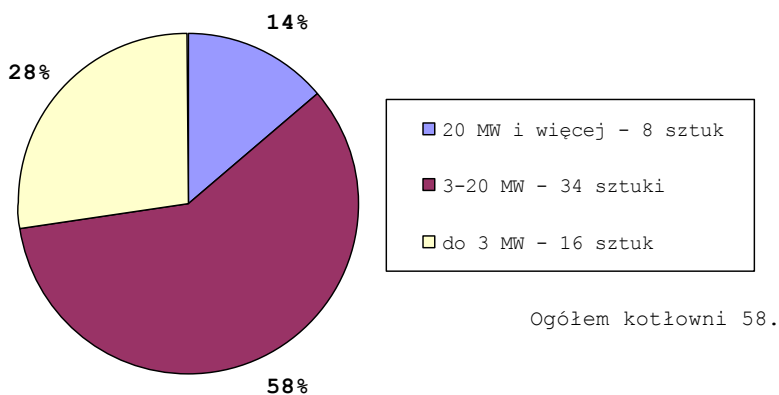


- zdecentralizowane 1÷3 MW,
- autonomiczne 0,1÷1 MW,
- miejscowe (mieszkańciewe) do 0,1 MW.

Na rysunku 1 przedstawiono strukturę istniejącego systemu zaopatrzenia w ciepło miasta Połtawa według powyższej klasyfikacji. Jak widać, istotną część gospodarki cieplnej (do 28 %) stanowią układy zdecentralizowane, których moc nie przekracza 3 MW. Priorytetowy rozwój właśnie takich systemów zakłada się przez państwowe programy decentralizacji zaopatrzenia w ciepło, a także przewidziany jest w normach i dokumentach prawnych.



Rys. 1. Struktura istniejącego systemu zaopatrzenia w ciepło według mocy źródła ciepła dla miasta Połtawa

Fig. 1. Structure of existing heat supply system depending on rating of heat sources for the city of Poltava

Duży udział mają systemy o umiarkowanej centralizacji (do 58%), dla których nie są charakterystyczne znane problemy dużych miejskich układów zcentralizowanych. Natomiast ilość zcentralizowanych układów na terenie obwodu nie przekracza 14%. Zaopatrują one w ciepło odbiorców mieszkalnych w istniejącej strefie zabudowy wielokondygnacyjnej. Zatem większość odbiorców zaopatrywana jest od zdecentralizowanych i średnio zcentralizowanych układów ciepłowniczych.

Głównym argumentem zwolenników autonomicznych układów ciepłych są wysokie straty ciepła w rozgałęzionych miejskich sieciach ciepłych i kotłowniach szacowane na 40÷50% produkowanej energii cieplnej. Natomiast straty ciepła u odbiorców są ignorowane lub rozpatrywane jako pożyteczne.

Obliczenia wykazują teoretyczną i praktyczną niemożliwość tak dużych strat sieciowych. Gdyby sieć ciepła o średnicy 500 mm działająca w trybie grzewczym (95/70°C) traciła 20% ciepła, to oznaczałoby, że strumień ciepła tych strat wynosi 6,4 MW. Żeby stracić tyle ciepła zasilający i powrotny przewód sieci ciepłej o sumarycznej długości 4000 m przez cały sezon grzewczy musiałby leżeć na zewnątrz bez izolacji w temperaturze - 15°C (zakładając wartość współczynnika przejmowania ciepła $\alpha=10 \text{ W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$).

Żeby taką samą ilość ciepła stracić wraz z ubytkami wody dwuprzewodowa sieć ciepła o średnicy 500 mm i długości 2000 m musiałaby tracić ponad 7% swego zładu na godzinę: 58 t/h, czyli 1392 t/doba (przy tym woda powinna mieć temperaturę 95°C).

Podobne wnioski zawierają także materiały energoaudytu systemów ciepłowniczych na Ukrainie, wykonanego przez specjalistów Centrum Energetycznego Unii Europejskiej [1,2]. Straty ciepła przez przewody izolowanych sieci ciepłych szacowane są na wartość nieprzekraczającą 7%.

Jedną z głównych przyczyn błędnego zdania o dużych stratach ciepła w sieciach ciepłych jest automatyczne przeniesienie problemów wielokilometrowych zcentralizowanych układów ciepłowniczych zasilanych z mocnych elektrociepłowni, na decentralizowanie i umiarkowanie zcentralizowane systemy o mocy do 3-10 MW.

Wyniki badań eksploatowanych sieci ciepłych wykazują, że straty ciepła na długości trasy do 1000 m nie przekraczają 4%, natomiast na długości do 2500 m sięgają 12,5%. Straty sieci zbudowanych z wykorzystaniem nowoczesnych technologii rur preizolowanych na długości do 2500 m wynoszą tylko 5÷8%.

