

MAŁGORZATA FEDORCZAK-CISAK*, MARCIN FURTAK**

MAŁOPOLSKIE LABORATORIUM BUDOWNICTWA PASYWNEGO

MAŁOPOLSKA PASSIVE BUILDING LABORATORY

Streszczenie

W artykule przedstawiono strategię województwa małopolskiego w obszarze działań związanych z oszczędnością energii, szczególnie w sektorze budownictwa. Jest to szczególnie istotne w świetle podpisanych przez Polskę dyrektywy, w tym głównie 31/2010 EPBD RECAST, obligującej nas do działań zmierzających do wprowadzenia budynków niemal zero energetycznych. Ważnym działaniem jest powstanie na Politechnice Krakowskiej dzięki finansowaniu ze środków unijnych Małopolskiego Laboratorium Budownictwa Pasywnego. W artykule przedstawiono strukturę tego laboratorium.

Słowa kluczowe: Strategia Województwa Małopolskiego, Małopolskie Laboratorium Budownictwa Pasywnego

Abstract

The energy efficiency strategy of Malopolska, especially in the sector of the building is introduced in this paper. It is particularly important due to the implementation of the directive 31/2010 EPBD RECAST, which introduces obligation to erect new public sector buildings in nearly zero energy standard beginning 2019. Malopolska Passive Buildings Laboratory (MLBP) is realized by Cracow University of Technology. The construction of laboratory is co-financed by UE regional funds. This articles presents research structure of laboratory.

Keywords: Malopolska strategy, Malopolska Passive Buildings Laboratory

* Dr inż. Małgorzata Fedorczak-Cisak, Instytut Materiałów i Konstrukcji Budowlanych, Wydział Inżynierii Lądowej, Politechnika Krakowska.

** Dr inż. arch. Marcin Furtak, Instytut Architektury Krajobrazu, Wydział Architektury, Politechnika Krakowska.

1. Wstęp

Strategia rozwoju Polski dotycząca rozwoju innowacyjnej gospodarki opartej na wiedzy jest spójna ze strategiami europejskimi. W obszarze budownictwa wymagania i postanowienia Komisji Europejskiej (dyrektywy unijne, traktat akcesyjny, protokół z Kyoto) są dla Polski szczególnie istotne i można zaobserwować próbę ich wdrażania. Spójne działania z polityką UE wymagają od naszego Państwa wielu przemyślanych i szybkich decyzji. Szczególnie ważne jest dotrzymanie terminów określonych w Dyrektywie 31/2010 EPBD RECAST określających datę wprowadzenia standardu „budownictwa niemal zero energetycznego”.

Budynek o niemal zerowym zapotrzebowaniu na energię, zgodnie z definicją podaną w Dyrektywie 31/2010 EPBD RECAST [5], oznacza budynek o bardzo wysokiej charakterystyce energetycznej. Niemal zerowa, lub bardzo niewielka ilość wymaganej w końcowym bilansie energii powinna pochodzić w wysokim stopniu ze źródeł odnawialnych i być wytwarzana na miejscu lub w pobliżu.

Przytoczona definicja pozostawia pewną dowolność interpretacji, co więcej zezwala poszczególnym krajom członkowskim na przyjęcie własnych, niezależnych norm, które są przedmiotem prac zespołów eksperckich.

Niezależnie od ostatecznych rozwiązań budownictwo w Polsce czeka gruntowna przemiana z budownictwa tradycyjnego na budownictwo o restrykcyjnie obniżonym zapotrzebowaniu na energię. Wiąże się to z potrzebą szybkiego dostosowania się do nowych wyzwań zmieniającego się rynku budowlanego.

W artykule przedstawiono działanie podjęte przez zespół Politechniki Krakowskiej we współpracy z małopolskim samorządem. Działania PK mają na celu dostosowanie naszego regionu do nowych standardów budowania poprzez zapewnienie możliwości badawczych, szkoleniowych oraz poprzez wdrażanie badań naukowych do gospodarki. Przyczynić ma się to do rozwoju i upowszechnienia budownictwa niemal zero energetycznego w Małopolsce. Pierwszym celem tych działań jest uruchomienie Małopolskiego Laboratorium Budownictwa Pasywnego.

