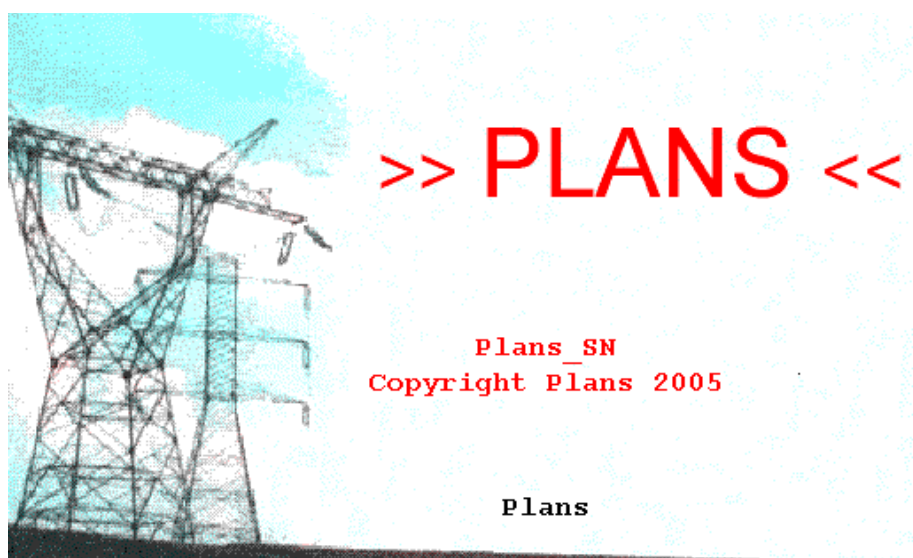


LABORATORIUM SYSTEMÓW ELEKTROENERGETYCZNYCH

Ćwiczenie nr S22

Analiza stanów pracy sieci rozdzielczych średniego napięcia na modelu komputerowym



Instrukcja obsługi programu PlansSN V.NT/2006.02




Autorzy:
dr inż. Zbigniew Zdun
mgr inż. Krzysztof Księżyk
mgr inż. Tomasz Zdun

Spis treści

| | |
|-----------------------------------------------------------------------|----|
| 1. Uruchamianie i ogólne zasady pracy programu PlansSN..... | 4 |
| 1.1. Uruchamianie programu PlansSN..... | 4 |
| 2. Katalogi urządzeń sieci SN..... | 5 |
| 2.1. Katalog linii napowietrznych..... | 6 |
| 2.2. Katalog linii napowietrznych z przewodami izolowanymi..... | 6 |
| 2.3. Katalog linii kablowych..... | 7 |
| 2.4. Katalog transformatorów dwuuzwojeniowych..... | 7 |
| 2.5. Katalog transformatorów trójuzwojeniowych..... | 8 |
| 2.6. Katalog łączników..... | 8 |
| 2.7. Katalog dławików zwarciovych..... | 9 |
| 2.8. Katalog transformatorów uziemiających..... | 9 |
| 2.9. Katalog dławików kompensujących..... | 9 |
| 2.10. Katalog rezystorów uziemiających..... | 10 |
| 2.11. Katalog baterii kondensatorów..... | 10 |
| 2.12. Katalog generatorów synchronicznych..... | 10 |
| 2.13. Katalog generatorów asynchronicznych..... | 10 |
| 3. Tworzenie modelu sieci SN..... | 11 |
| 3.1. Tworzenie danych katalogowych..... | 11 |
| 3.2. Rysowanie schematu sieci i budowanie modelu sieci SN..... | 12 |
| 3.2.1. Rysowanie szyny WN..... | 14 |
| 3.2.2. Rysowanie szyny SN..... | 14 |
| 3.2.3. Rysowanie transformatora dwuuzwojeniowego WN/SN..... | 14 |
| 3.2.4. Rysowanie transformatora trójuzwojeniowego WN/SN..... | 14 |
| 3.2.5. Rysowanie punktu rozgałęźnego..... | 15 |
| 3.2.6. Rysowanie linii średniego napięcia..... | 15 |
| 3.2.7. Rysowanie transformatora SN/nn..... | 16 |
| 3.2.8. Rysowanie odbioru SN..... | 16 |
| 3.2.9. Rysowanie baterii kondensatorów..... | 16 |
| 3.2.10. Rysowanie sprzęgła..... | 17 |
| 3.2.11. Rysowanie dławika zwarciovego..... | 17 |
| 3.2.12. Rysowanie transformatora uziemiającego..... | 17 |
| 3.2.13. Rysowanie generatora..... | 17 |
| 4. Wykonywanie obliczeń..... | 18 |
| 4.1. Obliczanie rozplywu mocy w sieci rozciętej..... | 18 |
| 4.2. Obliczanie rozplywu mocy metodą sieci zamkniętych (Newtona)..... | 19 |
| 4.3. Obliczenia zwarciove..... | 20 |
| 5. Przebieg ćwiczenia..... | 21 |

1. Uruchamianie i ogólne zasady pracy programu PlansSN

1.1. Uruchamianie programu PlansSN

Uruchamianie programu **PlansSN** następuje poprzez dwukrotne kliknięcie ikony **PlansSN** znajdującej się na pulpicie. Możliwe jest też uruchomienie programu poprzez wybranie polecenia: **Start**  **Programy**  **Plans**  **PlansSN**.

System Windows NT umożliwia skojarzenie plików z określonymi rozszerzeniami nazw z wybraną aplikacją, co jest bardzo wygodne bowiem dwukrotne kliknięcie myszką na nazwie pliku powoduje uruchomienie skojarzonej aplikacji wraz z wczytaniem tego pliku.

Po uruchomieniu programu PlansSN pojawi się na ekranie "czołówka" na czas około trzech sekund, po czym można przejść do wykonywania obliczeń - wprowadzania danych, obliczania rozplywów mocy, wydruku wyników obliczeń czy prezentacji graficznej wyników obliczeń na schematach sieci.

Główne menu programu zawiera następujące funkcje:

| | |
|-------------------|---------------------------------------------------|
| Plik | - odczyt, zapis danych, drukowanie |
| Katalogi | - edycja danych katalogowych |
| Dane | - edycja danych elementów sieci SN |
| Grafika | - prezentacja i edycja schematu sieci |
| Obliczenia | - wykonywanie obliczeń rozplywowych i zwarciovych |
| Wyniki | - prezentacja wyników obliczeń |
| Narzędzia | - narzędzia dodatkowe |
| Widok | - elementy widoczne i niewidoczne |
| Pomoc | - pomoc do programu |

Wywoływanie poleceń realizuje się w standardowy sposób zgodnie z zasadami pracy w środowisku systemu Windows. Aplikacja wykorzystuje tak zwaną specyfikację MDI (Multiple Documents Interface) co oznacza, że możliwa jest jednoczesna praca z wieloma oknami, na których będą wyświetlane różne dane czy wyniki obliczeń. Każde z tych okien może mieć własne menu z listą funkcji specyficznych dla danego rodzaju okna i wykonywanych w nim obliczeń. Poruszanie się pomiędzy tymi oknami jest dość łatwe i zgodne ze standardem i specyfiką systemu Windows. Oprócz głównego menu (widocznego na górnej belce okna), każde z nich posiada tak zwane menu podręczne (najczęściej wykorzystywane funkcje), wywoływane po wciśnięciu prawego klawiszy myszy w obszarze okna.

W każdym momencie pracy z programem możliwy jest dostęp do systemu pomocy po wciśnięciu klawisza F1. System pomocy jest opracowany w standardzie systemu Windows.

