



Analiza możliwych działań naprawczych na przykładzie wysokiego budynku punktowego

Dr inż. Anna Ostańska, mgr inż. arch. Katarzyna Taracha, Politechnika Lubelska

1. Wprowadzenie

Od wielu lat budynki wielorodzinne w Polsce są w trakcie realizacji procesów termomodernizacyjnych, które w różnym stopniu generują zyski na realizację kolejnych etapów prac.

W artykule poruszono problem dalszych działań wywodzących się z określenia zakresu możliwych działań naprawczych (MDN) skierowanych na remonty (R) i energooszczędność (E) [1]. Podano też przykład dla prefabrykowanego wysokiego budynku punktowego w Lublinie, gdzie wyspecyfikowano potrzebne działania naprawcze MDN/R+E, a także przeliczono zyski energetyczne z zastosowania proponowanych rozwiązań.

2. Specyfika budynków punktowych

Zabudowa punktowa, wielorodzinna w Polsce w masowej skali wznoszona była w latach 60–80 XX wieku. Charakterystyczne dla tego typu obiektów jest skupienie mieszkań wokół jednego pionu komunikacyjnego, tj. klatki schodowej i wind. Istotną cechą punktowców są narożnie usytuowane mieszkania, co umożliwia doświetlenie lokali narożnych przynajmniej z dwóch stron świata i ułatwia ich przewietrzanie.

3. Lubelski punktowiec

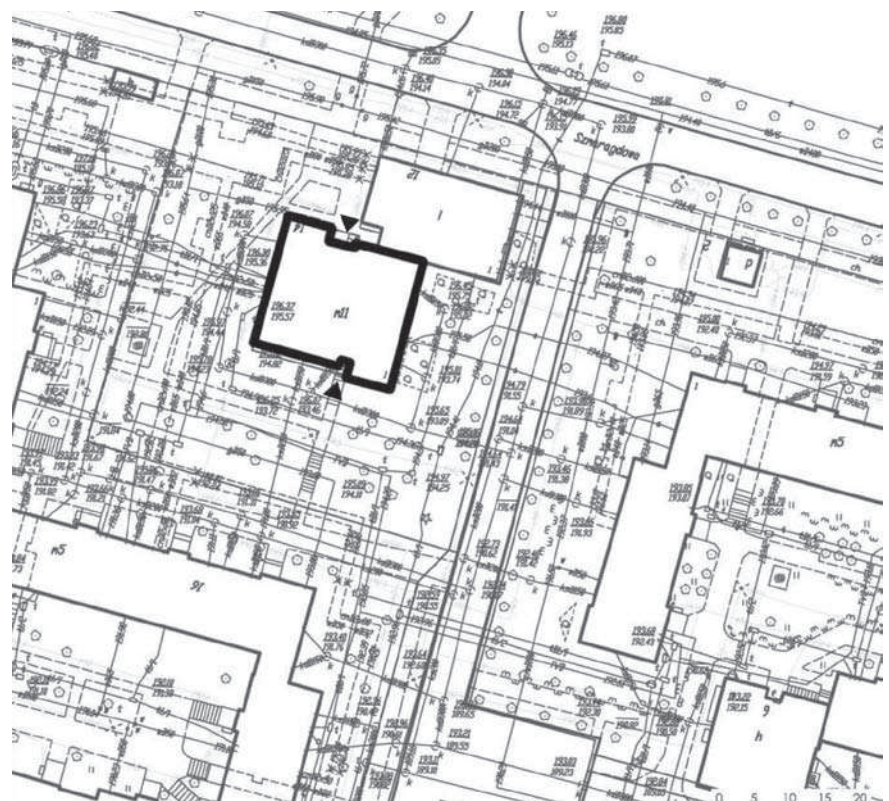
Przedmiotem analizy jest jeden z wielu prefabrykowanych lubelskich wysokich punktowców. Budynek znajduje się w południowej części miasta i północnej czę-

ści dzielnicy Czuby Południowe. Obiekt powstał w końcu lat 80. w systemie wielkopłytyowym. W ostatnim czasie, jak wiele takich obiektów w Lublinie, poddano go termomodernizacji. Jest to jednak dotychczas jedyny budynek wielkopłytyowy w Lublinie, w którym przed dociepleniem wykonano wcześniej scalenie ścian trójwarstwowych za pomocą specjalistycznych kotew stalowych. Docieplenie obiektu jest najczęściej realizowanym zakresem termicznej modernizacji, w analizowanym przypadku do 2011 roku ocieplono oprócz ścian, również cokoły i stropodach [5]. Jednak aby budynek

odpowiadał współczesnym standardom życia i utrzymywał koszt zużycia energii na odpowiednim energooszczędnym poziomie, nie wystarczy tylko kompleksowa termomodernizacja, ponieważ trzeba rozważyć również inne możliwości oszczędzania energii, chociażby z alternatywnych źródeł.

