentu BIEG - c. d. .



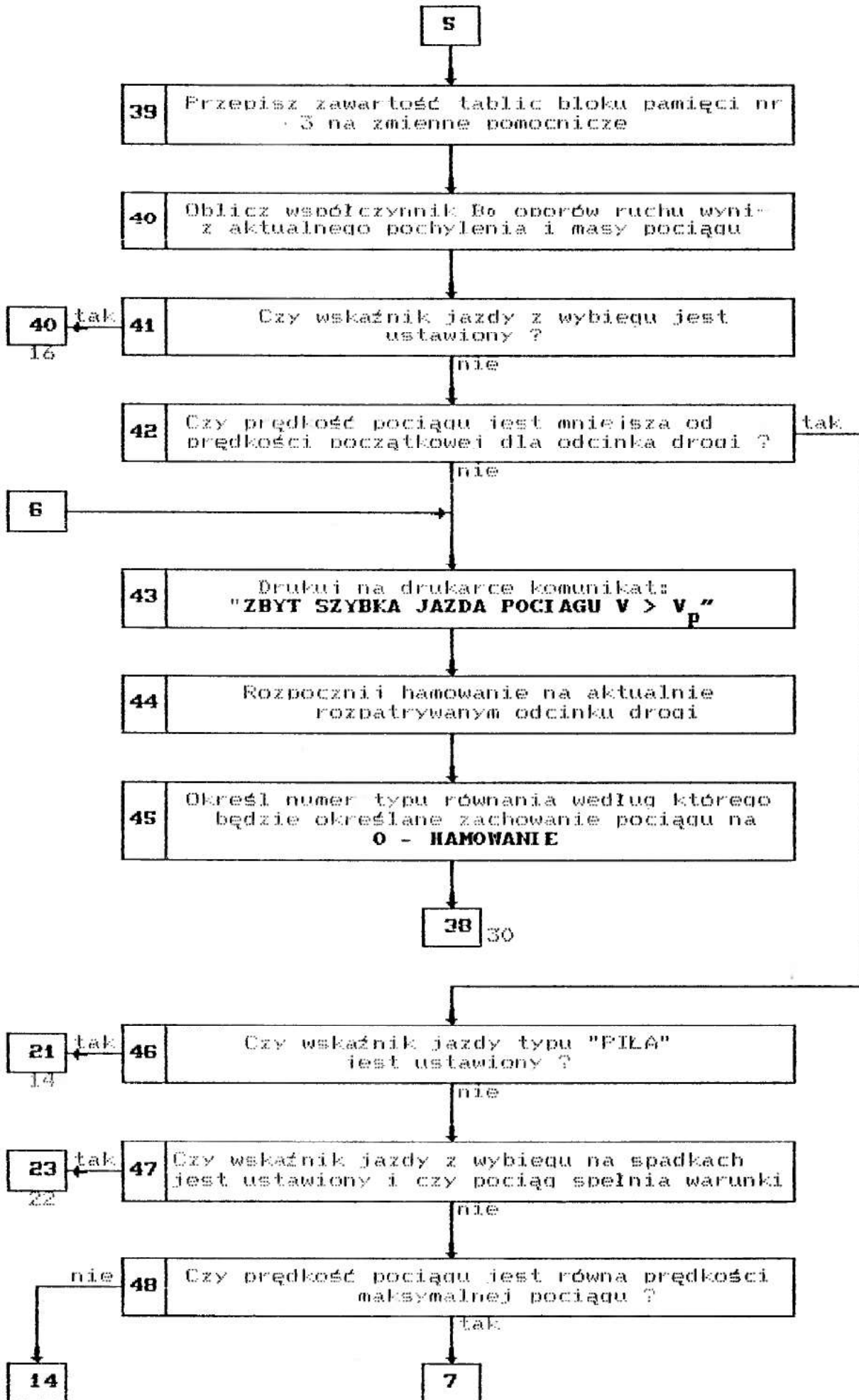
1.19. Schemat blokowy segmentu BIEG - c. d. .



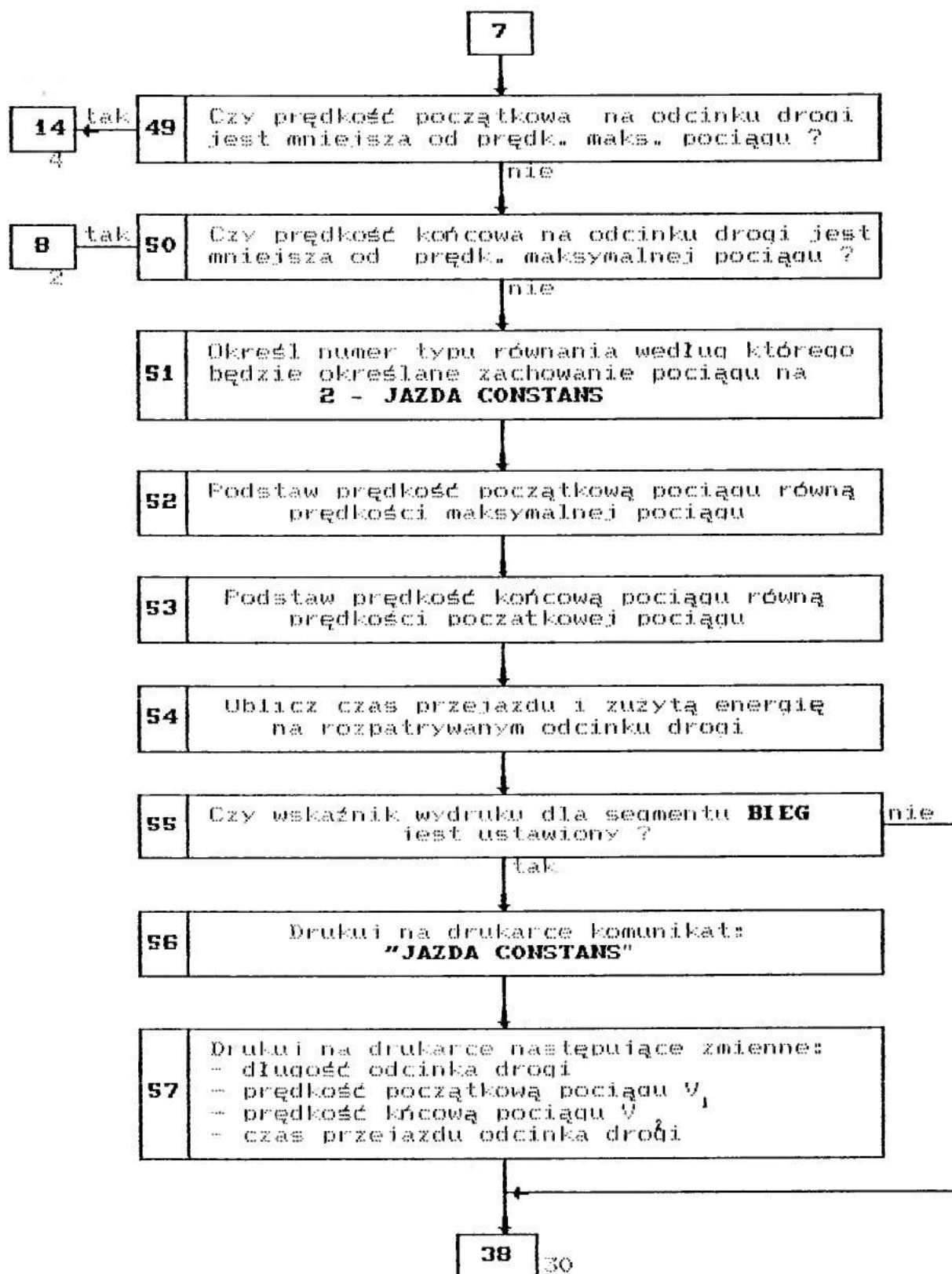
1.19. Schemat blokowy segmentu BIEG - c. d..



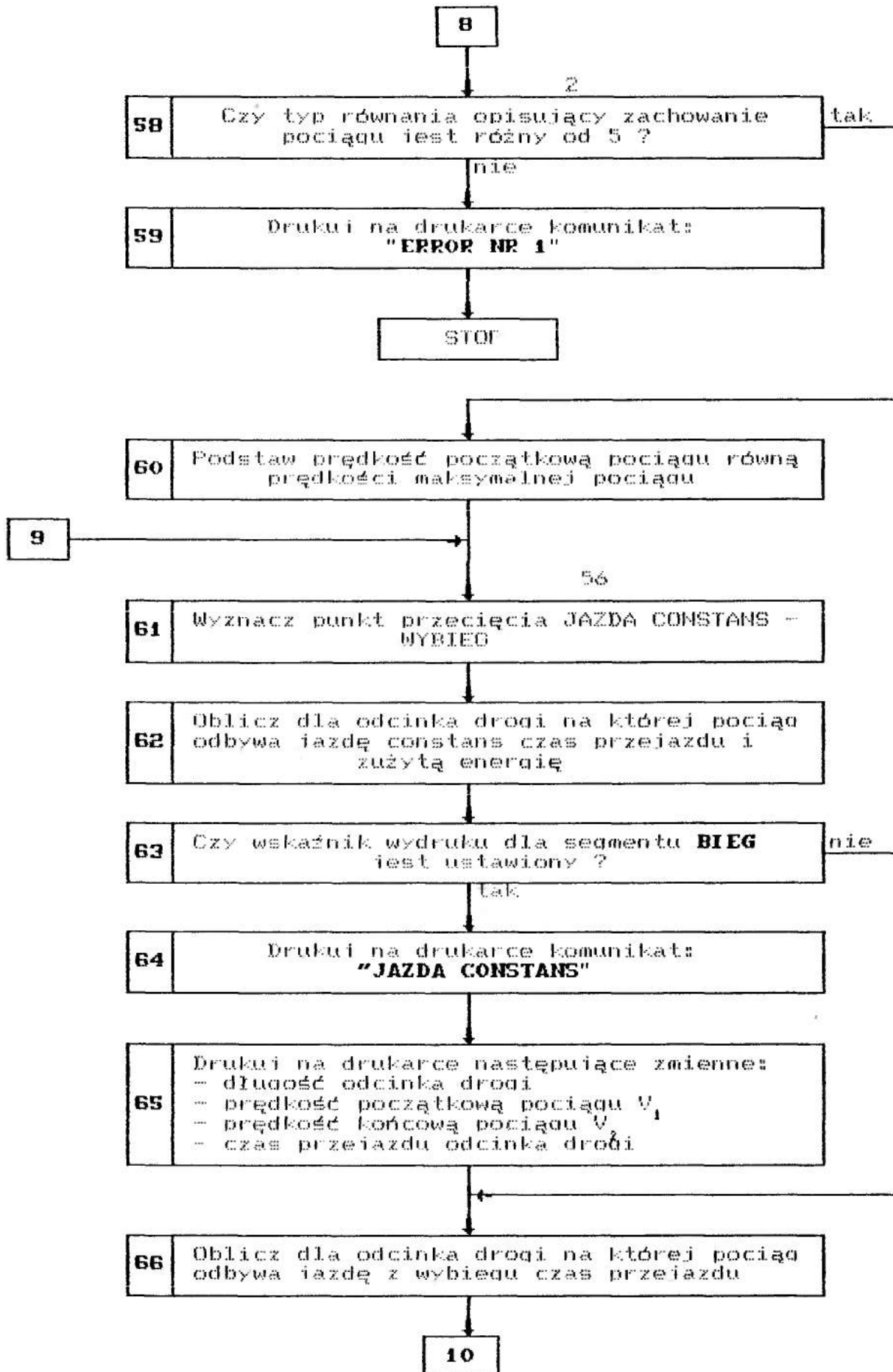
1.19. Schemat blokowy segmentu BIEG - c. d. .



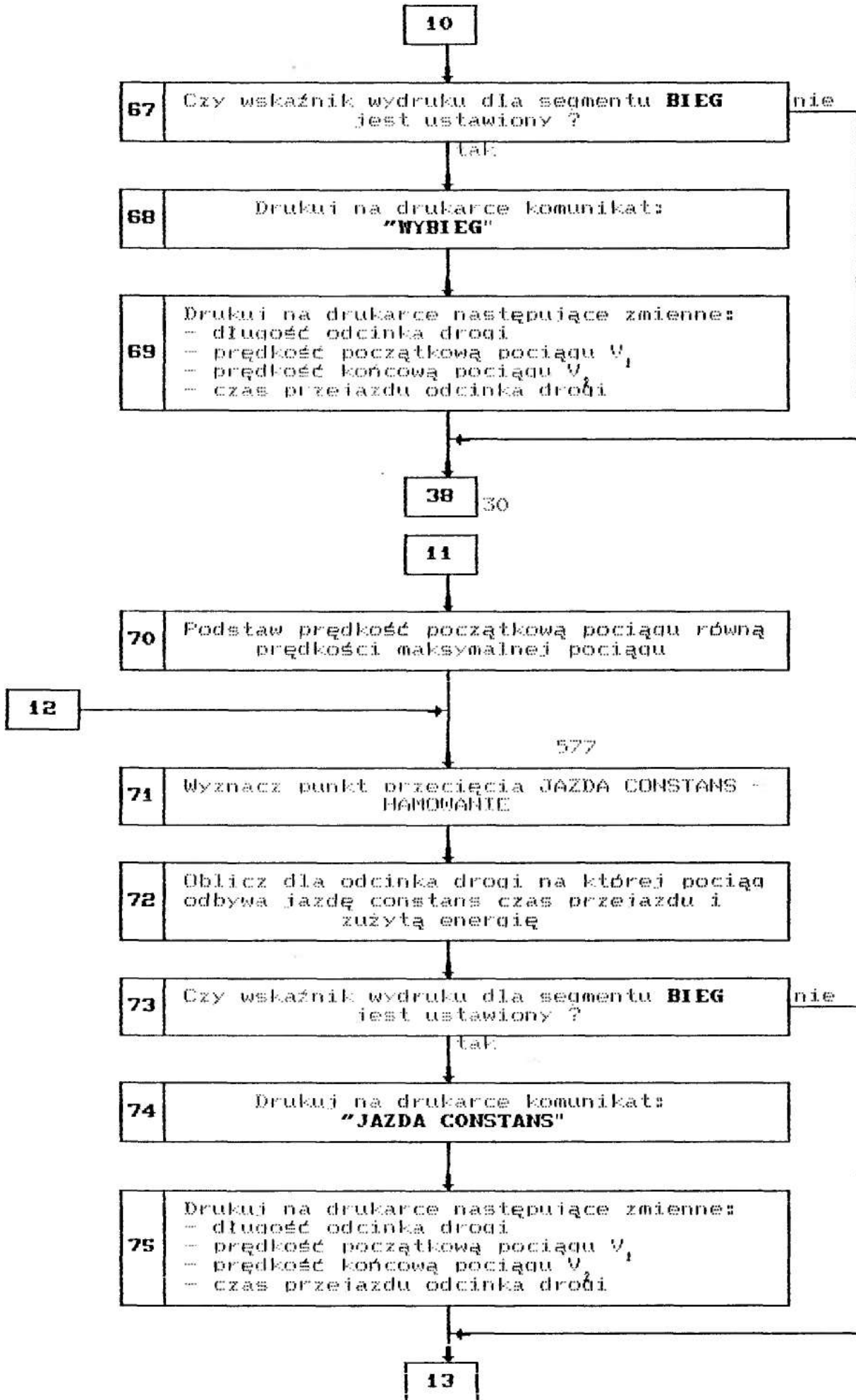
1.19. Schemat blokowy segmentu BIEG - c. d. .



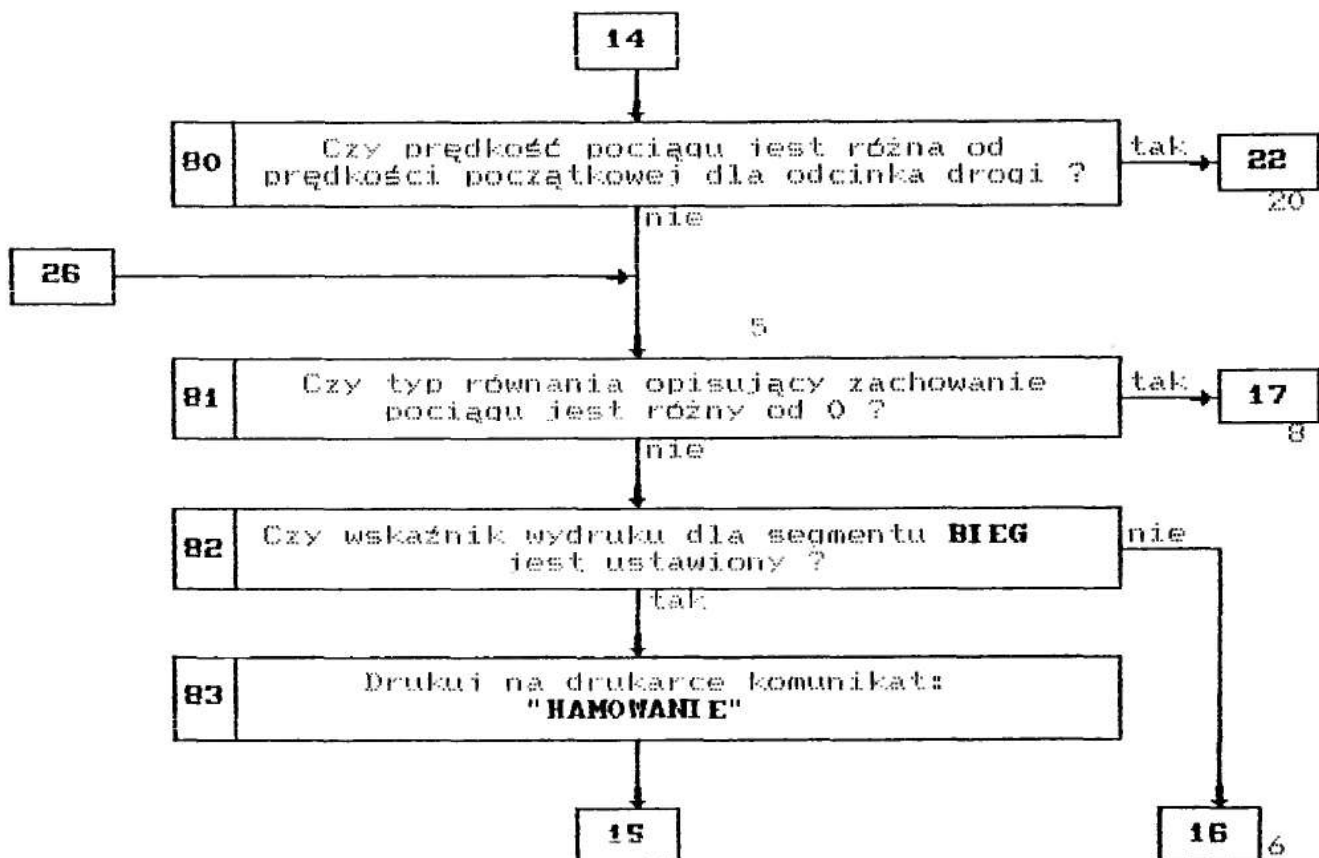
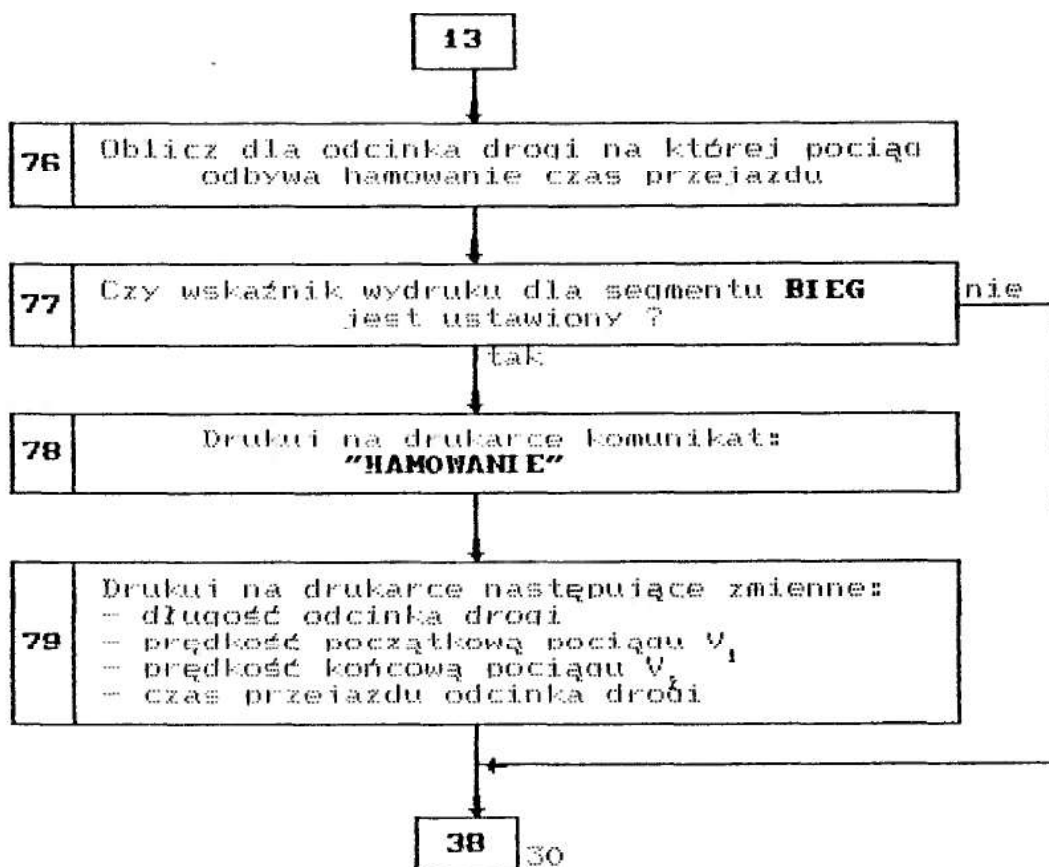
1.19. Schemat blokowy segmentu BIEG - c. d. .



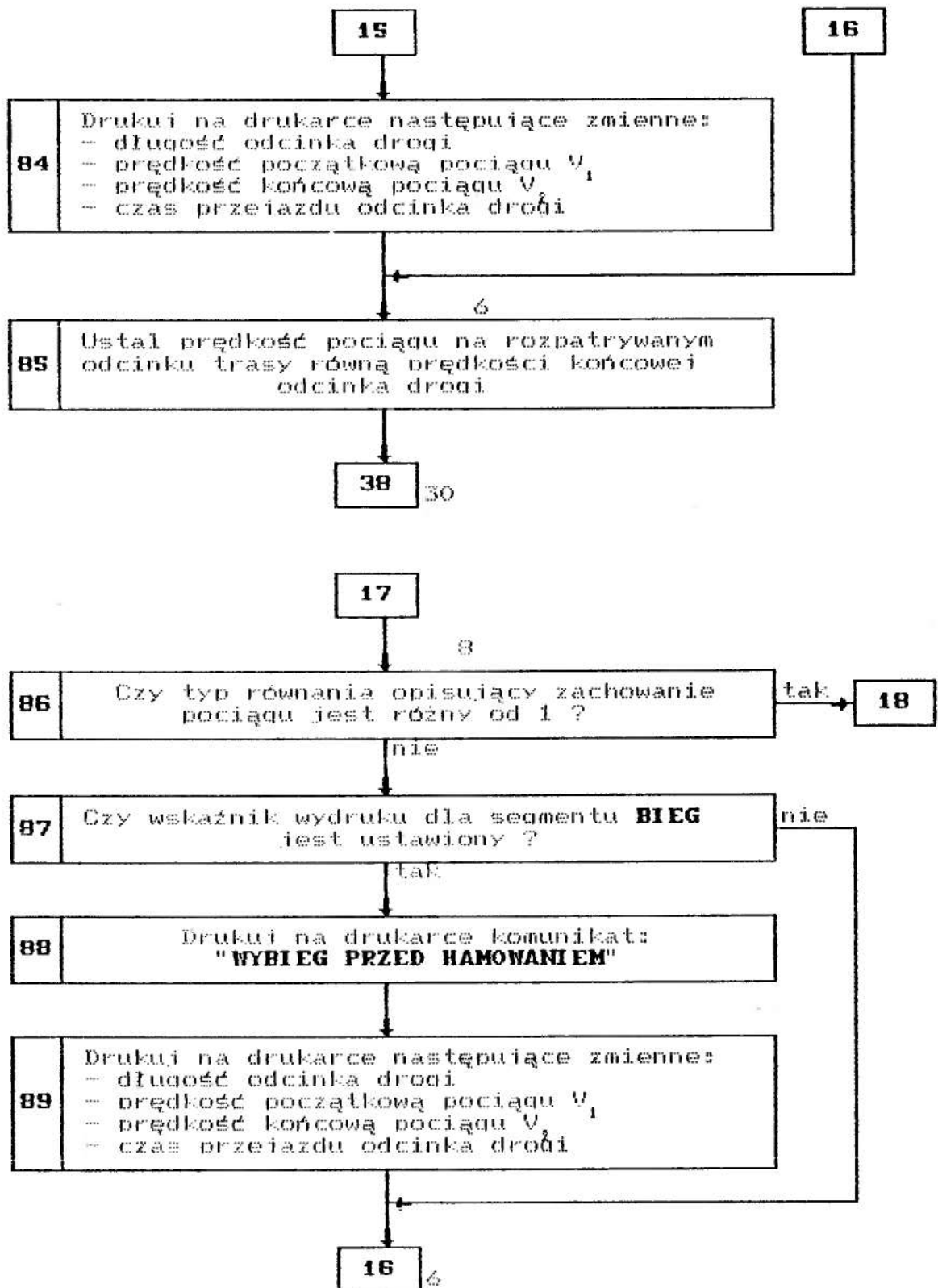
1.19. Schemat blokowy segmentu BIEG - c. d. .



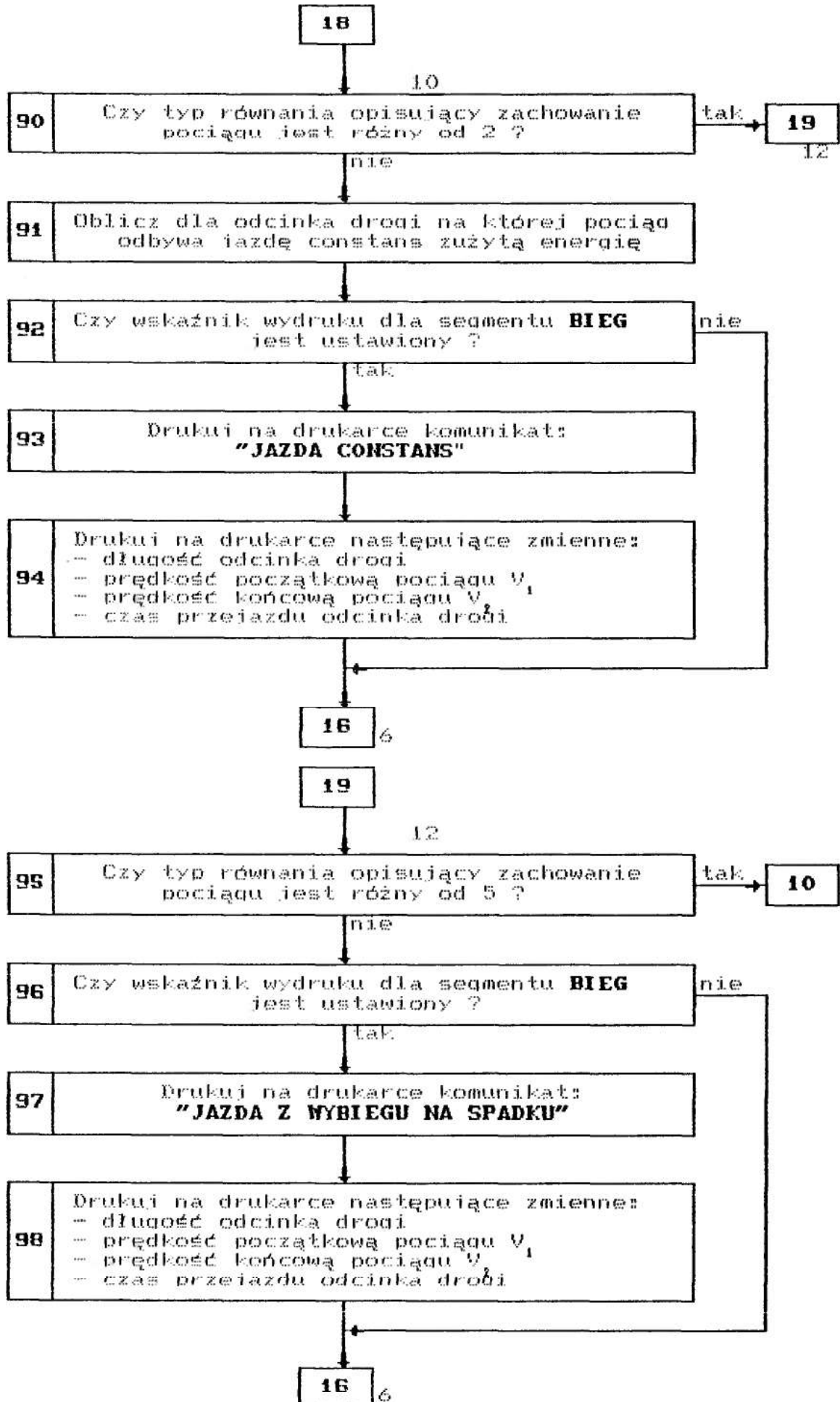
1.19. Schemat blokowy segmentu BIEG - c.d..



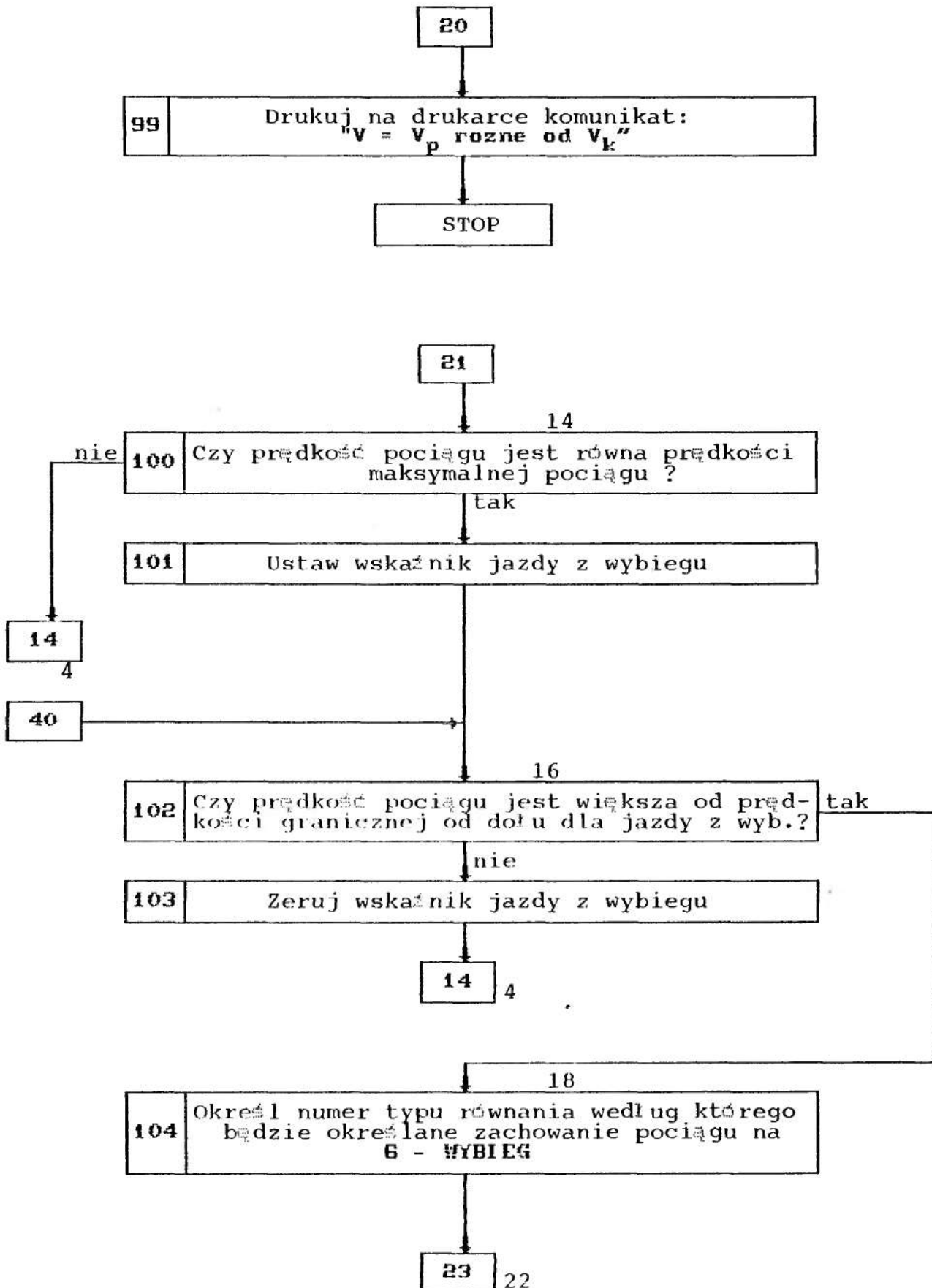
1.19. Schemat blokowy segmentu BIEG - c. d. .



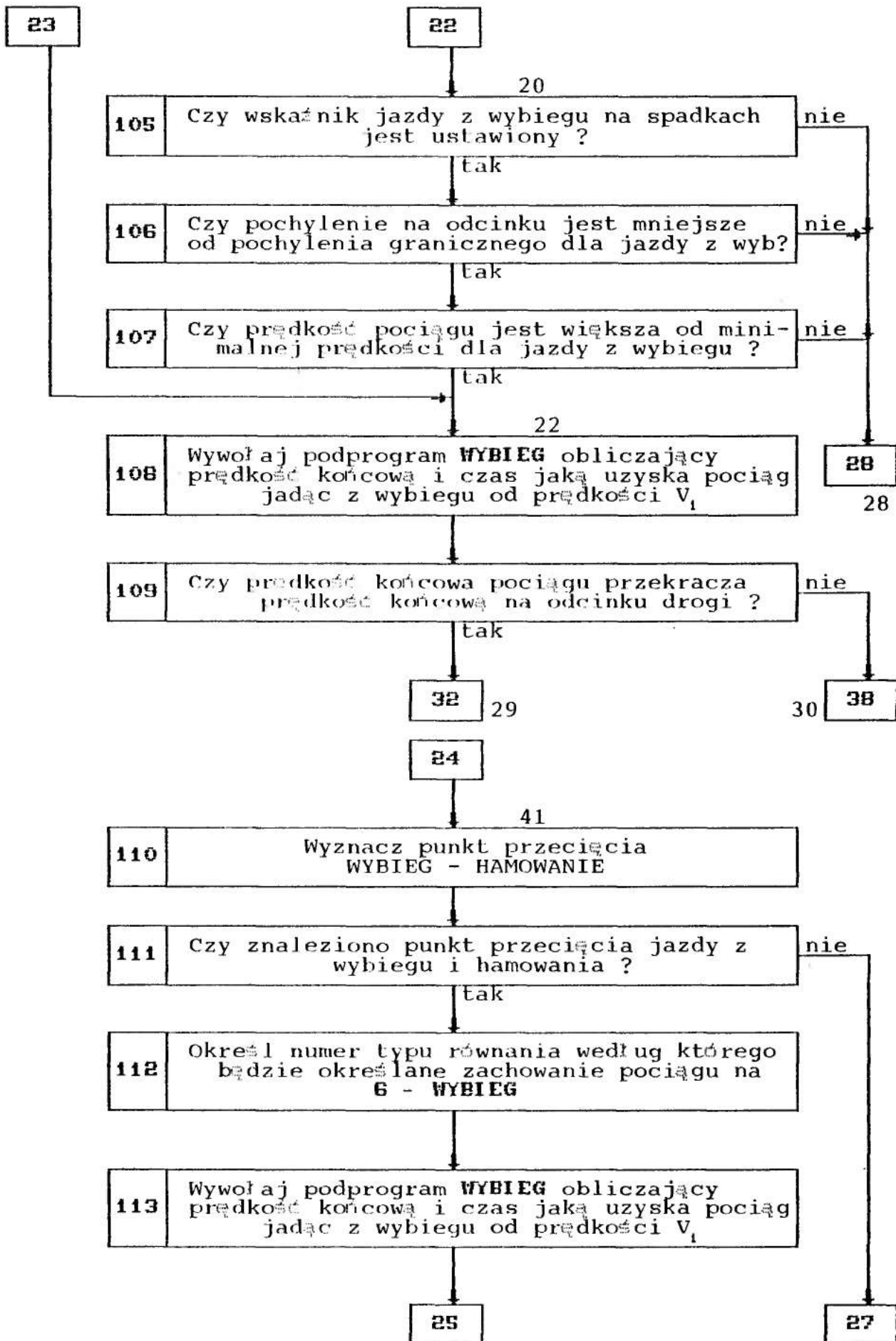
1.19. Schemat blokowy segmentu BIEG - c. d. .



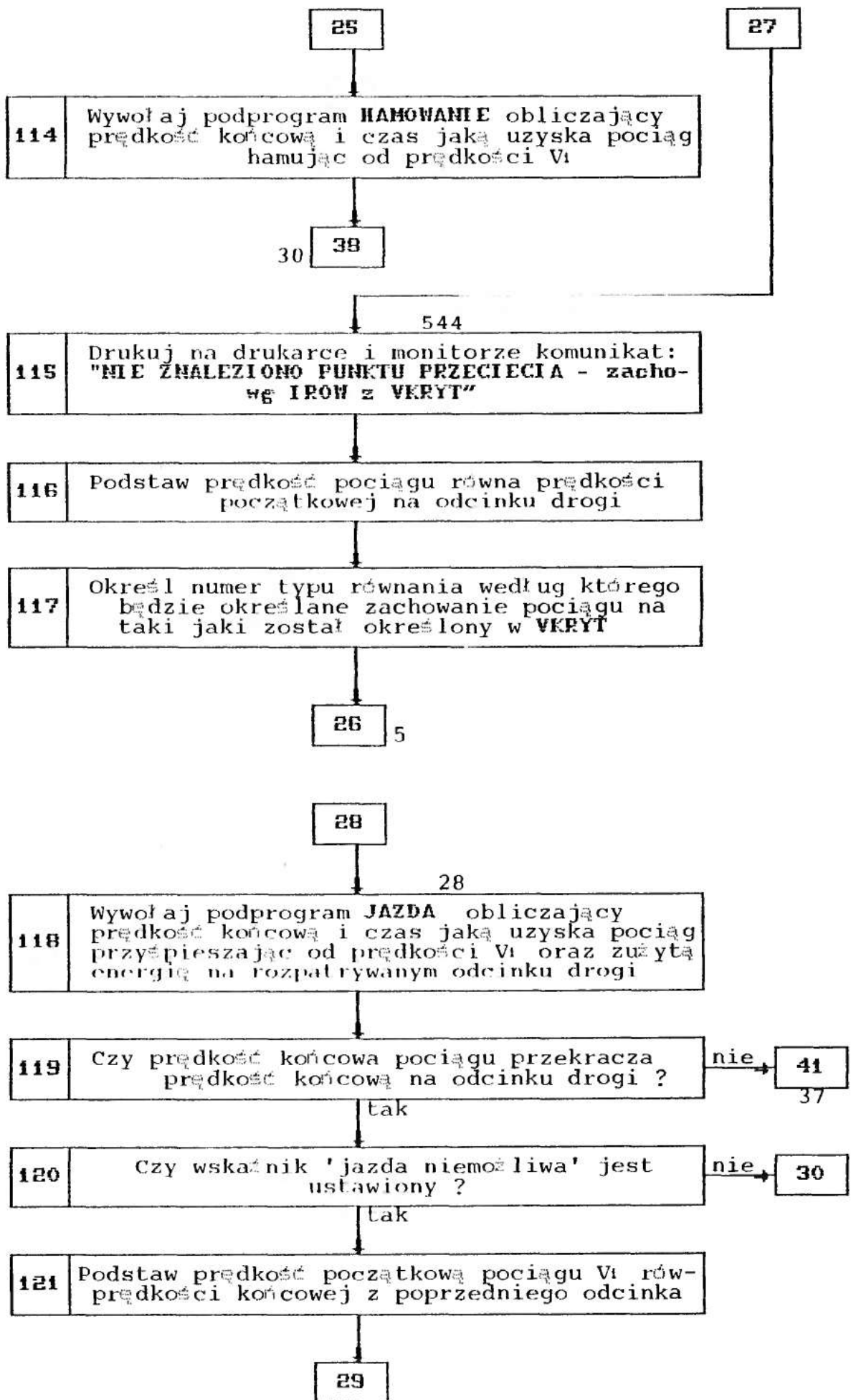
1.19. Schemat blokowy segmentu BIEG - c. d. .



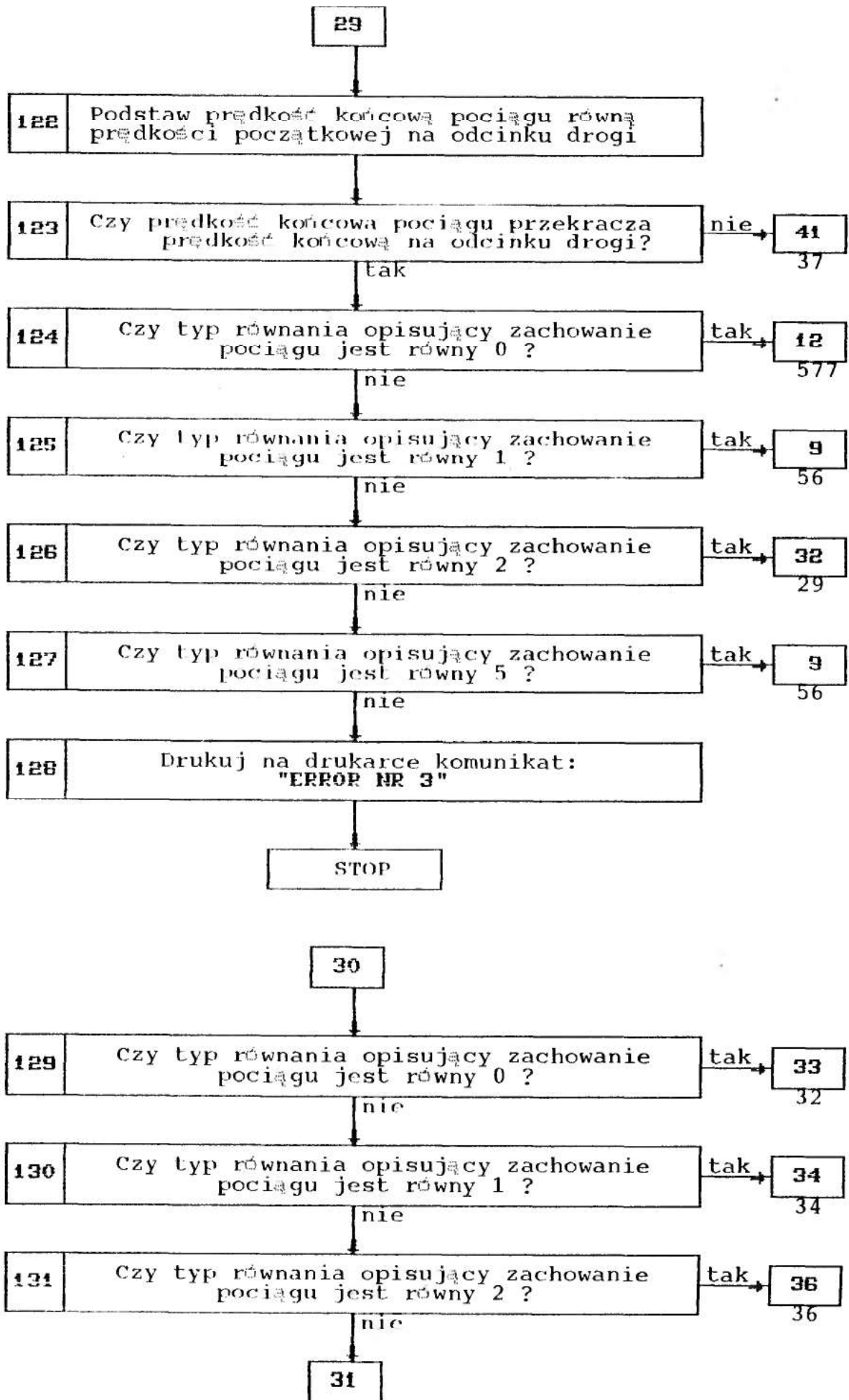
1.19. Schemat blokowy segmentu BIEG - c. d. .



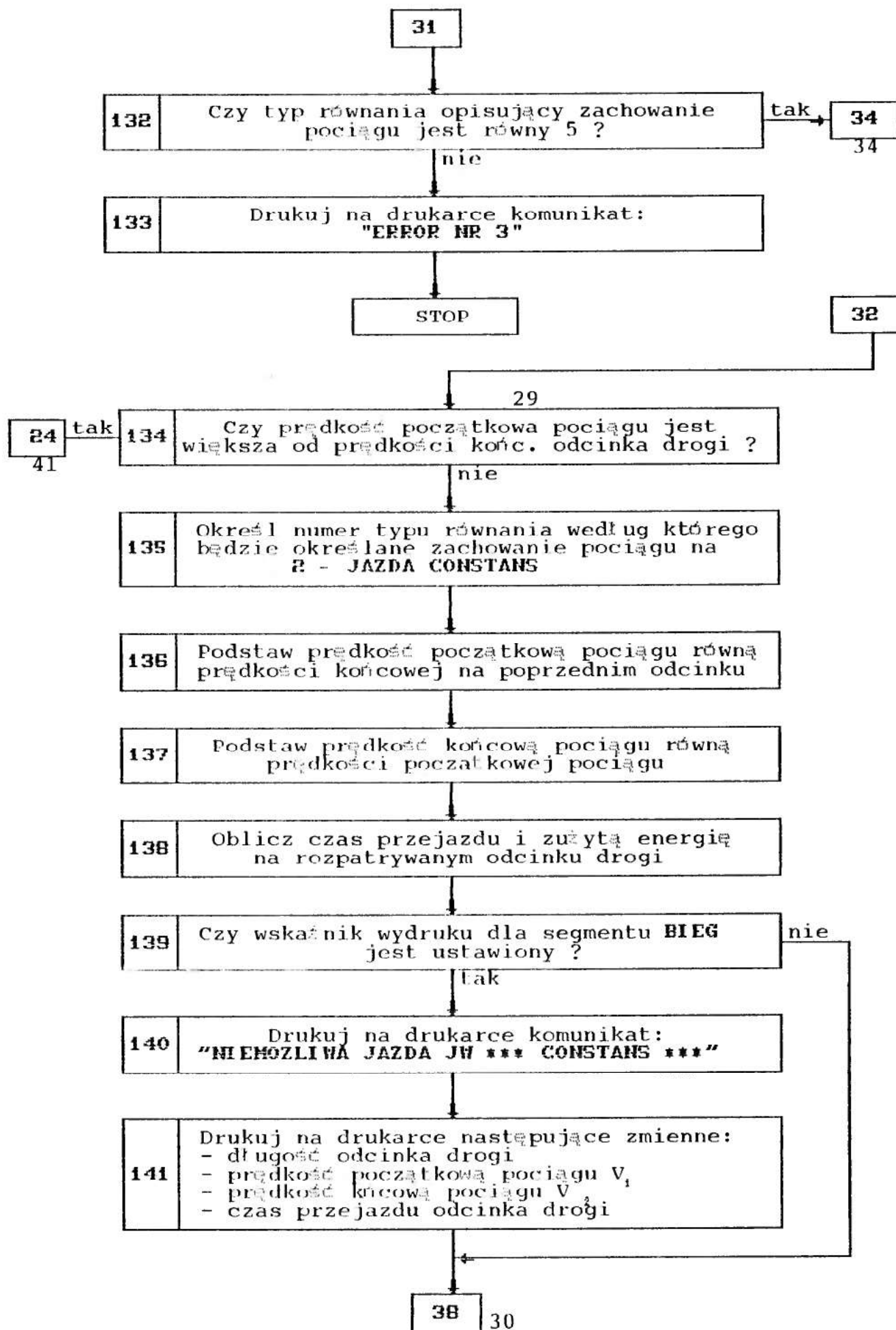
19. Schemat blokowy segmentu BIEG - c. d. .



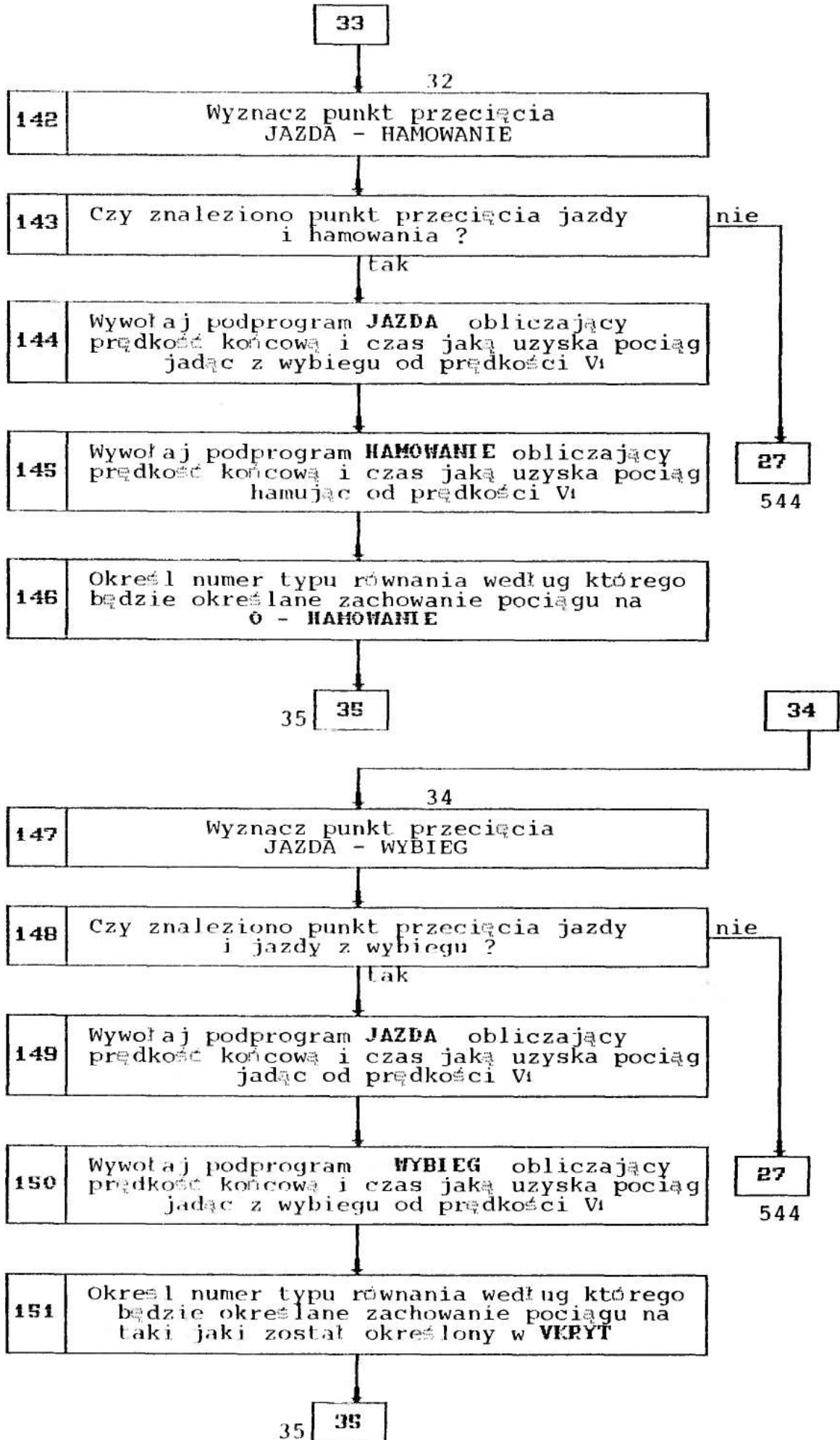
1.19. Schemat blokowy segmentu BIEG - c. d. .



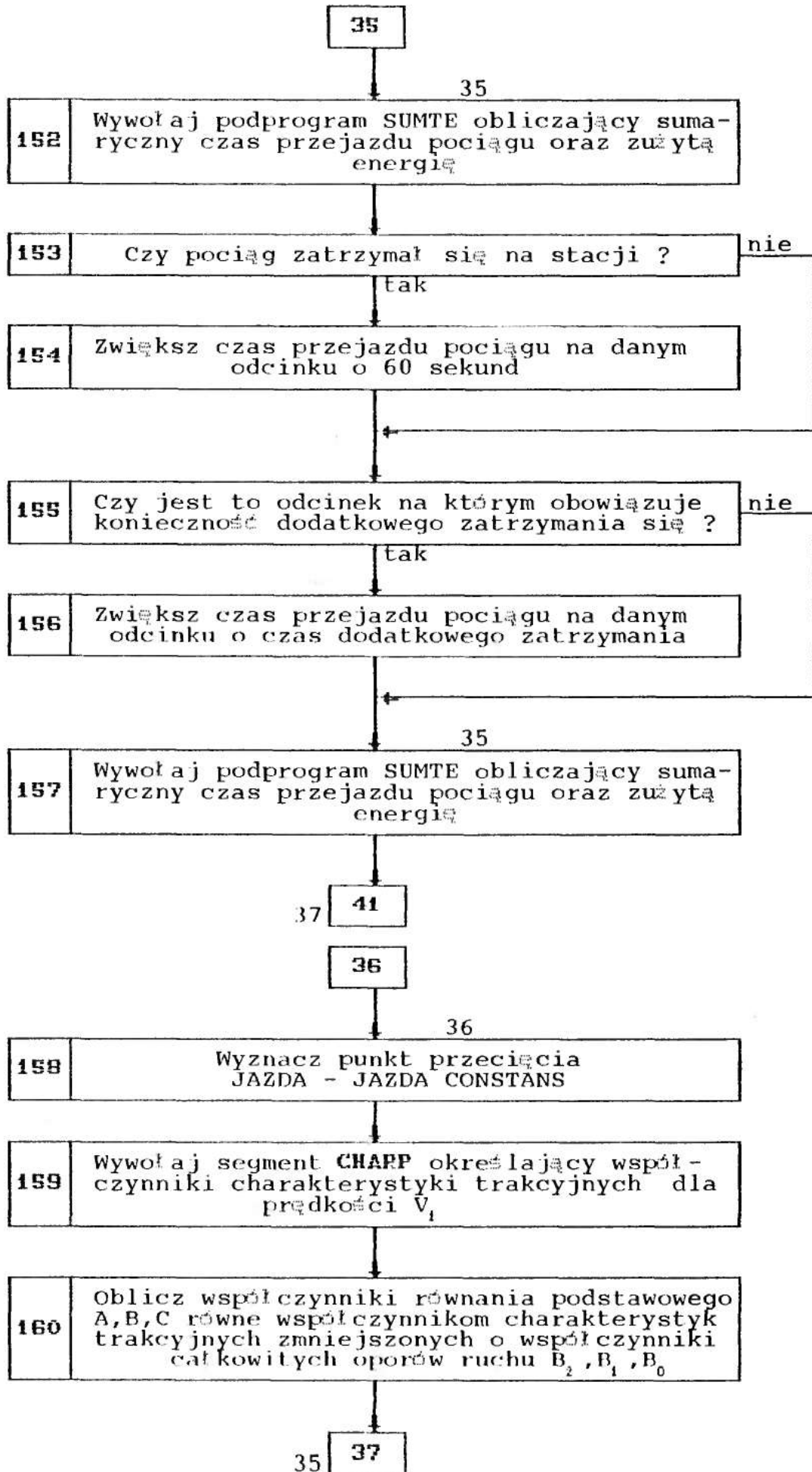
1.19. Schemat blokowy segmentu BIEG - c. d. .



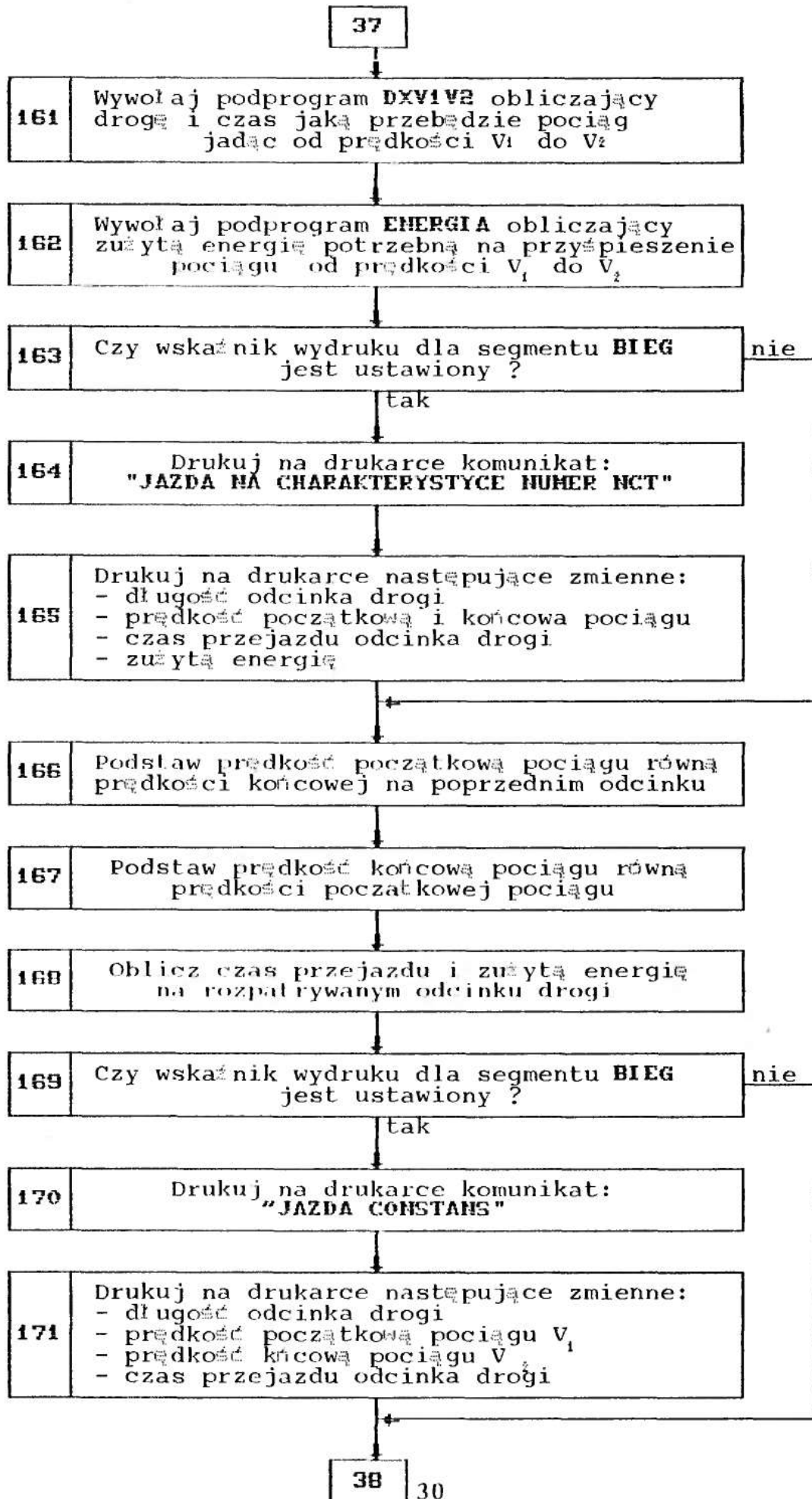
1.19. Schemat blokowy segmentu BIEG - c. d. .



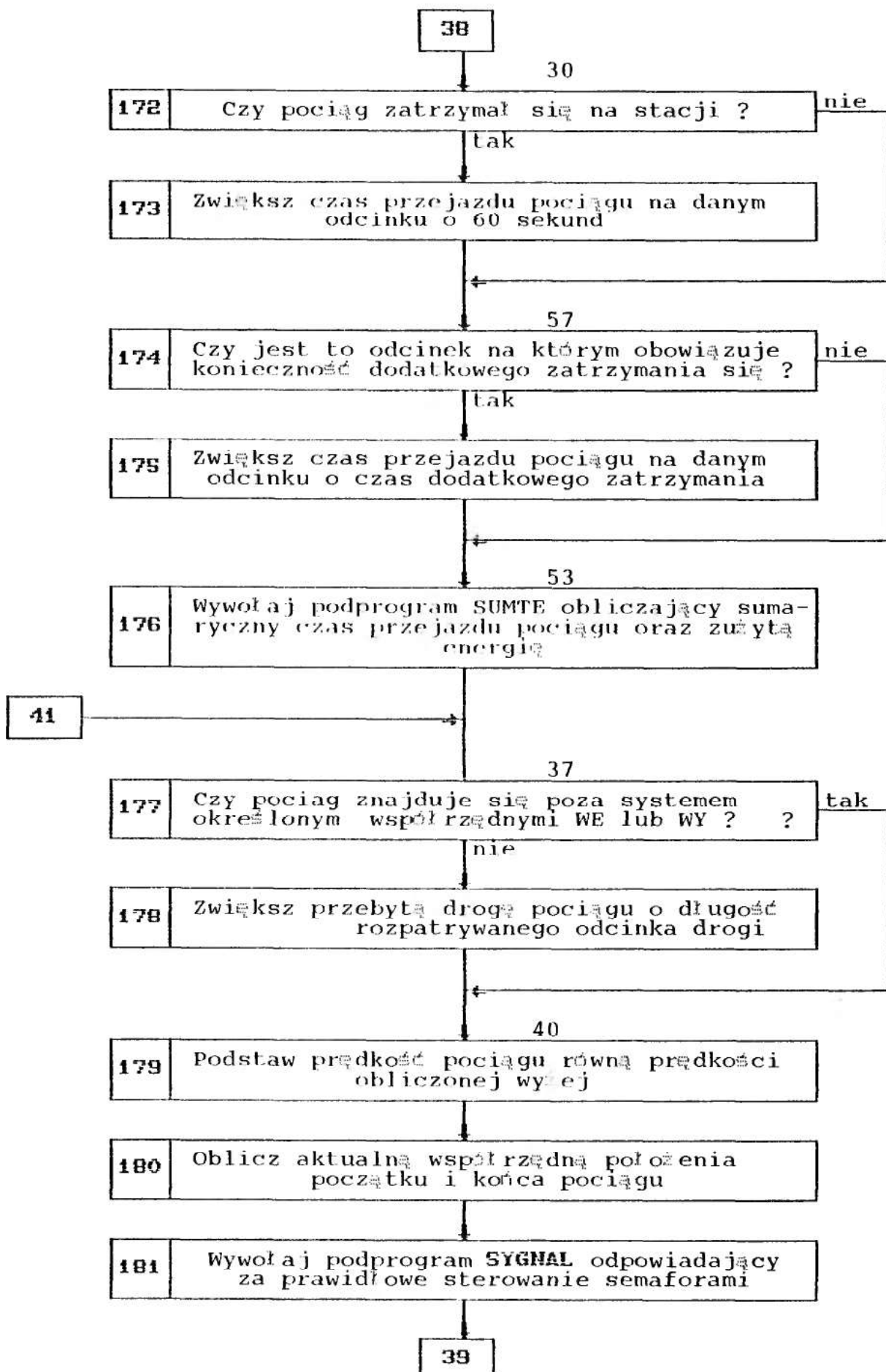
1.19. Schemat blokowy segmentu BIEG - c. d. .



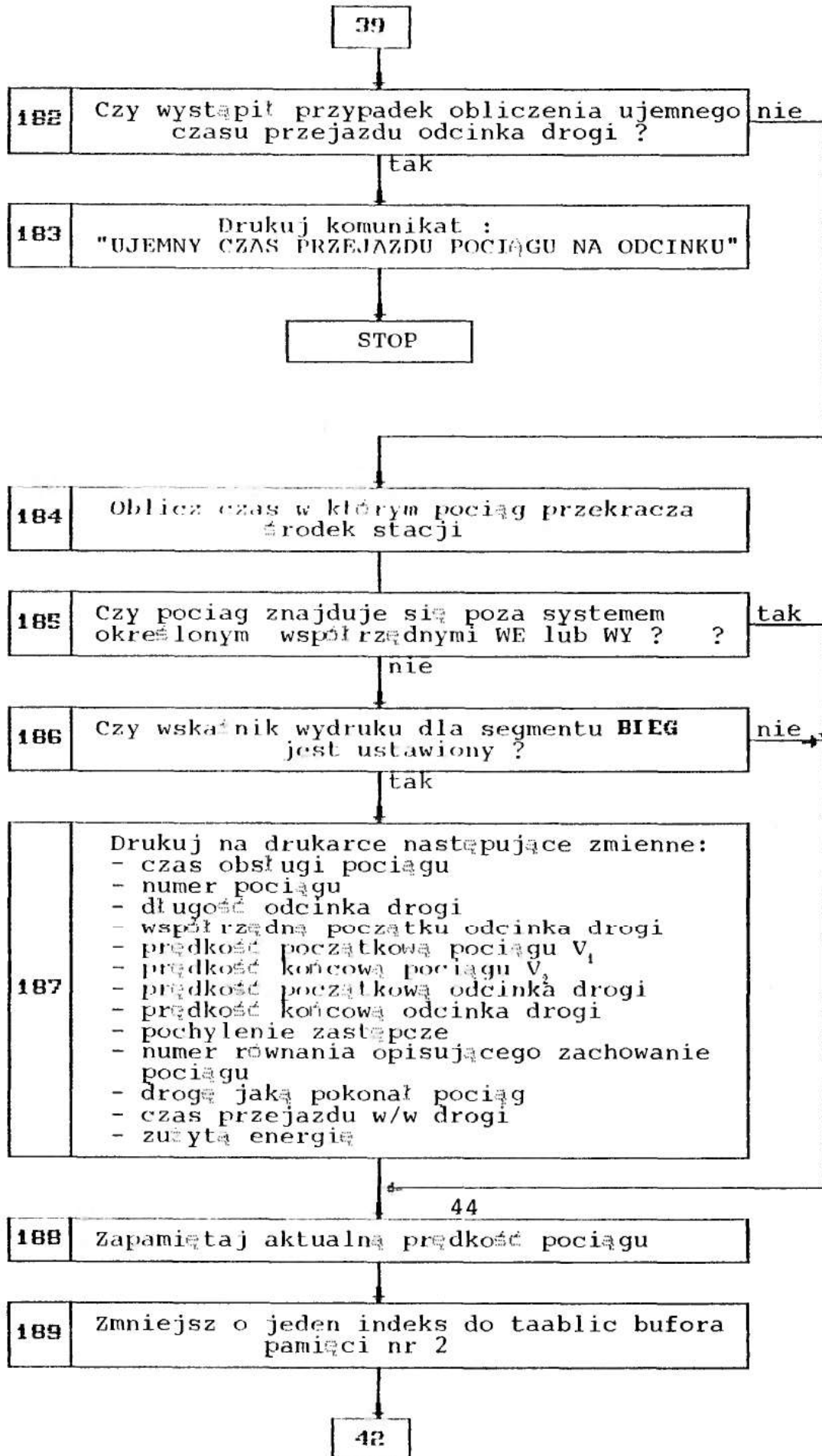
1.19. Schemat blokowy segmentu BIEG - c. d. .



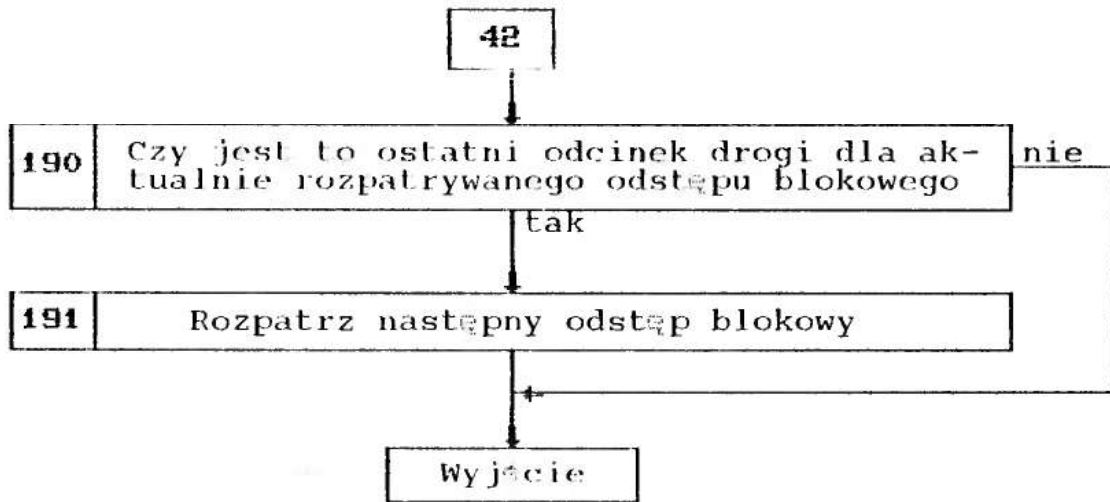
1. 19. Schemat blokowy segmentu BIEG - c. d. .



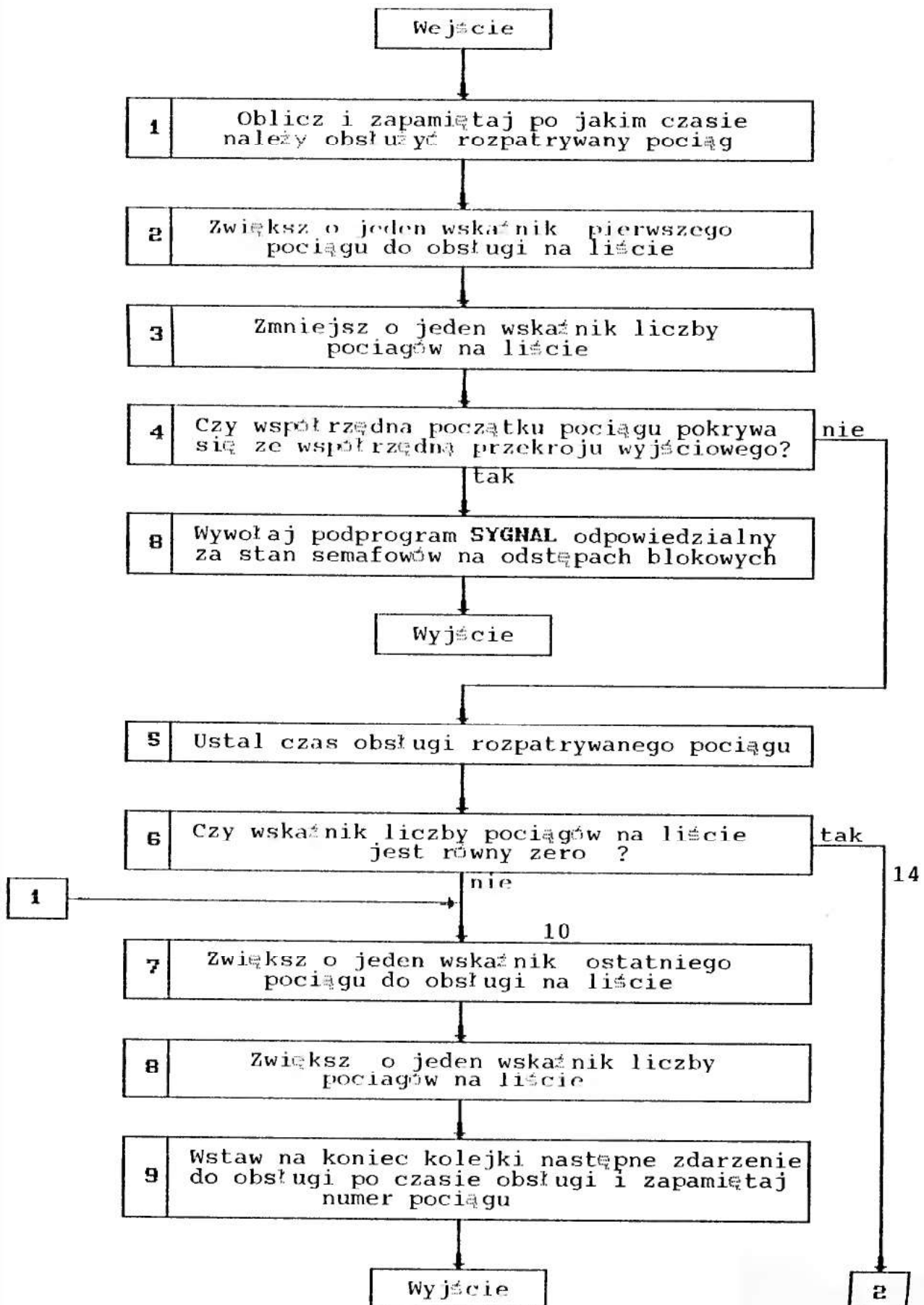
1.19. Schemat blokowy segmentu BIEG - c. d. .