Ogólną strukturę zużycia ciepła na podstawie badań i doświadczenia eksploatacji zestawiono w tabeli 1.

Na podstawie danych badań wykonanych w [1, 2], a także wyników inwentaryzacji istniejących systemów ciepłowniczych z tradycyjnymi (nie kondensacyjnymi) kotłami, bilans ciepła w układzie ciepłym na drodze od źródła do odbiornika przedstawić można w postaci schematu podanego rysunku 2.

Jak widać, wartość potencjału oszczędzania energii w istniejących systemach zaopatrzenia w ciepło w sektorze mieszkaniowo-komunalnym sięga 53% produkowanej energii. To całkiem realna część energii nadająca się do oszczędzania. Najbardziej znacząca część tego oszczędzania (do 48%) przypada bezpośrednio na instalacje odbiorców energii. Udział ciepła, które można zaoszczędzić na etapie jego generacji wynosi 1,5%, natomiast na etapie dystrybucji sięga 3,5%.

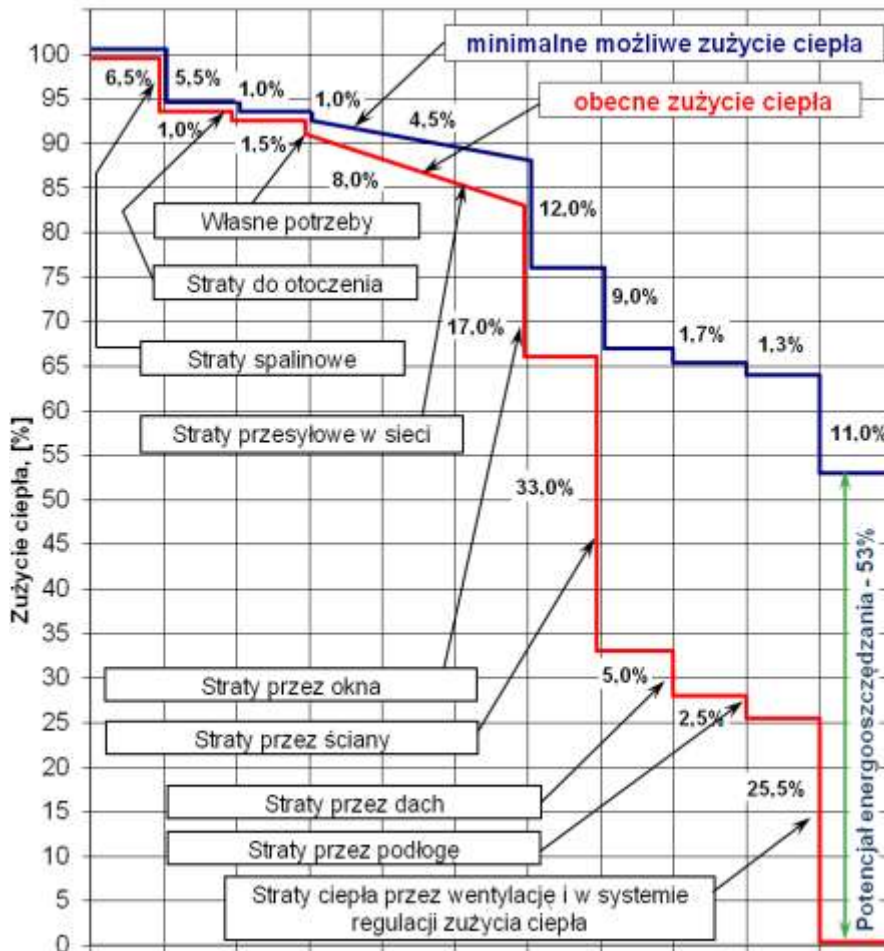
Tabela 1. Struktura zużycia ciepła
Table 1. Heat consumption structure

Straty ciepła, %	Istniejące systemy ciepłne	Autonomiczne systemy	Ideowy system zaopatrzenia w ciepło
1. Straty ze spalinami, do otoczenia i od niedopału chemicznego	7,5	11,5	6,5
2. Własne potrzeby źródła	1÷1,5	1,0	1,0
3. Straty w systemie dystrybucji ciepła	8,0	4,5	4,5
4. Zużycie ciepła u odbiorców	83	83	35
5. Potencjał oszczędzania energii	53	53	0
- przy zużyciu u odbiorców	48	48	0
- przy generacji ciepła	1,5	5	0
- podczas dystrybucji ciepła	3,5	0	0

Z uwagi na powyższe przesłanki można wnioskować:

- przejście na autonomiczne źródła ciepła nie zmienia podstawowej części bilansu układu ciepłnego – zużycia energii u odbiorcy stanowiącego 83% produkowanej energii. Ten wskaźnik wyznacza sprawność układu ciepłowniczego zarówno przy zcentralizowanym jak i autonomicznym zaopatrzeniu w ciepło,
- wydłużone sieci ciepłne w istniejących układach powodują o 3,5÷5,0% większe straty ciepła w porównaniu z autonomicznymi systemami na etapie dystrybucji,
- autonomizacja układów ciepłnych nie wyklucza potrzeby budowy sieci ciepłnych. Moc jednej autonomicznej kotłowni ograniczona jest wartością 200 kW, co nie starcza do zaopatrzenia w ciepło nawet jednego 5-kondygnacyjnego budynku na 45 mieszkań bez zastosowania dodatkowych środków oszczędzania energii (podwyższenia izolacyjności ciepłnej przegród budowlanych). Powstaje więc potrzeba budowy większych kotłowni na 3-4 budynki z dystrybucją ciepła przez sieć ciepłą.

Analiza składowych strat ciepła daje możliwość oszacowania wartości potencjału oszczędzania energii na każdym etapie od źródła do odbiorcy ciepła.



Rys. 2. Zużycie ciepła i ocena potencjału energooszczędzania układu ciepłego z tradycyjnymi kotłami

Fig. 2. Heat consumption and estimation of potential energy savings for heat supply system with traditional boilers

2. Generacja ciepła

Przy zastosowaniu tradycyjnych kotłów (nie kondensacyjnych) minimalne możliwe straty ciepła na etapie jego generacji wynoszą:

- do otoczenia – $1,5 \div 1,0\%$,
- ze spalinami – $5,5 \div 6,5\%$,
- od niedopału chemicznego – $0,05\%$,
- całkowite minimalne straty – $7,55\%$.

Otóż maksymalna możliwa sprawność kotłów nie kondensacyjnych wynosi $92,5\%$, natomiast minimalne jednostkowe zużycie paliwa umownego:

$$B_{u.p.} = \frac{142,857}{\eta} = \frac{142,857}{0,925} = 154,44 \frac{\text{kg u.p.}}{\text{GJ}}$$

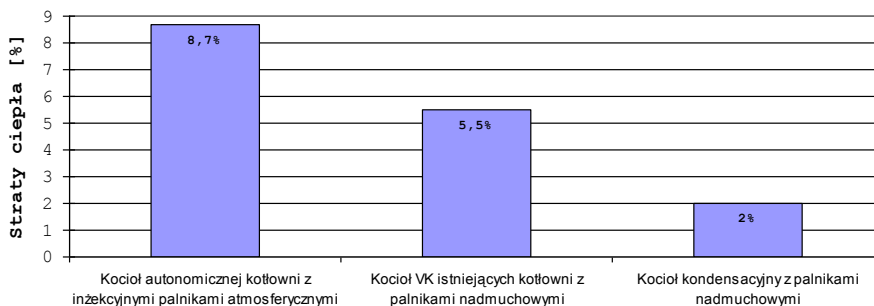
Obecnie w kotłowniach przedsiębiorstwa „Poltawaciepłenergo”, wyposażonych w 31 kotłów serii VK, otrzymano następujące wskaźniki procesu generacji ciepła:

- sprawność (średnia w sezonie grzewczym) $\eta=92\%$,
- jednostkowe zużycie paliwa umownego $B_{u.p.} = 154,6 \text{ kg u.p./GJ}$,
- straty ciepła do otoczenia $q_5=1,0\%$,
- straty spalinowe $q_2=6 \div 6,5\%$,
- straty od niedopału chemicznego $q_3=0,05\%$.

Zatem można stwierdzić, iż wyposażenie istniejących kotłowni w nowoczesne kotły daje możliwość praktycznego osiągnięcia maksymalnych możliwych wskaźników sprawności na etapie generacji ciepła.

Przejsięcie na autonomiczne źródła ciepła znacznie ogranicza wykorzystanie potencjału energooszczędności [3]. Rozpowszechnione w kraju kotły wyposażone są w mniej doskonałe inżekcyjne palniki i nie dają możliwości sterowania pracą układów automatyki w celu doskonalenia procesu spalania (tabela 2).

Na rysunku 3 zestawiono wyniki obliczeń strat spalinowych dla kotłów z palnikami inżekcyjnymi i wentylatorowymi. Temperaturę spalin przyjęto 130°C . Jak widać, sprawność kotła w przypadku palników inżekcyjnych jest mniejsza o $3,2\%$. Niedoskonałość kotłów z inżekcyjnymi palnikami spowodowała, że w krajach o wysokich standardach oszczędzania energii stosuje się wyłącznie kotły z palnikami nadmuchowymi w tym dla kotłów o małej mocy.