3.1. Pierwotne założenia projektowe

Analizowany prefabrykowany budynek wielorodzinny jest 11- i 12-kondygnacyjny, całkowicie podpiwniczony [3]. Usytuowano go (rys. 1) wzdłuż osi południowy zachód – północny wschód.



Rys. 1. Lokalizacja analizowanego budynku punktowego, z zaznaczonymi strekami wejścia



Wejścia do obiektu usytuowano w przeciwległych elewacjach. Ostatnio wejście południowo-zachodnie jest wykorzystywane tylko do wyjazdu osób na wózkach, a wejście północno-wschodnie, ze względu na usytuowanie frontowe, służy wszystkim użytkownikom.

W najbliższym sąsiedztwie znajduje się głównie zabudowa wielorodzinna, punktowa i szeregowa (składająca się z kilku segmentów). Komunikacja pionowa między kondygnacjami możliwa jest dzięki klatce schodowej i dwóm dźwigom osobowym, a komunikacja pozioma odbywa się za pomocą korytarzy.

W budynku znajduje się 55 lokali mieszkalnych, mają one powierzchnię od 30,0 m² do 61,6 m² [5]. Aktualnie wszystkie mieszkania są użytkowane i pomimo większych kosztów termomodernizacji związanych z kotwieniem ścian trójwarstwowych, widoczne jest duże zainteresowanie i przywiązanie mieszkańców do życia w tym budynku. Na podstawie przeprowadzonych ankiet stwierdzono, że chętnie biorą oni udział w działaniach związanych z planowanymi pracami remontowymi w budynku i opowiadają o podjętych przez siebie działaniach modernizacyjnych w mieszkaniach.

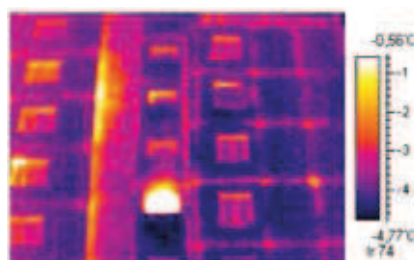
3.2. Stan obiektu przed termomodernizacją

Na podstawie dokumentacji fotograficznej (rys. 2) [3, 4] i archiwalnej oraz wizji lokalnej stwierdzono, że budynek wykonano w technologii wielkopłytowej W-70 w roku 1988.

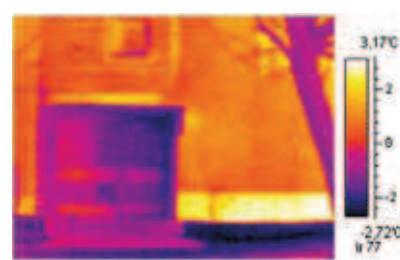
Budynek o układzie konstrukcyjnym mieszanym. Ławy żelbetowe monolityczne. Ściany konstrukcyjne zewnętrzne warstwowe, prefabrykowane, ściany ostonowe prefabrykowane. Budynek posiada kanałowe stropy prefabrykowane. Stropodach jednonspadowy wentylowany, kryty papą termozgrzewalną, ocieplony płytą suprema. Stolarka okienna w mieszkaniach



Rys. 2. Widok elewacji południowo-wschodniej, przed termomodernizacją



Rys. 3. Termogram elewacji północno-wschodniej z widocznymi liniowymi mostkami cieplnymi na styku płyt prefabrykowanych i wzdłuż stolarki okiennej



Rys. 4. Termogram elewacji północno-wschodniej z widocznymi powierzchniowymi mostkami termicznymi i znaczną ucieczką ciepła przez cokół

i na klatkach schodowych drewniana, zespolona podwójnie szkłona, w 30% wymieniona na PCV lub drewniana jednoramowa z szybą zespoloną jednokomorową. Drzwi wejściowe stalowe z szybą zbrojoną. Wentylacja grawitacyjna w kuchni i łazienkach. Instalacja c.o. i c.w. zdalaczynne z sieci miejskiej LPEC, zasilane z grupowego dwufunkcyjnego wężła wymiennikowego

w odrębnym budynku, wyposażonego w automatykę pogodową. Piwnice nieogrzewane.