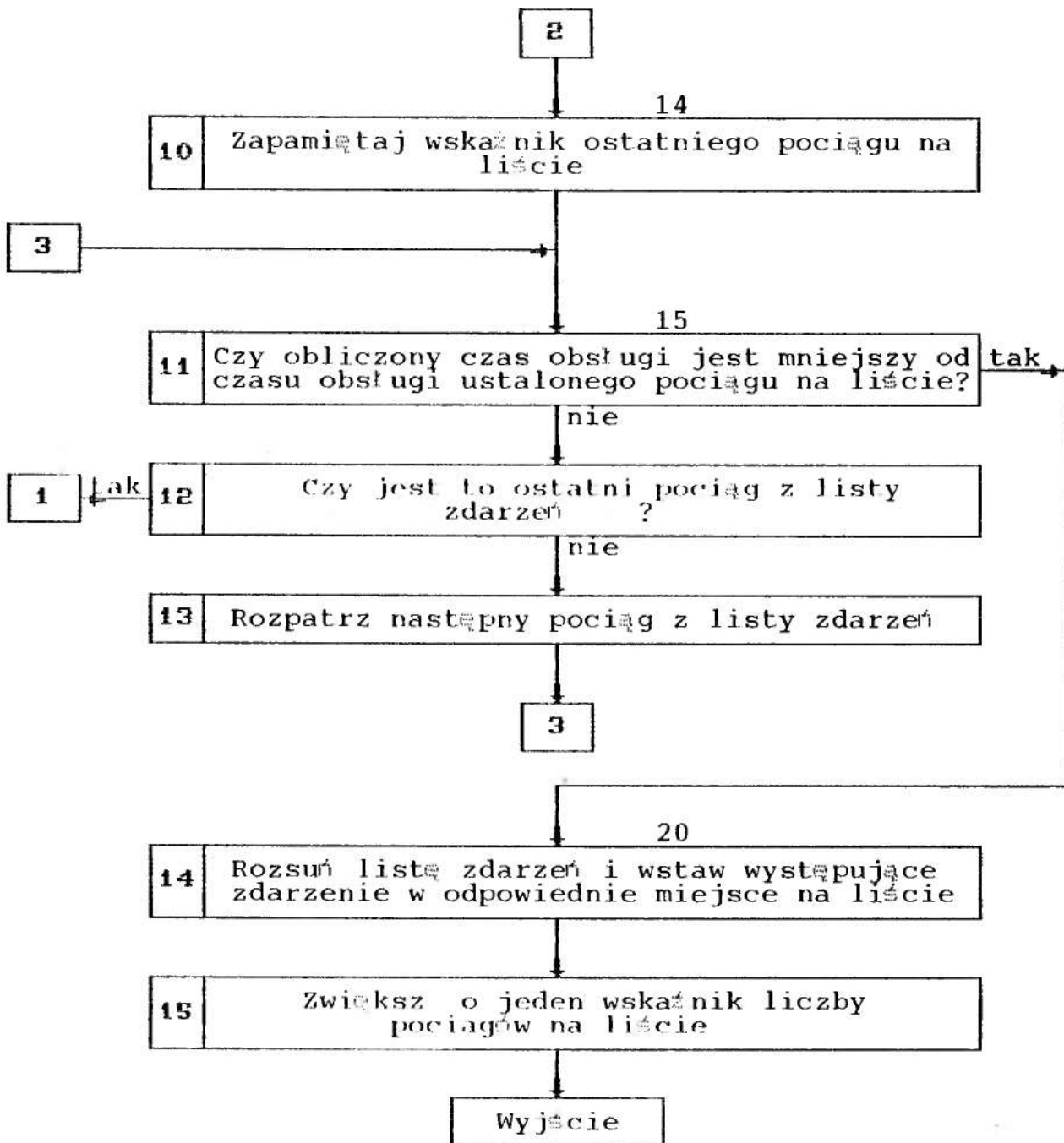
1.19. Schemat blokowy segmentu BIEG - c. d. .



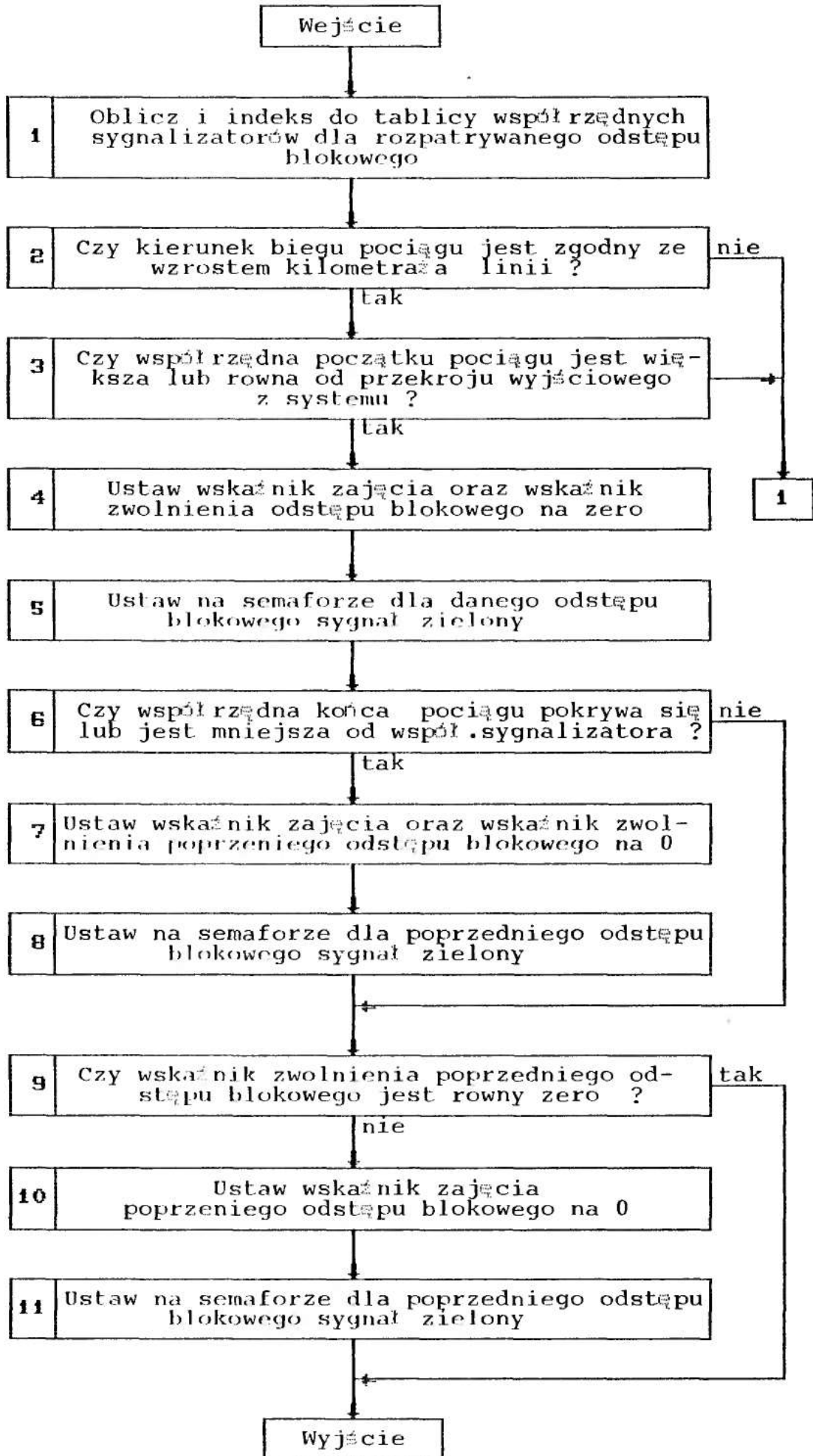
1.20. Schemat blokowy segmentu LISTA.



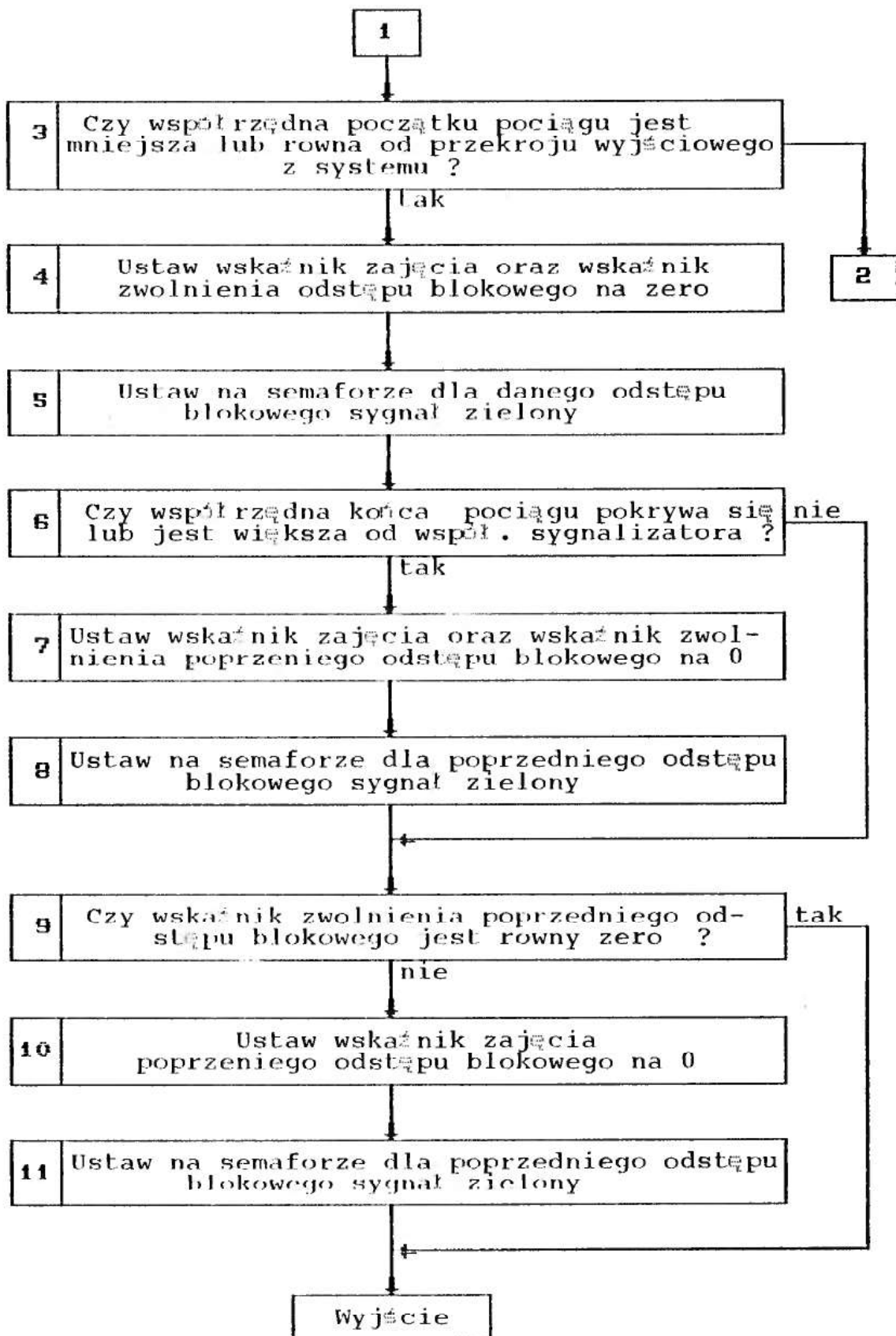
1.20. Schemat blokowy segmentu LISTA - c.d..



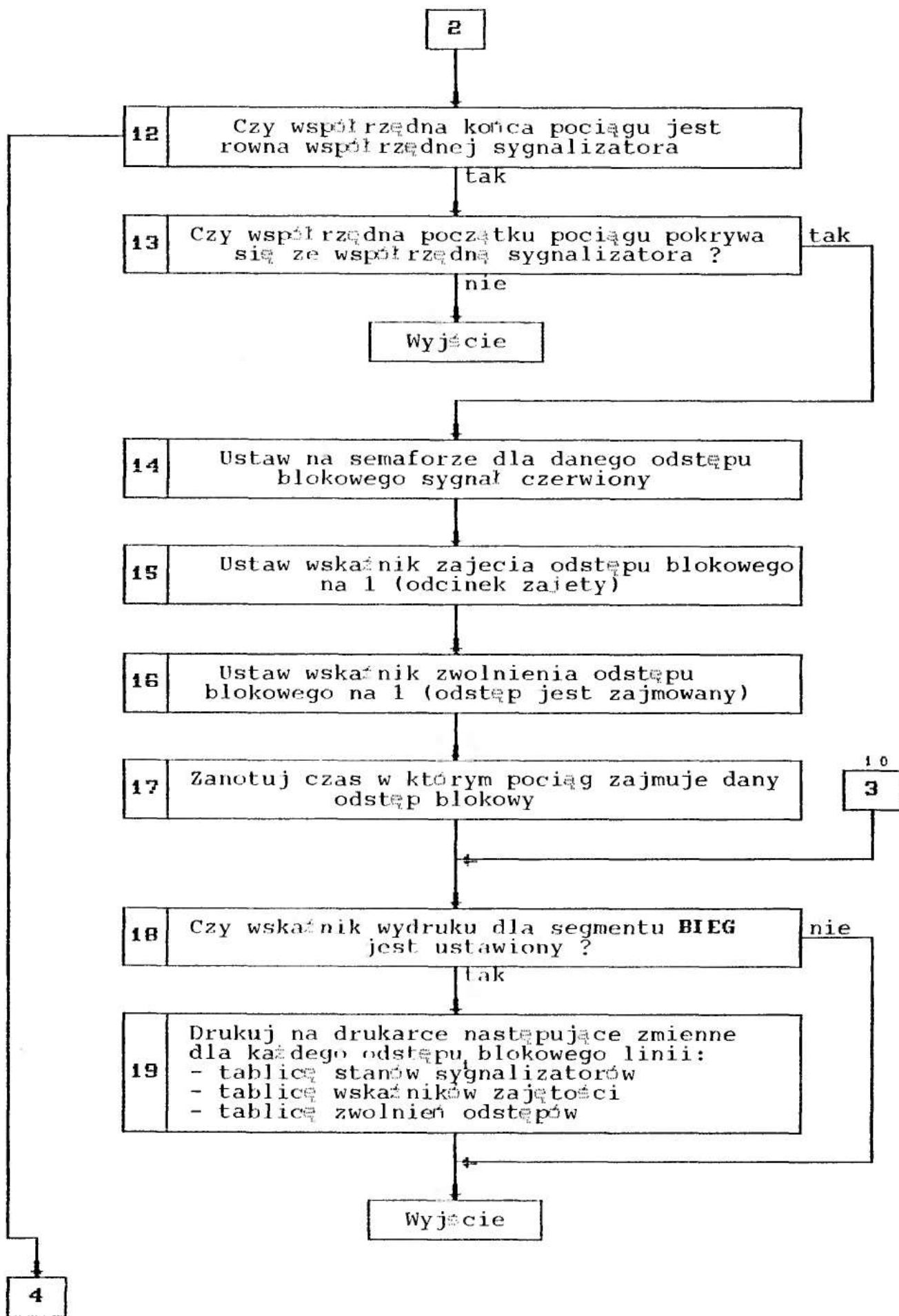
1.21. Schemat blokowy segmentu SYGNAL.



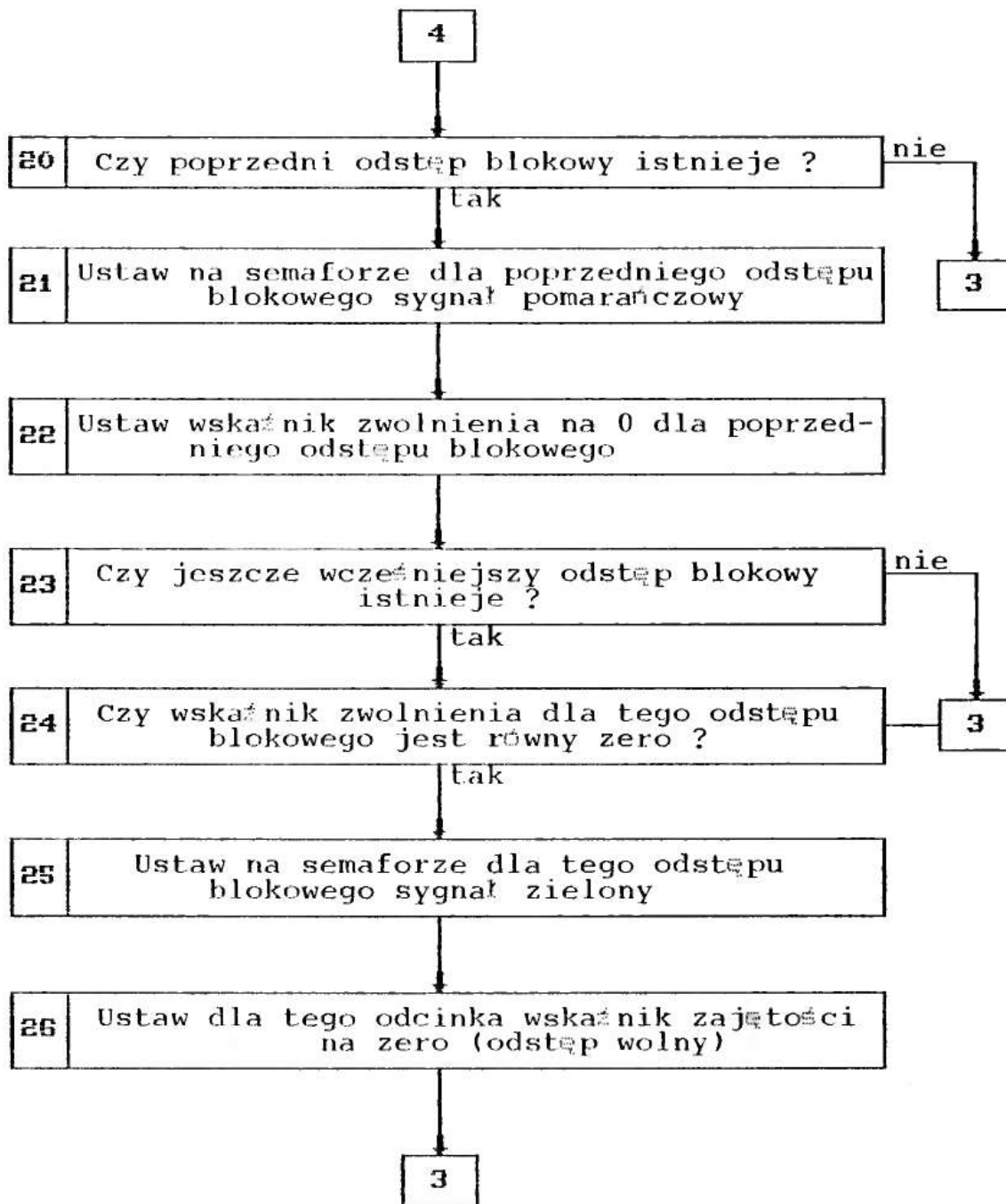
1.21. Schemat blokowy segmentu SYGNAL - c. d.



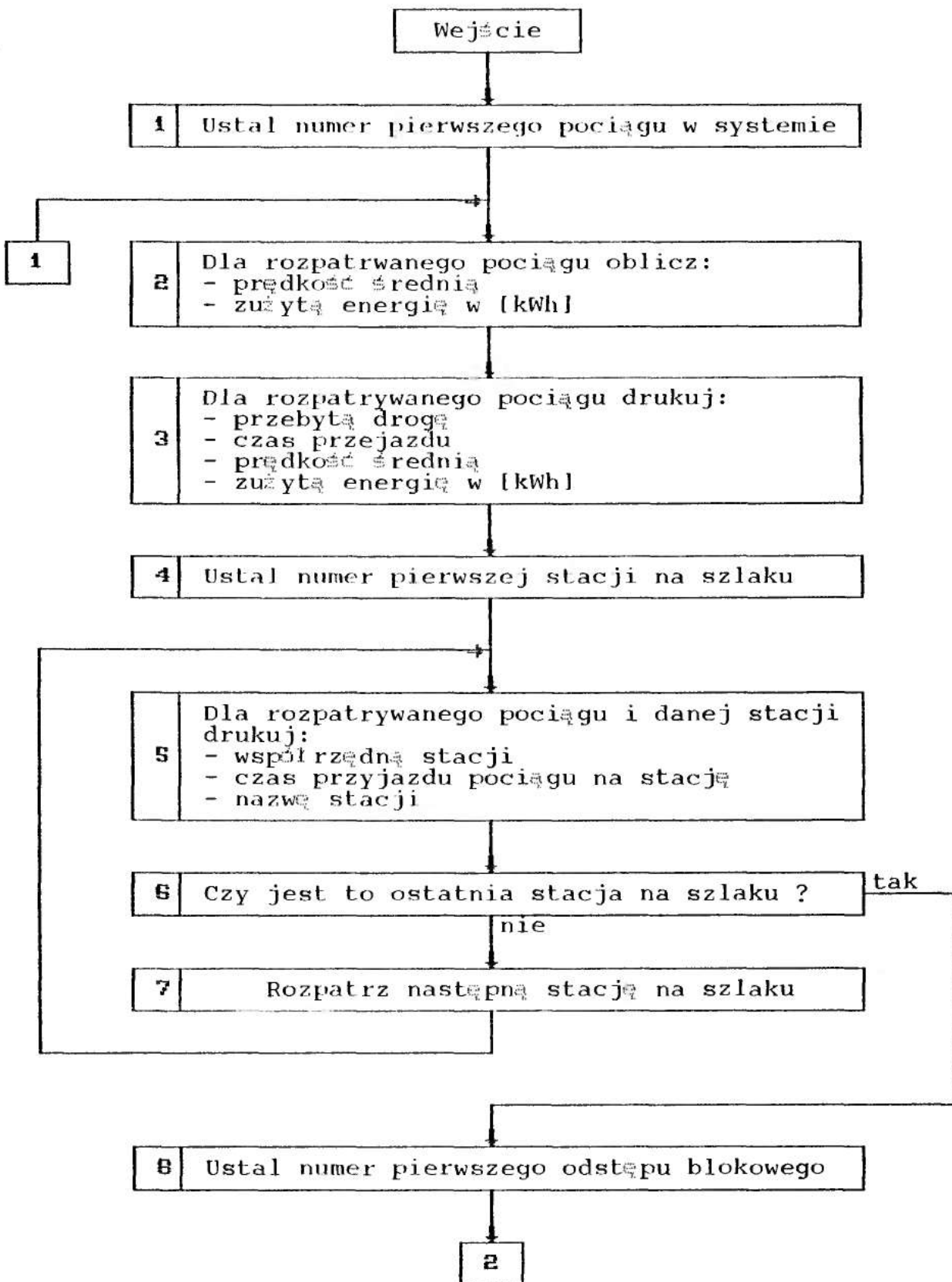
1.21. Schemat blokowy segmentu SYGNAL - c. d.



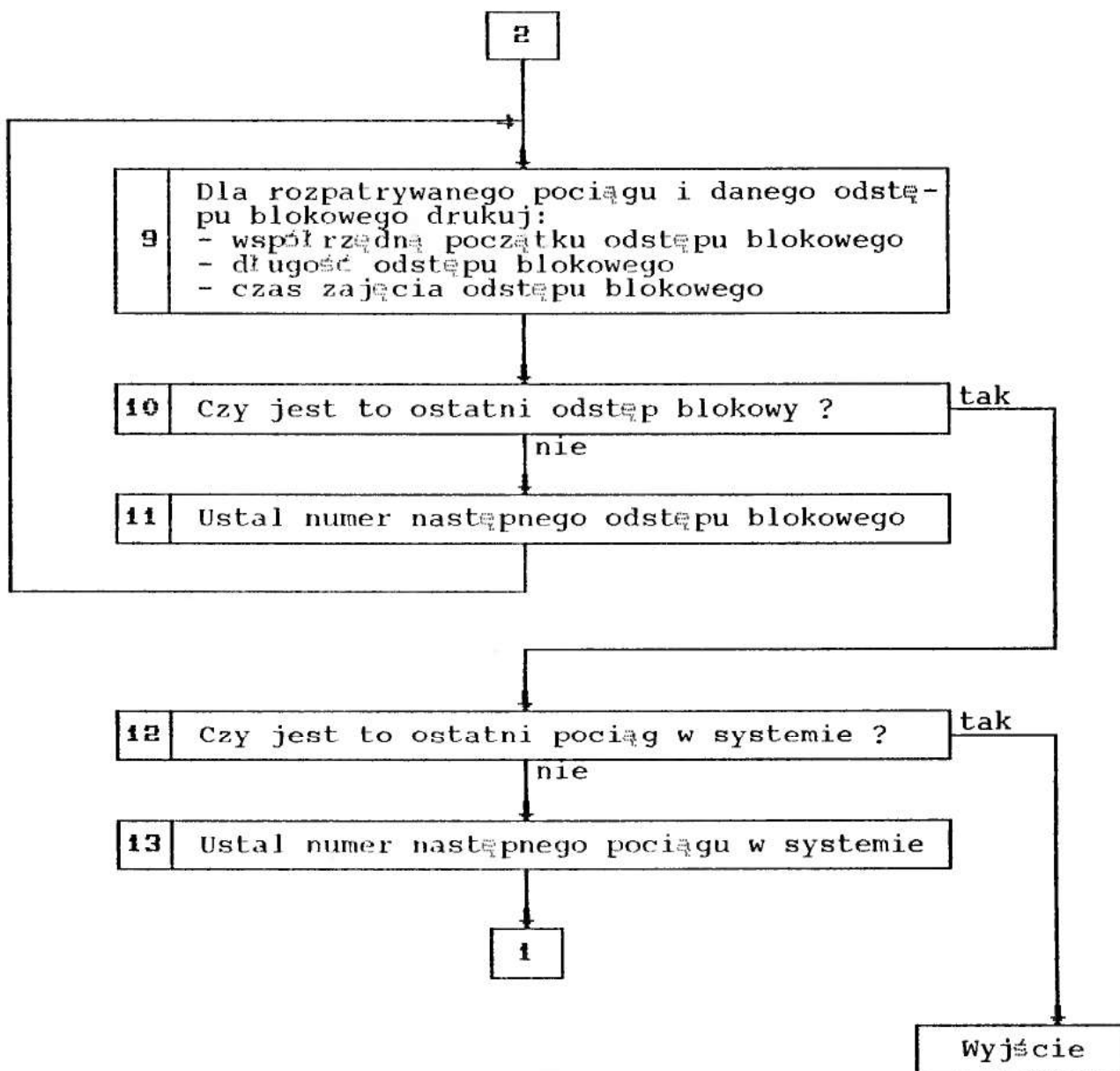
1.21. Schemat blokowy segmentu SYGNAL - c. d.



1.22. Schemat blokowy segmentu RAPORT.



1.22. Schemat blokowy segmentu RAPORT - c. d.



Z A Ł Ą C Z N I K N R 2

W Y N I K I P R Z E B I E G Ó W S Y M U L A C Y J N Y C H

1. TABELA NR 1 - Wyniki eksperymentów symulacyjnych dla pociągu pasażerskiego pospiesznego dla różnych mas pociągu przy prędkości maksymalnej 100 i 120[km/h] na trasie Warka-Radom (bez odzysku energii, zestaw charakt. tr. T4, hamowania H2).	6
2. TABELA NR 2 - Wyniki eksperymentów symulacyjnych dla pociągu pasażerskiego pospiesznego dla różnych mas pociągu przy prędkości maksymalnej 100 i 120[km/h] na trasie Warka-Radom (z odzyskiem energii, zestaw charakt. tr. T4, hamowania H2).	9
3. TABELA NR 3 - Wyniki eksperymentów symulacyjnych dla pociągu pasażerskiego pospiesznego dla różnych mas pociągu przy prędkości maksymalnej 100 i 120[km/h] na trasie Warka-Radom (bez odzysku energii, zestaw charakt. tr. TT3, hamowania H2).	10
4. TABELA NR 4 - Wyniki eksperymentów symulacyjnych dla pociągu pasażerskiego pospiesznego dla różnych mas pociągu przy prędkości maksymalnej 100 i 120[km/h] na trasie Warka-Radom (z odzyskiem energii, zestaw charakt. tr. TT3, hamowania H2).	13
5. TABELA NR 5 - Wyniki eksperymentów symulacyjnych dla pociągu pasażerskiego pospiesznego dla różnych mas pociągu przy prędkości maksymalnej 100 i 120[km/h] na trasie Warka-Radom (bez odzysku energii, zestaw charakt. tr. TT4, hamowania H2).	14
6. TABELA NR 6 - Wyniki eksperymentów symulacyjnych dla pociągu pasażerskiego pospiesznego dla różnych mas pociągu przy prędkości maksymalnej 100 i 120[km/h] na trasie Warka-Radom (z odzyskiem energii, zestaw charakt. tr. TT4, hamowania H2).	17
7. TABELA NR 7 - Wyniki eksperymentów symulacyjnych dla pociągu pasażerskiego pospiesznego dla różnych mas pociągu przy prędkości maksymalnej 100 i 120[km/h] na trasie Warka-Radom (bez odzysku energii, zestaw charakt. tr. TT5, hamowania H2).	18

8. TABELA NR 8 - Wyniki eksperymentów symulacyjnych dla pociągu pasażerskiego pospiesznego dla różnych mas pociągu przy prędkości maksymalnej 100 i 120[km/h] na trasie Warka-Radom (z odzyskiem energii, zestaw charakt. tr. TT5, hamowania H2).	21
9. TABELA NR 9 - Wyniki eksperymentów symulacyjnych dla pociągu pasażerskiego pospiesznego dla różnych mas pociągu przy prędkości maksymalnej 100 i 120[km/h] na trasie Radom-Warka (bez odzysku energii, zestaw charakt. tr. T4, hamowania H2).	22
10. TABELA NR 10 - Wyniki eksperymentów symulacyjnych dla pociągu pasażerskiego pospiesznego dla różnych mas pociągu przy prędkości maksymalnej 100 i 120[km/h] na trasie Radom-Warka (z odzyskiem energii, zestaw charakt. tr. T4, hamowania H2).	25
11. TABELA NR 11 - Wyniki eksperymentów symulacyjnych dla pociągu pasażerskiego pospiesznego dla różnych mas pociągu przy prędkości maksymalnej 100 i 120[km/h] na trasie Radom-Warka (bez odzysku energii, zestaw charakt. tr. TT3, hamowania H2).	26
12. TABELA NR 12 - Wyniki eksperymentów symulacyjnych dla pociągu pasażerskiego pospiesznego dla różnych mas pociągu przy prędkości maksymalnej 100 i 120[km/h] na trasie Radom-Warka (z odzyskiem energii, zestaw charakt. tr. TT3, hamowania H2).	29
13. TABELA NR 13 - Wyniki eksperymentów symulacyjnych dla pociągu pasażerskiego osobowego dla różnych mas pociągu przy prędkości maksymalnej 100 i 120[km/h] na trasie Warka-Radom (bez odzysku energii, zestaw charakt. tr. TT4, hamowania H2).	33
14. TABELA NR 14 - Wyniki eksperymentów symulacyjnych dla pociągu pasażerskiego osobowego dla różnych mas pociągu przy prędkości maksymalnej 100 i 120[km/h] na trasie Warka-Radom (z odzyskiem energii, zestaw charakt. tr. TT4, hamowania H2).	33
15. TABELA NR 15 - Wyniki eksperymentów symulacyjnych dla pociągu pasażerskiego osobowego dla różnych mas pociągu przy prędkości maksymalnej 100 i 120[km/h] na trasie Warka-Radom (bez odzysku energii, zestaw charakt. tr. TT3, hamowania H2).	34
16. TABELA NR 16 - Wyniki eksperymentów symulacyjnych dla	

	pociągu pasażerskiego osobowego dla różnych mas pociągu przy prędkości maksymalnej 100 i 120[km/h] na trasie Warka-Radom (z odzyskiem energii, zestaw charakt. tr. TT3, hamowania H2).	37
17.	TABELA NR 17 - Wyniki eksperymentów symulacyjnych dla pociągu towarowego zwykłego dla różnych charakterystyk hamowania na trasie Warka-Radom (ET-22, $v_{max}=70$ [km/h]).	38
18.	TABELA NR 18 - Wyniki eksperymentów symulacyjnych dla pociągu towarowego pospiesznego i zwykłego przy prędkości maksymalnej 70 i 100[km/h] na trasie Warka-Radom bez ograniczeń prędkości (ET-41, bez i z odzyskiem energii, masa 1360[t]).	39
19.	TABELA NR 18 - Wyniki eksperymentów symulacyjnych dla pociągu towarowego pospiesznego i zwykłego przy prędkości maksymalnej 70 i 100[km/h] na trasie Radom-Warka bez ograniczeń prędkości (ET-41, bez i z odzyskiem energii, masa 1360[t]).	40
20.	TABELA NR 20 - Wyniki eksperymentów symulacyjnych dla pociągu pasażerskiego przy prędkości maksymalnej 100[km/h] na trasie Warka-Radom i Radom-Warka bez ograniczeń prędkości.	41
21.	TABELA NR 21 - Wyniki eksperymentów symulacyjnych dla jednorodnego strumienia pociągów pasażerskich pospiesznych na trasie Radom-Warka dla jazdy forsownej.	42
22.	TABELA NR 22 - Wyniki eksperymentów symulacyjnych dla jednorodnego strumienia pociągów pasażerskich osobowych na trasie Radom-Warka dla jazdy forsownej.	43
23.	TABELA NR 23 - Wyniki eksperymentów symulacyjnych dla jednorodnego strumienia pociągów towarowych pospiesznych na trasie Radom-Warka dla jazdy forsownej.	44
24.	TABELA NR 24 - Wyniki eksperymentów symulacyjnych dla jednorodnego strumienia pociągów towarowych zwykłych na trasie Radom-Warka dla jazdy forsownej.	45
25.	TABELA NR 25 - Wyniki eksperymentów symulacyjnych dla jednorodnego strumienia pociągów towarowych zwykłych na trasie Warka-Radom dla jazdy forsownej.	46
26.	TABELA NR 26 - Wyniki eksperymentów symulacyjnych dla niejednorodnego strumienia pociągów na trasie Radom-Warka dla jazdy forsownej.	47

27. Wydruk danych i wyników w formie liczbowej i wykresów dla pociągu towarowego pospiesznego prowadzonego przez lok. ET-41 (char. tr. T41, ham.H2) z prędkością maks. 70[km/h] na trasie Radom-Warka dla mas 1360 i 3360[t] (bez i z odzyskiem energii). 48
28. Wydruk danych i wyników w formie liczbowej i wykresów dla pociągu towarowego zwykłego prowadzonego przez lok. ET-22 (char. tr. T, ham.H2) z prędkością maks. 70[km/h] na trasie Radom-Warka dla mas 1320 i 3320[t] (bez i z odzyskiem energii). 71
29. Wydruk danych i wyników w formie liczbowej i wykresów dla pociągu towarowego pospiesznego prowadzonego przez lok. ET-22 (char. tr. T, ham.H2) z prędkością maks. 70[km/h] na trasie Radom-Warka dla mas 1320 i 3320[t] (bez i z odzyskiem energii). 94
30. Wydruk danych i wyników w formie liczbowej dla pociągu towarowego pospiesznego prowadzonego przez lok. ET-41 (char. tr. T41, ham.H2) z prędkością maks. 100[km/h] na trasie Radom-Warka dla mas 1360 i 3360[t] (bez i z odzyskiem energii).117
31. Wydruk danych i wyników w formie liczbowej dla pociągu towarowego zwykłego prowadzonego przez lok. ET-22 (char. tr. T222, ham.H2) z prędkością maks. 70[km/h] na trasie Radom-Warka o masie 920[t] i długości pociągu 150 i 620[m]..124

TABELA NR 1

Czas przejazdu i zużycie energii dla różnych mas pociągu pasażerskiego przy zastosowaniu prędkości maksymalnej 100 i 120 [km/h] (bez odzysku energii, zestaw charakterystyk trakcyjnych T4).

Wyniki dla pociągu pasażerskiego pospiesznego na trasie Warka - Radom , (bez odzysku energii), (zestaw charakterystyk trakcyjnych - T4 a hamowania H2)					
sposób jazdy	forsowny	wybieg	wybieg+ pila	pila	wybieg+ wyb.na sp.
dane o pociągu	masa wag.[t],liczba wag.,licz.osi, dlugosc poc.[m]				
	244	6	24	140	
max.predk.	100 [km/h]				
czas przej [h.min.s]	0.32.15	0.33.35	0.35.10	0.33.31	0.33.55
zuzycie energii [kWh]	416,8	348,9	328,0	401,1	346,8
max.predk.	120 [km/h]				
czas przej [h.min.s]	0.29.20	0.29.43	0.30.53	0.30.36	0.29.43
zuzycie energii [kWh]	506,6	458,9	442,1	481,7	458,8
sposób jazdy	forsowny	wybieg	wybieg+ pila	pila	wybieg+ wyb.na sp.
dane o pociągu	masa wag.[t],liczba wag.,licz.osi, dlugosc poc.[m]				
	284	7	28	160	
max.predk.	100 [km/h]				
czas przej [h.min.s]	0.32.16	0.33.27	0.35.11	0.33.38	0.33.46
zuzycie energii [kWh]	448,2	377,7	363,7	421,9	375,7
max.predk.	120 [km/h]				
czas przej [h.min.s]	0.29.02	0.29.21	0.30.42	0.30.13	0.29.36
zuzycie energii [kWh]	539,0	491,9	461,5	505,8	490,4
sposób jazdy	forsowny	wybieg	wybieg+ pila	pila	wybieg+ wyb.na sp.
dane o pociągu	masa wag.[t],liczba wag.,licz.osi, dlugosc poc.[m]				
	324	8	32	180	
max.predk.	100 [km/h]				
czas przej [h.min.s]	0.32.35	0.33.51	0.35.17	0.33.53	0.34.05
zuzycie energii [kWh]	503,5	424,0	408,8	482,3	422,5
max.predk.	120 [km/h]				
czas przej [h.min.s]	0.30.10	0.30.26	0.31.14	0.30.56	0.30.36
zuzycie energii [kWh]	585,6	543,8	516,6	565,7	540,6

dalszy ciąg tabeli nr 1					
sposob jazdy	forsowny	wybieg	wybieg+ pila	pila	wybieg+ wyb.na sp.
dane o pociagu	masa wag. [t], liczba wag., licz. osi, dlugosc poc. [m]				
	364	9	36		200
max. predk.	100 [km\h]				
czas przeje [h.min.s]	0.32.34	0.33.44	0.34.59	0.33.53	0.33.57
zuzycie energii [kWh]	531,8	451,3	431,1	511,1	449,4
max. predk.	120 [km\h]				
czas przeje [h.min.s]	0.29.49	0.30.09	0.31.15	0.30.31	0.30.46
zuzycie energii [kWh]	622,9	579,0	548,1	607,9	568,3
sposob jazdy	forsowny	wybieg	wybieg+ pila	pila	wybieg+ wyb.na sp.
dane o pociagu	masa wag. [t], liczba wag., licz. osi, dlugosc poc. [m]				
	404	10	40		200
max. predk.	100 [km\h]				
czas przeje [h.min.s]	0.32.59	0.34.17	0.35.38	0.33.59	0.34.34
zuzycie energii [kWh]	588,0	500,3	475,3	555,7	497,9
max. predk.	120 [km\h]				
czas przeje [h.min.s]	0.31.01	0.31.15	0.31.58	0.31.43	0.31.41
zuzycie energii [kWh]	662,3	622,4	586,8	636,7	612,5
sposob jazdy	forsowny	wybieg	wybieg+ pila	pila	wybieg+ wyb.na sp.
dane o pociagu	masa wag. [t], liczba wag., licz. osi, dlugosc poc. [m]				
	444	11	44		240
max. predk.	100 [km\h]				
czas przeje [h.min.s]	0.33.14	0.34.33	0.35.26	0.34.08	0.34.46
zuzycie energii [kWh]	628,7	538,9	519,1	605,6	532,4
max. predk.	120 [km\h]				
czas przeje [h.min.s]	0.31.32	0.31.44	0.32.19	0.31.50	0.32.19
zuzycie energii [kWh]	697,1	658,3	642,3	686,9	642,3

dalszy ciąg tabeli nr 1					
sposob jazdy	forsowny	wybieg	wybieg+ pila	pila	wybieg+ wyb.na sp.
dane o pociagu	masa wag. [t], liczba wag., licz. osi, dlugosc poc. [m]				
	484	12	48		260
max. predk.	100 [km\h]				
czas przeje [h.min.s]	0.33.29	0.34.46	0.35.44	0.34.18	0.34.59
zuzycie energii [kWh]	667,1	572,6	553,7	646,1	566,9
max. predk.	120 [km\h]				
czas przeje [h.min.s]	0.32.01	0.32.12	0.32.46	0.32.18	0.32.46
zuzycie energii [kWh]	731,2	693,6	673,4	718,9	673,4
sposob jazdy	forsowny	wybieg	wybieg+ pila	pila	wybieg+ wyb.na sp.
dane o pociagu	masa wag. [t], liczba wag., licz. osi, dlugosc poc. [m]				
	524	13	52		280
max. predk.	100 [km\h]				
czas przeje [h.min.s]	0.33.43	0.35.00	0.36.17	0.34.37	0.35.16
zuzycie energii [kWh]	705,6	607,9	593,7	684,1	605,0
max. predk.	120 [km\h]				
czas przeje [h.min.s]	0.32.29	0.32.39	0.33.10	0.32.44	0.33.10
zuzycie energii [kWh]	765,3	727,4	703,9	751,2	703,9

TABELA NR 2

Czas przejazdu i zużycie energii dla różnych mas pociągu pasażerskiego przy zastosowaniu prędkości maksymalnej 100 i 120 [km/h] (z odzyskiem energii, zestaw charakterystyk trakcyjnych T4).

Wyniki dla pociągu pasażerskiego pospiesznego na trasie Warka-Radom (z odzyskiem energii), (zestaw charakteryst. trakcyj.-T4 a hamowania T2)					
sposob jazdy	forsowny	wybieg	wybieg+ pila	pila	wybieg+ wyb.na sp.
dane o pociagu	masa wag.[t],liczba wag.,licz.osi, dlugosc poc.[m]				
	244	6	24	140	
max.predk.	100 [km/h]				
czas przej [h.min.s]	0.32.15	0.33.35	0.35.10	0.33.31	0.33.55
zuzycie energii [kWh]	416,1	348,5	327,7	400,5	346,5
max.predk.	120 [km/h]				
czas przej [h.min.s]	0.29.20	0.29.43	0.30.53	0.30.36	0.29.43
zuzycie energii [kWh]	506,2	458,5	441,7	481,3	458,4
sposob jazdy	forsowny	wybieg	wybieg+ pila	pila	wybieg+ wyb.na sp.
dane o pociagu	masa wag.[t],liczba wag.,licz.osi, dlugosc poc.[m]				
	444	11	44	240	
max.predk.	100 [km/h]				
czas przej [h.min.s]	0.33.43	0.35.00	0.36.17	0.34.37	0.35.16
zuzycie energii [kWh]	703,5	605,9	592,0	682,0	603,3
max.predk.	120 [km/h]				
czas przej [h.min.s]	0.31.32	0.31.42	0.32.19	0.31.50	0.32.19
zuzycie energii [kWh]	695,5	656,8	640,8	685,4	640,8
sposob jazdy	forsowny	wybieg	wybieg+ pila	pila	wybieg+ wyb.na sp.
dane o pociagu	masa wag.[t],liczba wag.,licz.osi, dlugosc poc.[m]				
	524	13	52	280	
max.predk.	100 [km/h]				
czas przej [h.min.s]	0.33.38	0.35.03	0.35.39	0.34.26	0.35.15
zuzycie energii [kWh]	670,2	576,7	558,7	650,3	570,0
max.predk.	120 [km/h]				
czas przej [h.min.s]	0.32.29	0.32.39	0.33.10	0.32.44	0.33.10
zuzycie energii [kWh]	763,2	725,3	701,8	749,1	701,8

TABELA NR 3

Czas przejazdu i zużycie energii dla różnych mas pociągu pasażerskiego przy zastosowaniu prędkości maksymalnej 100 i 120 [km/h] (bez odzysku energii, zestaw charakterystyk trakcyjnych TT3).

Wyniki dla pociągu pasażerskiego pospiesznego na trasie Warka - Radom (bez odzysku energii), (zestaw charakterystyk trakcyjnych - TT3, hamowania T2)					
sposób jazdy	forsowny	wybieg	wybieg+ pila	pila	wybieg+ wyb.na sp.
dane o pociagu	masa wag. [t], liczba wag., licz. osi, długość poc. [m]				
	244	6	24	140	
max. predk.	100 [km/h]				
czas przeje [h.min.s]	0.32.19	0.33.38	0.35.25	0.33.43	0.33.56
zużycie energii [kWh]	416,2	348,8	327,1	392,9	346,6
max. predk.	120 [km/h]				
czas przeje [h.min.s]	0.28.56	0.29.25	0.30.55	0.30.26	0.29.28
zużycie energii [kWh]	523,6	469,9	424,6	486,2	469,4
sposób jazdy	forsowny	wybieg	wybieg+ pila	pila	wybieg+ wyb.na sp.
dane o pociagu	masa wag. [t], liczba wag., licz. osi, długość poc. [m]				
	284	7	28	160	
max. predk.	100 [km/h]				
czas przeje [h.min.s]	0.32.21	0.33.31	0.35.12	0.33.39	0.33.44
zużycie energii [kWh]	447,4	377,5	353,3	421,7	375,7
max. predk.	120 [km/h]				
czas przeje [h.min.s]	0.28.49	0.29.09	0.30.33	0.30.14	0.29.09
zużycie energii [kWh]	549,3	496,3	473,0	515,3	496,3
sposób jazdy	forsowny	wybieg	wybieg+ pila	pila	wybieg+ wyb.na sp.
dane o pociagu	masa wag. [t], liczba wag., licz. osi, długość poc. [m]				
	324	8	32	180	
max. predk.	100 [km/h]				
czas przeje [h.min.s]	0.32.38	0.33.53	0.35.26	0.33.51	0.34.06
zużycie energii [kWh]	503,4	423,9	394,1	476,9	422,0
max. predk.	120 [km/h]				
czas przeje [h.min.s]	0.29.31	0.29.54	0.31.10	0.30.49	0.29.54
zużycie energii [kWh]	622,4	565,8	534,5	577,8	565,7

dalszy ciąg tabeli nr 3					
sposób jazdy	forsowny	wybieg	wybieg+ pila	pila	wybieg+ wyb.na sp.
dane o pociagu	masa wag. [t], liczba wag., licz. osi, dlugosc poc. [m]				
	364	9	36	200	
max. predk.	100 [km\h]				
czas przeje [h.min.s]	0.32.39	0.33.47	0.35.25	0.33.59	0.34.00
zuzycie energii [kWh]	531,6	450,5	424,4	501,7	448,6
max. predk.	120 [km\h]				
czas przeje [h.min.s]	0.29.18	0.29.36	0.31.05	0.30.45	0.29.36
zuzycie energii [kWh]	642,9	585,9	549,4	594,1	585,8
sposób jazdy	forsowny	wybieg	wybieg+ pila	pila	wybieg+ wyb.na sp.
dane o pociagu	masa wag. [t], liczba wag., licz. osi, dlugosc poc. [m]				
	404	10	40	200	
max. predk.	100 [km\h]				
czas przeje [h.min.s]	0.32.58	0.34.12	0.35.20	0.34.11	0.34.28
zuzycie energii [kWh]	588,7	499,4	475,8	553,1	496,9
max. predk.	120 [km\h]				
czas przeje [h.min.s]	0.30.12	0.30.32	0.31.44	0.31.21	0.30.32
zuzycie energii [kWh]	711,7	646,9	615,6	679,3	646,9
sposób jazdy	forsowny	wybieg	wybieg+ pila	pila	wybieg+ wyb.na sp.
dane o pociagu	masa wag. [t], liczba wag., licz. osi, dlugosc poc. [m]				
	444	11	44	240	
max. predk.	100 [km\h]				
czas przeje [h.min.s]	0.33.10	0.34.23	0.35.40	0.34.17	0.34.35
zuzycie energii [kWh]	630,0	537,5	507,5	601,9	532,3
max. predk.	120 [km\h]				
czas przeje [h.min.s]	0.30.33	0.30.52	0.31.44	0.31.23	0.30.52
zuzycie energii [kWh]	748,8	688,2	658,9	718,4	688,1

dalszy ciąg tabeli nr 3					
sposob jazdy	forsowny	wybieg	wybieg+ pila	pila	wybieg+ wyb.na sp.
dane o pociagu	masa wag. [t], liczba wag., licz. osi, dlugosc poc. [m]				
	484	12	48	260	
max. predk.	100 [km\h]				
czas przeje [h.min.s]	0.33.21	0.34.33	0.35.37	0.34.43	0.34.40
zuzycie energii [kWh]	671,1	572,1	543,7	641,6	570,6
max. predk.	120 [km\h]				
czas przeje [h.min.s]	0.30.56	0.31.12	0.32.06	0.31.46	0.31.17
zuzycie energii [kWh]	784,5	724,2	701,3	760,4	722,2
sposob jazdy	forsowny	wybieg	wybieg+ pila	pila	wybieg+ wyb.na sp.
dane o pociagu	masa wag. [t], liczba wag., licz. osi, dlugosc poc. [m]				
	524	13	52	280	
max. predk.	100 [km\h]				
czas przeje [h.min.s]	0.33.33	0.34.44	0.35.49	0.34.37	0.34.53
zuzycie energii [kWh]	712,0	610,1	580,4	681,8	607,9
max. predk.	120 [km\h]				
czas przeje [h.min.s]	0.31.19	0.31.34	0.32.22	0.32.04	0.31.39
zuzycie energii [kWh]	819,4	761,9	742,7	798,9	759,6

TABELA NR 4

Czas przejazdu i zużycie energii dla różnych mas pociągu pasażerskiego przy zastosowaniu prędkości maksymalnej 100 i 120 [km/h] (z odzyskiem energii, zestaw charakterystyk trakcyjnych TT3).

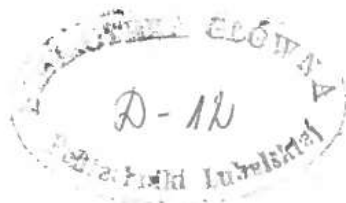
Wyniki dla pociągu pasażerskiego pospiesznego na trasie Warka-Radom (z odzyskiem energii), (zestaw charakteryst. trakcyj. - TT3 , a hamowania H2)					
sposob jazdy	forsowny	wybieg	wybieg+ pila	pila	wybieg+ wyb.na sp.
dane o pociagu	masa wag. [t], liczba wag., licz. osi, dlugosc poc. [m]				
	244	6	24	140	
max. predk.	100 [km/h]				
czas przejazd [h.min.s]	0.32.19	0.33.38	0.35.25	0.33.43	0.33.56
zuzycie energii [kWh]	415,4	348,4	326,8	392,3	346,3
max. predk.	120 [km/h]				
czas przejazd [h.min.s]	0.28.56	0.29.25	0.30.55	0.30.26	0.29.28
zuzycie energii [kWh]	523,1	469,5	424,2	485,8	469,0
sposob jazdy	forsowny	wybieg	wybieg+ pila	pila	wybieg+ wyb.na sp.
dane o pociagu	masa wag. [t], liczba wag., licz. osi, dlugosc poc. [m]				
	444	11	44	240	
max. predk.	100 [km/h]				
czas przejazd [h.min.s]	0.33.10	0.34.23	0.35.40	0.34.17	0.34.35
zuzycie energii [kWh]	628,4	536,1	506,3	600,4	531,0
max. predk.	120 [km/h]				
czas przejazd [h.min.s]	0.30.33	0.30.52	0.31.44	0.31.23	0.30.52
zuzycie energii [kWh]	747,2	686,6	657,4	716,8	686,6
sposob jazdy	forsowny	wybieg	wybieg+ pila	pila	wybieg+ wyb.na sp.
dane o pociagu	masa wag. [t], liczba wag., licz. osi, dlugosc poc. [m]				
	524	13	52	280	
max. predk.	100 [km/h]				
czas przejazd [h.min.s]	0.33.33	0.34.44	0.35.49	0.34.37	0.34.53
zuzycie energii [kWh]	709,9	608,2	578,8	679,7	606,3
max. predk.	120 [km/h]				
czas przejazd [h.min.s]	0.31.19	0.31.34	0.32.22	0.32.04	0.31.39
zuzycie energii [kWh]	817,3	759,8	740,6	796,8	757,5

TABELA NR 5

Czas przejazdu i zużycie energii dla różnych mas pociągu pasażerskiego przy zastosowaniu prędkości maksymalnej 100 i 120 [km\h] (bez odzysku energii, zestaw charakterystyk trakcyjnych TT4).

Wyniki dla pociągu pasażerskiego pospiesznego na trasie Warka - Radom (bez odzysku energii), (zestaw charakterystyk trakcyjnych - TT4, hamowania T2)					
sposob jazdy	forsowny	wybieg	wybieg+ pila	pila	wybieg+ wyb.na sp.
dane o pociagu	masa wag.[t], liczba wag., licz.osi, dlugosc poc.[m] 244 6 24 140				
max.predk.	100 [km\h]				
czas przej [h.min.s]	0.32.22	0.33.40	0.35.10	0.33.47	0.33.53
zuzycie energii [kWh]	415,7	348,6	328,8	392,4	346,9
max.predk.	120 [km\h]				
czas przej [h.min.s]	0.28.59	0.29.25	0.30.55	0.30.29	0.29.28
zuzycie energii [kWh]	523,1	469,8	424,4	485,7	469,3
sposob jazdy	forsowny	wybieg	wybieg+ pila	pila	wybieg+ wyb.na sp.
dane o pociagu	masa wag.[t], liczba wag., licz.osi, dlugosc poc.[m] 284 7 28 160				
max.predk.	100 [km\h]				
czas przej [h.min.s]	0.32.24	0.33.34	0.35.15	0.33.43	0.33.47
zuzycie energii [kWh]	446,9	377,3	353,1	421,2	375,5
max.predk.	120 [km\h]				
czas przej [h.min.s]	0.28.53	0.29.13	0.30.37	0.30.18	0.29.13
zuzycie energii [kWh]	548,8	496,1	472,8	514,7	496,1
sposob jazdy	forsowny	wybieg	wybieg+ pila	pila	wybieg+ wyb.na sp.
dane o pociagu	masa wag.[t], liczba wag., licz.osi, dlugosc poc.[m] 324 8 32 180				
max.predk.	100 [km\h]				
czas przej [h.min.s]	0.32.42	0.33.56	0.35.30	0.33.55	0.34.10
zuzycie energii [kWh]	502,8	423,8	393,9	476,2	421,8
max.predk.	120 [km\h]				
czas przej [h.min.s]	0.29.35	0.29.58	0.31.14	0.30.53	0.29.58
zuzycie energii [kWh]	621,7	565,1	533,8	577,1	565,1

dalszy ciąg tabeli nr 5					
sposob jazdy	forsowny	wybieg	wybieg+ pila	pila	wybieg+ wyb.na sp.
dane o pociagu	masa wag. [t], liczba wag., licz. osi, dlugosc poc. [m]				
	364	9	36		200
max. predk.	100 [km\h]				
czas przeje [h.min.s]	0.32.43	0.33.51	0.35.29	0.34.03	0.34.04
zuzycie energii [kWh]	530,8	450,4	424,2	500,9	448,4
max. predk.	120 [km\h]				
czas przeje [h.min.s]	0.29.22	0.29.41	0.31.09	0.30.50	0.29.41
zuzycie energii [kWh]	642,1	585,1	548,6	593,3	584,9
sposob jazdy	forsowny	wybieg	wybieg+ pila	pila	wybieg+ wyb.na sp.
dane o pociagu	masa wag. [t], liczba wag., licz. osi, dlugosc poc. [m]				
	404	10	40		200
max. predk.	100 [km\h]				
czas przeje [h.min.s]	0.33.03	0.34.16	0.35.24	0.34.15	0.34.32
zuzycie energii [kWh]	587,9	499,2	475,6	552,3	496,7
max. predk.	120 [km\h]				
czas przeje [h.min.s]	0.30.16	0.30.37	0.31.49	0.31.26	0.30.37
zuzycie energii [kWh]	710,8	646,0	614,7	678,4	646,0
sposob jazdy	forsowny	wybieg	wybieg+ pila	pila	wybieg+ wyb.na sp.
dane o pociagu	masa wag. [t], liczba wag., licz. osi, dlugosc poc. [m]				
	444	11	44		240
max. predk.	100 [km\h]				
czas przeje [h.min.s]	0.33.14	0.34.27	0.35.44	0.34.21	0.34.32
zuzycie energii [kWh]	629,2	537,3	506,2	601,0	533,0
max. predk.	120 [km\h]				
czas przeje [h.min.s]	0.30.38	0.30.57	0.31.49	0.31.28	0.30.57
zuzycie energii [kWh]	747,8	687,2	657,9	717,4	687,2



dalszy ciąg tabeli nr 5					
sposób jazdy	forsowny	wybieg	wybieg+ pila	pila	wybieg+ wyb.na sp.
dane o pociagu	masa wag. [t], liczba wag., licz. osi, dlugosc poc. [m]				
	484	12	48		260
max. predk.	100 [km\h]				
czas przeje [h.min.s]	0.33.26	0.34.38	0.35.42	0.34.47	0.34.44
zuzycie energii [kWh]	670,1	571,6	543,3	640,7	570,1
max. predk.	120 [km\h]				
czas przeje [h.min.s]	0.31.02	0.31.18	0.32.11	0.31.52	0.31.23
zuzycie energii [kWh]	783,4	723,1	700,2	759,3	721,1
sposób jazdy	forsowny	wybieg	wybieg+ pila	pila	wybieg+ wyb.na sp.
dane o pociagu	masa wag. [t], liczba wag., licz. osi, dlugosc poc. [m]				
	524	13	52		280
max. predk.	100 [km\h]				
czas przeje [h.min.s]	0.33.38	0.34.49	0.35.54	0.34.42	0.34.58
zuzycie energii [kWh]	710,9	609,5	579,9	680,7	607,4
max. predk.	120 [km\h]				
czas przeje [h.min.s]	0.31.25	0.31.40	0.32.28	0.32.10	0.31.45
zuzycie energii [kWh]	818,3	760,7	741,5	797,8	758,4

TABELA NR 6

Czas przejazdu i zużycie energii dla różnych mas pociągu pasażerskiego przy zastosowaniu prędkości maksymalnej 100 i 120 [km/h] (z odzyskiem energii, zestaw charakterystyk trakcyjnych TT4).

Wyniki dla pociągu pasażerskiego pospiesznego na trasie Warka-Radom (z odzyskiem energii), (zestaw charakteryst. trakcyj.- TT4, a hamowania H2)					
sposob jazdy	forsowny	wybieg	wybieg+ pila	pila	wybieg+ wyb.na sp.
dane o pociagu	masa wag. [t], liczba wag., licz. osi, dlugosc poc. [m]				
	244	6	24	140	
max. predk.	100 [km/h]				
czas przejazd [h.min.s]	0.32.22	0.33.40	0.35.10	0.33.47	0.33.53
zuzycie energii [kWh]	414,9	348,2	328,5	391,9	346,6
max. predk.	120 [km/h]				
czas przejazd [h.min.s]	0.28.59	0.29.25	0.30.55	0.30.29	0.29.28
zuzycie energii [kWh]	522,7	469,4	424,0	485,3	468,8
sposob jazdy	forsowny	wybieg	wybieg+ pila	pila	wybieg+ wyb.na sp.
dane o pociagu	masa wag. [t], liczba wag., licz. osi, dlugosc poc. [m]				
	444	11	44	240	
max. predk.	100 [km/h]				
czas przejazd [h.min.s]	0.33.14	0.34.27	0.35.44	0.34.21	0.34.32
zuzycie energii [kWh]	627,5	535,9	504,9	599,5	531,8
max. predk.	120 [km/h]				
czas przejazd [h.min.s]	0.30.38	0.30.57	0.31.49	0.31.28	0.30.57
zuzycie energii [kWh]	746,3	685,7	656,4	715,9	685,6
sposob jazdy	forsowny	wybieg	wybieg+ pila	pila	wybieg+ wyb.na sp.
dane o pociagu	masa wag. [t], liczba wag., licz. osi, dlugosc poc. [m]				
	524	13	52	280	
max. predk.	100 [km/h]				
czas przejazd [h.min.s]	0.33.38	0.34.49	0.35.54	0.34.42	0.34.58
zuzycie energii [kWh]	708,8	607,6	578,2	678,6	605,7
max. predk.	120 [km/h]				
czas przejazd [h.min.s]	0.31.25	0.31.40	0.32.28	0.32.10	0.31.45
zuzycie energii [kWh]	816,2	758,6	739,4	795,6	756,3

TABELA NR 7

Czas przejazdu i zużycie energii dla różnych mas pociągu pasażerskiego przy zastosowaniu prędkości maksymalnej 100 i 120 [km\h] (bez odzysku energii, zestaw charakterystyk trakcyjnych TT5).

Wyniki dla pociągu pasażerskiego pospiesznego na trasie Warka - Radom (bez odzysku energii), (zestaw charakterystyk trakcyjnych - TT5, hamowania T2)					
sposób jazdy	forsowny	wybieg	wybieg+ pila	pila	wybieg+ wyb.na sp.
dane o pociągu	masa wag. [t], liczba wag., licz. osi, długość poc. [m] 244 6 24 140				
max. predk.	100 [km\h]				
czas przejazd [h.min.s]	0. 32. 33	0. 33. 50	0. 35. 32	0. 33. 58	0. 34. 04
zużycie energii [kWh]	413,7	348,3	326,9	390,4	346,5
max. predk.	120 [km\h]				
czas przejazd [h.min.s]	0. 29. 12	0. 29. 37	0. 31. 06	0. 30. 41	0. 29. 39
zużycie energii [kWh]	520,9	469,1	423,8	483,6	468,6
sposób jazdy	forsowny	wybieg	wybieg+ pila	pila	wybieg+ wyb.na sp.
dane o pociągu	masa wag. [t], liczba wag., licz. osi, długość poc. [m] 284 7 28 160				
max. predk.	100 [km\h]				
czas przejazd [h.min.s]	0. 32. 37	0. 33. 44	0. 35. 57	0. 33. 55	0. 33. 59
zużycie energii [kWh]	444,3	376,6	356,9	418,8	374,6
max. predk.	120 [km\h]				
czas przejazd [h.min.s]	0. 29. 06	0. 29. 26	0. 30. 49	0. 30. 30	0. 29. 26
zużycie energii [kWh]	546,0	493,8	470,7	512,2	493,8
sposób jazdy	forsowny	wybieg	wybieg+ pila	pila	wybieg+ wyb.na sp.
dane o pociągu	masa wag. [t], liczba wag., licz. osi, długość poc. [m] 324 8 32 180				
max. predk.	100 [km\h]				
czas przejazd [h.min.s]	0. 32. 55	0. 34. 07	0. 35. 16	0. 34. 08	0. 34. 14
zużycie energii [kWh]	499,8	422,9	399,8	478,9	421,8
max. predk.	120 [km\h]				
czas przejazd [h.min.s]	0. 29. 49	0. 30. 12	0. 31. 27	0. 31. 05	0. 30. 12
zużycie energii [kWh]	618,6	561,9	531,0	574,3	561,8

dalszy ciąg tabeli nr 7

sposob jazdy	forsowny	wybieg	wybieg+ pila	pila	wybieg+ wyb.na sp.
dane o pociagu	masa wag. [t], liczba wag., licz. osi, dlugosc poc. [m]				
	364	9	36	200	
max. predk.	100 [km\h]				
czas przej [h.min.s]	0.32.57	0.34.03	0.35.18	0.34.17	0.34.09
zuzycie energii [kWh]	527,4	449,4	426,8	497,6	448,2
max. predk.	120 [km\h]				
czas przej [h.min.s]	0.29.37	0.29.56	0.31.15	0.30.55	0.29.56
zuzycie energii [kWh]	638,5	581,4	548,0	592,7	581,3
sposob jazdy	forsowny	wybieg	wybieg+ pila	pila	wybieg+ wyb.na sp.
dane o pociagu	masa wag. [t], liczba wag., licz. osi, dlugosc poc. [m]				
	404	10	40	200	
max. predk.	100 [km\h]				
czas przej [h.min.s]	0.33.19	0.34.30	0.35.34	0.34.28	0.34.38
zuzycie energii [kWh]	584,1	498,1	475,1	549,0	496,6
max. predk.	120 [km\h]				
czas przej [h.min.s]	0.30.33	0.30.53	0.32.04	0.31.41	0.30.53
zuzycie energii [kWh]	706,6	641,9	610,9	674,7	641,9
sposob jazdy	forsowny	wybieg	wybieg+ pila	pila	wybieg+ wyb.na sp.
dane o pociagu	masa wag. [t], liczba wag., licz. osi, dlugosc poc. [m]				
	444	11	44	240	
max. predk.	100 [km\h]				
czas przej [h.min.s]	0.33.31	0.34.41	0.35.40	0.34.36	0.34.46
zuzycie energii [kWh]	624,8	536,0	512,5	597,0	531,8
max. predk.	120 [km\h]				
czas przej [h.min.s]	0.30.56	0.31.14	0.32.07	0.31.46	0.31.15
zuzycie energii [kWh]	743,2	682,6	653,4	712,8	682,5

dalszy ciąg tabeli nr 7					
sposob jazdy	forsowny	wybieg	wybieg+ pila	pila	wybieg+ wyb.na sp.
dane o pociagu	masa wag. [t], liczba wag., licz. osi, dlugosc poc. [m]				
	484	12	48		260
max. predk.	100 [km\h]				
czas przej [h.min.s]	0.33.44	0.34.53	0.36.22	0.35.01	0.34.59
zuzycie energii [kWh]	665,4	570,1	533,2	623,9	568,6
max. predk.	120 [km\h]				
czas przej [h.min.s]	0.31.21	0.31.37	0.32.30	0.32.10	0.31.42
zuzycie energii [kWh]	778,1	717,8	695,0	754,1	715,5
sposob jazdy	forsowny	wybieg	wybieg+ pila	pila	wybieg+ wyb.na sp.
dane o pociagu	masa wag. [t], liczba wag., licz. osi, dlugosc poc. [m]				
	524	13	52		280
max. predk.	100 [km\h]				
czas przej [h.min.s]	0.33.57	0.35.05	0.36.10	0.35.01	0.35.14
zuzycie energii [kWh]	705,7	607,9	578,4	675,5	605,9
max. predk.	120 [km\h]				
czas przej [h.min.s]	0.31.45	0.31.59	0.32.47	0.32.29	0.32.05
zuzycie energii [kWh]	812,4	754,9	735,8	792,1	752,4

TABELA NR 8

Czas przejazdu i zużycie energii dla różnych mas pociągu pasażerskiego przy zastosowaniu prędkości maksymalnej 100 i 120 [km/h] (z odzyskiem energii, zestaw charakterystyk trakcyjnych TT5).

Wyniki dla pociągu pasażerskiego pospiesznego na trasie Warka-Radom (z odzyskiem energii), (zestaw charakteryst. trakcyj.-TT5 , a hamowania H2)					
sposób jazdy	forsowny	wybieg	wybieg+ pila	pila	wybieg+ wyb.na sp.
dane o pociągu	masa wag.[t], liczba wag., licz.osi, długość poc.[m]				
	244	6	24	140	
max.prędk.	100 [km/h]				
czas przejeżdżania [h.min.s]	0.32.33	0.33.50	0.35.32	0.33.58	0.34.04
zużycie energii [kWh]	412,9	347,9	326,6	389,8	346,2
max.prędk.	120 [km/h]				
czas przejeżdżania [h.min.s]	0.29.12	0.29.37	0.31.06	0.30.41	0.29.39
zużycie energii [kWh]	520,4	468,7	423,4	483,2	468,2
sposób jazdy	forsowny	wybieg	wybieg+ pila	pila	wybieg+ wyb.na sp.
dane o pociągu	masa wag.[t], liczba wag., licz.osi, długość poc.[m]				
	444	11	44	240	
max.prędk.	100 [km/h]				
czas przejeżdżania [h.min.s]	0.33.31	0.34.41	0.35.40	0.34.36	0.34.46
zużycie energii [kWh]	623,2	534,7	511,1	595,5	530,5
max.prędk.	120 [km/h]				
czas przejeżdżania [h.min.s]	0.30.56	0.31.14	0.32.07	0.31.46	0.31.15
zużycie energii [kWh]	741,7	681,1	651,8	711,3	681,0
sposób jazdy	forsowny	wybieg	wybieg+ pila	pila	wybieg+ wyb.na sp.
dane o pociągu	masa wag.[t], liczba wag., licz.osi, długość poc.[m]				
	524	13	52	280	
max.prędk.	100 [km/h]				
czas przejeżdżania [h.min.s]	0.33.57	0.35.05	0.36.10	0.35.01	0.35.14
zużycie energii [kWh]	703,5	606,1	576,8	673,4	604,2
max.prędk.	120 [km/h]				
czas przejeżdżania [h.min.s]	0.31.45	0.31.59	0.32.47	0.32.29	0.32.05
zużycie energii [kWh]	810,3	752,8	733,7	789,9	750,3

TABELA NR 9

Czas przejazdu i zużycie energii dla różnych mas pociągu pasażerskiego przy zastosowaniu prędkości maksymalnej 100 i 120 [km/h],

(bez odzysku energii, zestaw charakterystyk trakcyjnych T4).