2. Katalogi urządzeń sieci SN

Katalogi urządzeń sieci SN zawierają podstawowe informacje o elementach stanowiących sieć średniego napięcia i zostały opracowane dla potrzeb obliczeniowych pakietu PlansSN. Dane zawarte w tych katalogach są podstawą generowania modelu sieci SN przeznaczonego do obliczeń stanów ustalonych i zwarć w sieci. Zostały opracowane następujące katalogi:

- Katalog linii napowietrznych.
- Katalog linii napowietrznych z przewodami izolowanymi.
- Katalog linii kablowych.
- Katalog transformatorów dwuuzwojeniowych.
- Katalog transformatorów trójuzwojeniowych.
- Katalog wyłączników.
- Katalog dławików zwarciovych.
- Katalog transformatorów uziemiających.
- Katalog dławików kompensujących.
- Katalog rezystorów uziemiających.
- Katalog baterii kondensatorów.
- Katalog generatorów synchronicznych.
- Katalog generatorów asynchronicznych.

2.1. Katalog linii napowietrznych

| Pole | Opis | Jedn. | Typ | Uwagi |
|-----------|-----------------------------------------|-----------------|--------|------------|
| Typ | nazwa rodzaju linii napowietrznej | - | string | |
| MatPrzew | materiał przewodów | - | string | nie wymag. |
| Un | napięcie znamionowe | kV | float | |
| Przekroj | przekrój przewodu roboczego | mm ² | float | |
| R1 | rezystancja jednostkowa zgodna | Ω/km | float | |
| R0 R1 | stosunek rezystancji zerowej do zgodnej | - | float | |
| X1 | reaktancja jednostkowa zgodna | Ω/km | float | |
| X0 X1 | stosunek reaktancji zerowej do zgodnej | - | float | |
| Cd | pojemność jednostkowa doziemna, C0 | μF/km | float | |
| Cr | pojemność jednostkowa robocza, C1 | μF/km | float | |
| Inl | obciążalność długotrwała letnia | A | float | |
| Inz | obciążalność długotrwała zimowa | A | float | |
| Izw1s | obciążalność zwarciova jedno sekundowa | A | float | |
| Producent | nazwa producenta | - | string | nie wymag. |
| Uwagi | informacje dodatkowe | - | string | nie wymag. |

2.2. Katalog linii napowietrznych z przewodami izolowanymi

| Pole | Opis | Jedn. | Typ | Uwagi |
|-----------|------------------------------------------------------------|-----------------|--------|------------|
| Typ | nazwa rodzaju linii napowietrznej z przewodami izolowanymi | - | string | |
| MatPrzew | materiał przewodów | - | string | nie wymag. |
| Un | napięcie znamionowe | kV | float | |
| Przekroj | przekrój przewodu roboczego | Mm ² | float | |
| R1 | rezystancja jednostkowa zgodna | Ω/km | float | |
| R0 R1 | stosunek rezystancji zerowej do zgodnej | - | float | |
| X1 | reaktancja jednostkowa zgodna | Ω/km | float | |
| X0 X1 | stosunek reaktancji zerowej do zgodnej | - | float | |
| Cd | pojemność jednostkowa doziemna, C0 | μF/km | float | |
| Cr | pojemność jednostkowa robocza, C1 | μF/km | float | |
| Inl | obciążalność długotrwała letnia | A | float | |
| Inz | obciążalność długotrwała zimowa | A | float | |
| Izw1s | obciążalność zwarciova jedno sekundowa | A | float | |
| Producent | nazwa producenta | - | string | nie wymag. |
| Uwagi | informacje dodatkowe | - | string | nie wymag. |

2.3. Katalog linii kablowych

| Pole | Opis | Jedn. | Typ | Uwagi |
|-----------|-----------------------------------------|-----------------|--------|------------|
| Typ | nazwa rodzaju linii kablowej | - | string | |
| MatZyl | materiał żył | - | string | nie wymag. |
| Un | napięcie znamionowe | kV | float | |
| Przekroj | przekrój przewodu roboczego | mm ² | float | |
| Rl | rezystancja jednostkowa zgodna | Ω/km | float | |
| R0_R1 | stosunek rezystancji zerowej do zgodnej | - | float | |
| X1 | reaktancja jednostkowa zgodna | Ω/km | float | |
| X0_X1 | stosunek reaktancji zerowej do zgodnej | - | float | |
| Cd | pojemność jednostkowa doziemna, C0 | μF/km | float | |
| Cr | pojemność jednostkowa robocza, C1 | μF/km | float | |
| In | obciążalność długotrwała | A | float | |
| Izw1s | obciążalność zwarciova jedno sekundowa | A | float | |
| Producent | nazwa producenta | - | string | nie wymag. |
| Uwagi | informacje dodatkowe | - | string | nie wymag. |

2.4. Katalog transformatorów dwuuzwojeniowych

| Pole | Opis | Jedn. | Typ | Uwagi |
|-----------|-------------------------------------------|-------|----------|------------|
| Typ | nazwa typu transformatora 2-uzwojeniowego | - | string | |
| Sn | moc znamionowa | kVA | float | |
| UnG | napięcie znamionowe górne | kV | float | |
| UnD | napięcie znamionowe dolne | kV | float | |
| Zaczepy | położenia przełącznika zaczeptów | - | float[] | |
| dPCu | straty obciążeniowe | kW | float | |
| dUz | napięcie zwarcia | % | float | |
| dPFe | straty czynne jałowe | kW | float | |
| Io | prąd biegu jałowego | % | float | |
| R0_R1 | stosunek rezystancji zerowej do zgodnej | - | float | |
| X0_X1 | stosunek reaktancji zerowej do zgodnej | - | float | |
| UklPol | układ połączeń | - | string | |
| Producent | nazwa producenta | - | string | nie wymag. |
| Uwagi | informacje dodatkowe | - | string | nie wymag. |

Pole **Zaczepy** zawiera dwie liczby, oddzielone dwukropkiem, opisujące możliwe położenia przełącznika zaczeptów. Pierwsza liczba mówi o ile procent zmienia się napięcie przy zmianie położenia przełączników o jeden zaczept, a druga informuje, ile jest zaczeptów od położenia neutralnego (zerowego) do położenia maksymalnego (zarówno dla położen dodatnich jak i ujemnych).

2.5. Katalog transformatorów trójzwojeniowych

| Pole | Opis | Jedn. | Typ | Uwagi |
|-----------|---------------------------------------------|-------|----------|------------|
| Typ | nazwa typu transformatora 3-zwojeniowego | - | string | |
| Sn | moc znamionowa | kVA | float | |
| SnD1 | moc znamionowa I uzwojenia dolnego | kVA | float | |
| SnD2 | moc znamionowa II uzwojenia dolnego | kVA | float | |
| UnG | napięcie znamionowe górne | kV | float | |
| UnD1 | napięcie znamionowe dolne I uzwojenia | kV | float | |
| UnD2 | napięcie znamionowe dolne II uzwojenia | kV | float | |
| ZaczepyG | położenia przełącznika zaczepek uzw. górń. | - | float[] | |
| ZaczepyD1 | położenia przełącz. zaczepek uzw doln. 1-go | - | float[] | |
| ZaczepyD2 | położenia przełącz. zaczepek uzw doln. 2-go | - | float[] | |
| dPCuG_1 | straty obciążeniowe uzw. górne – dolne I | kW | float | |
| dPCuG_2 | straty obciążeniowe uzw. górne – dolne II | kW | float | |
| dPCuI_2 | straty obciążeniowe uzw. dolne I – dolne II | kW | float | |
| DUzG_1 | napięcie zwarcia uzw. górne – dolne I | % | float | |
| DUzG_2 | napięcie zwarcia uzw. górne – dolne II | % | float | |
| dUzI_2 | napięcie zwarcia uzw. dolne I – dolne II | % | float | |
| DPFe | straty czynne jałowe | kW | float | |
| Io | prąd biegu jałowego | % | float | |
| R0_R1 | stosunek rezystancji zerowej do zgodnej | - | float | |
| X0_X1 | stosunek reakcyjności zerowej do zgodnej | - | float | |
| UklPol | układ połączeń | - | string | nie wymag. |
| Producent | nazwa producenta | - | string | nie wymag |
| Uwagi | informacje dodatkowe | - | string | nie wymag |

