

dr Michał Pietraszewski¹
mgr Zygmunt Katolik²
mgr inż. Dariusz Tomaszewski³

Modernizacja systemu dystrybucji ciepła osiedli mieszkaniowych na przykładzie Miejskiego Przedsiębiorstwa Energetyki Ciepłej we Wrocławku

Przyjęty w grudniu 2008 roku na szczycie w Brukseli pakiet energetyczno – klimatyczny naznaczył na najbliższe lata kierunek rozwoju branży energetycznej zarówno w skali całej Europy jak i stanowi swoistego rodzaju drogowskaz dla pojedynczych wytwórców energii elektrycznej i ciepła. Istotnym elementem zdefiniowanych założeń jest określenie celu wygenerowania 20% oszczędności np. w procesie wytwarzania i/lub przesyłu energii. Sygnał ten stał się dla MPEC – Wrocławek pewnego rodzaju inspiracją aby zweryfikować dotychczasową strategię rozwoju i uwzględnić w niej zasadę 3x20. Przeanalizowano ponownie plany inwestycyjne i podzielono je w kilka grup wśród których znalazły się także projekty modernizacyjne dające ponadprzeciętne oszczędności. W celu uczynienia strategii realną do zrealizowania uzupełniono ją scenariuszem określającym pozyskanie optymalnych źródeł finansowania uwzględniających możliwości zasobów własnych oraz koszt wykorzystania kapitału zewnętrznego przy wsparciu środków publicznych pochodzących najczęściej z Funduszy Strukturalnych UE.

W artykule niniejszym przedstawiony zostanie jeden z projektów inwestycyjnych, który wpisuje się w politykę pro-ekologiczną Unii Europejskiej i stanowi dla MPEC-Wrocławek ważny element unowocześniania infrastruktury przesyłowej mogący dać oczekiwane efekty nie tylko techniczne ale przede wszystkim ekonomiczne.

Charakterystyka systemu ciepłego

System ciepłowniczy Miejskiego Przedsiębiorstwa Energetyki Ciepłej tworzą:⁴

- źródła ciepła: ciepłownia i kotłownie lokalne (gazowe, olejowe i odnawialne źródła energii),
- sieci ciepłownicze: wysokoparametrowe i niskoparametrowe,
- węzły ciepłne: indywidualne i grupowe.

Z technicznego punktu widzenia majątek produkcyjny przedsiębiorstwa dzieli się na trzy grupy, które swym zakresem obejmują: urządzenia wytwarzania, urządzenia przesyłu oraz węzły ciepłne.

MPEC-Wrocławek dysponuje źródłem ciepła o mocy zainstalowanej ponad 170 MW. Podstawowymi urządzeniami wytwarzającymi ciepło w Spółce są kotły węglowe typu WR-25 (4 szt.) i WR-10 (2 szt.). W procesie produkcji ciepła mogą uczestniczyć również dwa kotły gazowe płomieniowo-płomieniówkowe typu KOG15.

Scentralizowana sieć ciepłownicza o długości ponad 73 km pracuje w układzie zamkniętym na parametrach szczytowo-zimennych wody sieciowej 130/70°C w sezonie grzewczym oraz stałych 70/35°C w okresie letnim. Funkcjonujący w mieście system ciepłowniczy to system wodny dwuprzewodowy zasilany z jednego głównego źródła ciepła, ciepłowni MPEC-Wrocławek. Zaspakają on potrzeby ciepłne miasta w około 70% całkowitego zapotrzebowania ciepła oraz potrzeby odbiorców w zakresie centralnego ogrzewania, ciepłej wody użytkowej, wentylacji i klimatyzacji. System dystrybucji ciepła składa się z sieci magistralnych i rozdzielczych. Sieć magistralna DN600 stanowi w systemie 12,6%, a sieć DN400 1,76%. Pozostała sieć to sieć rozdzielcza DN25- DN350. Około 30% sieci ogółem w systemie stanowi sieć ciepła wykonana w technologii preizolowanej. Stale rozbudowywana sieć dystrybucji sprawia, że wytwarzane przez przedsiębiorstwo ciepło jest coraz łatwiej dostępne prawie w całym mieście.