2. Strategia Rozwoju Małopolski a rozwój budownictwa

W wielu dziedzinach naukowcy wykorzystują swój potencjał intelektualny realizując projekty innowacyjne, otwierające nowe perspektywy rozwojowe. Wykorzystując dostępne fundusze europejskie, możemy planować i realizować projekty ciekawe i innowacyjne na najwyższym poziomie zaawansowania technologicznego. Władze Małopolski zdecydowały się określić potencjał rozwojowy naszego regionu, wybierając 10 technologii, które z punktu widzenia potrzeb, doświadczenia i zaplecza (również naukowego) regionu są najpilniejszymi do wdrożenia i mają największe szanse na szybki rozwój. Analizę przeprowadzono metodą Foresight w projekcie „Perspektywa technologiczna Kraków – 2020” [1, 2]. Wybrane przez ekspertów technologie mają generować rozwój przemysłu

i gospodarki, ale w ścisłym połączeniu z potencjałem naukowym małopolskich uczelni. Jako jedną z 10 technologii przyszłości eksperci, mając między innymi na uwadze konieczność dopasowania standardów w sektorze budownictwa do wymagań UE oraz fakt, że



Rys. 1. 10 technologii wytypowanych jako najbardziej rozwojowe w Małopolsce

Fig. 1. 10 technologies identified as most promising in Malopolska

budownictwo jest kierunkiem wiodącym na Politechnice Krakowskiej (kierunek studiów, studia podyplomowe, laboratoria, specjaliści z różnych branż budownictwa), wytypowali technologię Budownictwo Samowystarczalne Energetycznie.

Zgodnie z definicją Budownictwo Samowystarczalne Energetycznie to materiały, technologie i wiedza niezbędne do budowy samowystarczalnych domów mieszkalnych, dostosowanych do warunków lokalnych. Zapewniają one energię dla ogrzewania, chłodzenia i gotowania oraz energię elektryczną do oświetlenia.

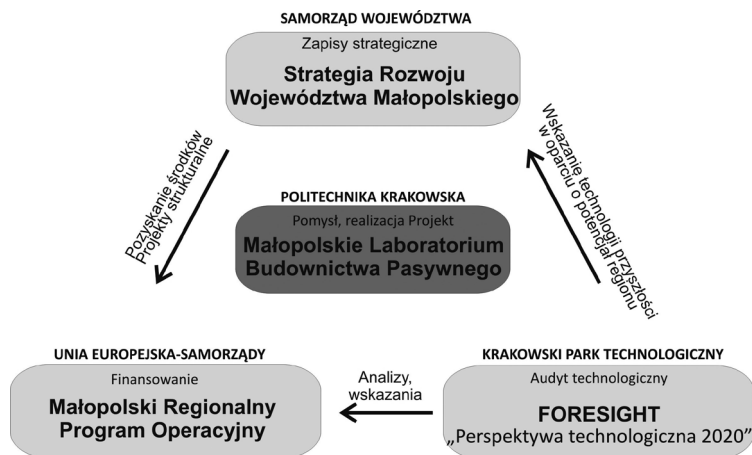
To część technologii budowy tzw. domów pasywnych. Można założyć, że ta definicja stosunkowo dobrze wpisuje się w kontekst „budynków niemal zero energetycznych”, których tak naprawdę strona polska jeszcze nie zdefiniowała.

