

Prof. J. Portacha
Inż. D. Muszyński

Wykorzystanie struktury uniwersalnej przy budowie wielowariantowych układów ciepłych zasilania miasta w energię



Plan seminarium

- 1. O Uniwersalizacji**
- 2. Zasilanie małych miast w ciepło dla centralnego ogrzewania, ciepłej wody użytkowej technologii**
- 3. Struktura uniwersalna układu ciepłego**
- 4. Przykład budowy struktury uniwersalnej i jej wykorzystania na przykładzie miasta Żyrardowa**

1. O uniwersalizacji

Cywilizację w której żyjemy charakteryzują różne cechy (atrybuty) pozytywne i negatywne. Uniwersalizację zaliczam do pozytywnych. Jako przykład może posłużyć uniwersalny miernik parametrów - przy pomiarze różnych parametrów nie używany różnych mierników, ale jeden uniwersalny. Bardzo dobrymi przykładami uniwersalizacji są również – pralka i robot kuchenny.

Wszystkie one pozwalają zmniejszyć nakład pracy użytkownika na wykonanie określonego zadania. Podobnie jest również ze strukturą uniwersalną układów ciepłych. Jeżeli mamy przeanalizować kilka układów to uprzednio musimy przeprowadzić określone obliczenia. Niektórzy potrafią analizować bez tych obliczeń, ale o takich przypadkach nie będę mówił. Obliczenia układów to opracowanie modeli matematycznych i obliczenia numeryczne wykorzystujące odpowiednie programy. Można to zrealizować dwojako:

1. indywidualnie tzn. dla każdego wariantu z osobna
2. z wykorzystaniem struktury uniwersalnej rozpatrywanych wariantów ciepłych.

Ten drugi, w zależności od liczby wariantów pozwala zmniejszyć nakład pracy na obliczenia wszystkich wariantów, ale jednocześnie wymaga nakładów pracy na opracowanie struktury uniwersalnej. Potrzeba rozpatrzenia licznego zbioru wariantów zachodzi na przykład przy modernizacji **źródeł ciepła w miastach** – o czym jest mowa w tytule seminarium i będzie w przykładzie, który zaprezentuje inż. Dominik Muszyński.

— || +
Szum informacyjny || Uniwersalizacja



„Uniwersalizacja”

Miernik uniwersalny Fulke



Może mierzyć:

- napięcie
- prąd stały/zmienny,
- pojemność
- częstotliwość,
- rezystancję,
- konduktancję,
- temperaturę

Robot kuchenny



Może pracować jako:

- Przygotowywać ciasto
- kroić warzywa i owoce
- miksować,
- wyciskać soki
- rozdrabniać mięso

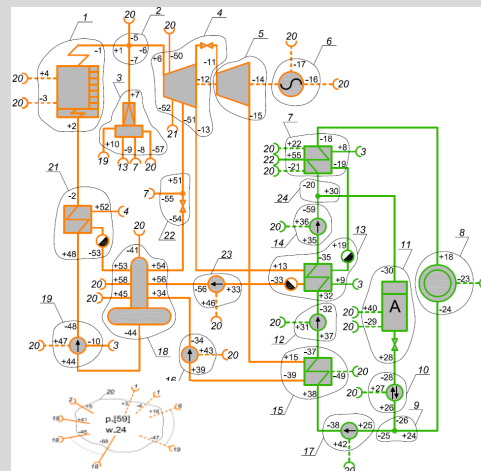
Pralka



Potrafi:

- Prać tkaniny z różnych materiałów: Bawełna, Tkaniny delikatne, Jedwab, Wełna, Jeans
- Impregnować
- Odwirowywać
- Płukać
- Krochmalić
- Płukać
- Namaczać

Struktura uniwersalna



Pozwala zmniejszyć nakład pracy na modelowanie matematyczne i przeprowadzenie obliczeń numerycznych dla różnych układów cieplnych

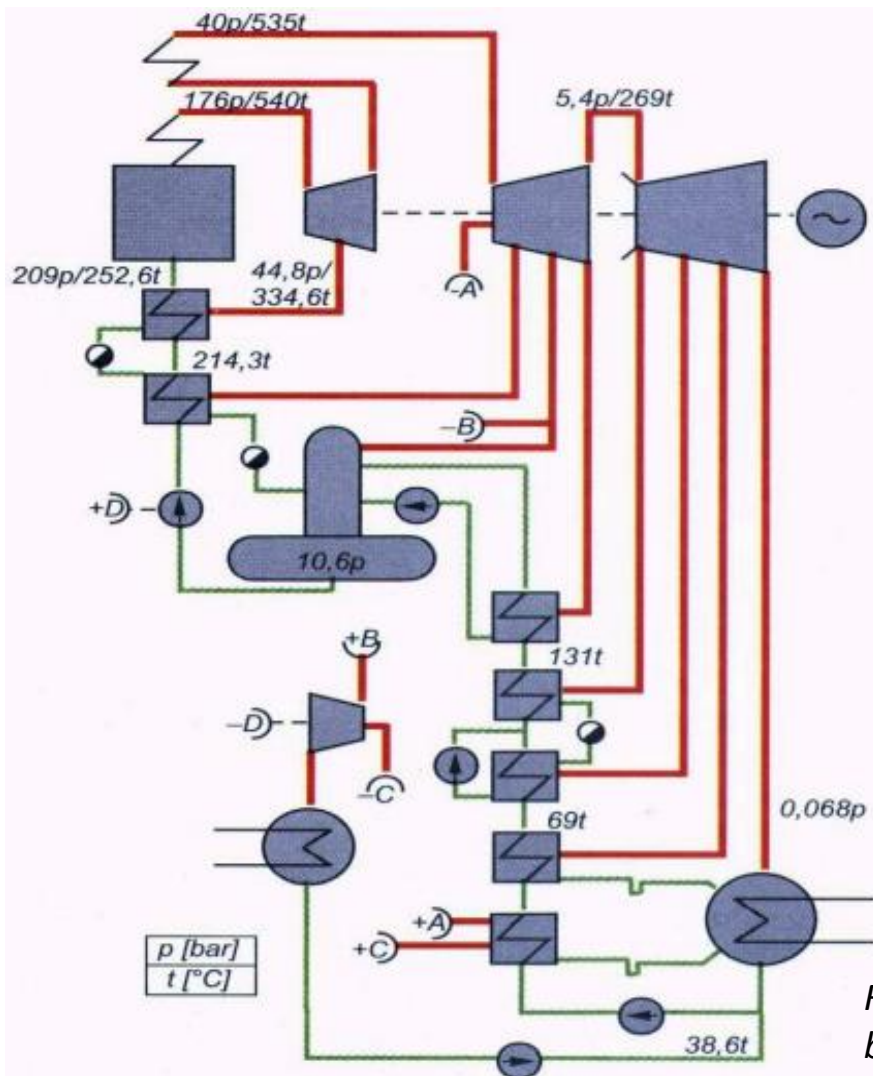
Ciepło dla małych miast

- **Małe i duże miasta**
- **Graniczna moc cieplna kogeneracji**
- **Zmiany: $J_{EC} \searrow$, ekologia \nearrow , wiek ciepłowni \nearrow**
- **Nowe rozwiązania:**
EC parowe, gazowo-parowe, z silnikami spalinowymi
- **Nowe źródła energii pierwotnej:**
Odpady miejskie, biogaz ze ścieków
- **Modernizacja źródeł ciepła,
analiza wielu wariantów zasilania w energię małych miast ,
wykorzystanie struktura uniwersalna.**

1. O Uniwersalizacji
2. Zasilanie małych miast w ciepło dla centralnego ogrzewania, ciepłej wody użytkowej technologii
3. Struktura uniwersalna układu cieplnego
4. Przykład budowy struktury uniwersalnej i jej wykorzystania na przykładzie miasta Żyrardowa

Struktura uniwersalna układów ciepłych

Strukturę jednego układu ciepłego nazywaną również schematem ciepłym ilustruje Rys.2



1. O Uniwersalizacji
2. Zasilanie małych miast w ciepło dla centralnego ogrzewania, ciepłej wody użytkowej technologii
3. **Struktura uniwersalna układu ciepłego**
4. Przykład budowy struktury uniwersalnej i jej wykorzystania na przykładzie miasta Żyrardowa

Rys.2 Struktura układu ciepłego bloku energetycznego 360 MW Elektrowni Bełchatów



Struktura uniwersalna układów ciepłych

Rysunek ten jest zbiorem symbolicznie oznaczonych maszyn i urządzeń oraz połączeń między nimi, które realizują obieg termodynamiczny bloku elektrowni. Na zbiorach tego typu i im podobnych, jak w algebrze zbiorów można wykonywać różne działania. Jednym z nich jest dodawanie zbiorów.

Operacja ta może być wykonywana nie tylko na zbiorach będących strukturą całych układów, ale również i ich części. **Suma struktur układów (części układów) nazywamy strukturę uniwersalną układów (części układów).** Zgodnie z tą definicją dodawania zbiorów, **suma dwóch struktur układów (części układów) A i B nazywamy taką strukturę, która zawiera te i tylko te elementy (maszyny, urządzenia i połączenia między nimi), które występują w A lub B.** Korzystając z notacji przyjętej w rachunku zbiorów powyższą definicję przynależności elementu a do sumy ($A \cup B$) zapisujemy następująco:

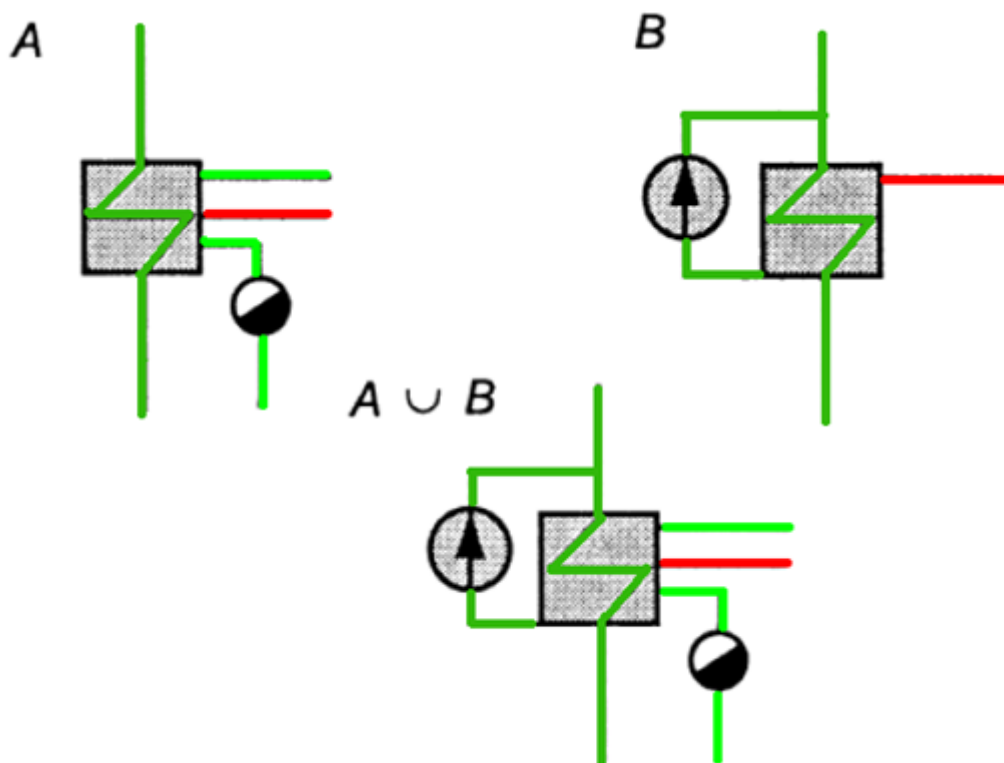
$$\textit{element } a \in (A \cup B) \Leftrightarrow [(a \in A) \vee (a \in B)]$$