Na podstawie termogramów stwierdzono znaczną ucieczkę ciepła na styku płyt prefabrykowanych ścian zewnętrznych. Zauważyć można powierzchniowe i liniowe mostki cieplne.



Rys. 5. Widok elewacji północno-zachodniej po termomodernizacji

Szczególnie duże straty powoduje ucieczka ciepła na stykach prefabrykatów i przez nieocieplony cokół obiektu oraz starą stolarkę okienną. Ponadto widoczne są liniowe mostki cieplne przy styku płyt loggi cofniętych.

3.3. Stan obiektu po termomodernizacji

W bieżącym roku przeprowadzono termomodernizację, w ramach której budynek został ocieplony metodą BSO za pomocą płyt styropianowych EPS 70 040 grubości 12 cm do 10. kondygnacji, a powyżej wełna mineralna w płytach o grubości 12 cm. Cokół ocieplono metodą BSO za pomocą płyt styropianowych EPS 70 040 grubości 5 cm, loggie nad piwnicami ocieplono styropianem, a stropodach wentylowany dodatkowo docieplono granulatem z wełny mineral-

nej o grubości 14 cm. Działania te zmniejszyły ucieczkę ciepła przez te elementy. Ponadto mieszkańcy na własny koszt wymienili znaczną część stolarki okiennej z drewnianej na PCV oraz w większości wymienili drzwi do lokali zwiększając tym samym ich izolacyjność [5].

Zrealizowany zakres działań pozwolił na znaczne zmniejszenie zużycia energii cieplnej, nadal jednak pozostawiono niewykorzystane możliwości ograniczenia ucieczki ciepła z lokali, np. przez wentylację. Problemy termiczne wynikają również z braku zabudowy loggi, nieszczelności zużytej stolarki okiennej oraz nieumiejętnego użytkownika lokali. Ponadto dotychczas w obiekcie nie zastosowano jeszcze oświetlenia LED, ani czujników ruchu na klatkach schodowych i korytarzach. Stan obiektu po przeprowadzonych

dotychczas działaniach termomodernizacyjnych jest zadowalający, mimo iż wymaga dalszych działań służących oszczędzaniu energii, aby zmniejszyć koszty utrzymania obiektu. W opinii mieszkańców, wyrażonej w wywiadzie społecznym podczas wizji lokalnej, już dzięki ociepleniu znacznie poprawił się komfort cieplny budynku, dodatkowe zadowolenie wynika z poprawy estetyki budynku. Działania takie zachęcają do wykorzystania innych możliwości podniesienia standardu energetycznego, a w szczególności odnawialnych źródeł ciepła [6].

4. Propozycja działań naprawczych służących oszczędzaniu energii

Poddając ocenie stan techniczny i energetyczny obiektu, sporządzono na podstawie szablonu wykorzystanego już w [1] wykaz podobnych, a nadal możliwych działań służących oszczędzaniu energii w budynku punktowym. W tabeli 1 zestawiono MDN/R+E, w tym OZE, przyporządkowując je do trzech stanów energetycznych obiektu.

W tabeli 1 zwrócono też uwagę na konieczność zarezerwowania środków finansowych na opracowanie dokumentacji projektowej i niezbędnych nadzorów, od których zależy powodzenie w realizacji i jakość zaproponowanych rozwiązań. Przykłady działań zawarte w tabeli 1 przedstawiono na wizualizacji prefabrykowanego wysokiego budynku punktowego (rys. 6).

5. Proponowane rozwiązania ograniczające zużycie energii

Mając na uwadze określony w tabeli 1 zakres MDN/R+E, w p. 5 przedstawiono wybrane trzy działania R+E z wykorzystaniem OZE.