3. Przyszłość budownictwa w Małopolsce

Wyzwania, jakie narzuca polityka Unii Europejskiej w obszarze użytkowania energii i emisji zanieczyszczeń, szczególnie w sektorze budownictwa są bardzo wymagające. Poprzez zatwierdzenie pakietu klimatycznego [4] w 2007 r., zobowiązującego Kraje członkowskie do zmniejszenia zużycia energii o 20%, zmniejszenie emisji gazów cieplarnianych o 20% i wzrostu udziału energii odnawialnej o 20% (dla Polski 15%) aż do uchwalenia przez Parlament Europejski 18.05.2011 r. Dyrektywy 31/2010 EPBD [5] wytyczającej zmiany w projektowaniu, realizacji i użytkowaniu budynków. Pojęcia budownictwa „niemal zero energetycznego” czy „zero energetycznego” jeszcze do nie dawna będące teorią, teraz stały się wymogiem najbliższej przyszłości.

UE zobowiązuje kraje członkowskie do wypracowania mechanizmów wsparcia finansowego podejmowanych działań, tak aby od 31.12.2020 r. (po 31.12.2018 wszystkie nowoprojektowane budynki użyteczności publicznej) tego typu budownictwo stało się standardem.

Według szacunków sektor komunalno-bytowy ze swoją energochłonnością określaną na poziomie 40% całkowitego zużycia energii stanowi istotny potencjał w działaniach na rzecz oszczędności energii. Nie ma uzgodnionej w skali kraju definicji budynków „niemal zero energetycznych”, a także brak jest przykładów realizacji takiego budownictwa. Wie-



Rys. 2. Projekt MLBP i jednostki zaangażowane w realizację projektu

Fig. 2. MLBP project and its partners

dza na temat projektowania i wznoszenia takich budynków nie jest powszechna. Budynków demonstracyjnych, najczęściej nazywanych „pasywnymi”, jest w Polsce kilka, [8] ale potwierdzenie ich pasywności wymaga czasu i weryfikacji.

Jedną z bardziej obiecujących koncepcji jest podejmowana w kilku krajach europejskich inicjatywa badania obiektów niskoenergetycznych w rzeczywistej skali [6], są to tzw. badania *in situ*. Polegają one na zaprojektowaniu i wzniesieniu budynku laboratorium, w którym instaluje się i bada w trakcie użytkowania budynku różne urządzenia lub elementy budowlane. Takie badania dają możliwości formułowania dokładniejszych ocen zastosowanych rozwiązań, a także pozwalają na sprawdzanie innowacyjności opracowań prototypowych.

Samorząd Małopolski przeznaczył z budżetu MRPO [3] 3,5 mln euro na realizację przedsięwzięcia laboratorium do badań technologii energooszczędnych pt. „Małopolskie Laboratorium Budownictwa Pasywnego”. Dofinansowanie zostało przyznane Politechnice Krakowskiej ramach działania „Krakowski Obszar Metropolitalny jako ważny węzeł europejskiej przestrzeni badawczej”.

4. Małopolskie Laboratorium Budownictwa Pasywnego i Poligon Energooszczędności

Projekt MLBP składa się z dwóch spójnych i komplementarnych części.

Pierwszym elementem projektu jest zaprojektowanie i wzniesienie na terenie Politechniki Krakowskiej laboratorium badawczo-diagnostycznego do badań i oceny technologii oraz rozwiązań materiałowo-konstrukcyjnych oraz instalacji stosowanych w budynkach o obniżonym zapotrzebowaniu na energię. Działanie to jest odpowiedzią na obecne oczekiwania rynku budowlanego (producentów i inwestorów), którym powstające laboratorium zapewni możliwość badań wyrobów i technologii, szczególnie w zakresie ochrony cieplnej materiałów budowlanych i wydajności systemów instalacyjnych przeznaczonych dla budownictwa energooszczędnego.