Dostawa ciepła do poszczególnych obiektów na terenie miasta odbywa się za pośrednictwem indywidualnych i grupowych węzłów ciepłnych. W systemie funkcjonuje 649 węzłów z czego 45 stanowią węzły grupowe. Sieć kanałowa niskoparametrowa węzłów grupowych z uwagi na lata pracy jest już znacznie wyeksploatowana. Węzły grupowe charakteryzują się starymi rozwiązaniami technicznymi. Mając to na uwadze w strategii rozwoju przedsiębiorstwa część węzłów grupowych przewidziana jest do całkowitej likwidacji. Implementacja kompaktowych węzłów indywidualnych jest jednak procesem bardzo czasochłonnym i kosztownym, którego realizacja wymaga zaangażowania dużych środków finansowych najczęściej pochodzących z zewnątrz przedsiębiorstwa. Należy także wspomnieć, że tego typu projekty inwestycyjne charakteryzują się niestety długoterminowym okresem zwrotu co niestety spycha je na drugorzędne pozycje czyniąc mało atrakcyjnymi i częstokroć

¹ Prezes Zarządu Miejskiego Przedsiębiorstwa Energetyki Ciepłej Sp. z o.o. we Wrocławku.

² Prokurent-Kierownik Działu Rozwoju i Inwestycji Miejskiego Przedsiębiorstwa Energetyki Ciepłej Sp. z o.o. we Wrocławku

³ Kierownik Wydziału Przesyłu Ciepła Miejskiego Przedsiębiorstwa Energetyki Ciepłej Sp. z o.o. we Wrocławku

⁴ Zob. więcej: Z. Katolik, D. Tomaszewski, *System ciepły Miejskiego Przedsiębiorstwa Energetyki Ciepłej we Wrocławku, Nowoczesne Ciepłownictwo 11/2007*, s.22-25, Z. Katolik, D. Tomaszewski, *System ciepły MPEC we Wrocławku, Energetyka Ciepła i Zawodowa 2/2008*, s. 67-70.

zapomnianymi. Środki publiczne w postaci Funduszy Strukturalnych, będąc najtańszym kapitałem istniejącym w chwili obecnej na rynku uatrakcyjnają jednak tego typu inwestycje i pozytywnie wpływają na ich efektywność ekonomiczną.

Koncepcja projektu

Zamierzenie inwestycyjne przygotowywane do wdrożenia polega na zmianie systemu dostawy ciepła z węzłów grupowych i sieci niskoparametrowej na system oparty o węzły indywidualne i sieć wysokoparametrową. Rozwiązanie techniczne przewiduje zastosowanie kompaktowych wymiennikowych indywidualnych węzłów cieplnych w poszczególnych budynkach osiedli mieszkaniowych zasilanych czynnikiem grzewczym o wysokim parametrze i transformującym go na niski parametr. Ciepłociągi osiedlowe rozprowadzające czynnik grzewczy zostały zaprojektowane w nowoczesnej technologii rur preizolowanych. Przewidziane do wdrożenia rozwiązanie projektowe umożliwi dostawę ciepła zarówno dla potrzeb centralnego ogrzewania jak i ciepłej wody użytkowej. Efektywną pracę układu hydraulicznego zapewnią zaprojektowane średnice rur ciepłowniczych. Według tego analizowanego projektu w przedsiębiorstwie 17 funkcjonujących grupowych węzłów cieplnych zostanie zastąpionych indywidualnymi zlokalizowanymi w każdym budynku ogrzewanym do tej pory z węzłów grupowych. Realizacja projektu umożliwi bezpośrednie podłączenie do systemu ciepłego przedsiębiorstwa 172 obiekty. Stan taki pozwoli na prowadzenie niezależnej gospodarki ciepłem w każdym budynku przyłączonym do systemu ciepłego. W ramach realizacji tego projektu zostanie wyłączona z eksploatacji sieć kanałowa o długości 10 km a pobudowana nowa w technologii rur preizolowanych o długości 8 km. Pozwoli to na ograniczenie strat przesyłu w stosunki do przestarzałej i wyeksploatowanej sieci kanałowej. Ponadto umożliwi odbiorcom podanie ciepłej wody użytkowej, co z kolei wygeneruje dla przedsiębiorstwa dodatkowy przychód z tytułu jej sprzedaży oraz pełniejszego wykorzystania możliwości technicznych jakie daje nowa sieć preizolowana.

Wychodząc naprzeciw rosnącym oczekiwaniom klientów w celu zaspokojenia ich potrzeb z początkiem roku 2000 przystąpiono w przedsiębiorstwie do przebudowy układów z węzłami grupowymi inicjując proces stopniowej likwidacji grupowych węzłów cieplnych w przedsiębiorstwie. Rozpoczęto budowę wysokoparametrowej sieci rozdzielczej oraz montowanie indywidualnych węzłów cieplnych w wytypowanych lokalizacjach. W efekcie takiej polityki w przedsiębiorstwie zlikwidowano pięć węzłów grupowych usytuowanych w budynkach przy ulicach: Starodębskiej 24, 26b, Żytniej 65, Zbigniewskiej 9 oraz Kaliskiej 36 we Włocławku.

