

У розробленій програмі також реалізовано функції роботи зі світлом та спусковими механізмами (рис. 7. та 8).

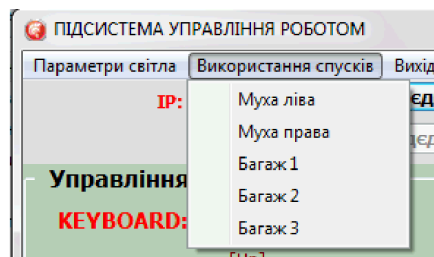
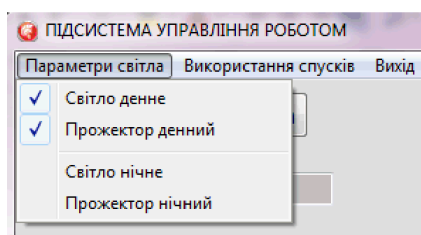


Рис. 7. Включення денного світла      Рис. 8. Використання спускових механізмів

**Висновок.** Для реалізації моделі ПЗ використано клієнт-серверну архітектуру. Для кожної із програмних частин розроблено блок-схеми алгоритмів. Розроблено інтерфейс клієнтської частини програми.

Розроблене програмне забезпечення є багатофункціональною підсистемою віддаленого управління (управління переміщенням РТС, параметрами світла, обертанням башти та управління використанням зброї та спускових механізмів, відеоспостереження). Також це програмне забезпечення володіє принципом модульності, в подальшому його функціонал можна розширити.

### Література

1. Tsmots I.G. Hardware and software tools for motion control of mobile robotic system / I.G. Tsmots, V.M. Teslyuk, I. Vavruk // In Proc. of the 12-th International Conference on The Experience of Designing and Application of CAD Systems in Microelectronics, CADSM'2013, Lviv-Polyana, Ukraine, Feb. 19-23, 2013. – Pp. 368.
2. Баранів, Д.Н. Розроблення інтелектуальної системи управління мобільними роботами на основі стежачої системи технічного зору і нечіткої логіки : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук: спец. 12.06.08 "Менеджмент" / Д.Н. Баранів; [Ун-т "СТАНКИН"]. – М., 2008. – 222 с.
3. Афонин В.Л. Проектирование и компьютерное моделирование интеллектуальных технологических систем механической обработки / В.Л. Афонин, Т.Н. Зайченко // Доклады Томского государственного ун-та систем управления и радиоэлектроники. – 2011. – Вип. 2-3 (24). – С. 32-44.
4. Babiarz, Artur, et al. "Control System of Mobile Robot Group / Artur Babiarz, et al.// Innovative Control Systems for Tracked Vehicle Platforms. Springer International Publishing, 2014. – Pp. 3-18.
5. Цмоць І.Г. Моделювання інтелектуального управління рухом мобільної робототехнічної системи / І.Г. Цмоць, І.С. Ваврук, В.М. Теслюк // Науковий вісник НЛТУ України : зб. наук.-техн. праць. – Львів : РВВ НЛТУ України. – 2013. – Вип. 23.15. – С. 290-300.
6. Юревич Е.И. Основы робототехники / Е.И. Юревич. – Изд. 2-ое, [перераб. и доп.]. – СПб. : Изд-во БВХ-Петербург, 2005. – 416 с.
7. Комарницький М.В. Матвійчук К.В., Теслюк В.М. Структурна та фізична моделі для автоматизованого проектування підсистеми віддаленого управління мобільною робототехнічною системою / М.В. Комарницький, К.В. Матвійчук, В.М. Теслюк // Науковий вісник НЛТУ України : зб. наук.-техн. праць. – Львів : РВВ НЛТУ України. – 2014. – Вип. 24.9. – С. 156-161.
8. Chapter 3: Architectural Patterns and Styles. [Electronic resource]. – Mode of access <http://msdn.microsoft.com/en-us/library/ee658117.aspx>
9. Software architecture of mobile robotic systems: A case study Capucha Lubomir, Rohal-Ilkiv Boris / 2016 Cybernetics & Informatics, Feb. 2016. – Pp. 1-5.

10. [Electronic resource]. – Mode of access <http://openmicros.org/index.php/articles / 94 - ciseco - product - documentation/raspberry - pi/217 - getting - started - with - raspberry - pi - gpio - and - python>.

11. Denysyuk Pavlo. UML Models of Determining the Direction of Motion of Mobile Robotic System / Pavlo Denysyuk, Kateryna Matviichuk, Andriy Medvid // Комп'ютерні науки та інформаційні технології : матер. восьмої Міжнар. конф. CSIT'2013, 11-16 листоп. 2013, Львів, Україна, Нац. ун-т "Львів. політехніка". – Львів : Вид-во "Вежа і Ко", 2013. – С. 135-136.