W Polsce badania dotyczące cech materiałów z zakresu ochrony cieplnej są świadczane przez jednostkowe ośrodki laboratoryjne. Brak konkurencji jest przyczyną że przedsiębiorcy wykonują badania w tańszych, łatwiej dostępnych czasowo ośrodkach zagranicznych, lub otwierają laboratoria na własne potrzeby. Małopolskie Laboratorium Budownictwa Pasywnego, posiadając odpowiednie wyposażenie badawcze, wpisuje się w oczekiwania producentów Małopolski i potrzeby rynku w zakresie badań produktów, w szczególności cech izolacyjności termicznej. Przez pierwsze 5 lat działalności MLBP będzie promowało swoje możliwości badawcze, oferując badania nieodpłatnie na zasadzie wykonywania analiz i prac naukowych. Działanie takie będzie miało na celu określenie obszaru potrzeb, a także wskazanie zastosowań konkretnych technologii i produktów. Laboratorium zapewni możliwość badań naukowych w obszarze poprawy efektywności zużycia energii, oraz da możliwość stworzenia sieci współpracy międzyuczelnianej (pomiędzy ośrodkami naukowymi) w zakresie badań nad nowoczesnymi technologiami.

Drugą integralną częścią projektu jest zaprojektowanie i uruchomienie Poligonu Energooszczędności na terenie Zespołu Szkół Budowlanych w Tarnowie. Poligon będzie stanowił obszar obejmujący pracownie i warsztaty do nauki i praktycznego wdrożenia technologii budownictwa „niemal zero energetycznego”. Działanie to zapewni wykształcenie wysoko wykwalifikowanej kadry, co jest niezbędnym elementem osiągnięcia celu projektu. Działalność Poligonu Energooszczędności będzie miała również charakter laboratoryjny. Uczniowie Zespołu Szkół Budowlanych będą wznosić budynki modelowe o niskim zapotrzebowaniu na energię (niemal zero energetyczne, pasywne), a następnie pod opieką merytoryczną pracowników naukowych Politechniki Krakowskiej będą wykonywać badania potwierdzające efektywność energetyczną zastosowanych technologii.

5. Cele projektu

Celami głównymi projektu są:

1. Stworzenie zaplecza badawczego-rozwojowego (laboratorium) do badań, oceny oraz wdrażania nowoczesnych rozwiązań technologicznych, rozwiązań materiałowo-konstrukcyjnych oraz instalacyjnych dla budownictwa „niemal zero energetycznego”;
2. Wypracowanie nowych procedur i algorytmów projektowania dla budownictwa niskoenergetycznego;
3. Wypracowanie umiejętności poprawnego wykonawstwa (wznoszenia) budynków w technologiach budownictwa „niemal zero energetycznego” poprzez wykształcenie wysoko wykwalifikowanej kadry zawodowej;
4. Podnoszenie świadomości społecznej dotyczącej zagadnień energooszczędności, ochrony środowiska i działań na rzecz zrównoważonego rozwoju;
5. Podniesienie energooszczędności gospodarki kraju, oraz ograniczenie zanieczyszczeń biosfery poprzez wprowadzenie i upowszechnienie budownictwa niskoenergetycznego;
6. Zapewnienie nowych miejsc pracy poprzez wykształcenie wysoko wykwalifikowanej kadry wykonawczej dla budownictwa niskoenergetycznego;
7. Podniesie poziomu świadomości w społeczeństwie dotyczącej konieczności wykorzystywania energooszczędnych technik i technologii użytkowania energii.

6. Zakres badawczy MLBP

W MLBP planuje się prace badawcze z zakresu:

- pomiary zużycia nośników energii w budynku oraz poszczególnych jego strefach przy zastosowaniu różnych (badanych) technologii i instalacji; celem tego badania, będzie ocena efektywności energetycznej poszczególnych rozwiązań materiałowo-konstrukcyjnych oraz instalacji, porównanie poszczególnych rozwiązań i ocena przydatności badanych rozwiązań dla technologii budownictwa „niemal zero energetycznego”;
- pomiary temperatury, wilgotności, komfortu cieplnego w pomieszczeniach przy zastosowaniu różnych rozwiązań materiałowo-konstrukcyjnych oraz różnych strategii ogrzewania, wentylacji i chłodzenia oraz systemów sterowania oświetleniem;
- badania charakterystyk elementów nawiewnych i wywiewnych oraz innych elementów wchodzących w skład instalacji wentylacyjno klimatyzacyjnej;
- badania różnych systemów ogrzewania i chłodzenia pomieszczeń na parametry komfortu;
- pomiary charakterystyk cieplnych badanych przegród budowlanych;
- badanie i wymiarowanie wewnętrznych zysków ciepła w pomieszczeniach;
- badania i modelowanie zysków ciepła od promieniowania słonecznego przez przegrody przeźroczyste do pomieszczeń (wpływ przepuszczalności, refleksyjności i absorpcyjności przegród transparentnych z uwzględnieniem rodzaju i wielkości przeszklenia, zdolności akumulacyjnych budynku oraz zastosowanych rozwiązań ochron przed promieniowaniem na poszczególnych elewacjach);
- badania i modelowanie zysków ciepła od promieniowania słonecznego przez przegrody nieprzeźroczyste do pomieszczeń (wpływ absorpcyjności powierzchni, układu i rodzaju warstw oraz zdolności akumulacyjnych przegród wielowarstwowych);
- badania komfortu cieplnego osób przebywających w pomieszczeniach laboratorium (różne funkcje pomieszczeń: sale wykładowe, laboratoryjne, biura) w zależności od zastosowanej technologii budowy, zastosowania przegród przeźroczystych (okien), elementów zapobiegających przegrzewaniu (rolety, żaluzje);
- badania wpływu różnych funkcji pomieszczeń (sale wykładowe, laboratoryjne, biura) oraz różnych systemów klimatyzacyjno grzewczych na parametry i wskaźniki komfortu w pomieszczeniach laboratorium;
- badanie wpływu układów regulacji i inteligentnego sterowania na jakość klimatu wewnętrznego;
- sposoby szacowania kosztów eksploatacji poszczególnych systemów, w kontekście przewidywanych (poniesionych) kosztów inwestycyjnych na poszczególne (badane) technologie;
- obliczenia kosztów energii dla budynku wykonanego w badanych technologiach z uwzględnieniem wykorzystania własnych źródeł zasilania obiektu;
- badania wpływu poszczególnych sposobów oszczędzania energii w budynku na jego kwalifikację energetyczną.

Wyniki badań wykorzystane zostaną do opracowania i weryfikacji zasad projektowania, realizacji oraz użytkowania budynków „niemal zero energetycznych”. Będą stanowiły wskazówki dla projektantów, architektów, instalatorów tego typu budownictwa.

Wyniki uzyskane z badań posłużą również do ocen technologii i materiałów mających zastosowanie w budownictwie „niemal zero energetycznym”. Wyniki zostaną upowszechnione, zwiększając świadomość przyszłych inwestorów w podejmowaniu decyzji przy wyborze rozwiązań materiałowo-konstrukcyjnych dla budynków „niemal zero energetycznych”.

7. Opis budynku MLBP

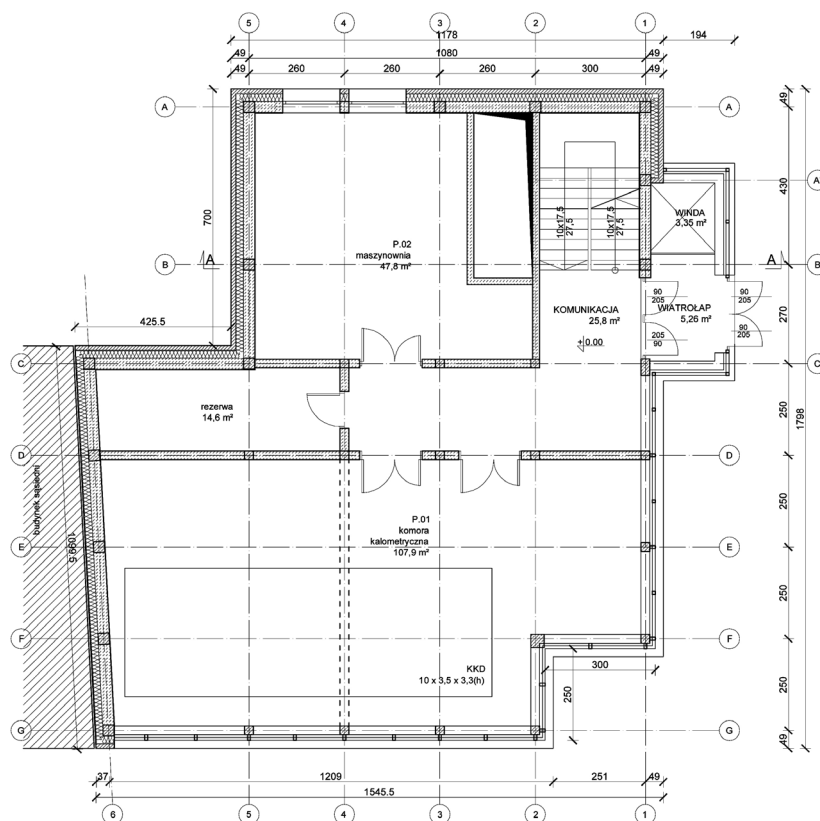
Projektowany budynek jest budynkiem 5 kondygnacyjnym bez podpiwniczenia, o powierzchni użytkowej w sumie 1039,39 m².