Cel projektu

Głównym celem przygotowywanego projektu przez MPEC-Włocławek jest:

- wzrost komfortu cieplnego i efektywności energetycznej,
- unowocześnienie infrastruktury ciepłowniczej przedsiębiorstwa,
- wzrost mocy zamówionej w przedsiębiorstwie,
- ograniczenie strat na przesył energii cieplnej,
- redukcja emisji szkodliwych substancji do otoczenia,
- oszczędność paliwa energetycznego w przedsiębiorstwie.

Źródła finansowania projektu

Decyzja o realizacji przedmiotowego przedsięwzięcia inwestycyjnego zintensyfikowała działania specjalistów przedsiębiorstwa w zakresie poszukiwania źródeł finansowania przedmiotowej inwestycji. Główne źródło finansowe dla omawianego projektu to wypracowany kapitał własny przez spółkę oraz Fundusze Strukturalne wspierające inicjatywy w zakresie ochrony środowiska.

Metodologia szacowania strat energii na przesył ciepła i szacowania kosztów zamierzenia inwestycyjnego

Realizacja przedmiotowego projektu wymaga zdiagnozowania efektów energetycznych przedsięwzięcia inwestycyjnego. Elementem podlegającym ocenie jest poziom generowanych strat ciepła na przesył przed modernizacją systemu ciepłego i po jego modernizacji. Przystępując do oceny efektów najpierw obliczono średnie wartości temperatur zasilania i powrotu w rurociągach w odniesieniu do sezonu grzewczego 2008/2009 oraz ustalono długość sezonu grzewczego.

Bazując na danych wyjściowych (tabela 1,2) dla poszczególnych sieci cieplnych obliczono (przy użyciu programu Audytor SCW) poziom jednostkowych strat mocy dla poszczególnych średnic rurociągów. W oparciu o program obliczono sezonowe straty przesyłu zarówno dla sieci istniejącej niskoparametrowej kanałowej jak i dla nowo projektowanej, preizolowanej. Najpierw obliczono straty w sieci przynależnej do istniejących 17 węzłów grupowych. Następnie oszacowano wielkość strat po wdrożeniu modernizacji przy zasilaniu węzłów indywidualnych z sieci wysokoparametrowej. Oszacowano koszt zamierzenia inwestycyjnego oraz okres spłaty nakładów finansowych uwzględniając również fakt osiągnięcia dodatkowych przychodów z tytułu redukcji strat ciepła i sprzedaży ciepłej wody użytkowej przez przedsiębiorstwo.

W tabelach nr 1 i nr 2 zestawiono niezbędne dane do szacowania strat energii cieplnej na przesyle dla sieci wykonanej w technologii kanałowej i preizolowanej.

Tabela 1 Dane do obliczeń strat ciepła dla sieci cieplnej kanałowej

Lp	Sieć (przyłącze)	Rura	Średnica zew. rury	Średnica zew. izolacji	Grubość ściany kanału	Głębokość przykrycia kanału
1	2	3	4	5	10	11
	Dn [mm]		d1 [m]	d2 [m]	g [m]	h [m]
1	32	zasilanie	0,042	0,102	0,05	1
		powrót	0,042	0,102	0,05	1
2	40	zasilanie	0,048	0,108	0,05	1
		powrót	0,048	0,108	0,05	1
3	50	zasilanie	0,060	0,120	0,05	1
		powrót	0,060	0,120	0,05	1
4	65	zasilanie	0,076	0,136	0,05	1
		powrót	0,076	0,136	0,05	1
5	80	zasilanie	0,089	0,149	0,05	1
		powrót	0,089	0,149	0,05	1
6	100	zasilanie	0,109	0,189	0,06	1
		powrót	0,109	0,189	0,06	1
7	125	zasilanie	0,134	0,214	0,06	1,25
		powrót	0,134	0,214	0,06	1,25
8	150	zasilanie	0,160	0,240	0,07	1,25
		powrót	0,160	0,240	0,07	1,25
9	200	zasilanie	0,215	0,295	0,07	1,25
		powrót	0,215	0,295	0,07	1,25

Źródło: MPEC-Włocławek – materiały analityczne maj 2011

Tabela 2 Dane do obliczeń strat ciepła dla sieci cieplnej wykonanej w technologii rur preizolowanych