1. O Uniwersalizacji
2. Zasilanie małych miast w ciepło dla centralnego ogrzewania, ciepłej wody użytkowej technologii
3. **Struktura uniwersalna układu ciepłego**
4. Przykład budowy struktury uniwersalnej i jej wykorzystania na przykładzie miasta Żyrardowa

Suma struktur układów \equiv struktura uniwersalna

Powyższą definicję ilustruje Rys.3.

$$\text{element } a \in (A \cup B) \Leftrightarrow [(a \in A) \vee (a \in B)]$$

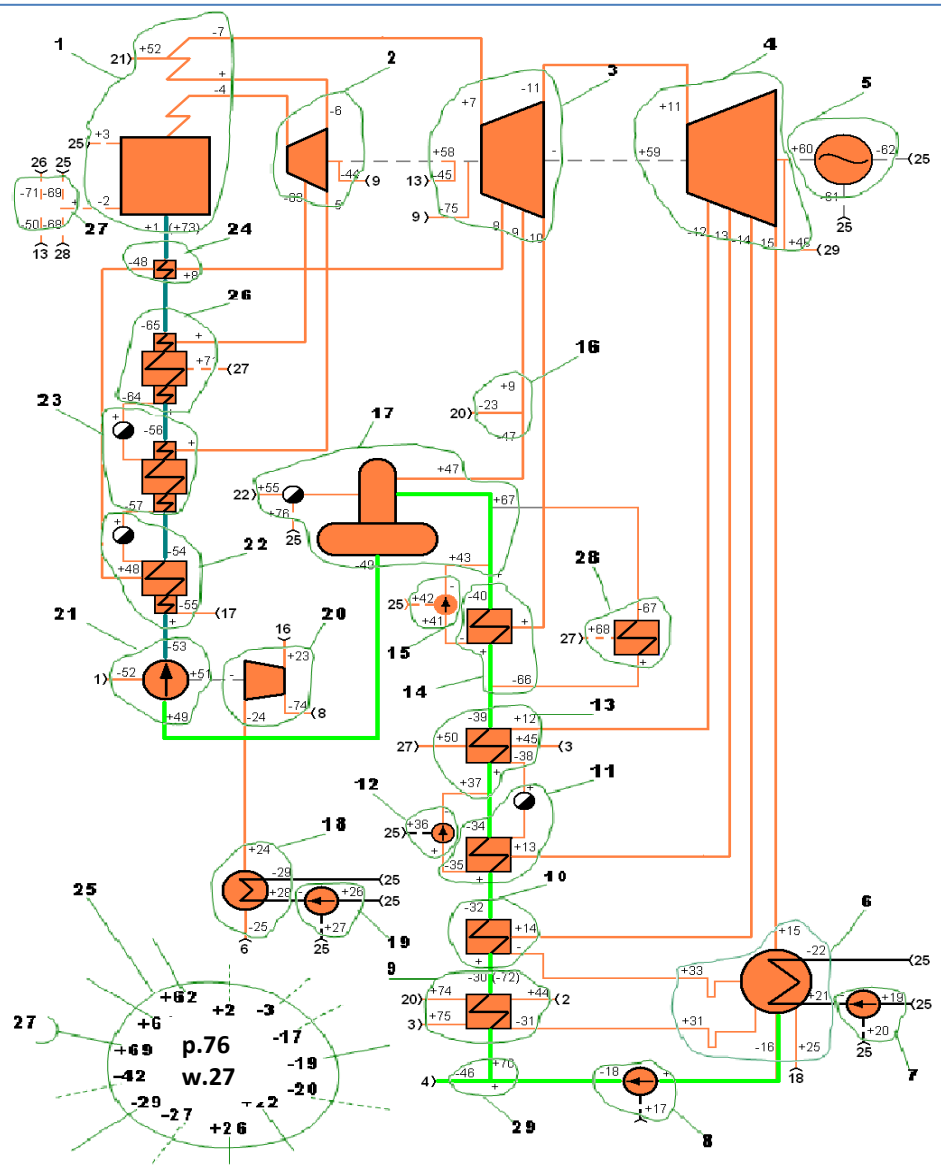


1. O Uniwersalizacji
2. Zasilanie małych miast w ciepło dla centralnego ogrzewania, ciepłej wody użytkowej technologii
3. **Struktura uniwersalna układu ciepłego**
4. Przykład budowy struktury uniwersalnej i jej wykorzystania na przykładzie miasta Żyrardowa

Rys. 3 Przykład dodawania struktur układów ciepłych (suma struktur – struktura uniwersalna)

**Suma struktur układów (części układów)
nazywamy strukturę uniwersalną układów (części układów).**

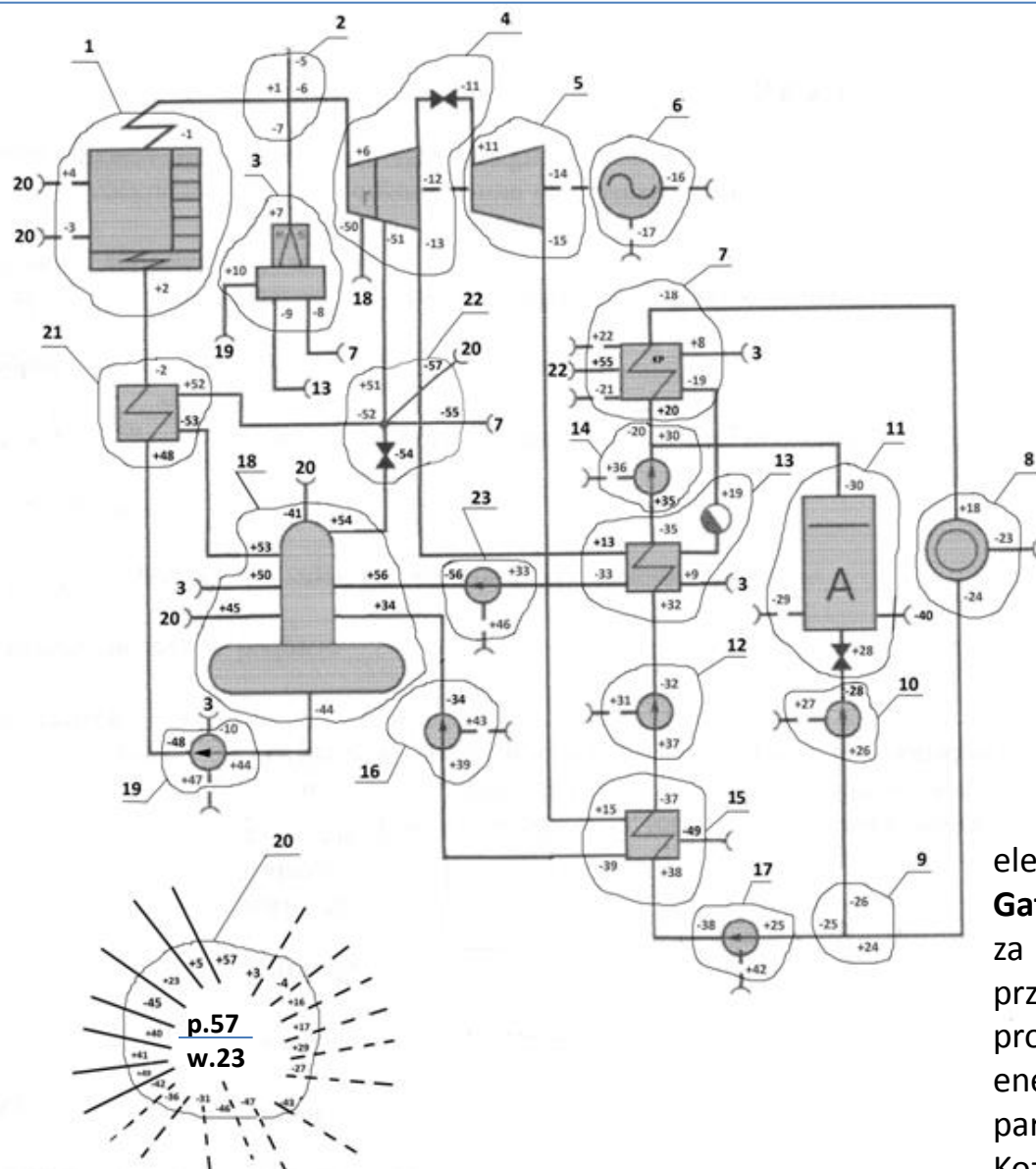
Struktura uniwersalna układów elektrowni na parametry nadkrytyczne



1. O Uniwersalizacji
2. Zasilanie małych miast w ciepło dla centralnego ogrzewania, ciepłej wody użytkowej technologii
3. **Struktura uniwersalna układu ciepłego**
4. Przykład budowy struktury uniwersalnej i jej wykorzystania na przykładzie miasta Żyrardowa

Rys 4. Struktura uniwersalna dla układów parowych na parametry nadkrytyczne

Struktura uniwersalna układów małych elektrociepłowni miejskich



1. O Uniwersalizacji
2. Zasilanie małych miast w ciepło dla centralnego ogrzewania, ciepłej wody użytkowej technologii
3. **Struktura uniwersalna układu cieplnego**
4. Przykład budowy struktury uniwersalnej i jej wykorzystania na przykładzie miasta Żyrardowa

Struktura uniwersalna EC Ostrowiec była elementem pracy inżynierskiej **Michała Gatkowskiego** za którą zdobył pierwsze miejsce za najlepszą pracę inżynierską w ogłoszonym przez polską firmę **ENEA** konkursie. Firma ta prowadzi budowę różnych obiektów energetycznych w kraju, m.in. budowę bloku na parametry nadkrytyczne w Elektrowni Kozienice.