5.1. Zmiany architektoniczne

W zakresie działań naprawczych należy dopełnić proces termicznej modernizacji o: ocieplenie stropu nad piwnicami i likwidację pozostawionych

**Tabela 1.** Zakres możliwych działań naprawczych MDN/R+E dla wysokiego budynku punktowego

Zakres rzeczowy możliwych działań naprawczych MDN/R+E w odniesieniu do planowanego stanu energetycznego budynku	Aktualny/Projektowany stan energetyczny		
	Pierwotny	Standard	Energooszczędny
MOŻLIWE DZIAŁANIA REMONTOWE MDN/R:			
Montaż nawiewników higrosterowanych			X
Wymiana stolarki okiennej i drzwiowej	X	X	X
Docieplenie ścian	X	X	X
Docieplenie ścian stykających się z gruntem		X	X
Docieplenie stropów nad piwnicami		X	X
Docieplenie stropodachów wentylowanych		X	X
Zabudowa loggi cofniętych			X
Docieplenie pozostawionych mostków liniowych (gzyms, loggie)			X
Płukanie i regulacja instalacji c.o. wraz z ociepleniem		X	X
MOŻLIWE DZIAŁANIA ENERGOOSZCZĘDNE MDN/E + OZE:			
Wykonanie instalacji mechanicznej wyciągowej z odzyskiem ciepła – rekuperator – indywidualne/zbiornicze			X
Wykonanie instalacji mechanicznej wyciągowej (instalacja, kratki, wentylatory)			X
Wykonanie układu solarnego (kolektory słoneczne, armatura)			X
Wykonanie układu fotowoltaicznego (panele fotowoltaiczne, armatura)			X
Wykonanie układu odzysku wody szarej (zbiorniki, armatura, instalacja do wc)			X
Montaż oświetlenia LED w korytarzach, na klatce i przed wejściem			X
Wymiana dźwigów osobowych na energooszczędne		X	X
Wykonanie układu elektrowni wiatrowej (wiatraki, armatura)			X
Inne...			
Dokumentacja i nadzór dla wybranego zakresu MDN/ R+E w odniesieniu do planowanego stanu energetycznego budynku	Aktualny/Projektowany stan energetyczny		
	Pierwotny	Standard	Energooszczędny
Ekspertyza – ocena stanu technicznego			X
Audyt energetyczny		X	X
Projekt docieplenia i kolorystyki elewacji		X	
Projekt zabudowy loggi cofniętych			X
Projekt modernizacji instalacji c.o.		X	X
Projekt instalacji wentylacji mechanicznej z odzyskiem ciepła			X
Projekt instalacji solarnej dla potrzeb c.w.			X
Projekt instalacji fotowoltaicznej dla potrzeb prądu wspólnego			X
Projekt instalacji szarej wody dla potrzeb wc			X
Projekt instalacji elektrycznej z zastosowaniem instalacji LED			X
Projekt instalacji dla elektrowni wiatrowej dla potrzeb bytowych/produkcyjnych			X
Nadzór inwestorski	X	X	X

Szablon opracowała dr inż. Anna Ostańska w ramach współpracy z Uniwersytetem Zielonogóskim w Projektach strategicznych dla Narodowego Centrum Badań i Rozwoju Nr SP/B/1/91454/10 i Nr SP/B/8/91015/10.



stawionych mostków termicznych, a także należy rozważyć zabudowę loggi zestawami szklanymi (rys. 6). Takie działania pozwolą zwiększyć zyski ciepła z promieniowania słonecznego, przy jednoczesnym ograniczeniu strat powodowanych przez pozostawione mostki ciepłe, np. na obwodzie loggi cofniętych. Podwyższony zostanie również komfort użytkownika lokali, gdyż takie powiększenie powierzchni użytkowej oraz dodatkowe doświetlenie pomieszczeń wynikające z powiększenia powierzchni okien o zlikwidowaną ściankę podokiennej. Proponuje się również montaż mobilnych elementów zacięniających, chroniących przed przegrzaniem pomieszczeń w sezonie letnim, a zimą będących dodatkowym elementem podnoszącym komfort użytkowy mieszkań.

5.2. Systemy solarne

W ramach proponowanych rozwiązań rozważono zastosowanie instalacji solarnej do zmniejszenia kosztów ogrzewania ciepłej wody użytkowej. Z zestawienia procentowego (rys. 7) wynika, że w analizowanym budynku zapotrzebowanie na c.w. może być pokryte w ponad 50% w okresie od marca do października, a w miesiącach od maja do sierpnia może ono być pokryte nawet w zakresie 80–95%. W przypadku zastosowania instalacji solarnej w wysokim punkowcu o 55 lokalach mieszkalnych, ist-



Rys. 6. Wizualizacja proponowanych rozwiązań MDN/R+E (OZE), widok elewacji północno-zachodniej

nieje możliwość uzyskania oszczędności (rys. 8) zarówno w zużyciu gazu średnio o ponad 670 m³, jak i energii elektrycznej średnio o ponad 5900 kWh w skali roku. W związku z powyższym, przyjęto kolektory termiczne cieczowe płaskie, w których rurki są spawane ultradźwiękowo, o powierzchni kolektora 2,85 m², w liczbie 37 szt. Przyjęto też do zastosowanej instalacji pojemność zasobnika 5900 litrów.