2.6. Katalog łączników

| Pole | Opis | Jedn. | Typ | Uwagi |
|-----------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|--------|------------|
| Typ | nazwa rodzaju łącznika | - | string | |
| Rodzaj | rodzaj łącznika: numer w – wyłącznik 0 r – rozłącznik 1 o – odłącznik. 2 b – bezpiecznik 3 z – złącze sztywne 4 | - | enum | |
| Un | napięcie znamionowe | kV | float | |
| UnMax | znamionowe napięcie łączeniowe górne | kV | float | |
| In | prąd znamionowy | A | float | |
| InWyl | prąd znamionowy wyłączalny | kA | float | |
| SnWyl | znamionowa moc wyłączalna symetryczna | MVA | float | |
| InSzcZ | prąd szczytowy | kA | float | |
| Iterm | wytrzymałość cieplna | kA | float | |
| InZwarZal | prąd zwarciový załączalny | kA | float | |
| InZal | prąd znamionowy załączalny | kA | float | |
| Producent | nazwa producenta | - | string | nie wymag. |
| Uwagi | informacje dodatkowe | - | string | nie wymag. |

2.7. Katalog dławików zwarciovych.

| Pole | Opis | Jedn. | Typ | Uwagi |
|-----------|-----------------------------|-------|--------|------------|
| Typ | nazwa typu dławika | - | string | |
| Un | napięcie znamionowe | kV | float | |
| In | prąd znamionowy | A | float | |
| dUz | procentowe napięcie zwarcia | % | float | |
| Producent | nazwa producenta | - | string | nie wymag. |
| Uwagi | informacje dodatkowe | - | string | nie wymag. |

2.8. Katalog transformatorów uziemiających.

| Pole | Opis | Jedn. | Typ | Uwagi |
|-----------|-----------------------------------------|-------|----------|------------|
| Typ | nazwa typu transformatora uziemiającego | - | string | |
| Skomp | znamionowa moc kompensacji | kVA | float | |
| InMin | minimalny prąd kompensacyjny | A | float | |
| InMax | maksymalny prąd kompensacyjny | A | float | |
| Sn | moc znamionowa (potrzeb własnych) | kVA | float | |
| UnG | napięcie znamionowe górne | kV | float | |
| UnD | napięcie znamionowe dolne | kV | float | |
| Zaczepy | położenia przełącznika zaczeów | - | float[] | |
| dPCu | straty obciążeniowe | kW | float | |
| dUz | napięcie zwarcia | % | float | |
| dPFe | straty czynne jałowe | kW | float | |
| Io | prąd biegu jałowego | % | float | |
| R0_R1 | stosunek rezystancji zerowej do zgodnej | - | float | |
| X0_X1 | stosunek reaktancji zerowej do zgodnej | - | float | |
| UklPol | układ połączeń | - | string | |
| Producent | nazwa producenta | - | string | nie wymag. |
| Uwagi | informacje dodatkowe | - | string | nie wymag. |

2.9. Katalog dławików kompensujących.

| Pole | Opis | Jedn. | Typ | Uwagi |
|-----------|-----------------------------------|-------|----------|------------|
| Typ | nazwa typu dławika kompensującego | - | string | |
| Sn | kompensacyjna moc znamionowa | kVar | float | |
| UnS | napięcie znamionowe sieci | kV | float | |
| Un | napięcie znamionowe dławika | kV | float | |
| InMin | minimalny prąd znamionowy | A | float | nie wymag. |
| InMax | maksymalny prąd kompensacji | A | float | |
| Zaczepy | położenia przełącznika zaczeów | - | float[] | |
| Producent | nazwa producenta | - | string | nie wymag. |
| Uwagi | informacje dodatkowe | - | string | nie wymag. |

2.10. Katalog rezystorów uziemiających

| Pole | Opis | Jedn. | Typ | Uwagi |
|-----------|------------------------------------|-------|--------|------------|
| Typ | nazwa typu rezystora uziemiającego | - | string | |
| UnS | napięcie znamionowe sieci | kV | float | |
| Izw | dopuszczalny prąd zwarcia | A | float | |
| Producent | nazwa producenta | - | string | nie wymag. |
| Uwagi | informacje dodatkowe | - | string | nie wymag. |

2.11. Katalog baterii kondensatorów

| Pole | Opis | Jedn. | Typ | Uwagi |
|-----------|----------------------------------|-------|---------|------------|
| Typ | nazwa typu baterii kondensatorów | - | string | |
| Qn | moc znamionowa | kVar | float | |
| Un | napięcie znamionowe | kV | float | |
| Stopnie | stopnie regulacji | % | float[] | |
| Producent | nazwa producenta | - | string | nie wymag. |
| Uwagi | informacje dodatkowe | - | string | nie wymag. |

2.12. Katalog generatorów synchronicznych

| Pole | Opis | Jedn. | Typ | Uwagi |
|-----------|-----------------------------------------|----------|--------|------------|
| Typ | nazwa typu generatora | - | string | |
| Sn | moc znamionowa | kVA | float | |
| Un | napięcie znamionowe | kV | float | |
| Pmin | moc czynna – wartość minimalna | kW | float | |
| Pmax | moc czynna – wartość maksymalna | kW | float | |
| Qmin | moc bierna – wartość minimalna | kVar | float | |
| Qmax | moc bierna – wartość maksymalna | kVar | float | |
| Xdbis | zastępcza reaktancja zwarcia generatora | Ω | float | |
| Producent | nazwa producenta | - | string | nie wymag. |
| Uwagi | informacje dodatkowe | - | string | nie wymag. |

2.13. Katalog generatorów asynchronicznych

| Pole | Opis | Jedn. | Typ | Uwagi |
|-----------|-----------------------------------------|----------|--------|------------|
| Typ | nazwa typu generatora asynchronicznego | - | string | |
| Pn | moc znamionowa | kW | float | |
| cosFi | znamionowy współczynnik mocy | - | float | |
| Un | napięcie znamionowe | kV | float | |
| Pmin | moc czynna – wartość minimalna | kW | float | |
| Pmax | moc czynna – wartość maksymalna | kW | float | |
| Qmin | moc bierna – wartość minimalna | kVar | float | |
| Qmax | moc bierna – wartość maksymalna | kVar | float | |
| Xdbis | Zastępcza reaktancja zwarcia generatora | Ω | float | |
| Ir | prąd rozruchowy – krotność In | | | |
| Producent | nazwa producenta | - | string | nie wymag. |
| Uwagi | informacje dodatkowe | - | string | nie wymag. |

3. Tworzenie modelu sieci SN

Model sieci średniego napięcia składa się z trzech podstawowych warstw danych:

- danych katalogowych poszczególnych typów elementów sieciowych,
- danych konstrukcyjnych elementów sieciowych
- układu topologicznego prezentowanego na schemacie sieci.