Rys 5. Struktura uniwersalnego układów ciepłych EC- Ostrowiec

4. Budowa struktury uniwersalnej i jej wykorzystanie na przykładzie miasta Żyrardowa

4.1 Miasto Żyrardów i istniejące źródła ciepła

4.2 Warianty modernizacji gospodarki energetycznej w Żyrardowie

4.3 Struktura uniwersalna dla rozpatrywanych wariantów modernizacji

4.4 Model bilansowy dla struktury uniwersalnej

4.5 Wykorzystanie struktury uniwersalnej na przykładzie wariantu 2

- Budowa modelu z wykorzystaniem struktury uniwersalnej
- Obliczenia numeryczne z wykorzystaniem macierzy współczynników modelu uniwersalnego
- Zmniejszenie nakładu pracy przy budowie modelu i obliczeniach numerycznych bilansowych



4. Budowa struktury uniwersalnej i jej wykorzystanie na przykładzie miasta Żyrardowa

4.1 Miasto Żyrardów i istniejące źródła ciepła

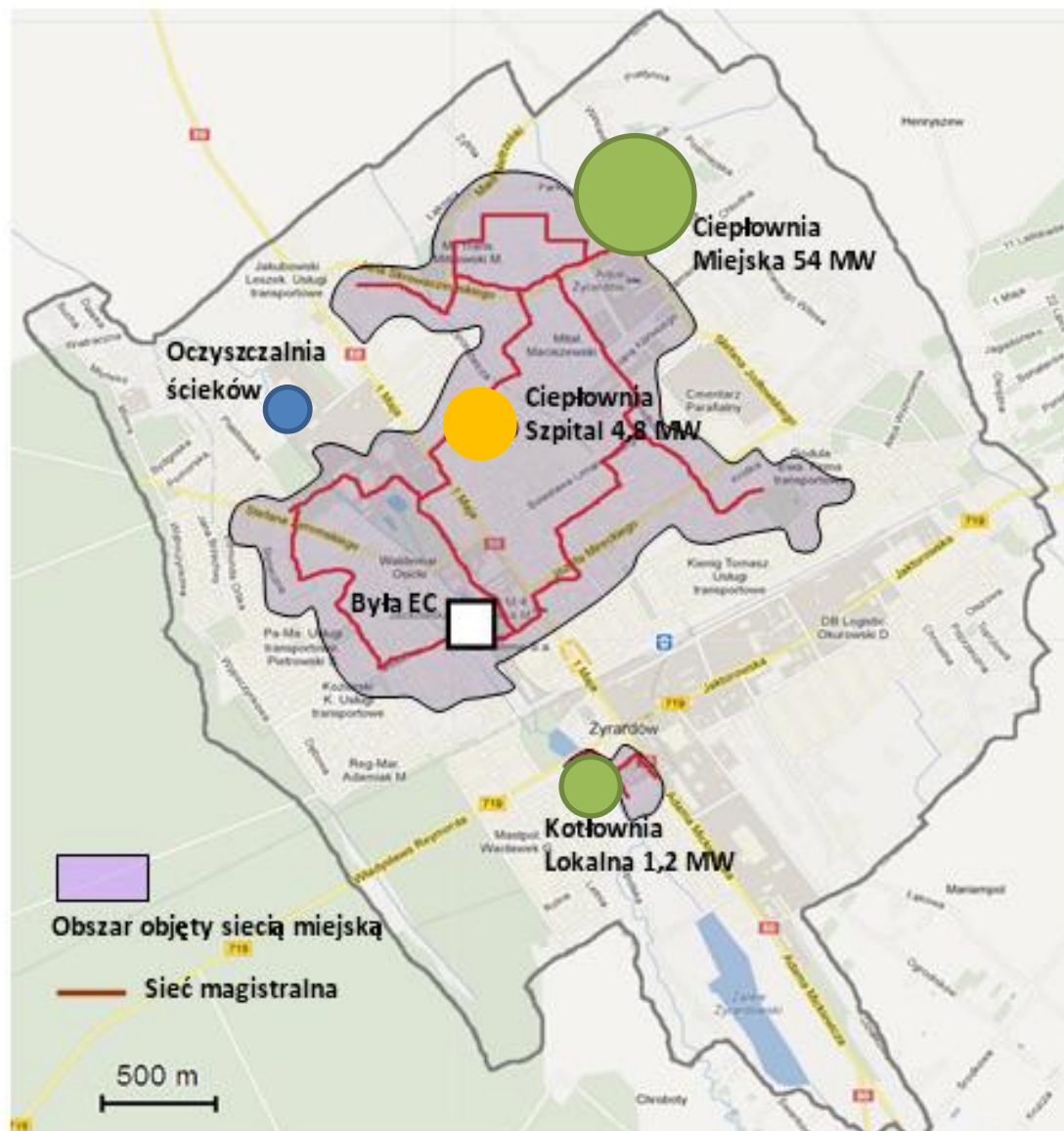
4.2 Warianty modernizacji gospodarki energetycznej w Żyrardowie

4.3 Struktura uniwersalna dla rozpatrywanych wariantów modernizacji

4.4 Model bilansowy dla struktury uniwersalnej

4.5 Wykorzystanie struktury uniwersalnej na przykładzie wariantu 2

- Budowa modelu z wykorzystaniem struktury uniwersalnej
- Obliczenia numeryczne z wykorzystaniem macierzy współczynników modelu uniwersalnego
- Zmniejszenie nakładu pracy przy budowie modelu i obliczeniach numerycznych bilansowych



Rys. 6 Plan Żyrardowa z obszarem sieci ciepłowniczej i źródłami ciepła

4. Budowa struktury uniwersalnej i jej wykorzystanie na przykładzie miasta Żyrardowa

4.1 Miasto Żyrardów i istniejące źródła ciepła

4.2 Warianty modernizacji gospodarki energetycznej w Żyrardowie

4.3 Struktura uniwersalna dla rozpatrywanych wariantów modernizacji

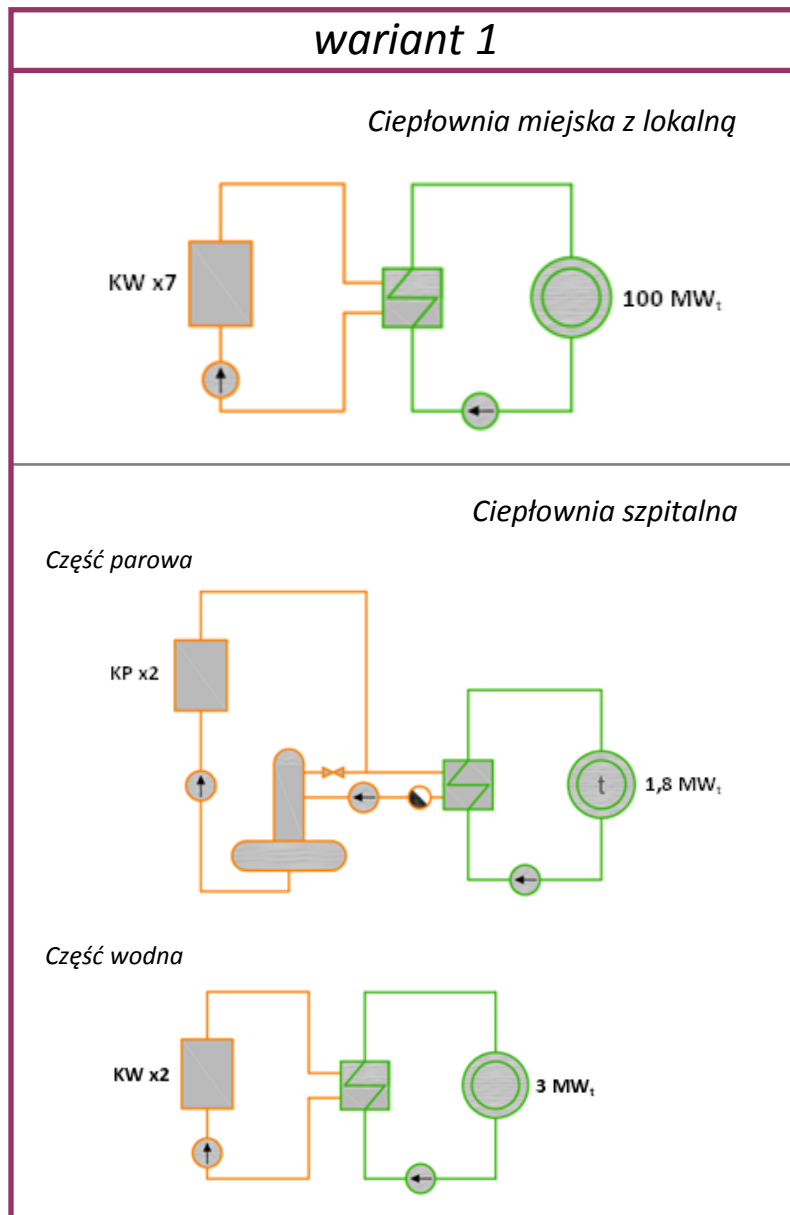
4.4 Model bilansowy dla struktury uniwersalnej

4.5 Wykorzystanie struktury uniwersalnej na przykładzie wariantu 2

- Budowa modelu z wykorzystaniem struktury uniwersalnej
- Obliczenia numeryczne z wykorzystaniem macierzy współczynników modelu uniwersalnego
- Zmniejszenie nakładu pracy przy budowie modelu i obliczeniach numerycznych bilansowych