Надійшла до редакції 31.08.2016 р.

### Матвійчук Э.В., Теслюк В.Н., Зелинский А.Я. Программная модель подсистемы управления мобильной робототехнической системой

Описаны особенности разработки программного обеспечения подсистемы удаленного управления робототехнической системой (РТС). Построена UML диаграмма прецедентов, с помощью которой отражены основные задачи, которые будет выполнять РТС в процессе функционирования. Для реализации ПО выбрана клиент-серверная архитектура. Построены UML диаграммы деятельности для клиентской и серверной частей ПО, описаны принципы их взаимодействия и представлены блок-схемы алгоритмов их работы. Разработан и описан интерфейс, для клиентской части ПО, обоснован выбор языка программирования для реализации функционала системы.

**Ключевые слова:** робототехническая система, программное обеспечение, UML диаграмма, клиент-серверная архитектура.

### Matviichuk K.V., Teslyuk V.M., Zelinsky A.Ya. Programming Model of Control Subsystem for Mobile Robotic Technical System

The article describes the features of the development of software for the subsystem of the remote control of robotic technical system (RTS). Use case UML diagram that reflects the main tasks that perform the RTS in the operation process was constructed. To implement the software, client-server architecture was chosen. UML activity diagrams for client and server parts of the software were built, the principles of their cooperation were described and flowcharts of algorithms of their work were presented. The user interface for the client part of software was developed and described; the choice of programming language for implementation of a functional system was proved.

**Keywords:** robotic technical system, software, UML-diagram, client-server architecture.

UDK 697.1:699.865

### WPLYW SPOSOBU ZASILANIA BUDYNKU W ENERGIE NA WSKAZNIK ROCZNEGO ZAPOTRZEBOWANIA NA NIEODNAWIALNA ENERGIĘ PIERWOTNA

Myroslav Malovanyy<sup>1</sup>, Anna Życzyńska<sup>2</sup>, Grzegorz Dys<sup>3</sup>

Omówiono wpływ wykorzystania odnawialnych źródeł energii na wartość wskaźnika rocznego zapotrzebowania na energię końcową i nieodnawialną energię pierwotną na przykładzie budynków użyteczności publicznej. Przeanalizowano kilka wariantów rozwiązań, technicznie możliwych do realizacji, wykorzystujących nieodnawialne i odnawialne źródła energii dla zasilania budynków w energię na cele ogrzewania, przygotowania ciepłej wody i oświetlenia. Przedstawiono strukturę zapotrzebowania na energię na poszczególne cele oraz relacje pomiędzy wskaźnikami zapotrzebowania na energię użytkową, końcową i nieodnawialną pierwotną. Uzyskane wyniki porównano do standardu energetycznego obowiązującego w

<sup>1</sup> Kierownik Katedry EZWZN, Myroslav Malovanyy, dr.hab. – Politechnika Lwowska;

<sup>2</sup> Prodziekan WBiA, Anna Życzyńska, dr inż. – Politechnika Lubelska;

<sup>3</sup> Właściciel, Grzegorz Dys, mgr inż – Energetyczna Pracownia Inżynierska ERG S.C.

polskich przepisach techniczno-budowlanych. Obliczenia zostały wykonane zgodnie z obowiązującymi europejskimi normami i obowiązującą w Polsce metodologią sporządzania charakterystyki energetycznej budynku.

**Słowa kluczowe:** charakterystyka energetyczna budynku, odnawialne źródła energii, energia końcowa, energia pierwotna.

**Wstęp.** Od kilku lat budynkom bez względu na ich funkcję stawia się wymagania w zakresie zapotrzebowania na energię wyrażone poprzez wskaźnik zapotrzebowania na nieodnawialną energię pierwotną (*EP*). W Polsce wartości maksymalne wskaźnika *EP* zawarte są w przepisach techniczno-budowlanych [3, 10] i w zależności od rodzaju budynku przy obliczaniu wartości *EP* wymagane jest uwzględnienie: tylko potrzeb na cele ogrzewania i przygotowania ciepłej wody (budynki mieszkalne bez chłodzenia), uwzględnienia dodatkowo energii na potrzeby oświetlenia wbudowanego (budynki inne niż mieszkalne) oraz energii na chłodzenie jeżeli w budynku występują takie potrzeby. Obligatoryjnie w obliczeniach zapotrzebowania budynku na energię pierwotną należy uwzględnić energię elektryczną pomocniczą, niezbędną do zasilania urządzeń technicznych w które wyposażone są systemy: ogrzewania, przygotowania ciepłej wody i chłodzenia [4].