Tworzenie modelu sieci należy rozpocząć od przygotowania danych katalogowych głównych elementów sieci średnich napięć. Niemożliwe jest w większości przypadków wprowadzenie danych konstrukcyjnych jakiegoś elementu sieciowego bez odwołania się do zbioru danych katalogowych. Tak więc najpierw należy wypełnić zbiory danych katalogowych.

Dane konstrukcyjne elementów tworzone są w trakcie rysowania schematu sieci. Po narysowaniu odpowiedniego elementu jest wybierana pozycja danych katalogowych tego elementu i ustalane parametry konstrukcyjne. Na przykład po narysowaniu linii średniego napięcia ustalany jest dla każdego odcinka typ, długość itp.

3.1. Tworzenie danych katalogowych

Wprowadzanie danych katalogowych odbywa się poprzez „siatki” edycyjne. Z menu głównego programu **PlansSN** po wybraniu pozycji **Katalogi** pojawi się podmenu zawierające:

- Linie napowietrzne
- Linie napowietrzne izolowane
- Linie kablowe
- Transformatory dwuuzwojeniowe
- Transformatory trójuzwojeniowe
- Łączniki
- Dławiki zwarciove
- Dławiki kompensujące
- Transformatory uziemiające
- Rezystory uziemiające
- Baterie kondensatorów
- Generatory synchroniczne
- Generatory asynchroniczne

Po wybraniu odpowiedniej pozycji pojawi się na ekranie siatka edycyjna zawierająca dane katalogowe wybranego typu elementów. Jeśli w danych katalogowych nie ma żadnego elementu to siatka zawiera tylko „główkę” tablicy – opis poszczególnych kolumn wybranego katalogu. Dodanie nowego elementu na siatce jest możliwe poprzez wybranie z menu głównego programu PlansSN pozycji **Narzędzia** → **Dodaj rekord**. Zostanie dostawiony na końcu siatki pusty rekord.

Wprowadzanie lub poprawianie danych na siatce jest możliwe po dwukrotnym kliknięciu myszką w polu komórki. Przechodzi się do trybu edycji zawartości komórki co jest sygnalizowane pojawieniem się migającego kursora w odpowiednim miejscu komórki. Poprzednia zawartość komórki pozostaje, użytkownik może ‘ręcznie’ ją zmienić, usunąć – edytować. Sposób edycji jest więc podobny do trybu edycji tekstów w systemie operacyjnym Windows.

Zestaw danych wyświetlanych na siatkach do edycji danych katalogowych pokrywa się z opisem katalogów urządzeń sieci SN przedstawionym w rozdziale 2.

Należy zauważyć, że zawsze można dopisywać nowe typy do katalogu, natomiast usunięcie jakiegoś typu z katalogu wiąże się ze sporymi zmianami w zbiorze danych bowiem należy przeindeksować wszystkie odwołania do katalogu.

W obecnej wersji programu nie ma możliwości usuwania elementów z katalogów. Ale można natomiast jakiś nieużywany typ podmienić na typ elementu do którego można się będzie odwoływać podczas wprowadzania danych sieciowych. Nie jest konieczne wprowadzenie wszystkich typów na początku tworzenia modelu wprowadzić, ale zaleca się wprowadzenie do każdego katalogu co najmniej jednego elementu (typu). Wtedy podczas tworzenia modelu sieci można odwołać się do np. pierwszego typu, a po wprowadzeniu dodatkowego elementu do katalogu zmienić odwołanie w danych do tego nowego elementu.

3.2. Rysowanie schematu sieci i budowanie modelu sieci SN

Wprowadzanie danych podstawowych elementów sieci średniego napięcia jest możliwe tylko w trakcie rysowania schematu, a więc za pomocą prostej grafiki komputerowej, która jest uruchamiana z menu **Grafika** → **Schemat sieci**. Po jej uruchomieniu prezentowane jest okno do edycji schematu sieci SN. W menu głównym pojawi się dodatkowa pozycja **Rysuj** a po jej wywołaniu podmenu zawierające:

- Szyna WN
- Szyna SN
- Punkt rozgałęźny
- Linia
- Transformator WN/SN 2-uzw.
- Transformator WN/SN 3-uzw.
- Sprzęgło
- Dławik zwarciovoy
- Odbiór SN
- Transformator SN/nn
- Bateria kondensatorów
- Transformator uziemiający
- Generator
- Linia opisu
- Tekst opisu

Należy podkreślić, że w pierwszej kolejności powinny być rysowane węzły sieciowe, a więc najpierw szyna WN stacji zasilającej sieć średniego napięcia (w GPZ), potem szyny średniego napięcia tej stacji i dalsze szyny lub punkty rozgałęźne sieci średniego napięcia. Wrysowanie linii, odbioru czy innych pozostałych elementów wymaga wskazania szyny lub jak w przypadku linii SN dwóch szyn stacji krańcowych. Oczywiście nie ma konieczności rysowania i rozmieszczania na wstępie wszystkich szyn sieci SN, ale można rozbudowywać sieć począwszy od stacji GPZ zasilającej całą sieć średniego napięcia.

Rysowanie elementu sieciowego składa się z czterech etapów:

- narysowanie symbolu graficznego,
- ustalenie położenia tekstu opisu danego elementu,
- wprowadzenie danych liczbowych opisujących konstrukcję i stan elementu,
- korekcję stanu łączników (załączenie elementu).

Symbole graficzne poszczególnych elementów są ustalone, a można jedynie zmieniać ich położenie, zawsze muszą zaczynać się na jakiejś szynie i kończyć w dowolnym punkcie lub jak w przypadku niektórych elementów (na. linia, sprzęgło, itp.) na drugiej szynie.

Uwagi:

- Najlepiej rysować obiekty za pomocą linii poziomych i pionowych. Nie dotyczy to linii, które mogą być prowadzone w sposób dowolny.
- Podczas rysowania aktywny widoczny jest krzyżak – linia pionowa i pozioma, a ich punkt przecięcia oznacza punkt wskazywany przez użytkownika. Punkt ten jest przyciągany do siatki, co ułatwia rysowanie za pomocą myszki. Najlepiej ustalić na początku rysowania modelu skok siatki, np. 10.
- Podczas rysowania najlepiej ustalić powiększenie rysunku na jedną z domyślnych skal (100%, 150% itp.).
- Rysowanie prawie wszystkich obiektów sprowadza się do narysowania linii składającej się z jednego bądź wielu odcinków. Punkty wyznaczające początki i końce odcinków użytkownik wskazuje myszką naciskając lewy przycisk myszki. Koniec rysowania linii następuje po dwukrotnym wskazaniu tego samego punktu.
- Rysowanie większości obiektów (poza szynami i punktem rozgałęźnym) jest związane z tworzeniem topologii sieci czyli uzyskaniem informacji, do których szyn obiekt może być podłączony. Tego rozpoznania dokonuje program, ale pod pewnymi warunkami. Przede wszystkim użytkownik musi zacząć rysować obiekt od wskazania myszką punktu leżącego na szynach. Program zapamięta te szyny jako te, do których może być dany obiekt dołączony. Jeżeli pierwszy odcinek (bądź ostatni w przypadku np. linii) przecina inne szyny w tej samej stacji, to one też zostaną zapamiętane jako te, do których może być dołączony dany obiekt. Ponadto w punktach przecięcia narysują się symbole łączników szynowych, które ułatwiają dokonywanie przełączeń oraz wizualizację aktualnej topologii. Rysowana linia nie może być równoległa do szyny – program nie jest w stanie rozpoznać punktu przecięcia.
- Rysowanie transformatorów WN/SN wymaga narysowania dwóch bądź trzech linii, po jednej na uzwojenie. Pierwsza linia zawsze musi się zaczynać na szynach WN, natomiast kolejne linie muszą się kończyć na szynach SN.
- Do szyn SN może być dołączone dowolne urządzenie. Do szyn WN tylko transformator WN/SN. Do punktu rozgałęźnego tylko linia SN.
- Po narysowaniu linii użytkownik musi wprowadzić punkt wstawiania tekstu. Aplikacja informuje o tym w ten sposób, że w punkcie przecięcia się przewodnic (środek krzyżaka) powinien pojawić się prostokąt. Należy po prostu wskazać myszką ten punkt. Tekst może być rysowany na lewo lub na prawo od tego punktu, może również być wyśrodkowany względem niego. Podobnie jest z wyrównaniem w pionie. Odpowiednie wyrównanie tekstu można ustawić na oknie dialogowym z właściwościami obiektu na zakładce *Tekst*.
- W przypadku niektórych elementów po zakończeniu rysowania należy wybrać z listy wprowadzonych do katalogu urządzeń to, które jest w danym miejscu zainstalowane.
- Po wrysowaniu obiektu i wybraniu urządzenia z katalogu pojawia się odpowiednie okno z właściwościami elementu. Użytkownik może na nim wpisać pewne dane charakterystyczne dla danego obiektu. Omówienie tych okien znajduje się w jednym z następujących rozdziałów.
- Należy pamiętać, że w momencie pojawienia się okna z właściwościami elementu narysowany obiekt został dodany do zbioru danych i nie można cofnąć tej operacji. Jeżeli użytkownik chce usunąć ten obiekt, to musi z menu wybrać **Edycja** → **Usuń** i wskazać go kursorem myszki.

3.2.1. Rysowanie szyny WN

Rysuj→Szyna WN

Należy narysować linię reprezentującą szynę WN wskazując kolejne punkty należące do niej. Aby zakończyć rysowanie należy wskazać ten sam punkt po raz drugi lub szybko kliknąć myszką dwukrotnie w miejscu, gdzie ma być ostatni punkt należący do szyny.

Należy wskazać punkt wstawienia tekstu.

Na oknie z listą wszystkich stacji należy wskazać stację, do której będzie należeć dana szyna, bądź utworzyć nową stację wciskając przycisk *Nowa*. Wówczas należy podać na kolejnym oknie dwie informacje: nazwę stacji i jej adres (numer). Jest to ostatni moment, kiedy użytkownik może jeszcze anulować rysowanie szyny.

Na oknie dialogowym z właściwościami szyny należy ustawić parametry szyny, takie jak napięcie znamionowe czy napięcie zadane.

3.2.2. Rysowanie szyny SN

Rysuj→Szyna SN

Rysowanie szyny SN przebiega w taki sam sposób jak rysowanie szyny WN z tą jedną różnicą, że narysowana szyna zostanie dodana do zbioru szyn SN.

3.2.3. Rysowanie transformatora dwuuzwojeniowego WN/SN

Rysuj→Transformator WN/SN 2-uzw.

Rysowanie transformatora WN/SN dwuuzwojeniowego składa się z dwóch etapów. Najpierw należy narysować linię od szyn WN do okręgu symbolizującego transformator – stronę WN. Linię rysuje się wskazując kolejne punkty, a zakończenie następuje po dwukrotnym wskazaniu tego samego punktu. Rysowanie należy rozpocząć od punktu leżącego na szynach WN, aby można było ustalić węzeł początkowy. Następnie program automatycznie narysuje transformator (dwa okręgi) i użytkownik będzie musiał wskazać kolejne punkty należące do linii po stronie SN – etap drugi. Koniec rysowania następuje po dwukrotnym kliknięciu myszką w tym samym punkcie. Należy pamiętać, że punkt ten musi leżeć na szynie SN w tej samej stacji, co węzeł WN. Jeżeli ostatni odcinek przecina inne szyny SN, to w tych miejscach tworzone są kolejne łączniki umożliwiające przełączenia transformatora na każde z tych szyn.

Należy wskazać punkt wstawienia tekstu.

Na oknie z listą wszystkich transformatorów dwuuzwojeniowych należy wybrać typ transformatora. Jest to ostatni moment, kiedy użytkownik może jeszcze anulować rysowanie transformatora (przycisk *Anuluj*).

Na oknie dialogowym z właściwościami transformatora należy ustawić parametry takie jak aktualny zaczepek.

3.2.4. Rysowanie transformatora trójuzwojeniowego WN/SN

Rysuj→Transformator WN/SN 3-uzw.

Rysowanie transformatora WN/SN trójuzwojeniowego składa się z trzech etapów. Najpierw należy narysować linię od szyn WN do okręgu symbolizującego transformator – stronę WN. Linię rysuje się wskazując kolejne punkty, a zakończenie następuje po dwukrotnym wskazaniu tego samego punktu. Rysowanie należy rozpocząć od punktu leżącego na szynach WN, aby można było ustalić węzeł początkowy. Następnie należy wrysować połączenie do górnego uzwojenia transformatora klikając poszczególne punkty. Ostatni punkt połączenia zaznaczamy klikając dwukrotnie w tym samym miejscu. Po wrysowaniu połączenia do górnego uzwojenia automatycznie narysuje się uzwojenie górne oraz jedno z uzwojeń dolnych. Należy dorysować, klikając poszczególne punkty, połączenie dla tego uzwojenia do szyn SN. Po narysowaniu uzwojenia drugiego należy dorysować połączenie uzwojenia trzeciego. Należy

pamiętać, że punkty kończące połączenia z uzwojeniami drugim i trzecim muszą leżeć na szynach SN w tej samej stacji, co węzeł WN. Jeżeli ostatni odcinek łączenia przecina inne szyny SN, to w tych miejscach tworzone są kolejne łączniki umożliwiające przełączenia transformatora na każde z tych szyn.

Należy wskazać punkt wstawienia tekstu.

Na oknie z listą wszystkich transformatorów trójuzwojeniowych należy wybrać typ transformatora. Jest to ostatni moment, kiedy użytkownik może jeszcze anulować rysowanie transformatora (przycisk *Anuluj*).

Na oknie dialogowym z właściwościami transformatora należy ustawić parametry takie jak aktualny zaczepek.

3.2.5. Rysowanie punktu rozgałęźnego

Rysuj→Punkt rozgałęźny

Punkt rozgałęźny jest to węzeł elektryczny, który nie należy do żadnej stacji, a mimo to musi być wyszczególniony. Takimi punktami są np. odczepy na słupie czy mufy kablowe na trzy czy więcej kabli. Do punktu rozgałęźnego mogą być dołączane tylko linie SN.

Należy wskazać jeden punkt, w którym będzie rysowany okrąg reprezentujący punkt rozgałęźny.

Należy wskazać punkt wstawienia tekstu.

Na oknie dialogowym z właściwościami punktu należy ustawić parametry, takie jak napięcie znamionowe czy napięcie zadane.