Lp.	Sieć (przyłącze)	Rura	Średnica zew. rury przewodowej	Średnica zew. izolacji PUR	Średnica zewnętrzna rury osłonowej	Odległość między osiami rur	Grubość ścianki rury osłonowej
1	2	3	4	5	6	7	8
	Dn [mm]		do [m]	Dpur [m]	Dc [m]	C [m]	g [m]
1	32	zasilanie	0,042	0,105	0,110	0,260	0,0025
		powrót	0,042	0,105	0,110	0,260	0,0025
2	40	zasilanie	0,048	0,105	0,110	0,260	0,0025
		powrót	0,048	0,105	0,110	0,260	0,0025
3	50	zasilanie	0,060	0,120	0,125	0,275	0,0025
		powrót	0,060	0,120	0,125	0,275	0,0025
4	65	zasilanie	0,076	0,134	0,140	0,290	0,0030
		powrót	0,076	0,134	0,140	0,290	0,0030
5	80	zasilanie	0,089	0,154	0,160	0,310	0,0030
		powrót	0,089	0,154	0,160	0,310	0,0030
6	100	zasilanie	0,114	0,194	0,200	0,350	0,0032
		powrót	0,114	0,194	0,200	0,350	0,0032
7	125	zasilanie	0,140	0,218	0,225	0,375	0,0035
		powrót	0,140	0,218	0,225	0,375	0,0035

Źródło: MPEC-Włocławek – materiały analityczne maj 2011

Poziom wielkości strat energii na przesyle w odniesieniu do wariantu istniejącego i wariantu docelowego po wdrożeniu zamierzenia inwestycyjnego w przedsiębiorstwie zobrazowano w tabeli nr 3.

Usunięto: 1

11

Tabela 3 Straty energii na przesył ciepła w porównaniu z wariantem istniejącym i wariantem po modernizacji

Lp.	Adres węzła grupowego	Roczna strata ciepła		Roczna redukcja strat ciepła	
		Stan obecny (sieć kanałowa)	Stan docelowy (sieć preizolowana)	Ilość	Wartość
		[GJ/a]	[GJ/a]	[GJ/a]	[zł/a]
1	2	3	4	5	6
1	ul. Św. Antoniego 34	1058,27	311,96	746,32	34487,45
2	ul. Bukowa 23	1795,28	431,68	1363,60	63011,96
3	ul. Płocka 151	1980,51	378,28	1602,23	74039,05
4	ul. Chmielna 30	846,31	232,19	614,12	28378,49
5	ul. Bojańczyka 10	358,17	98,53	259,64	11997,96
6	ul. Św. Antoniego 7	542,51	198,68	343,83	15888,38
7	ul. Brzozowa 3	282,17	15,13	267,04	12339,92
8	ul. Brzozowa 7	326,42	105,30	221,12	10217,96
9	ul. Targowa 1	337,17	94,62	242,55	11208,24
10	ul. Piekarska 16	2457,76	744,30	1713,45	79178,52
11	ul. Traugutta 2A	780,54	209,78	570,76	26374,82
12	ul. Słowackiego 1	571,53	125,31	446,22	20619,83
13	ul. Dziewińska 9A	1224,47	428,54	795,93	36779,93
14	ul. Dziewińska 32A	368,23	127,64	240,59	11117,66
15	ul. Płowiecka 7A	366,56	130,41	236,16	10912,95
16	ul. Długa 34	2141,07	322,07	1819,00	84055,99
17	ul. Zduńska 6	619,21	73,21	546,00	25230,66
	RAZEM	16056,18	4027,63	12 028,56	555 839,76

Źródło: Obliczenia własne

Projektowane rozwiązanie modernizacyjne w przedsiębiorstwie po wdrożeniu pozwoli ograniczyć czterokrotnie wielkość strat ciepła na przesył w porównaniu ze stanem pierwotnym. Zastępując sieć kanałową niskoparametrową węzłów grupowych siecią wysokoparametrową wykonaną w technologii rur preizolowanych przedsiębiorstwo zaoszczędzi 12 028,56 GJ ciepła, co przy cenie jednostki ciepła na poziomie 46,21 zł/GJ wynosi 555839,76 złotych w ciągu roku. Do otoczenia nie zostanie wyemitowanych 1 230,25 ton CO₂.