W celu przedstawienia struktury zapotrzebowania na energię sporządza się charakterystykę energetyczną budynku, w której określa się zapotrzebowania na energię użytkową, końcową i pierwotną wg [4, 5, 7] wyrażoną odpowiednio poprzez wskaźniki *EU*, *EK* i *EP*. O ile wartość energii użytkowej i wskaźnika *EU* nie zależy od rodzaju systemu technicznego stanowiącego wyposażenie budynku ani nie od rodzaju wykorzystywanego źródła energii to już w przypadku obliczenia energii końcowej i pierwotnej oraz odpowiadającym im wskaźnikom *EK* i *EP* mają decydujący wpływ na ich wartość. Wyżej wymienione systemy techniczne i rodzaje źródeł ciepła są ze sobą ściśle powiązane [1, 9, 11]. Planując w budynku rozwiązania techniczne zaspokajające jego potrzeby energetyczne już na etapie projektowania należy przeanalizować pod względem technicznym i ekonomicznym zastosowania odnawialnych źródeł energii [6, 7, 8].

Przeliczenie energii użytkowej na końcową dokonywane jest poprzez uwzględnienie sprawności poszczególnych układów i instalacji, natomiast energii końcowej na pierwotną poprzez zastosowanie tzw. współczynnika nakładu nieodnawialnej energii pierwotnej ( $w_i$ ), którego wartość zależy od rodzaju nośnika energii i dla metodyki stosowanej w Polsce jest narzucona i podana w [4]. W przypadku zasilania z sieci ciepłowniczych, w zależności od sposobu produkcji ciepła, wartości  $w_i$  są zróżnicowane i zależą od sposobu produkcji ciepła w źródle z którego zasilana jest sieć ciepłownicza. Na wartość *EP* ma wpływ wykorzystanie: źródeł energii pracujących w kogeneracji, pomp ciepła, energii promieniowania słonecznego (np. kolektory słoneczne, ogniwa fotowoltaiczne), energii wiatru, biomasy lub biogazu. W Polsce zgodnie z wymaganiami [1, 6, 9] graniczna wartość *EP* zależy od rodzaju oraz funkcji budynku i jest różna dla danej perspektywy czasowej co podane zostało w tab. 1.

**Celem badań** była analiza wpływu rodzaju zasilania budynku w energię na jego wskaźnik rocznego zapotrzebowania na energię końcową i nieodnawialną energię pierwotną.

Tab. 1. Maksymalne wartości *EP* dla budynków wg [3]

Lp.	Rodzaj zapotrzebowania na energię	Rodzaj budynku	Maksymalna wartość wskaźnika zapotrzebowania na nieodnawialną energię pierwotną <i>EP</i> [kWh/(m <sup>2</sup> ·rok)]			
			od 1.01.2014	od 1.01.2017	od 1.01.2021	
1	do ogrzewania i przygotowania ciepłej wody <i>EP<sub>H+W</sub></i>	mieszkalny:				
		- jednorodzinny	120	95	70	
		- wielorodzinny	105	85	65	
		zamieszkania zbiorowego	95	85	75	
		użyteczności publicznej:				
- opieki zdrowotnej	390	290	190			
- pozostałe	65	60	45			
		gospodarczy, magazynowy, produkcyjny	110	90	70	
2	do chłodzenia $\Delta EP_C$	mieszkalny	$\Delta EP_C = 10 \cdot Af, c/Af$		$\Delta EP_C = 5Af, c/Af$	
		pozostałe	$\Delta EP_C = 25 \cdot Af, c/Af$			
3	do oświetlenia wbudowanego $\Delta EP_L$	mieszkalny	nie dotyczy			
		pozostałe	$\Delta EP_L = 50$		$\Delta EP_L = 25$	
			czas działania do 2500 h/rok			
			$\Delta EP_L = 100$		$\Delta EP_L = 50$	
			czas działania powyżej 2500 h/rok			
4	wartość <i>EP</i>	budynki mieszkalne bez chłodzenia: $EP = EP_{H+W}$				
		budynki mieszkalne z chłodzeniem: $EP = EP_{H+W} + \Delta EP_C$				
		budynki pozostałe bez chłodzenia: $EP = EP_{H+W} + \Delta EP_L$				
		budynki pozostałe z chłodzeniem: $EP = EP_{H+W} + \Delta EP_C + \Delta EP_L$				
<i>Af</i> – powierzchnia użytkowa ogrzewana <i>Af, c</i> – powierzchnia użytkowa chłodzona						

**Materiał i metody.** Do analizy wybrano pięć budynków użyteczności publicznej: trzy obiekty szkolne, (budynki oznaczony jako B1, B2, B3) jeden biurowy (B4) i jeden biurowo-usługowy (B5). Dla każdego budynku rozpatrzono sześć wariantów rozwiązań technicznych umożliwiających pokrycie zapotrzebowania na energię dla celów ogrzewania i przygotowania ciepłej wody. W obliczeniach uwzględniono energię na oświetlenie i chłodzenie (jeżeli występowało). We wszystkich budynkach była przeprowadzona termomodernizacja co spowodowało znaczne obniżenie współczynników przenikania ciepła przegród budowlanych. Instalacje ogrzewcze i ciepłej wody są nowe lub po modernizacji.