3.2.6. Rysowanie linii średniego napięcia

Rysuj→Linia

Należy narysować linię łamaną wskazując kolejne punkty należące do niej. Aby zakończyć rysowanie należy wskazać ten sam punkt po raz drugi lub szybko kliknąć myszką dwukrotnie w miejscu, gdzie ma być ostatni punkt należący do linii.

Pierwszy i ostatni punkt musi leżeć w pobliżu szyn, aby program mógł określić na które szyny linia może być załączona. Jeżeli w obrębie jednej stacji pierwszy odcinek linii przecina kolejne szyny, to w tych miejscach tworzone są kolejne łączniki umożliwiające przełączenia linii na każde z tych szyn.

Można również początek lub koniec linii określić w punkcie rozgałęźnym – wówczas on staje się węzłem początkowym lub końcowym linii.

Węzeł (węzły) początkowy i końcowy nie mogą należeć do tej samej stacji (wówczas należy narysować sprzęgło).

Należy wskazać punkt wstawienia tekstu.

Na oknie z listą wszystkich rodzajów kabli i przewodów (z danych katalogowych) należy wybrać rodzaj przewodu, którym wykonana jest linia. Jeżeli linia składa się z kilku odcinków wykonanych różnymi przewodami (np. o różnych przekrojach), to należy wybrać przewód, jakim jest wykonana linia od strony węzła początkowego (kolejność jest taka sama, jak kolejność rysowania). Jest to ostatni moment, kiedy użytkownik może jeszcze anulować rysowanie linii.

Na oknie dialogowym z właściwościami linii należy ustawić parametry linii takie jak długość czy rodzaj przewodów. Można również dodać kolejne odcinki, jak i wprowadzić długość każdego z nich.

3.2.7. Rysowanie transformatora SN/nn

Rysuj→Transformator SN/nn

Należy narysować linię łamaną wskazując myszką kolejne punkty należące do niej. Aby zakończyć rysowanie należy wskazać ten sam punkt po raz drugi.

Pierwszy punkt musi leżeć w pobliżu szyn, aby program mógł węzeł początkowy. Jeżeli pierwszy odcinek linii przecina kolejne szyny, to w tych miejscach tworzone są kolejne łączniki umożliwiające przełączenia na każde z tych szyn.

Program automatycznie dorysuje symbol transformatora odbiorczego na końcu narysowanej linii i pod odpowiednim kątem.

Należy wskazać punkt wstawienia tekstu.

Na oknie z listą wszystkich transformatorów dwuuzwojeniowych (lista z katalogu) należy wybrać jeden. Jest to ostatni moment, kiedy użytkownik może jeszcze anulować rysowanie transformatora (przycisk *Anuluj*).

Na oknie dialogowym z właściwościami transformatora odbiorczego należy ustawić parametry takie jak obciążenie i odchylenie standardowe.

3.2.8. Rysowanie odbioru SN

Rysuj→Odbiór SN

Należy narysować linię łamaną wskazując myszką kolejne punkty należące do niej. Aby zakończyć rysowanie należy wskazać ten sam punkt po raz drugi.

Pierwszy punkt musi leżeć w pobliżu szyn, aby program mógł węzeł początkowy. Jeżeli pierwszy odcinek linii przecina kolejne szyny, to w tych miejscach tworzone są kolejne łączniki umożliwiające przełączenia na każde z tych szyn.

Program automatycznie dorysuje symbol odbioru na końcu narysowanej linii i pod odpowiednim kątem.

Należy wskazać punkt wstawienia tekstu.

Na oknie dialogowym z właściwościami odbioru należy ustawić parametry takie jak obciążenie i odchylenie standardowe.

3.2.9. Rysowanie baterii kondensatorów

Rysuj→Bateria kondensatorów

Rysowanie baterii kondensatorów przebiega w taki sam sposób jak rysowanie transformatora odbiorczego SN/nn z tą różnicą, że po narysowaniu linii zostanie automatycznie dorysowany symbol kondensatora oraz pojawi się okno dialogowe z właściwościami kondensatora.

3.2.10. Rysowanie sprzęgła

Rysuj → Sprzęgło

Należy narysować linię łamaną wskazując myszką kolejne punkty należące do niej. Aby zakończyć rysowanie należy wskazać ten sam punkt po raz drugi lub szybko kliknąć myszką dwukrotnie w miejscu, gdzie ma być ostatni punkt należący do sprzęgła.

Pierwszy i ostatni punkt musi leżeć w pobliżu szyn, aby program mógł określić które szyny sprzęgło może spinać. Jeżeli pierwszy lub ostatni odcinek linii przecina kolejne szyny, to w tych miejscach tworzone są kolejne łączniki umożliwiające przełączenia na każde z tych szyn.

Węzeł (węzły) początkowy i końcowy muszą należeć do tej samej stacji.

Program automatycznie wybierze miejsce wstawienia symbolu wyłącznika – na środku najdłuższego odcinka sprzęgła. Na oknie dialogowym z właściwościami dla sprzęgła można usunąć ten łącznik.

Należy wskazać punkt wstawienia tekstu.

Na oknie dialogowym z właściwościami sprzęgła należy ustawić parametry takie jak wyłącznik czy wyrównanie tekstu.

3.2.11. Rysowanie dławika zwarciovego

Rysuj → Dławik zwarciovoy

Należy narysować linię łamaną wskazując myszką kolejne punkty należące do niej. Aby zakończyć rysowanie należy wskazać ten sam punkt po raz drugi – ostatni punkt należący do sprzęgła.

Pierwszy i ostatni punkt musi leżeć w pobliżu szyn, aby program mógł określić pomiędzy którymi szynami leży dławik (czasem konieczne jest wrysowanie dodatkowej szyny SN, należy uczynić to wcześniej) Jeżeli pierwszy lub ostatni odcinek linii przecina kolejne szyny, to w tych miejscach tworzone są kolejne łączniki umożliwiające przełączenia na każde z tych szyn.

Węzeł (węzły) początkowy i końcowy muszą należeć do tej samej stacji.

Program automatycznie wybierze miejsce wstawienia symbolu dławika – na środku najdłuższego odcinka.

Należy wskazać punkt wstawienia tekstu.

Na oknie z listą wszystkich dławików zwarciovych (lista z katalogu) należy wybrać jeden dławik. Jest to ostatni moment, kiedy użytkownik może jeszcze anulować rysowanie sprzęgła (przycisk *Anuluj*).

Na oknie dialogowym z właściwościami dławika należy ustawić parametry takie jak wyrównanie tekstu.

3.2.12. Rysowanie transformatora uzemiającego

Rysuj → Transformator uzemiający

Rysowanie transformatora uzemiającego przebiega w taki sam sposób jak rysowanie transformatora odbiorczego SN/nn z tą różnicą, że po narysowaniu linii zostanie automatycznie dorysowany symbol transformatora uzemiającego oraz pojawi się okno dialogowe z jego właściwościami.

3.2.13. Rysowanie generatora

Rysuj → Generator

Rysowanie generatora przebiega w taki sam sposób jak rysowanie transformatora odbiorczego SN/nn z tą różnicą, że po narysowaniu linii zostanie automatycznie dorysowany symbol generatora oraz pojawi się okno dialogowe z jego właściwościami.