Wyniki dla pociągu pasażerskiego pospiesznego na trasie Radom - Warka , (bez odzysku energii), (zestaw charakterystyk trakcyjnych - T4 a hamowania H2)					
sposob jazdy	forsowny	wybieg	wybieg+ pila	pila	wybieg+ wyb.na sp.
dane o pociagu	masa wag.[t],liczba wag.,licz.osi, dlugosc poc.[m]				
	244	6	24	140	
max.predk.	100 [km/h]				
czas przej [h.min.s]	0.32.10	0.33.05	0.34.06	0.33.20	0.33.26
zuzycie energii [kWh]	305,3	244,1	232,3	283,1	240,6
max.predk.	120 [km/h]				
czas przej [h.min.s]	0.28.42	0.29.15	0.30.25	0.30.09	0.30.14
zuzycie energii [kWh]	383,7	330,9	308,3	343,3	317,3
sposob jazdy	forsowny	wybieg	wybieg+ pila	pila	wybieg+ wyb.na sp.
dane o pociagu	masa wag.[t],liczba wag.,licz.osi, dlugosc poc.[m]				
	284	7	28	160	
max.predk.	100 [km/h]				
czas przej [h.min.s]	0.32.20	0.33.13	0.34.04	0.33.19	0.33.53
zuzycie energii [kWh]	334,8	269,5	256,4	319,3	265,3
max.predk.	120 [km/h]				
czas przej [h.min.s]	0.28.57	0.29.29	0.30.47	0.30.24	0.30.35
zuzycie energii [kWh]	418,1	362,9	336,3	372,6	346,5
sposob jazdy	forsowny	wybieg	wybieg+ pila	pila	wybieg+ wyb.na sp.
dane o pociagu	masa wag.[t],liczba wag.,licz.osi, dlugosc poc.[m]				
	324	8	32	180	
max.predk.	100 [km/h]				
czas przej [h.min.s]	0.32.30	0.33.23	0.34.18	0.33.37	0.33.43
zuzycie energii [kWh]	362,0	296,0	279,2	345,9	291,2
max.predk.	120 [km/h]				
czas przej [h.min.s]	0.29.10	0.29.43	0.30.57	0.30.38	0.31.19
zuzycie energii [kWh]	451,8	393,4	363,4	402,3	373,3

dalszy ciąg tabeli nr 9					
sposób jazdy	forsowny	wybieg	wybieg+ pila	pila	wybieg+ wyb.na sp.
dane o pociagu	masa wag. [t], liczba wag., licz.osi, dlugosc poc. [m]				
	364	9	36	200	
max. predk.	100 [km\h]				
czas przeje [h.min.s]	0.32.40	0.33.31	0.34.25	0.33.46	0.33.57
zuzycie energii [kWh]	388,9	322,1	300,4	367,3	316,6
max. predk.	120 [km\h]				
czas przeje [h.min.s]	0.29.24	0.29.57	0.31.00	0.30.41	0.31.22
zuzycie energii [kWh]	484,7	423,4	396,6	443,3	398,4
sposób jazdy	forsowny	wybieg	wybieg+ pila	pila	wybieg+ wyb.na sp.
dane o pociagu	masa wag. [t], liczba wag., licz.osi, dlugosc poc. [m]				
	404	10	40	200	
max. predk.	100 [km\h]				
czas przeje [h.min.s]	0.32.49	0.33.40	0.34.28	0.33.51	0.34.08
zuzycie energii [kWh]	415,0	345,4	325,3	387,6	339,0
max. predk.	120 [km\h]				
czas przeje [h.min.s]	0.29.38	0.30.11	0.31.13	0.30.51	0.33.15
zuzycie energii [kWh]	516,4	455,6	424,6	475,4	412,5
sposób jazdy	forsowny	wybieg	wybieg+ pila	pila	wybieg+ wyb.na sp.
dane o pociagu	masa wag. [t], liczba wag., licz.osi, dlugosc poc. [m]				
	444	11	44	240	
max. predk.	100 [km\h]				
czas przeje [h.min.s]	0.32.59	0.33.47	0.35.48	0.35.12	0.34.18
zuzycie energii [kWh]	440,8	369,9	349,7	411,5	362,7
max. predk.	120 [km\h]				
czas przeje [h.min.s]	0.29.53	0.30.27	0.31.25	0.31.02	0.32.21
zuzycie energii [kWh]	547,5	484,6	452,4	517,7	434,9

dalszy ciąg tabeli nr 9					
sposob jazdy	forsowny	wybieg	wybieg+ pila	pila	wybieg+ wyb.na sp.
dane o pociagu	masa wag. [t], liczba wag., licz. osi, dlugosc poc. [m]				
	484	12	48	260	
max. predk.	100 [km\h]				
czas przeje [h.min.s]	0.33.09	0.33.57	0.34.37	0.34.03	0.34.32
zuzycie energii [kWh]	466,1	393,8	372,6	434,3	385,5
max. predk.	120 [km\h]				
czas przeje [h.min.s]	0.30.07	0.30.42	0.31.38	0.31.17	0.32.45
zuzycie energii [kWh]	577,9	515,6	478,5	544,6	456,3
sposob jazdy	forsowny	wybieg	wybieg+ pila	pila	wybieg+ wyb.na sp.
dane o pociagu	masa wag. [t], liczba wag., licz. osi, dlugosc poc. [m]				
	524	13	52	280	
max. predk.	100 [km\h]				
czas przeje [h.min.s]	0.33.19	0.34.06	0.34.52	0.34.15	0.34.44
zuzycie energii [kWh]	491,9	418,3	395,5	454,9	408,8
max. predk.	120 [km\h]				
czas przeje [h.min.s]	0.30.23	0.30.57	0.31.39	0.31.34	0.33.04
zuzycie energii [kWh]	608,8	542,2	508,9	571,7	481,3

TABELA NR 10

Czas przejazdu i zużycie energii dla różnych mas pociągu pasażerskiego przy zastosowaniu prędkości maksymalnej 100 i 120 [km/h],
(z odzyskiem energii, zestaw charakterystyk trakcyjnych T4).

Wyniki dla pociągu pasażerskiego pospiesznego na trasie Radom-Warka (z odzyskiem energii), (zestaw charakteryzt. trakcyj.-T4 a hamowania H2)					
sposób jazdy	forsowny	wybieg	wybieg+ pila	pila	wybieg+ wyb.na sp.
dane	masa wag. [t], liczba wag., licz. osi, dlugosc poc. [m]				
o pociagu	244	6	24	140	
max. predk.	100 [km/h]				
czas przejazd	0.32.10	0.33.05	0.34.06	0.33.20	0.33.26
zuzycie energii [kWh]	305,3	244,1	232,3	283,1	240,6
max. predk.	120 [km/h]				
czas przejazd	0.28.42	0.29.15	0.30.25	0.30.09	0.30.14
zuzycie energii [kWh]	383,7	330,9	308,3	343,3	317,3
sposób jazdy	forsowny	wybieg	wybieg+ pila	pila	wybieg+ wyb.na sp.
dane	masa wag. [t], liczba wag., licz. osi, dlugosc poc. [m]				
o pociagu	444	11	44	240	
max. predk.	100 [km/h]				
czas przejazd	0.32.59	0.33.47	0.35.48	0.35.12	0.34.18
zuzycie energii [kWh]	440,7	369,9	349,7	411,5	362,7
max. predk.	120 [km/h]				
czas przejazd	0.29.53	0.30.27	0.31.25	0.31.02	0.32.21
zuzycie energii [kWh]	547,4	484,6	452,4	517,7	434,9
sposób jazdy	forsowny	wybieg	wybieg+ pila	pila	wybieg+ wyb.na sp.
dane	masa wag. [t], liczba wag., licz. osi, dlugosc poc. [m]				
o pociagu	524	13	52	280	
max. predk.	100 [km/h]				
czas przejazd	0.33.19	0.34.63	0.34.52	0.34.15	0.34.44
zuzycie energii [kWh]	491,8	418,3	395,5	454,9	408,8
max. predk.	120 [km/h]				
czas przejazd	0.30.23	0.30.57	0.31.39	0.31.34	0.33.04
zuzycie energii [kWh]	608,8	542,2	508,9	571,7	481,3

TABELA NR 11

Czas przejazdu i zużycie energii dla różnych mas pociągu pasażerskiego przy zastosowaniu prędkości maksymalnej

100 i 120 [km\h]

(bez odzysku energii, zestaw charakterystyk trakcyjnych TT3)

Wyniki dla pociągu pasażerskiego pospiesznego na trasie Radom - Warka (bez odzysku energii), (zestaw charakterystyk trakcyjnych - TT3, hamowania H2)					
sposób jazdy	forsowny	wybieg	wybieg+ pila	pila	wybieg+ wyb.na sp.
dane o pociagu	masa wag.[t],liczba wag.,licz.osi, dlugosc poc.[m]				
	244	6	24		140
max. predk.	100 [km\h]				
czas przej [h.min.s]	0.32.18	0.33.12	0.34.15	0.33.32	0.33.28
zuzycie energii [kWh]	306,7	244,2	231,2	288,8	241,6
max. predk.	120 [km\h]				
czas przej [h.min.s]	0.28.41	0.29.14	0.30.35	0.30.19	0.30.04
zuzycie energii [kWh]	389,5	333,1	309,6	341,3	321,5
sposób jazdy	forsowny	wybieg	wybieg+ pila	pila	wybieg+ wyb.na sp.
dane o pociagu	masa wag.[t],liczba wag.,licz.osi, dlugosc poc.[m]				
	284	7	28		160
max. predk.	100 [km\h]				
czas przej [h.min.s]	0.32.29	0.33.21	0.34.29	0.33.47	0.33.55
zuzycie energii [kWh]	447,4	377,5	353,3	314,1	266,0
max. predk.	120 [km\h]				
czas przej [h.min.s]	0.28.55	0.29.28	0.30.44	0.30.26	0.30.23
zuzycie energii [kWh]	423,0	364,6	338,2	369,7	351,2
sposób jazdy	forsowny	wybieg	wybieg+ pila	pila	wybieg+ wyb.na sp.
dane o pociagu	masa wag.[t],liczba wag.,licz.osi, dlugosc poc.[m]				
	324	8	32		180
max. predk.	100 [km\h]				
czas przej [h.min.s]	0.32.40	0.33.32	0.34.45	0.34.03	0.33.52
zuzycie energii [kWh]	362,6	295,9	280,3	335,5	291,8
max. predk.	120 [km\h]				
czas przej [h.min.s]	0.29.09	0.29.42	0.31.34	0.30.29	0.20.56
zuzycie energii [kWh]	455,7	394,8	357,3	412,4	379,8

dalszy ciąg tabeli nr 11					
sposob jazdy	forsowny	wybieg	wybieg+ pila	pila	wybieg+ wyb.na sp.
dane o pociagu	masa wag. [t], liczba wag., licz.osi, dlugosc poc. [m]				
	364	9	36	200	
max. predk.	100 [km\h]				
czas przeje [h.min.s]	0.32.52	0.33.41	0.34.36	0.33.57	0.35.48
zuzycie energii [kWh]	388,1	321,9	300,1	366,2	317,2
max. predk.	120 [km\h]				
czas przeje [h.min.s]	0.29.24	0.29.57	0.31.44	0.30.51	0.30.57
zuzycie energii [kWh]	488,1	424,9	387,2	432,5	408,2
sposob jazdy	forsowny	wybieg	wybieg+ pila	pila	wybieg+ wyb.na sp.
dane o pociagu	masa wag. [t], liczba wag., licz.osi, dlugosc poc. [m]				
	404	10	40	200	
max. predk.	100 [km\h]				
czas przeje [h.min.s]	0.33.03	0.33.51	0.34.44	0.34.07	0.34.17
zuzycie energii [kWh]	412,9	345,3	323,8	395,3	339,6
max. predk.	120 [km\h]				
czas przeje [h.min.s]	0.29.38	0.30.11	0.32.15	0.31.01	0.31.12
zuzycie energii [kWh]	519,6	457,7	407,9	460,1	435,8
sposob jazdy	forsowny	wybieg	wybieg+ pila	pila	wybieg+ wyb.na sp.
dane o pociagu	masa wag. [t], liczba wag., licz.osi, dlugosc poc. [m]				
	444	11	44	240	
max. predk.	100 [km\h]				
czas przeje [h.min.s]	0.33.14	0.34.00	0.35.01	0.34.26	0.34.29
zuzycie energii [kWh]	437,1	369,8	347,0	414,9	363,2
max. predk.	120 [km\h]				
czas przeje [h.min.s]	0.29.51	0.30.25	0.31.36	0.31.13	0.31.31
zuzycie energii [kWh]	550,4	486,8	444,1	483,4	462,5

dalszy ciąg tabeli nr 11					
sposob jazdy	forsowny	wybieg	wybieg+ pila	pila	wybieg+ wyb.na sp.
dane o pociagu	masa wag. [t], liczba wag., licz. osi, dlugosc poc. [m]				
	484	12	48	260	
max. predk.	100 [km\h]				
czas przejazd [h.min.s]	0.33.25	0.34.11	0.35.02	0.34.29	0.34.43
zuzycie energii [kWh]	460,4	393,8	369,1	432,6	386,2
max. predk.	120 [km\h]				
czas przejazd [h.min.s]	0.30.05	0.30.39	0.31.50	0.31.27	0.31.47
zuzycie energii [kWh]	580,1	517,3	474,8	517,4	490,2
sposob jazdy	forsowny	wybieg	wybieg+ pila	pila	wybieg+ wyb.na sp.
dane o pociagu	masa wag. [t], liczba wag., licz. osi, dlugosc poc. [m]				
	524	13	52	280	
max. predk.	100 [km\h]				
czas przejazd [h.min.s]	0.33.36	0.34.21	0.35.02	0.34.31	0.34.56
zuzycie energii [kWh]	485,3	418,7	393,9	449,4	410,1
max. predk.	120 [km\h]				
czas przejazd [h.min.s]	0.30.19	0.30.53	0.32.01	0.31.37	0.32.01
zuzycie energii [kWh]	611,2	544,3	500,5	550,7	515,4

TABELA NR 12

Czas przejazdu i zużycie energii dla różnych mas pociągu pasażerskiego przy zastosowaniu prędkości maksymalnej

100 i 120 [km/h]

(z odzyskiem energii, zestaw charakterystyk trakcyjnych TT3).

Wyniki dla pociągu pasażerskiego pospiesznego na trasie Radom-Warka (z odzyskiem energii), (zestaw charakteryst. trakcyj.- TT3 , a hamowania H2)					
sposob jazdy	forsowny	wybieg	wybieg+ pila	pila	wybieg+ wyb.na sp.
dane o pociagu	masa wag. [t], liczba wag., licz.osi, dlugosc poc. [m]				
	244	6	24	140	
max.predk.	100 [km/h]				
czas przejazd [h.min.s]	0.32.18	0.33.12	0.34.15	0.33.32	0.33.28
zuzycie energii [kWh]	306,7	244,2	231,2	288,8	241,6
max.predk.	120 [km/h]				
czas przejazd [h.min.s]	0.28.41	0.29.14	0.30.35	0.30.19	0.30.04
zuzycie energii [kWh]	389,5	333,1	309,6	341,3	321,5
sposob jazdy	forsowny	wybieg	wybieg+ pila	pila	wybieg+ wyb.na sp.
dane o pociagu	masa wag. [t], liczba wag., licz.osi, dlugosc poc. [m]				
	444	11	44	240	
max.predk.	100 [km/h]				
czas przejazd [h.min.s]	0.33.14	0.34.00	0.35.01	0.34.26	0.34.29
zuzycie energii [kWh]	437,0	369,8	347,0	414,9	363,2
max.predk.	120 [km/h]				
czas przejazd [h.min.s]	0.29.51	0.30.25	0.31.36	0.31.13	0.31.31
zuzycie energii [kWh]	550,4	486,8	444,1	483,4	462,5
sposob jazdy	forsowny	wybieg	wybieg+ pila	pila	wybieg+ wyb.na sp.
dane o pociagu	masa wag. [t], liczba wag., licz.osi, dlugosc poc. [m]				
	524	13	52	280	
max.predk.	100 [km/h]				
czas przejazd [h.min.s]	0.33.36	0.34.21	0.35.02	0.34.31	0.34.56
zuzycie energii [kWh]	485,1	418,7	393,9	449,4	410,1
max.predk.	120 [km/h]				
czas przejazd [h.min.s]	0.30.19	0.30.53	0.32.01	0.31.37	0.32.01
zuzycie energii [kWh]	611,2	544,3	500,5	550,7	515,4

TABELA NR 13

Czas przejazdu i zużycie energii dla różnych mas pociągu pasażerskiego przy zastosowaniu prędkości maksymalnej 100 i 120 [km\h] (bez odzysku energii, zestaw charakterystyk trakcyjnych T4).

Wyniki dla pociągu pasażerskiego osobowego na trasie Warka - Radom (bez odzysku energii), (zestaw charakterystyk trakcyjnych - T4, hamowania H2)					
sposób jazdy	forsowny	wybieg	wybieg+ pila	pila	wybieg+ wyb.na sp.
dane o pociągu	masa wag. [t], liczba wag., licz. osi, długość poc. [m]				
	244	6	24	140	
max. predk.	100 [km\h]				
czas przej [h.min.s]	0.47.12	0.	0.	0	0.
zużycie energii [kWh]	415,7	348,6	328,8	392,4	346,9
max. predk.	120 [km\h]				
czas przej [h.min.s]	0.46.20	0.	0.30.55	0.30.29	0.29.28
zużycie energii [kWh]	523,1	469,8	424,4	485,7	469,3
sposób jazdy	forsowny	wybieg	wybieg+ pila	pila	wybieg+ wyb.na sp.
dane o pociągu	masa wag. [t], liczba wag., licz. osi, długość poc. [m]				
	284	7	28	160	
max. predk.	100 [km\h]				
czas przej [h.min.s]	0.32.24	0.33.34	0.35.15		0.33.47
zużycie energii [kWh]	446,9	377,3	353,1		375,5
max. predk.	120 [km\h]				
czas przej [h.min.s]	0.28.53	0.29.13			0.29.13
zużycie energii [kWh]	548,8	496,1			496,1
sposób jazdy	forsowny	wybieg	wybieg+ pila	pila	wybieg+ wyb.na sp.
dane o pociągu	masa wag. [t], liczba wag., licz. osi, długość poc. [m]				
	324	8	32	180	
max. predk.	100 [km\h]				
czas przej [h.min.s]	0.32.42	0.33.56	0.35.30	0.33.55	0.34.10
zużycie energii [kWh]	502,8	423,8	393,9	476,2	421,8
max. predk.	120 [km\h]				
czas przej [h.min.s]	0.29.35	0.29.58	0.31.14	0.30.53	0.29.58
zużycie energii [kWh]	621,7	565,1	533,8	577,1	565,1

dalszy ciąg tabeli nr 13					
sposob jazdy	forsowny	wybieg	wybieg+ pila	pila	wybieg+ wyb.na sp.
dane o pociagu	masa wag. [t], liczba wag., licz. osi, dlugosc poc. [m]				
	364	9	36	200	
max. predk.	100 [km\h]				
czas przeje [h.min.s]	0.32.43	0.33.51	0.35.29	0.34.03	0.34.04
zuzycie energii [kWh]	530,8	450,4	424,2	500,9	448,4
max. predk.	120 [km\h]				
czas przeje [h.min.s]	0.29.22	0.29.41	0.31.09	0.30.50	0.29.41
zuzycie energii [kWh]	642,1	585,1	548,6	593,3	584,9
sposob jazdy	forsowny	wybieg	wybieg+ pila	pila	wybieg+ wyb.na sp.
dane o pociagu	masa wag. [t], liczba wag., licz. osi, dlugosc poc. [m]				
	404	10	40	200	
max. predk.	100 [km\h]				
czas przeje [h.min.s]	0.33.03	0.34.16	0.35.24	0.34.15	0.34.32
zuzycie energii [kWh]	587,9	499,2	475,6	552,3	496,7
max. predk.	120 [km\h]				
czas przeje [h.min.s]	0.30.16	0.30.37	0.31.49	0.31.26	0.30.37
zuzycie energii [kWh]	710,8	646,0	614,7	678,4	646,0
sposob jazdy	forsowny	wybieg	wybieg+ pila	pila	wybieg+ wyb.na sp.
dane o pociagu	masa wag. [t], liczba wag., licz. osi, dlugosc poc. [m]				
	444	11	44	240	
max. predk.	100 [km\h]				
czas przeje [h.min.s]	0.33.14	0.34.27	0.35.44	0.34.21	0.34.32
zuzycie energii [kWh]	629,2	537,3	506,2	601,0	533,0
max. predk.	120 [km\h]				
czas przeje [h.min.s]	0.30.38	0.30.57	0.31.49	0.31.28	0.30.57
zuzycie energii [kWh]	747,8	687,2	657,9	717,4	687,2

dalszy ciąg tabeli nr 13					
sposob jazdy	forsowny	wybieg	wybieg+ pila	pila	wybieg+ wyb.na sp.
dane o pociagu	masa wag. [t], liczba wag., licz. osi, dlugosc poc. [m]				
	484	12	48	260	
max. predk.	100 [km\h]				
czas przeje [h. min. s]	0. 33. 26	0. 34. 38	0. 35. 42	0. 34. 47	0. 34. 44
zuzycie energii [kWh]	670, 1	571, 6	543, 3	640, 7	570, 1
max. predk.	120 [km\h]				
czas przeje [h. min. s]	0. 31. 02	0. 31. 18	0. 32. 11	0. 31. 52	0. 31. 23
zuzycie energii [kWh]	783, 4	723, 1	700, 2	759, 3	721, 1
sposob jazdy	forsowny	wybieg	wybieg+ pila	pila	wybieg+ wyb.na sp.
dane o pociagu	masa wag. [t], liczba wag., licz. osi, dlugosc poc. [m]				
	524	13	52	280	
max. predk.	100 [km\h]				
czas przeje [h. min. s]	0. 33. 38	0. 34. 49	0. 35. 54	0. 34. 42	0. 34. 58
zuzycie energii [kWh]	710, 9	609, 5	579, 9	680, 7	607, 4
max. predk.	120 [km\h]				
czas przeje [h. min. s]	0. 31. 25	0. 31. 40	0. 32. 28	0. 32. 10	0. 31. 45
zuzycie energii [kWh]	818, 3	760, 7	741, 5	797, 8	758, 4

TABELA NR 14

Czas przejazdu i zużycie energii dla różnych mas pociągu pasażerskiego przy zastosowaniu prędkości maksymalnej

100 i 120 [km/h]

(z odzyskiem energii, zestaw charakterystyk trakcyjnych TT4).

Wyniki dla pociągu pasażerskiego pospiesznego na trasie Warka-Radom (z odzyskiem energii), (zestaw charakteryst. trakcyj. - TT4, a hamowania H2)					
sposób jazdy	forsowny	wybieg	wybieg+ pila	pila	wybieg+ wyb.na sp.
dane o pociągu	masa wag. [t], liczba wag., licz. osi, długość poc. [m]				
	244	6	24	140	
max. predk.	100 [km/h]				
czas przejeżdżania [h.min.s]	0.32.22	0.33.40	0.35.10	0.33.47	0.33.53
zużycie energii [kWh]	414,9	348,2	328,5	391,9	346,6
max. predk.	120 [km/h]				
czas przejeżdżania [h.min.s]	0.28.59	0.29.25	0.30.55	0.30.29	0.29.28
zużycie energii [kWh]	522,7	469,4	424,0	485,3	468,8
sposób jazdy	forsowny	wybieg	wybieg+ pila	pila	wybieg+ wyb.na sp.
dane o pociągu	masa wag. [t], liczba wag., licz. osi, długość poc. [m]				
	444	11	44	240	
max. predk.	100 [km/h]				
czas przejeżdżania [h.min.s]	0.33.14	0.34.27	0.35.44	0.34.21	0.34.32
zużycie energii [kWh]	627,5	535,9	504,9	599,5	531,8
max. predk.	120 [km/h]				
czas przejeżdżania [h.min.s]	0.30.38	0.30.57	0.31.49	0.31.28	0.30.57
zużycie energii [kWh]	746,3	685,7	656,4	715,9	685,6
sposób jazdy	forsowny	wybieg	wybieg+ pila	pila	wybieg+ wyb.na sp.
dane o pociągu	masa wag. [t], liczba wag., licz. osi, długość poc. [m]				
	524	13	52	280	
max. predk.	100 [km/h]				
czas przejeżdżania [h.min.s]	0.33.38	0.34.49	0.35.54	0.34.42	0.34.58
zużycie energii [kWh]	708,8	607,6	578,2	678,6	605,7
max. predk.	120 [km/h]				
czas przejeżdżania [h.min.s]	0.31.25	0.31.40	0.32.28	0.32.10	0.31.45
zużycie energii [kWh]	816,2	758,6	739,4	795,6	756,3

TABELA NR 15

Czas przejazdu i zużycie energii dla różnych mas pociągu pasażerskiego przy zastosowaniu prędkości maksymalnej 100 i 120 [km/h] (bez odzysku energii, zestaw charakterystyk trakcyjnych TT5).

Wyniki dla pociągu pasażerskiego pospiesznego na trasie Warka - Radom (bez odzysku energii), (zestaw charakterystyk trakcyjnych - TT5, hamowania H2)					
sposób jazdy	forsowny	wybieg	wybieg+ pila	pila	wybieg+ wyb.na sp.
dane o pociągu	masa wag. [t], liczba wag., licz. osi, długość poc. [m]				
	244	6	24	140	
max. prędk.	100 [km/h]				
czas przejeżdżania [h.min.s]	0.32.33	0.33.50	0.35.32	0.33.58	0.34.04
zużycie energii [kWh]	413,7	348,3	326,9	390,4	346,5
max. prędk.	120 [km/h]				
czas przejeżdżania [h.min.s]	0.29.12	0.29.37	0.31.06	0.30.41	0.29.39
zużycie energii [kWh]	520,9	469,1	423,8	483,6	468,6
sposób jazdy	forsowny	wybieg	wybieg+ pila	pila	wybieg+ wyb.na sp.
dane o pociągu	masa wag. [t], liczba wag., licz. osi, długość poc. [m]				
	284	7	28	160	
max. prędk.	100 [km/h]				
czas przejeżdżania [h.min.s]	0.32.37	0.33.44	0.35.57		0.33.59
zużycie energii [kWh]	444,3	376,6	356,9		374,6
max. prędk.	120 [km/h]				
czas przejeżdżania [h.min.s]	0.29.06	0.29.26			0.29.26
zużycie energii [kWh]	546,0	493,8			493,8
sposób jazdy	forsowny	wybieg	wybieg+ pila	pila	wybieg+ wyb.na sp.
dane o pociągu	masa wag. [t], liczba wag., licz. osi, długość poc. [m]				
	324	8	32	180	
max. prędk.	100 [km/h]				
czas przejeżdżania [h.min.s]	0.32.55	0.34.07	0.35.16	0.34.08	0.34.14
zużycie energii [kWh]	499,8	422,9	399,8	478,9	421,8
max. prędk.	120 [km/h]				
czas przejeżdżania [h.min.s]	0.29.49	0.30.12	0.31.27	0.31.05	0.30.12
zużycie energii [kWh]	618,6	561,9	531,0	574,3	561,8

dalszy ciąg tabeli nr 15					
sposób jazdy	forsowny	wybieg	wybieg+ pila	pila	wybieg+ wyb.na sp.
dane o pociagu	masa wag. [t], liczba wag., licz. osi, długość poc. [m]				
	364	9	36		200
max. predk.	100 [km\h]				
czas przejeżdżania [h.min.s]	0.32.57	0.34.03	0.35.18	0.34.17	0.34.09
zużycie energii [kWh]	527,4	449,4	426,8	497,6	448,2
max. predk.	120 [km\h]				
czas przejeżdżania [h.min.s]	0.29.37	0.29.56	0.31.15	0.30.55	0.29.56
zużycie energii [kWh]	638,5	581,4	548,0	592,7	581,3
sposób jazdy	forsowny	wybieg	wybieg+ pila	pila	wybieg+ wyb.na sp.
dane o pociagu	masa wag. [t], liczba wag., licz. osi, długość poc. [m]				
	404	10	40		200
max. predk.	100 [km\h]				
czas przejeżdżania [h.min.s]	0.33.19	0.34.30	0.35.34	0.34.28	0.34.38
zużycie energii [kWh]	584,1	498,1	475,1	549,0	496,6
max. predk.	120 [km\h]				
czas przejeżdżania [h.min.s]	0.30.33	0.30.53	0.32.04	0.31.41	0.30.53
zużycie energii [kWh]	706,6	641,9	610,9	674,7	641,9
sposób jazdy	forsowny	wybieg	wybieg+ pila	pila	wybieg+ wyb.na sp.
dane o pociagu	masa wag. [t], liczba wag., licz. osi, długość poc. [m]				
	444	11	44		240
max. predk.	100 [km\h]				
czas przejeżdżania [h.min.s]	0.33.31	0.34.41	0.35.40	0.34.36	0.34.46
zużycie energii [kWh]	624,8	536,0	512,5	597,0	531,8
max. predk.	120 [km\h]				
czas przejeżdżania [h.min.s]	0.30.56	0.31.14	0.32.07	0.31.46	0.31.15
zużycie energii [kWh]	743,2	682,6	653,4	712,8	682,5

dalszy ciąg tabeli nr15

sposób jazdy	forsowny	wybieg	wybieg+ pila	pila	wybieg+ wyb.na sp.
dane o pociagu	masa wag. [t], liczba wag., licz.osi, dlugosc poc. [m]				
	484	12	48		260
max. predk.	100 [km\h]				
czas przeje [h.min.s]	0.33.44	0.34.53	0.36.22	0.35.01	0.34.59
zuzycie energii [kWh]	665,4	570,1	533,2	623,9	568,6
max. predk.	120 [km\h]				
czas przeje [h.min.s]	0.31.21	0.31.37	0.32.30	0.32.10	0.31.42
zuzycie energii [kWh]	778,1	717,8	695,0	754,1	715,5
sposób jazdy	forsowny	wybieg	wybieg+ pila	pila	wybieg+ wyb.na sp.
dane o pociagu	masa wag. [t], liczba wag., licz.osi, dlugosc poc. [m]				
	524	13	52		280
max. predk.	100 [km\h]				
czas przeje [h.min.s]	0.33.57	0.35.05	0.36.10	0.35.01	0.35.14
zuzycie energii [kWh]	705,7	607,9	578,4	675,5	605,9
max. predk.	120 [km\h]				
czas przeje [h.min.s]	0.31.45	0.31.59	0.32.47	0.32.29	0.32.05
zuzycie energii [kWh]	812,4	754,9	735,8	792,1	752,4

TABELA NR 16

Czas przejazdu i zużycie energii dla różnych mas pociągu pasażerskiego przy zastosowaniu prędkości maksymalnej 100 i 120 [km\h] (z odzyskiem energii, zestaw charakterystyk trakcyjnych TT5).

Wyniki dla pociągu pasażerskiego pospiesznego na trasie Warka-Radom (z odzyskiem energii), (zestaw charakteryzt. trakcyj. - TT5 , a hamowania H2)					
sposób jazdy	forsowny	wybieg	wybieg+ pila	pila	wybieg+ wyb.na sp.
dane	masa wag. [t], liczba wag., licz. osi, długość poc. [m]				
o pociągu	244	6	24	140	
max. prędk.	100 [km\h]				
czas przeje [h.min.s]	0.32.33	0.33.50	0.35.32	0.33.58	0.34.04
zużycie energii [kWh]	412,9	347,9	326,6	389,8	346,2
max. prędk.	120 [km\h]				
czas przeje [h.min.s]	0.29.12	0.29.37	0.31.06	0.30.41	0.29.39
zużycie energii [kWh]	520,4	468,7	423,4	483,2	468,2
sposób jazdy	forsowny	wybieg	wybieg+ pila	pila	wybieg+ wyb.na sp.
dane	masa wag. [t], liczba wag., licz. osi, długość poc. [m]				
o pociągu	444	11	44	240	
max. prędk.	100 [km\h]				
czas przeje [h.min.s]	0.33.31	0.34.41	0.35.40	0.34.36	0.34.46
zużycie energii [kWh]	623,2	534,7	511,1	595,5	530,5
max. prędk.	120 [km\h]				
czas przeje [h.min.s]	0.30.56	0.31.14	0.32.07	0.31.46	0.31.15
zużycie energii [kWh]	741,7	681,1	651,8	711,3	681,0
sposób jazdy	forsowny	wybieg	wybieg+ pila	pila	wybieg+ wyb.na sp.
dane	masa wag. [t], liczba wag., licz. osi, długość poc. [m]				
o pociągu	524	13	52	280	
max. prędk.	100 [km\h]				
czas przeje [h.min.s]	0.33.57	0.35.05	0.36.10	0.35.01	0.35.14
zużycie energii [kWh]	703,5	606,1	576,8	673,4	604,2
max. prędk.	120 [km\h]				
czas przeje [h.min.s]	0.31.45	0.31.59	0.32.47	0.32.29	0.32.05
zużycie energii [kWh]	810,3	752,8	733,7	789,9	750,3

TABELA NR 17

Czas przejazdu i zużycie energii dla pociągu towarowego zwykłego przy zastosowaniu różnych charakterystyk hamowania.

masa poc. 1320 t liczba wag. 15 długość poc. 245				masa poc. 3320 t liczba wag. 40 długość poc. 620				
	forsowna	wybieg	wybieg- piła	piła	forsowna	wybieg	wybieg- piła	piła
	H1				H1			
t	1.04.24	1.07.13	1.07.32	1.05.10	1.27.52	1.29.27	1.29.26	1.27.53
E	1400,3	1150,9	1148,1	1364,2	2772,3	2500,7	2493,5	2757,9
	H2				H2			
t	1.03.01	1.06.02	1.06.21	1.03.49	1.27.00	1.28.36	1.28.36	1.27.07
E	1399,6	1140,2	1136,8	1136,9	2802,1	2512,7	2512,7	2784,3
	H3				H3			
t	1.03.08	1.06.09	1.06.26	1.03.55	1.27.06	1.28.43	1.28.43	1.27.07
E	1397,9	1138,2	1134,6	1362,7	2796,6	2509,8	2509,1	2779,5
	H4				H4			
t	1.03.38	1.06.37	1.06.52	1.04.52	1.27.11	1.28.48	1.28.48	1.27.12
E	1404,6	1144,9	1141,8	1369,2	2790,8	2505,6	2505,6	2774,3
	H5				H5			
t	1.04.03	1.06.57	1.07.14	1.04.49	1.27.18	1.28.55	1.28.54	1.27.19
E	1407,3	1154,5	1150,9	1372,0	2784,3	2507,9	2501,7	2768,5
	H6				H6			
t	1.04.11	1.04.07	1.07.21	1.04.57	1.27.40	1.29.16	1.29.16	1.27.40
E	1404,7	1152,8	1149,4	1368,9	2778,7	2504,7	2498,5	2763,5
	H7				H7			
t	1.04.19	1.07.08	1.07.28	1.05.05	1.27.47	1.29.22	1.29.22	1.27.48
E	1401,9	1151,6	1148,7	1365,9	2771,5	2499,6	2493,4	2756,9
	H8				H8			
t	1.02.09	1.05.14	1.05.33	1.02.57	1.26.16	1.27.52	1.27.57	1.26.17
E	1415,5	1150,7	1146,9	1376,2	2849,7	2542,3	2542,3	2825,3

TABELA NR 18

Czas przejazdu i zużycie energii dla pociągu towarowego przy różnych prędkościach jazdy bez ograniczeń prędkości na całej trasie Warka-Radom.

Wyniki czasu przejazdu i zużycia energii dla poc.towarowego na trasie Warka-Radom (bez ograniczeń prędkości).								
masa poci. 1320 t liczba osi 15 długość poci. 450 m bez odzwyku energii				masa poci. 1320 t liczba osi 15 długość poci. 450 m z odzwykiem energii				
	forsowna	wybieg	wybieg- piła	piła	forsowna	wybieg	wybieg- piła	piła
	ET-41, T41, H2, Vmax=70[km/h]. poś.				ET-41, T41, H2, Vmax=70[km/h]. poś.			
t	0.42.49	0.43.48	0.45.07	0.44.13	0.42.49	0.43.48	0.45.07	0.44.13
E	863,7	817,2	786,8	829,2	792,3	772,5	761,4	777,6
	ET-41, T41, H2, Vmax=100[km/h]. poś.				ET-41, T41, H2, Vmax=100[km/h]. poś.			
t	0.31.26	0.31.51	0.32.35	0.32.09	0.31.26	0.31.51	0.32.35	0.32.09
E	1102,4	1063,8	1027,2	1062,5	1071,7	1039,4	1021,3	1054,2
	ET-41, T41, H2, Vmax=70[km/h]. zwykł.				ET-41, T41, H2, Vmax=70[km/h]. zwykł.			
t	0.54.10	0.54.54	0.54.54	0.54.13	0.54.10	0.54.54	0.54.54	0.54.13
E	1941,0	1739,6	1739,6	1934,8	1928,5	1739,6	1739,6	1922,4
	ET-41, T41, H2, Vmax=100[km/h]. zwykł.				ET-41, T41, H2, Vmax=100[km/h]. zwykł.			
t	0.59.09	1.02.20	1.02.57	1.00.06	0.59.09	1.02.20	1.02.57	1.00.06
E	1396,4	1139,9	1136,3	1351,1	1335,9	1139,9	1136,3	1291,9

TABELA NR 19

Czas przejazdu i zużycie energii dla pociągu towarowego przy różnych prędkościach jazdy bez ograniczeń prędkości na całej trasie Radom-Warka.

Wyniki czasu przejazdu i zużycia energii dla poc.towarowego na trasie Radom-Warka.(bez ograniczeń prędkości).																
masa poc. 1320 t licznik wag. 100 licznik wag. 400 dotychczas poc. 245				bez odzysku energii				masa poc. 1320 t licznik wag. 100 licznik wag. 400 dotychczas poc. 245				z odzyskiem energii				
	forsowna	wybieg	wybieg- piła	piła	forsowna	wybieg	wybieg- piła	piła	forsowna	wybieg	wybieg- piła	piła	forsowna	wybieg	wybieg- piła	piła
	ET-22,T,H2,Vmax=70[km\h](zwykły)								ET-22,T,H2,Vmax=70[km\h](zwykły)							
t	1.01.24	1.04.49	1.04.58	1.01.53	1.01.24	1.04.49	1.04.58	1.01.53	1.01.24	1.04.49	1.04.58	1.01.53	1.01.24	1.04.49	1.04.58	1.01.53
E	1041,4	827,7	826,3	991,8	931,9	827,7	826,3	895,8	1041,4	827,7	826,3	991,8	1041,4	827,7	826,3	991,8
	ET-22,T,H2,Vmax=100[km\h](zwykły)								ET-22,T,H2,Vmax=100[km\h](zwykły)							
t	0.56.27	0.58.05	0.58.05	0.56.31	0.56.27	0.58.05	0.58.05	0.56.31	0.56.27	0.58.05	0.58.05	0.56.31	0.56.27	0.58.05	0.58.05	0.56.31
E	1532,8	1269,0	1269,0	1500,8	1517,2	1269,0	1269,0	1493,1	1532,8	1269,0	1269,0	1500,8	1532,8	1269,0	1269,0	1500,8
	ET-22,T,H2,Vmax=70[km\h](poś.)								ET-22,T,H2,Vmax=70[km\h](poś.)							
t	0.43.07	0.43.12	0.44.26	0.44.17	0.43.07	0.43.12	0.44.26	0.44.17	0.43.07	0.43.12	0.44.26	0.44.17	0.43.07	0.43.12	0.44.26	0.44.17
E	554,4	536,9	499,1	516,6	419,9	402,4	390,7	407,9	554,4	536,9	499,1	516,6	554,4	536,9	499,1	516,6
	ET-22,T,H2,Vmax=100[km\h](poś.)								ET-22,T,H2,Vmax=100[km\h](poś.)							
t	0.32.05	0.32.21	0.33.07	0.32.48	0.32.05	0.32.21	0.33.07	0.32.48	0.32.05	0.32.21	0.33.07	0.32.48	0.32.05	0.32.21	0.33.07	0.32.48
E	737,6	686,7	658,4	709,5	672,5	644,3	631,0	660,4	737,6	686,7	658,4	709,5	737,6	686,7	658,4	709,5
	ET-41,T41,H2,Vmax=70[km\h](poś)								ET-41,T41,H2,Vmax=70[km\h](poś)							
t	0.42.50	0.42.48	0.43.52	0.43.51	0.42.50	0.42.48	0.43.52	0.43.51	0.42.50	0.42.48	0.43.52	0.43.51	0.42.50	0.42.48	0.43.52	0.43.51
E	573,6	555,9	512,7	526,8	435,7	418,1	407,4	416,6	573,6	555,9	512,7	526,8	573,6	555,9	512,7	526,8
	ET-41,T41,H2,Vmax=100[km\h](poś)								ET-41,T41,H2,Vmax=100[km\h](poś)							
t	0.31.39	0.31.56	0.32.24	0.32.06	0.31.39	0.31.56	0.32.24	0.32.06	0.31.39	0.31.56	0.32.24	0.32.06	0.31.39	0.31.56	0.32.24	0.32.06
E	766,4	714,1	686,1	734,4	695,0	666,7	654,8	682,6	766,4	714,1	686,1	734,4	766,4	714,1	686,1	734,4

TABELA NR 20

Czas przejazdu i zużycie energii dla pociągu pasażerskiego przy różnych prędkościach jazdy bez ograniczeń prędkości na całej trasie Warka-Radom i Radom-Warka.

Wyniki czasu przejazdu i zużycia energii dla poc. pasażerskiego na trasie Warka-Radom i Radom-Warka. (bez ograniczeń prędkości)															
masa poc. 324 t liczba wag. 6 liczba osł. 24 długość poc. 140				bez odzysku energii				masa poc. 324 t liczba wag. 6 liczba osł. 24 długość poc. 140				z odzyskiem energii			
	forsowna	wybieg	wybieg- piła	piła		forsowna	wybieg	wybieg- piła	piła						
na trasie Warka-Radom															
	EU-07, T4, H2, Vmax=100[km\h] (poś)					EU-07, T4, H2, Vmax=100[km\h] (poś)									
t	0.30.45	0.32.14	0.33.43	0.32.25	t	0.30.45	0.32.14	0.33.43	0.32.25						
E	352,9	321,2	308,8	335,2	E	352,5	321,2	308,8	335,2						
	EU-07, T4, H2, Vmax=100[km\h] (osobowy)					EU-07, T4, H2, Vmax=100[km\h] (osobowy)									
t	0.45.57	0.52.26	0.52.29	0.46.49	t	0.45.57	0.52.26	0.52.29	0.46.49						
E	597,2	364,6	363,9	565,7	E	597,2	364,6	363,9	565,7						
na trasie Radom-Warka															
	EU-07, T4, H2, Vmax=100[km\h] (poś)					EU-07, T4, H2, Vmax=100[km\h] (poś)									
t	0.30.44	0.31.07	0.32.43	0.32.18	t	0.30.44	0.31.07	0.32.43	0.32.18						
E	264,9	242,4	226,0	247,4	E	264,9	242,4	226,0	247,4						
	EU-07, T4, H2, Vmax=100[km\h] (osobowy)					EU-07, T4, H2, Vmax=100[km\h] (osobowy)									
t	0.45.47	0.54.24	0.54.25	0.46.22	t	0.45.47	0.54.24	0.54.25	0.46.22						
E	505,9	285,0	284,9	475,0	E	505,9	285,0	284,9	475,0						

TABELA NR 21

Czas przejazdu i zużycie energii dla jednorodnego strumienia pociągów pasażerskich pospiesznych na trasie Radom-Warka dla jazdy forsownej.

Numer pociagu w strum	masa poc. [t]	czas następow. [min]	czas przejazdu [h.min.s]	zużycie energii [kWh]	jednostkowe zuż. energii [Wh/tkm]
1	324	0	0.32.10	305,3	20,8
2	324	4	0.37.22	277,3	18,4
3	324	3	0.42.56	290,5	19,3
4	324	3	0.48.40	322,3	21,4
1	324	0	0.32.10	305,3	20,8
2	324	10,5	0.32.15	318,1	21,1
3	324	10,5	0.32.15	318,1	21,1
4	324	10,5	0.32.15	318,1	21,1
1	604	0	0.33.19	491,9	17,5
2	604	4	0.39.01	485,6	17,3
3	604	3	0.44.39	485,6	17,3
4	604	4	0.50.40	495,9	17,6
1	604	0	0.33.18	491,9	17,5
2	604	10,5	0.33.29	515,3	18,3
3	604	10,5	0.33.58	539,8	19,2
4	604	10,5	0.34.25	558,9	19,9

TABELA NR 22

Czas przejazdu i zużycie energii dla jednorodnego strumienia
- pociągów pasażerskich osobowych na trasie Radom-Warka dla
jazdy forsownej.

Numer pociagu w strum	masa poc. [t]	czas nastep. [min]	czas przejazdu [h.min.s]	zuzycie energii [kWh]	jednostkowe zuż. energii [Wh/km]
1	324	0	0.47.38	540,4	35,9
2	324	4	0.53.44	519,9	34,6
3	324	3	0.58.44	538,7	35,9
4	324	3	0.527,8	527,8	35,6
1	324	0	0.47.38	540,4	35,9
2	324	5	0.52.51	501,4	33,2
3	324	18,0	0.51.54	486,8	32,4
4	324	19,0	0.51.30	491,9	32,7
1	604	0	0.52.42	897,2	32,0
2	604	4	0.58.08	856,7	30,6
3	604	3	1.03.42	889,5	31,8
4	604	3	1.09.37	860,5	30,7
1	604	0	0.52.42	897,2	32,0
2	604	5	0.57.33	851,1	30,4
3	604	18,0	0.56.17	818,9	29,2
4	604	19,0	0.55.56	820,2	29,3

TABELA NR 23

Czas przejazdu i zużycie energii dla jednorodnego strumienia pociągów towarowych pospiesznych na trasie Radom-Warka dla jazdy forsownej.

Numer pociągu w strum	masa poc. [t]	czas następow. [min]	czas przejazdu [h.min.s]	zużycie energii [kWh]	jednostkowe zuż. energii [Wh/tkm]
1	1320	0	0.44.16	584,7	10,5
2	1320	5	0.50.00	604,6	10,8
3	1320	5	0.55.35	667,2	11,9
4	1320	5	1.01.10	668,6	11,9
1	1320	0	0.44.16	584,7	10,5
2	1320	15,0	0.44.16	584,7	10,5
3	1320	15,0	0.44.16	584,7	10,5
4	1320	15,0	0.44.16	584,7	10,5
1	3320	0	0.47.38	1276,6	8,5
2	3320	5	0.54.09	1347,3	9,0
3	3320	5	1.00.39	1432,7	9,6
4	3320	5	1.03.09	1414,5	9,4
1	3320	0	0.47.42	1276,6	8,5
2	3320	15,0	0.48.37	1421,5	9,5
3	3320	15,0	0.50.23	1289,1	8,6
4	3320	15,0	0.52.17	1332,2	8,9

TABELA NR 24

Czas przejazdu i zużycie energii dla jednorodnego strumienia pociągów towarowych zwykłych na trasie Radom-Warka dla jazdy forsownej.

Numer pociągu w strum	masa poc. [t]	czas następ. [min]	czas przejazdu [h.min.s]	zużycie energii [kWh]	jednostkowe zuż. energii [Wh/tkm]
1	1320	0	1.02.45	1081,3	19,3
2	1320	9	1.03.48	1138,1	20,4
3	1320	15,0	1.02.59	1085,6	19,4
4	1320	14,0	1.02.55	1096,5	19,6
1	1320	0	1.02.45	1081,3	19,3
2	1320	12,0	1.02.59	1096,6	19,5
3	1320	12,0	1.03.09	1100,5	19,7
4	1320	12,0	1.03.09	1100,5	19,7
1	3320	0	1.21.26	2158,7	14,5
2	3320	9	1.27.33	1998,3	13,4
3	3320	15,0	1.29.23	2104,4	14,1
4	3320	14,0	1.32.00	2065,5	13,8
1	3320	0	1.21.26	2158,7	14,5
2	3320	12,0	1.25.03	2100,3	14,0
3	3320	12,0	1.29.44	2108,9	14,1
4	3320	12,0	1.34.39	2066,8	13,8

TABELA NR 25

Czas przejazdu i zużycie energii dla jednorodnego strumienia pociągów towarowych zwykłych na trasie Warka-Radom dla jazdy forsownej.

Numer pociagu w strum	masa poc. [t]	czas następ. [min]	czas przejazdu [h.min.s]	zuzycie energii [kWh]	jednostkowe zuż. energii [Wh/tkm]
1	1320	0	1.03.00	1398,6	22,8
2	1320	5	1.10.30	1400,9	22,8
3	1320	5	1.19.03	1384,9	22,6
4	1320	5	1.25.26	1357,9	22,1
1	1320	0	1.03.00	1398,6	22,8
2	1320	12,0	1.03.01	1411,0	22,9
3	1320	12,0	1.03.00	1406,5	22,9
4	1320	12,0	1.03.01	1411,0	22,9
1	3320	0	1.26.59	2801,8	18,2
2	3320	5	1.34.05	2642,1	17,2
3	3320	5	1.40.46	2610,3	16,9
4	3320	5	1.49.21	2582,2	16,9
1	3320	0	1.26.59	2801,8	18,2
2	3320	12,0	1.31.47	2755,9	17,9
3	3320	12,0	1.32.35	2684,7	17,5
4	3320	12,0	1.34.16	2627,3	17,1

TABELA NR 26

Czas przejazdu i zużycie energii dla nierjednorodnego strumienia pociągów na trasie Radom-Warka dla jazdy forsownej. (Nr1-poc.tow.posp. , Nr2-poc.pasaż.posp., Nr3-poc.pas.osob., Nr4-poc.tow.zwykły)

Numer pociagu w strum	masa poc. [t]	czas następow. [min]	czas przejazdu [h.min.s]	zużycie energii [kWh]	jednostkowe zuż. energii [Wh/tkm]
1	1320	0	0.44.16	584,7	
2	324	20	0.39.15	279,3	
3	324	5	0.47.38	540,4	
4	1320	4	1.02.53	1080,7	
1	1320	0	0.44.16	584,7	
2	324	23	0.33.22	336,1	
3	324	5	0.47.38	540,4	
4	1320	4	1.02.53	1080,7	
1	1320	0	0.44.16	584,7	
2	324	24	0.32.55	397,8	
3	324	4	0.48.00	537,9	
4	1320	2	1.03.01	1095,1	
1	1320	0	0.44.16	584,7	
2	324	25	0.32.15	318,2	
3	324	4	0.48.00	537,9	
4	1320	4	1.03.01	1095,1	

Wydruk danych i wyników w formie liczbowej i wykresów dla pociągu towarowego pospiesznego prowadzonego przez lok. ET-41 (char. tr. T41, ham.H2) z prędkością maks. 70[km/h] na trasie Radom-Warka dla mas 1360 i 3360[t] (bez i z odzyskiem energii).

LICZBA SYMULOWANYCH POCIAGOW	LP	=	1
RODZAJ TRASY	ITR	=	1
PRZEKROJ WEJSCIOWY KIER=2	WE	=	102700.
PRZEKROJ WYJSCIOWY KIER=2	WY	=	56267.
WEJSCIE DO SYSTEMU KIER=2	WESYS	=	102700.
WYJSCIE Z SYSTEMU KIER=2	WYSYS	=	49759.
MAKSYMALNY KROK DROGI	DXMAX	=	2000.
WSPOLCZYNNIK RO	RO	=	1.06
WIDOCZNOSC SEMAFORA	WIDOK	=	300.
WYDRUK POSREDNI --> AUT	DAUT	=	NIE
WYDRUK POSREDNI --> VKRYT	DVKRYT	=	NIE
WYDRUK POSREDNI --> BIEG	BIEG	=	NIE
WYDRUK POSREDNI --> WYKRES	BIEG	=	TAK
NAZWA ZBIORU DANYCH CHAR. POC. NR 1	DEFD1		
NAZWA ZBIORU WE --> DANE D UKLADZIE TOROWYM DLA KIERUNKU 2 --R-W			

DANE CHARAKTERYZUJACE POCIAG NR 1

TYP LOKOMOTYWY	TYP LOK	=	ET-41
MASA LOKOMOTYWY	RML	=	180.
LICZBA OSI LOKOMOTYWY	LOL	=	8
MASA WAGONOW	RMW	=	1200.
LICZBA WAGONOW	RLW	=	15.
LICZBA OSI WAGONOW	LOW	=	45
RODZAJ LOZYSK	RLOZ	=	TODZNE
KATEGORIA POCIAGU (PAS,TOW)	TP	=	TOWAROWY
RODZAJ POCIAGU (OS,P,EX)	RP	=	POSPIESZNY
ODSETEK MASY HANUJACEJ	OMH	=	.40
DLUGOSC POCIAGU	RL	=	245.
NUMER POCIAGU 1	NSP(1)	=	1313
CZAS WEJSCIA POCIAGU 1	TWP(1)	=	2.
WYBIEG PRZY POCHYLENIU < NIE	WGPWYB	=	-2.00
WYBIEG PRZY PRĘDKOSCI > NIZ	WDVPIL	=	65.00
WYBIEG PRZY PRĘDKOSCI > NIZ	WGVWYB	=	60.00
MAKSYMALNA PRĘDKOSC POCIAGU	VGG	=	70.
KIERUNEK JAZDY POCIAGU	KIER	=	-1
ZATRZ. POC. NA STACJACH	ZNS	=	NIE
POCZATKOWE POLOZENIE POC.	PP	=	102700.
JAZDA Z WYBIEGU	WYS	=	NIE
JAZDA Z WYBIEGU NA SPADKU	WYBS	=	NIE
ODZYSK ENERGII	ODZYSK	=	NIE
WYBIEG NA SPAD. PRZY V > NIZ	WDVWNS	=	40.00
JAZDA TYFU "PILA"	PILA	=	NIE
DODATKOWE ZATRZYMANIA	DZ	=	TAK
LICZBA DODATKOWYCH ZATRZ.	LDZ	=	2
WSPOLRZEDNA DODAT.ZATRZ. 1	WDZ(1)	=	56267.
WSPOLRZEDNA DODAT.ZATRZ. 2	WDZ(2)	=	102700.
CZAS DODATKOWYCH .ZATRZ. 1	TDZ(1)	=	2.
CZAS DODATKOWYCH .ZATRZ. 2	TDZ(2)	=	2.

NAZWA ZBIORU CHAR. TRAKC.	NZTC	=	T41
LICZBA CHAR. TRAKC.	LCT	=	5

PARAMETRY POSZCZESOLNYCH CHARAKTERYSTYK TRAKCYJNYCH

NOT	VMINCH	VMAXCH	ACH	BCH	CCH
1	.00	22.00	0.	0.	416500.
2	22.00	23.50	29167.	-1395290.	16996000.
3	23.50	38.00	0.	0.	372400.
4	38.00	70.00	95.	-15535.	826026.
5	70.00	120.00	18.	-5044.	466729.

PARAMETRY POSZCZEGOLNYCH CHARAKTERYSTYK HAMOWANIA

	NCH	AH	BH	CH
1	.000182	-.008952	.269030	
2	.000012	-.002252	.200874	

WYNIKI OBLICZEN - DLA JAZDY FORSOWNEJ

NUMER SYSTEMOWY POCIAGU = 1313
 NUMER POCIAGU = 1
 PRZEBYTA DROGA [km] = 46.433
 CZAS PRZEJAZDU [h.m.s] = 0:43:50
 SERDNIA PRĘDKOŚĆ PRZEJAZDU [km/h] = 63.536
 ZUŻYTA ENERGIA [KWH] = 614.617

WYNIKI OBLICZEN - DLA JAZDY Z WYBIEGIEM

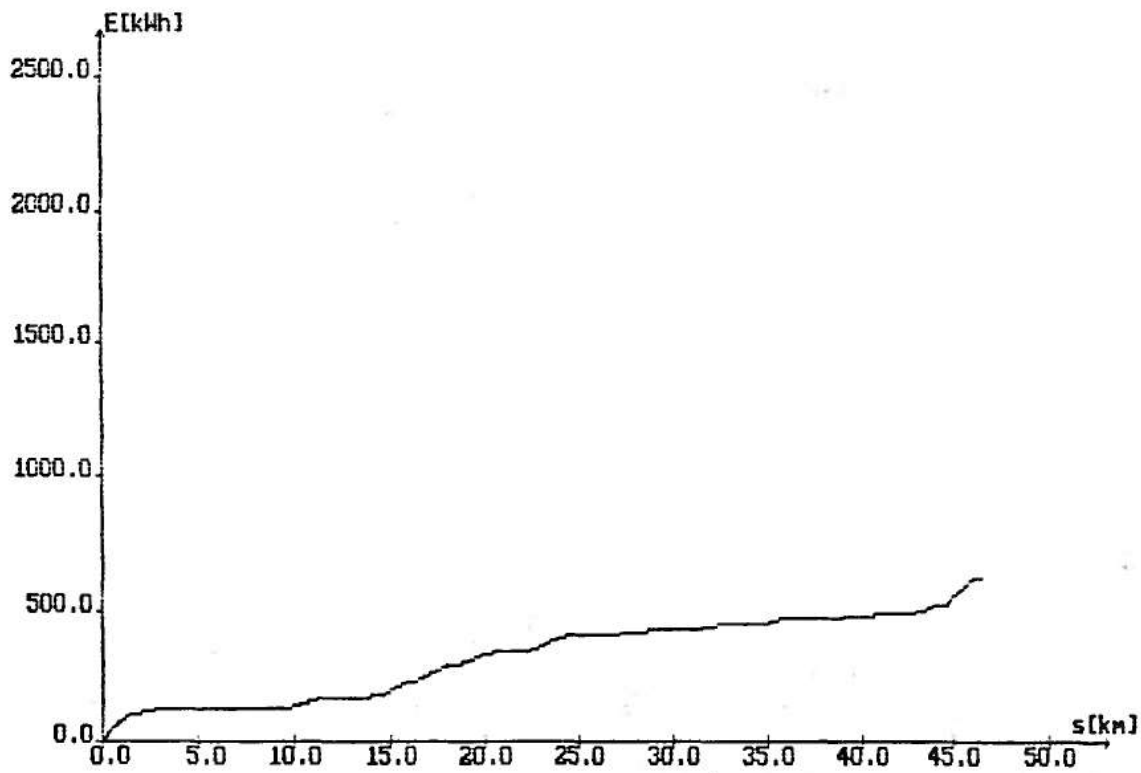
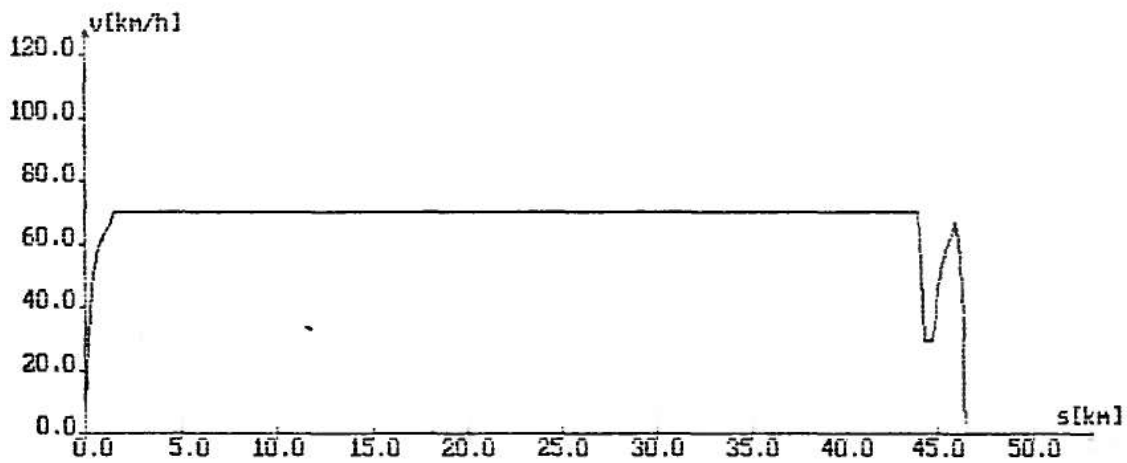
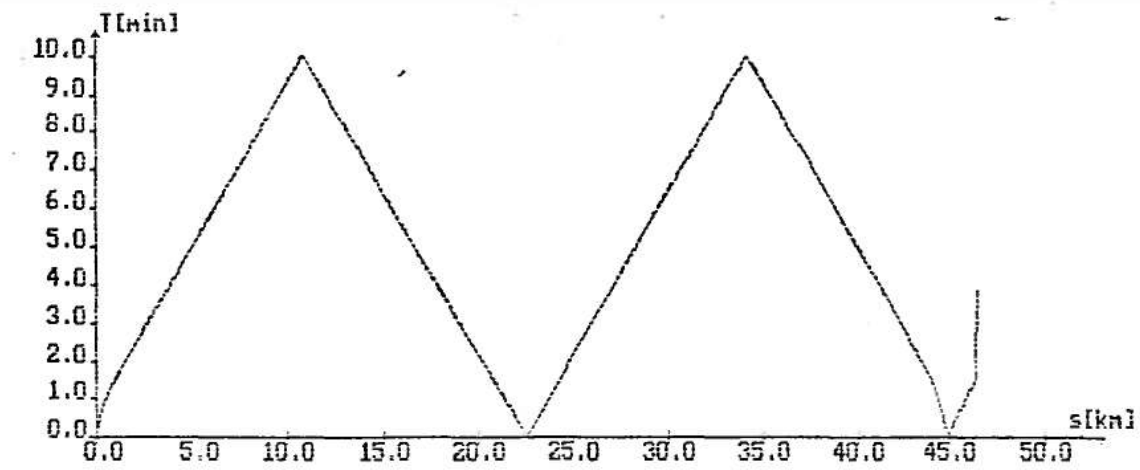
NUMER SYSTEMOWY POCIAGU = 1313
 NUMER POCIAGU = 1
 PRZEBYTA DROGA [km] = 46.433
 CZAS PRZEJAZDU [h.m.s] = 0:43:55
 SERDNIA PRĘDKOŚĆ PRZEJAZDU [km/h] = 63.420
 ZUŻYTA ENERGIA [KWH] = 571.747

WYNIKI OBLICZEN - DLA JAZDY Z WYBIEGIEM I "PILA"

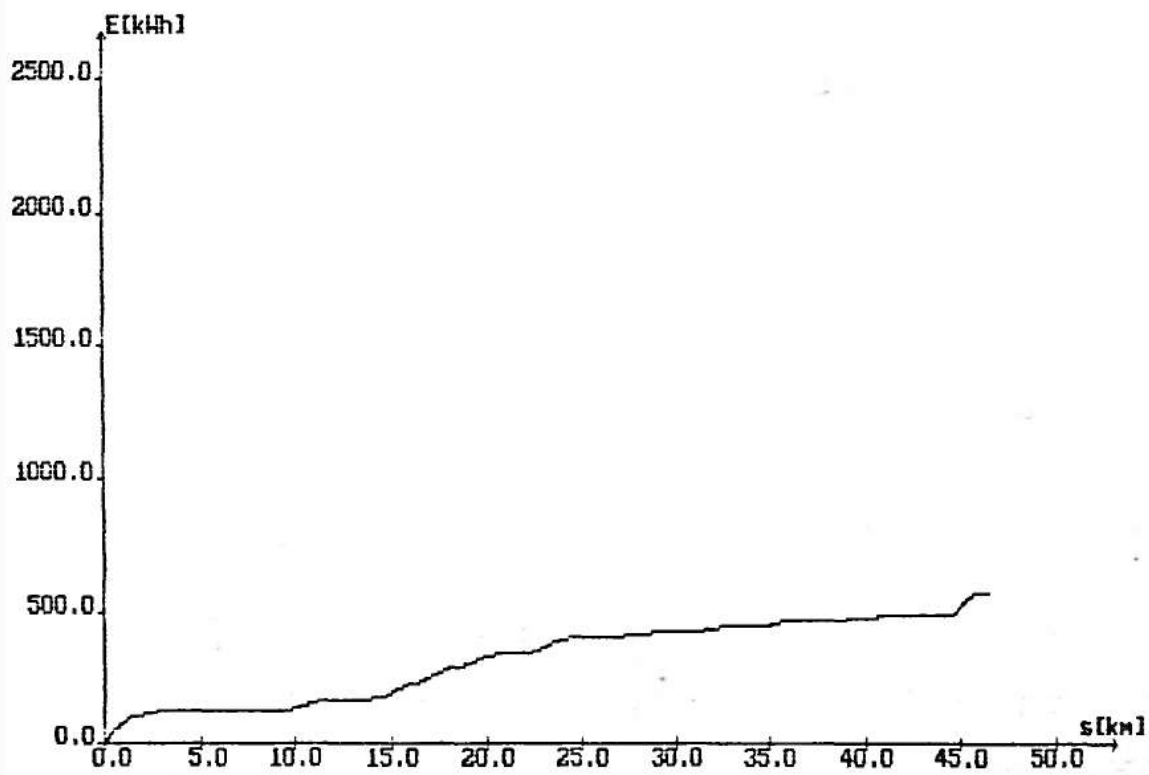
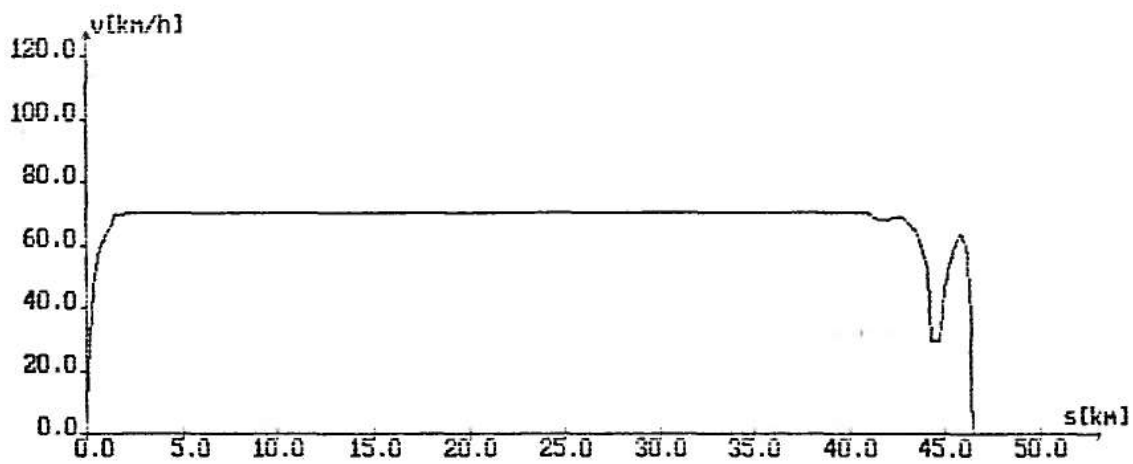
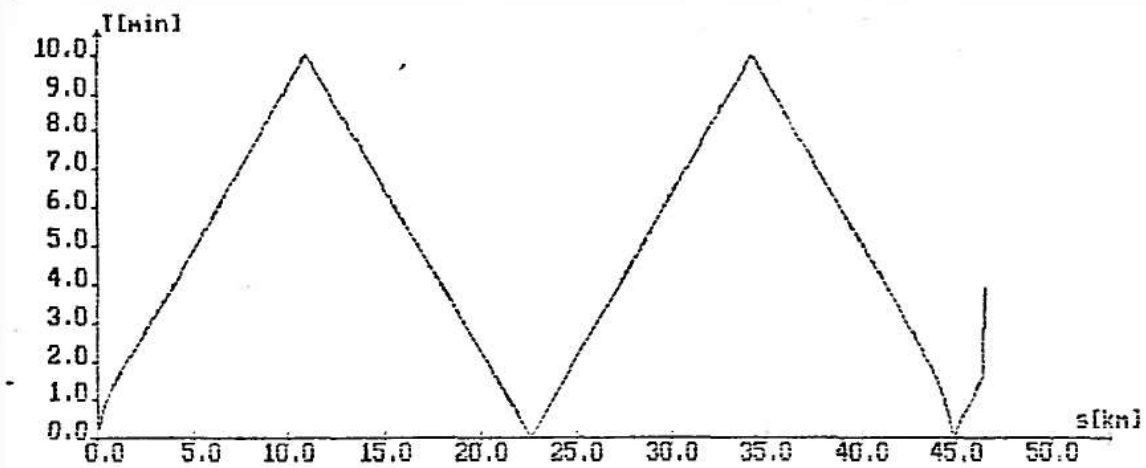
NUMER SYSTEMOWY POCIAGU = 1313
 NUMER POCIAGU = 1
 PRZEBYTA DROGA [km] = 46.433
 CZAS PRZEJAZDU [h.m.s] = 0:44:51
 SERDNIA PRĘDKOŚĆ PRZEJAZDU [km/h] = 62.102
 ZUŻYTA ENERGIA [KWH] = 531.992

WYNIKI OBLICZEN - DAL JAZDY "PILA"

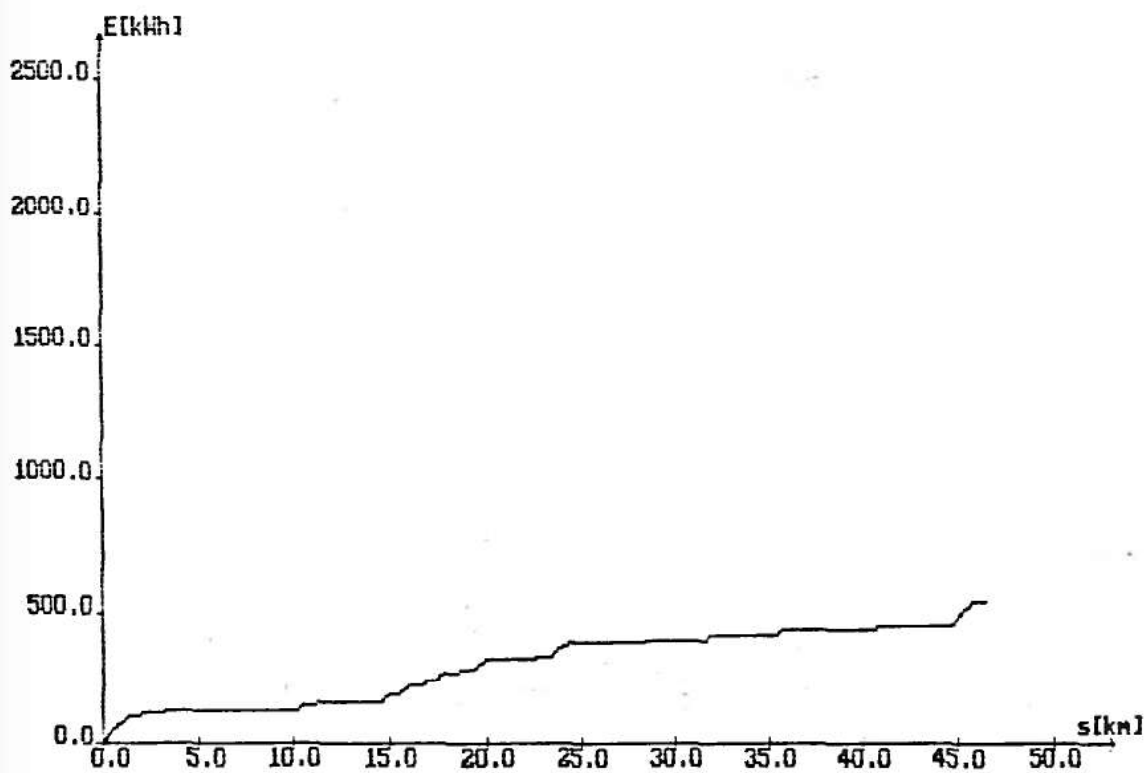
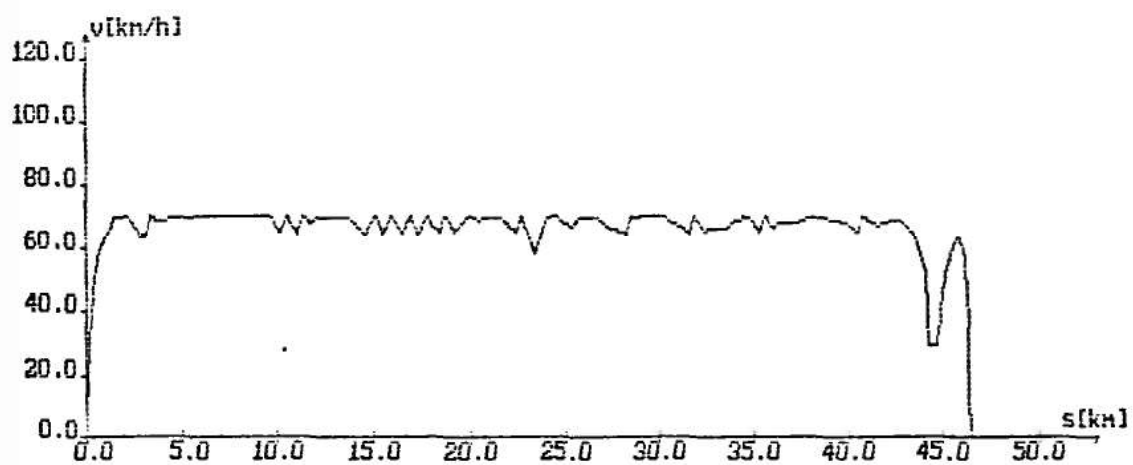
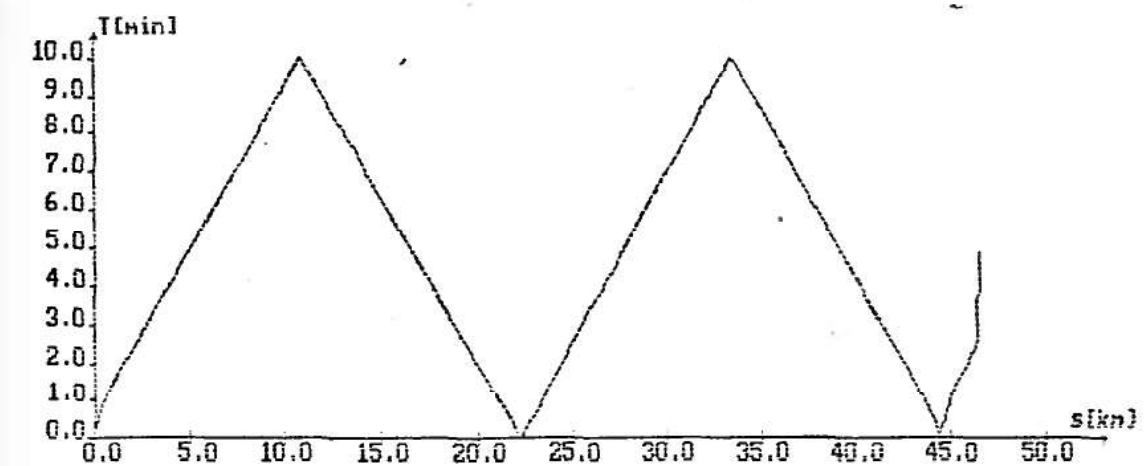
NUMER SYSTEMOWY POCIAGU = 1313
 NUMER POCIAGU = 1
 PRZEBYTA DROGA [km] = 46.433
 CZAS PRZEJAZDU [h.m.s] = 0:44:47
 SERDNIA PRĘDKOŚĆ PRZEJAZDU [km/h] = 62.190
 ZUŻYTA ENERGIA [KWH] = 576.171



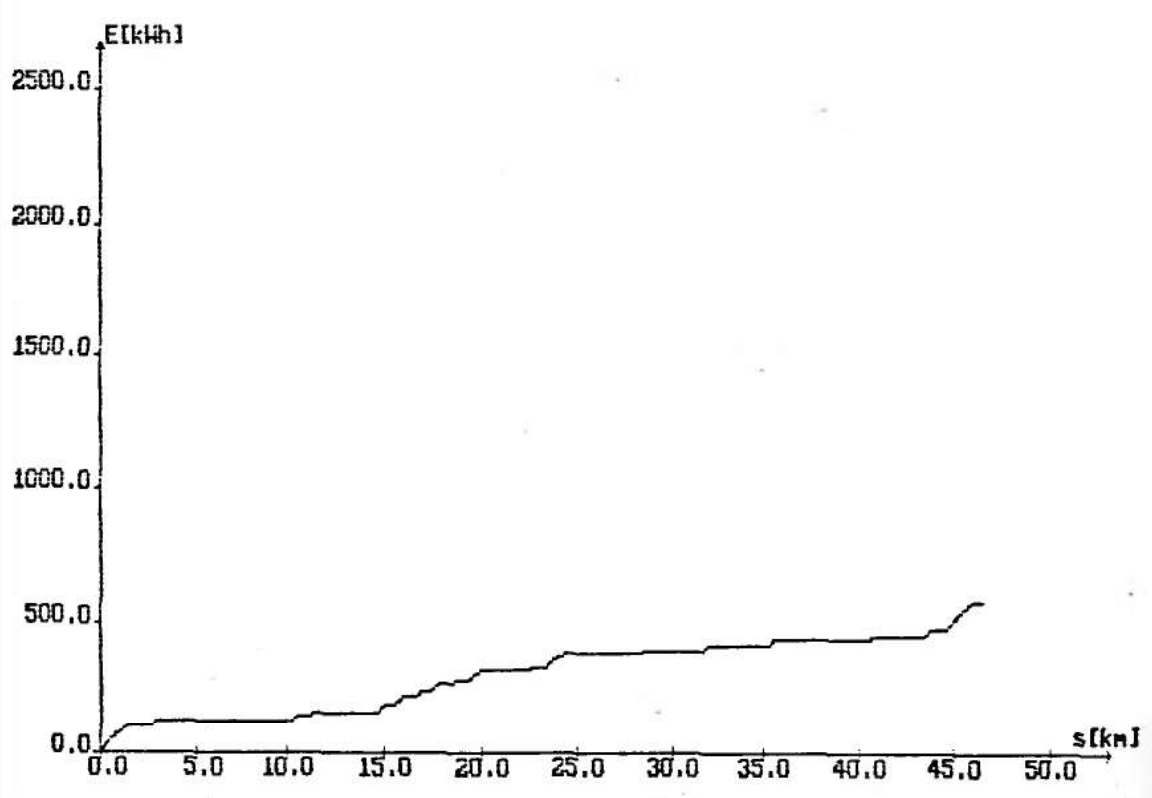
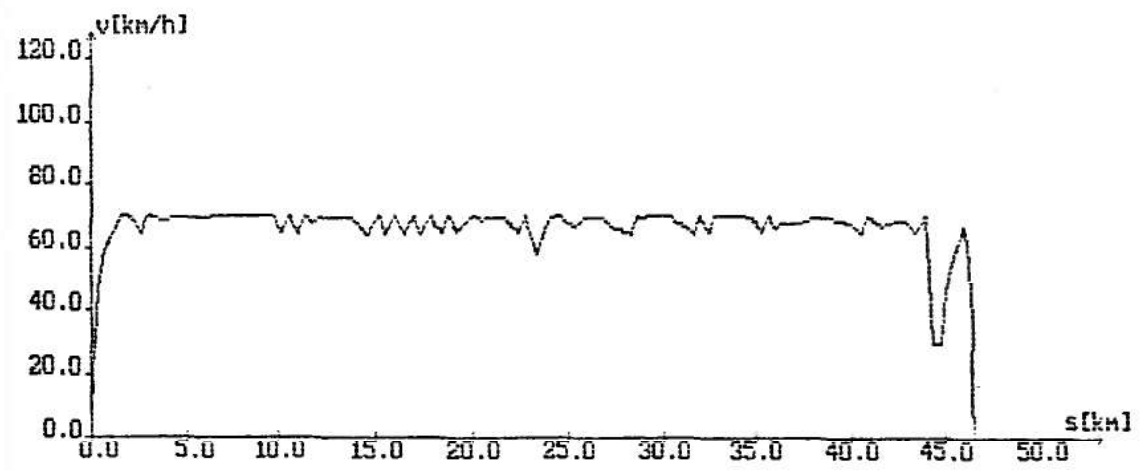
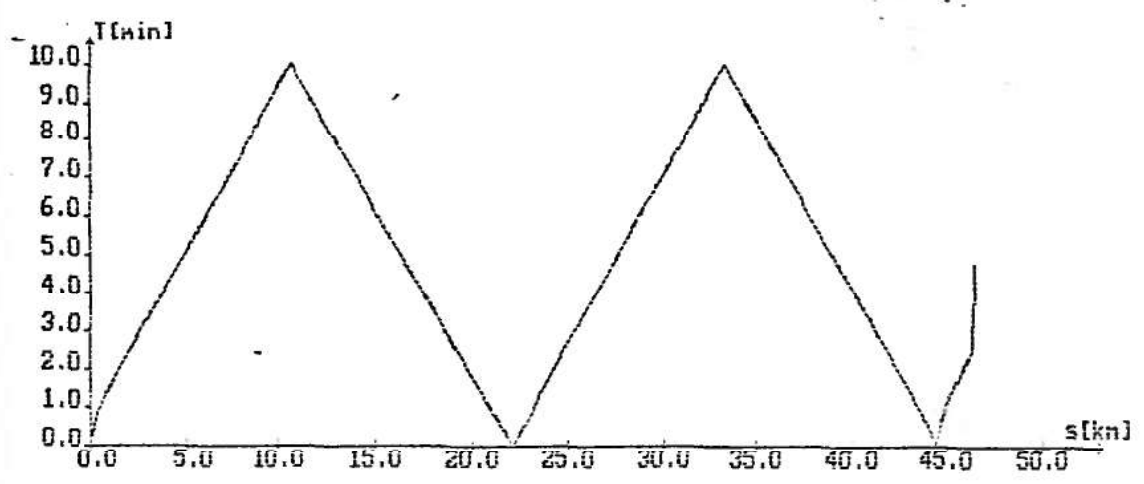
Rys. Wykresy przebiegu zmian: $t(s)$, $v(s)$, $E(s)$ dla poc. m. towar. posp. (jazda forsowna)



Rys. Wykresy przebiegu zmian: $t(s)$, $v(s)$, $E(s)$ dla poc. nr 104. posp.
(jazda wybieg)



Rys. Wykresy przebiegu zmian: $t(s)$, $v(s)$, $E(s)$ dla poc.nr 104. posp.
(jazda wybieg + „pita”)



Rys. Wykresy przebiegu zmian: $t(s)$, $v(s)$, $E(s)$ dla poc. nr *100. posp.*
(jazda "pita").