Szacowane koszty zamierzenia inwestycyjnego

Poziom niezbędnych nakładów finansowych na realizację przedmiotowego zamierzenia inwestycyjnego, skalę spodziewanych korzyści finansowych z tytułu redukcji strat ciepła i sprzedaży ciepłej wody użytkowej po wdrożeniu przedsięwzięcia inwestycyjnego w przedsiębiorstwie zobrazowano w tabeli nr 4.

Tabela 4 Nakłady i efekty z tytułu wdrożenia przedsięwzięcia inwestycyjnego w przedsiębiorstwie

Lp.	Adres likwidowanego węzła grupowego	Koszt budowy sieci	Koszt budowy węzłów indywidualnych	Łączny koszt modernizacji	Środki na finansowanie zadania		
					Roczny uzysk z redukcji strat	Dodatkowe środki własne	
						Przychody ze sprzedaży c.w.u. ⁵	Dochody ze sprzedaży c.w.u. ⁶
1	2	3	4	5	7	8	9
		[zł]	[zł]	[zł]	[zł]	[zł]	[zł]
1	ul. Świętego Antoniego 34	811 150	925 000	1 736 150	34 487,45	108 131,4	43 252,56
2	ul. Bukowa 23	1 160 000	845 000	2 005 000	63 011,96	108 131,4	43 252,56
3	ul. Płocka 151	510 000	955 000	1 465 000	74 039,05	124 767,0	49 906,8

⁵ Dla wyszacowania przyszłych przychodów ze sprzedaży ciepłej wody użytkowej po modernizacji węzłów ciepłych przyjęto średnie zużycie energii cieplnej dla jednego budynku na poziomie 180 GJ/rok. Poziom ten oszacowano na podstawie realnych odczytów ciepłomierzy z kilkudziesięciu wybranych losowo budynków zlokalizowanych na Osiedlach Mieszkaniowych w różnych częściach miasta Włocławka. Wartość jednostki energii cieplnej do obliczeń przyjęto na poziomie 46,21 zł/GJ.

⁶ Dochody ze sprzedaży ciepłej wody użytkowej skalkulowano w ten sposób, że od przychodów odjęto koszty zmienne w wysokości 60%.

4	ul. Chmielna 30	720 000	845 000	1 565 000	28 378,49	108 131,4	43 252,56
5	ul. Bojańczyka 10	276 000	540 000	816 000	11 997,96	66 542,4	26 616,96
6	ul. Świętego Antoniego 7	518 000	830 000	1 348 000	15 888,38	124 767,0	49 906,80
7	ul. Brzozowa 3	49 300	240 000	289 300	12 339,92	33 271,2	13 308,48
8	ul. Brzozowa 7	317 150	420 000	737 150	10 217,96	58 224,6	23 289,84
9	ul. Targowa 1	289 000	360 000	649 000	11 208,24	49 906,8	19 962,72
10	ul. Piekarska 16	0	1 820 000	1 820 000	79 178,52	232 898,4	93 159,36
11	ul. Traugutta 2A	646 400	715 000	1 361 400	26 374,82	91 495,8	36 598,32
12	ul. Słowackiego1	351 400	520 000	871 400	20 619,83	33 271,2	13 308,48
13	ul. Dziewińska 9A	1 289 750	1 040 000	2 329 750	36 779,93	108 131,4	43 252,56
14	ul. Dziewińska 32A	367 000	390 000	757 000	11 117,66	49 906,0	19 962,72
15	ul. Płowiecka 7A	598 500	520 000	1 118 500	10 912,95	0	0
16	ul. Długa 34	915 800	820 000	1 735 800	84 055,99	108 131,4	43 252,56
17	ul. Zduniska 6	220 150	520 000	740 150	25 230,66	0	0
RAZEM:		9 039 600	12 305 000	21 344 600	555 839,76	1 405 708,5	562 283,28

Źródło: Obliczenia własne

Łączny koszt zamierzenia inwestycyjnego kształtuje się na poziomie 21 344 600 złotych netto z czego:

- budowa indywidualnych węzłów cieplnych 9 039 600 złotych netto,
- budowa sieci preizolowanej na osiedlach mieszkaniowych 12 305 000 złotych netto.

Wdrożenie przedmiotowej inwestycji nie spowoduje wzrostu cen ciepła w przedsiębiorstwie. Przyrost kosztu amortyzacji związany z modernizacją węzłów i sieci ciepłej zostanie zrównoważony oszczędnością energii poprzez ograniczenie strat ciepła.