4. Wykonywanie obliczeń

Programem PlansSN w obecnej wersji można wykonywać obliczenia rozptywu mocy czynnej i spadków napięć metodą stosowaną dla rozciętych sieci średniego napięcia oraz rozptywu mocy czynnej i biernej metodą dokładną stosowaną również dla sieci zamkniętych. Ponadto programem można obliczać prądy zwarciove, zarówno dla zwać trójfazowych jak i niesymetrycznych metodą macierzową stosowaną również dla sieci zamkniętych. Procedury obliczeniowe są uruchamiane z menu głównego z pozycji:

Obliczenia →

Rozptyw

Zwarcia

Newton

4.1. Obliczanie rozptywu mocy w sieci rozciętej

Procedura obliczania rozptywu mocy w sieci rozciętej jest uruchamiana z menu: **Obliczenia → Rozptyw** i oblicza rozptyw mocy czynnej i spadki napięć oraz odchylenia standardowe tych wielkości. Podstawowym warunkiem jaki powinien spełniać model sieci jest poprawność danych opisujących poszczególne elementy sieciowe uwzględniane w obliczeniach a także warunek, że sieć pracuje w konfiguracji otwartej – jest jednostronnie zasilana. Elementami sieci uwzględnianymi w obliczeniach rozptywowych są: linie kablowe i napowietrzne SN, transformatory SN/nn, transformatory uziemiające oraz dławiki zwarciove. Punktami zasilania sieci średniego napięcia są szyny SN transformatorów dwuuzwojeniowych i trójuzwojeniowych WN/SN. Sieć otwarta to taka sieć gdzie nie ma połączenia liniami średniego napięcia od jednego punktu zasilania do drugiego lub nie ma pętli. Procedura obliczania rozptywu mocy wykryje takie połączenia w sieci i pojawi się informacja, że taka sieć nie może zostać obliczoną tą metodą.

Rozptyw mocy obliczany za pomocą tej procedury jest tzw. probabilistycznym rozptywem mocy. Dlatego też dla każdego punktu odbiorczego określa się oprócz mocy czynnej także odchylenie standardowe tej wartości, które określa skalę zmienności tego obciążenia. Procedura obliczeń rozptywowych przekazuje do tabel **BusSN** opisujących szyny stacji średnich napięć w pole **fU** obliczony moduł napięcia na szynach oraz w pole **fUstd** – odchylenie standardowe napięcia.

W tabelę opisującą linie średniego napięcia są wstawiane następujące informacje:

- w polu **fP** jest wstawiany obliczony przepływ mocy czynnej w linii
- w polu **fPstd** jest wstawiane obliczone odchylenie standardowe przepływu mocy czynnej w linii,
- w polu **fQ** jest wstawiany obliczony przepływ mocy biernej w linii,
- w polu **fDP** jest wstawiana obliczona wartość strat mocy czynnej w linii,
- w polu **fDPstd** jest wstawiane obliczone odchylenie standardowe wartości strat mocy czynnej w linii,
- w polu **fDU** jest wstawiany obliczony procentowy spadek napięcia na linii,
- w polu **fDUstd** jest wstawiane obliczone odchylenie spadku napięcia na linii.

W tabelę opisującą transformatory SN/nn oraz transformatory uziemiające

- w polu **fP** jest wstawiany obliczony przepływ mocy czynnej w transformatorze
- w polu **fPstd** jest wstawiane obliczone odchylenie standardowe przepływu mocy czynnej w transformatorze,
- w polu **fDP** jest wstawiana obliczona wartość strat mocy czynnej w transformatorze,
- w polu **fDPstd** jest wstawiane obliczone odchylenie standardowe wartości strat mocy czynnej w transformatorze,
- w polu **fU** jest wstawiany obliczone napięcie na szynach nn transformatora,
- w polu **fUstd** jest wstawiane obliczone odchylenie standardowe napięcia na szynach nn transformatora.

Po wpisaniu do tabel, wyniki obliczeń rozptywowych z tabel **BusSN** oraz **LineSN** są pokazywane na schemacie sieci. Należy zauważyć, że przed rozpoczęciem obliczeń rozptywowych, te pozycje w tabelach **BusSN** i **LineSN** do których są wpisywane wyniki obliczeń rozptywowych są zerowane.

4.2. Obliczanie rozplywu mocy metoda sieci zamkniętych (Newtona)

Procedura obliczania rozplywu mocy metoda sieci zamkniętych (Newtona) jest wywoływana z menu głównego: **Obliczenia**→**Newton** i rozpoczyna obliczenia rozplywowe metoda zamkniętych sieci elektroenergetycznych – uwzględniając dokładne prawa elektrotechniki dla sieci prądu przemiennego, a więc uwzględniając impedancje elementów oraz moce czynne i bierne stanowiące o obciążeniu sieci.

Tak więc danymi do obliczeń jest topologia sieci oraz impedancje (rezystancje, reaktancje, pojemności doziemne) elementów sieci średniego napięcia (głównie linii) oraz impedancje transformatorów W/SN. Przyjęto, że punktami zasilającymi są szyny WN, które w obliczeniach rozplywowych są traktowane jako węzły bilansujące. W obliczeniach nie ma znaczenia czy sieć jest zamknięta czy otwarta, natomiast jest sprawdzana spójność sieci, tj. czy każda szyna SN ma zasilanie. Jeśli jakieś szyny czy nawet fragment sieci jest izolowany (nie ma połączenia do węzła zasilającego) to fragment taki jest ‘wyłączany’ a wyniki obliczeń rozplywowych będą zerowe.

Procedura obliczeń rozplywu mocy może obliczać rozplyw mocy z uwzględnieniem mocy biernych, tak więc istotne są wartości tych mocy występujące w tabelach zbioru odbiorów – pozycja **fQ** oraz w tabelach transformatorów odbiorczych SN/nn – pole **fQ**. Należy tutaj zwrócić baczną uwagę na wartości tych mocy bowiem metoda obliczeniowa stosuje proces iteracyjny, który może być rozbieżny, jeśli wartości obciążeń mocą bierną będą zbyt duże – nastąpi ‘załamanie’ napięć na szynach.

Procedura obliczeń rozplywu mocy metoda sieci zamkniętych rozwiązuje równania mocowo-napięciowe metoda iteracyjną Newtona. W pierwszej kolejności zakłada się punkt startowy – moduły i kąty fazowe napięć na szynach sieci WN i SN, następnie linearyzuje się równania mocowo-napięciowe obliczając macierz Jakobiego, oblicza niezbilansowania mocy na szynach i rozwiązując liniowy układ równań metoda eliminacji Gaussa oblicza poprawki modułów i kątów fazowych napięć otrzymując nowy punkt startowy. Powtarza się ponownie cykl obliczeniowy, chyba że obliczone niezbilansowania mocy na szynach okazały się niewielkie – osiągnięto wystarczająco dużą dokładność obliczeń. Po osiągnięciu wystarczającej dokładności oblicza się przepływy mocy w liniach sieci średniego napięcia, wyniki obliczeń wpisuje do tabel elementów.

Procedura obliczeń rozplywowych przekazuje do tabel **BusSN** (2.6) opisujących szyny stacji średnich napięć w pole **fU** obliczony moduł napięcia na szynach.

W tabeli (2.1) opisującej linie średniego napięcia są wstawiane następujące informacje:

- w polu **fP** jest wstawiany obliczony przepływ mocy czynnej w linii
- w polu **fQ** jest wstawiany obliczony przepływ mocy biernej w linii,
- w polu **fDP** jest wstawiana obliczona wartość strat mocy czynnej w linii,
- w polu **fDU** jest wstawiany obliczony procentowy spadek napięcia na linii.

Przepływ mocy czynnej i biernej są wstawiane z tego końca linii w którym obliczony prąd ma większą wartość.