WYNIKI OBLICZEN DLA JAZDY Z ODZYSKIEM ENERGII

WYNIKI OBLICZEN - DLA JAZDY FORSOWNEJ

NUMER SYSTEMOWY POCIAGU	=	1313
NUMER POCIAGU	=	1
PRZEBYTA DROGA [km]	=	46.433
CZAS PRZEJAZDU [h.m.s]	=	0:43:50
SERDNIA PREDKOSC PRZEJAZDU [km/h]	=	63.536
ZUZYTA ENERGIA [KWH]	=	476.746

WYNIKI OBLICZEN - DLA JAZDY Z WYBIEGIEM

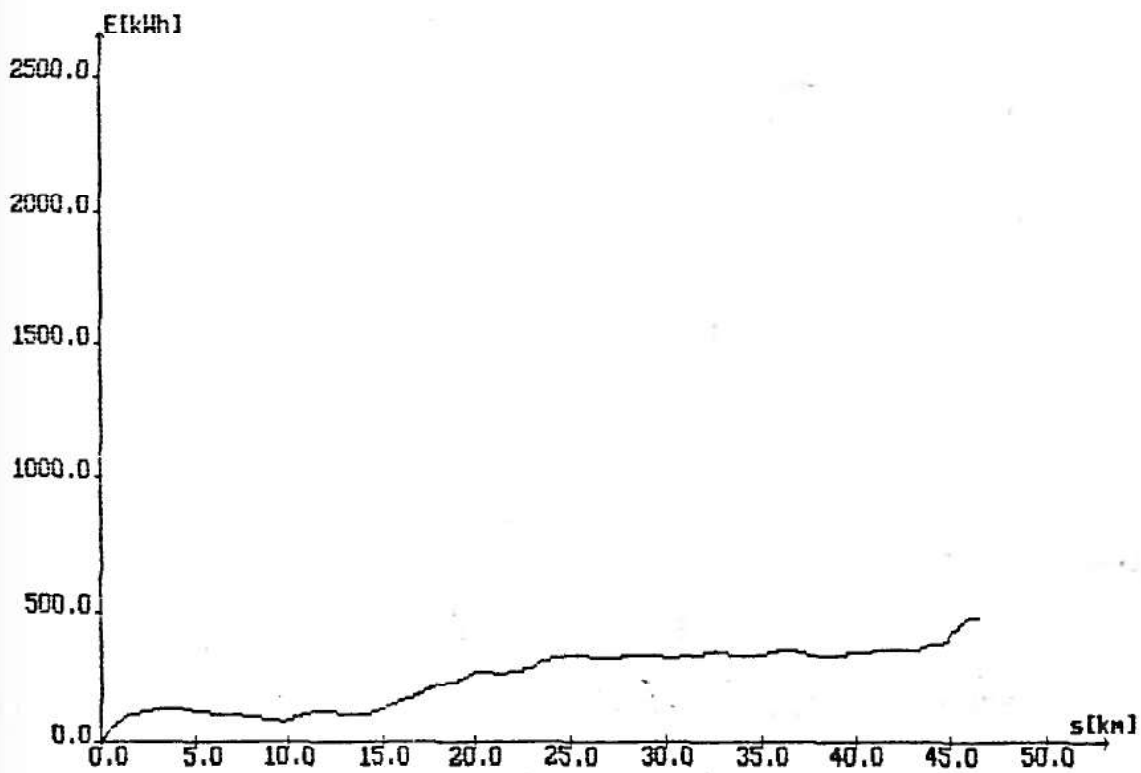
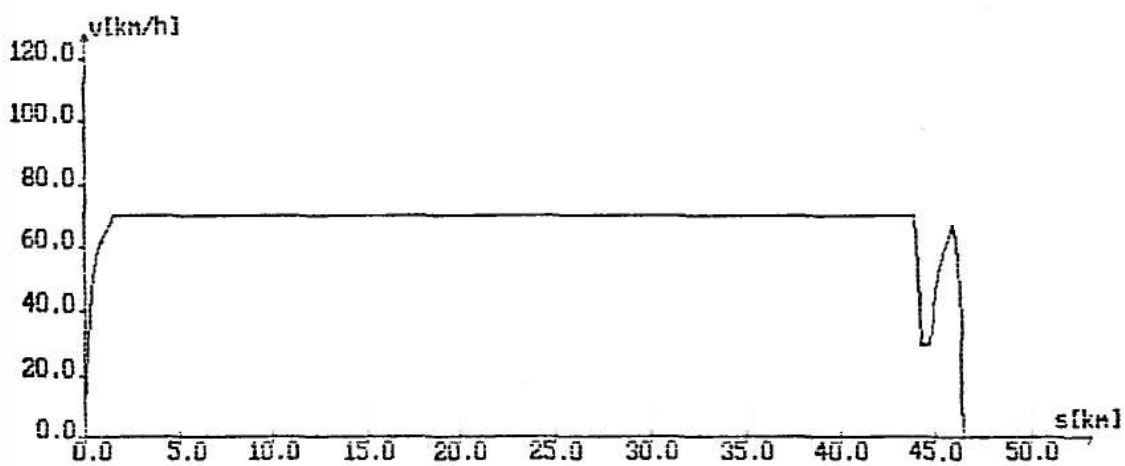
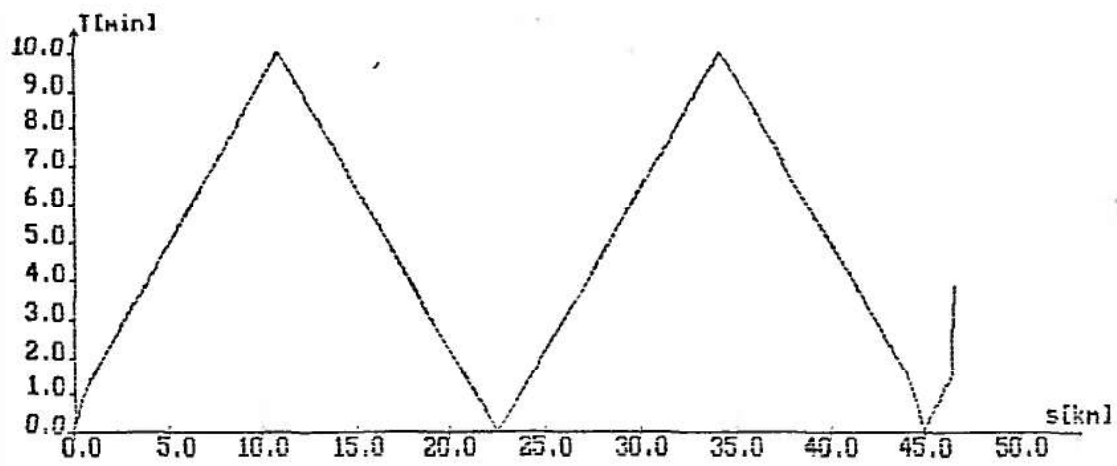
NUMER SYSTEMOWY POCIAGU	=	1313
NUMER POCIAGU	=	1
PRZEBYTA DROGA [km]	=	46.433
CZAS PRZEJAZDU [h.m.s]	=	0:43:55
SERDNIA PREDKOSC PRZEJAZDU [km/h]	=	63.420
ZUZYTA ENERGIA [KWH]	=	436.001

WYNIKI OBLICZEN - DLA JAZDY Z WYBIEGIEM I "PILA"

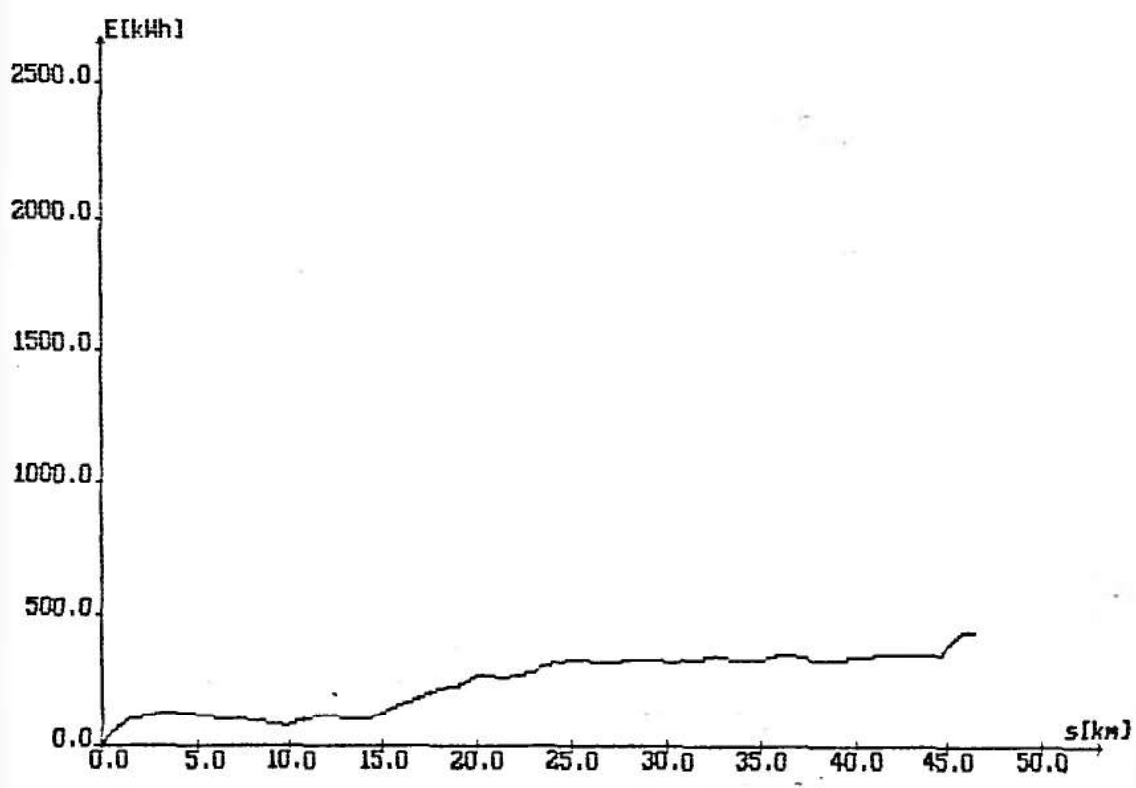
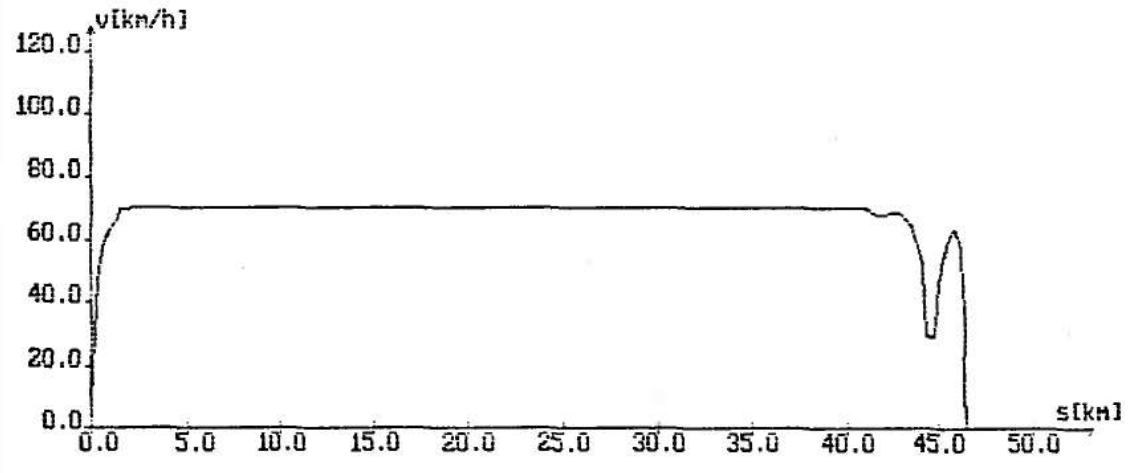
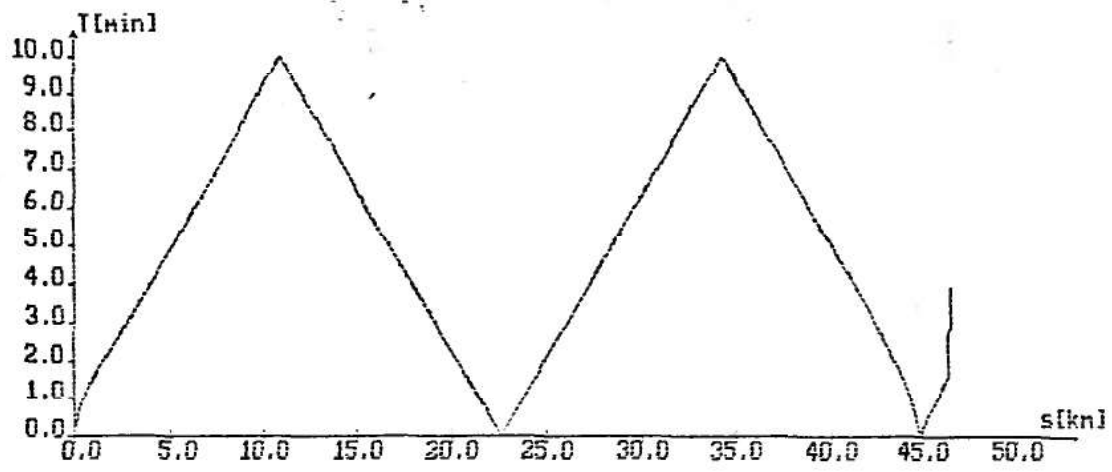
NUMER SYSTEMOWY POCIAGU	=	1313
NUMER POCIAGU	=	1
PRZEBYTA DROGA [km]	=	46.433
CZAS PRZEJAZDU [h.m.s]	=	0:44:51
SERDNIA PREDKOSC PRZEJAZDU [km/h]	=	62.102
ZUZYTA ENERGIA [KWH]	=	426.631

WYNIKI OBLICZEN - DLA JAZDY "PILA"

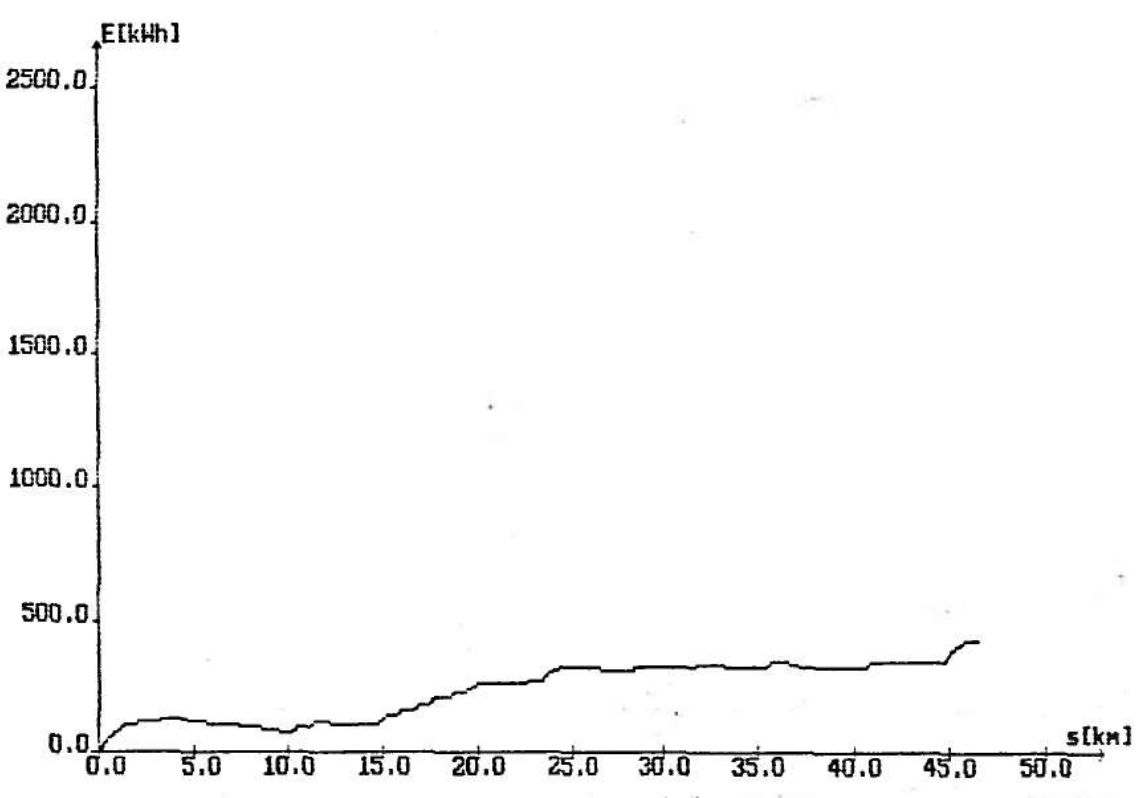
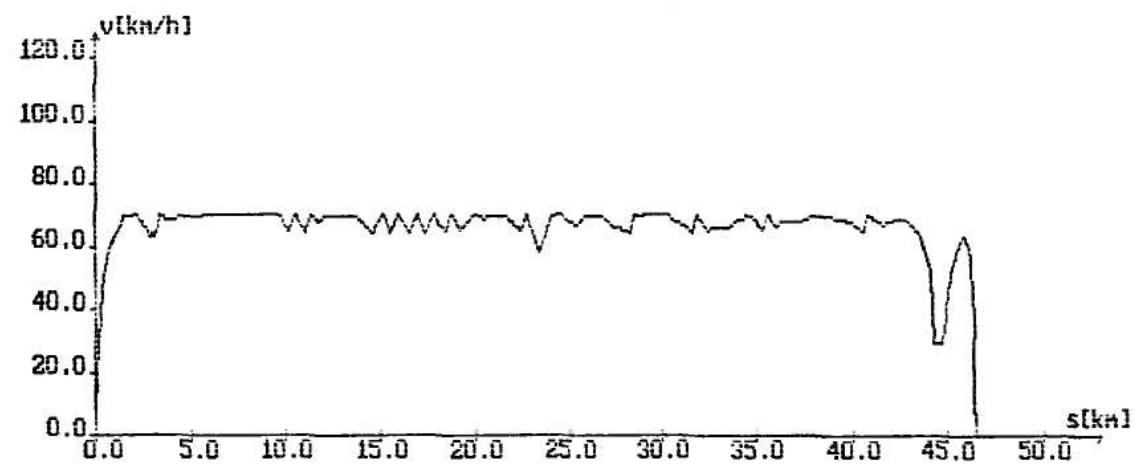
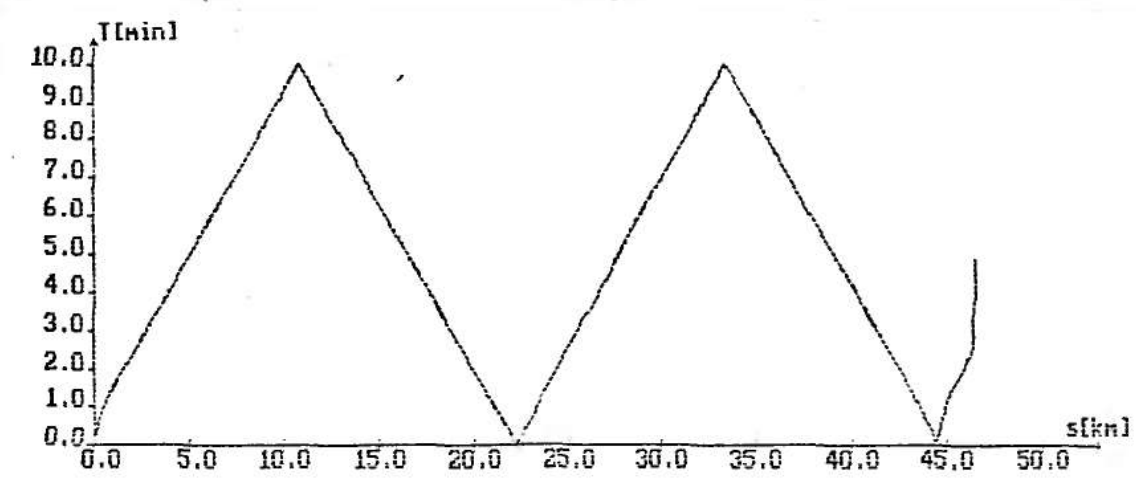
NUMER SYSTEMOWY POCIAGU	=	1313
NUMER POCIAGU	=	1
PRZEBYTA DROGA [km]	=	46.433
CZAS PRZEJAZDU [h.m.s]	=	0:44:47
SERDNIA PREDKOSC PRZEJAZDU [km/h]	=	62.190
ZUZYTA ENERGIA [KWH]	=	465.956



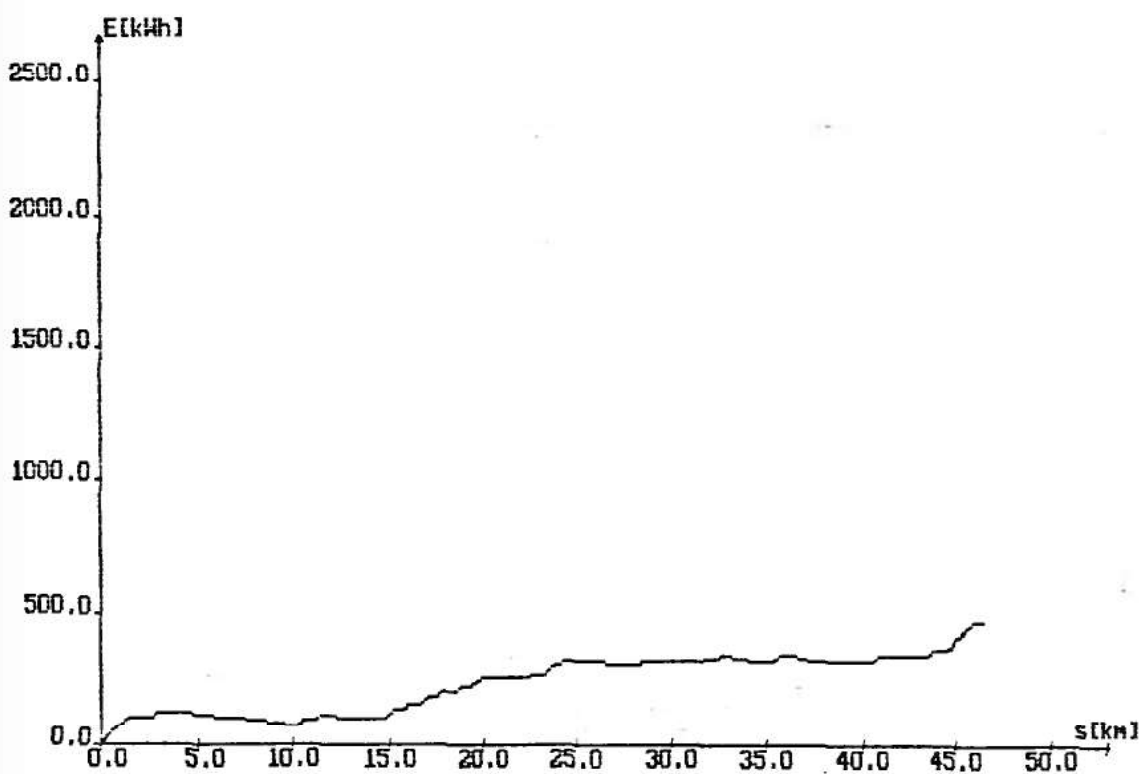
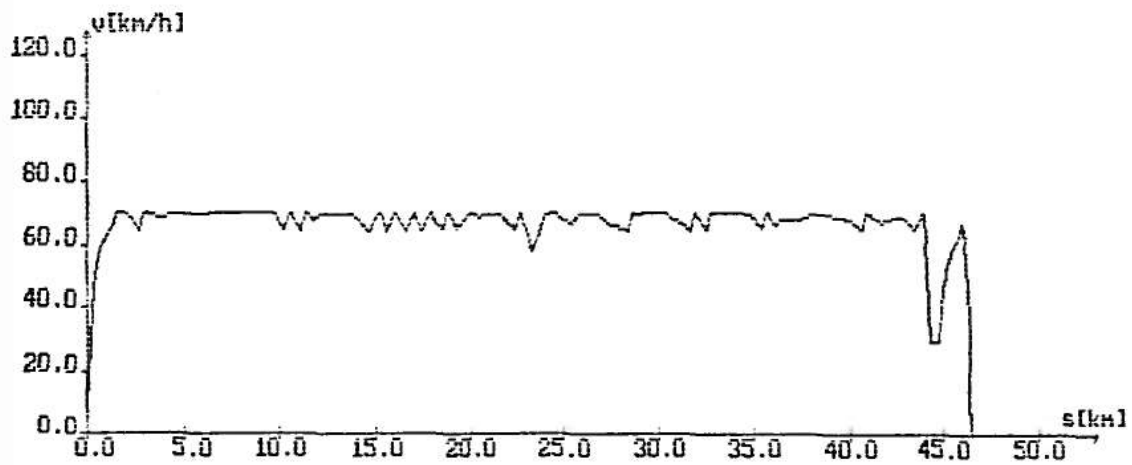
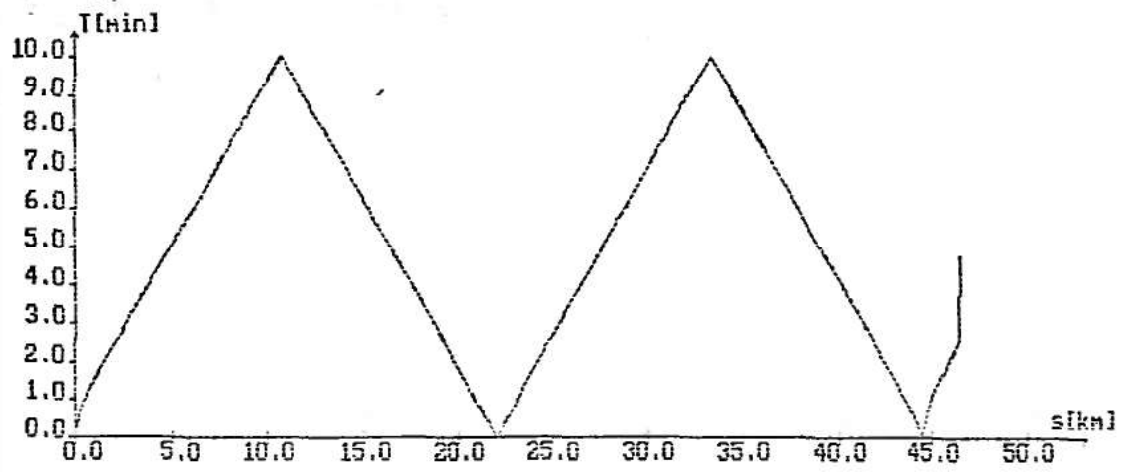
Rys. Wykresy przebiegu zmian: $t(s)$, $v(s)$, $E(s)$ dla poc.nk *fo4.posp.*
(jazda forsowna, z odzyskiem energii)



Rys. Wykresy przebiegu zmian: $t(s)$, $v(s)$, $E(s)$ dla poc. nr 104. p.o.s.p.
(jazda wybiegi z odzyskiem energii)



Rys. Wykresy przebiegu zmian: $t(s)$, $v(s)$, $E(s)$ dla poc. nr 104. posp.
(jazda wybieg + pika, z odejściem energii)



Rys. Wykresy przebiegu zmian: $t(s)$, $v(s)$, $E(s)$ dla poc.nr 104. posp.
(jazda "pita", z odzyskiem energii)

LICZBA SYMULOWANYCH POCIAGOW	LP	=	1
RODZAJ TRASY	ITR	=	1
PRZEKROJ WEJSCIOWY KIER=2	WE	=	102700.
PRZEKROJ WYJSCIOWY KIER=2	WY	=	56267.
WEJSCIE DO SYSTEMU KIER=2	WESYS	=	102700.
WYJSCIE Z SYSTEMU KIER=2	WYSYS	=	49759.
MAKSYMALNY KRÓK DROGI	DXMAX	=	2000.
WSPÓLCZYNNIK RO	RO	=	1.06
WIDOCZNOŚĆ SEMAFORA	WIDOK	=	300.
WYDRUK POŚREDNI --> AUT	DAUT	=	NIE
WYDRUK POŚREDNI --> WKRYT	DVKRYT	=	NIE
WYDRUK POŚREDNI --> BIEG	BIEG	=	NIE
WYDRUK POŚREDNI --> WYKRES	BIEG	=	TAK
NAZWA ZBIORU DANYCH CHAR. POC. NR 1			DCP31
NAZWA ZBIORU WE --> DANE O UKŁADZIE TOROWYM DLA KIERUNKU 2 = -R-W			

DANE CHARAKTERYZUJĄCE POCIĄG NR 1

TYP LOKOMOTYWY	TYPLOK	=	ET-41
MASA LOKOMOTYWY	RML	=	160.
LICZBA OSI LOKOMOTYWY	LOL	=	8
MASA WAGONÓW	RMW	=	3200.
LICZBA WAGONÓW	RLW	=	40.
LICZBA OSI WAGONÓW	LOW	=	120
RODZAJ ŁOŻYSK	RLOZ	=	TOCZNE
KATEGORIA POCIĄGU (PAS, TOW)	TP	=	TOWAROWY
RODZAJ POCIĄGU (QS, P, EX)	RP	=	POŚPIESZNY
ODSETEK MASY HAMUJĄCEJ	DMH	=	.40
DLUGOŚĆ POCIĄGU	RL	=	620.
NUMER POCIĄGU 1	NSP(1)	=	1313
CZAS WEJŚCIA POCIĄGU 1	TWP(1)	=	2.
WYBIEG PRZY POCHYLENIU < NIZ	WGPWYB	=	-2.00
WYBIEG PRZY PRĘDKOŚCI > NIZ	WDVPIL	=	65.00
WYBIEG PRZY PRĘDKOŚCI > NIZ	WGVWYB	=	60.00
MAKSYMALNA PRĘDKOŚĆ POCIĄGU	VGG	=	70.
KIERUNEK JAZDY POCIĄGU	KIER	=	-1
ZATRZ. POC. NA STACJACH	ZNS	=	NIE
POCZĄTKOWE POŁOŻENIE POC.	PF	=	102700.
JAZDA Z WYBIEGU	WYB	=	NIE
JAZDA Z WYBIEGU NA SPADKU	WYBS	=	NIE
ODZYSK ENERGII	ODZYSK	=	NIE
WYBIEG NA SPAD. PRZY V > NIZ	WDVWNS	=	40.00
JAZDA TYPU "PILA"	PILA	=	NIE
DODATKOWE ZATRZYMANIA	DZ	=	TAK
LICZBA DODATKOWYCH ZATRZ.	LDZ	=	2
WSPÓLRZĘDNA DODAT. ZATRZ. 1	WDZ(1)	=	56267.
WSPÓLRZĘDNA DODAT. ZATRZ. 2	WDZ(2)	=	102700.
CZAS DODATKOWYCH .ZATRZ. 1	TDZ(1)	=	2.
CZAS DODATKOWYCH .ZATRZ. 2	TDZ(2)	=	2.
NAZWA ZBIORU CHAR. TRAKC.	NZTC	=	T41
LICZBA CHAR. TRAKC.	LCT	=	5

PARAMETRY POSZCZEGOLNYCH CHARAKTERYSTYK TRAKCYJNYCH

NCT	VMINCH	VMAXCH	ACH	BCH	CCH
1	.00	22.00	0.	0.	416500.
2	22.00	23.50	29167.	-1395290.	16996000.
3	23.50	38.00	0.	0.	372400.
4	38.00	70.00	95.	-15535.	826026.
5	70.00	120.00	18.	-5044.	466729.

NAZWA ZBIORU CHAR. HAMOWANIA NZCH = H2
 PARAMETRY POSZCZEGOLNYCH CHARAKTERYSTYK HAMOWANIA

	NCH	AH	BH	CH
1	.000182	-.008932	.269030	
2	.000012	-.002252	.200874	

WYNIKI OBLICZEN - DLA JAZDY FORSOWNEJ

NUMER SYSTEMOWY POCIAGU	=	1313
NUMER POCIAGU	=	1
PRZEBYTA DROGA [km]	=	46.433
CZAS PRZEJAZDU [h.m.s]	=	0:46:13
SERDNIA PREDKOSC PRZEJAZDU [km/h]	=	60.264
ZUZYTA ENERGIA [KWH]	=	1339.083

WYNIKI OBLICZEN - DLA JAZDY Z WYBIEGIEM

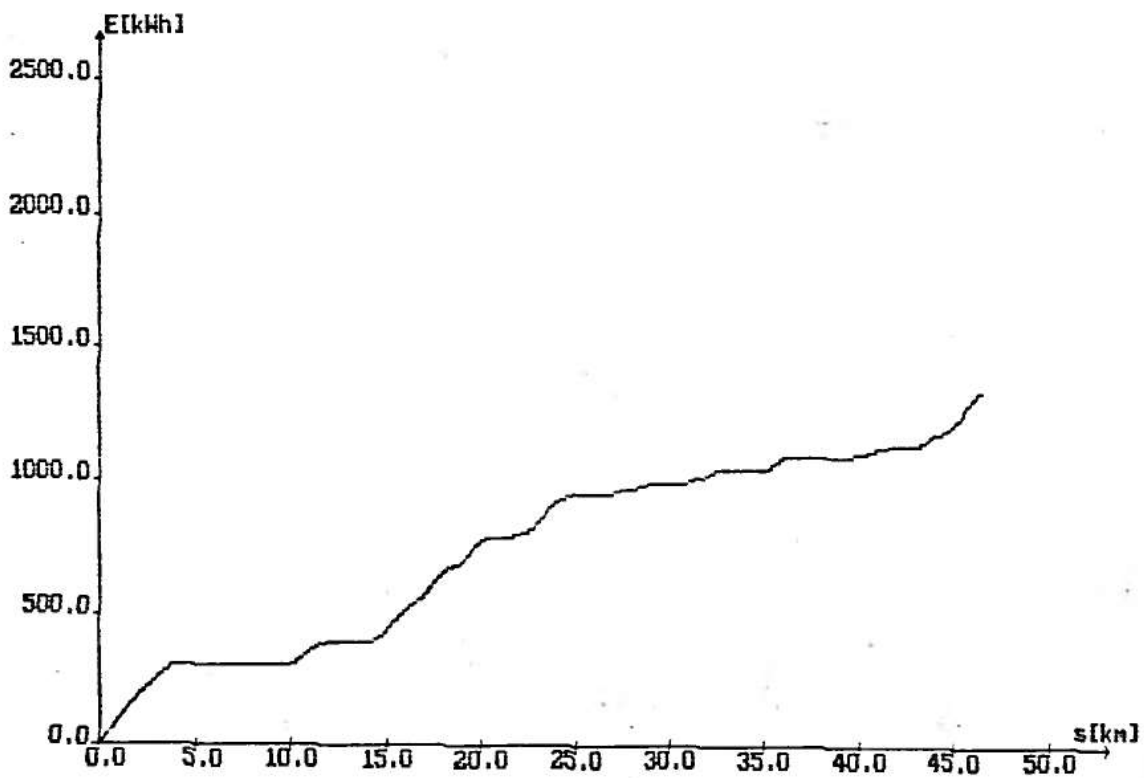
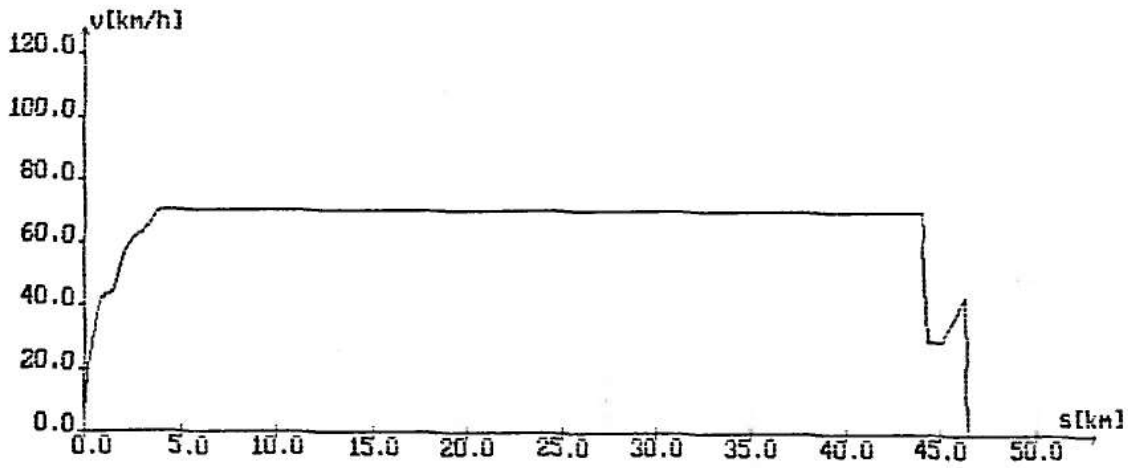
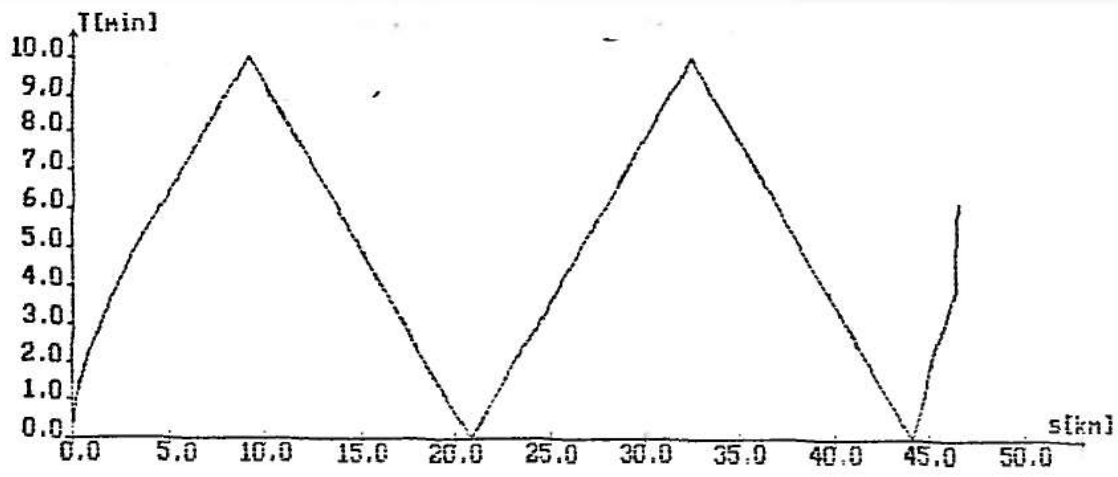
NUMER SYSTEMOWY POCIAGU	=	1313
NUMER POCIAGU	=	1
PRZEBYTA DROGA [km]	=	46.433
CZAS PRZEJAZDU [h.m.s]	=	0:46:20
SERDNIA PREDKOSC PRZEJAZDU [km/h]	=	60.110
ZUZYTA ENERGIA [KWH]	=	1296.031

WYNIKI OBLICZEN - DLA JAZDY Z WYBIEGIEM I "PILA"

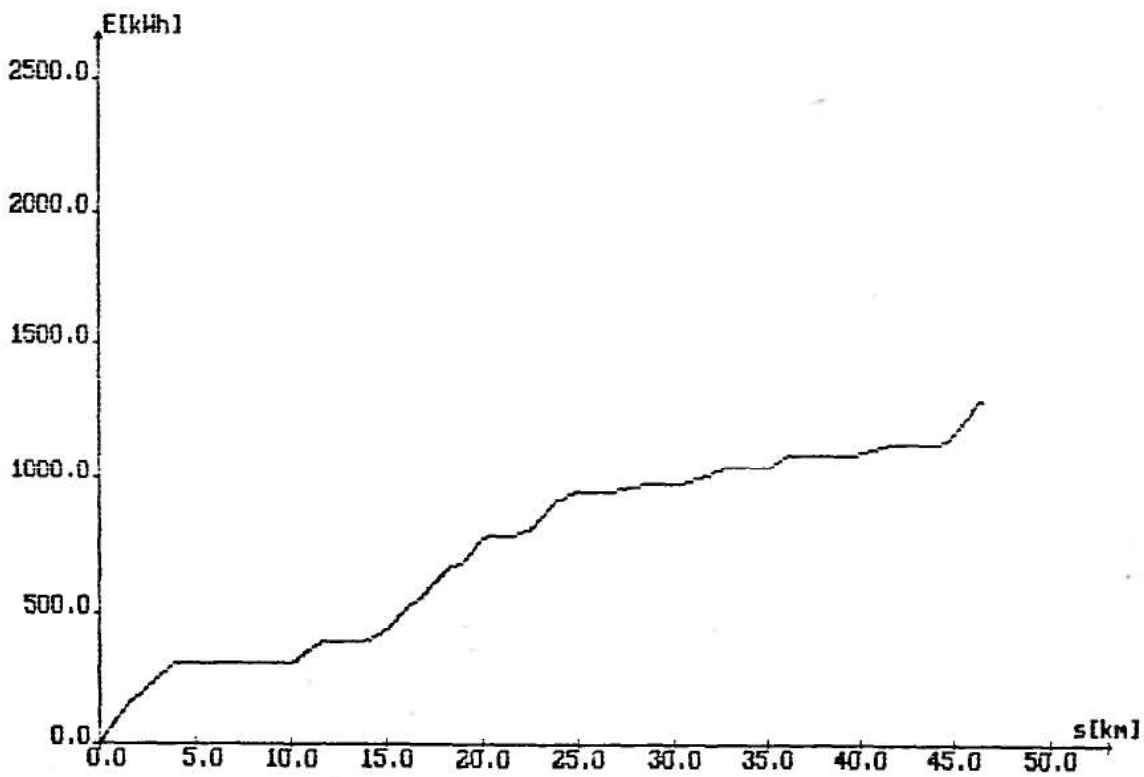
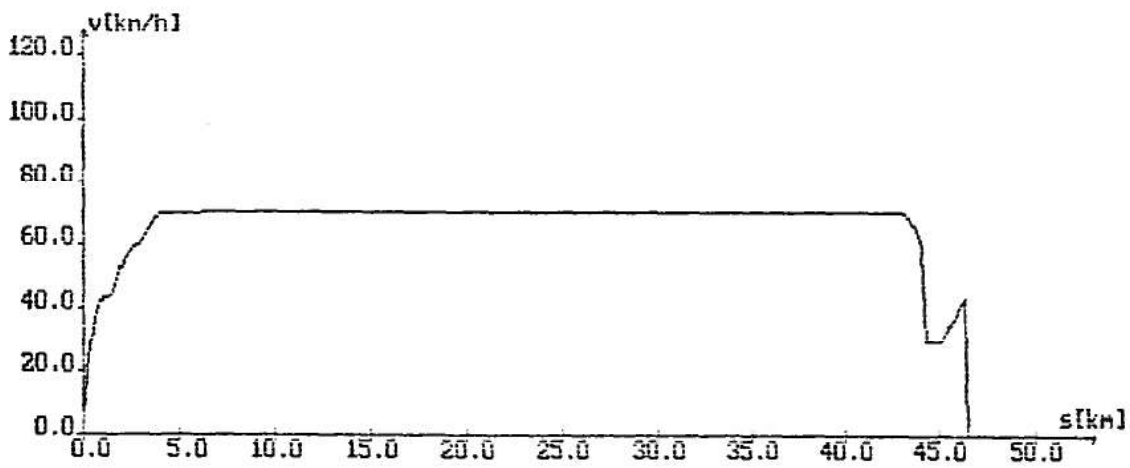
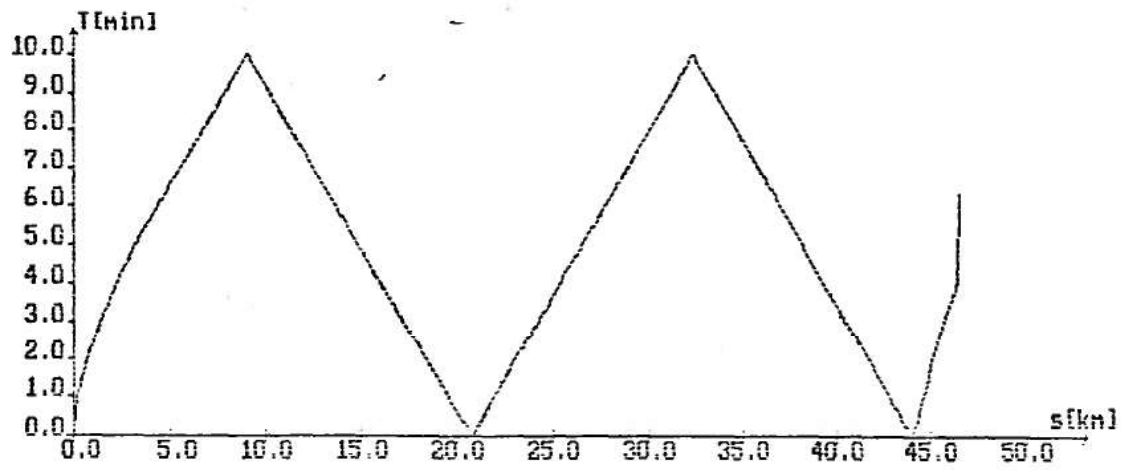
NUMER SYSTEMOWY POCIAGU	=	1313
NUMER POCIAGU	=	1
PRZEBYTA DROGA [km]	=	46.433
CZAS PRZEJAZDU [h.m.s]	=	0:47:32
SERDNIA PREDKOSC PRZEJAZDU [km/h]	=	58.598
ZUZYTA ENERGIA [KWH]	=	1207.841

WYNIKI OBLICZEN - DLA JAZDY "PILA"

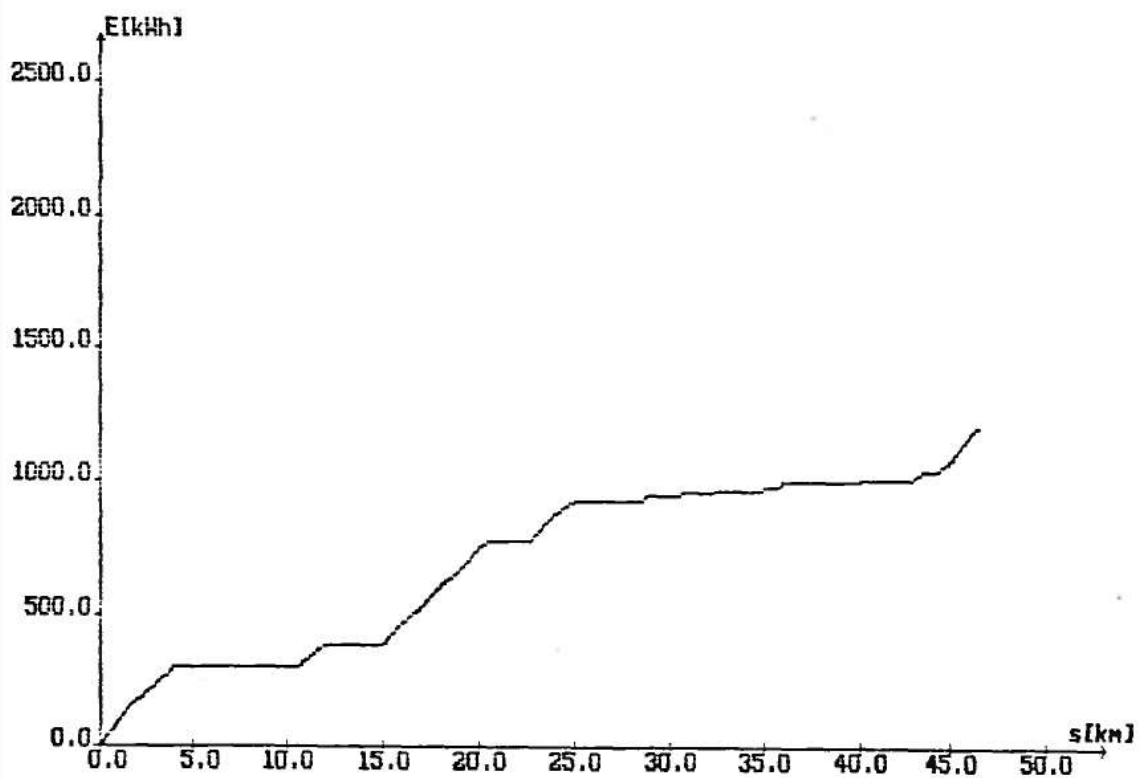
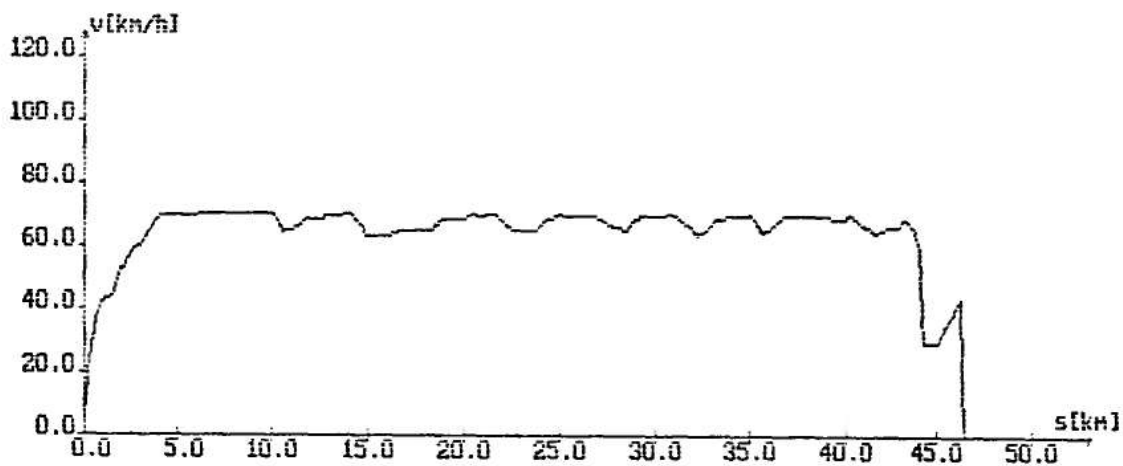
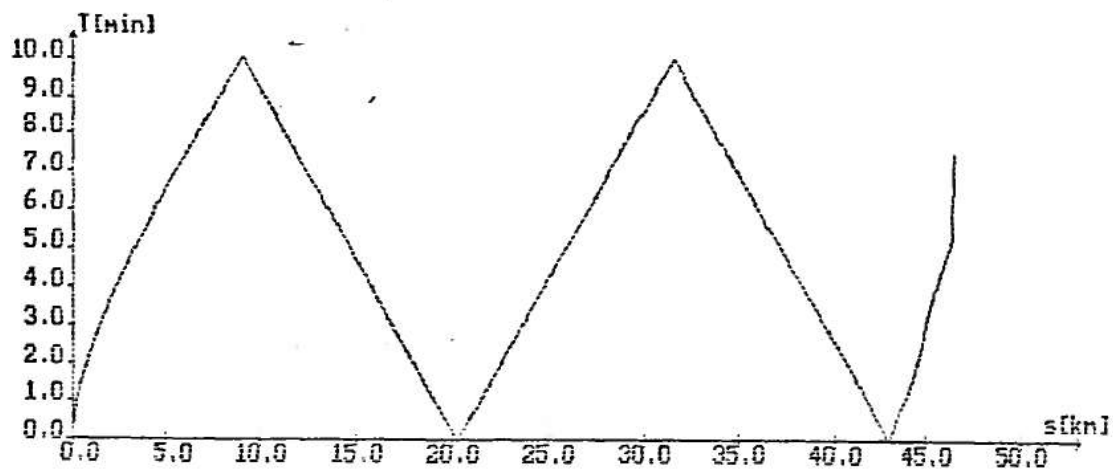
NUMER SYSTEMOWY POCIAGU	=	1313
NUMER POCIAGU	=	1
PRZEBYTA DROGA [km]	=	46.433
CZAS PRZEJAZDU [h.m.s]	=	0:47:16
SERDNIA PREDKOSC PRZEJAZDU [km/h]	=	58.927
ZUZYTA ENERGIA [KWH]	=	1286.207



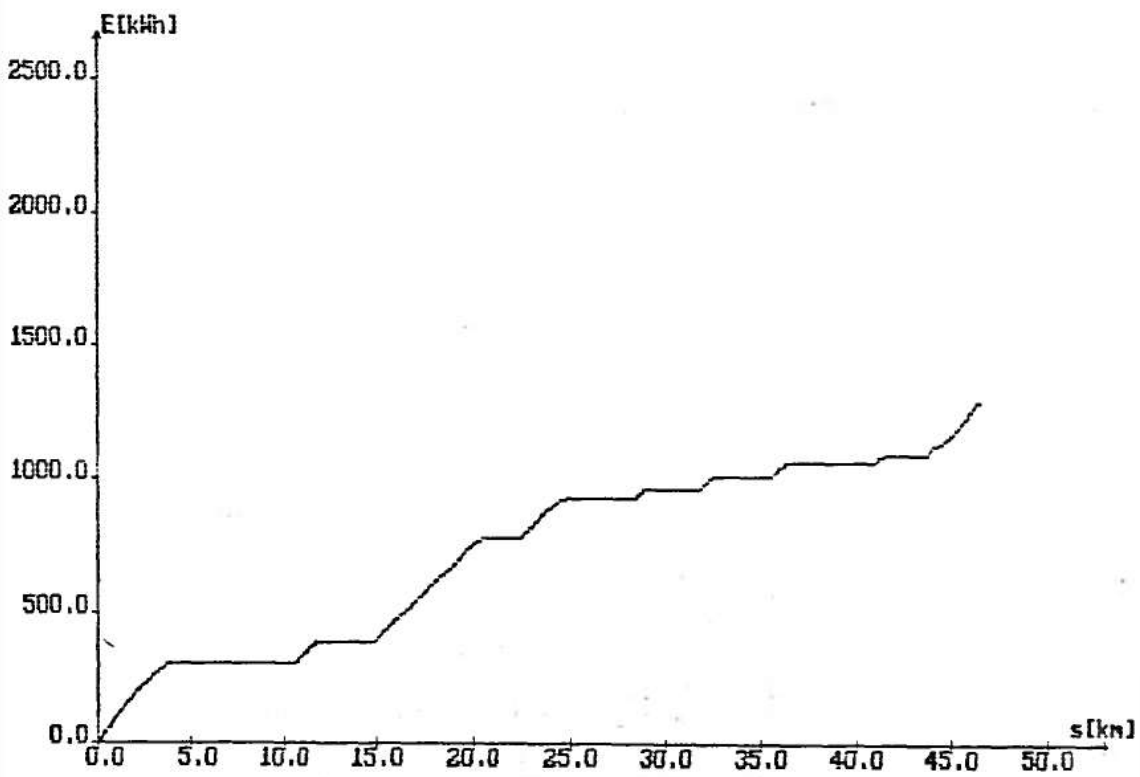
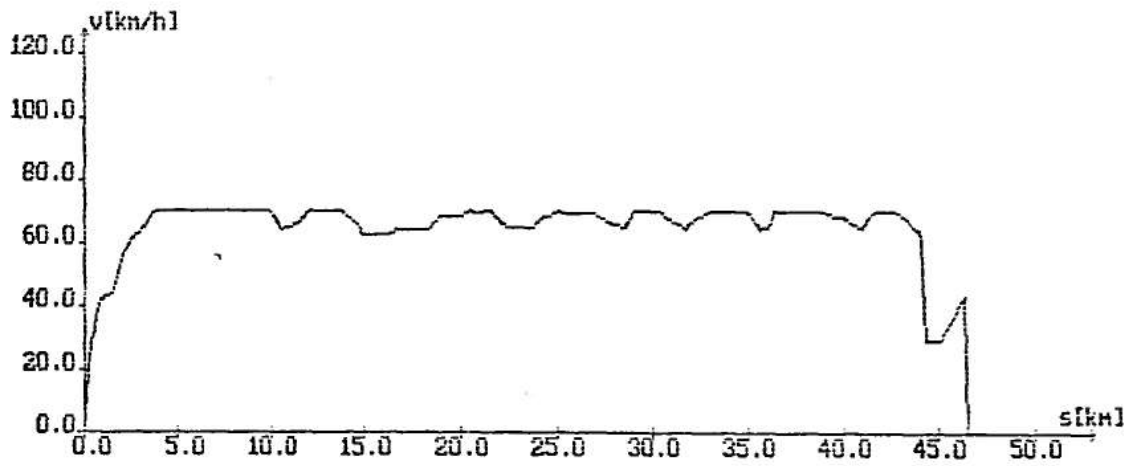
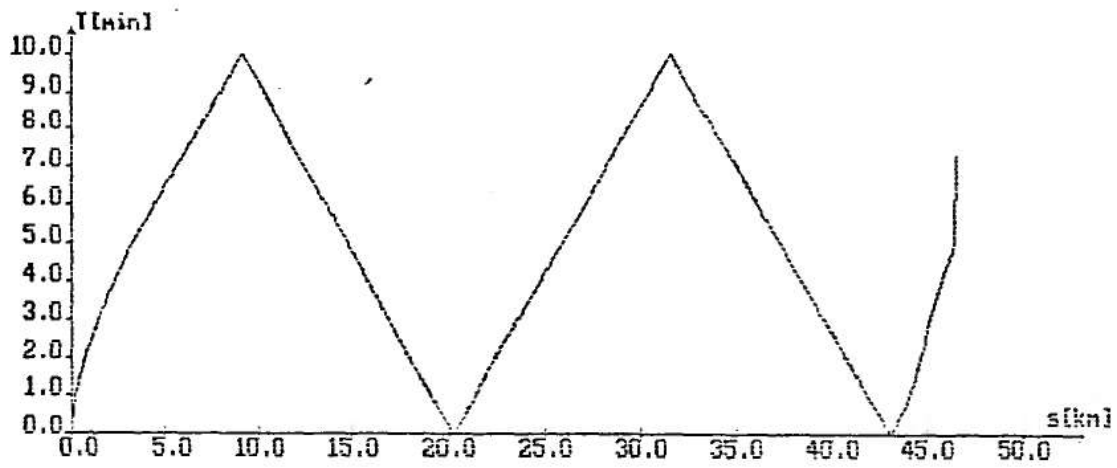
Rys. Wykresy przebiegu zmian: $t(s)$, $v(s)$, $E(s)$ dla poc. nr 104.posp.
(jazda forsowna)



Rys. Wykresy przebiegu zmian: $t(s)$, $v(s)$, $E(s)$ dla poc. na tow. posp.
(jazda wybieg)



Rys. Wykresy przebiegu zmian: $t(s)$, $v(s)$, $E(s)$ dla poc. ar. tow. posp.
(jazda wybieg + "pita")



Rys. Wykresy przebiegu zmian: $t(s)$, $v(s)$, $E(s)$ dla poc. nr 104. posp.
(jezda "pita")

WYNIKI OBLICZEN DLA JAZDY Z ODZYSKIEM ENERGII

WYNIKI OBLICZEN - DLA JAZDY FORSOWNEJ

NUMER SYSTEMOWY POCIAGU	=	1313
NUMER POCIAGU	=	1
PRZEBYTA DROGA [km]	=	46.433
CZAS PRZEJAZDU [h.m.s]	=	0:46:13
SERDNIA PRĘDKOŚĆ PRZEJAZDU [km/h]	=	60.264
ZUŻYTA ENERGIA [KWH]	=	1000.031