Rys. 3. Spalinowe straty ciepła dla różnych kotłów
Fig. 3. Heat losses with flue gases for various boilers

Tabela 2. Porównanie możliwości zastosowania środków oszczędzania energii
Table 2. Comparison of an opportunity of energy saving means application

Środki oszczędzania energii	Możliwość zastosowania środków	
	w istniejących kotłowniach z kotłami VK	w autonomicznych kotłowniach z iniekcyjnymi palnikami
1. Spalanie z minimalnym nadmiarem powietrza	możliwe α do 1,05	brak możliwości
2. Sterowanie stosunkiem „paliwo-powietrze” w celu uzyskania optymalnych warunków spalania w całym przedziale regulacji mocy	możliwe	brak możliwości
3. Utrzymanie optymalnego podciśnienia w komorze spalania	możliwe	brak możliwości
4. Maksymalizowanie sprawności w całym przedziale regulacji mocy	możliwe	brak możliwości
5. Uniezależnienie pracy od warunków atmosferycznych	nie zależy od warunków	zależy od warunków
6. Schłodzenie spalin aż do przejścia na kondensacyjny tryb pracy	możliwe	brak możliwości

3. Zużycie ciepła u odbiorców

Zmniejszenie zużycia ciepła u odbiorców jest głównym kierunkiem oszczędzania nośników energii i jednocześnie stanowi rdzeń koncepcji rozwoju branży ciepłowniczej [5]. Odzysk strat ciepła u odbiorców wymaga największej uwagi podczas audytu energetycznego i jednocześnie związany jest z największymi kosztami inwestycyjnymi. Jednak efektywność takich inwestycji również będzie maksymalna.

Obliczenia strat ciepła 5-kondygnacyjnego budynku wielorodzinnego pokazały, że tylko wykorzystanie ścian o podwyższonej izolacyjności cieplnej według wymagań krajowych obowiązujących od 1993 r. zużycie ciepła na c.o. zmniejsza się z 240 kW do 165 kW, czyli 1,45 razy.

4. Dodatkowe problemy decentralizacji

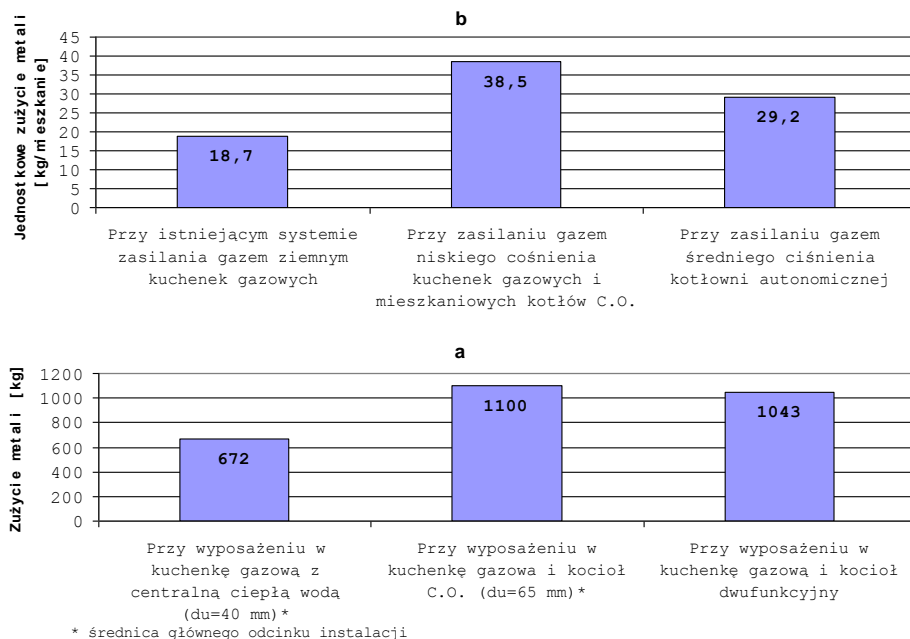
Wdrażanie autonomicznych i mieszkaniowych systemów zaopatrzenia w ciepło związane jest z dodatkowymi problemami naukowo-technicznymi, które często umykają uwadze, ale nieuchronnie zabrzmią głośno przy szerokim zastosowaniu lokalnych systemów. Oto niektóre z nich.

4.1. Podłączenie obiektów lokalnego zaopatrzenia w ciepło do sieci gazowych

Istniejące miejskie osiedlowe sieci gazowe przeznaczone są przeważnie do zaopatrzenia odbiorców bytowych niskiego ciśnienia. W rejonach starszej zabudowy brakuje sieci średniego ciśnienia, do których podłącza się lokalne źródła ciepła. To powoduje ostrą potrzebę całkowitej rekonstrukcji miejskich sieci gazowych i wymaga dużych inwestycji.