Tabela 5 Efekty ekologiczne oraz uniknięte opłaty za korzystanie ze środowiska

Substancja emitowana do powietrza	Redukcja emisji w [kg/rok]	Jednostkowe stawki opłat	Kwota opłat w [PLN]
Dwutlenek siarki SO ₂	10 640	0,48 zł/kg	5 107,20
Dwutlenek azotu NO ₂	665	0,48 zł/kg	319,20
Dwutlenek węgla CO ₂	1 230 250	0,26 zł/Mg	319,86
Pył	1 870	0,32 zł/kg	598,40
Opłaty razem			6 344,66

Źródło: Obliczenia własne

Tabela 6 Uniknięte opłaty za emisję CO₂ - EUETS

Substancja emitowana do powietrza	Redukcja emisji w [kg/rok]	Wartość jednostki BlueNext – EUA 24.02.2012	Kwota opłat w [PLN] Kurs wymiany NBP 24.02.2012
Dwutlenek węgla CO ₂	1 230 250	9,16 Euro Mg	47 093,97

Źródło: Obliczenia własne

Ocena opłacalności przedsięwzięcia inwestycyjnego

Ocenę opłacalności całego projektu inwestycyjnego oparto na dyskontowych metodach rachunku ekonomicznego. Metody te pozwalają sprowadzić do porównywalności nakłady i efekty realizowane w różnych okresach czasu. Wartość teraźniejsza, zdyskontowana na moment przeprowadzenia oceny stanowi podstawę do dalszego wnioskowania⁷. W ocenie niniejszego projektu inwestycyjnego wykorzystano następujące dyskontowe metody rachunku ekonomicznego:

- wartość zaktualizowaną netto (*net present value* – NPV),
- wewnętrzną stopę zwrotu (*internal rate of return* – IRR)
- zdyskontowany okres zwrotu (*discounted payback period* -DPP).

W tabeli nr 7 zestawiono dane dotyczące całkowitego poziomu nakładów inwestycyjnych oraz całkowitych efektów finansowych uzyskanych z tytułu wdrożenia w przedsiębiorstwie przedmiotowego zamierzenia inwestycyjnego.

⁷ Zob. M. Sierpińska, T. Jachna, *Ocena przedsiębiorstwa według standardów światowych*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2002, s. 210

Tabela 7 Poziom nakładów inwestycyjnych oraz efekty finansowe modernizacji

Lp.	Poziom nakładów i efektów z inwestycji	Poziom finansowy w [zł]
1	Nakłady inwestycyjne	21 344 600
2	Amortyzacja	2 129 482
3	Uzysk z redukcji strat	555 839,76
4	Dochody ze sprzedaży ciepłej wody użytkowej	562 283,28
5	Uniknięte opłaty za korzystanie z środowiska	6 344,66
6	Uniknięte opłaty za emisję CO ₂	47 093,97
7	Osiągnięte efekty finansowe [2+3+4+5+6]	3 301 043,67

Źródło: Obliczenia własne

Zdyskontowaną wartość netto inwestycji definiuje się jako sumę urealnionych wartości, na określony moment, różnic wpływów i wydatków związanych z projektem inwestycyjnym⁸. W tabeli nr 8 zestawiono dane do ustalenia zdyskontowanej wartości netto nadwyżki finansowej w okresie 15 lat funkcjonowania projektu, gdzie wskaźnik amortyzacji węzłów i sieci ciepłej wynosi odpowiednio 14% i 4,5%. Przy obliczaniu zdyskontowanej wartości netto (NPV) i wewnętrznej stopy zwrotu (IRR) założono taką samą skalę generowanych korzyści w poszczególnych latach funkcjonowania projektu jak dla pierwszego roku po wdrożeniu inwestycji w przedsiębiorstwie.

Tabela 8. Tablica rachunkowa do ustalenia zdyskontowanej wartości netto NPV

Czas	Nakłady w [PLN]	Nadwyżka finansowa w [PLN]	Współczynnik dyskontowy 10%	Zdyskontowana nadwyżka finansowa w [PLN]
0	21 344 600		1	-21 344 600
1		3 301 043,67	0,9091	3 000 978,80
2		3 301 043,67	0,8264	2 727 982,49
3		3 301 043,67	0,7513	2 480 074,11
4		3 301 043,67	0,6830	2 254 612,83
5		3 301 043,67	0,6209	2 049 618,01
6		3 301 043,67	0,5645	1 863 439,15
7		3 301 043,67	0,5132	1 694 095,61
8		3 301 043,67	0,4665	1 539 936,87
9		3 301 043,67	0,4241	1 399 972,62
10		3 301 043,67	0,3855	1 272 552,33
11		3 301 043,67	0,3505	1 157 015,81
12		3 301 043,67	0,3186	1 051 712,51
13		3 301 043,67	0,2897	9563 12,35
14		3 301 043,67	0,2633	869 164,80
15		3 301 043,67	0,2394	790 269,85
NPV				3 763 138,15