W każdym przypadku założono, że układy ogrzewania i przygotowania ciepłej wody są wyposażone w elementy automatycznej regulacji ilościowej i jakościowej. Wszystkie budynki są zlokalizowane w obszarze tej samej stacji meteorologicznej. W tab. 2 zamieszczono opis wariantów jakie analizowano przy określeniu jednostkowych wskaźników zapotrzebowania na energię.

Obliczenia zapotrzebowania na energię użytkową na cele ogrzewania i wentylacji oraz na cele chłodzenia dla każdego budynku wykonano zgodnie z normą [2] i rozporządzeniem [4], na cele ciepłej wody zgodnie z rozporządzeniem [4]. Energię końcową na oświetlenie obliczono wg [4], energię końcową na ogrzewanie i wentylację z zależności (1), na przygotowanie ciepłej wody z zależności (2) i chłodzenie z zależności (3) zgodnie z rozporządzeniem [4]. Nieodnawialną energię pierwotną obliczono wykorzystując zależności (5), (6), (7), (8), (9). Wartości

współczynników nakładu nieodnawialnej energii pierwotnej zostały przyjęte zgodnie z [4]. Odniesienie odpowiednich obliczonych wartości energii do powierzchni użytkowej ogrzewanej poszczególnych budynków pozwoliło na wyznaczenie wskaźników *EU*, *EK* i *EP* (zależności od (10) do (14)).

Tab. 2. Opis wariantów

Nr wariantu	Opis wariantu	Oznaczenie budynku
W 1	c.o. i c.w. – węzeł ciepłowniczy zasilany ze źródła pracującego w kogeneracji	B1
W 2	c.o. i c.w. – węzeł ciepłowniczy zasilany ze źródła pracującego w kogeneracji + c.w. kolektory słoneczne pokrywające 30-40 % zapotrzebowania na ciepłą wodę	
W 3	c.o. i c.w. – kocioł gazowy	B3
W 4	c.o. i c.w. – kocioł na biomasę	
W 5	c.o. i c.w. – pompa ciepła; energia elektryczna – sieć elektroenergetyczna	B5
W 6	c.o. i c.w. – pompa ciepła; energia elektryczna – ogniwa fotowoltaiczne (przy założeniu, że ogniwa w całości pokrywają zapotrzebowanie na energię elektryczną urządzeń technicznych zapewniających dostawę ciepła dla celów)	
W I	c.o. – węzeł ciepłowniczy zasilany ze źródła pracującego w kogeneracji; c.w. – energia elektryczna – sieć elektroenergetyczna	B4
W II	c.o. – węzeł ciepłowniczy zasilany ze źródła pracującego w kogeneracji; c.w. – energia elektryczna – ogniwa fotowoltaiczne	
W III	c.o. – kocioł gazowy; c.w. – energia elektryczna – ogniwa fotowoltaiczne	B5
W IV	c.o. – kocioł na biomasę; c.w. – energia elektryczna – sieć elektroenergetyczna	
W V	c.o. – pompa ciepła; c.w. – elektrycznie – sieć elektroenergetyczna	B5
W VI	c.o. – pompa ciepła; energia elektryczna – ogniwa fotowoltaiczne (przy założeniu, że ogniwa w całości pokrywają zapotrzebowanie na energię elektryczną urządzeń technicznych zapewniających dostawę ciepła dla celów c.o.) c.w. – elektrycznie – sieć elektroenergetyczna	

Uzyskane wartości *EP* dla poszczególnych budynków i wariantów zostały porównane do obowiązujących w polskich przepisach techniczno-budowlanych wymagań standardu energetycznego (tab. 1) i podano w tab. 2 i 3.

$$Q_{k,H} = \frac{Q_{H,nd}}{\eta_{H,tot}} = \frac{Q_{H,nd}}{\eta_{H,g} \cdot \eta_{H,d} \cdot \eta_{H,e} \cdot \eta_{H,s}} \quad (1)$$

$$Q_{k,W} = \frac{Q_{W,nd}}{\eta_{W,tot}} = \frac{Q_{W,nd}}{\eta_{W,g} \cdot \eta_{W,d} \cdot \eta_{W,e} \cdot \eta_{W,s}} \quad (2)$$

$$Q_{k,C} = \frac{Q_{C,nd}}{\eta_{C,tot}} = \frac{Q_{W,nd}}{SEER \cdot \eta_{C,d} \cdot \eta_{C,e} \cdot \eta_{C,s}} \quad (3)$$