Na rysunku 4 pokazano porównawcze charakterystyki budynku na 45 mieszkań w dzielnicy o 5-kondygnacyjnej zabudowie przy zastosowaniu mieszkaniowych systemów ogrzewania i ciepłej wody oraz przy zastosowaniu autonomicznych lokalnych kotłowni.

Z tych danych wynika, że wdrażanie miejscowych i lokalnych źródeł ciepła możliwe jest tylko dla nowo-wznoszonych budynków z obowiązkowym uzasadnieniem techniczno-ekonomicznym. Przy tym należy sprawdzać przepustowość istniejących sieci gazowych niskiego ciśnienia i możliwość trasowania sieci średniego ciśnienia w dzielnicach zabudowy mieszkaniowej, zwłaszcza zważywszy na ograniczenia takiego trasowania według przepisów krajowych.



Rys. 4. Zużycie metali: a - na instalację gazową; b - na sieć gazową

Fig. 4. Metal consumption: a – for internal gas system; b – for external gas network

4. 2. Dostosowanie autonomicznych źródeł ciepła do istniejącego układu ciepłowniczego

Odlączenie odbiorców ciepła od funkcjonującego zbalansowanego systemu zaopatrzenia w ciepło powoduje istotne pogorszenie wskaźników jego pracy. Efekt ekonomiczny w wyniku wdrożenia lokalnych źródeł ciepła, zauważalny dla poszczególnych odbiorców, powoduje nadmierne zużycie paliwa i straty gospodarcze w skali całej gospodarki ciepłej miasta czy obwodu.

4.3. Bilans mocy, paliwa i inwestycji instalacji ciepłej wody

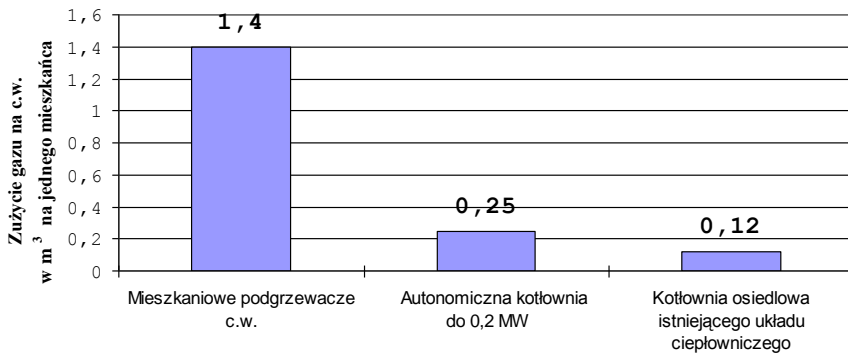
Wskaźniki zużycia ciepła i paliwa na przygotowanie ciepłej wody zależą od ilości użytkowników zaopatrywanych z danego źródła. Zużycie wody, paliwa i potrzebna moc cieplna na cele c.w. otrzymane według obowiązującej metody obliczeń zestawiono w tabeli 3 w zależności od sposobu przygotowania ciepłej wody.

Wyniki tych obliczeń ilustrują wykresy na rysunku 5. Analiza wyników świadczy, iż ze zwiększeniem liczby użytkowników zaopatrywanych z jednego źródła wszystkie wskaźniki jednostkowe zmniejszają się przy zachowaniu jako-

ści zaopatrzenia w ciepłą wodę. Przyczyną tego jest możliwość zastosowania bardziej sprawnych schematów przygotowania ciepłej wody w kotłowniach rejonowych i wykorzystanie buforującej zdolności sieci c.w.

Tabela 3. Porównanie wskaźników zaopatrzenia w ciepłą wodę z różnych źródeł
Table 3. Comparison of hot water supply parameters from different sources

Lp.	Sposób przygotowania ciepłej wody	Strumienie						
		ciepłej wody [l/s]	ciepła na cele c.w. [kW]	Sprawność ze stratami w sieci	Moc cieplna na cele c.w. [kW]	Zużycie gazu [m ³ /h]	Jednostkowa moc na 1 mieszk.	Zużycie paliwa na 1 mieszk.
1	W miejscowym wymienniku przy mieszkaniowych instalacjach c.o. i c.w. (3 mieszkańcy)	0,2	36	0,85	42	4,2	14	1,4
2	W lokalnej kotłowni wbudowanej 5-kondygnacyjnego budynku na 45 mieszkań (135 mieszkańców)	1,38	289	0,87	332	33,5	2,5	0,25
3	W istniejącej kotłowni zcentralizowanego systemu zaopatrzenia dzielnicy (550 mieszkań; 1900 mieszkańców)	8,6	1795	0,822	1892	2071	1,150	1,12



Rys. 5. Charakterystyka energochłonności instalacji c.w.