Rozpatrywane warianty źródeł ciepła dla Żyrardowa

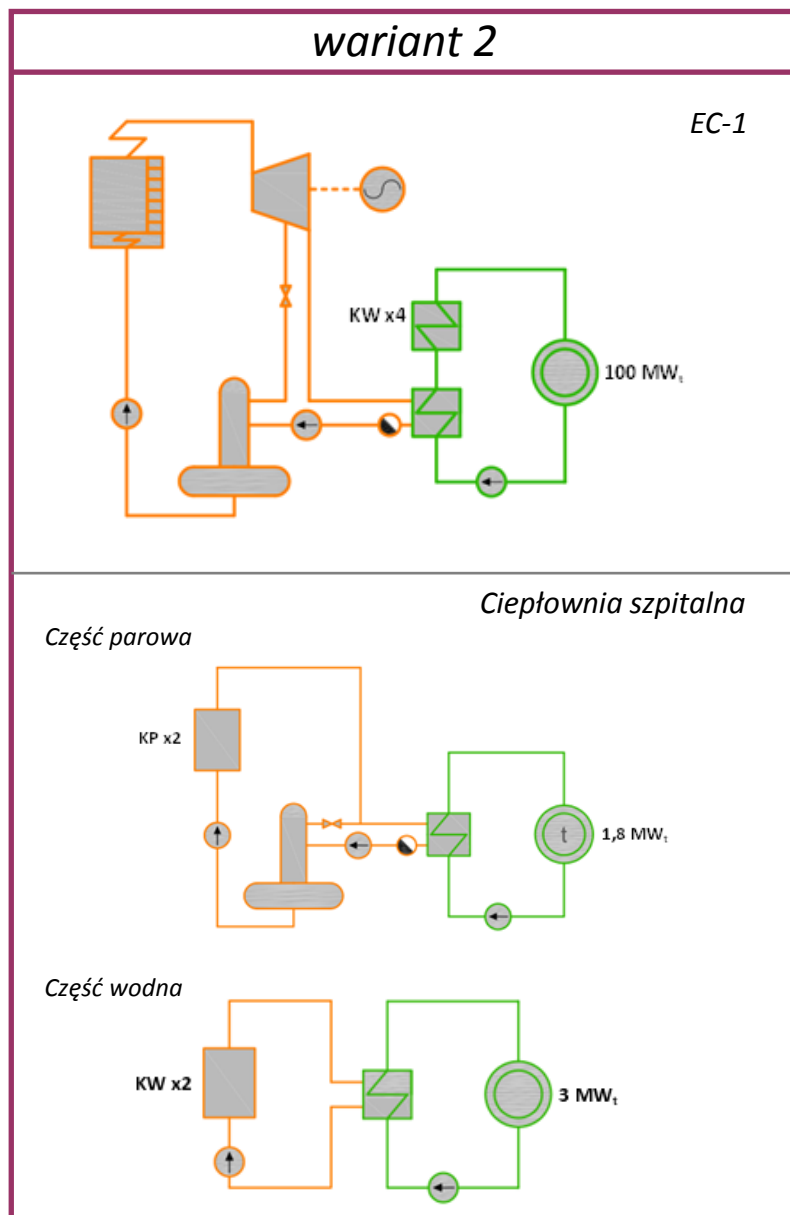
Lp.	Wariant	Opis
0	1	3
1	Wariant 1 Ciepłownie: miejska i szpitalna	Integracja ciepłowni miejskiej łącznie z kotłownią lokalną oraz rozbudową do mocy 100 MW _{th} Osobno kotłownia wodno-parowa w szpitalu 4,8 MW _{th}
2	Wariant 2 EC i ciepłownia szpitalna	EC z turbiną upustowo-przeciwprężną, kotłami szczytowymi, bez akumulatora, bez regeneracyjnego podgrzewu wody zasilającej, bez przesyłania ciepła i pary do szpitala Osobno kotłownia wodno-parowa w szpitalu 4,8 MW _{th}
3	Wariant 3 EC z regeneracją i ciepłownia szpitalna	Jak EC (wariant 2) z podgrzewem regeneracyjnym wody zasilającej Osobno kotłownia wodno-parowa w szpitalu 4,8 MW _{th}
4	Wariant 4 EC z akumulatorem i ciepłownia szpitalna	Jak EC (wariant 2) z pracującym akumulatorem Osobno kotłownia wodno-parowa w szpitalu 4,8 MW _{th}
5	Wariant 5 EC z zasilaniem szpitala w co i cwu oraz ciepłownia parowa w szpitalu	jak EC (wariant 2) z zasilaniem szpitala w ciepło na c.o. i c.w.u. (z miejskiej sieci ciepłowniczej). Elektrociepłownia miejska o mocy 103 MW _{th} (3 MW _{th} dla szpitala) Osobno kotłownia parowa w szpitalu 1,8 MW _{th}
6	Wariant 6 EC z pełnym zasilaniem szpitala	Jak EC (wariant 2) z zasilaniem szpitala w parę technologiczną i w ciepło na c.o. i c.w.u. EC miejska 104,8 MW _{th} (4,8 MW _{th} dla szpitala)
7	Wariant 7 EC z pełnym zasilaniem szpitala i z akumulatorem	Jak EC (wariant 6) z akumulatorem



Rozpatrywane warianty źródeł ciepła dla Żyrardowa

Lp.	Wariant	Opis
0	1	3
1	Wariant 1 ciepłownie	Integracja ciepłowni miejskiej łącznie z kotłownią lokalną oraz rozbudową do mocy 100 MW _{th} Osobno kotłownia wodno-parowa w szpitalu 4,8 MW _{th}
2	Wariant 2 EC i ciepłownia	EC z turbiną upustowo-przeciwprężną, kotłami szczytowymi, bez akumulatora, bez regeneracyjnego podgrzewu wody zasilającej, bez przesyłania ciepła i pary do szpitala Osobno kotłownia wodno-parowa w szpitalu 4,8 MW _{th}
3	Wariant 3 EC z regeneracją i ciepłownia	Jak EC (wariant 2) z podgrzewem regeneracyjnym wody zasilającej Osobno kotłownia wodno-parowa w szpitalu 4,8 MW _{th}
4	Wariant 4 EC z akumulatorem i ciepłownia	Jak EC (wariant 2) z pracującym akumulatorem Osobno kotłownia wodno-parowa w szpitalu 4,8 MW _{th}
5	Wariant 5 EC z zasilaniem szpitala w co i cwu oraz ciepłownia parowa	jak EC (wariant 2) z zasilaniem szpitala w ciepło na c.o. i c.w.u. (z miejskiej sieci ciepłowniczej). Elektrociepłownia miejska EC-1 o mocy 103 MW _{th} (3 MW _{th} dla szpitala) Osobno kotłownia parowa w szpitalu 1,8 MW _{th}
6	Wariant 6 EC z pełnym zasilaniem szpitala	Jak EC (wariant 2) z zasilaniem szpitala w parę technologiczną i w ciepło na c.o. i c.w.u. EC miejska 104,8 MW _{th} (4,8 MW _{th} dla szpitala)
7	Wariant 7 EC z pełnym zasilaniem szpitala z akumulatorem	Jak EC (wariant 6) z akumulatorem

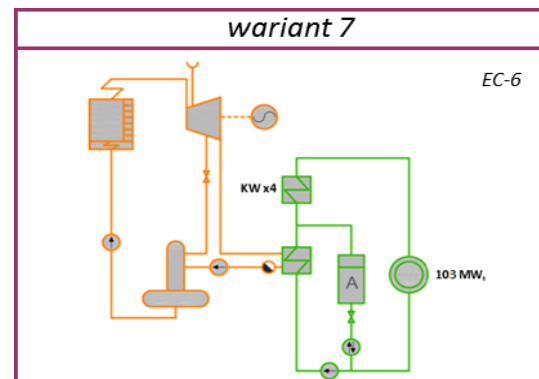
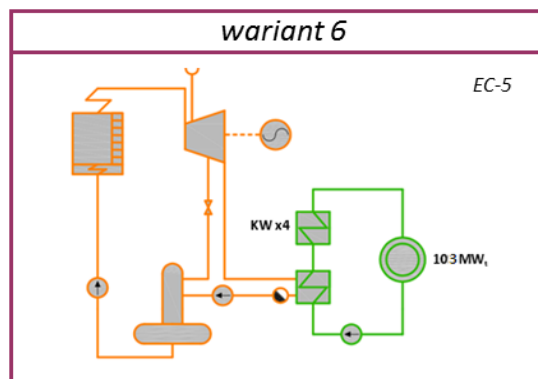
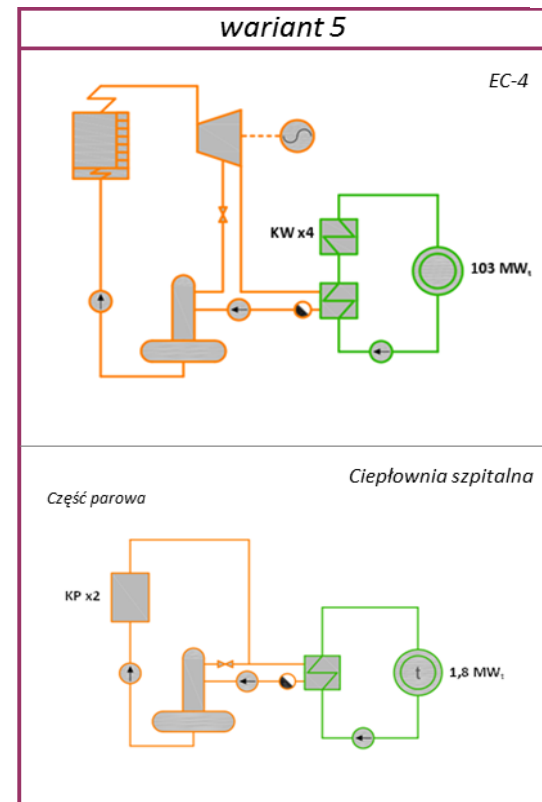
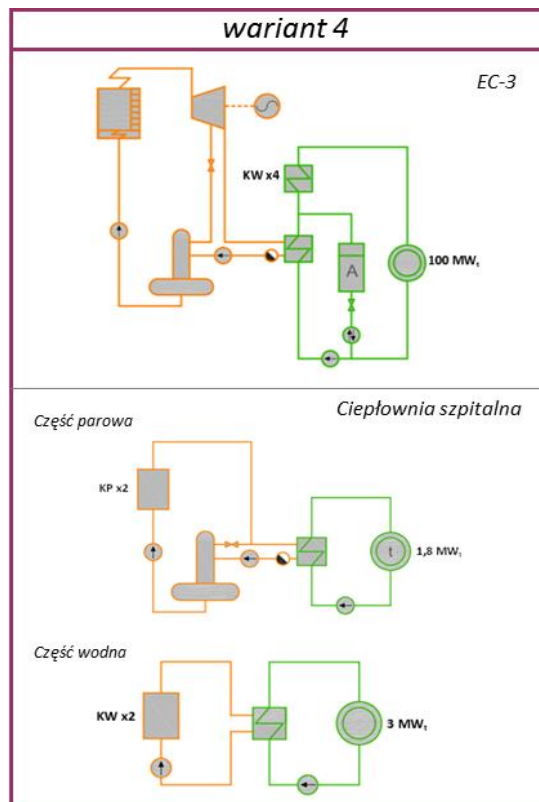
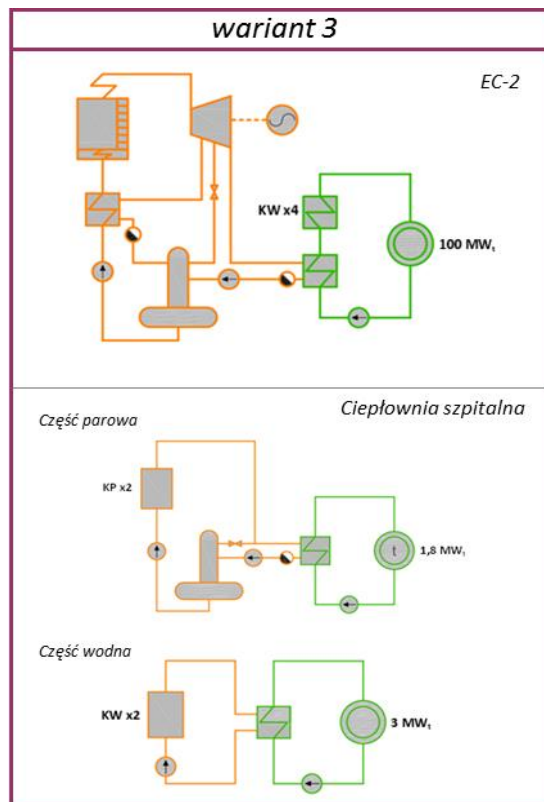
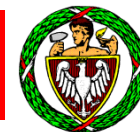
Rys.7 Źródła ciepła w Żyrardowie – wariant 1