Źródło: Obliczenia własne

Poddawana ocenie ekonomicznej inwestycja jest opłacalna wtedy, gdy wartość bieżąca netto obliczona dla określonego okresu jest dodatnia⁹. Przedstawione w tabeli nr 8 szacunki wskazują na przedsięwzięcie inwestycyjne cechujące się dodatnią wartością netto co oznacza, że stopa rentowności tego projektu jest wyższa od stopy granicznej określonej poprzez przyjętą do rachunku stopę procentową (dyskontową). Taki stan powoduje również, że podmiot finansujący cały projekt oprócz inwestycyjnej stopy zwrotu tj. zwrotu kosztu kapitału, ryzyka i dochodu minimalnego po 15 latach uzyska jeszcze nadwyżkę finansową w wysokości 3 763 138,15 zł.

Wewnętrzna stopa zwrotu z inwestycji IRR jest definiowana jako stopa zwrotu od zainwestowanych kapitałów, która przynosi wartość bieżącą netto (NPV) przedsięwzięcia inwestycyjnego równą zero.

⁸ Pod red. T. Gostkowskiej-Drzewieckiej, *Projekty Inwestycyjne, Finansowanie, Metody i procedury oceny*, Ośrodek Doradztwa i Doskonalenia Kadr, Gdańsk 1999, s.116.

⁹ Pod red. H.Koczyk, *Ogrzewnictwo praktyczne. Projektowanie. Montaż. Eksploatacja*, SYSTHERM SERWIS, Poznań 2005, s. 386.

W tabeli nr 9 zestawiono dane do obliczenia wewnętrznej stopy zwrotu IRR przedsięwzięcia modernizacyjnego.

Tabela 9. Tablica rachunkowa do ustalenia wewnętrznej stopy zwrotu IRR

Czas	Przepływ środków pieniężnych	Stopa dyskontowa 12%		Stopa dyskontowa 13%	
		Współczynnik dyskontowy	Wartość bieżąca	Współczynnik dyskontowy	Wartość bieżąca
0	-21 344 600	1	-21 344 600	1	-21 344 600
1	3 301 043,67	0,8929	2 947 501,89	0,8850	2 921 423,65
2	3 301 043,67	0,7972	2 631 592,01	0,7831	2 585 047,30
3	3 301 043,67	0,7118	2 349 682,88	0,6931	2 287 953,37
4	3 301 043,67	0,6355	2 097 813,25	0,6133	2 024 530,08
5	3 301 043,67	0,5674	1 873 012,18	0,5428	1 791 806,50
6	3 301 043,67	0,5066	1 6723 08,72	0,4803	1 585 491,27
7	3 301 043,67	0,4523	1 493 062,05	0,4251	1 403 273,66
8	3 301 043,67	0,4039	1 333 291,54	0,3762	1 241 852,63
9	3 301 043,67	0,3606	1 190 356,35	0,3329	1 098 917,44
10	3 301 043,67	0,3220	1 062 936,06	0,2946	972 487,47
11	3 301 043,67	0,2875	949 050,06	0,2607	860 582,08
12	3 301 043,67	0,2567	847 377,91	0,2307	761 550,77
13	3 301 043,67	0,2292	756 599,21	0,2042	674 073,12
14	3 301 043,67	0,2046	675 393,53	0,1807	596 498,59
15	3 301 043,67	0,1827	603 100,68	0,1599	527 836,88
NPV			1 138 478,33		-11 275,18

Źródło: Obliczenia własne

$$IRR = io + \frac{NPVo}{NPVo + /- NPV1} \times (i1 - io)$$

$$IRR = 12 + \frac{1138478,33}{1138478,33 + /- 11275,18} \times 1 = 12 + 0,990 = 12,990\%$$

Inwestycja jest opłacalna wtedy, gdy wartość wewnętrznej stopy zwrotu jest wyższa od wartości obowiązującej w okresie obliczeniowym stopy dyskonta (kosztu pieniądza).¹⁰

Wewnętrzna stopa zwrotu IRR przedsięwzięcia inwestycyjnego wynosi 12,990% średnio rocznie. Jest ona większa od kosztu kapitału finansującego inwestycję (oczekiwanej stopy zwrotu) o 3 punkty procentowe. Stan ten oznacza, że Inwestor oprócz inwestycyjnej stopy zwrotu tj. zwrotu kosztu kapitału, ryzyka i dochodu minimalnego uzyska dodatkowy zwrot wynoszący 12,990%.