WYNIKI OBLICZEN - DLA JAZDY Z WYBIEGIEM

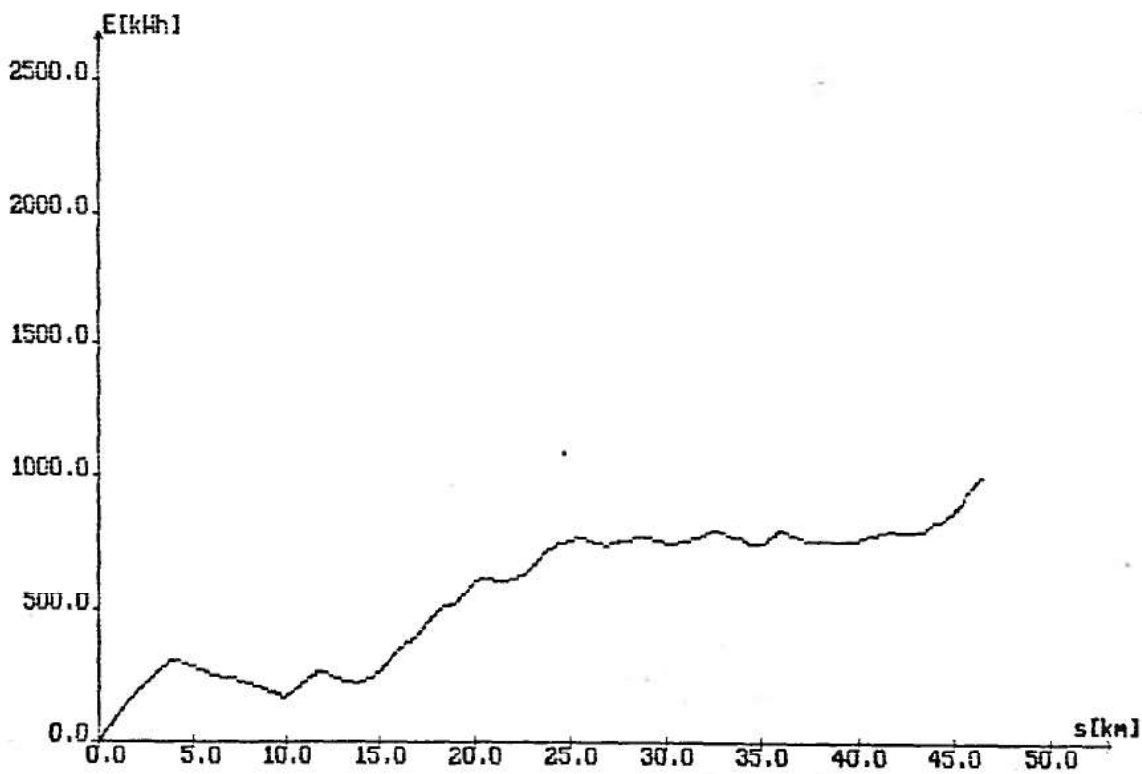
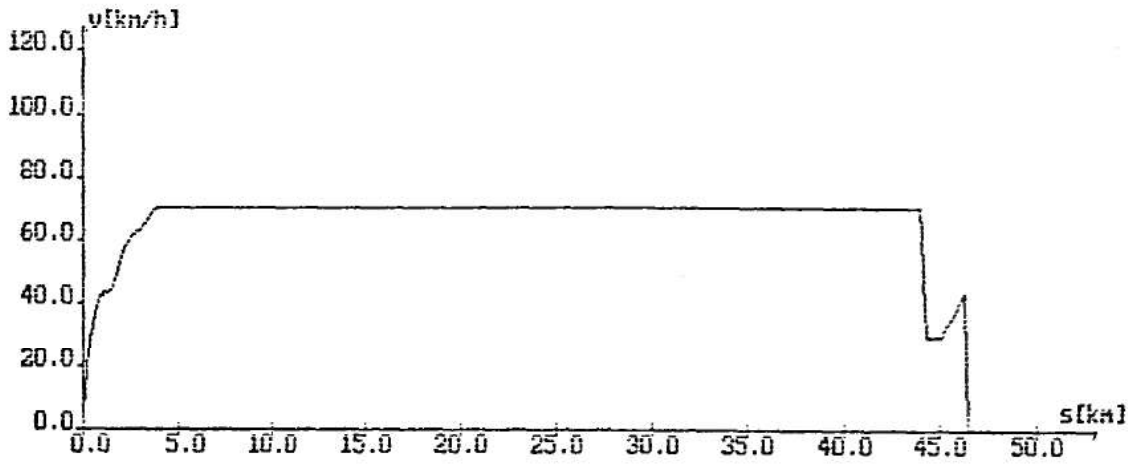
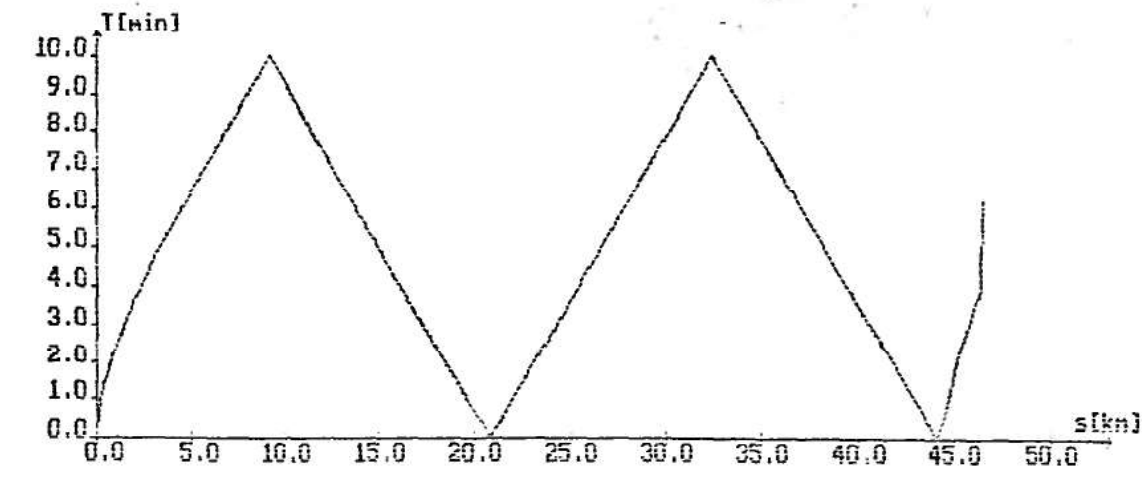
NUMER SYSTEMOWY POCIAGU	=	1313
NUMER POCIAGU	=	1
PRZEBYTA DROGA [km]	=	46.433
CZAS PRZEJAZDU [h.m.s]	=	0:46:20
SERDNIA PRĘDKOŚĆ PRZEJAZDU [km/h]	=	60.110
ZUŻYTA ENERGIA [KWH]	=	958.344

WYNIKI OBLICZEN - DLA JAZDY Z WYBIEGIEM I "PILA"

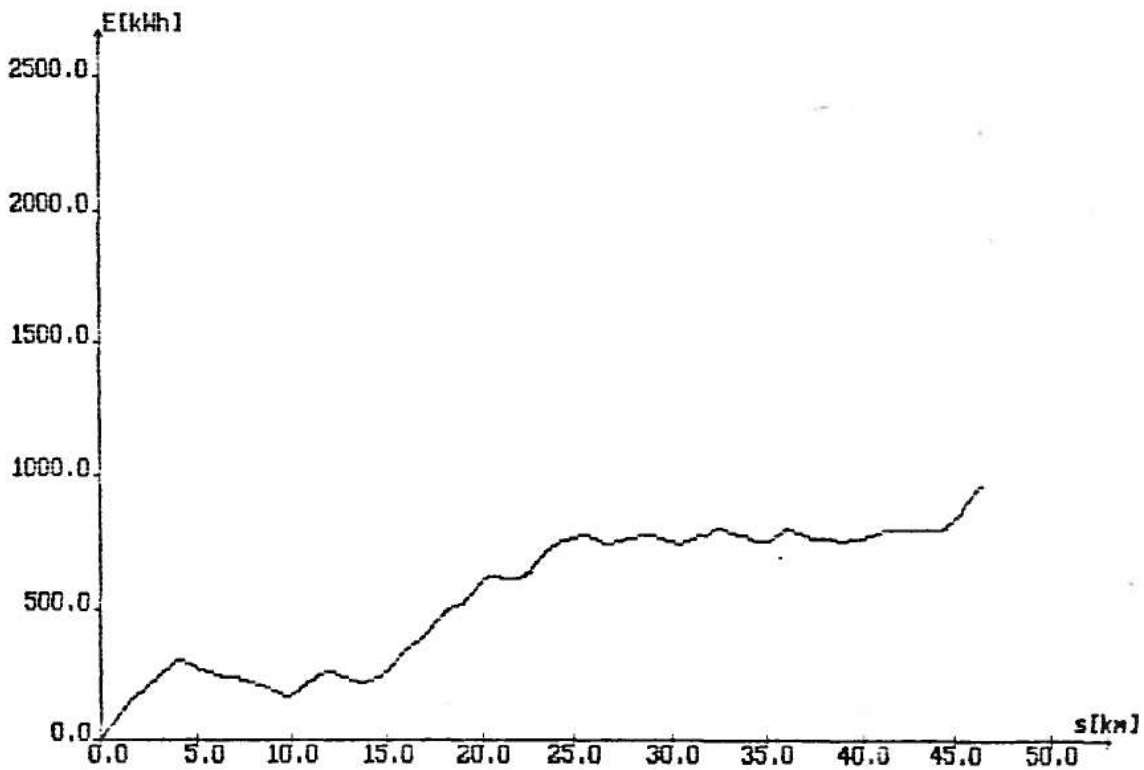
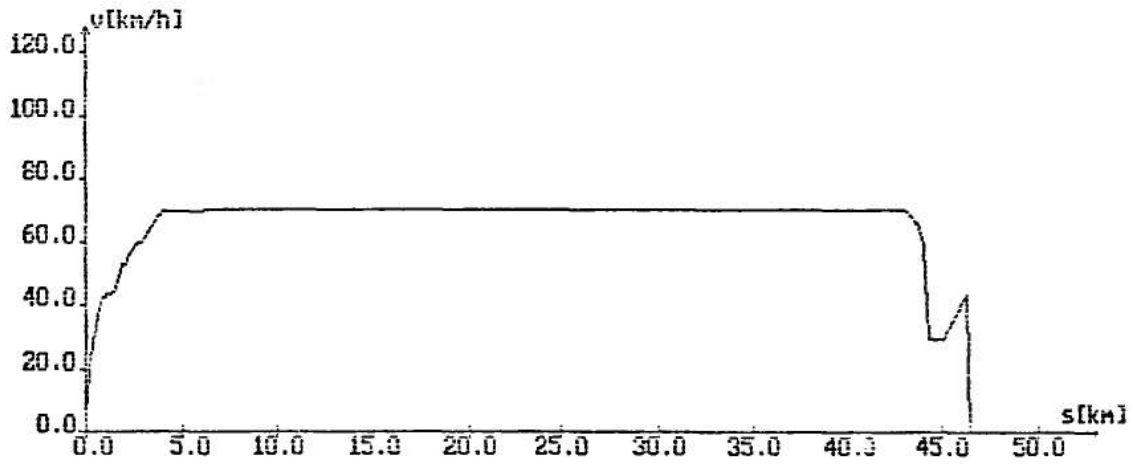
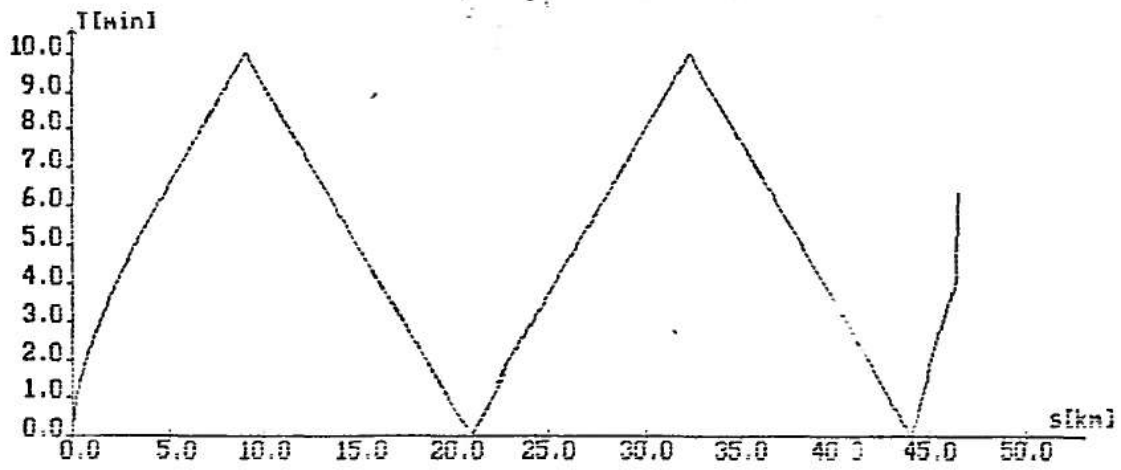
NUMER SYSTEMOWY POCIAGU	=	1313
NUMER POCIAGU	=	1
PRZEBYTA DROGA [km]	=	46.433
CZAS PRZEJAZDU [h.m.s]	=	0:47:32
SERDNIA PRĘDKOŚĆ PRZEJAZDU [km/h]	=	58.598
ZUŻYTA ENERGIA [KWH]	=	943.993

WYNIKI OBLICZEN - DLA JAZDY "PILA"

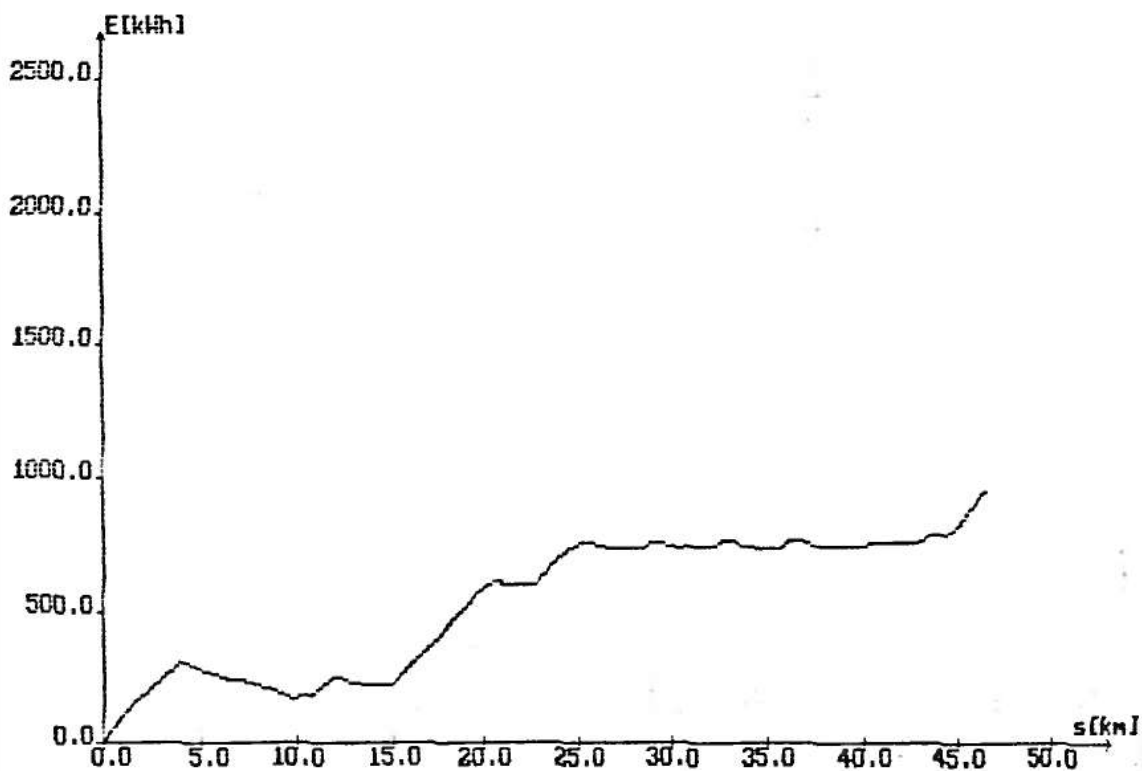
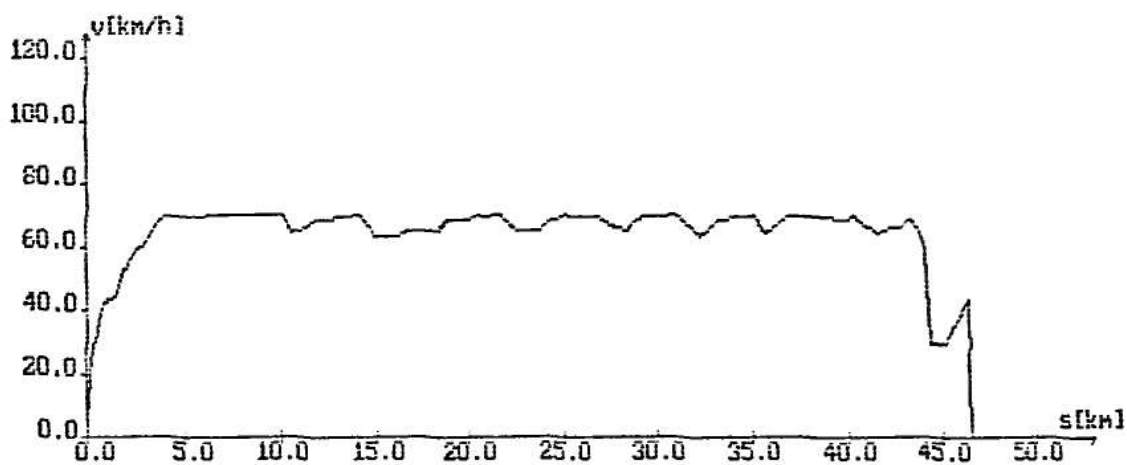
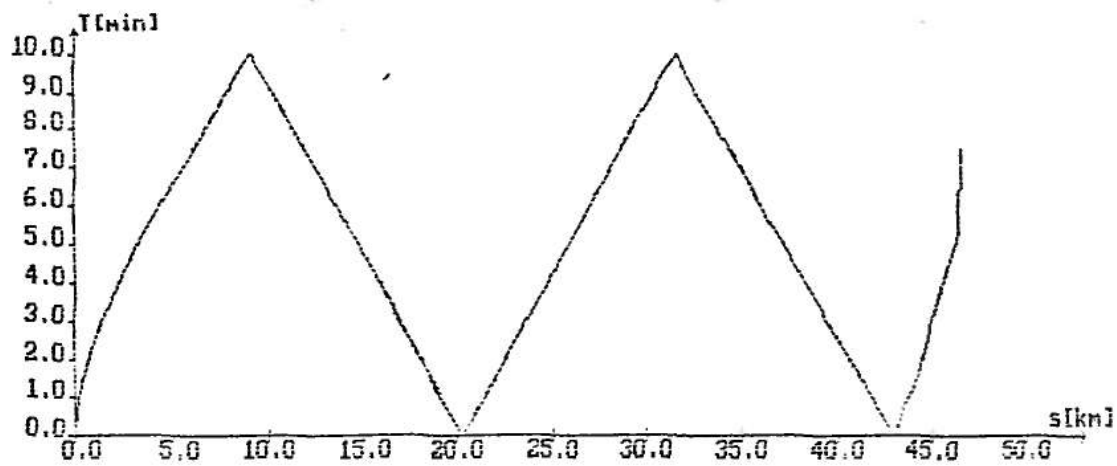
NUMER SYSTEMOWY POCIAGU	=	1313
NUMER POCIAGU	=	1
PRZEBYTA DROGA [km]	=	46.433
CZAS PRZEJAZDU [h.m.s]	=	0:47:16
SERDNIA PRĘDKOŚĆ PRZEJAZDU [km/h]	=	58.927
ZUŻYTA ENERGIA [KWH]	=	962.640



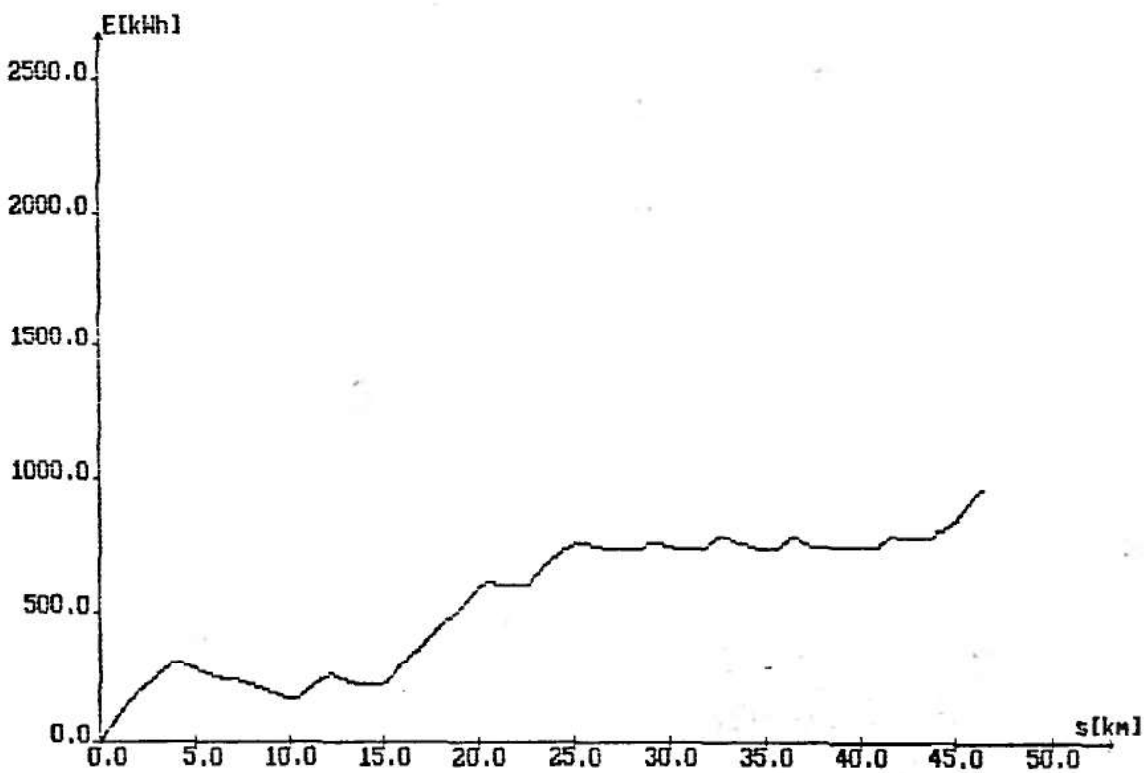
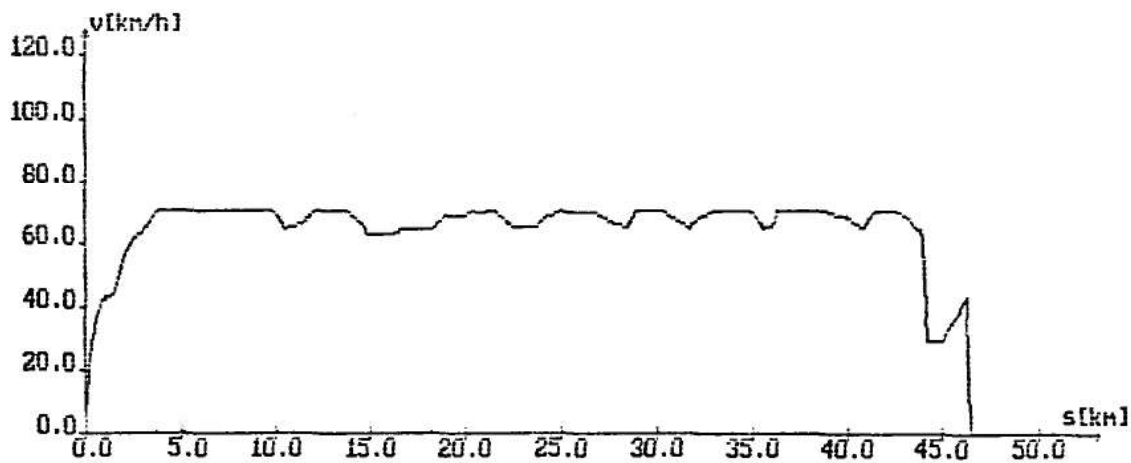
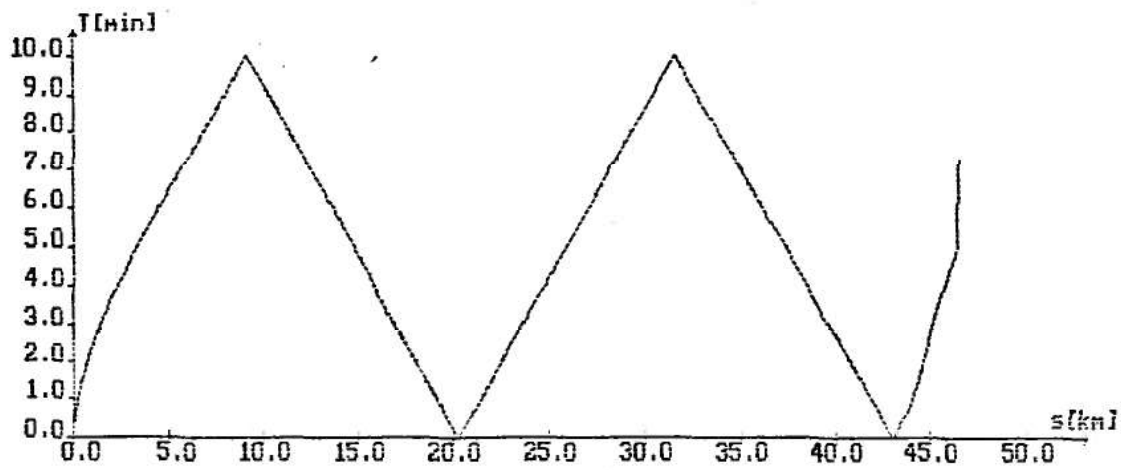
Rys. Wykresy przebiegu zmian: $t(s)$, $v(s)$, $E(s)$ dla poc.nr 104. posp.
(jazda forsowna, z odcyśnięciem)



Rys. Wykresy przebiegu zmian: $t(s)$, $v(s)$, $E(s)$ dla poc. nr tow. posp.
 - (jazda wybieg, z odzyskiem energii)



Rys. Wykresy przebiegu zmian: $t(s)$, $v(s)$, $E(s)$ dla poc. m to w . pas .
(jarda wybieg + pita, z odryśnięciem energii)



Rys. Wykresy przebiegu zmian: $t(s)$, $v(s)$, $E(s)$ dla poc. nr. 104. posp.
(jazda „pita”, z odeyskiem energii)

Wydruk danych i wyników w formie liczbowej i wykresów dla pociągu towarowego zwykłego prowadzonego przez lok. ET-22 (char. tr. T, ham.H2) z prędkością maks. 70[km/h] na trasie Radom-Warka dla mas 1320 i 3320[t] (bez i z odzyskiem energii).

LICZBA SYMULOWANYCH POCIAGOW		LP	=	1
RODZAJ TRASY		ITR	=	1
PRZEKROJ WEJSCIOWY KIER=2		WE	=	102700.
PRZEKROJ WYJSCIOWY KIER=2		WY	=	56267.
WEJSCIE DO SYSTEMU KIER=2		WESYS	=	102700.
WYJSCIE Z SYSTEMU KIER=2		WYSYS	=	49759.
MAKSYMALNY KROK DROGI		DXMAX	=	2000.
WSPOLCZYNNIK RO		RO	=	1.06
WIDOCZNOSC SEMAFORA		WIDOK	=	300.
WYDRUK POSREDNI --> AUT		DAUT	=	NIE
WYDRUK POSREDNI --> VKRYT		DKRYT	=	NIE
WYDRUK POSREDNI --> BIEG		BIEG	=	NIE
WYDRUK POSREDNI --> WYKRES		BIEG	=	TAK
NAZWA ZBIORU DANYCH CHAR. POC. NR 1				DCP12
NAZWA ZBIORU WE --> DANE O UKLADZIE TOROWYM DLA KIERUNKU 2 =				SR4

DANE CHARAKTERYZUJACE POCIAG NR 1

TYP LOKOMOTYWY		TYPLOK	=	ET-22
MASA LOKOMOTYWY		RML	=	120.
LICZBA OSI LOKOMOTYWY		LOL	=	4
MASA WAGONOW		RMW	=	1200.
LICZBA WAGONOW		RLW	=	15.
LICZBA OSI WAGONOW		LOW	=	45
RODZAJ LOZYSK		RLOZ	=	TOCZNE
KATEGORIA POCIAGU (PAS,TOW)		TP	=	TOWAROWY
RODZAJ POCIAGU (OS,P,EX)		RP	=	ZWYKLY
ODSETEK MASY HAMUJACEJ		OMH	=	.40
DLUGOSC POCIAGU		RL	=	245.
NUMER POCIAGU 1		NSP(1)	=	3131
CZAS WEJSCIA POCIAGU 1		TWP(1)	=	2.
WYBIEG PRZY POCHYLENIU < NIZ		WGPWYB	=	-2.00
WYBIEG PRZY PREDKOSCI > NIZ		WDVPIL	=	65.00
WYBIEG PRZY PREDKOSCI > NIZ		WGVWYB	=	60.00
MAKSYMALNA PREDKOSC POCIAGU		VGG	=	70.
KIERUNEK JAZDY POCIAGU		KIER	=	-1
ZATRZ. POC. NA STACJACH		ZNS	=	TAK
POCZATKOWE POLOZENIE POC.		PP	=	102700.
JAZDA Z WYBIEGU		WYB	=	NIE
JAZDA Z WYBIEGU NA SPADKU		WYBS	=	NIE
ODZYSK ENERGII		ODZYSK	=	NIE
WYBIEG NA SPAD. PRZY V > NIZ		WDVWNS	=	40.00
JAZDA TYPU "PILA"		PILA	=	NIE
DODATKOWE ZATRZYMANIA		DZ	=	TAK
LICZBA DODATKOWYCH ZATRZ.		LDZ	=	2
WSPOLRZEDNA DODAT.ZATRZ. 1		WDZ(1)	=	56267.
WSPOLRZEDNA DODAT.ZATRZ. 2		WDZ(2)	=	102700.
CZAS DODATKOWYCH .ZATRZ. 1		TDZ(1)	=	2.
CZAS DODATKOWYCH .ZATRZ. 2		TDZ(2)	=	2.
NAZWA ZBIORU CHAR. TRAKC.		NZTC	=	T
LICZBA CHAR. TRAKC.		LCT	=	5

PARAMETRY POSZCZEGOLNYCH CHARAKTERYSTYK TRAKCYJNYCH

NCT	VMINCH	VMAXCH	ACH	BCH	CCH
1	.00	12.50	0.	0.	300431.
2	12.50	30.00	0.	0.	288168.
3	30.00	48.75	0.	0.	257512.
4	48.75	50.50	1096.	-132625.	4118440.
5	50.00	120.00	35.	-7272.	493000.

NAZWA ZBIORU CHAR. HAMOWANIA -NZCH = H2

PARAMETRY POSZCZEGOLNYCH CHARAKTERYSTYK HAMOWANIA

NCH	AH	BH	CH
1	.000182	-.008952	.269030
2	.000012	-.002252	.200874

WYNIKI OBLICZEN

NUMER SYSTEMOWY POCIAGU	=	3131
NUMER POCIAGU	=	1
PRZEBYTA DROGA [km]	=	46.433
CZAS PRZEJAZDU [h.m.s]	=	1: 2:33
SERDNIA PREDKOSC PRZEJAZDU [km/h]	=	44.533
ZUZYTA ENERGIA [KWH]	=	1071.712

WYNIKI OBLICZEN - DLA JAZDY Z WYBIEGIEM

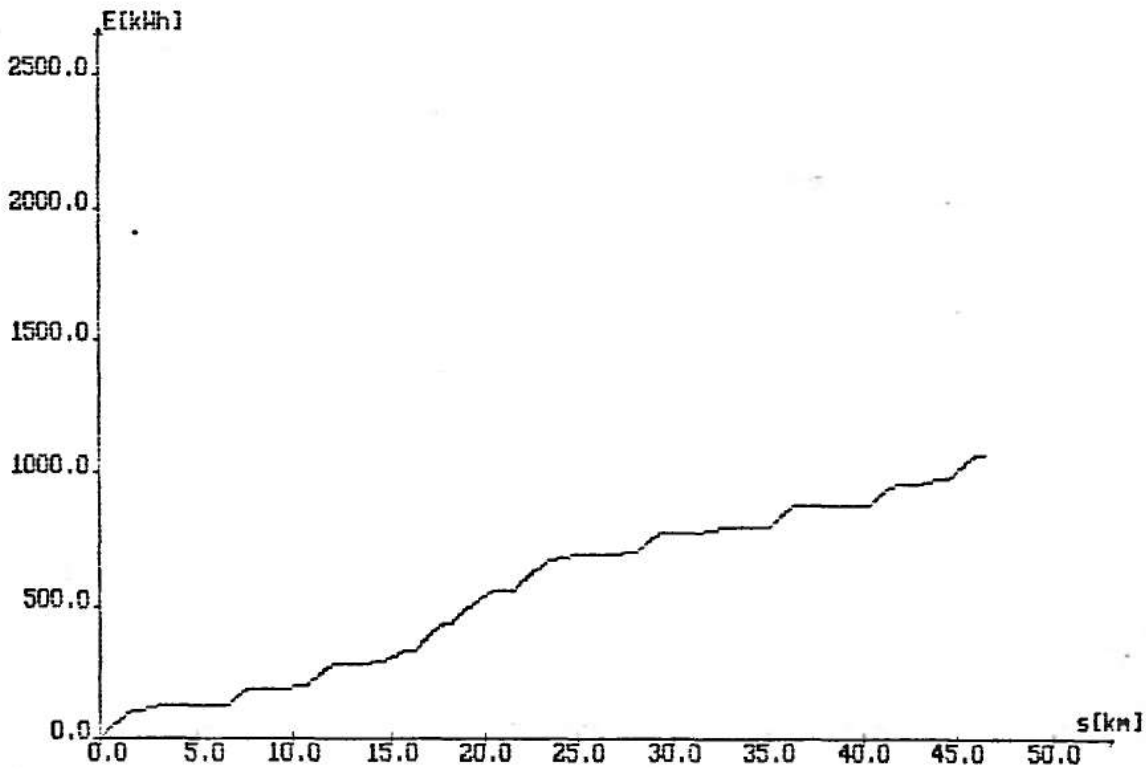
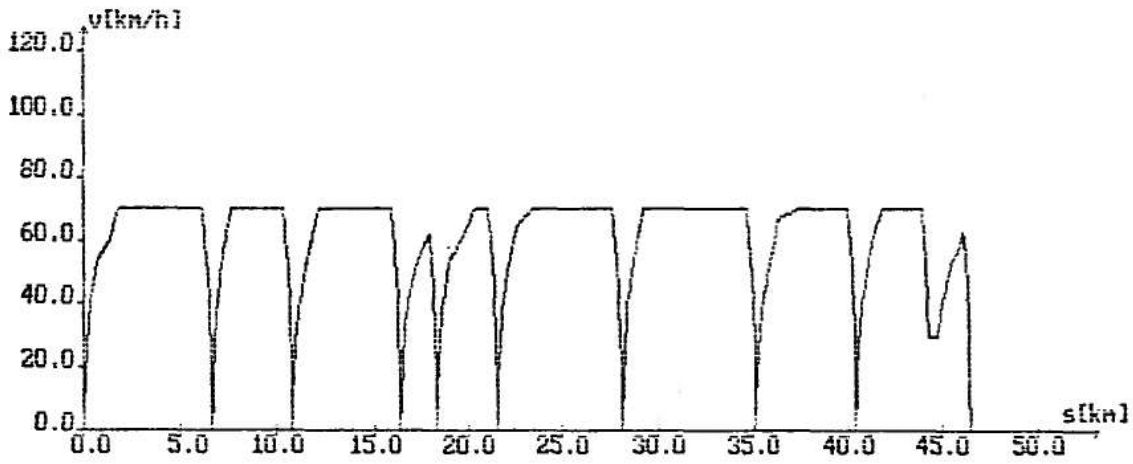
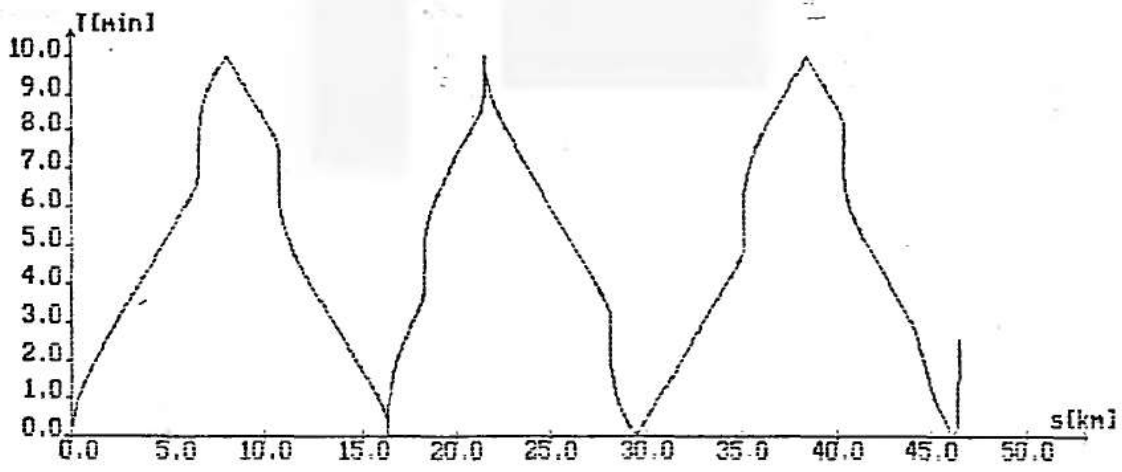
NUMER SYSTEMOWY POCIAGU	=	3131
NUMER POCIAGU	=	1
PRZEBYTA DROGA [km]	=	46.433
CZAS PRZEJAZDU [h.m.s]	=	1: 6: 3
SERDNIA PREDKOSC PRZEJAZDU [km/h]	=	42.171
ZUZYTA ENERGIA [KWH]	=	844.674

WYNIKI OBLICZEN - DLA JAZDY Z WYBIEGIEM I "PILA"

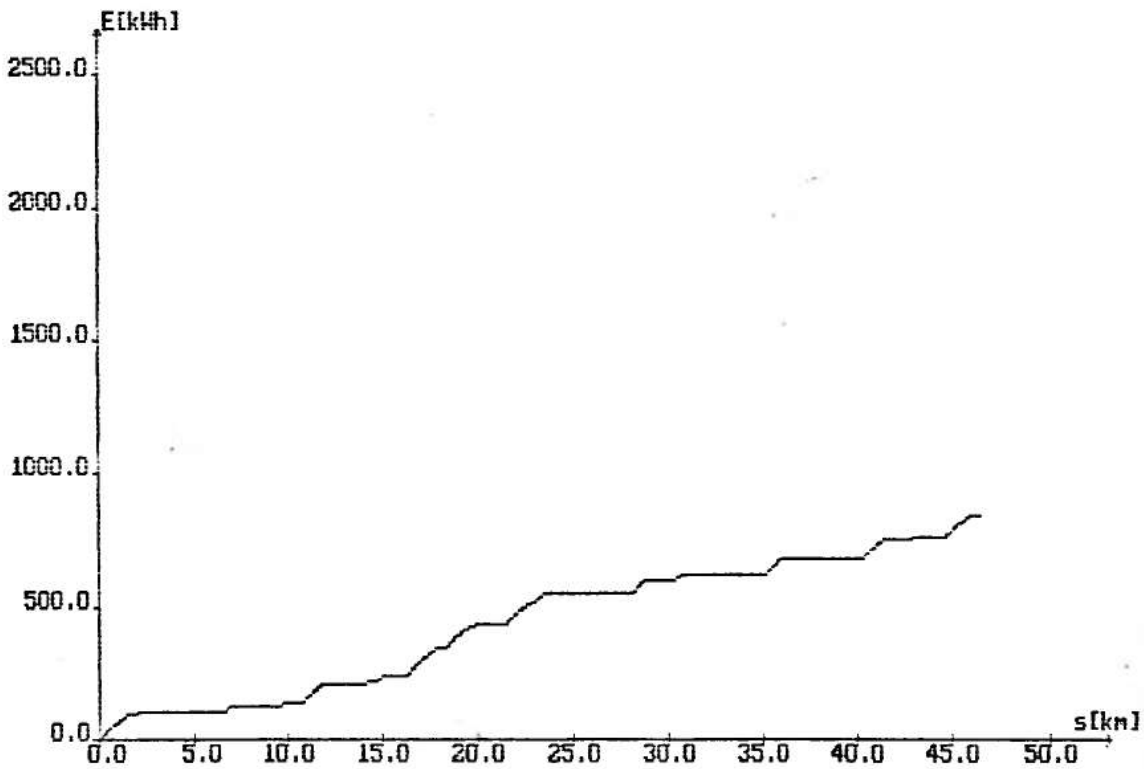
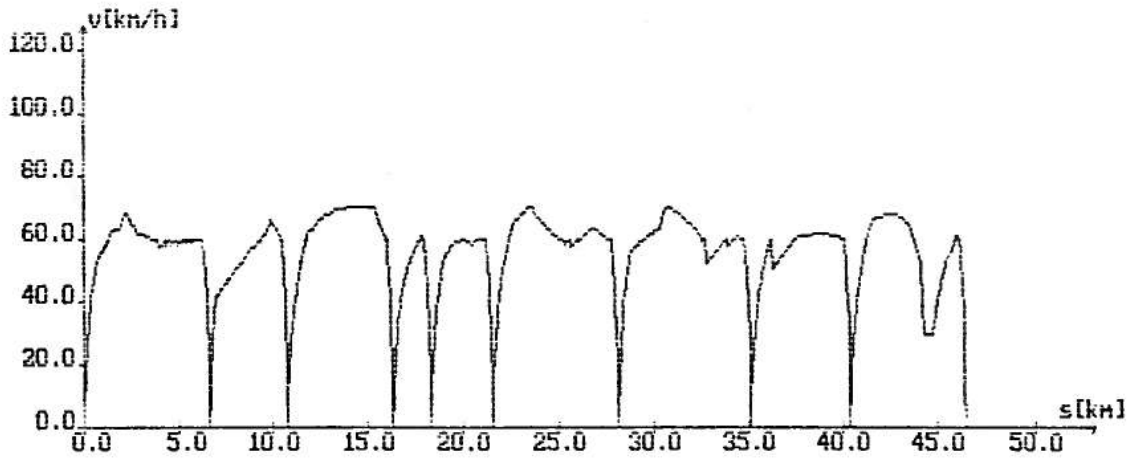
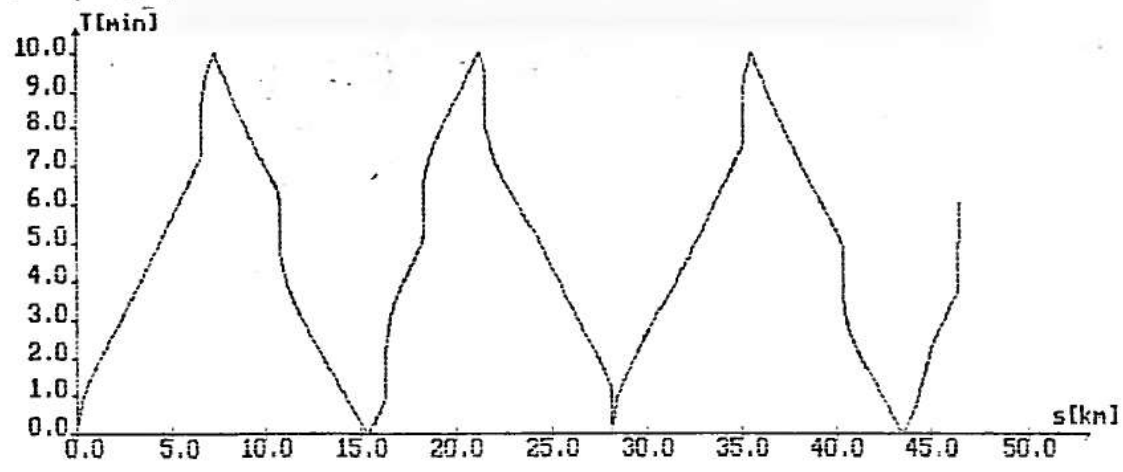
NUMER SYSTEMOWY POCIAGU	=	3131
NUMER POCIAGU	=	1
PRZEBYTA DROGA [km]	=	46.433
CZAS PRZEJAZDU [h.m.s]	=	1: 6: 7
SERDNIA PREDKOSC PRZEJAZDU [km/h]	=	42.134
ZUZYTA ENERGIA [KWH]	=	844.118

WYNIKI OBLICZEN - DLA JAZDY "PILA"

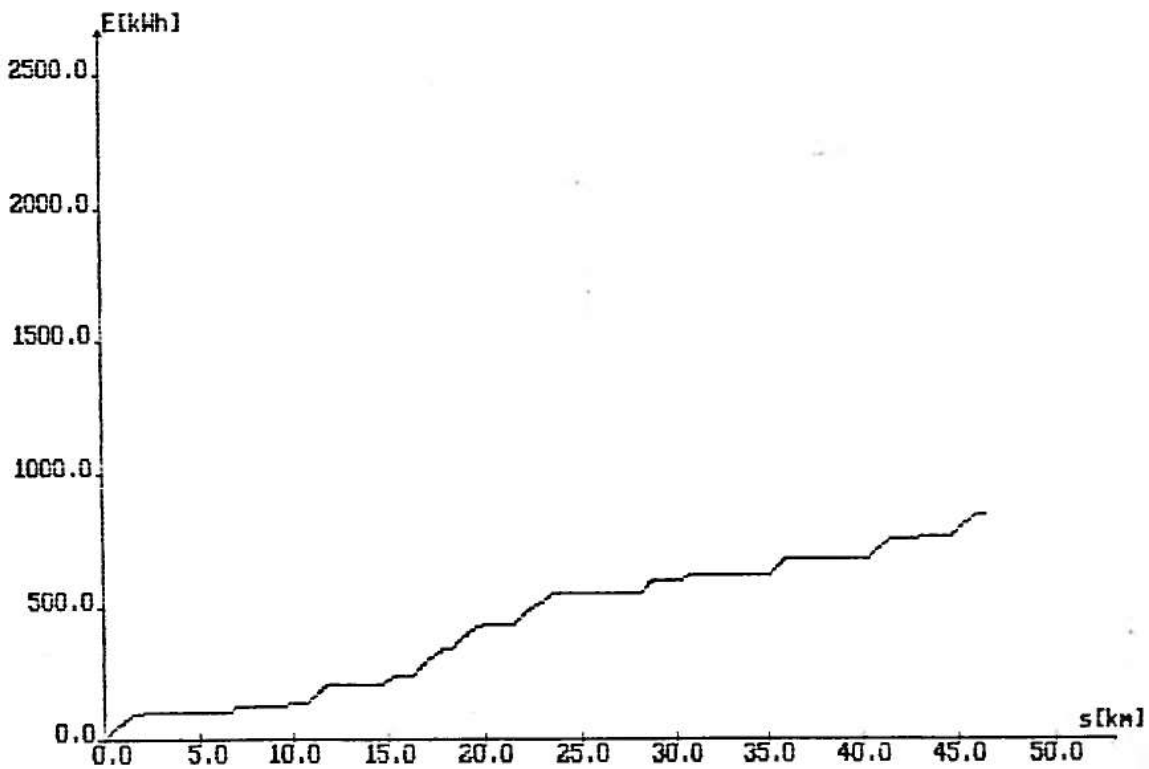
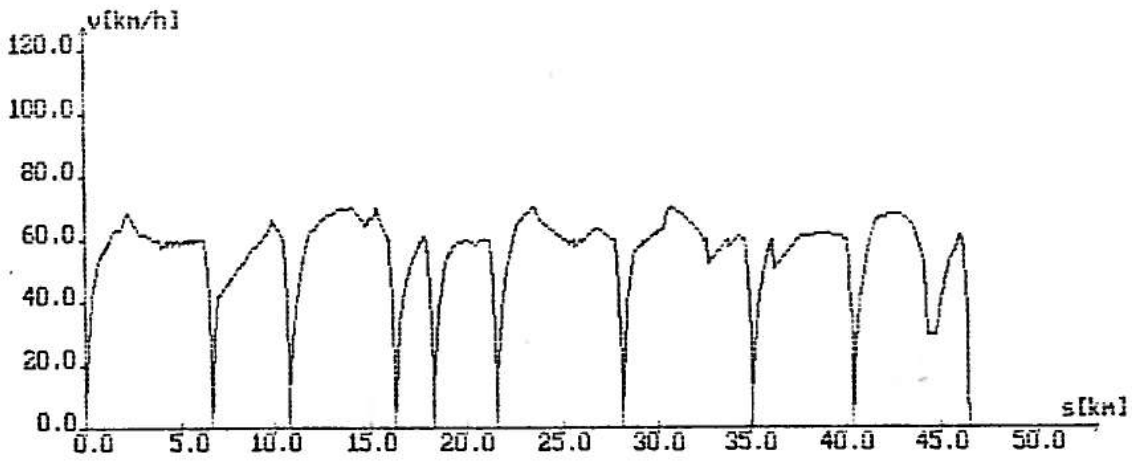
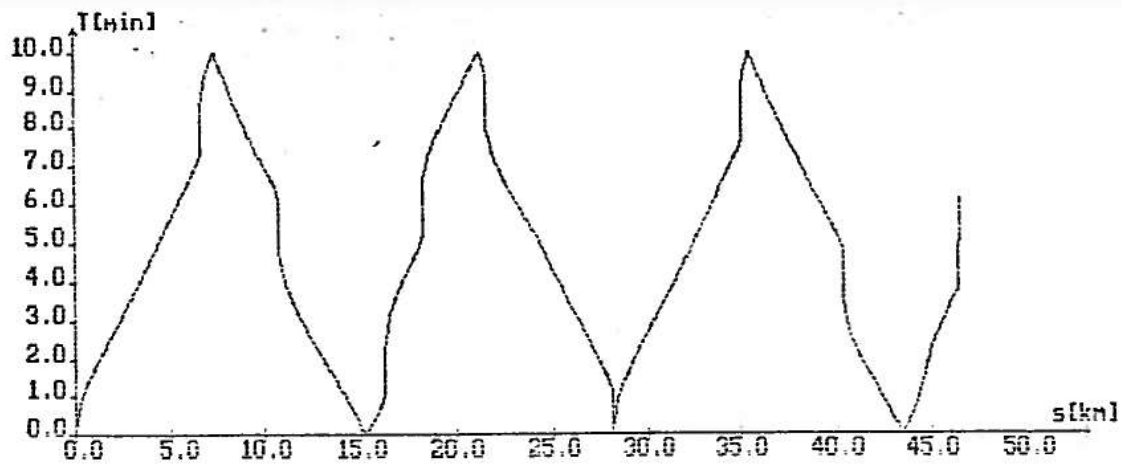
NUMER SYSTEMOWY POCIAGU	=	3131
NUMER POCIAGU	=	1
PRZEBYTA DROGA [km]	=	46.433
CZAS PRZEJAZDU [h.m.s]	=	1: 2:58
SERDNIA PREDKOSC PRZEJAZDU [km/h]	=	44.238
ZUZYTA ENERGIA [KWH]	=	1018.658



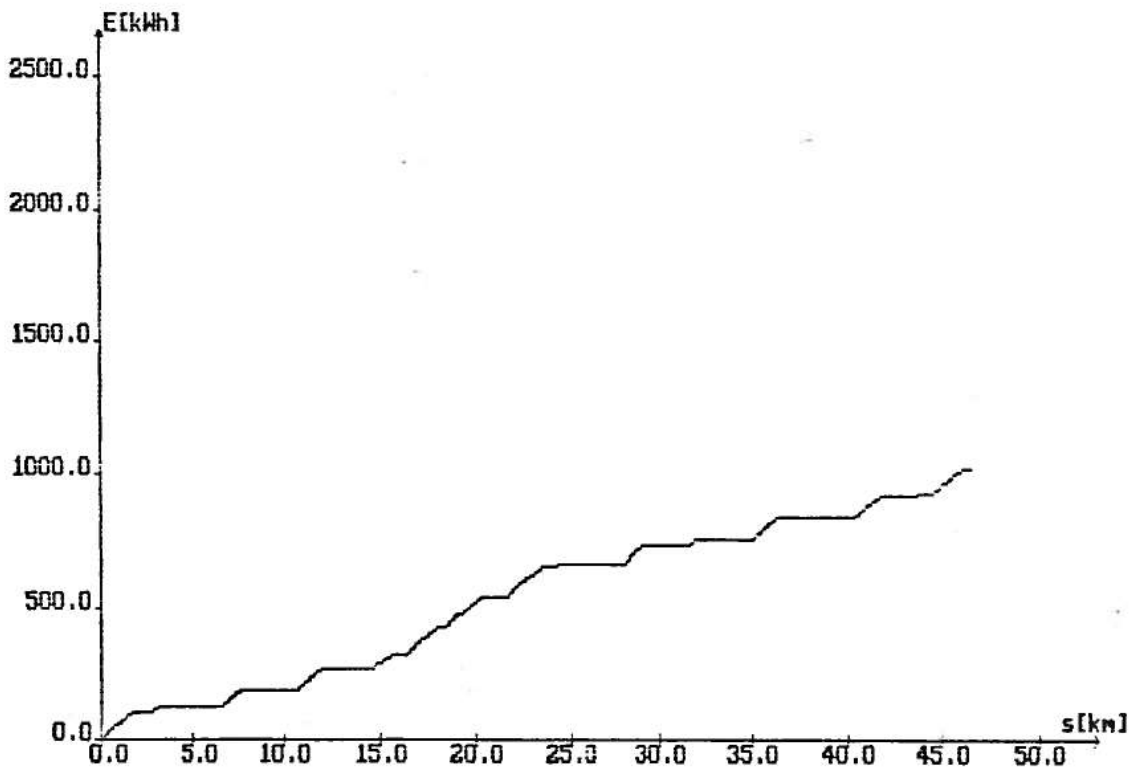
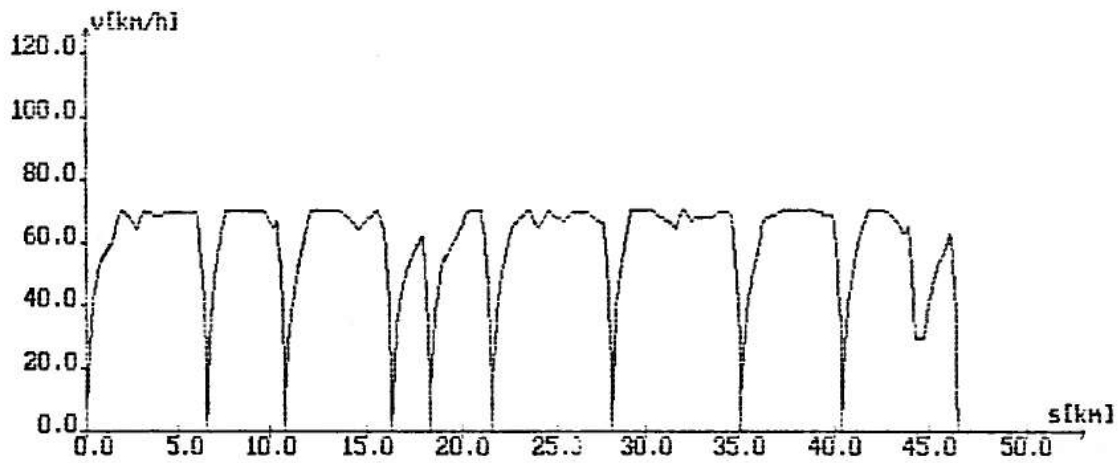
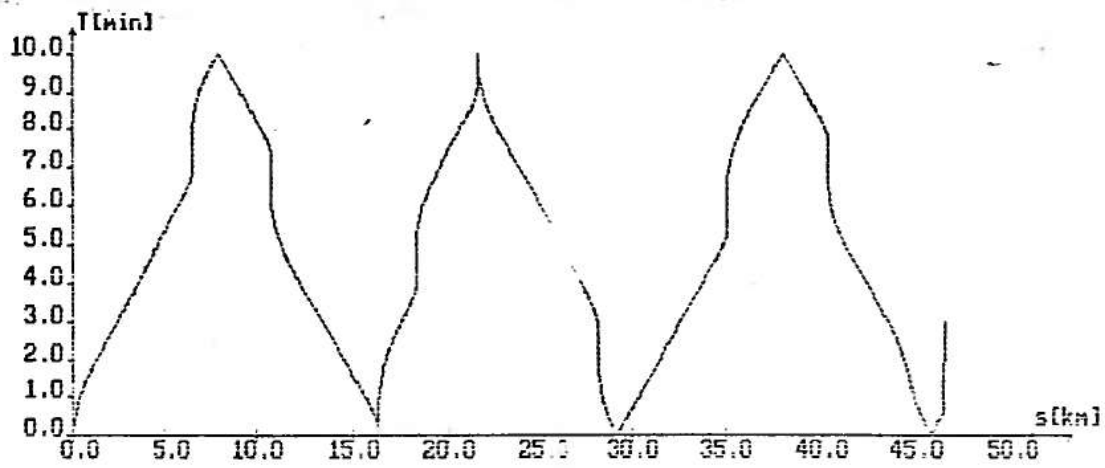
Rys. Wykresy przebiegu zmian: $t(s)$, $v(s)$, $E(s)$ dla poc.nr



Rys. Wykresy przebiegu zmian: $t(s)$, $v(s)$, $E(s)$ dla poc.nr



Rys. Wykresy przebiegu zmian: $t(s)$, $v(s)$, $E(s)$ dla poc.nr



Rys. Wykresy przebiegu zmian: $t(s)$, $v(s)$, $E(s)$ dla poc.nr

WYNIKI OBLICZEN DLA JAZDY Z ODZYSKIEM ENERGII

WYNIKI OBLICZEN - DLA JAZDY FORSOWNEJ

NUMER SYSTEMOWY POCIAGU	=	3131
NUMER POCIAGU	=	1
PRZEBYTA DROGA [km]	=	46.433
CZAS PRZEJAZDU [h.m.s]	=	1: 2:33
SREDNIA PRĘDKOŚĆ PRZEJAZDU [km/h]	=	44.533
ZUŻYTA ENERGIA [KWH]	=	962.240

WYNIKI OBLICZEN - DLA JAZDY Z WYBIEGIEM

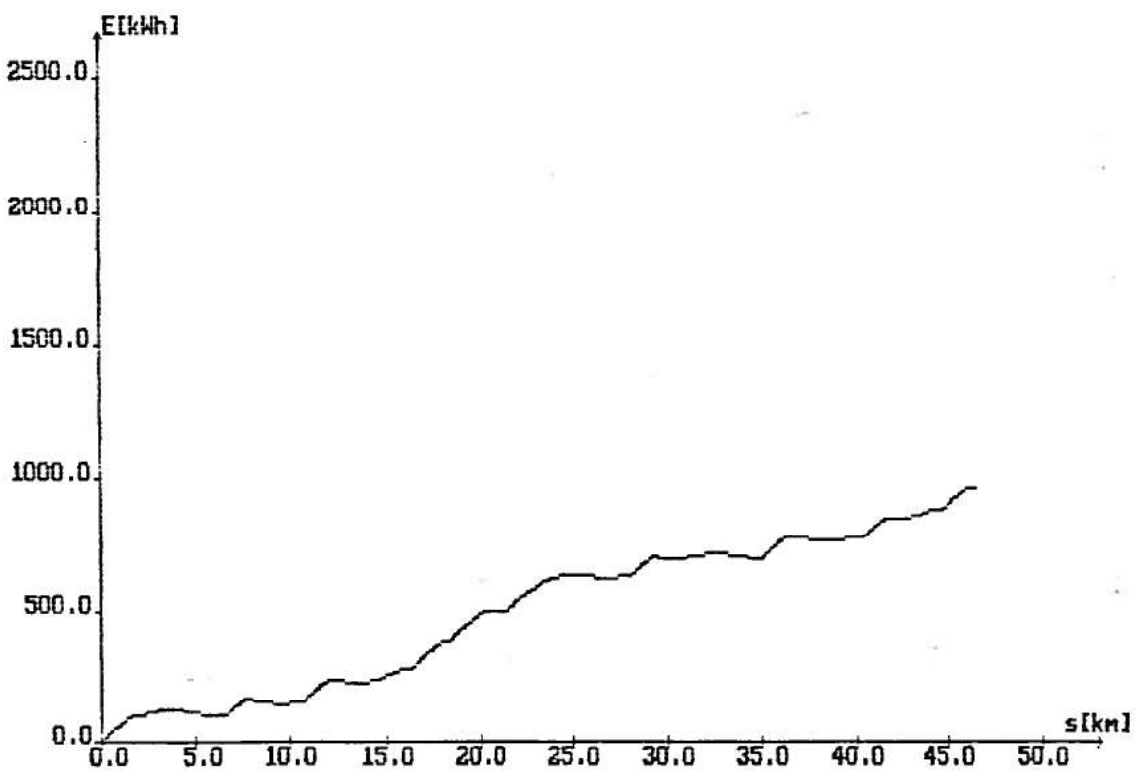
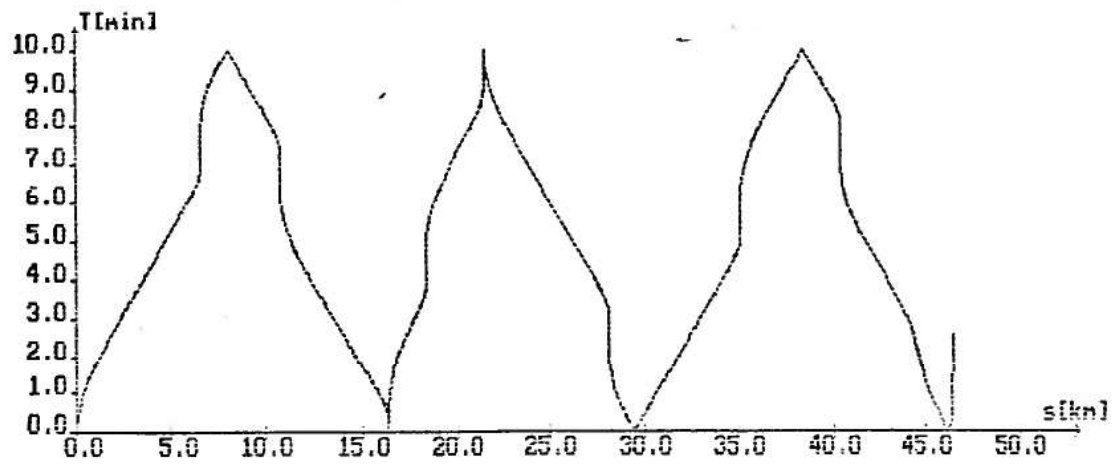
NUMER SYSTEMOWY POCIAGU	=	3131
NUMER POCIAGU	=	1
PRZEBYTA DROGA [km]	=	46.433
CZAS PRZEJAZDU [h.m.s]	=	1: 6: 3
SREDNIA PRĘDKOŚĆ PRZEJAZDU [km/h]	=	42.171
ZUŻYTA ENERGIA [KWH]	=	844.674

WYNIKI OBLICZEN - DLA JAZDY Z WYBIEGIEM I "PILA"

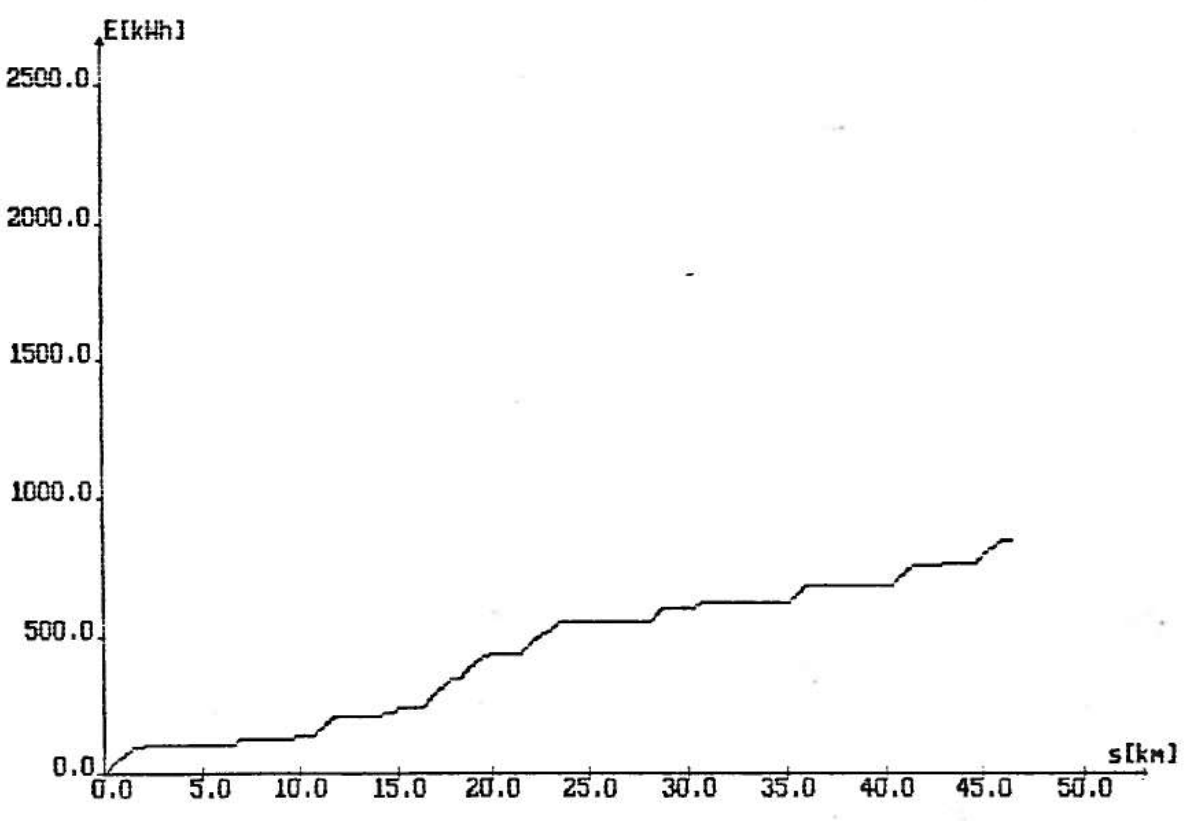
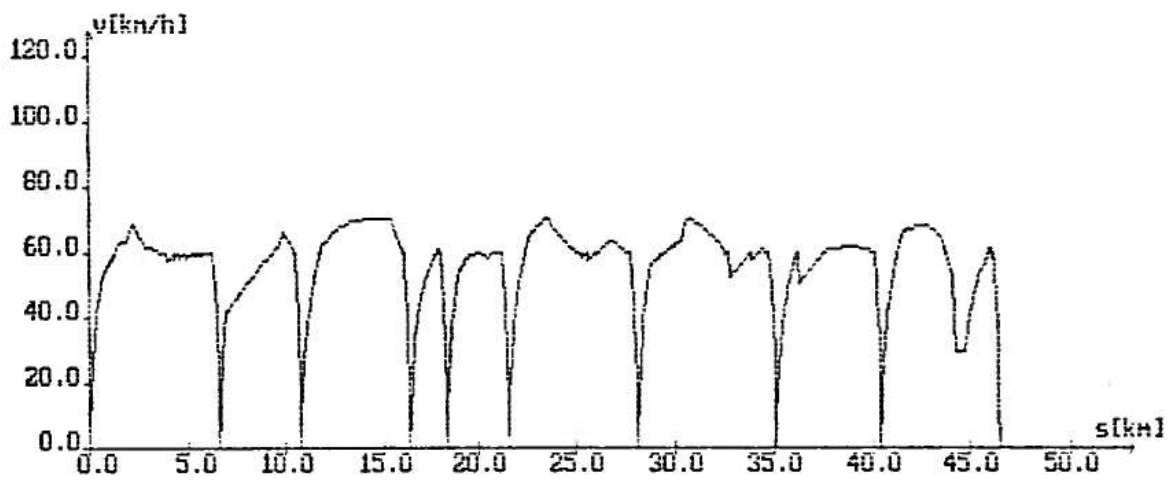
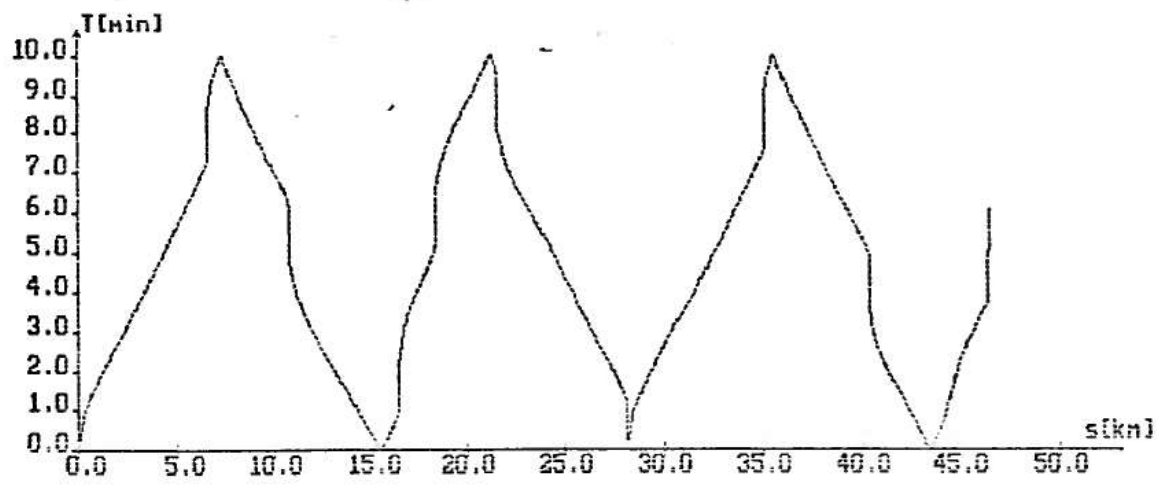
NUMER SYSTEMOWY POCIAGU	=	3131
NUMER POCIAGU	=	1
PRZEBYTA DROGA [km]	=	46.433
CZAS PRZEJAZDU [h.m.s]	=	1: 6: 7
SREDNIA PRĘDKOŚĆ PRZEJAZDU [km/h]	=	42.134
ZUŻYTA ENERGIA [KWH]	=	844.118

WYNIKI OBLICZEN - DLA JAZDY "PILA"