Rozpatrywane warianty źródeł ciepła dla Żyrardowa

Lp.	Wariant	Opis
0	1	3
1	Wariant 1 ciepłownie	Integracja ciepłowni miejskiej łącznie z kotłownią lokalną oraz rozbudową do mocy 100 MW _{th} Osobno kotłownia wodno-parowa w szpitalu 4,8 MW _{th}
2	Wariant 2 EC i ciepłownia	EC z turbiną upustowo-przeciwprężną, kotłami szczytowymi, bez akumulatora, bez regeneracyjnego podgrzewu wody zasilającej, bez przesyłania ciepła i pary do szpitala Osobno kotłownia wodno-parowa w szpitalu 4,8 MW _{th}
3	Wariant 3 EC z regeneracją i ciepłownia	Jak EC (wariant 2) z podgrzewem regeneracyjnym wody zasilającej Osobno kotłownia wodno-parowa w szpitalu 4,8 MW _{th}
4	Wariant 4 EC z akumulatorem i ciepłownia	Jak EC (wariant 2) z pracującym akumulatorem Osobno kotłownia wodno-parowa w szpitalu 4,8 MW _{th}
5	Wariant 5 EC z zasilaniem szpitala w co i cwu oraz ciepłownia parowa	jak EC (wariant 2) z zasilaniem szpitala w ciepło na c.o. i c.w.u. (z miejskiej sieci ciepłowniczej). Elektrociepłownia miejska EC-1 o mocy 103 MW _{th} (3 MW _{th} dla szpitala) Osobno kotłownia parowa w szpitalu 1,8 MW _{th}
6	Wariant 6 EC z pełnym zasilaniem szpitala	Jak EC (wariant 2) z zasilaniem szpitala w parę technologiczną i w ciepło na c.o. i c.w.u. EC miejska 104,8 MW _{th} (4,8 MW _{th} dla szpitala)
7	Wariant 7 EC z pełnym zasilaniem szpitala z akumulatorem	Jak EC (wariant 6) z akumulatorem

Rys.8 Źródła ciepła w Żyrardowie – wariant 2





4. Budowa struktury uniwersalnej i jej wykorzystanie na przykładzie miasta Żyrardowa

4.1 Miasto Żyrardów i istniejące źródła ciepła

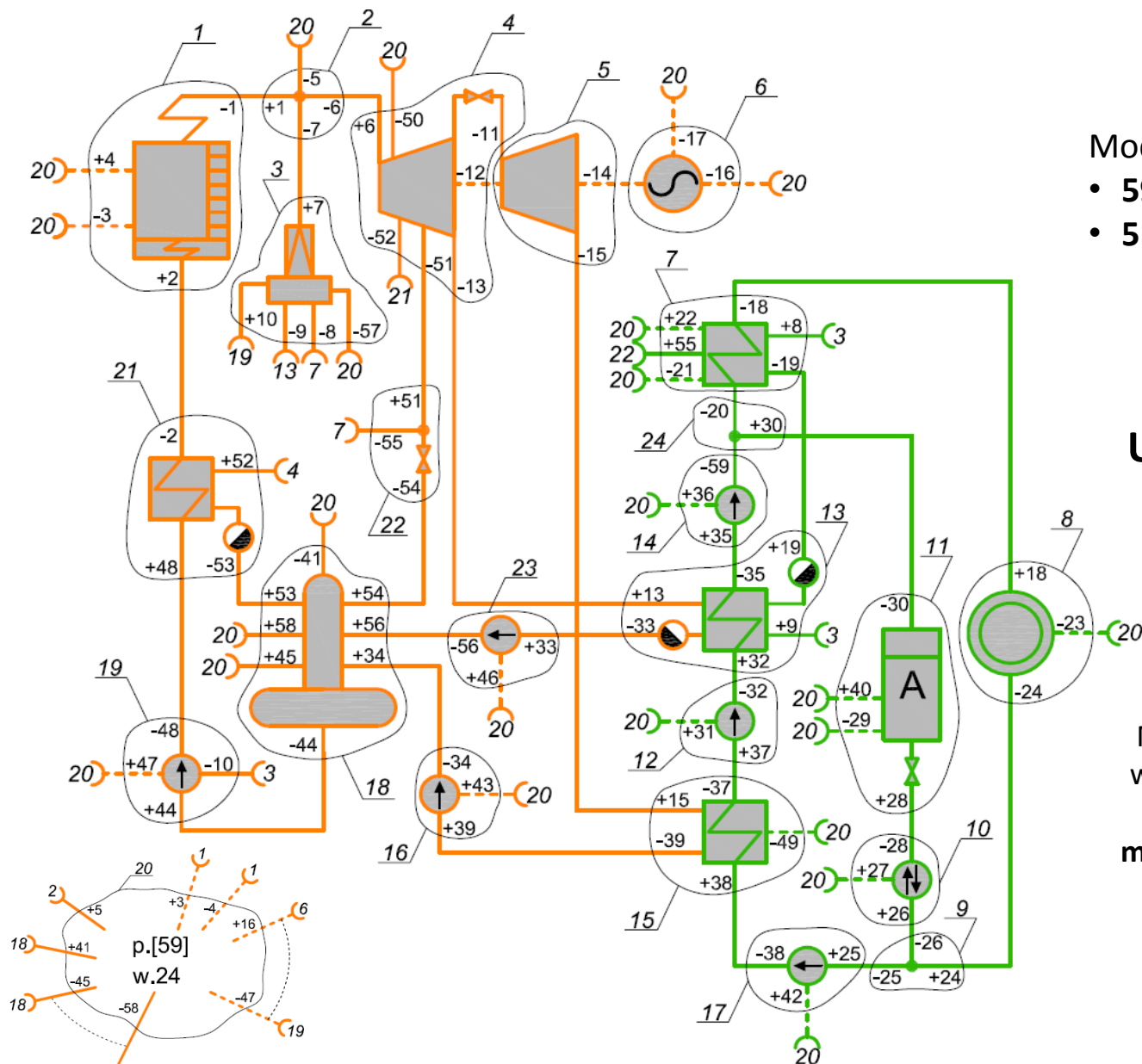
4.2 Warianty modernizacji gospodarki energetycznej w Żyrardowie

4.3 Struktura uniwersalna dla rozpatrywanych wariantów modernizacji

4.4 Model bilansowy dla struktury uniwersalnej

4.5 Wykorzystanie struktury uniwersalnej na przykładzie wariantu 2

- Budowa modelu z wykorzystaniem struktury uniwersalnej
- Obliczenia numeryczne z wykorzystaniem macierzy współczynników modelu uniwersalnego
- Zmniejszenie nakładu pracy przy budowie modelu i obliczeniach numerycznych bilansowych



Rys.9 Struktura uniwersalna EC Żyrardów

Model matematyczny zawierająca:

- 59 niewiadomych,
- 51 równań liniowo niezależnych

Układ uniwersalny ma 8 stopni swobody.

Model matematyczny dla każdego wariantu EC Żyrardów (**59 równań**) jest sumą modelu uniwersalnego (**51 równań**) oraz równań charakterystycznych dla EC rozpatrywanego wariantu (**8 równań**).



4. Budowa struktury uniwersalnej i jej wykorzystanie na przykładzie miasta Żyrardowa

4.1 Miasto Żyrardów i istniejące źródła ciepła

4.2 Warianty modernizacji gospodarki energetycznej w Żyrardowie

4.3 Struktura uniwersalna dla rozpatrywanych wariantów modernizacji

4.4 Model bilansowy dla struktury uniwersalnej

4.5 Wykorzystanie struktury uniwersalnej na przykładzie wariantu 2

- Budowa modelu z wykorzystaniem struktury uniwersalnej
- Obliczenia numeryczne z wykorzystaniem macierzy współczynników modelu uniwersalnego
- Zmniejszenie nakładu pracy przy budowie modelu i obliczeniach numerycznych bilansowych

**Równania bilansów masowych
dla układu uniwersalnego**

Nr r-nia	Nr w grupie	Nr węzła	Równanie
1	2	3	4
1	1	1	$m[2]-m[1]=0$
2	2	2	$m[1]-m[5]-m[6]-m[7]=0$
3	3	3	$m[7]+m[10]-m[8]-m[9]-m[57]=0$
4	4	4	$m[6]-m[11]-m[13]-m[50]-m[51]-m[52]=0$
5	5	5	$m[11]-m[15]=0$
6	6	7	$m[8]+m[55]-m[19]=0$
7	7	7	$m[20]-m[18]=0$
	8	8	$m[18]-m[24]=0$
8	9	9	$m[24]-m[25]-m[26]=0$
9	10	10	$m[26]-m[28]=0$
10	11	11	$m[28]-m[30]=0$
11	12	12	$m[37]-m[32]=0$
12	13	13	$m[9]+m[13]+m[19]-m[33]=0$
13	14	13	$m[32]-m[35]=0$
14	15	14	$m[35]-m[59]=0$