Po wpisaniu do tabel, wyniki obliczeń rozplywowych z tabel **BusSN** oraz **LineSN** są pokazywane na schemacie sieci. Należy zauważyć, że przed rozpoczęciem obliczeń rozplywowych, te pozycje w tabelach **BusSN** i **LineSN** do których są wpisywane wyniki obliczeń rozplywowych są zerowane.

4.3. Obliczenia zwarciove

Procedura obliczania prądów zwarciowych jest wywoływana z menu głównego: **Obliczenia**→**Zwarcia** i rozpoczyna obliczenia zwarciove polegające na tym, że w pierwszej chwili są budowane macierz admitancyjne zwarciove (dla składowej zgodnej i zerowej) z uwzględnieniem rezystancji i reaktancji zgodnych i zerowych poszczególnych elementów sieci. Tak więc istotne są wartości tych impedancji, które zostały wprowadzone podczas tworzenia i edycji modelu sieci. Punktami zasilania sieci są transformatory WN/SN, których impedancję dla składowej zgodnej są obliczane na podstawie danych katalogowych tych transformatorów (mocy i napięcia znamionowego oraz napięcia zwarcia i strat mocy czynnych w uzwojeniu). Przyjęto, że impedancja zwarciova dla składowej zerowej transformatorów WN/SN od strony SN jest bardzo duża – transformator WN/SN od strony SN stanowi przerwę dla składowej zerowej. W obliczeniach zwarciowych jest uwzględniana reaktancja zastępcza dla składowej zgodnej sieci WN w postaci zadawanej mocy zwarcia na szynach stacji WN (patrz edycja szyny WN – Moc zwarciova). Składowa zerova występuje tylko dla sieci SN w której występują transformatory uziemiające z rezystorem uziemiającym punkt neutralny. W przypadku sieci z izolowanym punktem neutralnym lub kompensowanym przez dławik prąd zwarcia jednofazowego jest obliczany na podstawie sumy pojemności doziemnych Cd wszystkich linii przyłączonych do szyn SN zasilanych bezpośrednio z transformatora WN/SN oraz wartości indukcyjności dławika.

W przypadku występowania w sieci średniego napięcia generatorów, generatory te będą dodatkowym źródłem prądu zwarciowego. Są one odwzorowane dla składowej zgodnej reaktancją X_d'' połączoną szeregowo z zastępczą reaktancją sieci. Parametry te są wprowadzane podczas modelowania generatora – reaktancja X_d'' w danych katalogowych generatora, a reaktancja zastępcza w danych generatora. Przyjęto, że impedancja dla składowej zerowej tych generatorów jest bardzo duża.

Po obliczeniu macierzy admitancyjnych, których elementami są liczby zespolone jest dokonywany rozkład tych macierzy na macierze trójkątne, na podstawie których można łatwo obliczyć zastępcze impedancje zwarciove dla kolejnych szyn, a następnie obliczać prądy zwarciove i moce na szynach SN oraz rozptyw prądu zwarciowego w sieci. Procedura obliczeń zwarciowych przekazuje do tabel **BusSN** (2.6) opisujących szyny stacji średnich napięć następujące informacje:

- w polu **fSz3f** jest wstawiany obliczony poziom mocy zwarciovej na szynach podczas zwarcia na tych szynach,
- w polu **fIz3f** jest wstawiana obliczona wartość prądu zwarcia trójfazowego przy wystąpieniu tego zwarcia na tych szynach,
- w polu **fIz1f** jest wstawiana obliczona wartość prądu zwarcia jednofazowego przy wystąpieniu zwarcia na tych szynach; w sieci z izolowanym punktem neutralnym lub kompensowanym przez dławik; wartość tego prądu będzie wynikała z sumy pojemności doziemnych linii SN przyłączonych do jednej szyny GPZ i reaktancji dławika uziemiającego, a dla sieci z uziemionym punktem neutralnym przez rezystor jest obliczana na podstawie impedancji zastępczej dla składowej zgodnej i zerowej na danych szynach,
- w polu **fIz2f** jest wstawiana obliczona wartość prądu zwarcia dwufazowego (bez udziału ziemi) przy wystąpieniu tego zwarcia na tych szynach,
- w polu **fIz2fn** jest wstawiana obliczona wartość prądu zwarcia dwufazowego z udziałem ziemi, przy wystąpieniu tego zwarcia na tych szynach.

Ponadto procedura obliczeń zwarciowych wpisuje do tabel (2.1) opisujących zbiór linii **LineSN** w polu **fIz** obliczony maksymalny prąd zwarcia trójfazowego jaki może płynąć linią podczas wystąpienia zwarcia trójfazowego na tych szynach w których będzie największy przepływ prądu. Dla zwarć na każdej szynie jest obliczany przepływ prądu zwarciowego w linii i wpisywana jest do tabeli największa wartość.

Po wpisaniu do tabel wyniki obliczeń zwarciowych z tabel **BusSN** oraz **LineSN** są pokazywane na schemacie sieci. Należy zauważyć, że przed rozpoczęciem obliczeń zwarciowych, te pozycje w tabelach **BusSN** i **LineSN** do których są wpisywane wyniki obliczeń zwarciowych są zerowane.

5. Przebieg ćwiczenia

Ćwiczenie polega na analizie rozptyłu mocy i prądów zwarć w sieci rozdzielczej oraz na badaniu wpływu parametrów obciążeniowych takich jak moce odbiorów, generatorów oraz nastawień transformatorów na pracę sieci średniego napięcia.

1. Analiza rozptyłu mocy

Do wybranego punktu sieci średniego napięcia dołączyć kilka stacji SN/nn połączonych liniami napowietrznymi lub kablowymi (rozbudować sieć SN):

należy wykonać obliczenia rozptyłowe i sprawdzić poziom obciążenia pracujących elementów i poziomy napięć w sieci SN i nn.

2. Analiza wpływu mocy odbiorów na pracę sieci średniego napięcia

Dla wybranej stacji sieciowej w dołączonym fragmencie sieci:

należy zmieniać

- moc czynną odbioru, obliczyć rozptył mocy i zaobserwować wartości napięć na szynach stacji oraz największe zmiany obciążenia elementów sieciowych,
- jak wyżej, ale dla mocy biernej.

3. Analiza prądów zwarcia

Wykonać obliczenia zwarciove:

- zwarcie trójfazowe,
- dwufazowe,
- jednofazowe

i przeanalizować wartości prądów w dołączonym fragmencie sieci SN,

4. Analiza wpływu zasilania sieci SN z sieci 110kV na pracę sieci rozdzielczej

Zmieniając w GPZ:

- napięcie na szynach 110 kV,
- poziom mocy zwarciovej na szynach 110 kV,
- sposób uziemienia punktu zerowego,

przeanalizować wpływ tych parametrów na pracę dołączonego układu sieciowego

Sprawozdanie**1. Analiza rozptyłu mocy**

Oceń jakość zasilania wybranego fragmentu sieciowego.

2. Analiza wpływu mocy odbiorów na pracę sieci średniego napięcia

Sporządź wykres zależności zaobserwowanych wielkości od mocy czynnej i biernej wybranego odbioru. Przeanalizować przebieg zmienności.

3. Analiza prądów zwarcia

Oceń wytrzymałość zwarciovą elementów pracujących w dołączonym fragmencie sieci SN.

4. Analiza wpływu zasilania sieci SN z sieci 110kV na pracę sieci rozdzielczej

Oceń wpływ układu GPZ na pracę dołączonego fragmentu sieciowego.