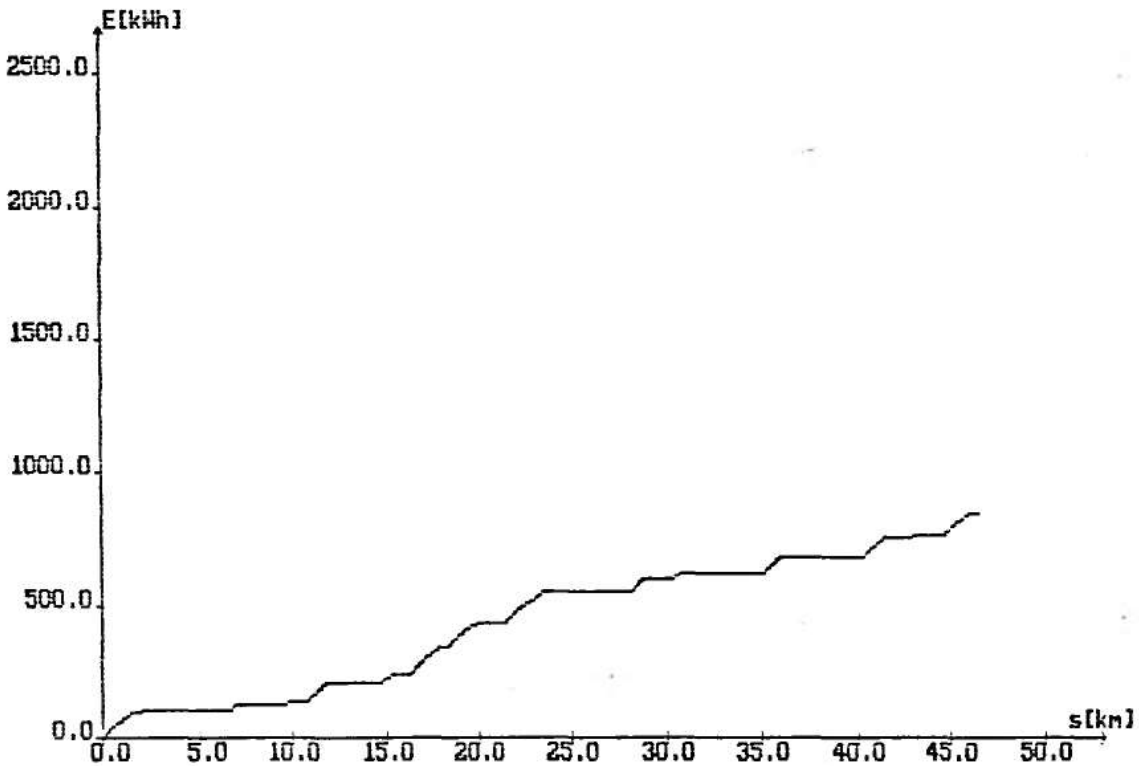
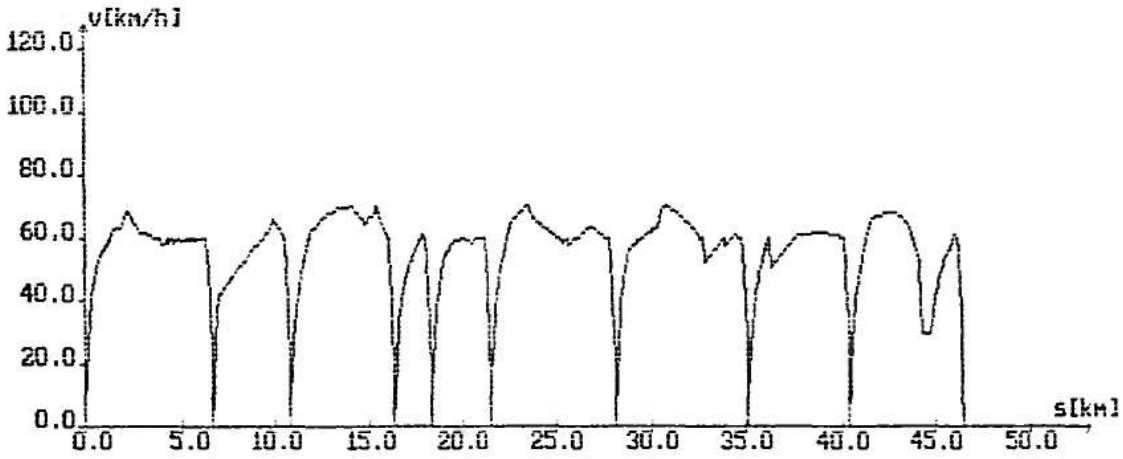
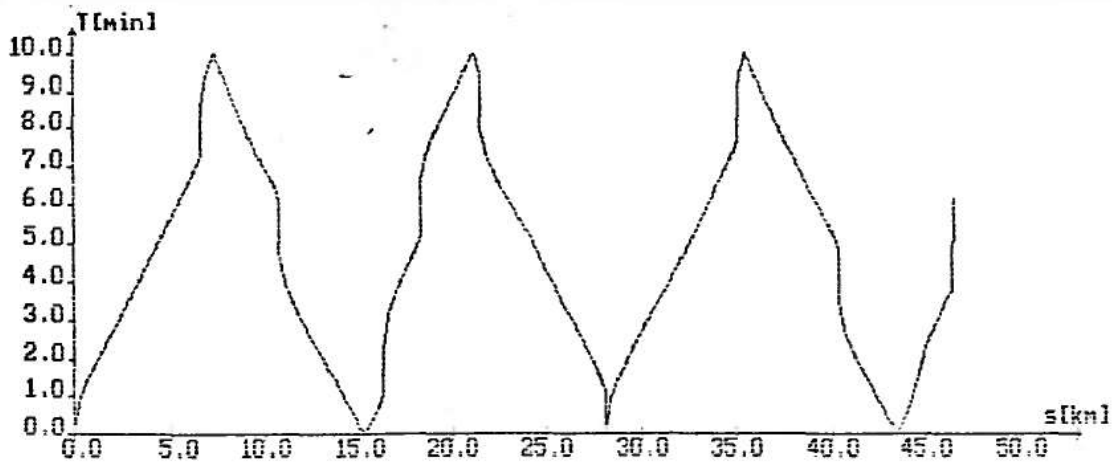
NUMER SYSTEMOWY POCIAGU	=	3131
NUMER POCIAGU	=	1
PRZEBYTA DROGA [km]	=	46.433
CZAS PRZEJAZDU [h.m.s]	=	1: 2:58
SREDNIA PRĘDKOŚĆ PRZEJAZDU [km/h]	=	44.238
ZUŻYTA ENERGIA [KWH]	=	922.601



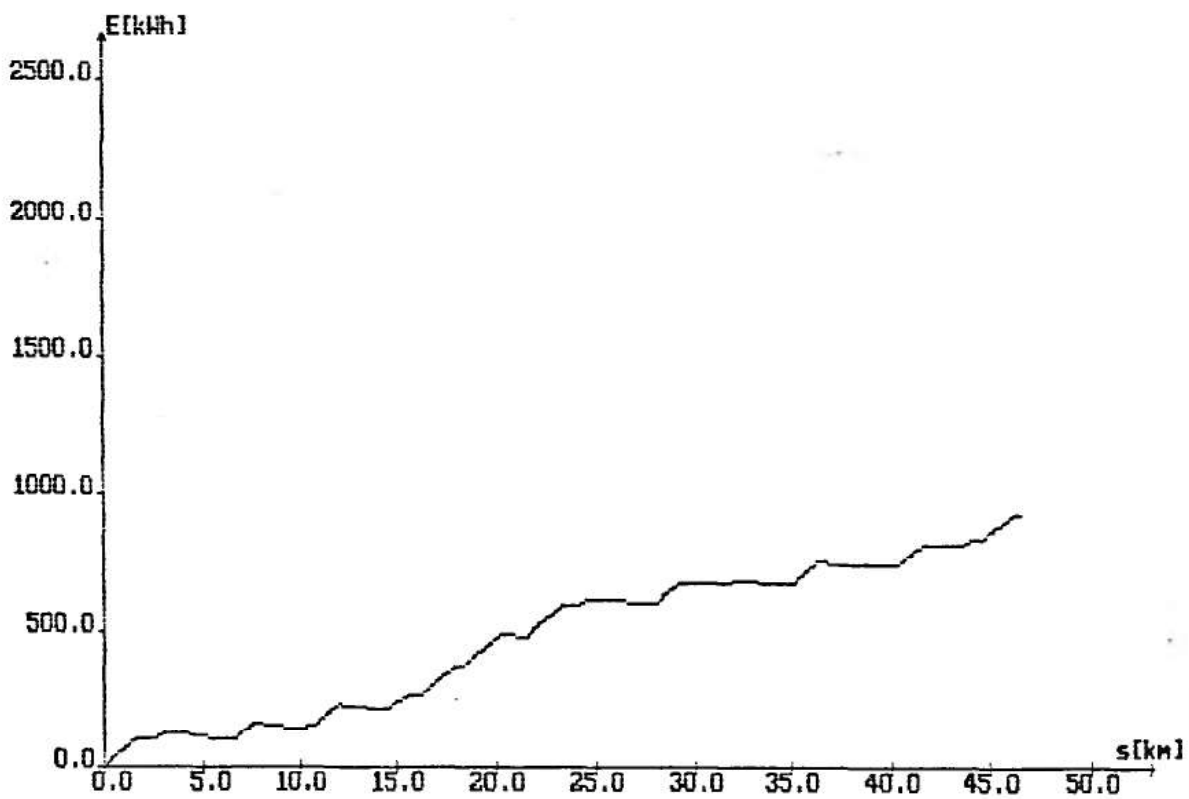
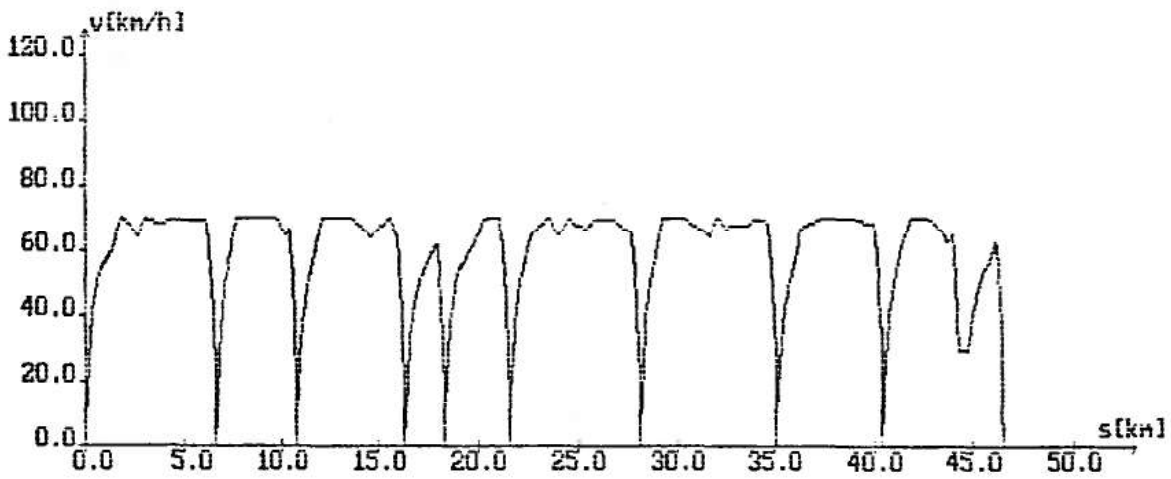
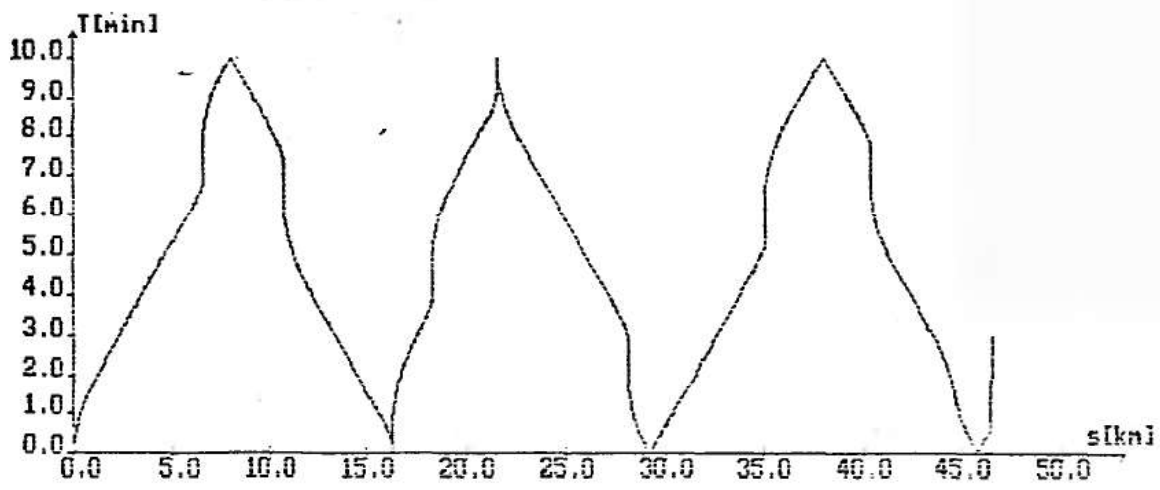
Rys. Wykresy przebiegu zmian: $t(s)$, $v(s)$, $E(s)$ dla poc.nr



Rys. Wykresy przebiegu zmian: $t(s)$, $v(s)$, $E(s)$ dla poc.nr



Rys. Wykresy przebiegu zmian: $t(s)$, $v(s)$, $E(s)$ dla poc.nr



Rys. Wykresy przebiegu zmian: $t(s)$, $v(s)$, $E(s)$ dla poc.nr

LICZBA SYMULOWANYCH POCIAGOW	LP	=	1
RODZAJ TRASY	ITR	=	1
PRZEKROJ WEJSCIOWY KIER=2	WE	=	102700.
PRZEKROJ WYJSCIOWY KIER=2	WY	=	56267.
WEJSCIE DO SYSTEMU KIER=2	WEBSYS	=	102700.
WYJSCIE Z SYSTEMU KIER=2	WYSYS	=	49759.
MAKSYMALNY KROK DROGI	DXMAX	=	2000.
WSPOLCZYNNIK RO	RO	=	1.06
WIDOCZNOSC SEMAFORA	WIDOK	=	300.
WYDRUK POSREDNI --> AUT	DAUT	=	NIE
WYDRUK POSREDNI --> VKRYT	DVKRYT	=	NIE
WYDRUK POSREDNI --> BIEG	BIEG	=	NIE
WYDRUK POSREDNI --> WYKRES	BIEG	=	TAK
NAZWA ZBIORU DANYCH CHAR. POC. NR 1			DCP12
NAZWA ZBIORU WE --> DANE O UKLADZIE TOROWYM DLA KIERUNKU 2 = -R-W			

DANE CHARAKTERYZUJACE POCIAG NR 1

TYP LOKOMOTYWY	TYFLOK	=	ET-22
MASA LOKOMOTYWY	RML	=	120.
LICZBA OSI LOKOMOTYWY	LOL	=	4
MASA WAGONOW	RMW	=	3200.
LICZBA WAGONOW	RLW	=	40.
LICZBA OSI WAGONOW	LOW	=	120
RODZAJ LOZYSK	RLOZ	=	TOCZNE
KATEGORIA POCIAGU (PAS,TOW)	TP	=	TOWAROWY
RODZAJ POCIAGU (OS,P,EX)	RP	=	ZWYKLY
ODSETEK MASY HAMLJACEJ	OMH	=	.40
DLUGOSC POCIAGU	RL	=	620.
NUMER POCIAGU 1	NSP(1)	=	3131
CZAS WEJSCIA POCIAGU 1	TWP(1)	=	2.
WYBIEG PRZY POCHYLENIU < NIZ	WGPWYB	=	-2.00
WYBIEG PRZY PREDKOSCI > NIZ	WDVPIL	=	65.00
WYBIEG PRZY PREDKOSCI > NIZ	WEVWYB	=	60.00
MAKSYMALNA PREDKOSC POCIAGU	VGG	=	70.
KIERUNEK JAZDY POCIAGU	KIER	=	-1
ZATRZ. POC. NA STACJACH	ZNS	=	TAK
POCZATKOWE POLOZENIE POC.	PP	=	102700.
JAZDA Z WYBIEGU	WYB	=	NIE
JAZDA Z WYBIEGU NA SPADKU	WYBS	=	NIE
ODZYSK ENERGII	ODZYSK	=	NIE
WYBIEG NA SPAD. PRZY V > NIZ	WDVWNS	=	40.00
JAZDA TYPU "PILA"	PILA	=	NIE
DODATKOWE ZATRZYMANIA	DZ	=	TAK
LICZBA DODATKOWYCH ZATRZ.	LDZ	=	2
WSPOLRZEDNA DODAT.ZATRZ. 1	WDZ(1)	=	56267.
WSPOLRZEDNA DODAT.ZATRZ. 2	WDZ(2)	=	102700.
CZAS DODATKOWYCH .ZATRZ. 1	TDZ(1)	=	2.
CZAS DODATKOWYCH .ZATRZ. 2	TDZ(2)	=	2.
NAZWA ZBIORU CHAR. TRAKC.	NZTC	=	T
LICZBA CHAR. TRAKC.	LCT	=	5

PARAMETRY POSZCZEGOLNYCH CHARAKTERYSTYK TRAKCYJNYCH

NCT	VMINCH	VMAXCH	ACH	BCH	CCH
1	.00	12.50	0.	0.	300431.
2	12.50	30.00	0.	0.	288168.
3	30.00	48.75	0.	0.	257512.
4	48.75	50.50	1096.	-132625.	4118440.
5	50.00	120.00	35.	-7272.	493000.

NAZWA ZBIORU CHAR. HAMOWANIA : NZCH = H2
PARAMETRY POSZCZEGOLNYCH CHARAKTERYSTYK HAMOWANIA

	NCH	AH	BH	CH
1		.000182	-.008952	.269030
2		.000012	-.002252	.200874

WYNIKI OBLICZEN - DLA JAZDY FOSOWNEJ

NUMER SYSTEMOWY POCIAGU = 3131
NUMER POCIAGU = 1
PRZEBYTA DROGA [km] = 46.433
CZAS PRZEJAZDU [h.m.s] = 1:20:21
SERDNIA PRĘDKOŚĆ PRZEJAZDU [km/h] = 34.669
ZUŻYTA ENERGIA [KWH] = 2141.748

WYNIKI OBLICZEN - DLA JAZDY Z WYBIEGIEM

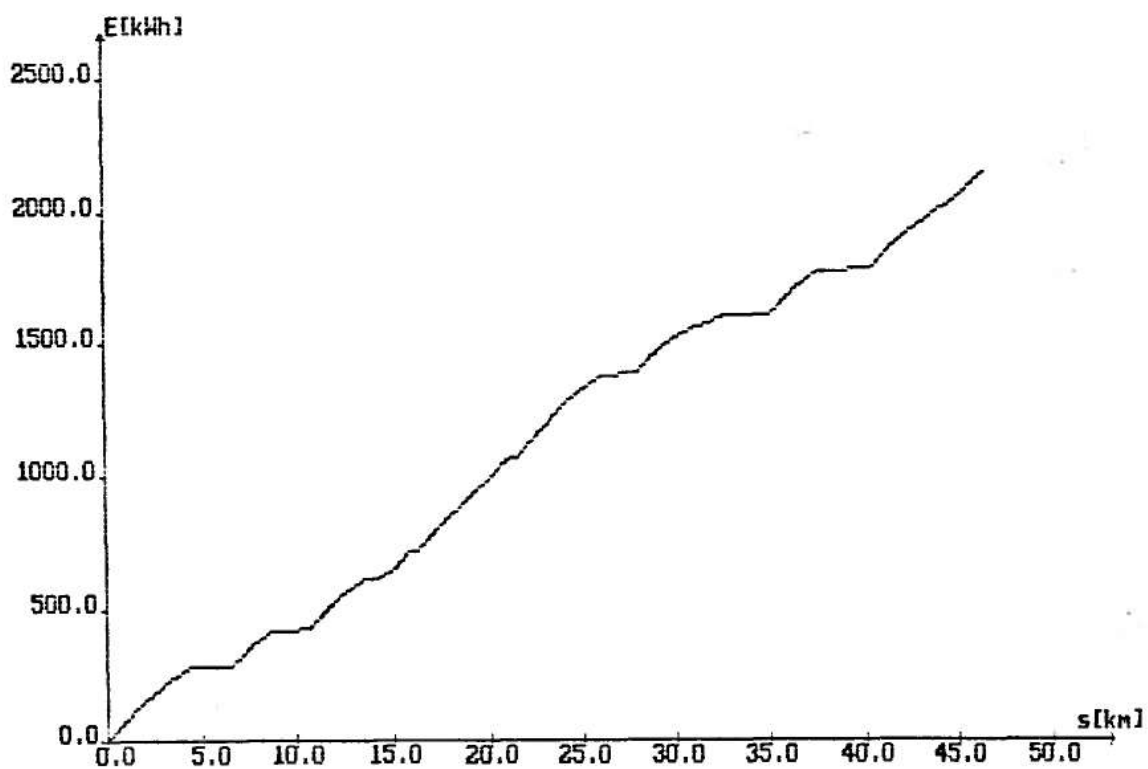
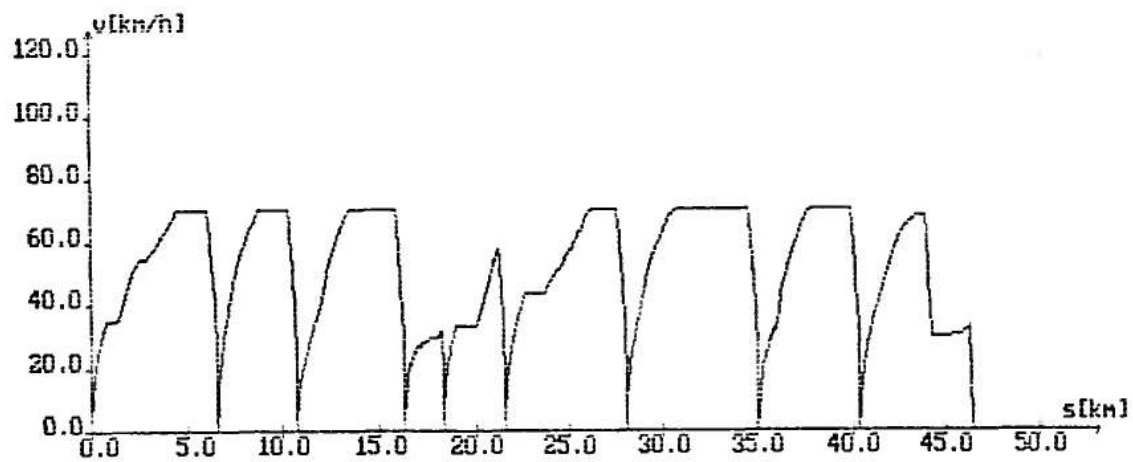
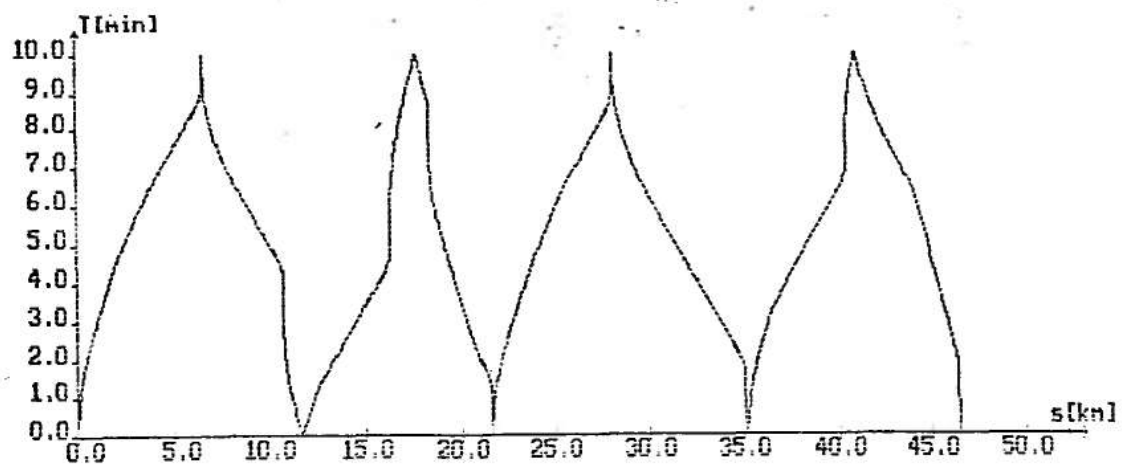
NUMER SYSTEMOWY POCIAGU = 3131
NUMER POCIAGU = 1
PRZEBYTA DROGA [km] = 46.433
CZAS PRZEJAZDU [h.m.s] = 1:24:52
SERDNIA PRĘDKOŚĆ PRZEJAZDU [km/h] = 32.827
ZUŻYTA ENERGIA [KWH] = 1696.936

WYNIKI OBLICZEN - DLA JAZDY Z WYBIEGIEM I "PILA"

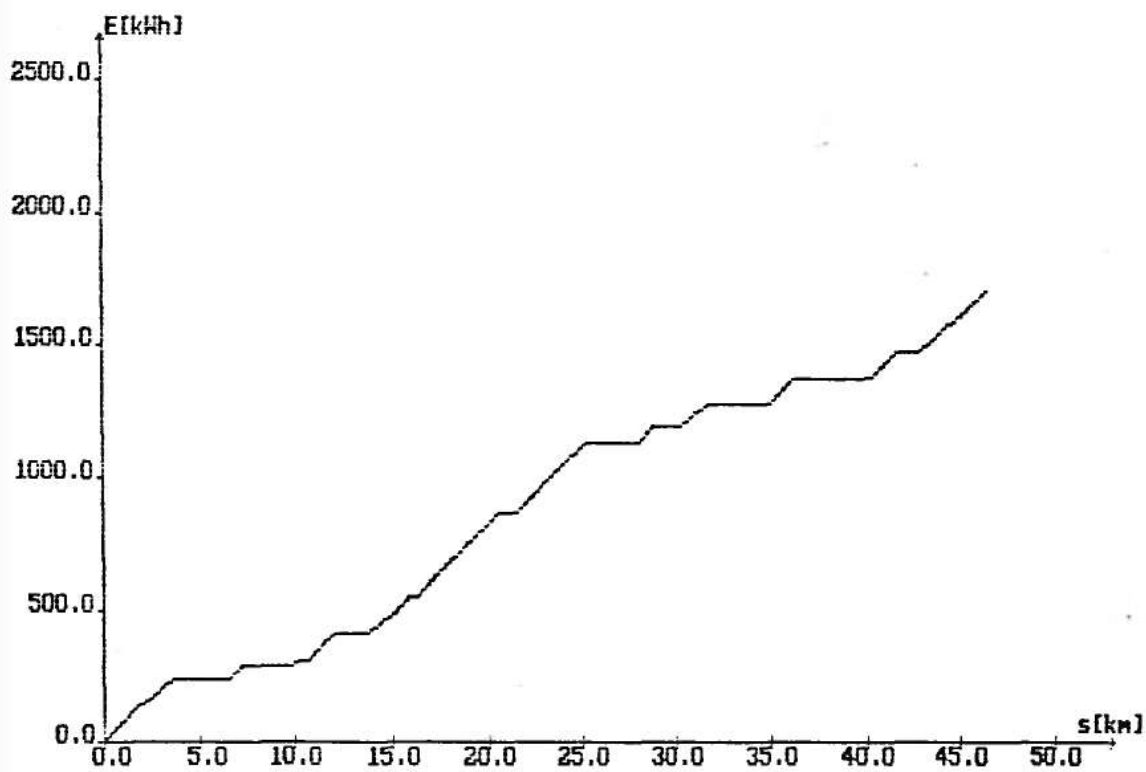
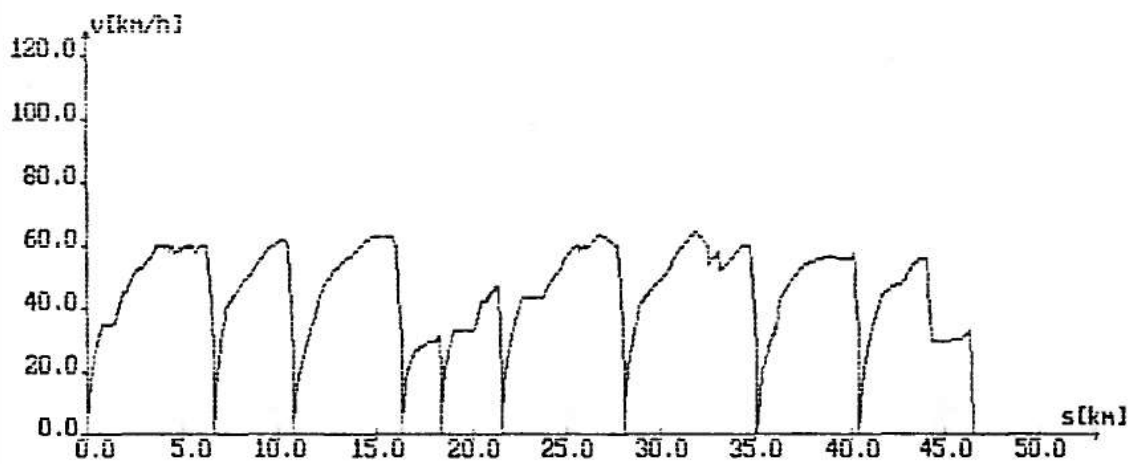
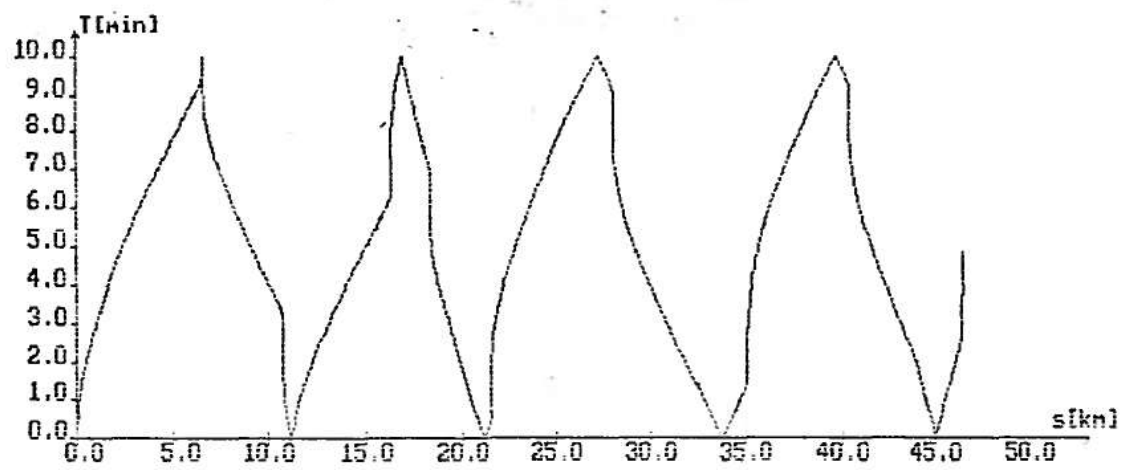
NUMER SYSTEMOWY POCIAGU = 3131
NUMER POCIAGU = 1
PRZEBYTA DROGA [km] = 46.433
CZAS PRZEJAZDU [h.m.s] = 1:24:52
SERDNIA PRĘDKOŚĆ PRZEJAZDU [km/h] = 32.827
ZUŻYTA ENERGIA [KWH] = 1696.936

WYNIKI OBLICZEN - DLA JAZDY "PILA"

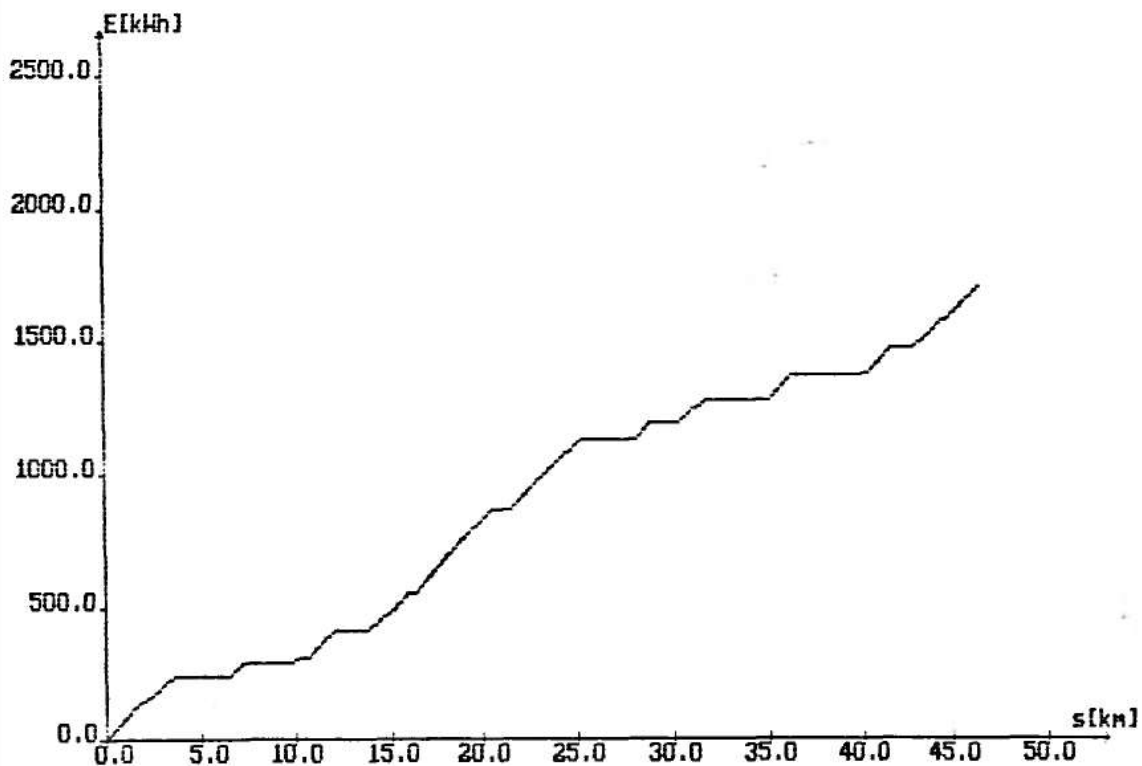
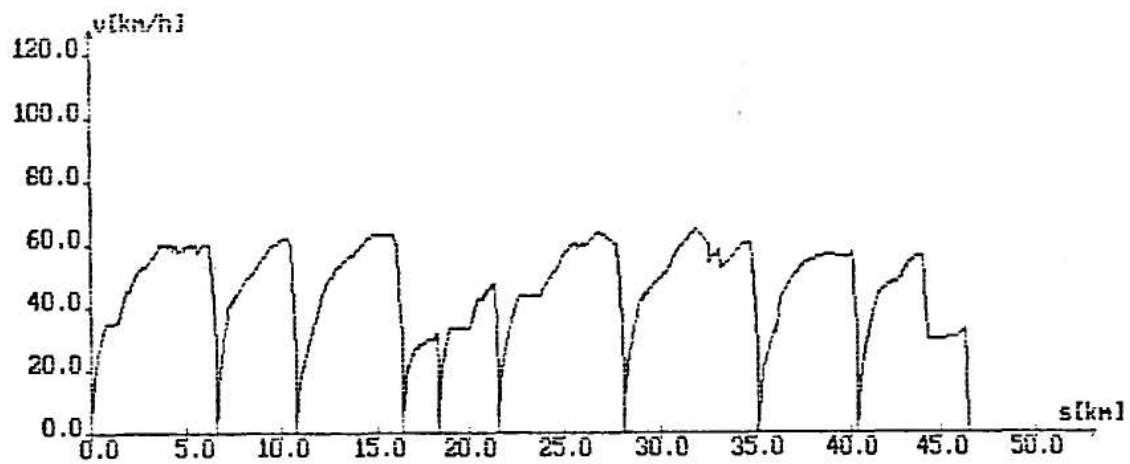
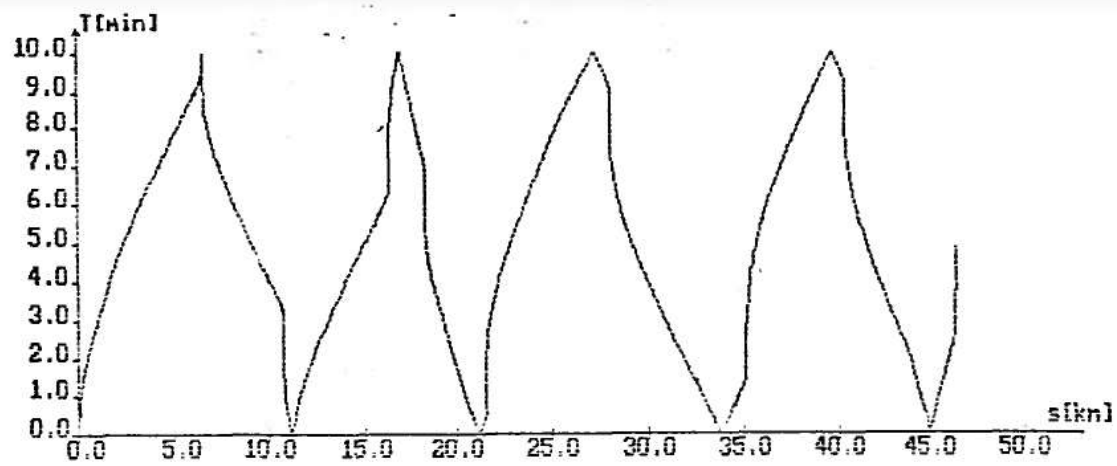
NUMER SYSTEMOWY POCIAGU = 3131
NUMER POCIAGU = 1
PRZEBYTA DROGA [km] = 46.433
CZAS PRZEJAZDU [h.m.s] = 1:20:40
SERDNIA PRĘDKOŚĆ PRZEJAZDU [km/h] = 34.533
ZUŻYTA ENERGIA [KWH] = 2053.973



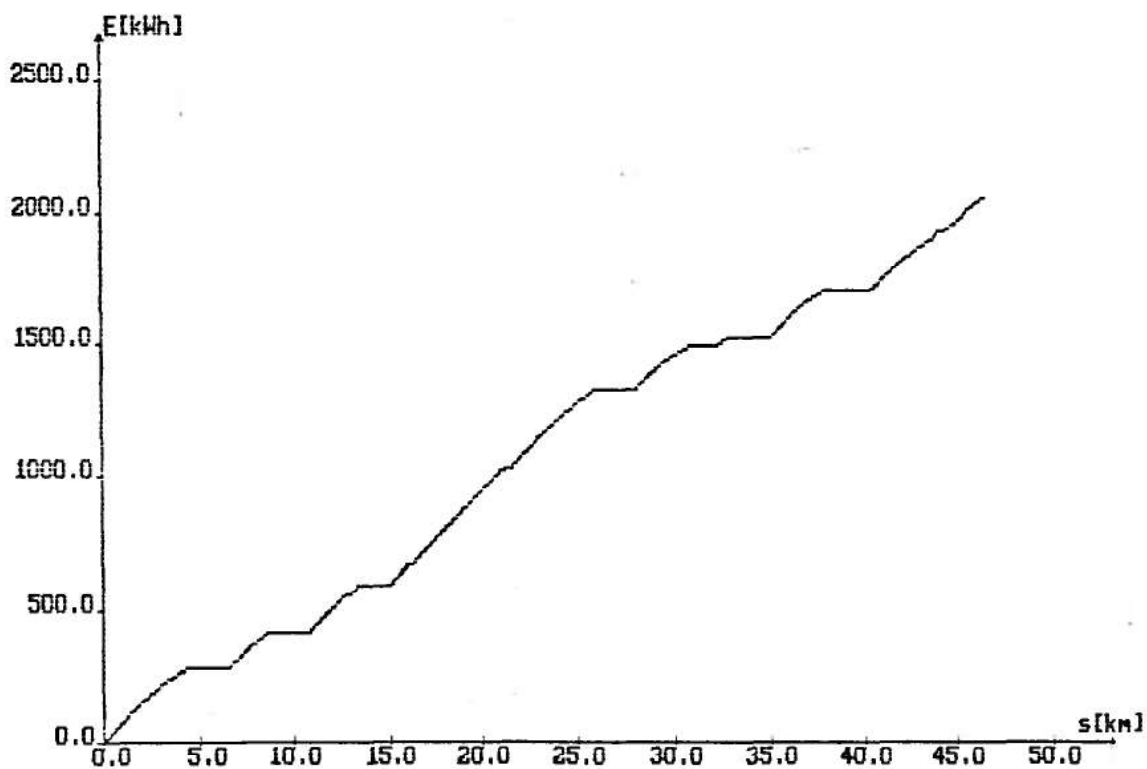
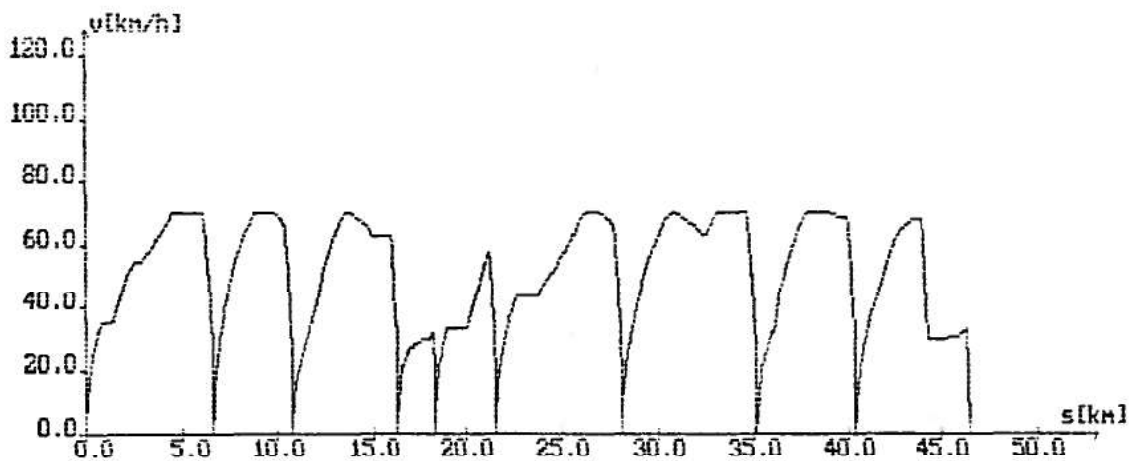
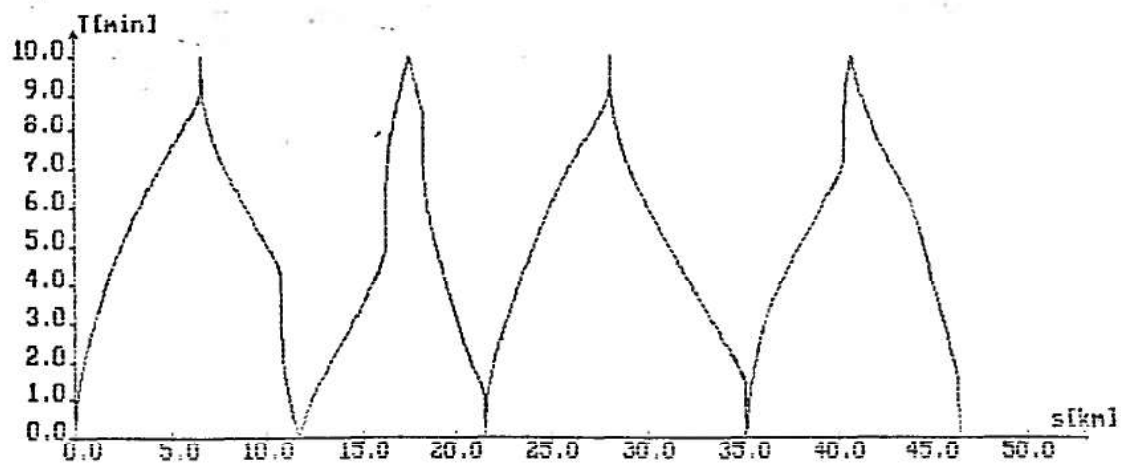
Rys. Wykresy przebiegu zmian: $t(s)$, $v(s)$, $E(s)$ dla poc.nr



Rys. Wykresy przebiegu zmian: $t(s)$, $v(s)$, $E(s)$ dla poc.nr



Rys. Wykresy przebiegu zmian: $t(s)$, $v(s)$, $E(s)$ dla poc.nr



Rys. Wykresy przebiegu zmian: $t(s)$, $v(s)$, $E(s)$ dla poc.nr

WYNIKI OBLICZEN DLA JAZDY Z ODZYSKIEM ENERGII

WYNIKI OBLICZEN - DLA JAZDY PFRSOWNEJ

NUMER SYSTEMOWY POCIAGU	=	3131
NUMER POCIAGU	=	1
PRZEBYTA DROGA [km]	=	46.433
CZAS PRZEJAZDU [h.m.s]	=	1:20:21
SERDNIA PREDKOSC PRZEJAZDU [km/h]	=	34.669
ZUZYTA ENERGIA [KWH]	=	2006.339

WYNIKI OBLICZEN - DLA JAZDY Z WYBIEGIEM

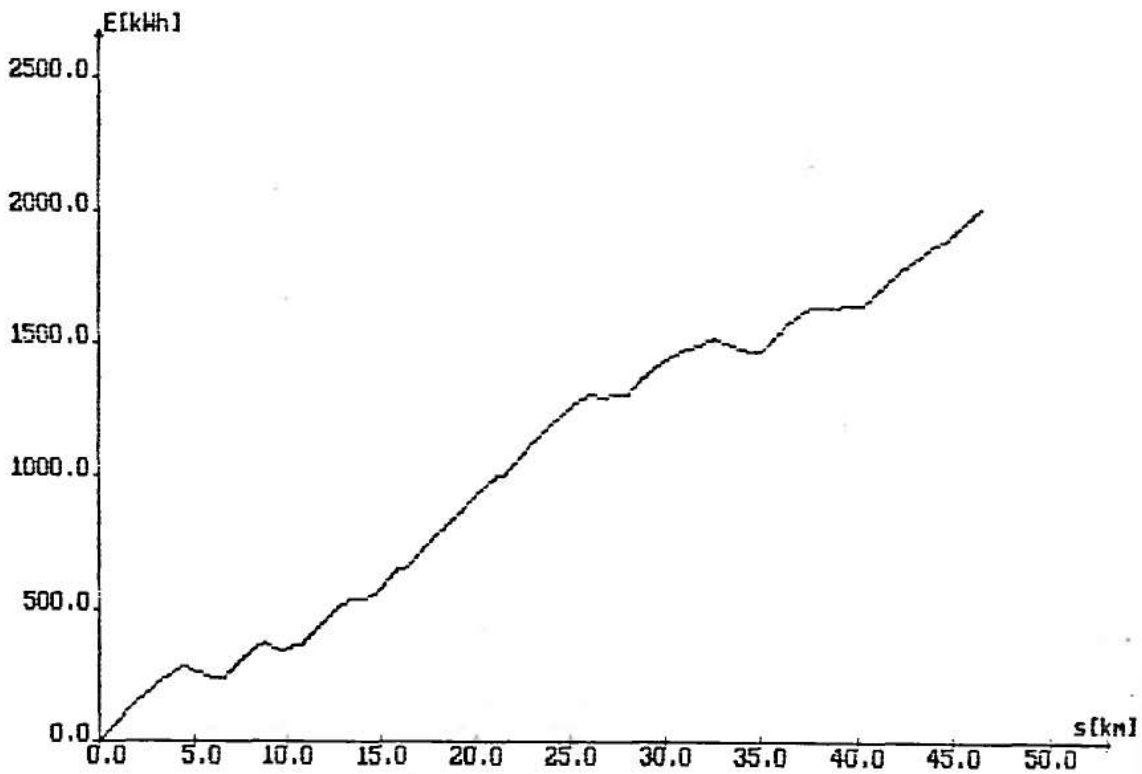
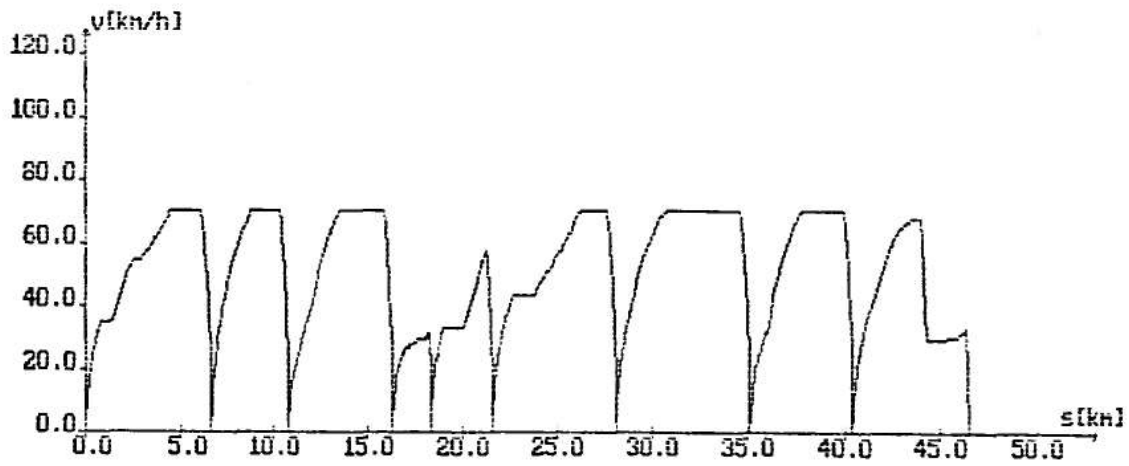
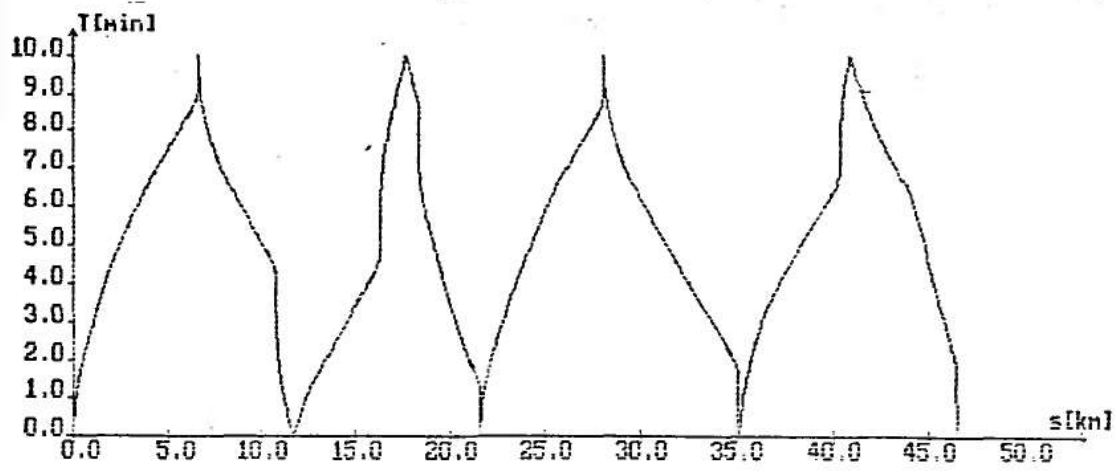
NUMER SYSTEMOWY POCIAGU	=	3131
NUMER POCIAGU	=	1
PRZEBYTA DROGA [km]	=	46.433
CZAS PRZEJAZDU [h.m.s]	=	1:24:52
SERDNIA PREDKOSC PRZEJAZDU [km/h]	=	32.827
ZUZYTA ENERGIA [KWH]	=	1696.936

WYNIKI OBLICZEN - DLA JAZDY Z WYBIEGIEM I "PILA"

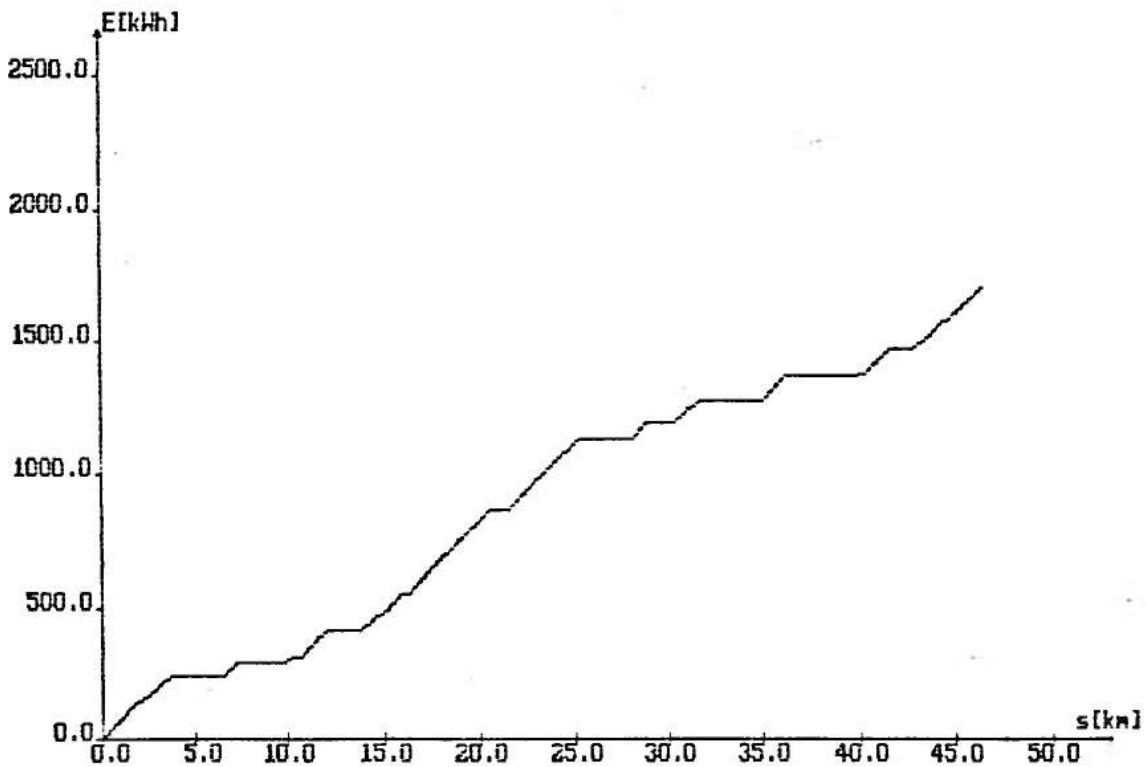
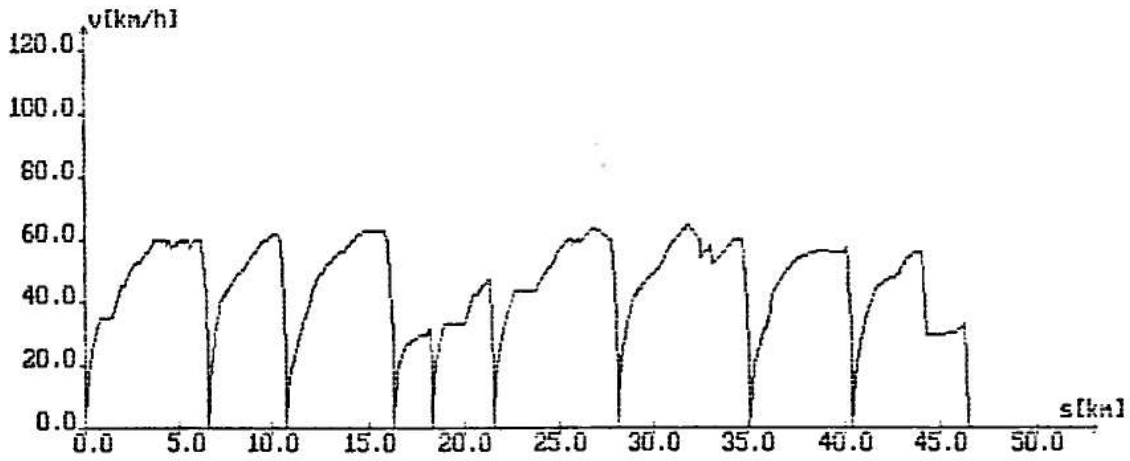
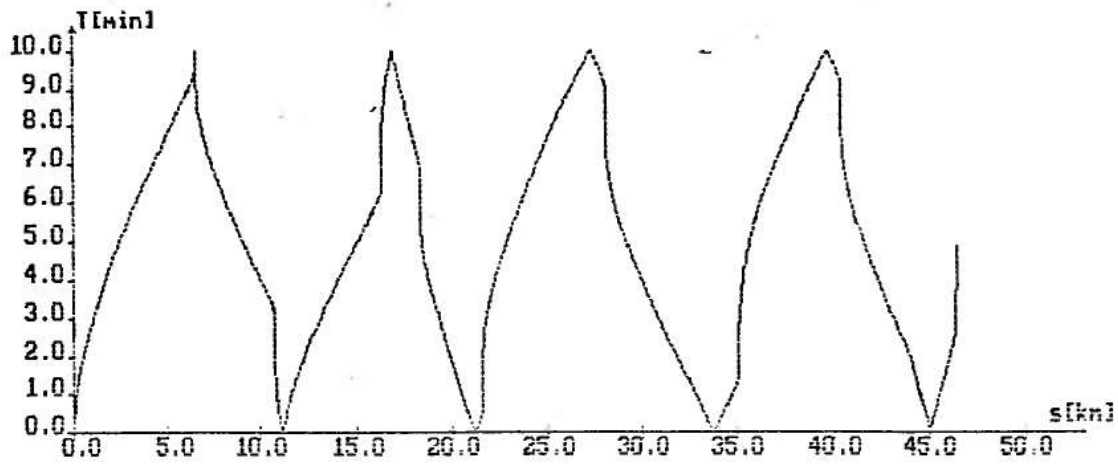
NUMER SYSTEMOWY POCIAGU	=	3131
NUMER POCIAGU	=	1
PRZEBYTA DROGA [km]	=	46.433
CZAS PRZEJAZDU [h.m.s]	=	1:24:52
SERDNIA PREDKOSC PRZEJAZDU [km/h]	=	32.827
ZUZYTA ENERGIA [KWH]	=	1696.936

WYNIKI OBLICZEN - DLA JAZDY "PILA"

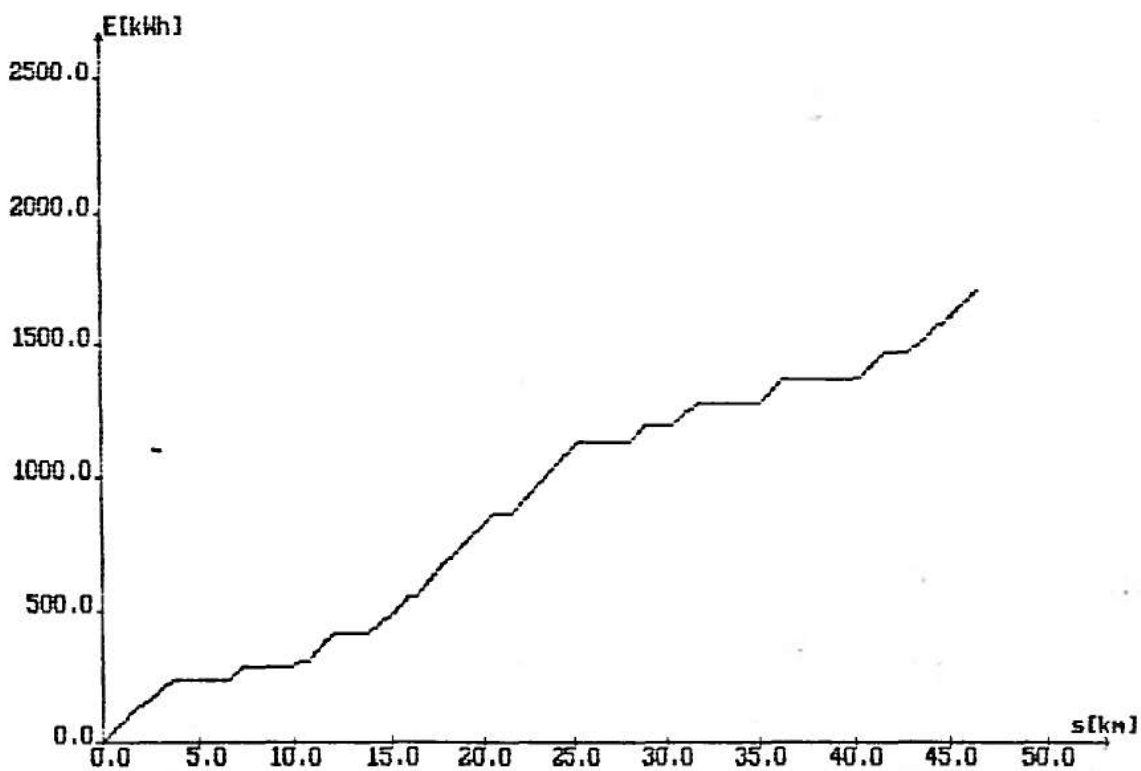
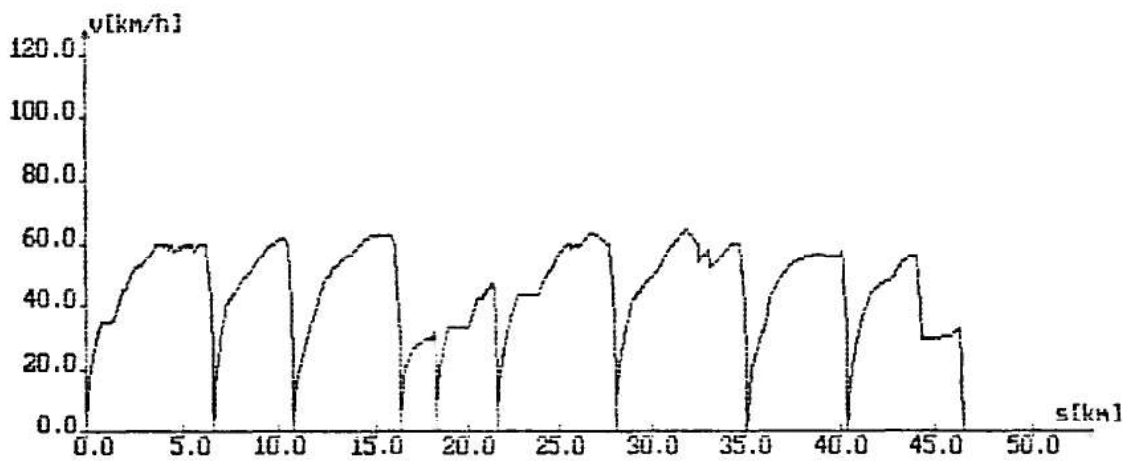
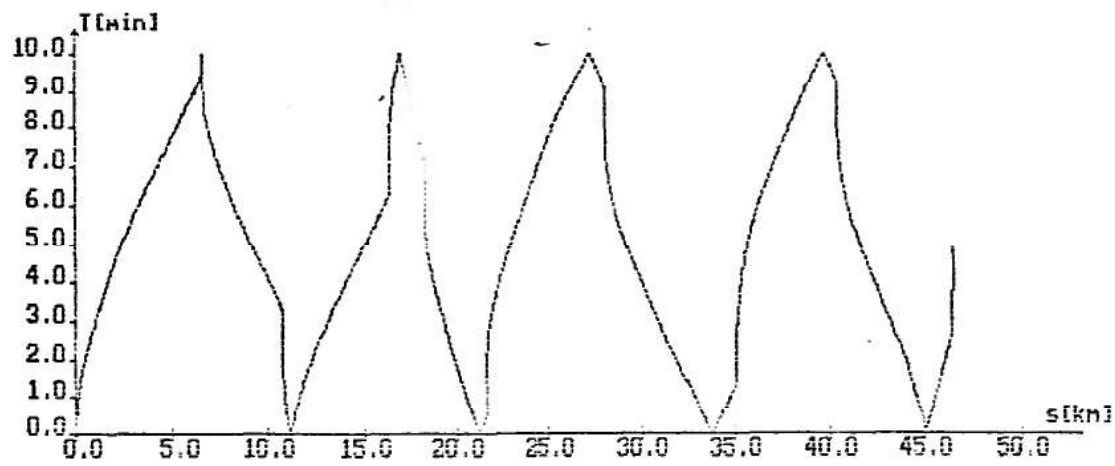
NUMER SYSTEMOWY POCIAGU	=	3131
NUMER POCIAGU	=	1
PRZEBYTA DROGA [km]	=	46.433
CZAS PRZEJAZDU [h.m.s]	=	1:20:40
SERDNIA PREDKOSC PRZEJAZDU [km/h]	=	34.533
ZUZYTA ENERGIA [KWH]	=	1933.823



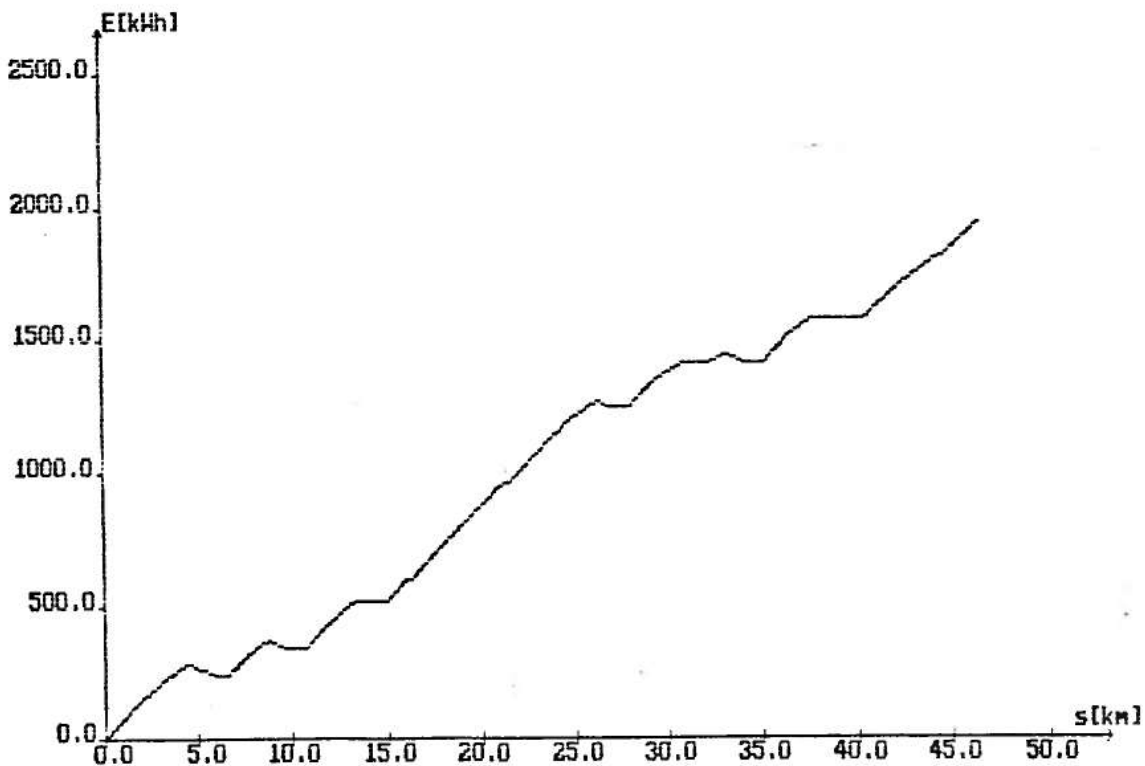
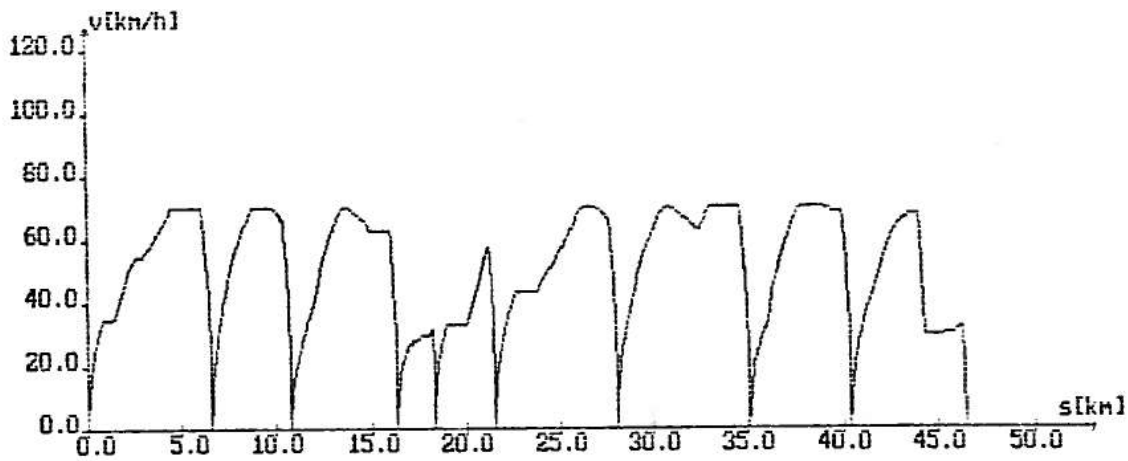
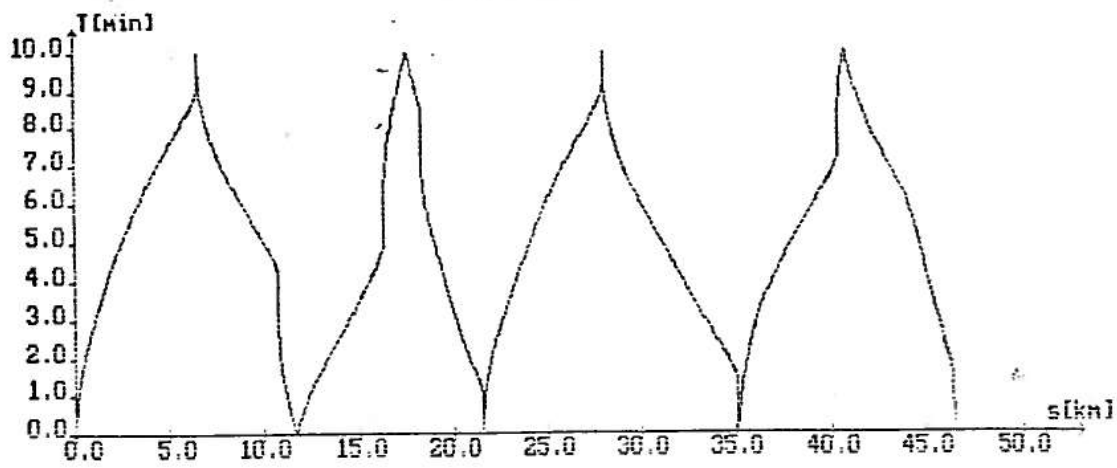
Rys. Wykresy przebiegu zmian: $t(s)$, $v(s)$, $E(s)$ dla poc.nr



Rys. Wykresy przebiegu zmian: $t(s)$, $v(s)$, $E(s)$ dla poc.nr



Rys. Wykresy przebiegu zmian: $t(s)$, $v(s)$, $E(s)$ dla poc.nr



Rys. Wykresy przebiegu zmian: $t(s)$, $v(s)$, $E(s)$ dla poc.nr

Wydruk danych i wyników w formie liczbowej i wykresów dla pociągu towarowego pospiesznego prowadzonego przez lok. ET-22 (char. tr. T, ham.H2) z prędkością maks. 70[km/h] na trasie Radom-Warka dla mas 1320 i 3320[t] (bez i z odzyskiem energii).

LICZBA SYMULOWANYCH POCIAGOW	LP	=	1
RODZAJ TRASY	ITR	=	1
PRZEKROJ WEJSCIOWY KIER=2	WE	=	102700.
PRZEKROJ WYJSCIOWY KIER=2	WY	=	56267.
WEJSCIE DO SYSTEMU KIER=2	WESYS	=	102700.
WYJSCIE Z SYSTEMU KIER=2	WYSYS	=	49759.
MAKSYMALNY KROK DROGI	DXMAX	=	2000.
WSPOLCZYNNIK RO	RO	=	1.06
WIDOCZNOSC SEMAFORA	WIDOK	=	300.
WYDRUK POSREDNI --> AUT	DAUT	=	NIE
WYDRUK POSREDNI --> WKRYT	DVKRYT	=	NIE
WYDRUK POSREDNI --> BIEG	BIEG	=	NIE
WYDRUK POSREDNI --> WYKRES	BIEG	=	TAK
NAZWA ZBIORU DANYCH CHAR. POC. NR 1			DDP92
NAZWA ZBIORU WE --> DANE O UKLADZIE TOROWYM DLA KIERUNKU 2 = -R-W			

DANE CHARAKTERYZUJACE POCIAG NR 1

TYP LOKOMOTYWY	TYPLOK	=	ET-22
MASA LOKOMOTYWY	RML	=	120.
LICZBA OSI LOKOMOTYWY	LOL	=	4
MASA WAGONOW	RMW	=	1200.
LICZBA WAGONOW	RLW	=	15.
LICZBA OSI WAGONOW	LOW	=	45
RODZAJ LOZYSK	RLOZ	=	TOCZNE
KATEGORIA POCIAGU (PAS,TOW)	TP	=	TOWAROWY
RODZAJ POCIAGU (OB,P,EX)	RP	=	POSPIESZNY
ODSETEK MASY HAMUJACEJ	OMH	=	.40
DLUGOSC POCIAGU	RL	=	245.
NUMER POCIAGU 1	NSP(1)	=	1313
CZAS WEJSCIA POCIAGU 1	TWP(1)	=	2.
WYBIEG PRZY POCHYLENIU < NIZ	WGPWYB	=	-2.00
WYBIEG PRZY PREDKOSCI > NIZ	WDVPIL	=	65.00
WYBIEG PRZY PREDKOSCI > NIZ	WGVWYS	=	60.00
MAKSYMALNA PREDKOSC POCIAGU	VSS	=	70.
KIERUNEK JAZDY POCIAGU	KIER	=	-1
ZATRZ. POC. NA STACJACH	ZNS	=	NIE
POCZATKOWE POLOZENIE POC.	PP	=	102700.
JAZDA Z WYBIEGU	WYB	=	NIE
JAZDA Z WYBIEGU NA SPADKU	WYBS	=	NIE
ODZYSK ENERGII	ODZYSK	=	NIE
WYBIEG NA SPAD. PRZY V > NIZ	WDVWNS	=	40.00
JAZDA TYPU "PILA"	PILA	=	NIE
DODATKOWE ZATRZYMANIA	DZ	=	TAK
LICZBA DODATKOWYCH ZATRZ.	LDZ	=	2
WSPOLRZEDNA DODAT.ZATRZ. 1	WDZ(1)	=	56267.
WSPOLRZEDNA DODAT.ZATRZ. 2	WDZ(2)	=	102700.
CZAS DODATKOWYCH .ZATRZ. 1	TDZ(1)	=	2.
CZAS DODATKOWYCH .ZATRZ. 2	TDZ(2)	=	2.
NAZWA ZBIORU CHAR. TRAKC.	NZTC	=	T
LICZBA CHAR. TRAKC.	LCT	=	5

PARAMETRY POSZCZEGOLNYCH CHARAKTERYSTYK TRAKCYJNYCH

NCT	VMINCH	VMAXCH	ACH	BCH	CCH
1	.00	12.50	0.	0.	300431.
2	12.50	30.00	0.	0.	289168.
3	30.00	48.75	0.	0.	257612.
4	48.75	50.50	1096.	-132625.	4119440.
5	50.00	120.00	35.	-7272.	493000.