**Równania bilansów masowych
dla układu uniwersalnego (cd)**

Nr r-nia	Nr w grupie	Nr węzła	Równanie
1	2	3	4
15	16	15	$m[15]-m[39]=0$
16	17	15	$m[38]-m[37]=0$
17	18	16	$m[39]-m[34]=0$
18	19	17	$m[25]-m[38]=0$
	20	18	$m[34]+m[45]+m[53]+m[54]+m[58]+m[56]-m[41]-m[44]=0$
19	21	19	$m[44]-m[10]-m[48]=0$
20	22	20	$m[5]+m[41]+m[50]+m[57]-m[45]-m[58]=0$
21	23	21	$m[52]-m[53]=0$
22	24	21	$m[48]-m[2]=0$
23	25	22	$m[51]-m[54]-m[55]=0$
24	26	23	$m[33]-m[56]=0$
25	27	24	$m[30]+m[59]-m[20]=0$

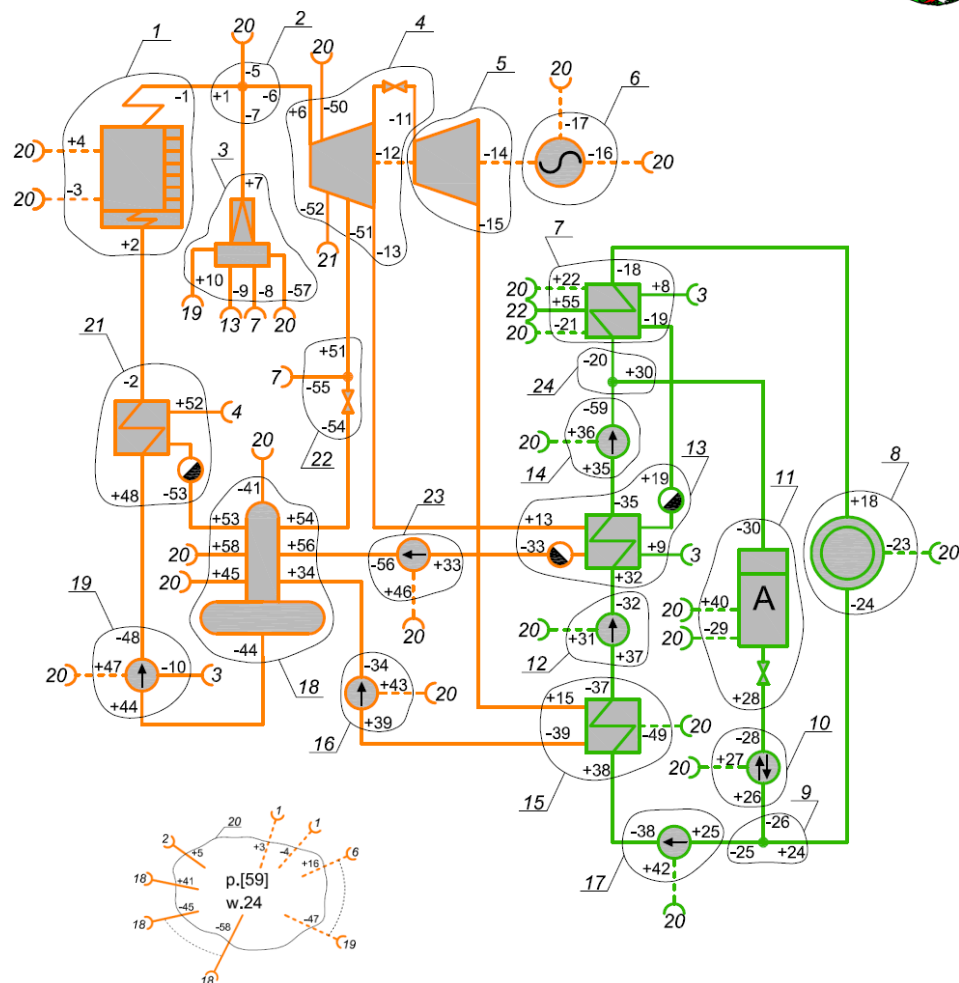


Równania bilansów energetycznych dla układu uniwersalnego

Nr r-nia	Nr w grupie	Nr węzła	Równanie bilansu energetycznego
1	2	3	4
26	1	1	$m[2]i[2]-m[1]i[1]+Q[4]-Q[3]=0$
	2	2	$m[1]i[1]-m[5]i[5]-m[6]i[6]-m[7]i[7]=0$
27	2	3	$m[7]i[7]+m[10]i[10]-m[8]i[8]-m[9]i[9]-m[57]i[57]=0$
28	3	4	$m[6]i[6]-m[11]i[11]-m[13]i[13]-m[50]i[50]+m[51]i[51]-m[52]i[52]-N[12]=0$
29	4	5	$m[11]i[11]-m[15]i[15]+N[12]-N[14]=0$
30	5	6	$N[14]-N[16]-N[17]=0$
31	6	7	$m[8]i[8]+m[55]i[55]-m[19]i[19]+Q[22]-Q[21]-(m[18]i[18]-m[20]i[20])=0$
32	7	8	$m[18]i[18]-m[24]i[24]-Q[23]=0$
	8	9	$m[24]i[24]-m[25]i[25]-m[26]i[26]=0$
33	8	10	$m[26]i[26]-m[28]i[28]+N[27]=0$
34	9	11	$m[28]i[28]-m[30]i[30]+Q[40]-Q[29]=0$
35	10	12	$m[37]i[37]-m[32]i[32]+N[31]=0$
36	11	13	$m[9]i[9]+m[13]i[13]+m[19]i[19]-m[33]i[33]-(m[35]i[35]-m[32]i[32])=0$
37	12	14	$m[35]i[35]-m[59]i[59]+N[36]=0$
38	13	15	$m[15]i[15]-m[39]i[39]-Q[49]-(m[37]i[37]-m[38]i[38])=0$
39	14	16	$m[39]i[39]-m[34]i[34]+N[43]=0$
40	15	17	$m[25]i[25]-m[38]i[38]+N[42]=0$
41	16	18	$m[34]i[34]+m[45]i[45]+m[53]i[53]+m[54]i[54]+m[56]i[56]+m[58]i[58]-m[41]i[41]-m[44]i[44]=0$
42	17	19	$m[44]i[44]-m[10]i[10]-m[48]i[48]+N[47]=0$
	18	20	$m[5]i[5]+m[41]i[41]-m[45]i[45]+m[50]i[50]+m[57]i[57]-m[58]i[58]+Q[3]+Q[21]+Q[23]+Q[29]+Q[49]-Q[4]-Q[22]-Q[40]+N[16]+N[17]-N[27]-N[31]+N[36]-N[42]-N[43]-N[46]-N[47]=0$
43	18	21	$m[2]i[2]-m[48]i[48]-(m[52]i[52]-m[53]i[53])=0$
	19	22	$m[51]i[51]-m[54]i[54]-m[55]i[55]=0$
44	19	23	$m[33]i[33]-m[56]i[56]+N[46]=0$
	20	24	$m[30]i[30]+m[59]i[59]-m[20]i[20]=0$

Równania różne dla układu uniwersalnego

Nr r-nia	Nr w grupie	Nr węzła	Równanie	Uwagi
1	2	3	4	5
45	1	1	$Q[4](1-\eta_k)-Q[3]=0$	η_k
46	2	2	$m[1]\cdot\beta-m[5]=0$	β
47	3	6	$N[14]\cdot\varepsilon-N[17]=0$	ε
48	4	7	$Q[22](1-\eta_{ks})-Q[21]=0$	η_{ks}
49	5	11	$Q[40](1-\eta_{ak})-Q[29]=0$	η_{ak}
50	6	18	$m[44]\cdot\gamma-m[41]=0$	γ
51	7	18	$m[50]\cdot\alpha_1+m[57]\cdot\alpha_2-m[58]=0$	α_1, α_2



Rys.10 Struktura uniwersalna EC Żyrardów

4. Budowa struktury uniwersalnej i jej wykorzystanie na przykładzie miasta Żyrardowa

4.1 Miasto Żyrardów i istniejące źródła ciepła

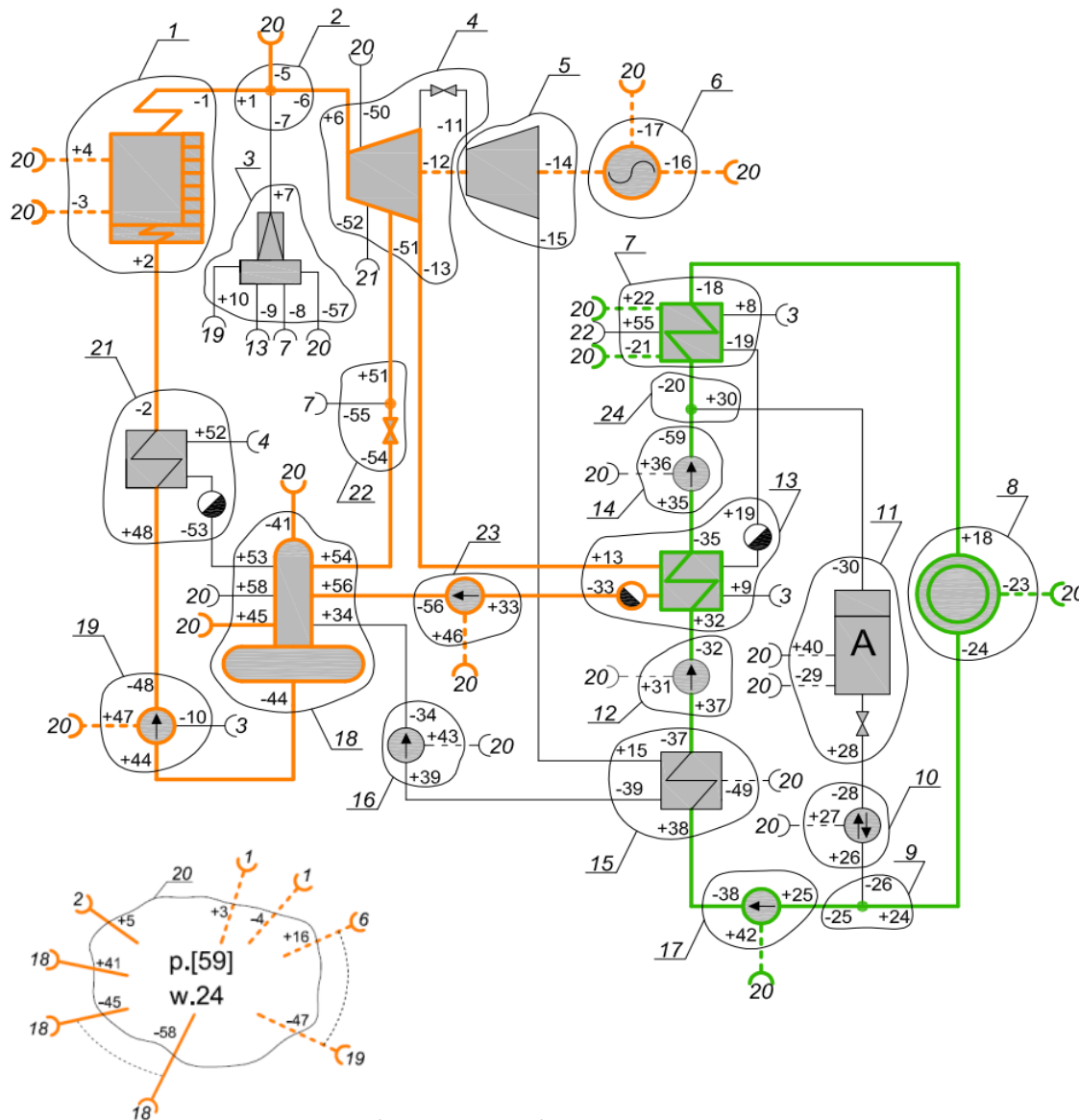
4.2 Warianty modernizacji gospodarki energetycznej w Żyrardowie