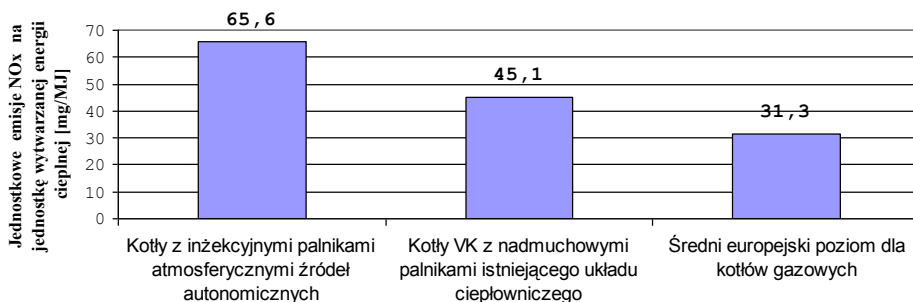
Fig. 5. The characteristic of hot water system power consumption

4.4. Ekologiczne skutki decentralizacji zaopatrzenia w ciepło

Przejście na kotły z palnikami iniekcyjnymi w małych kotłowniach powoduje zwiększenie emisji szkodliwych składników spalin w porównaniu z istniejącymi kotłami wyposażonymi w palniki nadmuchowe. Szczególnie dotyczy to jednego z najbardziej rozpowszechnionych i niebezpiecznych składników, którymi są tlenki azotu. Koncepcja decentralizacji zaopatrzenia w ciepło ma również inne negatywne skutki ekologiczne zestawione w tabeli 4 i na rysunku 6. Przedstawione dane uzyskano na podstawie audytu ekologicznego przeprowadzonego w przedsiębiorstwie "Połtawaciepłenergo" oraz danych innych badań naukowych.

Tabela 4. Porównanie ekologicznych wskaźników kotłów
Table 4. Comparison of ecological parameters of boilers

Ekologiczne parametry sprzętu do generacji ciepła	Kotły z palnikami iniekcyjnymi	Istniejące kotły z palnikami nadmuchowymi
1. Stężenie tlenków azotu w spalinach [mg/m ³] (w przeliczeniu na $\alpha=1$)	do 240	do 180
2. Możliwość zmniejszenia emisji szkodliwych składników poprzez doskonalenie trybu spalania	nie ma	jest
3. Pogorszenie wskaźników ekologicznych przy zmianach parametrów klimatycznych	występuje	nie występuje



Rys. 6. Ekologiczna charakterystyka kotłów
Fig. 6. Ecological parameters of boilers

Negatywny wpływ spalin kotłowni lokalnych w strefie zamieszkania ludzi będzie znacznie większy niż w przypadku kotłowni rejonowych [4]. Jest to spowodowane odprowadzaniem spalin do atmosfery na bardzo małej wysokości 6÷8 m (od dużych kotłowni na wysokości 29-32 m). Obliczenia rozpraszania substancji w atmosferze wyraźnie świadczą o tym, że przy wysokości kominów mniejszej niż 15÷16 m stężenie szkodliwych składników w przyziemnej warstwie atmosfery będzie większe od maksymalnych dopuszczalnych wartości.

Ponad to należy podkreślić, że projekty oceny wpływu gazów spalinyowych na stan atmosfery dla lokalnych kotłowni nie wykonuje się z uwagi na ich małą moc cieplną. Zatem stan zanieczyszczenia atmosfery przy decentralizacji źródeł ciepła nie jest kontrolowany na stadium projektowania ani eksploatacji. W tabeli 5 zestawiono wyniki obliczeń technologicznych i ekologicznych parametrów kotłów serii VK istniejących kotłowni, kotłów autonomicznych kotłowni z palnikami iniekcyjnymi i przeciętnych kotłów europejskich producentów (dane literaturowe).

Można, zatem stwierdzić, że wskaźniki zanieczyszczenia przyziemnej warstwy atmosfery w przypadku lokalnych kotłowni są gorsze w porównaniu z istniejącymi kotłowniami zcentralizowanych układów i są znacznie gorsze od średnich wskaźników kotłów przeciętnego europejskiego poziomu.

4.5. Problem zgodności przepisów projektowania kotłowni

Według obowiązujących przepisów krajowych niezależnie od jednostkowej mocy zastosowanych kotłów przy projektowaniu kotłowni o mocy powyżej 200 kW obowiązują wszystkie normy dla takich kotłowni. Zatem nawet przy zastosowaniu kotłów o mocy poniżej 100 kW nie ma możliwości skorzystania ze zliberalizowanych przepisów projektowania, jeśli moc całej kotłowni przekracza 200 kW.