Roczny zysk solarny wyniesie wówczas 58,33 MWh, a procent pokrycia energii dla instalacji około 60%, co w efekcie pozwoli zmniejszyć emisję CO₂ o 13650 kg w skali roku, a zapotrzebowanie na energię wyniesie 97,21 MWh/rok.

5.3. Systemy fotowoltaiczne

W ramach przedstawionych rozwiązań zaproponowano wykonanie instalacji fotowoltaicznej do zmniejszenia kosztów energii wspólnej. W celu doboru ilości ogniw konieczne jest obliczenie:¹

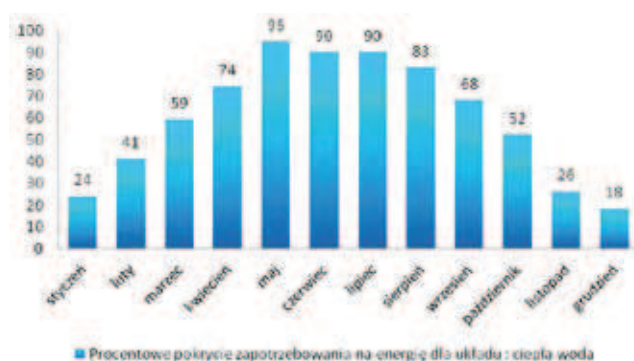
1. Napięcia pracy odbiorników (12 VDC/24 VDC/230 VDC), w których typowe ogniwa pozwalają uzyskać napięcie stałe 12 VDC lub 24 VDC, a w przypadku większego zapotrzebowania należy zastosować przetwornicę.

2. Napięcia i czasu pracy urządzeń wykorzystywanych w obiekcie w zakresie prądu wspólnego. Dotyczy to napięcia oświetlenia na klatkach schodowych, korytarzach i piwnicach, co oszacowano na poziomie 27 kWh dziennie.

3. Minimalnej pojemności akumulatora. $27060 \text{ Wh} / 12 \text{ V} = 2255 \text{ Ah}$. $2255 \text{ Ah} * 1,5 = 3382,5 \text{ Ah}$.

4. Wielkości baterii słonecznych. Moc baterii słonecznej jaką należy zastosować, zależy głównie od okresu w jakim będzie eksploatowana, bowiem jest to ściśle

¹ Opracowano na podstawie wzorów zamieszczonych na: www.akumulatory-zelowe.pl



Rys. 7. Wykres procentowego zapotrzebowania do ogrzania ciepłej wody dla wysokiego budynku punkowego



Rys. 8. Wykres oszczędności gazu i energii do ogrzania ciepłej wody, po zastosowaniu instalacji solarnej w analizowanym wysokim budynku punkowym

**Tabela 2.** Zestawienie energii niezbędnej do oświetlenia ciągów komunikacyjnych i w piwnic

Nazwa urządzenia	Liczba sztuk w obiekcie	Moc [W]	Średni czas pracy [h]	Razem [Wh]
LED (komunikacja)	121	20	10	26400
LED (piwnice)	66	20	0,5	660
RAZEM				27060

Tabela 3. Zestawienie minimalnej wartości ogni w zakresie pór roku

Okres działania baterii słonecznych	Pojemność baterii/czas pracy	Minimalna wartość ogni
Zima	3382,5 Ah/3 h=1127,5A	12 V*1127,5=13530 W = 13,53 kW
Wiosna/Jesień	3382,5 Ah/8 h= 422,81 A	12 V*422,81=5073,72 W = 5,07372 kW
Lato	3382,5 Ah/10 h=338,25 A	12 V*338,25=4059 W = 4,059 kW
Cały rok	3382,5 Ah/5 h=676,5 A	12 V*676,5=8118 W = 8,118 kW

związane z ilością dostępnego promieniowania słonecznego. Zatem do obliczeń przyjęto dla: zimy – 3 h, wiosny i jesieni – 8 h oraz lata – 10 h. Średnio w skali roku przyjęto 5 h eksploatacji baterii. A więc minimalna wartość ogni w poszczególnych porach roku będzie jak przedstawiono w tabeli 3. Wartość mocy baterii słonecznych podawana jest dla napięcia maksymalnego lub maksymalnego napięcia w punkcie mocy, w związku z tym jako średnią przyjęto wartość roczną mnożoną przez 1,5 jednostki.