4.3 Struktura uniwersalna dla rozpatrywanych wariantów modernizacji

4.4 Model bilansowy dla struktury uniwersalnej

4.5 Wykorzystanie struktury uniwersalnej na przykładzie wariantu 2

- Budowa modelu z wykorzystaniem struktury uniwersalnej
- Obliczenia numeryczne z wykorzystaniem macierzy współczynników modelu uniwersalnego
- Zmniejszenie nakładu pracy przy budowie modelu i obliczeniach numerycznych bilansowych



Równania różne dodatkowe dla wariantu 2

Nr równania	Nr w grupie	Nr węzła	Równanie różne dodatkowe dla EC-1
1	2	3	4
52	1	4	$m[50]=0$
53	2	3	$m[57]=0$
54	3	22	$m[55]=0$
55	4	3	$m[9]=0$
56	5	7	$m[8]=0$
57	6	15	$Q[49]=0$
58	7	8	$Q[23]=50 \text{ MW}$
59	8	11	$Q[40]=0$

Rys.11 Schemat cieplny EC w wariacie 2

Model matematyczny – wariant 2



Równania bilansów masowych

Nr r-nia	Nr w grupie	Nr węzła	Równanie
1	2	3	4
1	1	1	$m[2]-m[1]=0$
2	2	2	$m[1]-m[5]-m[6]-m[7]=0$
3	3	3	$m[7]+m[10]-m[8]-m[9]-m[57]=0$
4	4	4	$m[6]-m[11]-m[13]-m[50]-m[51]-m[52]=0$
5	5	5	$m[11]-m[15]=0$
6	6	7	$m[8]+m[55]-m[19]=0$
7	7	7	$m[20]-m[18]=0$
	8	8	$m[18]-m[24]=0$
8	9	9	$m[24]-m[25]-m[26]=0$
9	10	10	$m[26]-m[28]=0$
10	11	11	$m[28]-m[30]=0$
11	12	12	$m[37]-m[32]=0$
12	13	13	$m[9]+m[13]+m[19]-m[33]=0$
13	14	13	$m[32]-m[35]=0$
14	15	14	$m[35]-m[59]=0$
15	16	15	$m[15]-m[39]=0$
16	17	15	$m[38]-m[37]=0$
17	18	16	$m[39]-m[34]=0$
18	19	17	$m[25]-m[38]=0$
	20	18	$m[34]+m[45]+m[53]+m[54]+m[58]+m[56]-m[41]-m[44]=0$
19	21	19	$m[44]-m[10]-m[48]=0$
20	22	20	$m[5]+m[41]+m[50]+m[57]-m[45]-m[58]=0$
21	23	21	$m[52]-m[53]=0$
22	24	21	$m[48]-m[2]=0$
23	25	22	$m[51]-m[54]-m[55]=0$
24	26	23	$m[33]-m[56]=0$
25	27	24	$m[30]+m[59]-m[20]=0$

Równania różne

Nr r-nia	Nr w grupie	Nr węzła	Równanie	Uwagi
1	2	3	4	5
45	1	1	$Q[4](1-\eta_k)-Q[3]=0$	η_k
46	2	2	$m[1]\cdot\beta-m[5]=0$	β
47	3	6	$N[14]\cdot\varepsilon-N[17]=0$	ε
48	4	7	$Q[22](1-\eta_{ks})-Q[21]=0$	η_{ks}
49	5	11	$Q[40](1-\eta_{ak})-Q[29]=0$	η_{ak}
50	6	18	$m[44]\cdot\gamma-m[41]=0$	γ
51	7	18	$m[50]\cdot\alpha_1+m[57]\cdot\alpha_2-m[58]=0$	α_1, α_2

Równania bilansów energetycznych

Nr r-nia	Nr w grupie	Nr węzła	Równanie
1	2	3	4
26	1	1	$m[2]i[2]-m[1]i[1]+Q[4]-Q[3]=0$
	2	2	$m[1]i[1]-m[5]i[5]-m[6]i[6]-m[7]i[7]=0$
27	2	3	$m[7]i[7]+m[10]i[10]-m[8]i[8]-m[9]i[9]-m[57]i[57]=0$
28	3	4	$m[6]i[6]-m[11]i[11]-m[13]i[13]-m[50]i[50]+m[51]i[51]-m[52]i[52]-N[12]=0$
29	4	5	$m[11]i[11]-m[15]i[15]+N[12]-N[14]=0$
30	5	6	$N[14]-N[16]-N[17]=0$
31	6	7	$m[8]i[8]+m[55]i[55]-m[19]i[19]+Q[22]-Q[21]-(m[18]i[18]-m[20]i[20])=0$
32	7	8	$m[18]i[18]-m[24]i[24]-Q[23]=0$
	8	9	$m[24]i[24]-m[25]i[25]-m[26]i[26]=0$
33	8	10	$m[26]i[26]-m[28]i[28]+N[27]=0$
34	9	11	$m[28]i[28]-m[30]i[30]+Q[40]-Q[29]=0$
35	10	12	$m[37]i[37]-m[32]i[32]+N[31]=0$
36	11	13	$m[9]i[9]+m[13]i[13]+m[19]i[19]-m[33]i[33]-(m[35]i[35]-m[32]i[32])=0$
37	12	14	$m[35]i[35]-m[59]i[59]+N[36]=0$
38	13	15	$m[15]i[15]-m[39]i[39]-Q[49]-(m[37]i[37]-[38]i[38])=0$
39	14	16	$m[39]i[39]-m[34]i[34]+N[43]=0$
40	15	17	$m[25]i[25]-m[38]i[38]+N[42]=0$
41	16	18	$m[34]i[34]+m[45]i[45]+m[53]i[53]+m[54]i[54]+m[56]i[56]+m[58]i[58]-m[41]i[41]-m[44]i[44]=0$
42	17	19	$m[44]i[44]-m[10]i[10]-m[48]i[48]+N[47]=0$
	18	20	$m[5]i[5]+m[41]i[41]-m[45]i[45]+m[50]i[50]+m[57]i[57]-m[58]i[58]+Q[3]+Q[21]+Q[23]+Q[29]+Q[49]-Q[4]-Q[22]-Q[40]+N[16]+N[17]-N[27]-N[31]+N[36]-N[42]-N[43]-N[46]-N[47]=0$
43	18	21	$m[2]i[2]-m[48]i[48]-(m[52]i[52]-m[53]i[53])=0$
	19	22	$m[51]i[51]-m[54]i[54]-m[55]i[55]=0$
44	19	23	$m[33]i[33]-m[56]i[56]+N[46]=0$
	20	24	$m[30]i[30]+m[59]i[59]-m[20]i[20]=0$

Równania różne dodatkowe likwidujące 8 stopni swobody modelu uniwersalnego

Nr r-nia	Nr w grupie	Nr węzła	Równanie różne dodatkowe dla wariantu 1
1	2	3	4
52	1	4	$m[50]=0$
53	2	3	$m[57]=0$
54	3	22	$m[55]=0$
55	4	3	$m[9]=0$
56	5	7	$m[8]=0$
57	6	15	$Q[49]=0$
58	7	8	$Q[23]=50 \text{ MW}$
59	8	11	$Q[40]=0$



Dla pozostałych wariantów modele matematyczne będą budowane analogicznie jak dla wariant 2.

Część pierwsza – 51 równań będzie taka sama jak dla struktury uniwersalnej.

Część drugą – 8 równań (likwidacja stopni swobody układu uniwersalnego), dotyczy ściśle wariantu 2. Poszczególne równanie tej części odpowiadają wyłączeniom elementów ze struktury uniwersalnej, których nie ma w wariacie 2.

Gdyby modele dla poszczególnych wariantów budowane były bez struktury uniwersalnej, dla każdego należałoby opracować cały model. Ten nakład pracy byłby znacznie większy niż w przypadku wykorzystania struktury uniwersalnej. **Wykorzystanie struktury uniwersalnej pozwala zatem znacznie zmniejszyć nakład pracy na budowę modeli dla 7 wariantów układu – oceniam kilkukrotnie.**



Dane do programu BMQ dla układu - wariant 2

59	176	0						
1	2	1	1	1	-1	2	1	1
2	5	-1	2	6	-1	2	7	-1
3	7	1	3	10	1	3	8	-1
3	9	-1	3	57	-1	4	6	1
4	11	-1	4	13	-1	4	50	-1
4	51	-1	4	52	-1	5	11	1
5	15	-1	6	8	1	6	55	1
6	19	-1	7	20	1	7	18	-1
8	24	1	8	25	-1	8	26	-1
9	26	1	9	28	-1	10	28	1
10	30	-1	11	37	1	11	32	-1
12	9	1	12	13	1	12	19	1
12	33	-1	13	32	1	13	35	-1
14	0	0	14	35	1	14	59	-1
15	15	1	15	39	-1	16	38	1
16	37	-1	17	39	1	17	34	-1
18	25	1	18	38	-1	19	44	1
19	10	-1	19	48	-1	20	5	1
20	41	1	20	50	1	20	57	1
20	45	-1	20	58	-1	21	52	1
21	53	-1	22	48	1	22	2	-1
23	51	1	23	54	-1	23	55	-1
24	33	1	24	56	-1	25	30	1
25	59	1	25	20	-1	26	2	445.371
26	1	-3331.218	26	4	1	26	3	-1
27	7	3331.218	27	10	445.371	27	8	-2755.746
27	9	-2576.427	27	57	-2985.137	28	6	3331.218
28	11	-2561.382	28	13	-2561.382	28	50	-2935.613
28	51	-2755.746	28	52	-2917.458	28	12	-1
29	11	2561.382	29	15	-2482.098	29	12	1
29	14	-1	30	14	1	30	16	-1
30	17	-1	31	8	2755.746	31	55	2755.746
31	19	-504.672	31	22	1	31	21	-1
31	18	-332.317	31	20	319.823	32	18	332.317
32	24	-187.263	32	23	-1	33	26	187.263
33	28	-188.312	33	27	1	34	28	188.312
34	30	-319.823	34	40	1	34	29	-1
35	37	188.399	35	32	-188.399	35	31	1
36	9	2576.427	36	13	2561.382	36	19	504.672
36	33	-339.97	36	35	-319.823	36	32	188.399
37	35	319.823	37	59	-319.823	37	36	1
38	15	2482.098	38	39	-270.874	38	49	-1
38	37	-188.399	38	38	188.399	39	39	270.874
39	34	-270.996	39	43	1	40	25	187.263