$$Q_{k,L} = LENI \cdot A_L \quad (4)$$

$$Q_{p,H} = Q_{k,H} \cdot w_H + E_{el,pom,H} \cdot w_{el} \quad (5)$$

$$Q_{p,W} = Q_{k,W} \cdot w_W + E_{el,pom,W} \cdot w_{el} \quad (6)$$

$$Q_{p,C} = Q_{k,C} \cdot w_C + E_{el,pom,C} \cdot w_{el} \quad (7)$$

$$Q_{p,L} = Q_{k,L} \cdot w_{el} \quad (8)$$

$$Q_p = Q_{p,H} + Q_{p,W} + Q_{p,C} + Q_{p,L} \quad (9)$$

$$Q_u = Q_{H,nd} + Q_{W,nd} + Q_{C,nd} \quad (10)$$

$$Q_k = Q_{k,H} + Q_{k,W} + Q_{k,C} + Q_{k,L} \quad (11)$$

$$EU = \frac{Q_u}{A_f} \quad (12), \quad EK = \frac{Q_k}{A_f} \quad (13), \quad EP = \frac{Q_p}{A_f} \quad (14)$$

gdzie: *Q<sub>u</sub>* – energia użytkowa łącznie na cele ogrzewania, wentylacji, przygotowania ciepłej wody i chłodzenia [kWh/rok]; *Q<sub>k</sub>* – energia końcowa dostarczona do budynku [kWh/rok]; *Q<sub>p</sub>* – energia pierwotna dla systemów technicznych [kWh/rok]; *A<sub>f</sub>* – powierzchnia użytkowa o regulowanej temperaturze [m<sup>2</sup>]; *Q<sub>k,H</sub>*, *Q<sub>k,W</sub>*, *Q<sub>k,C</sub>*, *Q<sub>k,L</sub>* – roczne zapotrzebowanie na energię końcową, dostarczoną do budynku odpowiednio dla systemu ogrzewania, przygotowania ciepłej wody, chłodzenia i oświetlenia [kWh/rok]; *Q<sub>p,H</sub>*, *Q<sub>p,W</sub>*, *Q<sub>p,C</sub>*, *Q<sub>p,L</sub>* – roczne zapotrzebowanie na nieodnawialną energię pierwotną, odpowiednio dla systemów technicznych ogrzewania, przygotowania ciepłej wody chłodzenia i oświetlenia [kWh/rok]; *w<sub>H</sub>*, *w<sub>W</sub>*, *w<sub>C</sub>*, *w<sub>el</sub>* – współczynnik nakładu nieodnawialnej energii pierwotnej na wytworzenie i dostarczenie nośnika energii lub energii, odpowiednio dla systemu ogrzewania, przygotowania ciepłej wody, chłodzenia i oświetlenia [-]; *E<sub>el,pom,H</sub>*, *E<sub>el,pom,W</sub>*, *E<sub>el,pom,C</sub>* – roczne zapotrzebowanie na energię pomocniczą końcową, odpowiednio dla systemu ogrzewania, przygotowania ciepłej wody i chłodzenia [kWh/rok]; *w<sub>el</sub>* – współczynnik nakładu nieodnawialnej energii pierwotnej na wytworzenie i dostarczenie energii elektrycznej [-]; *EU*, *EK*, *EP* – wskaźnik rocznego zapotrzebowania na energię odpowiednio użytkową, końcową i nieodnawialną pierwotną [kWh/m<sup>2</sup>rok].

Wyniki i dyskusja. Stosując metodykę opisana w pkt. 3 oraz rozpatrując przyjęte warianty opisane w tabeli 2 uzyskano różne wartości wskaźników *EU*, *EK* i *EP* i porównano z wartościami maksymalnymi wg polskich wymagań. Wyniki obliczeń zamieszczono w tab. 3 i tab. 4.

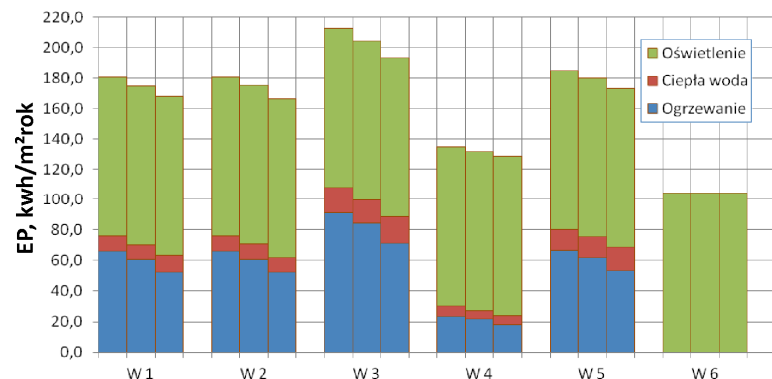
Przeanalizowano strukturę zapotrzebowania na energie dla poszczególnych budynków i wariantów. Wyniki obliczeń dla budynków B1, B2 i B3 zamieszczono na rys. 1 natomiast dla B4 i B5 na rys. 2.