W analizowanym przypadku wielopłytkowego punktowca, do zasilania oświetlenia ciągów komunikacyjnych potrzeba 8,118 kW * 1,5 = 12,177 kW, dlatego przyjęto baterię docelową o mocy 12,3 kW, a akumulator o mocy 3420 Ah.

Na tej podstawie przyjęto ogniwa o mocy 130 W, czyli 0,13 kWh.

5. Potrzebnej ilości paneli fotowoltaicznych.

Dla zasilania wyłącznie oświetlenia ciągów komunikacyjnych potrzebnych jest: 12,3 kW / 0,13 kW = 94,62 ≈ 95 szt.

Zajmowana powierzchnia wynosić będzie: 95*1,483*0,655 = 92,28 ≈ 93 m², a szacunkowy koszt paneli: 95*1815 = 172 425 zł.

Ponadto ilość potrzebnych akumulatorów (100 Ah) wynosi: 3382,5 Ah/ 100 Ah = 33,825 ≈ 34 szt., a ich koszt to 34*720 zł = 24480 zł.

Dodatkowo koszt przetwornicy z 12 V dc na 230 V ac, o parametrach odpowiadających zaprojektowanej instalacji 12 V/24 V/230 V – 1600 VA, wynosi 5000 zł.

Zatem suma kosztów przewidzianej instalacji fotowoltaicznej w wysokim budynku punktowym, bez prac budowlanych (przebrać, przebić i ich napraw), wynosi:

172 425 zł + 24 480 zł + 5000 zł = 201 905 zł + instalacja + sterowanie ≈ 210 000 zł.

Na podstawie przeprowadzonych obliczeń zaproponowano montaż paneli fotowoltaicznych na dachu, w liczbie 56 ogni fotowoltaicznych o powierzchni 54 m². Przeprowadzone obliczenia zaokrąglano, w związku z czym zakłada się taką ilość jako wystarczającą do zasilania oświetlenia ciągów komunikacyjnych (klatki schodowej, korytarzy) i piwnic.

6. Podsumowanie

Budynki wielorodzinne z lat 60. i 80. w całym kraju wymagają przeprowadzenia nie tylko termomodernizacji, ale również podjęcia działań w kierunku zastosowania odnawialnych źródeł energii. Typowe wielopłytkowe wysokie punktowce mogą generować duże zyski wynikające z zastosowania OZE, co w efekcie zmniejszy koszt ich utrzymania.

Możliwe i celowe jest poszerzenie zakresu działań energooszczęd-

nych, które pokazano na przykładzie autorskiego szablonu MDN/R+E (OZE). Jednak realizacja pełnego zakresu działań wiąże się z kosztami dla każdego właściciela czy zarządcy, ale również może przynieść relatywne zyski w przyszłej eksploatacji.

Szablon taki może być zastosowany również w innych typach zabudowy, po odpowiednim skorygowaniu potrzeb i możliwości konkretnych realizacji.

BIBLIOGRAFIA

- [1] Ostańska A., Taracha K., Analiza możliwości działań naprawczych służących oszczędzaniu energii na przykładzie galeriowca. Przegląd Budowlany 9/2011, s. 89–95
- [2] Ostańska A., Ocena dotychczasowych termomodernizacji wielorodzinnych budynków prefabrykowanych i propozycji poprawy stanu energetycznego w osiedlu mieszkaniowym. Przegląd Budowlany 9/2011, s. 68–74
- [3] Ostańska A., Bąbol K., Inwentaryzacja – KB i Dane Audytowe – KEB, maszynopis wykonany we współpracy z UZ w ramach realizacji projektów dla NCBiR, Zielona Góra 2010–2011
- [4] Ostańska A., Taracha K., Energetyczny Audyt Miejski (EAM) dla Lublina, maszynopis wykonany we współpracy z UZ w ramach realizacji projektów dla NCBiR, Lublin, lipiec 2011
- [5] Materiały archiwalne uzyskane od UM Lublin i zarządców budynków wielorodzinnych
- [6] Kopietz-Unger J., Działania zmierzające do zmniejszenia zużycia energii i wody bez uszczerbku na komforcie mieszkania. Przegląd Budowlany 9/2011, s. 37–40