Dane do programu BMQ dla układu - wariant 2 (cd)

40	38	-188.399	40	42	1	41	34	270.996
41	45	63.054	41	53	720.966	41	54	2755.746
41	56	340.06	41	58	334.998	41	41	-2683.388
41	44	-439.363	42	44	439.363	42	10	-445.371
42	48	-445.371	42	47	1	43	2	445.371
43	48	-445.371	43	52	-2917.458	43	53	720.966
44	33	339.97	44	56	-340.06	44	46	1
45	4	0.1	45	3	-1	46	1	0.005
46	5	-1	47	14	0.08	47	17	-1
48	22	0.18	48	21	-1	49	40	0.1
49	29	-1	50	44	0.005	50	41	-1
51	50	0	51	57	0	51	58	-1
52	50	1	53	57	1	54	55	1
55	9	1	56	8	1	57	49	1
58	23	1	59	40	1	0	0	0

58	50000	0	0	0	0
----	-------	---	---	---	---

1	1	2	2	2	2	3	3	1	4	4	1	5	5	2	6	6	2
7	7	2	8	8	2	9	9	2	10	10	2	11	11	2	12	12	1
13	13	2	14	14	1	15	15	2	16	16	1	17	17	1	18	18	2
19	19	2	20	20	2	21	21	1	22	22	1	23	23	1	24	24	2
25	25	2	26	26	2	27	27	1	28	28	2	29	29	1	30	30	2
31	31	1	32	32	2	33	33	2	34	34	2	35	35	2	36	36	1
37	37	2	38	38	2	39	39	2	40	40	1	41	41	2	42	42	1
43	43	1	44	44	2	45	45	2	46	46	1	47	47	1	48	48	2
49	49	1	50	50	2	51	51	2	52	52	2	53	53	2	54	54	2
55	55	2	56	56	2	57	57	2	58	58	2	59	59	2	0	0	0

1					
0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0
0					



Dane do programu BMQ dla układu - wariant 2 (cd)

40	38	-188.399	40	42	1	41	34	270.996
41	45	63.054	41	53	720.966	41	54	2755.746
41	56	340.06	41	58	334.998	41	41	-2683.388
41	44	-439.363	42	44	439.363	42	10	-445.371
42	48	-445.371	42	47	1	43	2	445.371
43	48	-445.371	43	52	-2917.458	43	53	720.966
44	33	339.97	44	56	-340.06	44	46	1
45	4	0.1	45	3	-1	46	1	0.005
46	5	-1	47	14	0.08	47	17	-1
48	22	0.18	48	21	-1	49	40	0.1
49	29	-1	50	44	0.005	50	41	-1
51	50	0	51	57	0	51	58	-1
52	50	1	53	57	1	54	55	1
55	9	1	56	8	1	57	49	1
58	23	1	59	40	1	0	0	0

58 50000 0 0 0 0

1	1	2	2	2	2	3	3	1	4	4	1	5	5	2	6	6	2
7	7	2	8	8	2	9	9	2	10	10	2	11	11	2	12	12	1
13	13	2	14	14	1	15	15	2	16	16	1	17	17	1	18	18	2
19	19	2	20	20	2	21	21	1	22	22	1	23	23	1	24	24	2
25	25	2	26	26	2	27	27	1	28	28	2	29	29	1	30	30	2
31	31	1	32	32	2	33	33	2	34	34	2	35	35	2	36	36	1
37	37	2	38	38	2	39	39	2	40	40	1	41	41	2	42	42	1
43	43	1	44	44	2	45	45	2	46	46	1	47	47	1	48	48	2
49	49	1	50	50	2	51	51	2	52	52	2	53	53	2	54	54	2
55	55	2	56	56	2	57	57	2	58	58	2	59	59	2	0	0	0

1					
0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0
0					

**Równania różne dodatkowe likwidujące
 8 stopni swobody modelu uniwersalnego**

Nr r-nia	Nr w grupie	Nr węzła	Równanie różne dodatkowe dla wariantu 1
1	2	3	4
52	1	4	m[50]=0
53	2	3	m[57]=0
54	3	22	m[55]=0
55	4	3	m[9]=0
56	5	7	m[8]=0
57	6	15	Q[49]=0
58	7	8	Q[23]=50 MW
59	8	11	Q[40]=0

Wyniki z programu BMQ dla wariantu 2

OBLICZENIA DLA ZESTAWU DANYCH NR 1

OTRZYMANE WYNIKI (BMQ925) - WEKTOR X :

LP NR WARTOSC MIANO

1	1	21.5142	KG/S
2	2	21.5142	KG/S
3	3	6898.5270	KW
4	4	68985.2700	KW
5	5	.1076	KG/S
6	6	21.4066	KG/S
7	7	.0000	KG/S
8	8	.0000	KG/S
9	9	.0000	KG/S
10	10	.0000	KG/S
11	11	.0000	KG/S
12	12	16282.6300	KW
13	13	20.3932	KG/S
14	14	16282.6300	KW
15	15	.0000	KG/S
16	16	14980.0200	KW
17	17	1302.6100	KW
18	18	344.6993	KG/S
19	19	.0000	KG/S
20	20	344.6993	KG/S
21	21	945.3664	KW
22	22	5252.0350	KW
23	23	50000.0000	KW
24	24	344.6993	KG/S
25	25	344.6993	KG/S
26	26	.0000	KG/S
27	27	.0000	KW
28	28	.0000	KG/S
29	29	.0000	KW
30	30	.0000	KG/S
31	31	.0000	KW
32	32	344.6993	KG/S
33	33	20.3932	KG/S
34	34	.0000	KG/S
35	35	344.6993	KG/S
36	36	.0000	KW
37	37	344.6993	KG/S
38	38	344.6993	KG/S
39	39	.0000	KG/S
40	40	.0000	KW

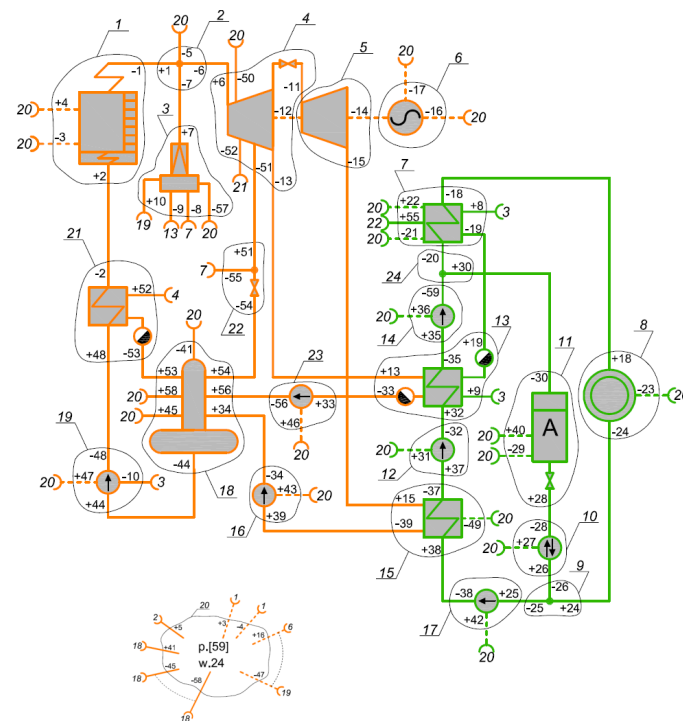
41	41	.1076	KG/S
42	42	391.5789	KW
43	43	.0000	KW
44	44	21.5142	KG/S
45	45	.2151	KG/S
46	46	1.8353	KW
47	47	129.2571	KW
48	48	21.5142	KG/S
49	49	.0000	KW
50	50	.0000	KG/S
51	51	1.0134	KG/S
52	52	.0000	KG/S
53	53	.0000	KG/S
54	54	1.0134	KG/S
55	55	.0000	KG/S
56	56	20.3932	KG/S
57	57	.0000	KG/S
58	58	.0000	KG/S
59	59	344.6993	KG/S

**** RESIDUA DLA UKLADU ROWNAN ****

NR ROW. WARTOSC NR ROWN. WARTOSC NR R. WARTOSC

1	-.190735E-05	20	.000000E+00	39	.000000E+00
2	.165270E-05	21	.000000E+00	40	.457764E-03
3	-.165000E-05	22	.000000E+00	41	-.726938E-03
4	.190735E-05	23	.000000E+00	42	.137329E-03
5	.000000E+00	24	.000000E+00	43	-.878894E-04
6	.000000E+00	25	.000000E+00	44	.169158E-03
7	.000000E+00	26	-.341797E-02	45	.000000E+00
8	.000000E+00	27	.227876E-11	46	.000000E+00
9	.000000E+00	28	.976563E-02	47	.000000E+00
10	.000000E+00	29	.000000E+00	48	.000000E+00
11	.000000E+00	30	.000000E+00	49	.000000E+00
12	.000000E+00	31	-.727013E-03	50	.000000E+00
13	.000000E+00	32	.000000E+00	51	.000000E+00
14	.000000E+00	33	.000000E+00	52	.000000E+00
15	.000000E+00	34	.000000E+00	53	.000000E+00
16	.000000E+00	35	-.327562E-03	54	.000000E+00
17	.000000E+00	36	.327562E-03	55	.000000E+00
18	.000000E+00	37	.727013E-03	56	.000000E+00
19	.000000E+00	38	.327562E-03	57	.000000E+00
58	.000000E+00	59	.000000E+00		

NORMA EUKLIDESOWA RESIDUUM NR = .104509E-01



Rys.12 Struktura uniwersalna EC Żyrardów



Wykorzystanie struktury uniwersalnej przy budowie wielowariantowych układów cieplnych zasilania miasta w energię

Biorąc pod uwagę korzyści przy modelowaniu i obliczeniach numerycznych z wykorzystaniem struktury uniwersalnej w moim przypadku nakład pracy zmniejszył się ponad 3-krotnie.



DZIĘKUJEMY ZA UWAGĘ