Tab. 3. Wskaźniki *EU*, *EK* i *EP* dla budynków B1, B2 i B3.

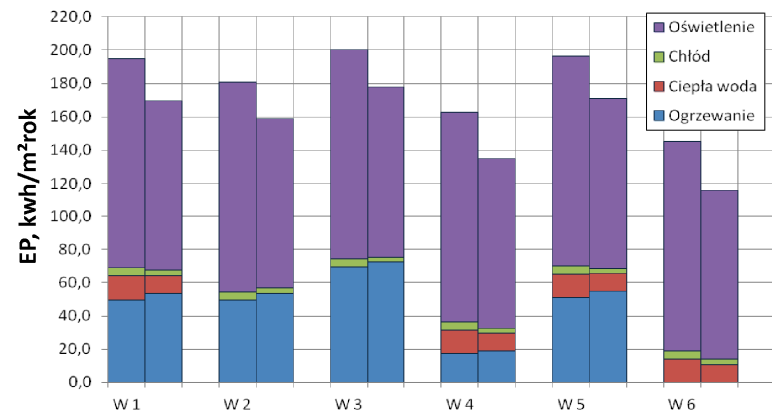
Nr wariantu	budynek B1 [kWh/m <sup>2</sup> rok]			budynek B2 [kWh/m <sup>2</sup> rok]			budynek B3 [kWh/m <sup>2</sup> rok]		
	<i>EU</i>	<i>EK</i>	<i>EP</i>	<i>EU</i>	<i>EK</i>	<i>EP</i>	<i>EU</i>	<i>EK</i>	<i>EP</i>
W 1	72,9	125,8	180,7	69,7	119,3	174,9	60,4	110,0	167,8
W 2		127,5	180,5		121,2	175,3		111,8	166,3
W 3		129,3	212,9		122,4	204,4		112,8	193,3
W 4		151,7	134,7		143,5	131,5		132,3	128,6
W 5		61,7	185,0		60,0	180,0		57,7	173,1
W 6		61,7	104,6		60,0	104,6		57,7	104,6
Wartość maksymalna wg obecnych wymagań <i>EP<sub>max</sub></i> = 115									

Tab. 4. Wskaźniki EU, EK i EP dla budynków B4 i B5.

Nr wariantu	budynek B4 [kWh/m <sup>2</sup> rok]			budynek B5 [kWh/m <sup>2</sup> rok]		
	EU	EK	EP	EU	EK	EP
W I	59,1	107,9	195,0	59,8	103,1	169,8
W II		107,9	180,8		103,1	159,1
W III		109,7	200,4		104,9	178,0
W IV		121,2	162,7		117,4	135,1
W V		65,4	196,2		57,0	171,0
W VI		65,4	145,3		57,0	116,3
Wartość maksymalna wg obecnych wymagań: dla B4-EP <sub>max</sub> = 175,2; dla B5-EP <sub>max</sub> = 153,2						



Rys. 1. Struktura zapotrzebowania na energię dla budynków B1, B2 i B3



Rys. 2. Struktura zapotrzebowania na energię dla budynków B4 i B5

**Wnioski:**

Analiza uzyskanych wyników obliczeń pozwala na sformułowanie następujących wniosków:

- wskaźnik rocznego zapotrzebowania na energię użytkową (EU) dla wszystkich rozpatrywanych budynków zawiera się w przedziale od 59,1 do 72,9 kWh/m<sup>2</sup>rok, wynika to między innymi z nieco różnych wartości współczynników przenikania ciepła

przegród budowlanych, współczynnika kształtu budynku, stopnia przeszklenia i usytuowania budynku względem kierunków świata,

- wartość wskaźnika rocznego zapotrzebowania na energię końcową (EK) z wyłączeniem wariantów z zastosowaniem pomp ciepła jest ok. 1,7 do ok. 2 razy wyższy od wskaźnika EU co wynika z uwzględnienia energii na oświetlenie oraz sprawności systemów technicznych,
- w przypadku zastosowania pomp ciepła dla wszystkich budynków wskaźnik EK jest zbliżony do wartości EU,
- spełnienie wymagań zdefiniowanych w aktualnie obowiązujących polskich wymaganiach w zakresie wskaźnik rocznego zapotrzebowania na energię pierwotną (EP) wystąpiło tylko w przypadku części wariantów w których założono wykorzystanie biomasy oraz wariantach w których wykorzystano pompę ciepła a energię elektryczną wytworzoną w ogniwach fotowoltaicznych jako energię pomocniczą do zasilania urządzeń,
- największy udział w strukturze wskaźnika EP ma energia elektryczna przeznaczona na oświetlenie, a najmniejszy energia na pokrycie potrzeb związanych z przygotowaniem ciepłej wody,
- nawet przy zachowaniu wymagań izolacyjności cieplnej przegród budowlanych oraz zastosowaniu typowych, zgodnych z wymaganiami, rozwiązań wyposażenia technicznego budynku w wielu przypadkach niemożliwe jest spełnienie warunków technicznych w zakresie EP, a jedynym sposobem na obniżenie wartości EP jest zastosowanie rozwiązań technicznych wykorzystujących odnawialne źródła energii,
- w każdym przypadku przed podjęciem decyzji o wyborze źródła energii należy przeprowadzić analizę ekonomiczną ze względu na zróżnicowane jednostkowe koszty energii zależne od cen nośników energii i obowiązujących taryf dla ciepła, gazu i energii elektrycznej.