W skutek tego zastosowanie większości kotłów z palnikami iniekcyjnymi staje się w ogóle niemożliwe dla kotłowni o mocy powyżej 200 kW, ponieważ kotły te, ze względu na szereg parametrów, nie odpowiadają wymaganiom stawianym kotłom grzewczym i agregatom kotłowym.

Główną przyczyną takiego stanu rzeczy jest obowiązywanie różnych przepisów dla kotłów o mocy do 100kW i kotłów od 100 kW do 3,15 MW. W tabeli 6 zestawiono niektóre z wymagań technologicznych dotyczących kotłów grzewczych i agregatów kotłowych dla dwóch wymienionych powyżej grup, wynikających z przepisów projektowania i krajowych przepisów bezpieczeństwa w gazownictwie.

Tabela 5. Zestawienie parametrów pracy kotłów
Table 5. List of various boilers work parameters

Wskaźnik technologiczny	Oznaczenie	Jednostka miary	Kotły serii VK	Kocioł z inżekcyjnym palnikiem	Kocioł przeciętnego europejskiego poziomu
1	2	3	4	5	6
1. Moc cieplna kotła	N	kW	2500	116	2500
2. Zużycie gazu ($Q_d=36,6\text{MJ/m}^3$)	B	m^3/h	242	13	242
3. Sprawność przy mocy nominalnej	η	%	92	90	92
4. Współczynnik nadmiaru powietrza w spalinach za kotłem	α	-	1,16	2,0	1,05
5. Stężenie szkodliwych składników przy mocy nominalnej (w przeliczeniu na $\alpha=1$): tlenek węgla tlenki azotu	C_{CO} C_{NOx}	mg/m^3 mg/m^3	38 175	25 220	120 126
6. Masowa emisja składników przy mocy nominalnej: tlenek węgla tlenki azotu	M_{CO} M_{NOx}	g/s g/s	0,0225 0,1037	0,0008 0,00682	0,068 0,0721
7. Jednostkowa emisja zanieczyszczeń: tlenek węgla tlenki azotu	m_{CO} m_{NOx}	mg/MW mg/MW	9,78 45,1	7,69 65,57	29,56 31,3
8. Stężenie w przyziemnej warstwie atmosfery: tlenek węgla tlenki azotu	C_{CO} C_{NOx}	mg/m^3 mg/m^3	0,03 0,06	0,05 0,10	0,08 0,03
9. Wydajność kotła	Q	kW	2300	105	2300

Tabela 6. Wymagania projektowe stawiane projektowanym kotłowniom
Table 6. Design requirements concerning projected boiler plants

Treść wymagania	Możliwość przestrzegania wymagań obowiązujących przepisów	
	w istniejących kotłowniach przy stałej obecności personelu	w kotłowniach z bytowymi kotłami bez stałej obsługi
1. Ciśnienie robocze do 0,6 MPa	do 0,6 MPa	do 0,2 MPa
2. Kotły powinny być wyposażone w klapy wybuchowe (o powierzchni nie mniej niż 0,05 m ²)	tak	brak
3. Automatyka bezpieczeństwa kotłów lub personel powinien zapewnić odcięcie dopływu gazu w przypadku:		
➤ przekroczenia maksymalnego ciśnienia;	tak	brak
➤ przekroczenia minimalnego ciśnienia;	tak	tak
➤ zagasania płomienia palników;	tak	tak
➤ niedopuszczalnego obniżenia podciśnienia w palenisku;	tak	tak
➤ braku przepływu wody;	tak	tak
➤ powstawania nieszczelności w czopkach i klapach wybuchowych;	tak	brak
➤ nieprawidłowości działania AKP, środków automatyzacji i sygnalizacji;	tak	brak
➤ nie działania urządzeń bezpieczeństwa i blokowania;	tak	brak
➤ wybuchu w palenisku lub czopkach	tak	brak
4. Stężenie CO w spalinach ($\alpha=1$)	do 125 mg/m ³ według GOST 10617-83*	do 620 mg/m ³ według DSTU 2205-93
5. Odłączenie dopływu gazu w ciągu 5 s, jeśli nie nastąpił zapłon płomienia	tak według GOST 21204-83	brak według DSTU 2205-93
6. Wykonawcze elektryczne urządzenia automatyki powinny wytrzymywać nie mniej niż 250000 cykli taktowania	tak	brak

4.6. Problem uczciwej analizy

Atrakcyjność autonomicznych i lokalnych układów ciepłych dla odbiorców posiadających odpowiednie środki finansowe spowodowana jest następującymi przyczynami:

- istotną ceną gazu ziemnego dla autonomicznych i zcentralizowanych źródeł ciepła;
- brakiem jednolitego podejścia do obliczenia ceny ciepła produkowanego w lokalnych i istniejących kotłowniach;
- dążeniem przez odbiorcę do niezależności od niekontrolowanych procesów generacji i dystrybucji ciepła;
- problemami z zapewnieniem jakości zaopatrzenia w ciepłą wodę w istniejących układach, zwłaszcza w okresie przejściowym.