NAZWA ZEBORU CHAR. HAMOWANIA NZCH = H2

PARAMETRY POSZCZEGOLNYCH CHARAKTERYSTYK HAMOWANIA

NCH	AH	BA	CH
1	.000182	-.008952	.269030
2	.000012	-.002252	.200874

WYNIKI OBLICZEN - DLA JAZDY FOSOWNEJ

NUMER SYSTEMOWY POCIAGU = 1313
 NUMER POCIAGU = 1
 PRZEBYTA DROGA [km] = 46.433
 CZAS PRZEJAZDU [h.m.s] = 0:44:16
 SERDNIA PRĘDKOŚĆ PRZEJAZDU [km/h] = 62.928
 ZUŻYTA ENERGIA [KWH] = 584.733

WYNIKI OBLICZEN - DLA JAZDY Z WYBIEGIEM

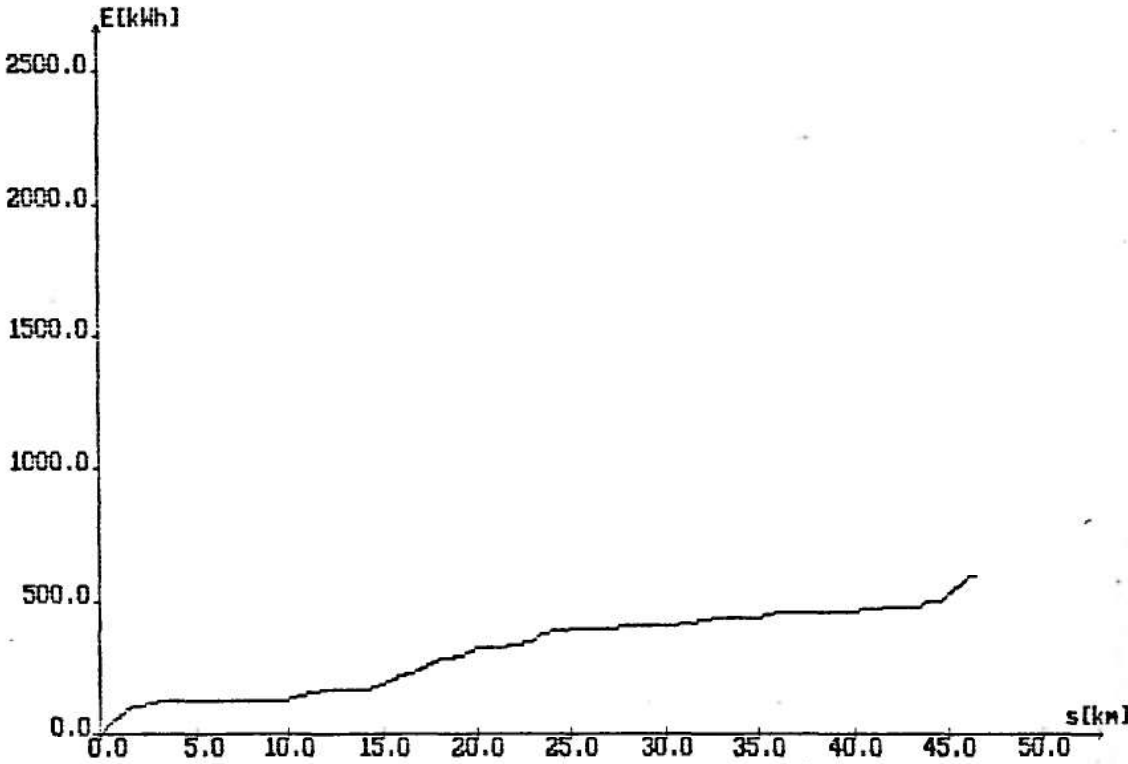
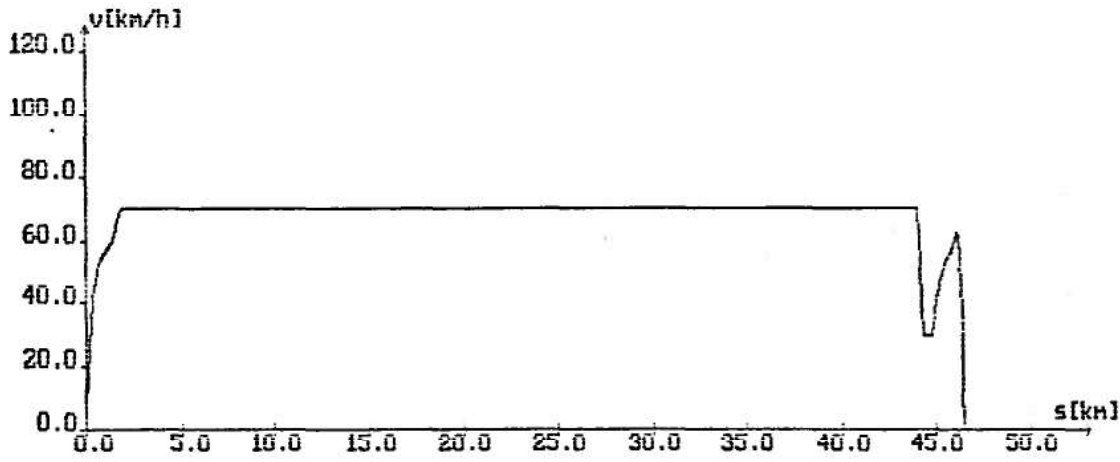
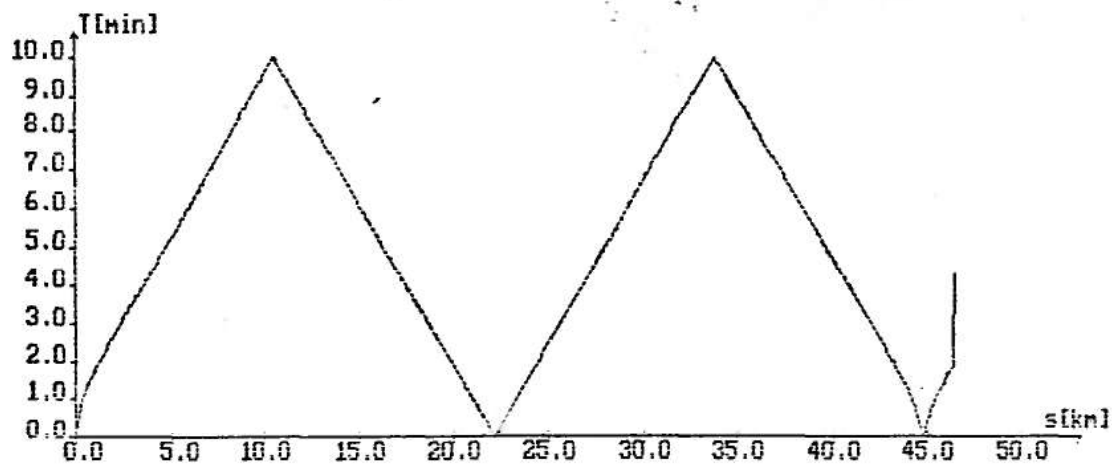
NUMER SYSTEMOWY POCIAGU = 1313
 NUMER POCIAGU = 1
 PRZEBYTA DROGA [km] = 46.433
 CZAS PRZEJAZDU [h.m.s] = 0:44:27
 SERDNIA PRĘDKOŚĆ PRZEJAZDU [km/h] = 62.655
 ZUŻYTA ENERGIA [KWH] = 551.380

WYNIKI OBLICZEN - DLA JAZDY Z WYBIEGIEM I "PILA"

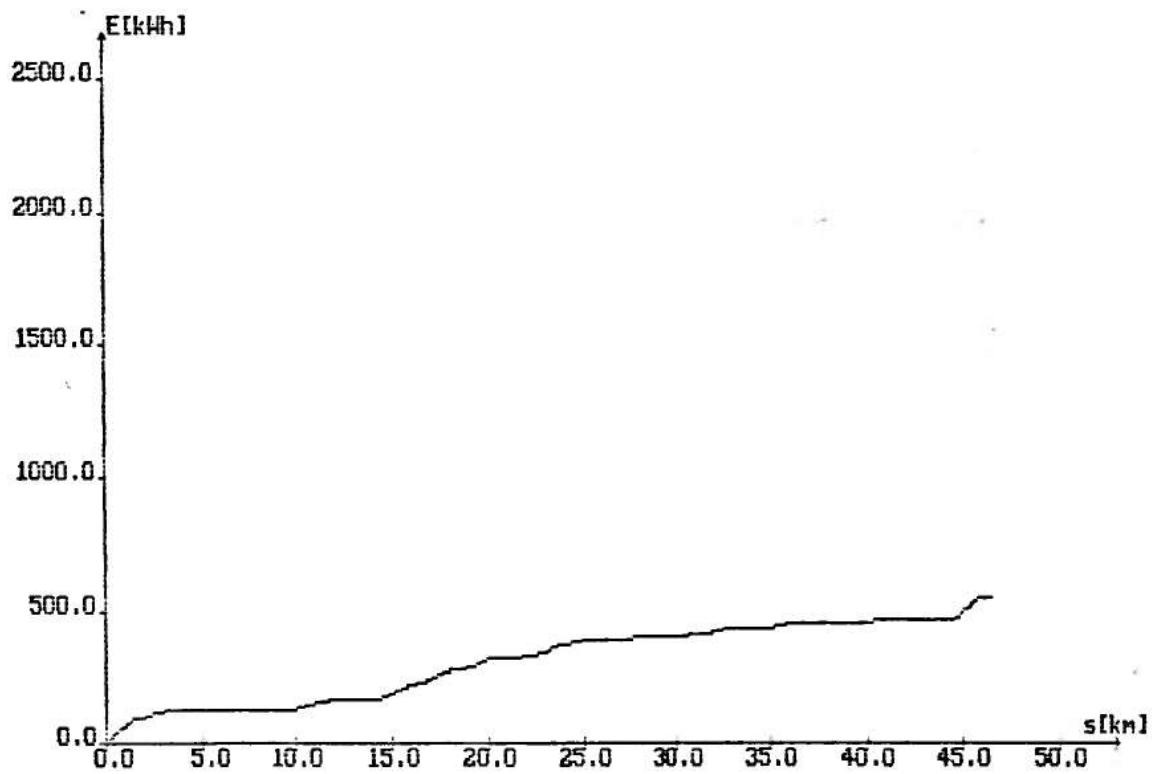
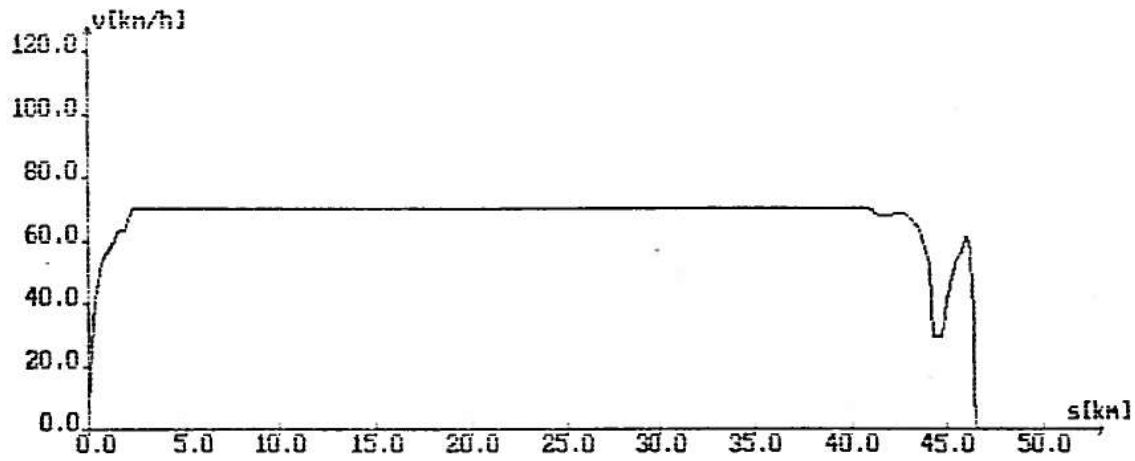
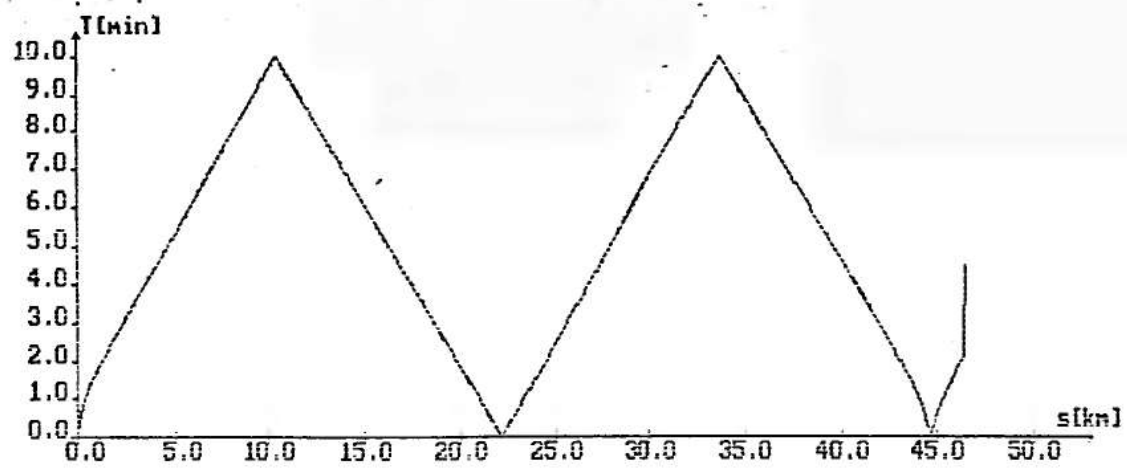
NUMER SYSTEMOWY POCIAGU = 1313
 NUMER POCIAGU = 1
 PRZEBYTA DROGA [km] = 46.433
 CZAS PRZEJAZDU [h.m.s] = 0:45:31
 SERDNIA PRĘDKOŚĆ PRZEJAZDU [km/h] = 61.205
 ZUŻYTA ENERGIA [KWH] = 517.295

WYNIKI OBLICZEN - DLA JAZDY "PILA"

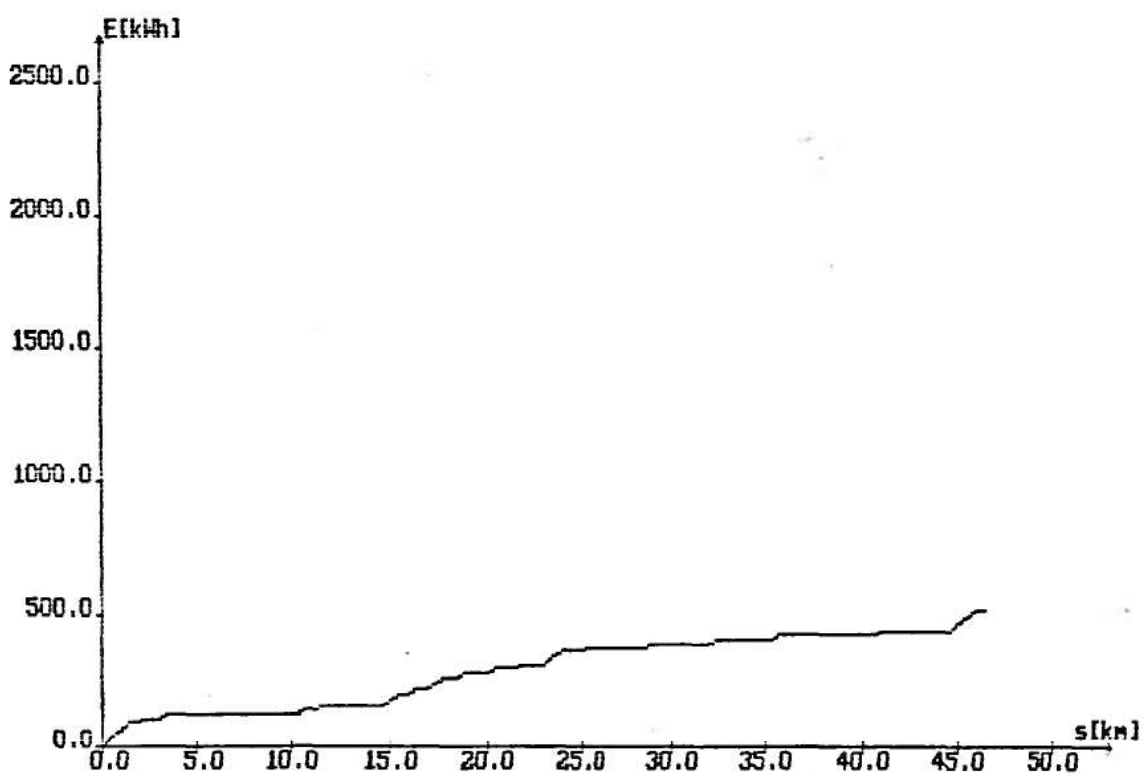
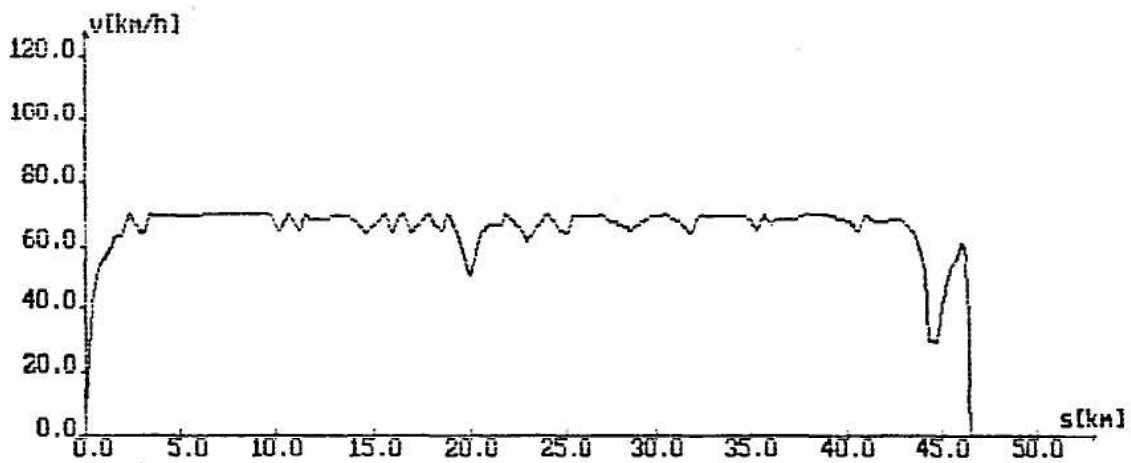
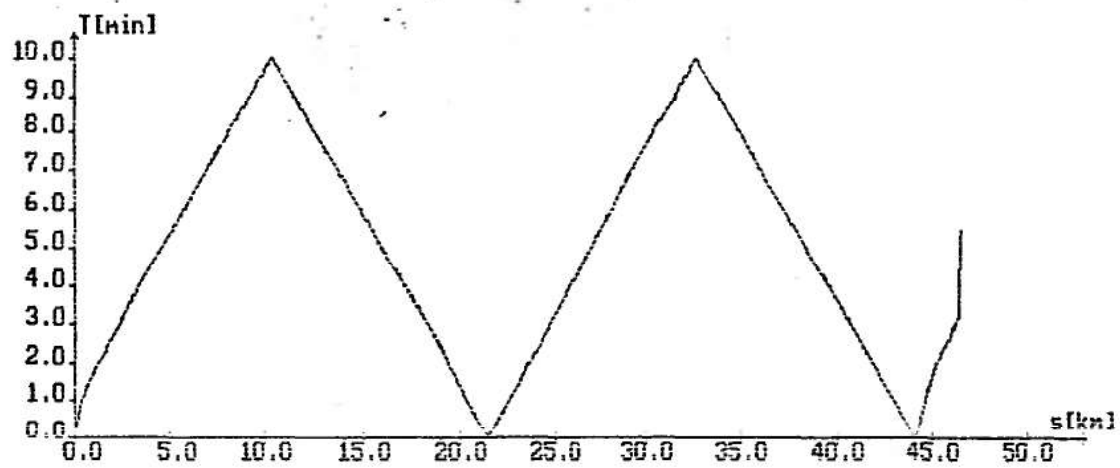
NUMER SYSTEMOWY POCIAGU = 1313
 NUMER POCIAGU = 1
 PRZEBYTA DROGA [km] = 46.433
 CZAS PRZEJAZDU [h.m.s] = 0:45:22
 SERDNIA PRĘDKOŚĆ PRZEJAZDU [km/h] = 61.409
 ZUŻYTA ENERGIA [KWH] = 539.474



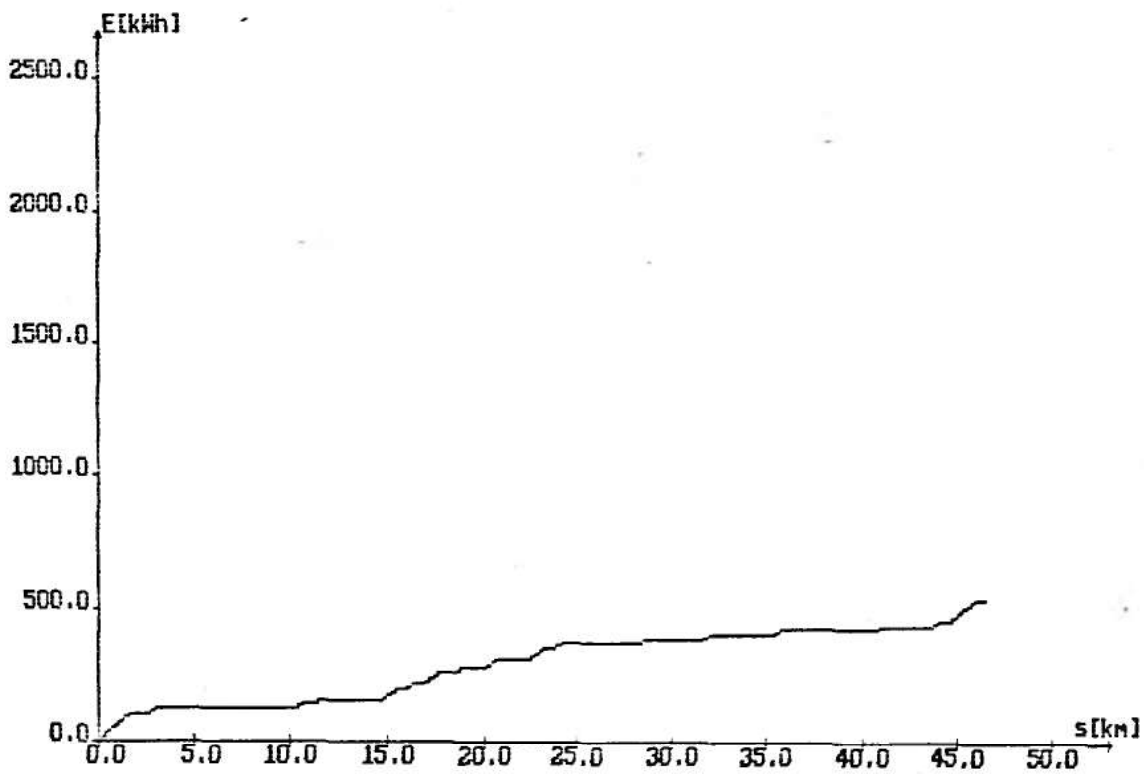
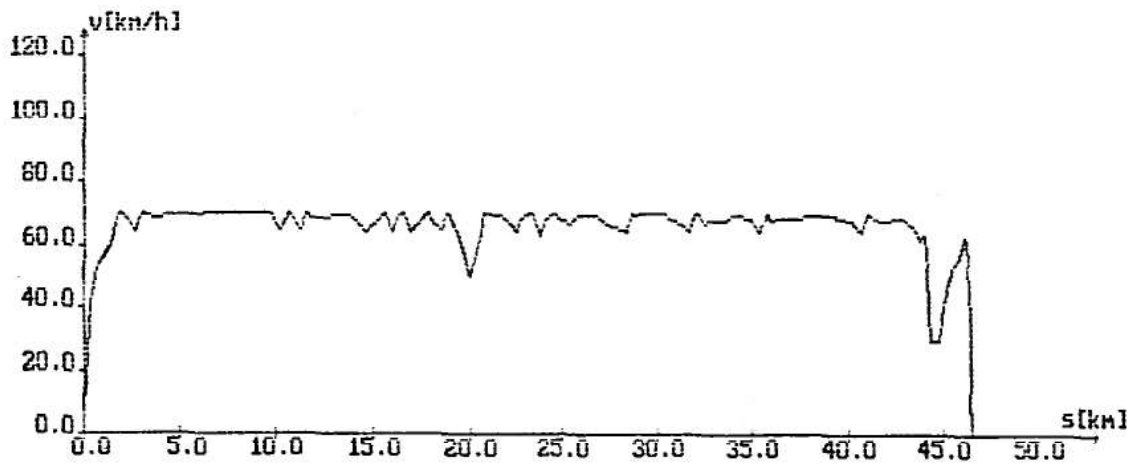
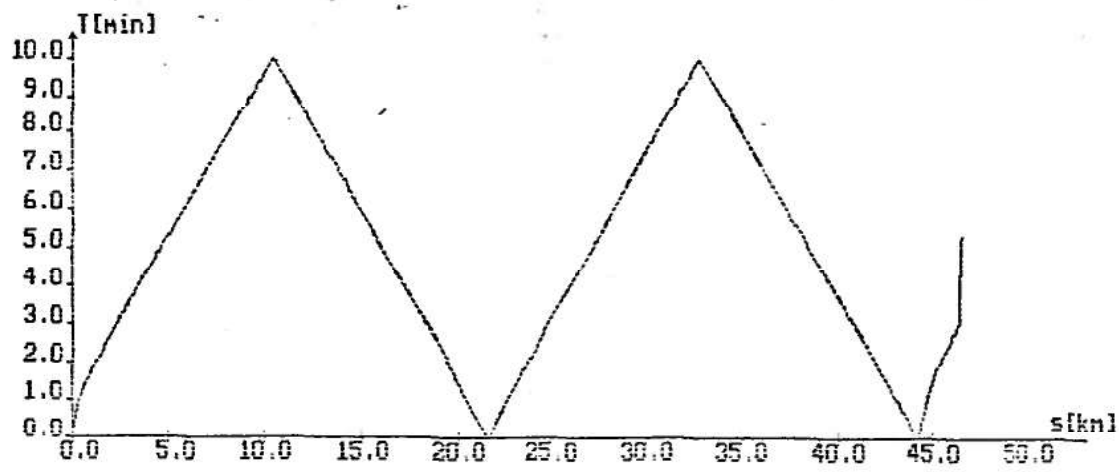
Rys. Wykresy przebiegu zmian: $t(s)$, $v(s)$, $E(s)$ dla poc.nr



Rys. Wykresy przebiegu zmian: $t(s)$, $v(s)$, $E(s)$ dla poc.nr



Rys. Wykresy przebiegu zmian: $t(s)$, $v(s)$, $E(s)$ dla poc.nr



Rys. Wykresy przebiegu zmian: $t(s)$, $v(s)$, $E(s)$ dla poc.nr

- WYNIKI OBLICZEN DLA JAZDY Z ODZYSKIEM ENERGII

WYNIKI OBLICZEN - DLA JAZDY FORSOWNEJ

NUMER SYSTEMOWY POCIAGU	=	1313
NUMER POCIAGU	=	1
PRZEBYTA DROGA [km]	=	46.433
CZAS PRZEJAZDU [h.m.s]	=	0:44:16
SREDNIA PRĘDKOŚĆ PRZEJAZDU [km/h]	=	62.928
ZUŻYTA ENERGIA [KWH]	=	450.234

WYNIKI OBLICZEN - DLA JAZDY Z WYBIEGIEM

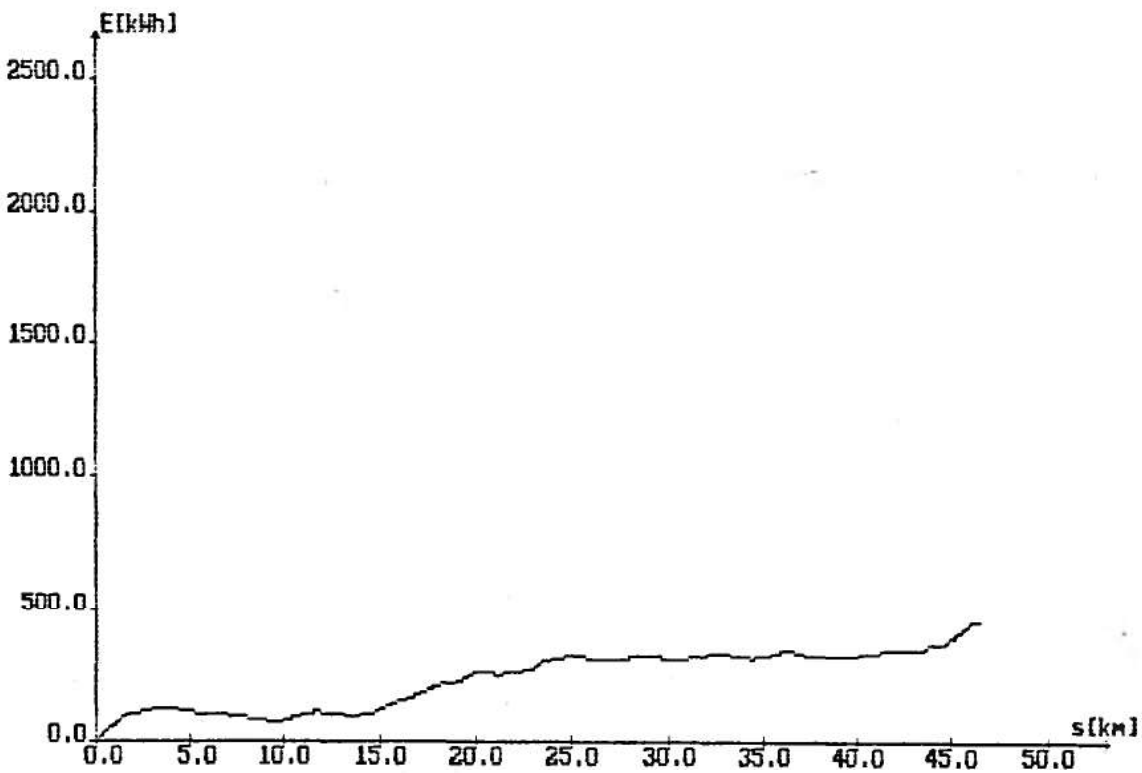
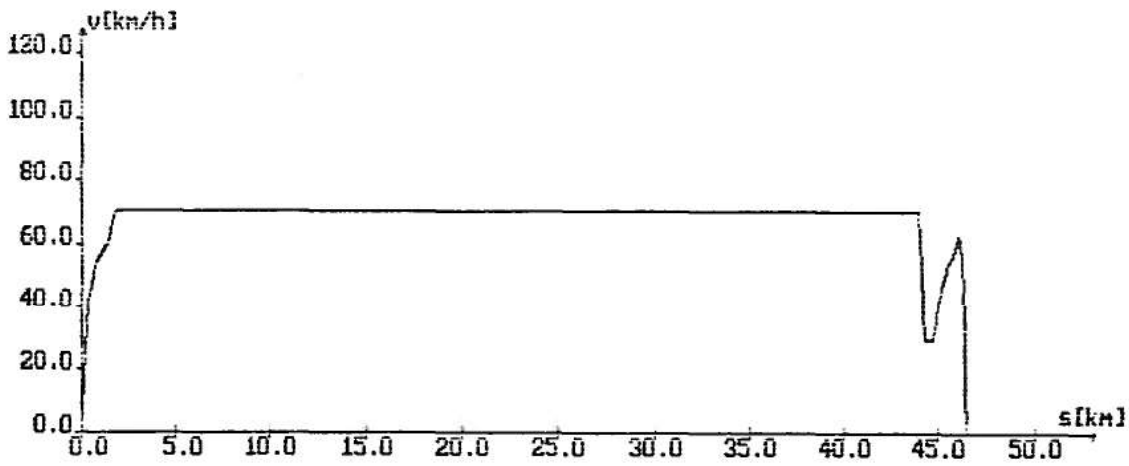
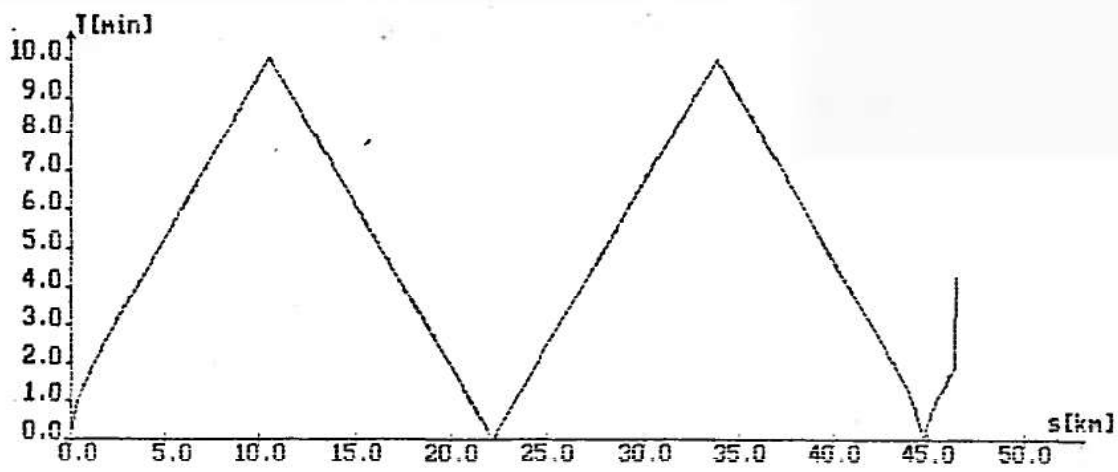
NUMER SYSTEMOWY POCIAGU	=	1313
NUMER POCIAGU	=	1
PRZEBYTA DROGA [km]	=	46.433
CZAS PRZEJAZDU [h.m.s]	=	0:44:27
SREDNIA PRĘDKOŚĆ PRZEJAZDU [km/h]	=	62.655
ZUŻYTA ENERGIA [KWH]	=	418.984

WYNIKI OBLICZEN - DLA JAZDY Z WYBIEGIEM I "PILA"

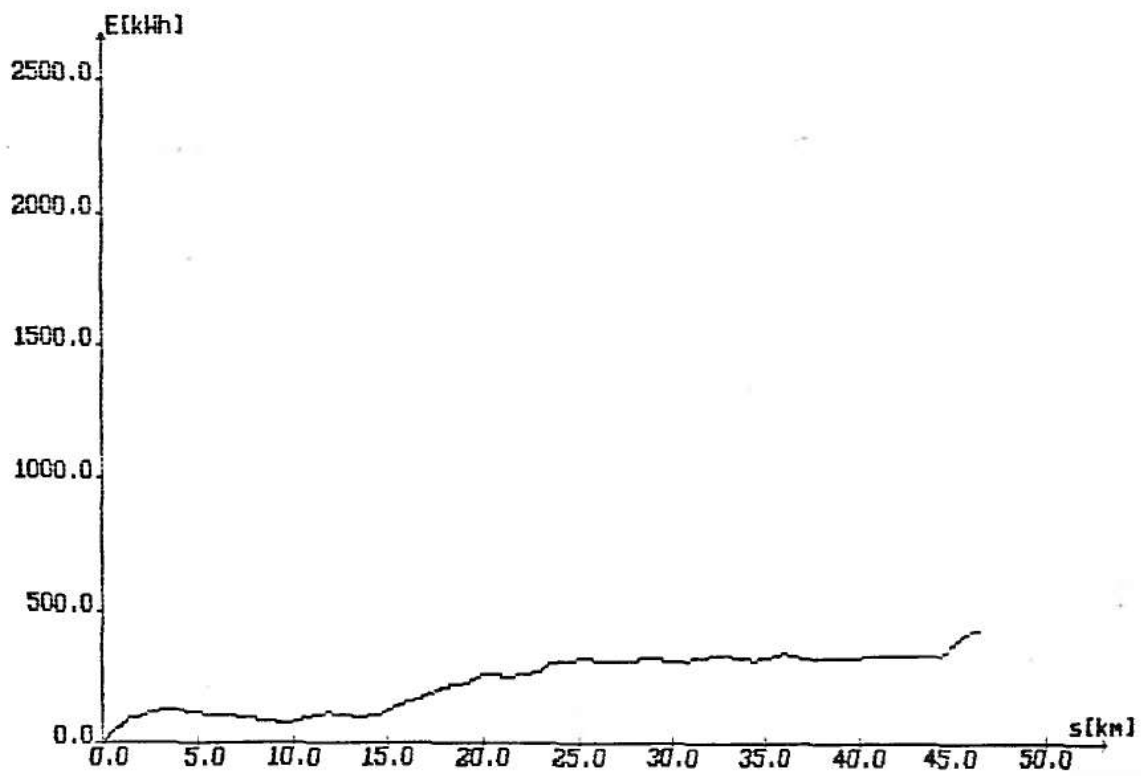
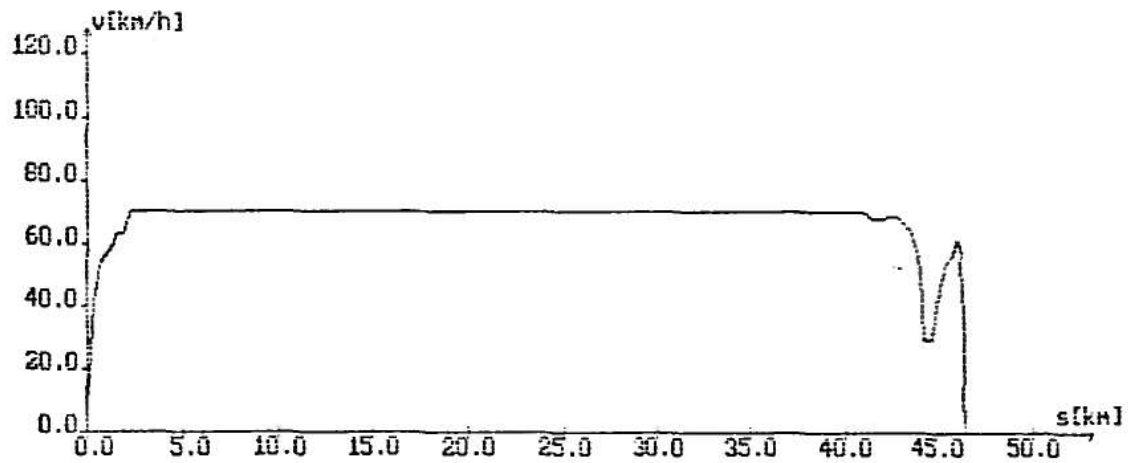
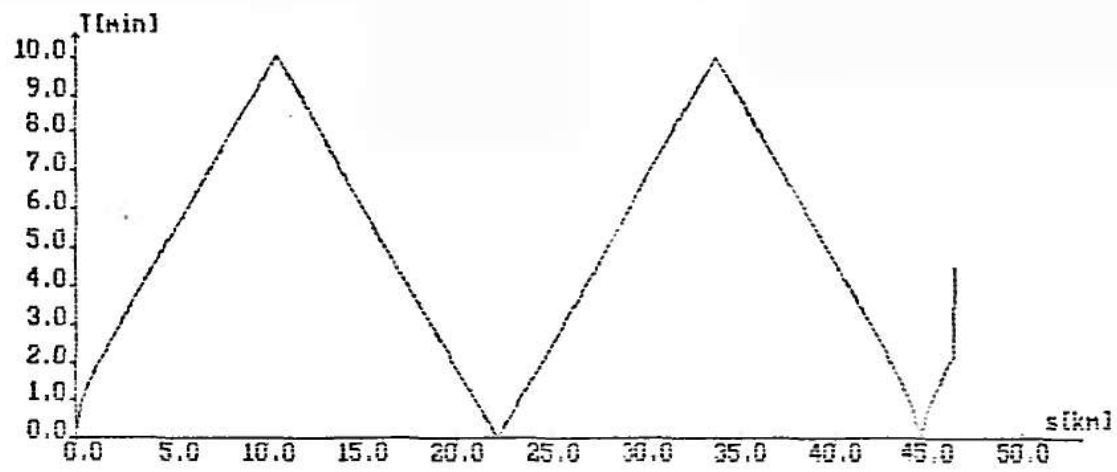
NUMER SYSTEMOWY POCIAGU	=	1313
NUMER POCIAGU	=	1
PRZEBYTA DROGA [km]	=	46.433
CZAS PRZEJAZDU [h.m.s]	=	0:45:31
SREDNIA PRĘDKOŚĆ PRZEJAZDU [km/h]	=	61.205
ZUŻYTA ENERGIA [KWH]	=	408.956

WYNIKI OBLICZEN - DLA JAZDY "PILA"

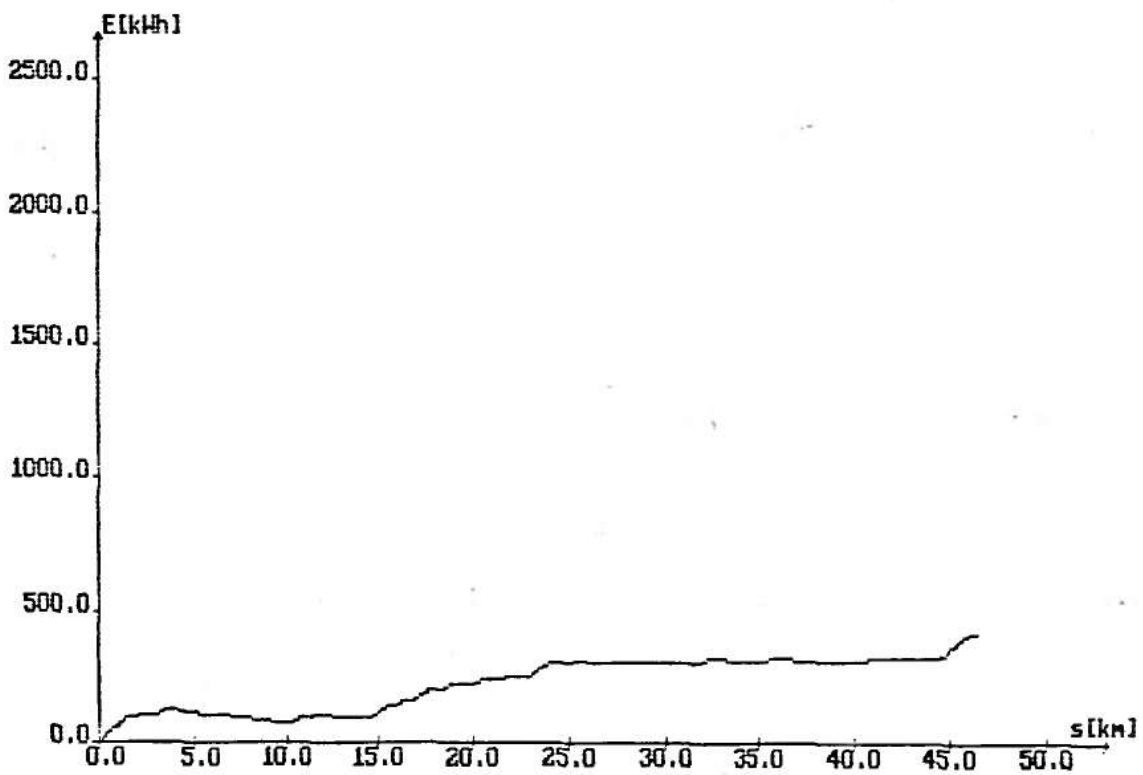
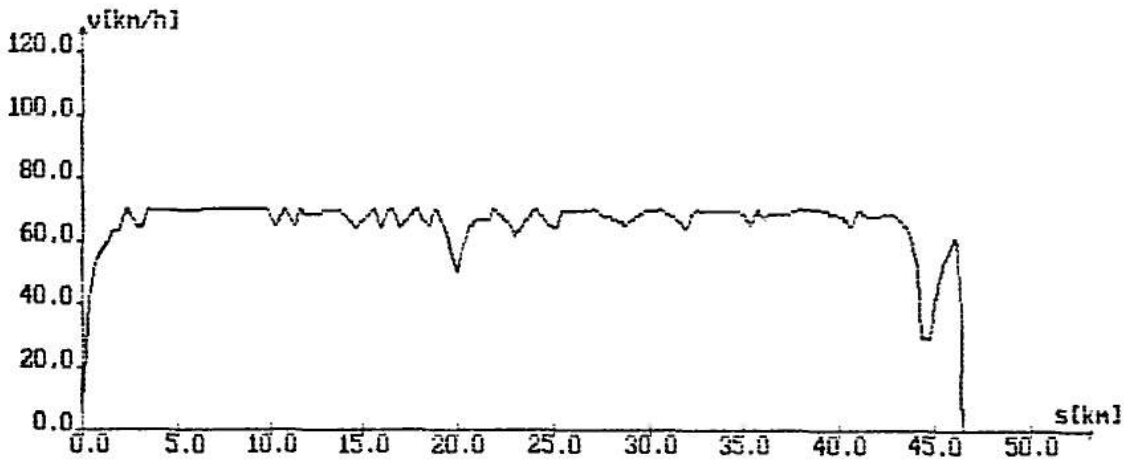
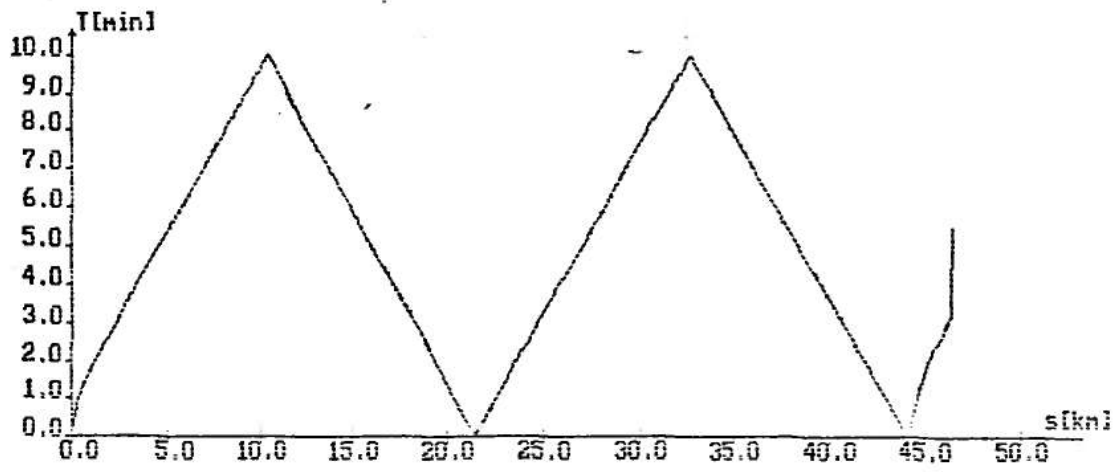
NUMER SYSTEMOWY POCIAGU	=	1313
NUMER POCIAGU	=	1
PRZEBYTA DROGA [km]	=	46.433
CZAS PRZEJAZDU [h.m.s]	=	0:45:22
SREDNIA PRĘDKOŚĆ PRZEJAZDU [km/h]	=	61.409
ZUŻYTA ENERGIA [KWH]	=	430.750



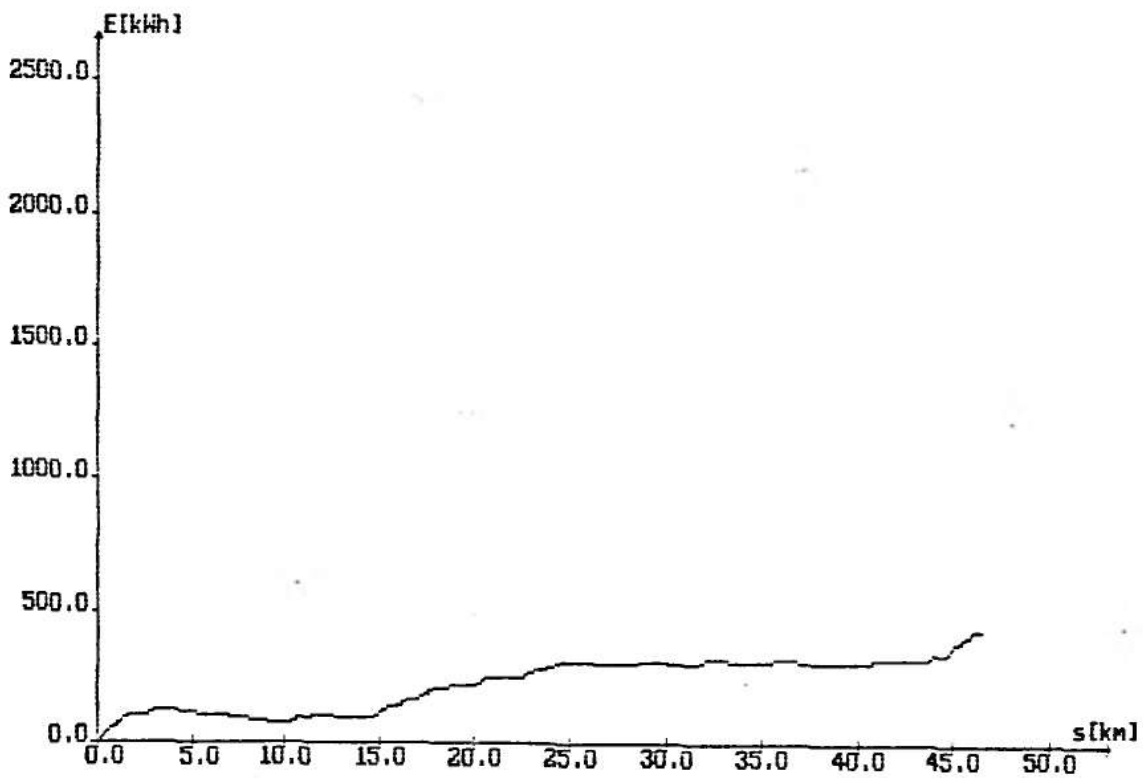
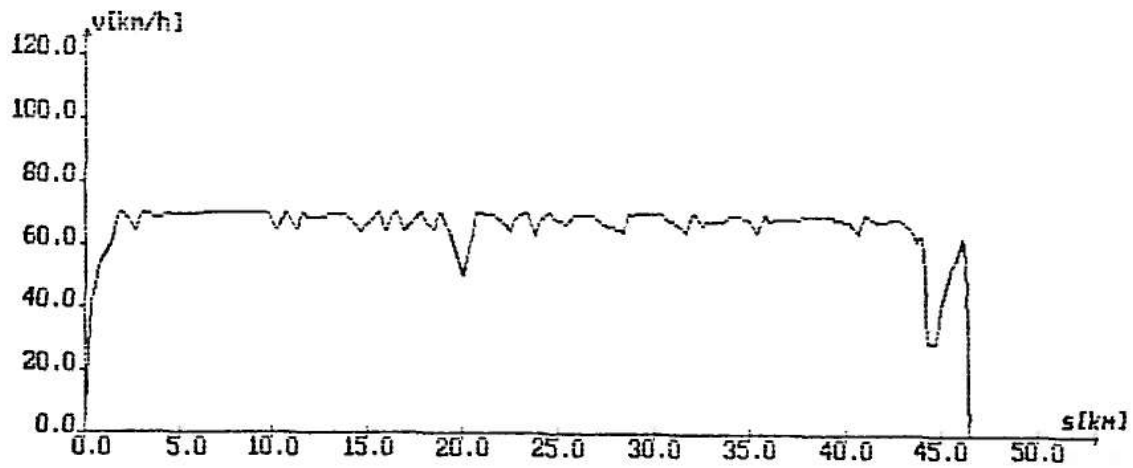
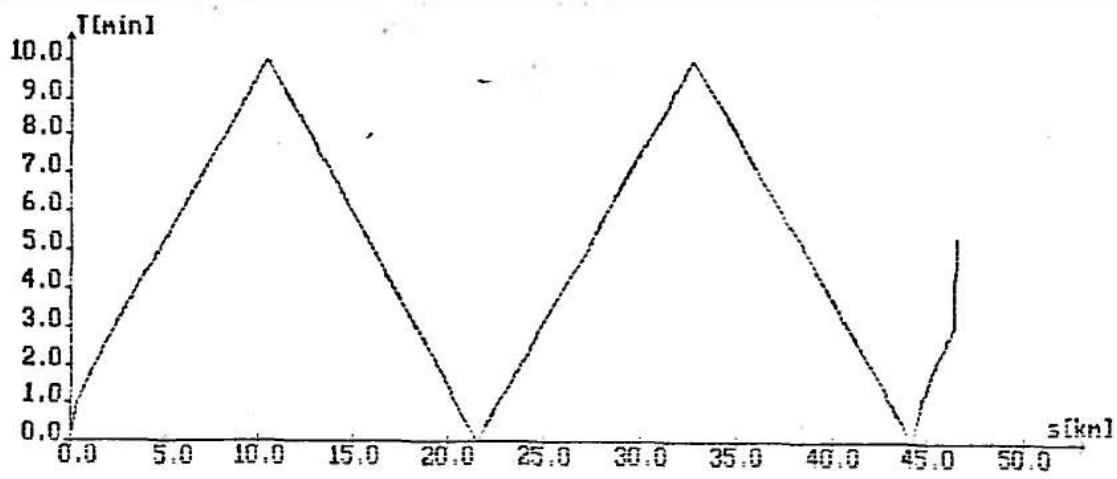
Rys. Wykresy przebiegu zmian: $t(s)$, $v(s)$, $E(s)$ dla poc.nr



Rys. Wykresy przebiegu zmian: $t(s)$, $v(s)$, $E(s)$ dla poc.nr



Rys. Wykresy przebiegu zmian: $t(s)$, $v(s)$, $E(s)$ dla poc.nr



Rys. Wykresy przebiegu zmian: $t(s)$, $v(s)$, $E(s)$ dla poc.nr

LICZBA SYMULOWANYCH POCIAGOW		LP	=
RODZAJ TRASY	ITR	=	1
PRZEKROJ WEJSCIOWY KIER=2	WE	=	102700.
PRZEKROJ WYJSCIOWY KIER=2	WY	=	56267.
WEJSCIE DO SYSTEMU KIER=2	WESYS	=	102700.
WYJSCIE Z SYSTEMU KIER=2	WYSYS	=	49759.
MAKSYMALNY KROK DROGI	DXMAX	=	2000.
WSPOLCZYNNIK RO	RO	=	1.06
WIDOCZNOSC SEMAFORA	WIDOK	=	300.
WYDRUK POSREDNI --> AUT	DAUT	=	NIE
WYDRUK POSREDNI --> VKRYT	DVKRYT	=	NIE
WYDRUK POSREDNI --> BIEG	BIEG	=	NIE
WYDRUK POSREDNI --> WYKRES	BIEG	=	TAK
NAZWA ZBIORU DANYCH CHAR. POC. NR 1			DCP22
NAZWA ZBIORU WE --> DANE O UKLADZIE TOROWYM DLA KIERUNKU 2 =			FR-W

DANE CHARAKTERYZUJACE POCIAG NR 1

TYP LOKOMOTYWY	TYPLDK	=	ET-22
MASA LOKOMOTYWY	RML	=	120.
LICZBA OSI LOKOMOTYWY	LCL	=	4
MASA WAGONOW	RMW	=	3200.
LICZBA WAGONOW	RLW	=	40.
LICZBA OSI WAGONOW	LOW	=	120
RODZAJ LOZYSK	RLOZ	=	TOCZNE
KATEGORIA POCIAGU (PAS,TOW)	TP	=	TOWAROWY
RODZAJ POCIAGU (OS,P,EX)	RP	=	POSPIESZNY
ODSETEK MASY HAMUJACEJ	DMH	=	.40
DLUGOSC POCIAGU	RL	=	620.
NUMER POCIAGU 1	NSP(1)	=	1313
CZAS WEJSCIA POCIAGU 1	TWF(1)	=	2.
WYBIEG PRZY POCHYLENIU < NIZ	WGPWYS	=	-2.00
WYBIEG PRZY PREDKOSCI > NIZ	WDVPIL	=	65.00
WYBIEG PRZY PREDKOSCI > NIZ	WGVWYS	=	60.00
MAKSYMALNA PREDKOSC POCIAGU	VGG	=	70.
KIERUNEK JAZDY POCIAGU	KIER	=	-1
ZATRZ. POC. NA STACJACH	ZNS	=	NIE
POCZATKOWE POLOZENIE POC.	PP	=	102700.
JAZDA Z WYBIEGU	WYS	=	NIE
JAZDA Z WYBIEGU NA SPADKU	WYBS	=	NIE
ODZYSK ENERGII	ODZYSK	=	NIE
WYBIEG NA SPAD. PRZY V > NIZ	WDVWNS	=	40.00
JAZDA TYPU "PILA"	PILA	=	NIE
DODATKOWE ZATRZYMANIA	DZ	=	TAK
LICZBA DODATKOWYCH ZATRZ.	LDZ	=	2
WSPOLRZEDNA DODAT.ZATRZ. 1	WDZ(1)	=	56267.
WSPOLRZEDNA DODAT.ZATRZ. 2	WDZ(2)	=	102700.
CZAS DODATKOWYCH .ZATRZ. 1	TDZ(1)	=	2.
CZAS DODATKOWYCH .ZATRZ. 2	TDZ(2)	=	2.
NAZWA ZBIORU CHAR. TRAKC.	NZTC	=	T
LICZBA CHAR. TRAKC.	LCT	=	5

PARAMETRY POSZCZEGOLNYCH CHARAKTERYSTYK TRAKCYJNYCH

NCT	VMINCH	VMAXCH	ACH	BCH	CCH
1	.00	12.50	0.	0.	300431.
2	12.50	30.00	0.	0.	288160.
3	30.00	48.75	0.	0.	257512.
4	48.75	50.50	1096.	-132625.	4118440.
5	50.00	120.00	35.	-7272.	493000.

NAZWA ZBIORU CHAR. HAMOWANIA NZCH = H2

PARAMETRY POSZCZEGOLNYCH CHARAKTERYSTYK HAMOWANIA

NCH	AH	BH	CH
1	.000152	-1.008752	.269030
2	.000012	-1.002352	.200674

WYNIKI OBLICZEN - DLA JAZDY FORSOWNEJ

NUMER SYSTEMOWY POCIAGU = 1313
 NUMER POCIAGU = 1
 PRZEBYTA DROGA [km] = 46.433
 CZAS PRZEJAZDU [h.m.s] = 0:47:39
 SERDZIA PREDKOSC PRZEJAZDU [km/h] = 58.457
 ZUZYTA ENERGIA [KWH] = 1277.246

WYNIKI OBLICZEN - DLA JAZDY Z WYBIEGIEM

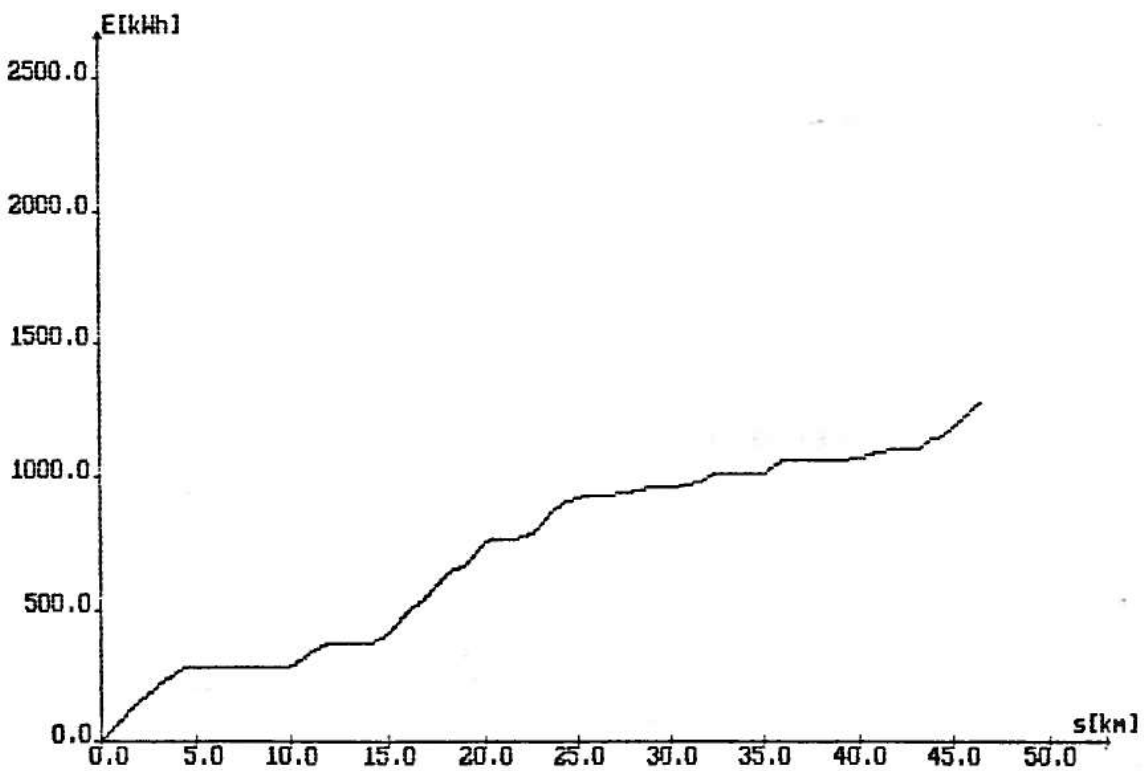
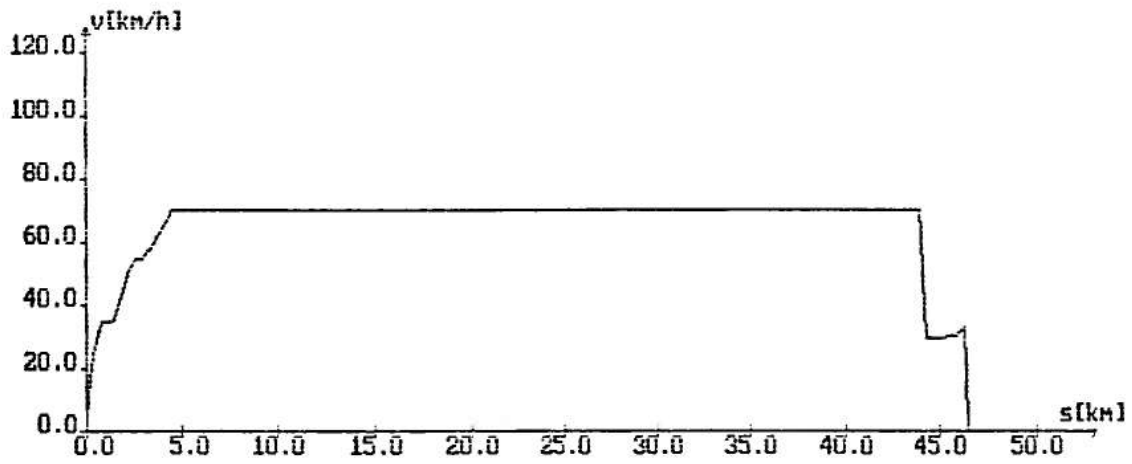
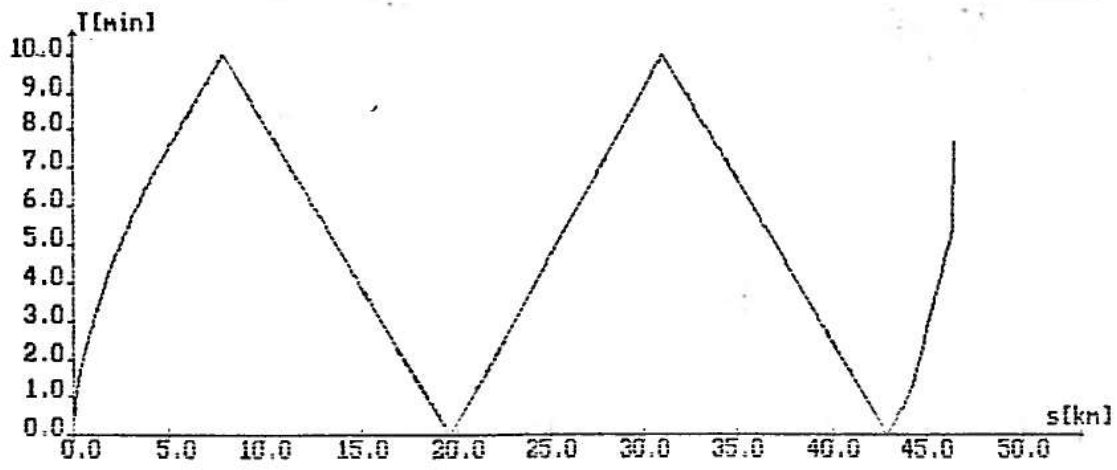
NUMER SYSTEMOWY POCIAGU = 1313
 NUMER POCIAGU = 1
 PRZEBYTA DROGA [km] = 46.433
 CZAS PRZEJAZDU [h.m.s] = 0:47:51
 SERDZIA PREDKOSC PRZEJAZDU [km/h] = 58.204
 ZUZYTA ENERGIA [KWH] = 1207.907

WYNIKI OBLICZEN - DLA JAZDY Z WYBIEGIEM I "PILA"

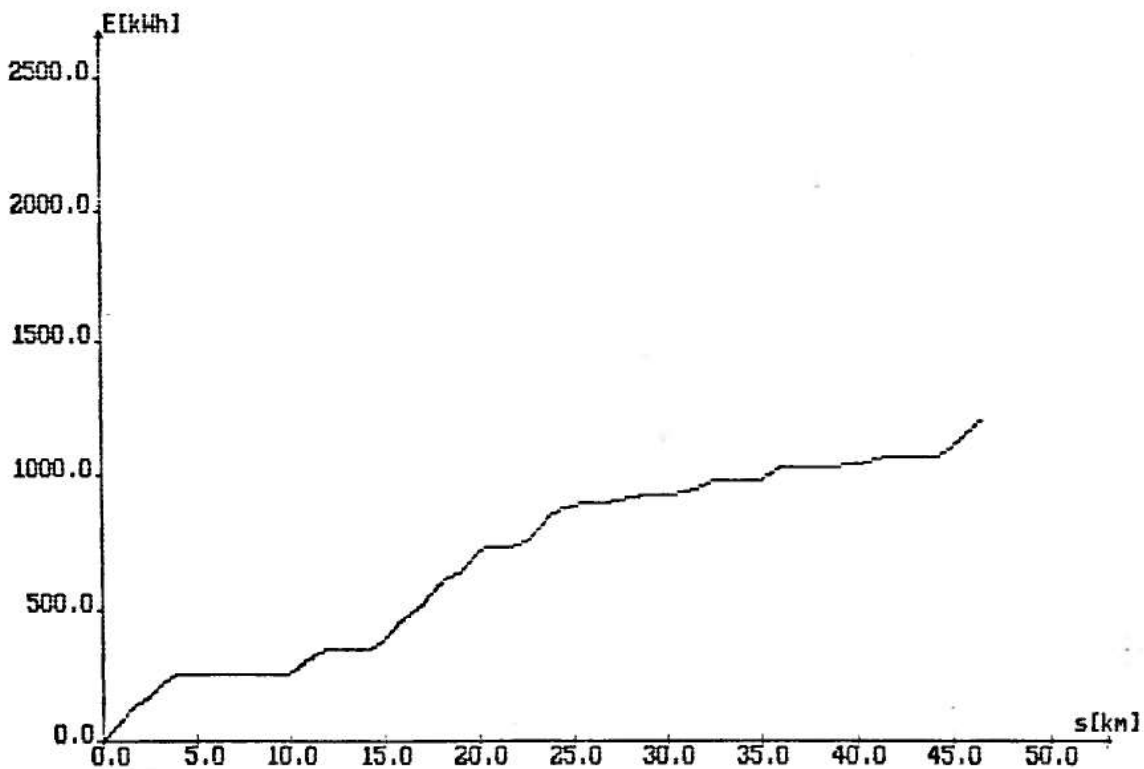
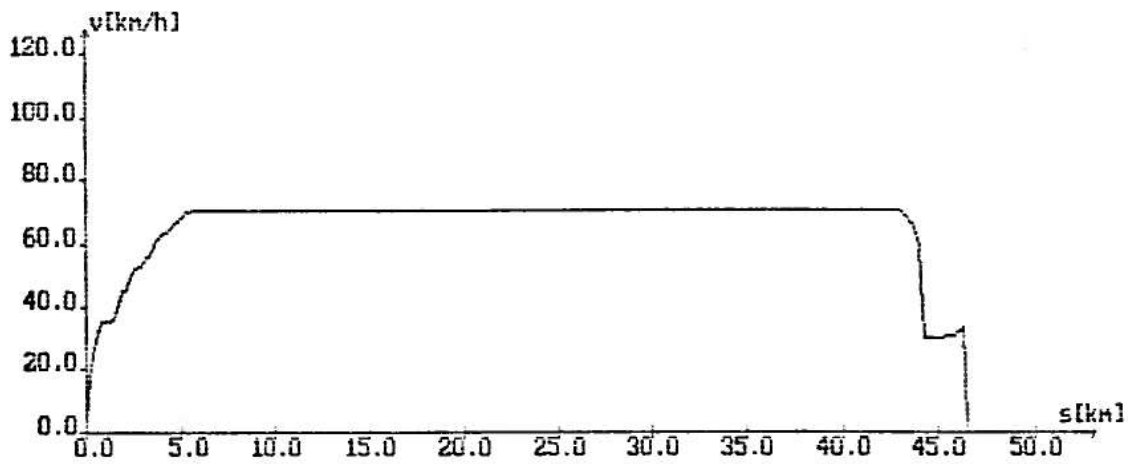
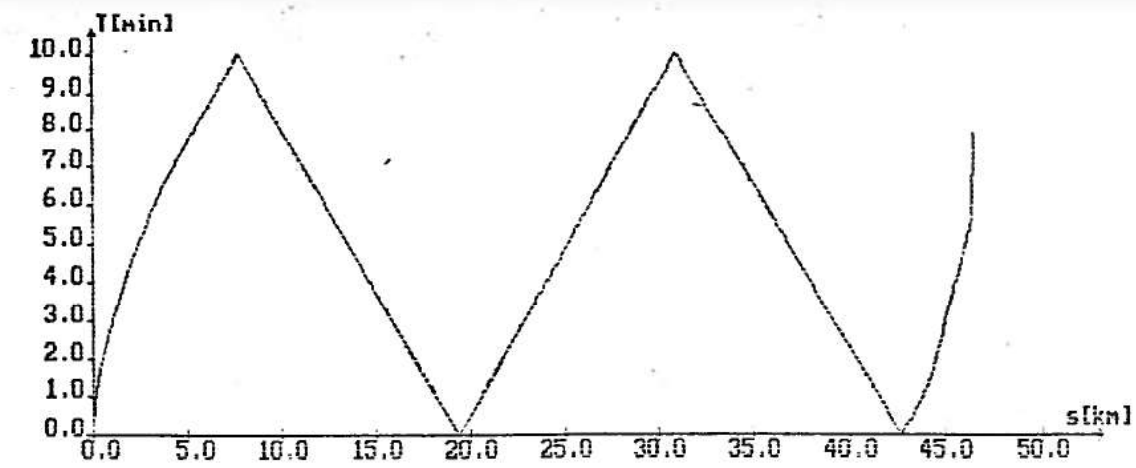
NUMER SYSTEMOWY POCIAGU = 1313
 NUMER POCIAGU = 1
 PRZEBYTA DROGA [km] = 46.433
 CZAS PRZEJAZDU [h.m.s] = 0:49:1
 SERDZIA PREDKOSC PRZEJAZDU [km/h] = 56.823
 ZUZYTA ENERGIA [KWH] = 1081.561