**Literatura**

1. Kubski P. Znaczenie współczynnika nakładu energii pierwotnej na wytwarzanie ciepła sieciowego / P. Kubski // Ciepłownictwo, Ogrzewnictwo, Wentylacja. – № 8/2014. – T. 45/2014. – Pp. 291-295.
2. PN-EN ISO 13790: 2009 – Energetyczne właściwości użytkowe budynków // Obliczanie zużycia energii na potrzeby ogrzewania i chłodzenia.
3. Zmieniające rozporządzenie w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowani/Rozporządzenie Ministra Transportu, Budownictwa i Gospodarki Morskiej z dnia 5 lipca 2013 // Dz.U. z 13.08.2013. – Poz. 926.
4. W sprawie metodologii wyznaczania charakterystyki energetycznej budynku lub części budynku oraz świadectw charakterystyki energetycznej/Rozporządzenie Ministra Infrastruktury i Rozwoju z dnia 27 lutego 2015 // Dz.U. z 18.03.2015. – Poz. 376.
5. Zmieniające rozporządzenie w sprawie szczegółowego zakresu i formy projektu budowlanego / Rozporządzenie Ministra Transportu, Budownictwa i Gospodarki Morskiej z dnia 21 czerwca 2013 r. // Dz.U. 2013. – Poz. 762.
6. Szulc R. Obecny stan możliwości wykorzystania energii odnawialnej i dalsze perspektywy jej rozwoju w Polsce / R. Szulc, B. Łaska // Ciepłownictwo, Ogrzewnictwo, Wentylacja. – № 2/2015. – T. 46/2015. – Pp. 58-62.
7. O charakterystyce energetycznej budynków / Ustawa z dnia 29 sierpnia 2014 // Dz.U. 2014. – Poz. 1200.
8. Prawo budowlane/Ustawa z dnia 7 lipca 1994 // Dz.U. 2013. – Poz. 1409, z późn. Zmianami.
9. Życzyńska A. Wpływ odnawialnych źródeł energii na wartość wskaźnika energii pierwotnej w budynkach mieszkalnych / A. Życzyńska, G. Dyś // Rynek Instalacyjny, 3/2016. – Pp. 68-71.
10. Życzyńska A. The modifications to requirements on energy savings and thermal insulation of buildings in Poland in the years 1974-2021 / A.Życzyńska, T. Cholewa // Budownictwo I Architektura. – 2015. – Vol. 14(1). – Pp. 145-154.

11. Życzyńska A. The primary energy factor for the urban heating system with the heat source working in association / A.Życzyńska // Eksploatacja i niezawodność. – 2013. – Vol. 15, № 4. – Pp. 458-462.

Надійшла до редакції 27.07.2016 р.

**Мальований Мирослав, Жичинська Анна, Дыш Гжегож. Вплив способу забезпечення будинку енергією на величину річної потреби у невідновлюваній первинній енергії**

Розглянуто вплив використання відновлюваних джерел енергії на величину річної потреби кінцевої енергії і первинної невідновлюваної енергії, на прикладі громадських будівель. Проаналізовано кілька варіантів технічно можливих рішень із постачанням будинків невідновлюваними і відновлюваними джерелами енергії для опалення, гарячого водопостачання та освітлення. Представлено структуру попиту на енергію на ці цілі і взаємозв'язок між показниками попиту на корисну, кінцеву та невідновлювану первинну енергію. Результати зіставлено із енергетичними стандартами, які є обов'язковими за польськими нормативними технічно-будівельними вимогами. Розрахунки виконано відповідно до європейських стандартів і обов'язковою до застосування у Польщі методологією оцінки енергетичної ефективності будівлі.

**Ключові слова:** енергоефективність будівлі, поновлювані джерела енергії, кінцева енергія, первинна енергія.

**Malovanyu Myroslav, Zyczynska Anna, Dys Grzegorz. The Effect of Energy Supply Choices for Households on the Annual Demand for Non-renewable Primary Energy**

The article studies the impact of renewable energy use on the value of the annual needs of final energy and primary non-renewable energy on the example of public buildings. Several technically possible solutions were analyzed that cover a supply of homes with non-renewable and renewable energy sources for heating, hot water and lighting. The structure of energy demand for this purpose and the relationship between indicators of demand for useful, final and non-renewable primary energy was displayed. The results were compared with the energy standards of legal technical and building requirements in Poland. Calculations were made according to the European standards and followed the mandatory methodology of energy efficiency assessment of buildings in Poland.