Analiza projektów i uzasadnień autonomicznych źródeł ciepła wskazuje, że potwierdzenie celowości decentralizacji uzyskuje się z reguły na drodze:

- porównania efektywności pracy kotłów lokalnych źródeł z niedoskonałymi i przestarzałymi agregatami, które są już usuwane z eksploatacji w istniejących kotłowniach;
- zniżania produkcji ciepła w lokalnych źródłach w porównaniu z danymi projektowymi za pomocą wykluczenia obciążenia wentylacji, zmniejszenia zapotrzebowania ciepła na c.w., ograniczenia czasu użytkowania instalacji c.w., zmniejszenia temperatury w pomieszczeniach i innych środków zmniejszających komfort cieplny.

W celu bardziej efektywnego oszczędzania energii bez pogorszenia wskaźników sanitarno-higienicznych potrzebne jest zastosowanie szeregu środków naukowo-technicznych wymagających odpowiednich inwestycji:

- ulepszenie izolacyjności cieplnej przegród budowlanych,
- zmniejszenie strat ciepła przez infiltrację,
- optymalizacja pracy instalacji wentylacji, regulacja wymiany powietrza w pomieszczeniach [5],
- techniczna modernizacja kotłowni i węzłów ciepłych przez zastosowanie nowoczesnych urządzeń do spalania paliwa, wymienników i regulatorów,
- modernizacja istniejących sieci ciepłych przez zastosowanie rur i wyrobów preizolowanych i inne sposoby zmniejszenia strat ciepła,
- wyposażenie węzłów ciepłych w urządzenia do regulacji i ciepłomierze oraz modernizacja instalacji c.o. w celu zapewnienia ich regulacji.

5. Wnioski

1. Główne działania w celu doskonalenia systemów zaopatrzenia w ciepło i oszczędzania nośników energii powinny być skierowane na efektywne i racjonalne wykorzystanie energii cieplnej [5]. Szczególną uwagę należy zwracać na straty ciepła u odbiorców, co stanowi największą część potencjału energooszczędności.
2. Podjęcie decyzji o decentralizacji układów ciepłowniczych potrzebuje precyzyjnej analizy i uzasadnienia techniczno-ekonomicznego. Nie dopuszczalne jest zmniejszenie parametrów komfortu cieplnego, jakości zaopatrzenia w ciepło czy pogorszenia wskaźników zanieczyszczenia atmosfery, zwłaszcza w przyziemnej warstwie.
3. Decentralizacja nie może być uważana za domyślnie priorytetowy kierunek rozwoju ciepłownictwa. Nieodzownym warunkiem projektowania autonomicznych źródeł ciepła jest zastosowanie nowoczesnych zautomatyzowanych kotłów wyposażonych w nadmuchowe palniki.
4. Odłączenie odbiorców ciepła od funkcjonujących systemów ciepłowniczych w celu ich wyposażenia we własne lokalne źródła ciepła można wykonywać pod warunkiem, że to nie spowoduje szkód i nie obniży efektywności istniejących sieci ciepłych i całej gospodarki cieplnej.
5. Techniczno-ekonomiczne uzasadnienie zastosowania autonomicznych i lokalnych systemów zaopatrzenia w ciepło powinno uwzględniać koszty modernizacji instalacji c.o., ciepłej wody i instalacji elektrycznych.

Literatura

1. *Ukraina. Efektywność małej energetyki*. Energetyczne centrum UE. Kiów, 2004.
2. *Ukraina. Oszczędzanie energii w budynkach*. Energetyczne centrum UE. Kiów, 2006.
3. *Heizen mit nachwachsenden Rohstoffen: eine Komfortable Alternative*. Heizung journal. October 2001, №10.
4. **Szkarowski A.**: *Ocena współczesnych tendencji zanieczyszczenia środowiska naturalnego*. Rocznik Ochrona Środowiska. Tom 1. Poland. Koszalin, 1999. s. 137-140.
5. **Szkarowski A., Dyczkowska M.**: *Symulacja i badania oszczędzania energii w budynkach o podwyższonej izolacyjności cieplnej*. Kompleksowe i Szczegółowe Problemy Inżynierii Środowiska. VIII Ogólnopolska konferencja naukowa. Koszalin – Darłówko, Poland, 2007. s. 267-275.