WYNIKI OBLICZEN - DLA JAZDY "PILA"

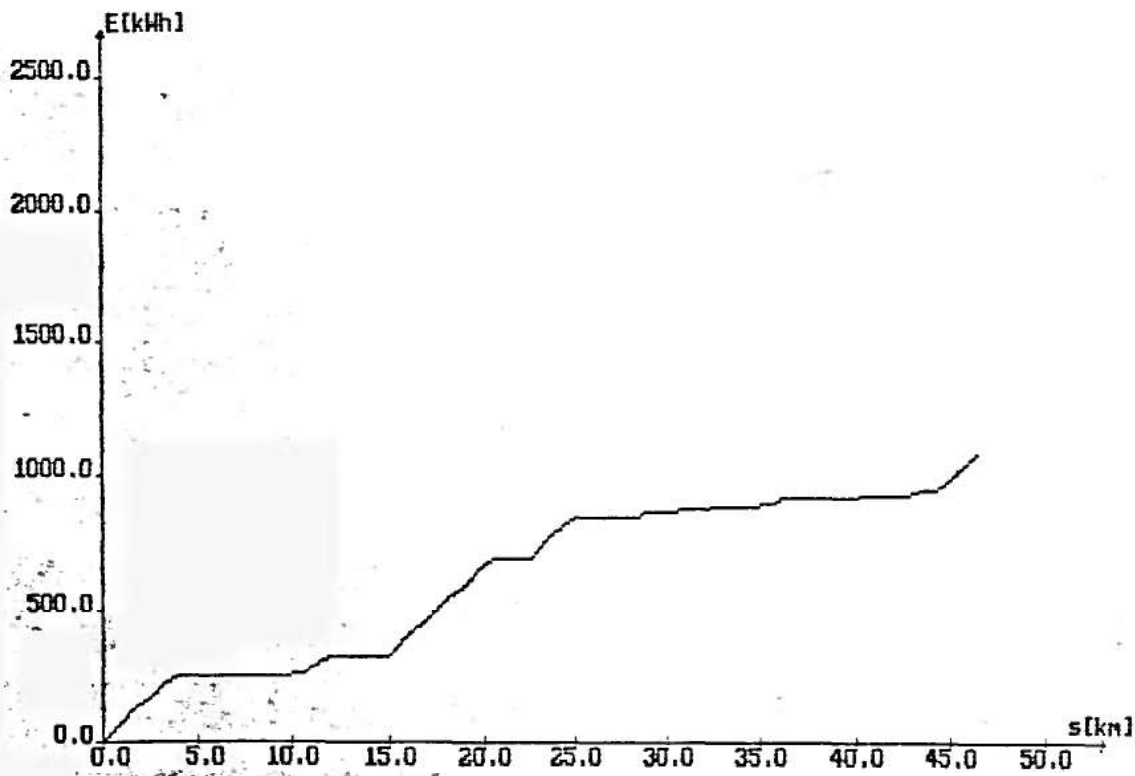
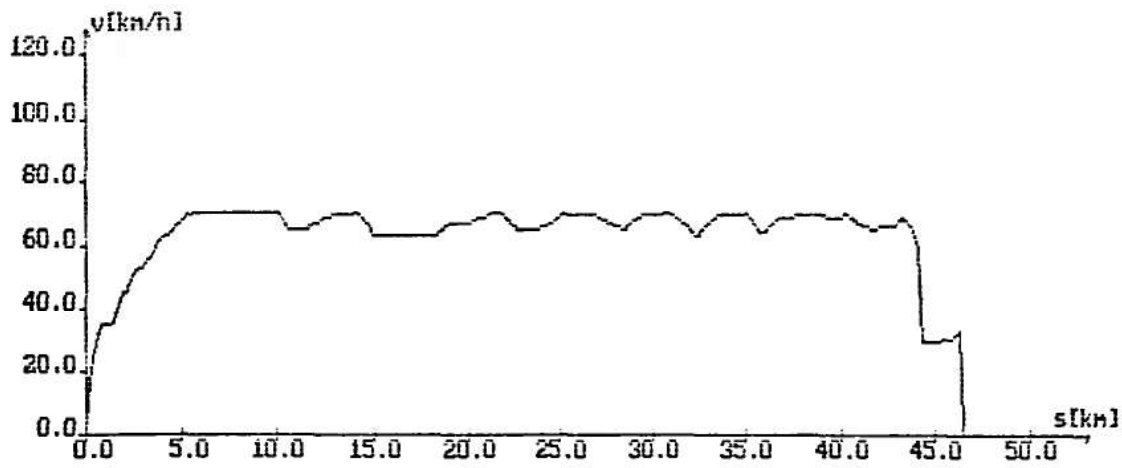
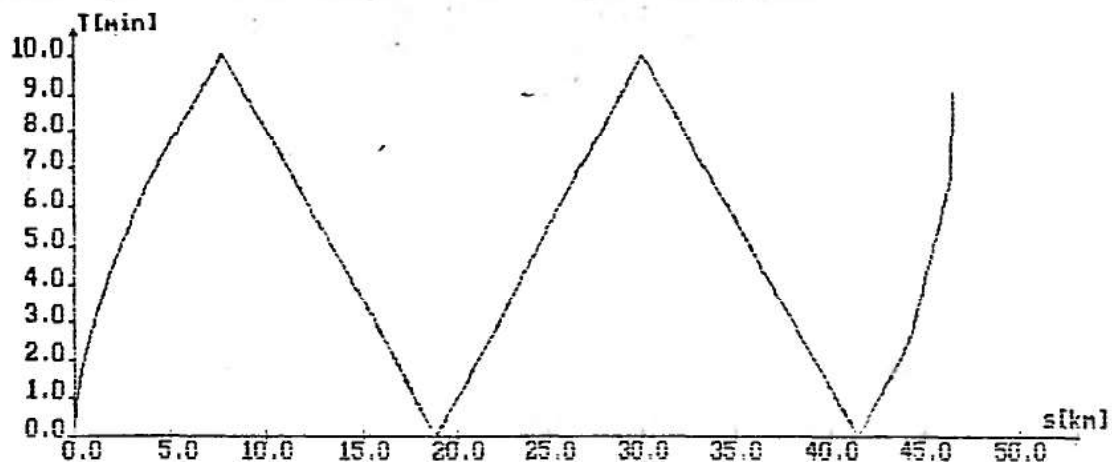
NUMER SYSTEMOWY POCIAGU = 1313
 NUMER POCIAGU = 1
 PRZEBYTA DROGA [km] = 46.433
 CZAS PRZEJAZDU [h.m.s] = 0:48:54
 SERDZIA PREDKOSC PRZEJAZDU [km/h] = 56.972
 ZUZYTA ENERGIA [KWH] = 1188.198



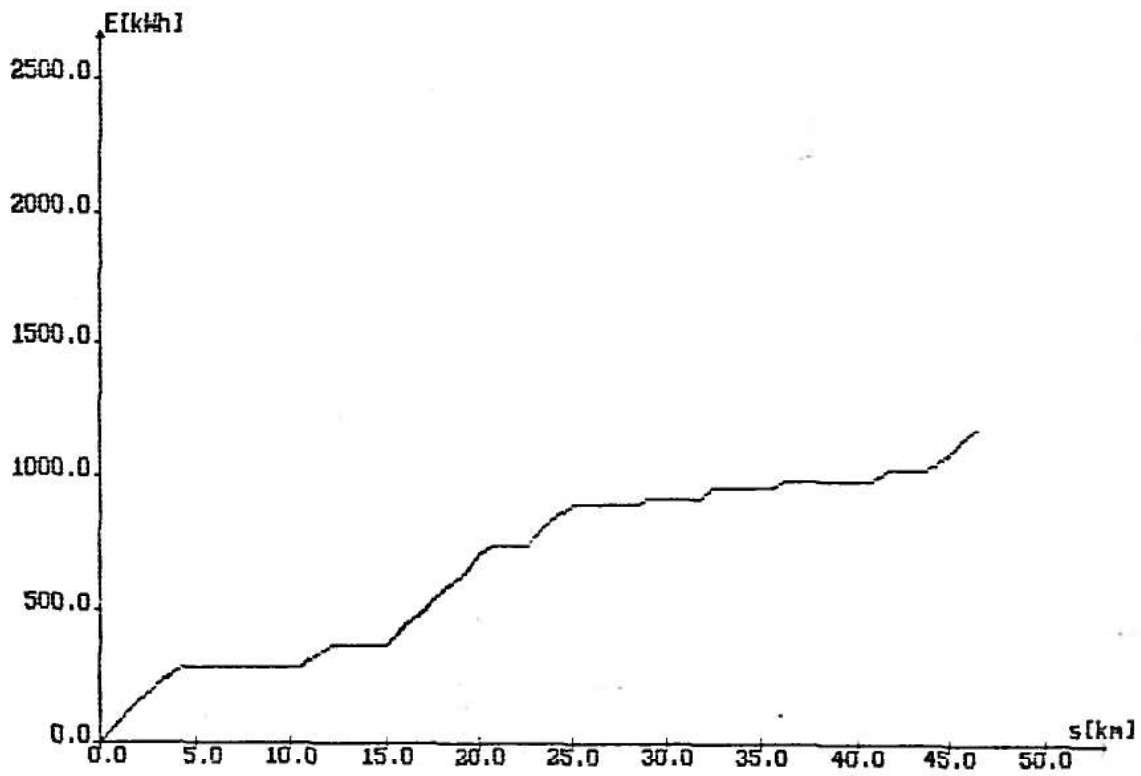
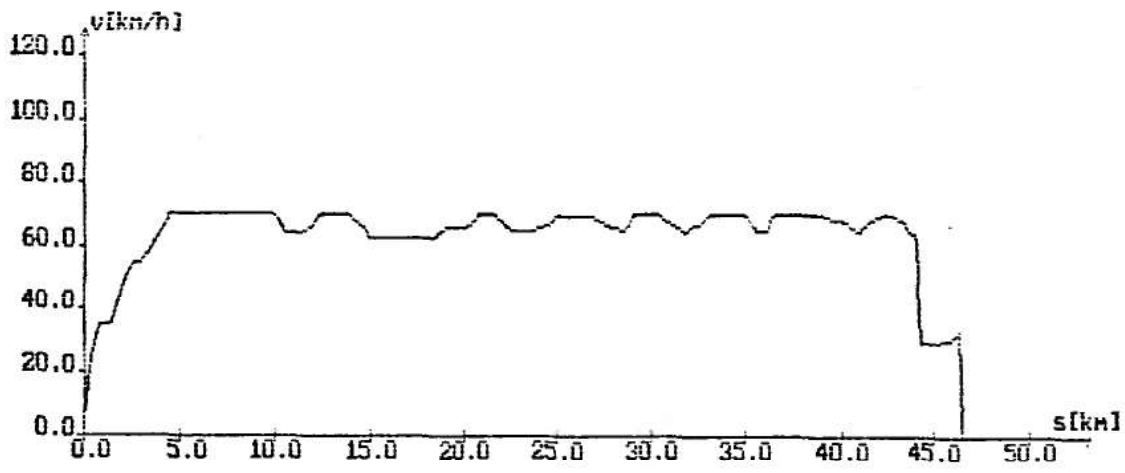
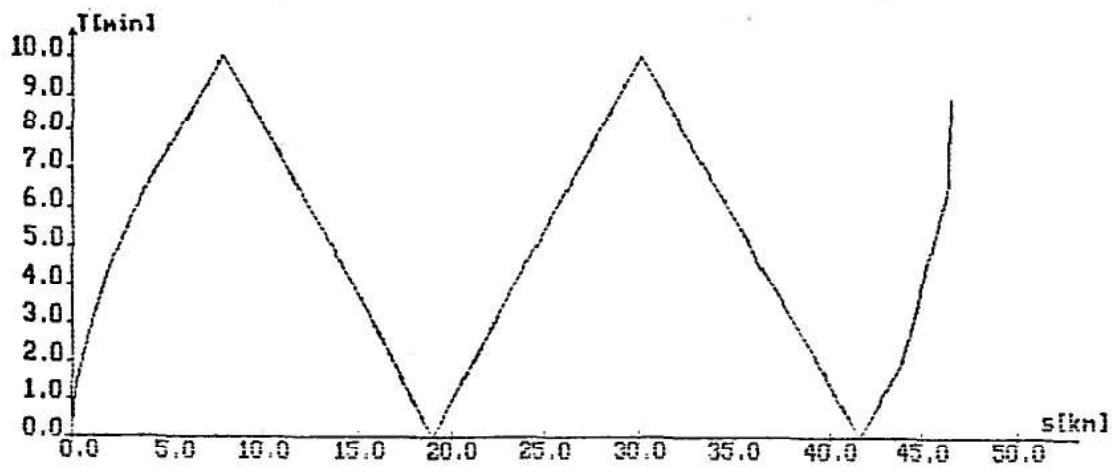
Rys. Wykresy przebiegu zmian: $t(s)$, $v(s)$, $E(s)$ dla poc.nr



Rys. Wykresy przebiegu zmian: $t(s)$, $v(s)$, $E(s)$ dla poc.nr



Rys. Wykresy przebiegu zmian: $t(s)$, $v(s)$, $E(s)$ dla poc.nr



Rys. Wykresy przebiegu zmian: $t(s)$, $v(s)$, $E(s)$ dla poc.nr

WYNIKI OBLICZEN DLA JAZDY Z ODZYSKIEM ENERGII

WYNIKI OBLICZEN

NUMER SYSTEMOWY POCIAGU	=	1313
NUMER POCIAGU	=	1
PRZEBYTA DROGA [km]	=	46.433
CZAS PRZEJAZDU [h.m.s]	=	0:47:39
SERDNIA PRĘDKOŚĆ PRZEJAZDU [km/h]	=	58.457
ZUŻYTA ENERGIA [KWH]	=	949.871

WYNIKI OBLICZEN - DLA JAZDY Z WYBIEGIEM

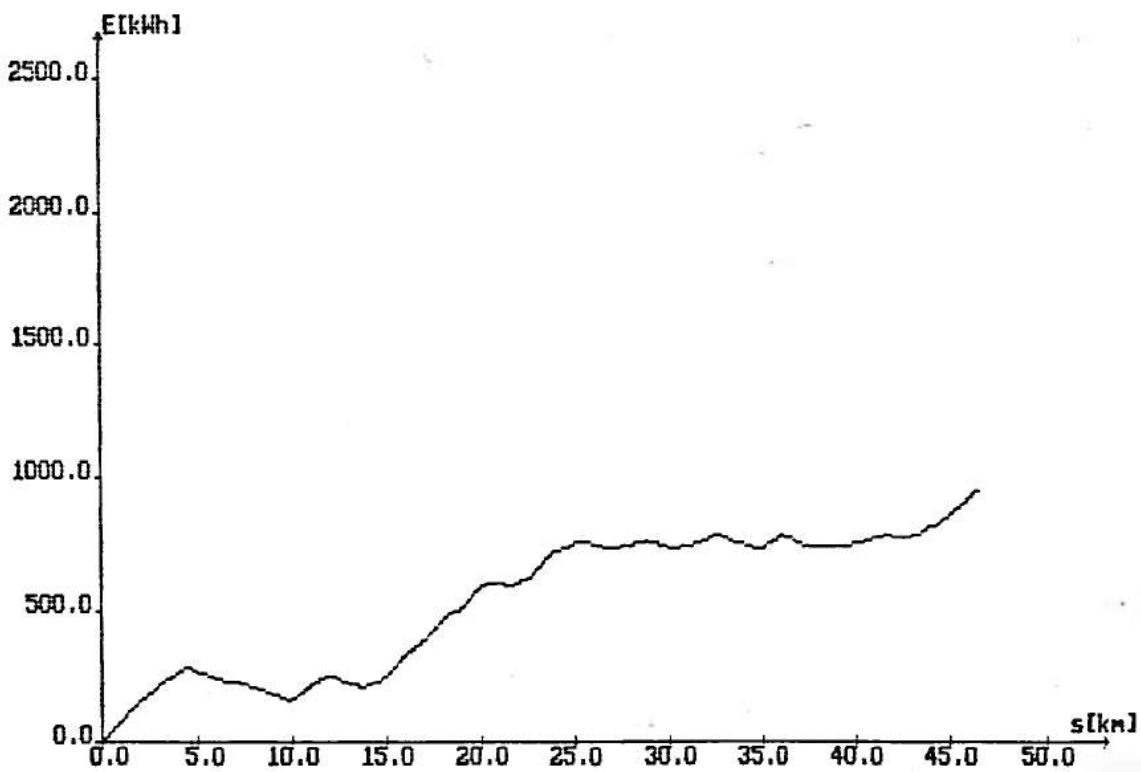
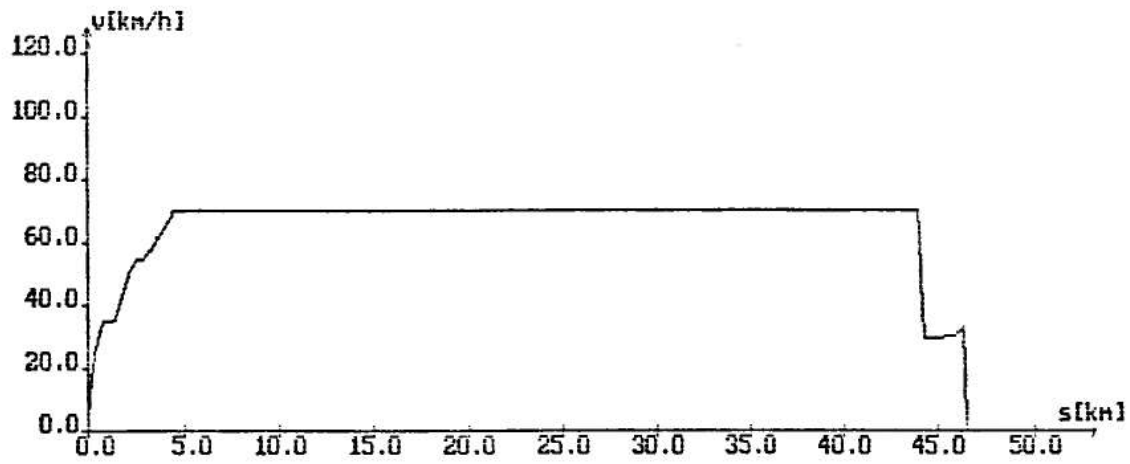
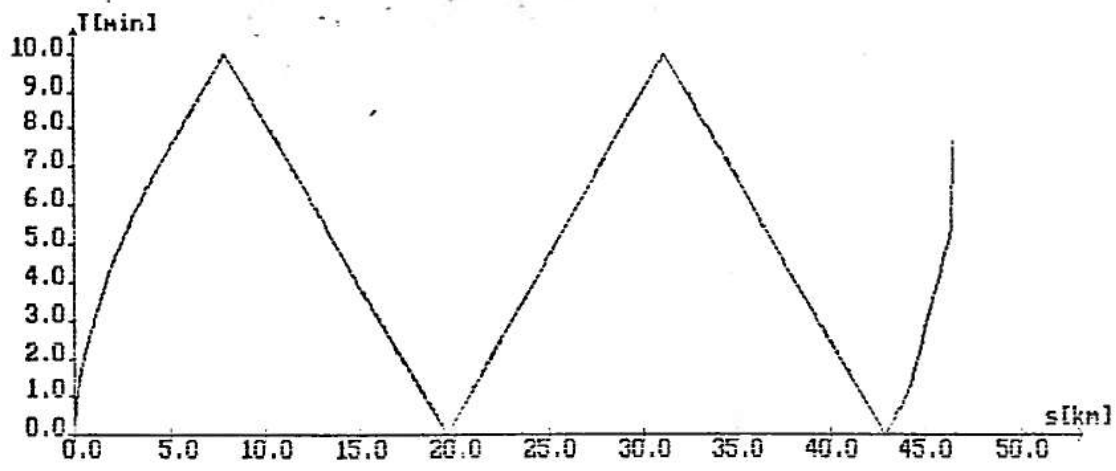
NUMER SYSTEMOWY POCIAGU	=	1313
NUMER POCIAGU	=	1
PRZEBYTA DROGA [km]	=	46.433
CZAS PRZEJAZDU [h.m.s]	=	0:47:51
SERDNIA PRĘDKOŚĆ PRZEJAZDU [km/h]	=	58.204
ZUŻYTA ENERGIA [KWH]	=	907.344

WYNIKI OBLICZEN - DLA JAZDY Z WYBIEGIEM I "PILA"

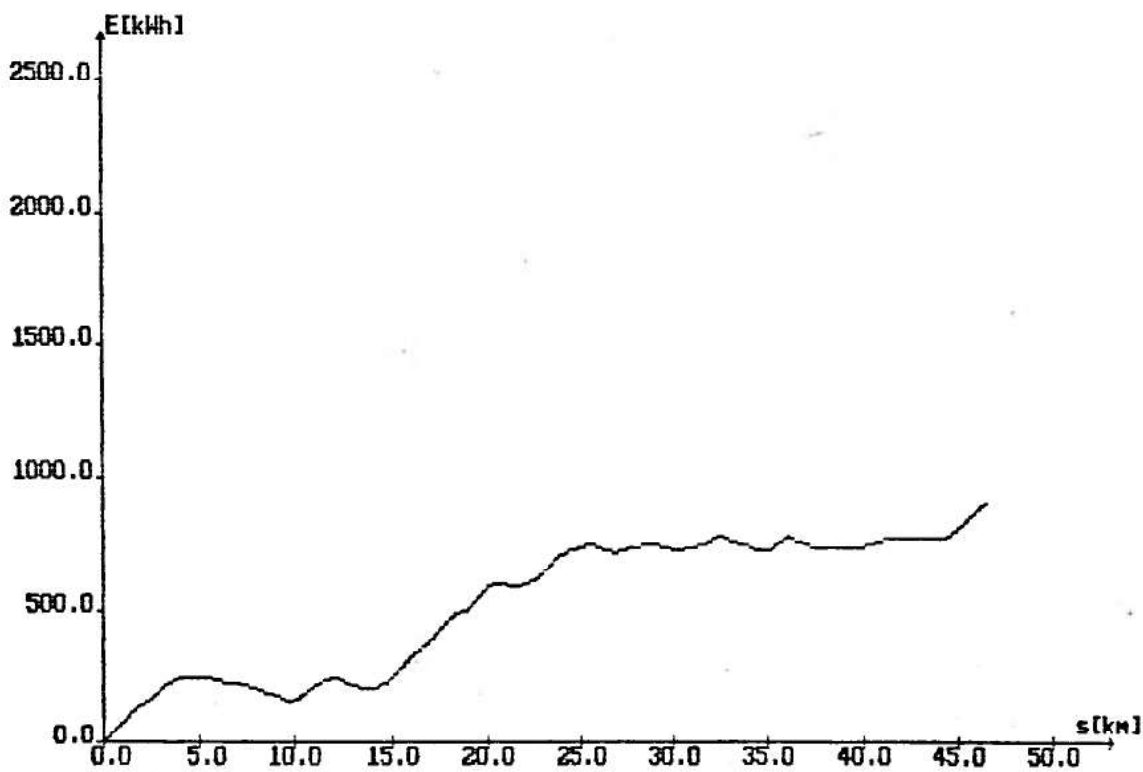
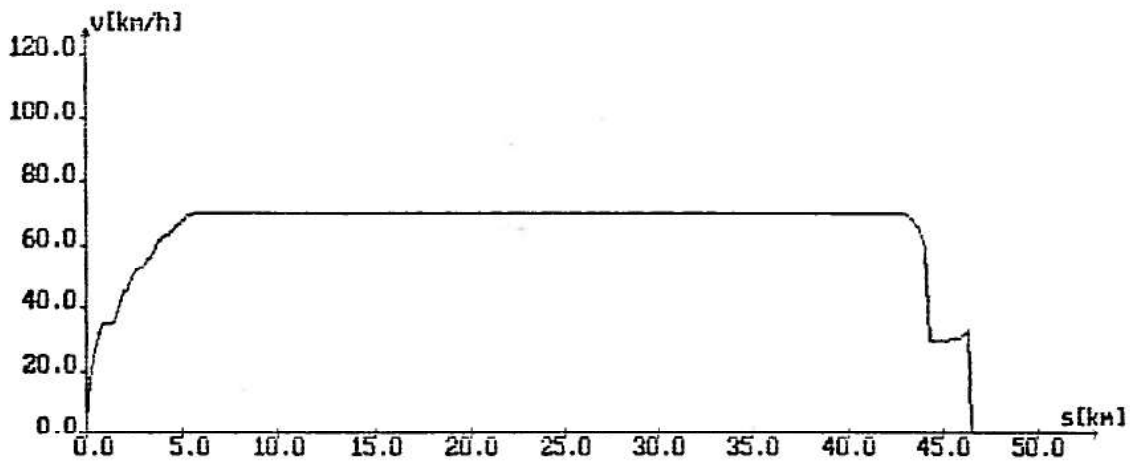
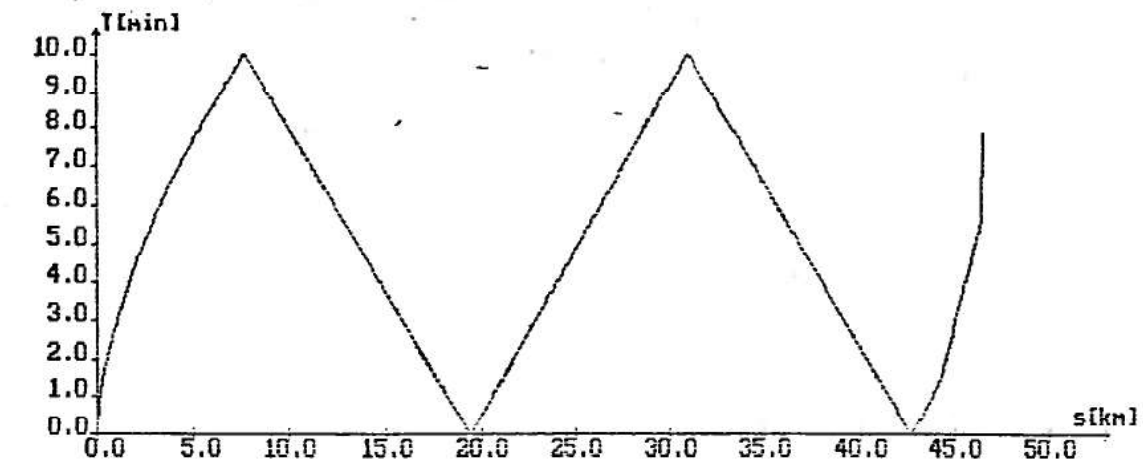
NUMER SYSTEMOWY POCIAGU	=	1313
NUMER POCIAGU	=	1
PRZEBYTA DROGA [km]	=	46.433
CZAS PRZEJAZDU [h.m.s]	=	0:49:1
SERDNIA PRĘDKOŚĆ PRZEJAZDU [km/h]	=	56.823
ZUŻYTA ENERGIA [KWH]	=	880.272

WYNIKI OBLICZEN - DLA JAZDY "PILA"

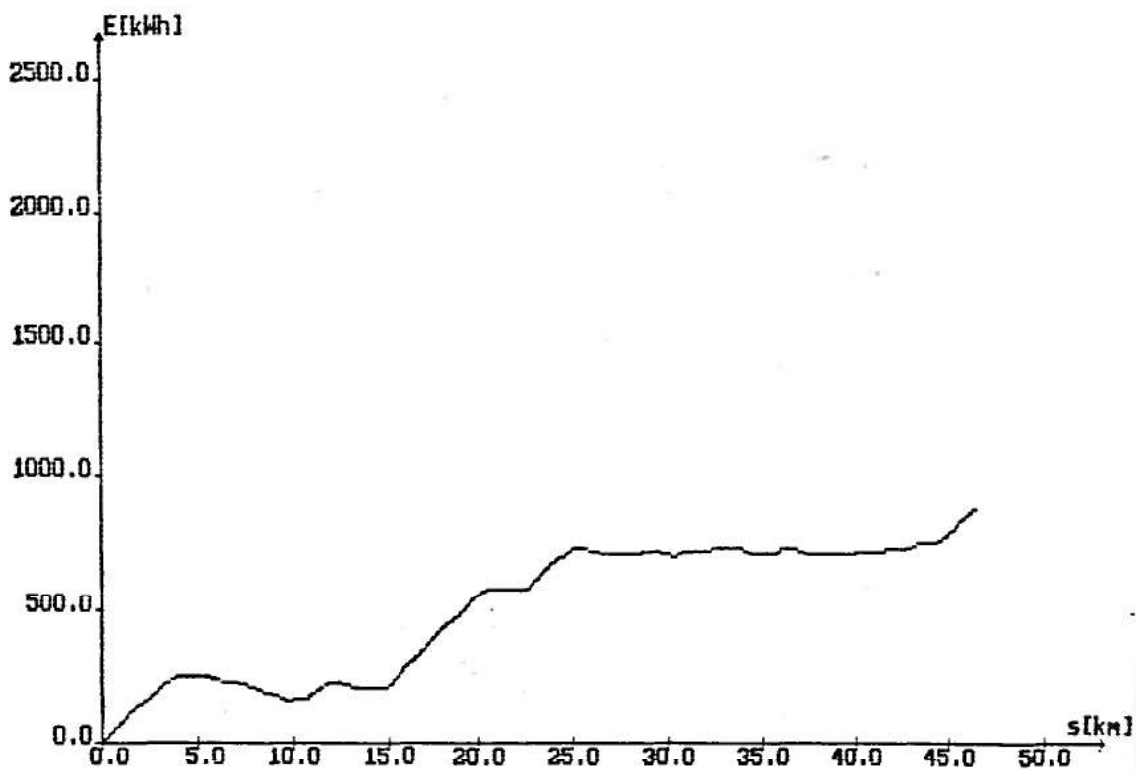
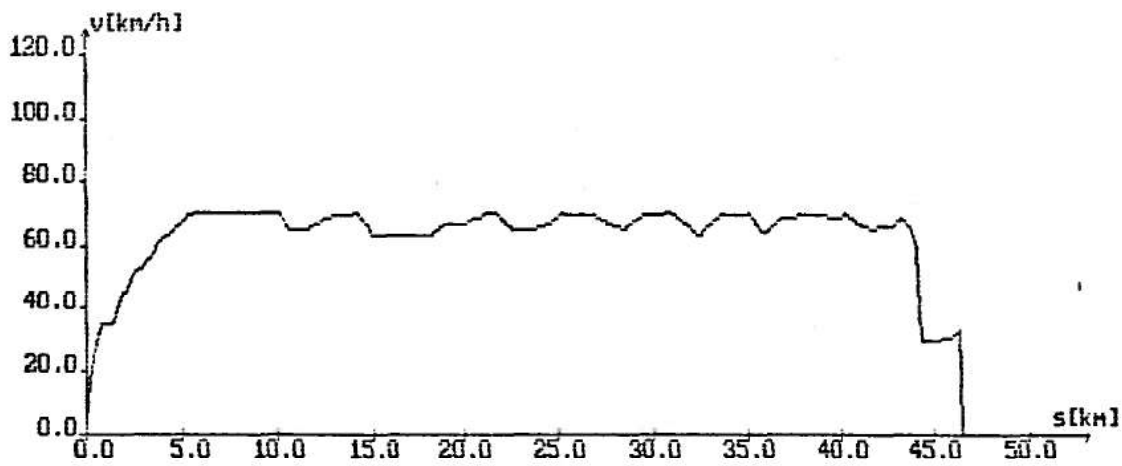
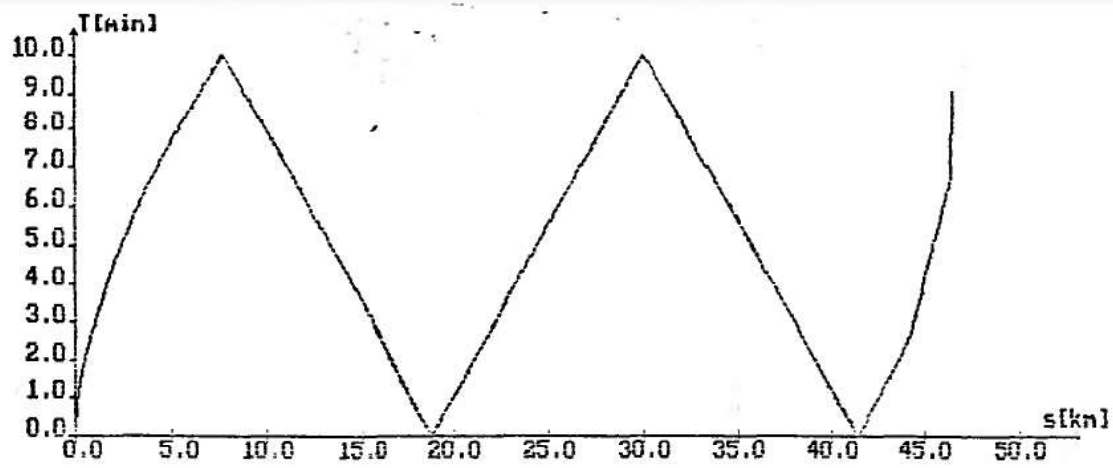
NUMER SYSTEMOWY POCIAGU	=	1313
NUMER POCIAGU	=	1
PRZEBYTA DROGA [km]	=	46.433
CZAS PRZEJAZDU [h.m.s]	=	0:48:54
SERDNIA PRĘDKOŚĆ PRZEJAZDU [km/h]	=	56.972
ZUŻYTA ENERGIA [KWH]	=	908.881



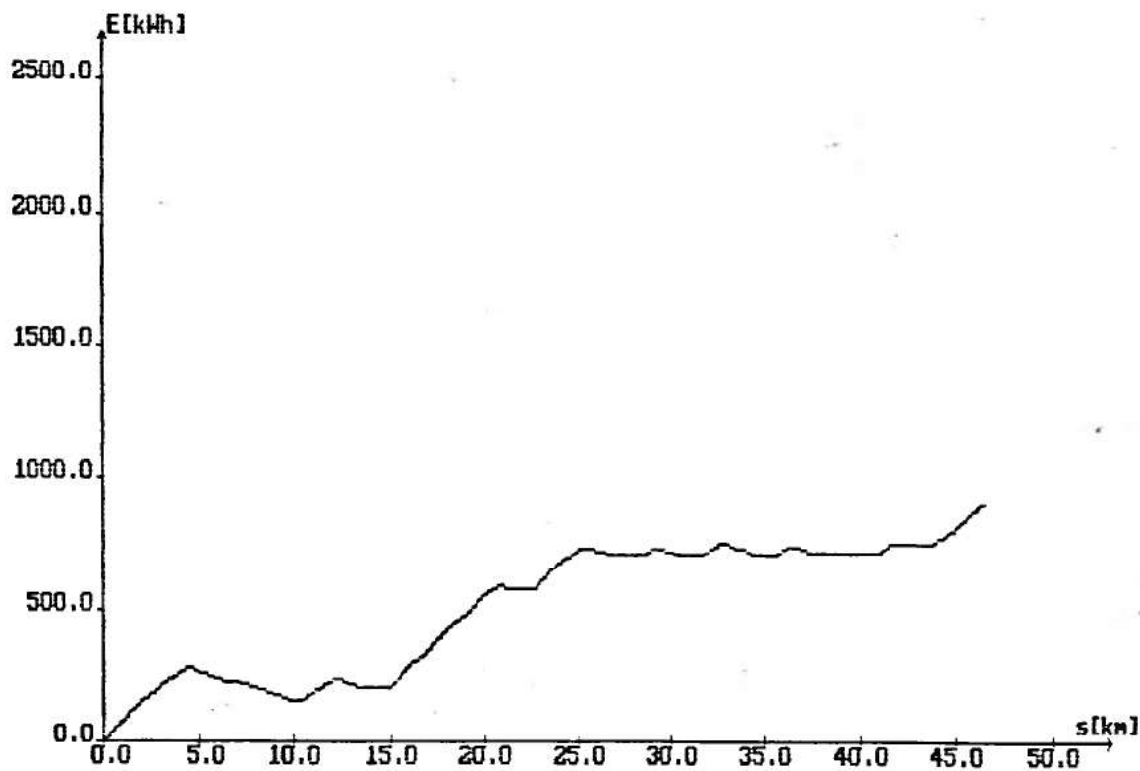
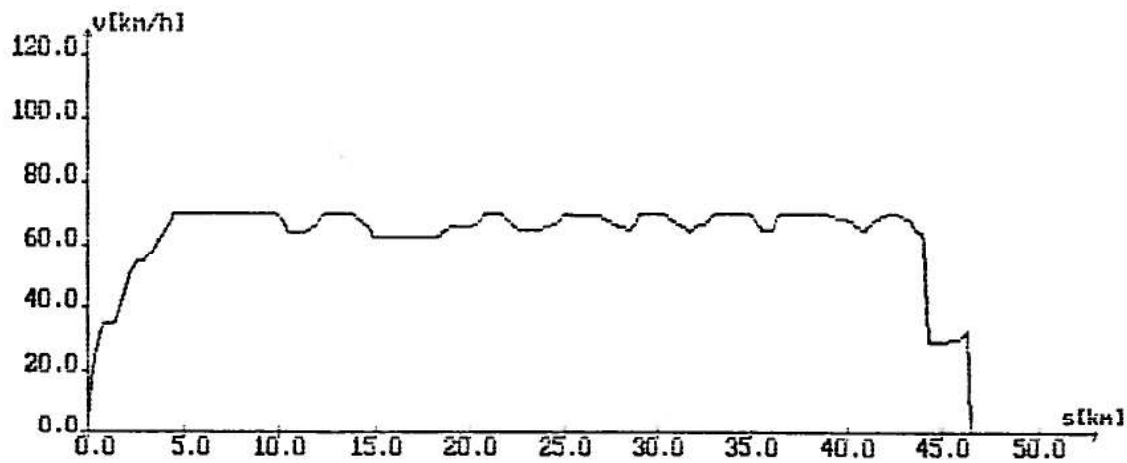
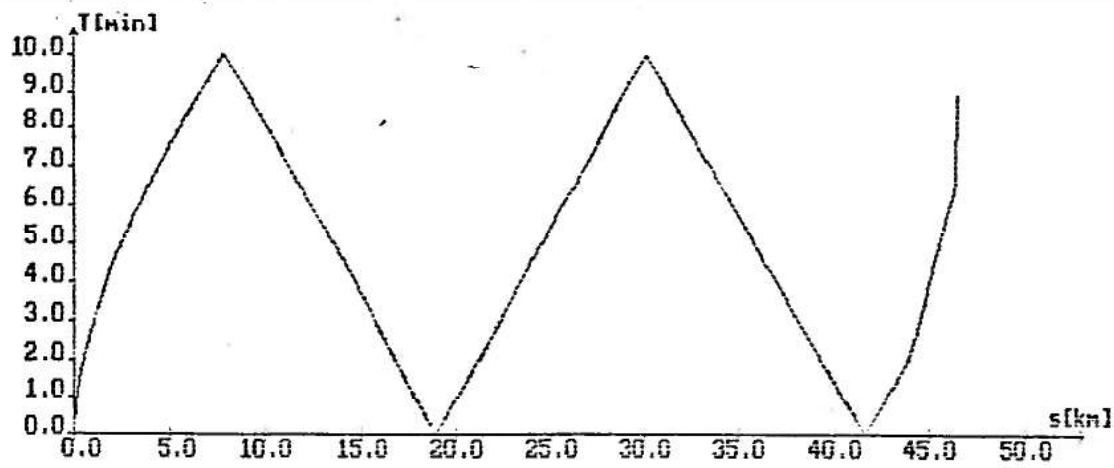
Rys. Wykresy przebiegu zmian: $t(s)$, $v(s)$, $E(s)$ dla poc.nr



Rys. Wykresy przebiegu zmian: $t(s)$, $v(s)$, $E(s)$ dla poc.nr



Rys. Wykresy przebiegu zmian: $t(s)$, $v(s)$, $E(s)$ dla poc.nr



Rys. Wykresy przebiegu zmian: $t(s)$, $v(s)$, $E(s)$ dla poc.nr

Wydruk danych i wyników w formie liczbowej dla pociągu towarowego pospiesznego prowadzonego przez lok. ET-41 (char. tr. T41, ham. H2) z prędkością maks. 100[km/h] na trasie Radom-Warka dla mas 1360 i 3360[t] (bez i z odzyskiem energii).

LICZBA SYMULOWANYCH POCIAGOW	LP	=	1
RODZAJ TRASY	ITR	=	1
PRZEKROJ WEJSCIOWY KIER=2	WE	=	102700.
PRZEKROJ WYJSCIOWY KIER=2	WY	=	56267.
WEJSCIE DO SYSTEMU KIER=2	WESYS	=	102700.
WYJSCIE Z SYSTEMU KIER=2	WYSYS	=	49789.
MAKSYMALNY KROK DROGI	DXMAX	=	2000.
WSPOLCZYNNIK RO	RO	=	1.06
WIDOCZNOSC SEMAFORA	WIDOK	=	300.
WYDRUK POSREDNI --> AUT	DAUT	=	NIE
WYDRUK POSREDNI --> VKRYT	DVKRYT	=	NIE
WYDRUK POSREDNI --> SIEG	BIEG	=	NIE
WYDRUK POSREDNI --> WYKRES	BIES	=	TAK
NAZWA ZBIORU DANYCH CHAR. POC. NR 1			DCP31
NAZWA ZBIORU WE --> DANE O UKLADZIE TOROWYM DLA KIERUNKU 2 = -R-W1			

DANE CHARAKTERYZUJACE POCIAG NR 1

TYP LOKOMOTYWY	TYPLOK	=	ET-41
MASA LOKOMOTYWY	RML	=	160.
LICZBA OSI LOKOMOTYWY	LOL	=	8
MASA WAGONOW	RMW	=	1200.
LICZBA WAGONOW	RLW	=	15.
LICZBA OSI WAGONOW	LOW	=	45
RODZAJ LOZYSK	RLOZ	=	TOCZNE
KATEGORIA POCIAGU (PAS,TOW)	TP	=	TOWAROWY
RODZAJ POCIAGU (OS,P,EX)	RP	=	POSPIESZNY
ODSETEK MASY HAMUJACEJ	OMH	=	.40
DLUGOSC POCIAGU	RL	=	245.
NUMER POCIAGU 1	NSP(1)	=	1313
CZAS WEJSCIA POCIAGU 1	TWP(1)	=	2.
WYBIEG PRZY POCHYLENIU < NIZ	WGPWYB	=	-2.00
WYBIEG PRZY PREDKOSCI > NIZ	WDVPIL	=	95.00
WYBIEG PRZY PREDKOSCI > NIZ	WGVWYB	=	90.00
MAKSYMALNA PREDKOSC POCIAGU	VGG	=	100.
KIERUNEK JAZDY POCIAGU	KIER	=	-1
ZATRZ. POC. NA STACJACH	ZNS	=	NIE
POCZATKOWE POLOZENIE POC.	FP	=	102700.
JAZDA Z WYBIEGU	WYB	=	NIE
JAZDA Z WYBIEGU NA SPADKU	WYBS	=	NIE
ODZYSK ENERGII	CDZYSK	=	NIE
WYBIEG NA SPAD. PRZY V > NIZ	WDVWNS	=	70.00
JAZDA TYPU "PILA"	PILA	=	NIE
DODATKOWE ZATRZYMANIA	DZ	=	TAK
LICZBA DODATKOWYCH ZATRZ.	LDZ	=	2
WSPOLRZEDNA DODAT.ZATRZ. 1	WDZ(1)	=	56267.
WSPOLRZEDNA DODAT.ZATRZ. 2	WDZ(2)	=	102700.
CZAS DODATKOWYCH .ZATRZ. 1	TDZ(1)	=	2.
CZAS DODATKOWYCH .ZATRZ. 2	TDZ(2)	=	2.
NAZWA ZBIORU CHAR. TRAKC.	NZTC	=	T41
LICZBA CHAR. TRAKC.	LCT	=	5

PARAMETRY POSZCZESOLNYCH CHARAKTERYSTYK TRAKCYJNYCH

NCT	VMINCH	VMAXCH	ACH	BCH	DCH
1	.00	22.00	0.	0.	416500.
2	22.00	23.50	29167.	-1395290.	16996000.
3	23.50	38.00	0.	0.	372400.
4	38.00	70.00	95.	-15535.	826026.
5	70.00	120.00	18.	-5044.	466729.

NAZWA ZBIORU CHAR. HAMOWANIA NZCH = H2

PARAMETRY POSZCZEGOLNYCH CHARAKTERYSTYK HAMOWANIA

NCH	AH	BH	CH
1	.000182	-.008952	.269030
2	.000012	-.002252	.200874

WYNIKI OBLICZEN - DLA JAZDY FORSOWNEJ

NUMER SYSTEMOWY POCIAGU	=	1313
NUMER POCIAGU	=	1
PRZEBYTA DROGA [km]	=	46.433
CZAS PRZEJAZDU [h.m.s]	=	0:33:43
SERDNIA PREDKOSC PRZEJAZDU [km/h]	=	82.620
ZUZYTA ENERGIA [KWH]	=	831.002

WYNIKI OBLICZEN - DLA JAZDY Z WYBIEGIEM

NUMER SYSTEMOWY POCIAGU	=	1313
NUMER POCIAGU	=	1
PRZEBYTA DROGA [km]	=	46.433
CZAS PRZEJAZDU [h.m.s]	=	0:34: 6
SERDNIA PREDKOSC PRZEJAZDU [km/h]	=	81.684
ZUZYTA ENERGIA [KWH]	=	746.412

WYNIKI OBLICZEN - DLA JAZDY Z WYBIEGIEM I "PILA"

NUMER SYSTEMOWY POCIAGU	=	1313
NUMER POCIAGU	=	1
PRZEBYTA DROGA [km]	=	46.433
CZAS PRZEJAZDU [h.m.s]	=	0:34:23
SERDNIA PREDKOSC PRZEJAZDU [km/h]	=	81.025
ZUZYTA ENERGIA [KWH]	=	722.345

WYNIKI OBLICZEN - DLA JAZDY "PILA"

NUMER SYSTEMOWY POCIAGU	=	1313
NUMER POCIAGU	=	1
PRZEBYTA DROGA [km]	=	46.433
CZAS PRZEJAZDU [h.m.s]	=	0:34: 4
SERDNIA PREDKOSC PRZEJAZDU [km/h]	=	81.776
ZUZYTA ENERGIA [KWH]	=	785.123

WYNIKI OBLICZEN DLA JAZDY Z ODZYSKIEM ENERGII

WYNIKI OBLICZEN - DLA JAZDY FORSOWNEJ

NUMER SYSTEMOWY POCIAGU	=	1313
NUMER POCIAGU	=	1
PRZEBYTA DROGA [km]	=	46.433
CZAS PRZEJAZDU [h.m.s]	=	0:33:43
SERDNIA PRĘDKOŚĆ PRZEJAZDU [km/h]	=	82.620
ZUŻYTA ENERGIA [KWH]	=	763.322

WYNIKI OBLICZEN - DLA JAZDY Z WYBIEGIEM

NUMER SYSTEMOWY POCIAGU	=	1313
NUMER POCIAGU	=	1
PRZEBYTA DROGA [km]	=	46.433
CZAS PRZEJAZDU [h.m.s]	=	0:34: 6
SERDNIA PRĘDKOŚĆ PRZEJAZDU [km/h]	=	81.684
ZUŻYTA ENERGIA [KWH]	=	702.299

WYNIKI OBLICZEN - DLA JAZDY Z WYBIEGIEM I "PILA"

NUMER SYSTEMOWY POCIAGU	=	1313
NUMER POCIAGU	=	1
PRZEBYTA DROGA [km]	=	46.433
CZAS PRZEJAZDU [h.m.s]	=	0:34:23
SERDNIA PRĘDKOŚĆ PRZEJAZDU [km/h]	=	81.025
ZUŻYTA ENERGIA [KWH]	=	695.376

WYNIKI OBLICZEN - DLA JAZDY "PILA"

NUMER SYSTEMOWY POCIAGU	=	1313
NUMER POCIAGU	=	1
PRZEBYTA DROGA [km]	=	46.433
CZAS PRZEJAZDU [h.m.s]	=	0:34: 4
SERDNIA PRĘDKOŚĆ PRZEJAZDU [km/h]	=	81.776
ZUŻYTA ENERGIA [KWH]	=	739.193

LICZBA SYMULOWANYCH POCIAGOW	LP	=	1
RODZAJ TRASY	ITR	=	1
PRZEKROJ WEJSCIOWY KIER=2	WE	=	102700.
PRZEKROJ WYJSCIOWY KIER=2	WY	=	56267.
WEJSCIE DO SYSTEMU KIER=2	WESYS	=	102700.
WYJSCIE Z SYSTEMU KIER=2	WYSYS	=	49759.
MAKSYMALNY KROK DROGI	DXMAX	=	2000.
WSPOLCZYNNIK RO	RO	=	1.06
WIDOCZNOSC SEMAFORA	WIDCK	=	300.
WYDRUK POSREDNI --> AUT	DAUT	=	NIE
WYDRUK POSREDNI --> VKRYT	DVKRYT	=	NIE
WYDRUK POSREDNI --> BIEG	BIEG	=	NIE
WYDRUK POSREDNI --> WYKRES	BIEG	=	TAK
NAZWA ZBIORU DANYCH CHAR. POC. NR 1			DCP31
NAZWA ZBIORU WE --> DANE O UKLADZIE TOROWYM DLA KIERUNKU 2 = -R-W			

DANE CHARAKTERYZUJACE POCIAG NR 1

TYP LOKOMOTYWY	TYPLOK	=	ET-41
MASA LOKOMOTYWY	RML	=	160.
LICZBA OSI LOKOMOTYWY	LOL	=	8
MASA WAGONOW	RMW	=	3200.
LICZBA WAGONOW	RLW	=	40.
LICZBA OSI WAGONOW	LOW	=	120
RODZAJ LOZYSK	RLOZ	=	TOCZNE
KATEGORIA POCIAGU (PAS, TOW)	TP	=	TOWAROWY
RODZAJ POCIAGU (OS, P, EX)	RP	=	POSPIESZNY
ODSETEK MASY HAMUJACEJ	OMH	=	.40
DLUGOSC POCIAGU	RL	=	620.
NUMER POCIAGU 1	NSP(1)	=	1313
CZAS WEJSCIA POCIAGU 1	TWP(1)	=	2.
WYBIEG PRZY POCHYLENIU < NIZ	WGPWYB	=	-2.00
WYBIEG PRZY PREDKOSCI > NIZ	WDVPIL	=	95.00
WYBIEG PRZY PREDKOSCI > NIZ	WGVWYB	=	90.00
MAKSYMALNA PREDKOSC POCIAGU	VGG	=	100.
KIERUNEK JAZDY POCIAGU	KIER	=	-1
ZATRZ. POC. NA STACJACH	ZNS	=	NIE
POCZATKOWE POLOZENIE POC.	PP	=	102700.
JAZDA Z WYBIEGU	WYB	=	NIE
JAZDA Z WYBIEGU NA SPADKU	WYSS	=	NIE
ODZYSK ENERGII	ODZYSK	=	NIE
WYBIEG NA SPAD. PRZY V > NIZ	WDVWNS	=	70.00
JAZDA TYPU "PILA"	PILA	=	NIE
DODATKOWE ZATRZYMANIA	DZ	=	TAK
LICZBA DODATKOWYCH ZATRZ.	LDZ	=	2
WSPOLRZEDNA DODAT. ZATRZ. 1	WDZ(1)	=	56267.
WSPOLRZEDNA DODAT. ZATRZ. 2	WDZ(2)	=	102700.
CZAS DODATKOWYCH .ZATRZ. 1	TDZ(1)	=	2.
CZAS DODATKOWYCH .ZATRZ. 2	TDZ(2)	=	2.
NAZWA ZBIORU CHAR. TRAKC.	NZTC	=	T41
LICZBA CHAR. TRAKC.	LCT	=	5

PARAMETRY POSZCZEGOLNYCH CHARAKTERYSTYK TRAKCYJNYCH

NCT	VMINCH	VMAXCH	ACH	BCH	CCH
1	.00	22.00	0.	0.	416500.
2	22.00	23.50	29167.	-1395290.	16996000.
3	23.50	38.00	0.	0.	372400.
4	38.00	70.00	95.	-15535.	826026.
5	70.00	120.00	18.	-5044.	466729.

PARAMETRY POSZCZEGOLNYCH CHARAKTERYSTYK HAMOWANIA

NCH	AH	BH	CH
1	.000182	-.008952	.269030
2	.000012	-.002252	.200874

WYNIKI OBLICZEN - DLA JAZDY FORSDOWNEJ

NUMER SYSTEMOWY POCIAGU = 1313
 NUMER POCIAGU = 1
 PRZEBYTA DROGA [km] = 46.433
 CZAS PRZEJAZDU [h.m.s] = 0:37:21
 SERDNIA PREDKOSC PRZEJAZDU [km/h] = 74.560
 ZUZYTA ENERGIA [KWH] = 1743.397

WYNIKI OBLICZEN - DLA JAZDY Z WYBIEGIEM

NUMER SYSTEMOWY POCIAGU = 1313
 NUMER POCIAGU = 1
 PRZEBYTA DROGA [km] = 46.433
 CZAS PRZEJAZDU [h.m.s] = 0:38:46
 SERDNIA PREDKOSC PRZEJAZDU [km/h] = 71.859
 ZUZYTA ENERGIA [KWH] = 1475.459

WYNIKI OBLICZEN - DLA JAZDY Z WYBIEGIEM I "PILA"

NUMER SYSTEMOWY POCIAGU = 1313
 NUMER POCIAGU = 1
 PRZEBYTA DROGA [km] = 46.433
 CZAS PRZEJAZDU [h.m.s] = 0:39:46
 SERDNIA PREDKOSC PRZEJAZDU [km/h] = 71.859
 ZUZYTA ENERGIA [KWH] = 1475.459

WYNIKI OBLICZEN - DLA JAZDY "PILA"

NUMER SYSTEMOWY POCIAGU = 1313
 NUMER POCIAGU = 1
 PRZEBYTA DROGA [km] = 46.433
 CZAS PRZEJAZDU [h.m.s] = 0:37:45
 SERDNIA PREDKOSC PRZEJAZDU [km/h] = 73.772
 ZUZYTA ENERGIA [KWH] = 1633.927

WYNIKI OBLICZEN DLA JAZDY Z ODZYSKIEM ENERGII

WYNIKI OBLICZEN - DLA JAZDY FORSOWNEJ

NUMER SYSTEMOWY POCIAGU	=	1313
NUMER POCIAGU	=	1
PRZEBYTA DROGA [km]	=	46.433
CZAS PRZEJAZDU [h.m.s]	=	0:37:21
SERDNIA PRĘDKOŚĆ PRZEJAZDU [km/h]	=	74.560
ZUŻYTA ENERGIA [KWH]	=	1615.062

WYNIKI OBLICZEN - DLA JAZDY Z WYBIEGIEM

NUMER SYSTEMOWY POCIAGU	=	1313
NUMER POCIAGU	=	1
PRZEBYTA DROGA [km]	=	46.433
CZAS PRZEJAZDU [h.m.s]	=	0:38:46
SERDNIA PRĘDKOŚĆ PRZEJAZDU [km/h]	=	71.659
ZUŻYTA ENERGIA [KWH]	=	1424.026

WYNIKI OBLICZEN - DLA JAZDY Z WYBIEGIEM I "PILA"

NUMER SYSTEMOWY POCIAGU	=	1313
NUMER POCIAGU	=	1
PRZEBYTA DROGA [km]	=	46.433
CZAS PRZEJAZDU [h.m.s]	=	0:38:46
SERDNIA PRĘDKOŚĆ PRZEJAZDU [km/h]	=	71.659
ZUŻYTA ENERGIA [KWH]	=	1424.026

WYNIKI OBLICZEN - DLA JAZDY "PILA"

NUMER SYSTEMOWY POCIAGU	=	1313
NUMER POCIAGU	=	1
PRZEBYTA DROGA [km]	=	46.433
CZAS PRZEJAZDU [h.m.s]	=	0:37:45
SERDNIA PRĘDKOŚĆ PRZEJAZDU [km/h]	=	73.772
ZUŻYTA ENERGIA [KWH]	=	1553.208

Wydruk danych i wyników w formie liczbowej dla pociągu towarowego zwykłego prowadzonego przez lokomotywę ET-22 (char. tr. T222, ham. H2) z prędkością maks. 70[km/h] na trasie Radom-Warka o masie 920[t] i długości pociągu 150 i 620[m].

LICZBA SYMULOWANYCH POCIAGOW		LP	=
RODZAJ TRASY	ITR	=	1
PRZEKROJ WEJSCIOWY- KIER=2	WE	=	102700.
PRZEKROJ WYJSCIOWY KIER=2	WY	=	56267.
WEJSCIE DO SYSTEMU KIER=2	WESYS	=	110030.
WYJSCIE Z SYSTEMU KIER=2	WYSYS	=	49759.
MAKSYMALNY KROK DRUGI	DXMAX	=	2000.
WSPOLCZYNNIK RO	RO	=	1.06
WIDOCZNOSC SEMAFORA	WIDOK	=	300.
WYDRUK POSREDNI --> AUT	DAUT	=	NIE
WYDRUK POSREDNI --> VKRYT	DVKRYT	=	NIE
WYDRUK POSREDNI --> BIEG	BIEG	=	NIE
WYDRUK POSREDNI --> WYKRES	BIEG	=	TAK
NAZWA ZBIORU DANYCH CHAR. POC. NR 1			DCP11
NAZWA ZBIORU WE --> DANE O UKLADZIE TOROWYM DLA KIERUNKU 2 = -R->			

DANE CHARAKTERYZUJACE POCIAG NR 1

TYP LOKOMOTYWY	TYPLOK	=	ET-22
MASA LOKOMOTYWY	RML	=	120.
LICZBA OSI LOKOMOTYWY	LOL	=	4
MASA WAGONOW	RMW	=	800.
LICZBA WAGONOW	RLW	=	10.
LICZBA OSI WAGONOW	LOW	=	30
RODZAJ LOZYSK	RLOZ	=	TODZNE
KATEGORIA POCIAGU (PAS, TOW)	TP	=	TOWAROWY
RODZAJ POCIAGU (OS, P, EX)	RP	=	ZWYKLY
ODSETEK MASY HAMUJACEJ	OMH	=	.40
DLUGOSC POCIAGU	RL	=	150.
NUMER POCIAGU 1	NSP(1)	=	3131
CZAS WEJSCIA POCIAGU 1	TWP(1)	=	2.
WYBIEG PRZY POCHYLENIU < NIZ	WGPWYB	=	-2.00
WYBIEG PRZY PREDKOSCI > NIZ	WDVPIL	=	55.00
WYBIEG PRZY PREDKOSCI > NIZ	WGVWYB	=	60.00
MAKSYMALNA PREDKOSC POCIAGU	VGG	=	70.
KIERUNEK JAZDY POCIAGU	KIER	=	-1
ZATRZ. POC. NA STACJACH	ZNS	=	TAK
POCZATKOWE POLOZENIE POC.	PP	=	110030.
JAZDA Z WYBIEGU	WYB	=	NIE
JAZDA Z WYBIEGU NA SPADKU	WYBS	=	NIE
ODZYSK ENERGII	ODZYSK	=	NIE
WYBIEG NA SPAD. PRZY V > NIZ	WCVWNS	=	40.00
JAZDA TYPU "PILA"	PILA	=	NIE
DODATKOWE ZATRZYMANIA	DZ	=	TAK
LICZBA DODATKOWYCH ZATRZ.	LDZ	=	2
WSPOLRZEDNA DODAT. ZATRZ. 1	WDZ(1)	=	56267.
WSPOLRZEDNA DODAT. ZATRZ. 2	WDZ(2)	=	102700.
CZAS DODATKOWYCH .ZATRZ. 1	TDZ(1)	=	2.
CZAS DODATKOWYCH .ZATRZ. 2	TDZ(2)	=	2.
NAZWA ZBIORU CHAR. TRAKC.	NZTC	=	T222
LICZBA CHAR. TRAKC.	LCT	=	15

PARAMETRY POSZCZEGOLNYCH CHARAKTERYSTYK TRAKCYJNYCH

NCT	VMINCH	VMAXCH	ACH	BCH	CCH
1	.00	14.25	0.	0.	312375.
2	14.25	18.75	5921.	-235130.	2442350.
3	18.75	21.25	3973.	-175572.	2057220.
4	21.25	22.50	7816.	-356724.	4181760.
5	22.50	25.00	5496.	-271924.	3473230.
6	25.00	25.50	1008.	-60042.	993268.
7	25.50	28.75	2103.	-127073.	2031630.
8	28.75	32.50	2283.	-148518.	2528020.
9	32.50	35.00	2080.	-164598.	3395160.
10	35.00	37.50	1646.	-137014.	2997260.
11	37.50	40.00	1116.	-101240.	2449570.
12	40.00	42.50	1156.	-111073.	2823660.
13	42.50	50.00	388.	-45221.	1434970.
14	50.00	56.25	1476.	-170765.	5075770.
15	56.25	120.00	20.	-4879.	401681.

NAZWA ZBIORU CHAR. HAMOWANIA NZCH = H2

PARAMETRY POSZCZEGOLNYCH CHARAKTERYSTYK HAMOWANIA

NCH	AH	BH	CH
1	.000182	-.008952	.269030
2	.000012	-.002252	.200674

WYNIKI OBLICZEN - DLA JAZDY FORSOWNEJ

NUMER SYSTEMOWY POCIAGU = 3131
 NUMER POCIAGU = 1
 PRZEBYTA DROGA [km] = 46.433
 CZAS PRZEJAZDU [h.m.s] = 1: 2:58
 SERDNIA PREDKOSC PRZEJAZDU [km/h] = 44.240
 ZUZYTA ENERGIA [KWH] = 759.701

WYNIKI OBLICZEN - DLA JAZDY Z WYBIEGIEM

NUMER SYSTEMOWY POCIAGU = 3131
 NUMER POCIAGU = 1
 PRZEBYTA DROGA [km] = 46.433
 CZAS PRZEJAZDU [h.m.s] = 1: 5:35
 SERDNIA PREDKOSC PRZEJAZDU [km/h] = 42.470
 ZUZYTA ENERGIA [KWH] = 630.804

WYNIKI OBLICZEN - DLA JAZDY Z WYBIEGIEM I "PILA"

NUMER SYSTEMOWY POCIAGU = 3131
 NUMER POCIAGU = 1
 PRZEBYTA DROGA [km] = 46.433
 CZAS PRZEJAZDU [h.m.s] = 1: 5:43
 SERDNIA PREDKOSC PRZEJAZDU [km/h] = 42.389
 ZUZYTA ENERGIA [KWH] = 629.889

WYNIKI OBLICZEŃ - DLA JAZDY "PILA"

NUMER SYSTEMOWY POCIAGU	=	2101
NUMER POCIAGU	=	1
PRZEBYTA DROGA [km]	=	46.433
CZAS PRZEJAZDU [h.m.s]	=	1: 3: 20
ŚREDNIA PRĘDKOŚĆ PRZEJAZDU [km/h]	=	43.982
ZUŻYTA ENERGIA [kWh]	=	728.998

LICZBA SYMULOWANYCH POCIAGOW		LP
RODZAJ TRASY	ITR	= 1
PRZEKROJ WEJSCIOWY KIER=2	WE	= 102700.
PRZEKROJ WYJSCIOWY KIER=2	WY	= 56267.
WEJSCIE DO SYSTEMU KIER=2	WESYS	= 110030.
WYJSCIE Z SYSTEMU KIER=2	WYSYS	= 49759.
MAKSYMALNY KROK DROGI	DXMAX	= 2000.
WSPOLCZYNNIK RO	RO	= 1.06
WIDOCZNOSC SEMAFORA	WIDOK	= 300.
WYDRUK POSREDNI --> AUT	DALT	= NIE
WYDRUK POSREDNI --> VKRYT	DKRYT	= NIE
WYDRUK POSREDNI --> BIEG	BIEB	= NIE
WYDRUK POSREDNI --> WYKRES	BIEB	= TAK
NAZWA ZBIORU DANYCH CHAR. POC. NR 1		DOP11
NAZWA ZBIORU WE --> DANE O UKLADZIE TOROWYM DLA KIERUNKU Z = -R-W		

DANE CHARAKTERYZUJACE POCIAG NR 1

TYP LOKOMOTYWY	TYPLOK	= ET-22
MASA LOKOMOTYWY	RML	= 120.
LICZBA OSI LOKOMOTYWY	LOL	= 4
MASA WAGONOW	RMW	= 800.
LICZBA WAGONOW	RLW	= 40.
LICZBA OSI WAGONOW	LBW	= 120
RODZAJ LOZYSK	RLOZ	= TOCZNE
KATEGORIA POCIAGU (PAS, TOW)	TP	= TOWAROWY
RODZAJ POCIAGU (OS, P, EX)	RP	= ZWYKLY
ODSETEK MASY HAMUJACEJ	DMH	= .40
DLUGOSC POCIAGU	RL	= 520.
NUMER POCIAGU 1	NSP(1)	= 3131
CZAS WEJSCIA POCIAGU 1	TWP(1)	= 2.
WYBIEG PRZY POCHYLENIU < NIZ	WBPWYB	= -2.00
WYBIEG PRZY PRĘDKOŚCI > NIZ	WDPWIL	= 65.00
WYBIEG PRZY PRĘDKOŚCI > NIZ	WBPWYB	= 60.00
MAKSYMALNA PRĘDKOŚĆ POCIAGU	VGG	= 70.
KIERUNEK JAZDY POCIAGU	KIER	= -1
ZATRZ. POC. NA STACJACH	ZMS	= TAK
POCZATKOWE POŁOŻENIE POC.	PP	= 110030.
JAZDA Z WYBIEGU	WYS	= NIE
JAZDA Z WYBIEGU NA SPADKU	WYBB	= NIE
ODZYSK ENERGII	ODZYSK	= NIE
WYBIEG NA SPAD. PRZY V > NIZ	WDPWNS	= 40.00
JAZDA TYPU "PILA"	PILA	= NIE
DODATKOWE ZATRZYMANIA	DZ	= TAK
LICZBA DODATKOWYCH ZATRZ.	LDZ	= 2
WSPOLRZEDNA DODAT. ZATRZ. 1	WDZ(1)	= 56267.
WSPOLRZEDNA DODAT. ZATRZ. 2	WDZ(2)	= 102700.
CZAS DODATKOWYCH .ZATRZ. 1	TDZ(1)	= 2.
CZAS DODATKOWYCH .ZATRZ. 2	TDZ(2)	= 2.
NAZWA ZBIORU CHAR. TRAKC.	NZTC	= T222
LICZBA CHAR. TRAKC.	LCT	= 15

PARAMETRY POSZCZEGOLNYCH CHARAKTERYSTYK TRAKCYJNYCH

NCT	VMINCH	VMAXCH	ACH	BCH	CSH
1	.00	14.25	0.	0.	312375.
2	14.25	18.75	5921.	-235130.	2442350.
3	18.75	21.25	3973.	-176572.	2057220.
4	21.25	22.50	7816.	-356724.	4161760.
5	22.50	25.00	5496.	-271924.	3473230.
6	25.00	26.50	1008.	-60042.	993268.
7	26.50	28.75	2103.	-127073.	2031630.
8	28.75	32.50	2263.	-148618.	2528020.
9	32.50	35.00	2080.	-164898.	3395160.
10	35.00	37.50	1646.	-137014.	2997260.
11	37.50	40.00	1116.	-101240.	2449570.
12	40.00	42.50	1156.	-111073.	2883460.
13	42.50	50.00	368.	-45221.	1434970.
14	50.00	56.25	1476.	-170765.	5075770.
15	56.25	120.00	20.	-4279.	401531.

NAZWA ZBIORU CHAR. HAMOWANIA NZCH = H2

PARAMETRY POSZCZEGOLNYCH CHARAKTERYSTYK HAMOWANIA

NCH	AH	BH	CH
1	.000182	-.008952	.269030
2	.000012	-.002252	.200674

WYNIKI OBLICZEN - DLA JAZDY FOSROWNEJ

NUMER SYSTEMOWY POCIAGU = 3131
 NUMER POCIAGU = 1
 PRZEBYTA DROGA [km] = 46.433
 CZAS PRZEJAZDU [h.m.s] = 1: 4:41
 SERDNIA PREDKOSC PRZEJAZDU [km/h] = 43.062
 ZUZYTA ENERGIA [KWH] = 957.286

WYNIKI OBLICZEN -DLA JAZDY Z WYBIEGIEM

NUMER SYSTEMOWY POCIAGU = 3131
 NUMER POCIAGU = 1
 PRZEBYTA DROGA [km] = 46.433
 CZAS PRZEJAZDU [h.m.s] = 1: 5:46
 SERDNIA PREDKOSC PRZEJAZDU [km/h] = 42.356
 ZUZYTA ENERGIA [KWH] = 848.332

WYNIKI OBLICZEN -DLA JAZDY Z WYBIEGIEM I "PILA"

NUMER SYSTEMOWY POCIAGU = 3131
 NUMER POCIAGU = 1
 PRZEBYTA DROGA [km] = 46.433
 CZAS PRZEJAZDU [h.m.s] = 1: 6:12
 SERDNIA PREDKOSC PRZEJAZDU [km/h] = 42.083
 ZUZYTA ENERGIA [KWH] = 841.976

WYNIKI OBLICZEN - DLA JAZDY "PILA"

NUMER SYSTEMOWY POCIAGU	=	3131
NUMER POCIAGU	=	1
PRZEBYTA DRUGA [km]	=	46.433
CZAS PRZEJAZDU [h.m.s]	=	1: 5:21
ŚREDNIA PRĘDKOŚĆ PRZEJAZDU [km/h]	=	42.622
ZUŻYTA ENERGIA [kWh]	=	921.163