**Keywords:** energy efficiency of buildings, renewable energy, final energy, primary energy.

УДК 621.317.089.6

**ОСОБЛИВОСТІ МЕТРОЛОГІЧНОЇ ПЕРЕВІРКИ КОМПОНЕНТ КІБЕР-ФІЗИЧНИХ СИСТЕМ**

*О.М. Олесків<sup>1</sup>, І.П. Микитин<sup>2</sup>*

Проаналізовано особливості функціонування кібер-фізичних систем і їх компонент. Розглянуто класифікацію первинних перетворювачів за типом вихідного сигналу та можливості під'єднання первинних перетворювачів до кібер-фізичних систем. Враховуючи результати проведеного аналізу характеристик кібер-фізичних систем і їх компонент, запропоновано багаторівневу віддалену метрологічну перевірку кібер-фізичних систем, за якою компоненти кібер-фізичної системи можуть перевірятися за вимогою інтелектуальних первинних перетворювачів, підсистем, головної підсистеми керування або людини.

**Ключові слова:** засіб вимірювання, програмне забезпечення, метрологічна перевірка, кібер-фізична система, вбудована система керування, інтелектуальний первинний перетворювач.

<sup>1</sup> мол. наук. співроб. О.М. Олесків – НУ "Львівська політехніка";  
<sup>2</sup> проф. І.П. Микитин, д-р техн. наук – НУ "Львівська політехніка".

**Постановка задачі.** На сьогодні інформаційні технології проникають практично у всі сфери людської діяльності і вони є найважливішим фактором інновацій. Об'єкти із вбудованими системами керування (ВСК), які об'єднані один з одним через глобальні мережі, виконують багато нових функцій та дій, що дають змогу частково або повністю усунути людину з процесу діяльності. З кожним роком реальний і віртуальний світи стають дедалі ближчі один до одного, утворюючи технічну базу кібер-фізичних систем (КФС) [1]. КФС, як правило, є складними системами, компоненти яких можуть знаходитися на великій відстані одна від одної. Вони об'єднують інформаційні, програмні, електронні, оптичні, механічні та інші фізичні компоненти, які "спілкуються" через Інтернет у режимі реального часу. КФС опрацьовують інформацію і виконують функції моніторингу та управління обладнанням. Інфраструктура КФС в основному складається з підсистем, електронні компоненти яких реалізуються через ВСК [2], що отримують інформацію про навколишнє середовище за допомогою первинних перетворювачів (ПП) та засобів вимірювання (ЗВ) і можуть впливати на нього через виконавчі механізми (рис. 1). Враховуючи широке застосування мікропроцесорної та мікроконтролерної техніки, основне опрацювання результатів вимірювання, а саме усереднення, апроксимація, фільтрація, інтерполяція, перетворення Фур'є тощо, реалізуються переважно програмним способом.

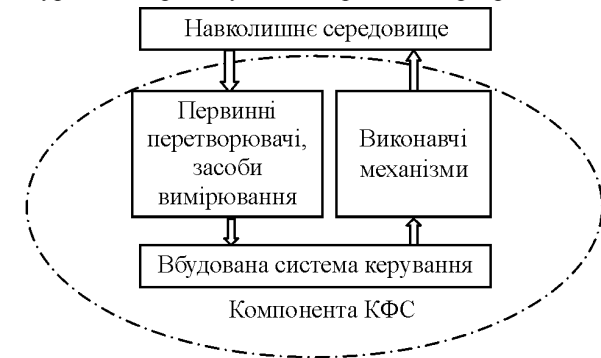


Рис. 1. Структурна схема компоненти КФС

Якщо вимірювальна інформація некоректно відображає характеристики об'єкта зовнішнього середовища (похибки результатів вимірювання перевищують допустимі значення), то дія виконавчих механізмів на об'єкт може бути неправильною. Це може призвести до некоректного функціонування КФС та небажаних наслідків, а інколи і до небезпеки життю людини. Тому для забезпечення правильного функціонування компонент КФС актуальним є розроблення методів, методик та засобів віддаленої метрологічної перевірки первинних перетворювачів, засобів вимірювання та програмного забезпечення.

**Аналіз можливості метрологічної перевірки ПП та ЗВ кібер-фізичних систем.** На рис. 2 представлено структурні схеми під'єднання ЗВ електричних величин, ЗВ неелектричних величин та ПП, що мають інтерфейс передавання даних, до компоненти КФС.