Splata nakładów inwestycyjnych z wygenerowanych oszczędności, które są wynikiem wdrożenia w przedsiębiorstwie niniejszego projektu inwestycyjnego liczona prostym okresem zwrotu nastąpi po 6 latach i pięciu miesiącach, natomiast w zdyskontowanym okresie zwrotu nakładów po 11 latach.

Przeprowadzona ocena opłacalności przedsięwzięcia inwestycyjnego z bardzo wysokim prawdopodobieństwem prognozuje, że założone cele jakie wyznaczono projektując tę inwestycję zostaną w pełni osiągnięte. Należy jednak pamiętać, że czas 15 lat w branży energetycznej w Polsce określić należy jako bardzo długi okres, który z dużym prawdopodobieństwem cechować się będzie istotnym ryzykiem inwestycyjnym ze względu na bardzo niestabilne przepisy krajowe i międzynarodowe dotyczące problemów emisji gazów do atmosfery. Wszelkie inwestycje w sektorze obciążone są wielkim ryzykiem regulacyjnym, które w kluczowy sposób wpływa na szacunki efektywnościowe długich okresów eksploatacyjnych urządzeń energetycznych.

Podsumowanie

Likwidacja grupowych węzłów ciepłych w przedsiębiorstwach energetycznych umożliwi właścicielom budynków rozliczanie kosztów zakupu ciepła w sposób indywidualny. Zmiana parametrów sieci ciepłej oraz montaż indywidualnych węzłów ciepłych w budynkach przynosi efekty ekonomiczne i ekologiczne oraz co ważne dla przedsiębiorstwa ciepłowniczego pozwala na efektywniejsze

¹⁰ Pod red. H.Koczyk, *Ogrzewnictwo praktyczne*....., op., cit., s. 386.

sterowanie procesem dystrybucji ciepła. Spełnia także oczekiwania odbiorców ciepła w wielu aspektach i pozwala na pełniejsze zaspokojenie ich potrzeb ze względu na większą elastyczność i ograniczenie zjawiska bezwładności systemu przesyłania czynnika. Budowa sieci ciepłej w technologii preizolowanej daje lepsze pod względem technicznym i ekonomicznym warunki dla przyłączania nowych odbiorców ciepła w danym rejonie miasta. Jednak przedsięwzięcia te są bardzo kosztowne. W przedsiębiorstwach energetyki ciepłej modernizacja przestarzałych technicznie systemów ciepłowniczych opartych na węzłach grupowych i niskoparametrowych sieciach rozprowadzających ciepło jest rozwiązaniem technicznym obecnie wysoce zasadnym, rozsądnym i w najbliższej przyszłości niezbędnym ze względu na rosnące wymagania ekologiczne, oszczędnościowe a także regulacje efektywnościowe. Dokonana likwidacja 5-ciu grupowych węzłów ciepłych w przedsiębiorstwie potwierdza, że wyznaczone cele dla samego projektu po wdrożeniu zostaną w pełni osiągnięte. Należy jednak zdecydowanie podkreślić, że kierunek tego typu działań inwestycyjnych w branży ciepłowniczej jest równie ważny z projektami kogeneracyjnymi, których cele techniczne, ekonomiczne i ekologiczne są tożsame z inwestycjami w sieci ciepłownicze oraz inteligentną dystrybucję ciepła.

Bibliografia

- T. Gostkowskiej-Drzewieckiej, *Projekty Inwestycyjne, Finansowanie, Metody i procedury oceny*, Ośrodek Doradztwa i Doskonalenia Kadr, Gdańsk 1999.
- Z. Katolik, D. Tomaszewski, *System ciepły Miejskiego Przedsiębiorstwa Energetyki Ciepłej we Wrocławku*, Nowoczesne Ciepłownictwo 11/2007.
- Z. Katolik, D. Tomaszewski, *System ciepły MPEC we Wrocławku*, Energetyka Ciepła i Zawodowa 2/2008.
- Pod red. H. Koczyk, *Ogrzewnictwo praktyczne. Projektowanie. Montaż. Eksploatacja*, SYSTHERM SERWIS, Poznań 2005,
- M. Sierpińska, T. Jachna, *Ocena przedsiębiorstwa według standardów światowych*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2002.