Wizualizacja budynku przedstawiona jest na rys. 3–5.

MAŁOPOLSKIE LABORATORIUM BUDOWNICTWA PASYWNEGO

PARTER, ± 0,00

SKALA SKAŻONA



Rys. 3. Rzut parteru MLBP

Fig. 3. The ground floor MLBP

Konstrukcja budynku słupowo-płytowa z wypełnieniem sprawia, że budynek wykonany jest w sposób umożliwiający zmianę rozwiązań materiałowych, konstrukcyjnych w zależności od potrzeb badawczych danej technologii.

W projekcie budynku zakłada się możliwość zastosowania wentylacji o różnym charakterze i parametrach, zastosowanie urządzeń do odzysku ciepła z usuwanego powietrza wentylacyjnego, a także wykorzystanie odnawialnych źródeł energii (kolektory słoneczne, ogniwa fotowoltaiczne, pompy ciepła różnego rodzaju).

Budynek jest całkowicie zautomatyzowany i opomiarowany (system „inteligentnego” sterowania i zarządzania energią połączony z systemem akwizycji danych). Zakłada się możliwość sterowaniem systemami ogrzewania, chłodzenia i wentylacji, sterowanie żaluzjami, oświetleniem.

W budynku wyodrębniono 14 stref cieplnych. Założono, że strefami będą pojedyncze lub łączone pomieszczenia, które będą wyposażone w instalacje zapewniające możliwość odrębnego działania różnych systemów klimatyzacyjno-wentylacyjnych, pozwalające na ich niezależne funkcjonowanie. Zasadnicze badania związane z porównywaniem różnych systemów HVAC prowadzone będą w wydzielonych laboratoriach, w szczególności w pomieszczeniach laboratoriów komfortu cieplnego.

Powyższe strefy będą posiadały wydzielone pomieszczenia, w których możliwe będą badania elementów systemów grzewczo-wentylacyjnych (sale laboratoryjne dedykowane określonemu zakresowi badań).

Dodatkowo na kondygnacji 2 i 3 są zaprojektowane pomieszczenia identyczne pod względem geometrii i przeznaczenia tak, aby móc zastosować metody badań porównawczych różnych rozwiązań budowlanych oraz systemów instalacyjnych.

Projekt zakłada możliwość badania różnych systemów grzewczych, z możliwością ogrzewania badanym systemem całego obiektu lub poszczególnych stref. Zasilanie w energię obejmowało będzie również wykorzystanie źródeł energii odnawialnej w tym słonecznej i gruntu.

Każdy system wyposażony będzie w niezależne układy pomiarowe i rejestrujące, do pomiaru niezbędnych parametrów mediów oraz określania zużycia poszczególnych rodzajów dostarczanej i zużywanej energii. Dla wybranych pomieszczeń oraz przegród zewnętrznych (zarówno przezroczystych, jak i nieprzezroczystych) będzie stale monitorowanie natężenie promieniowania całkowitego i rozproszonego zarówno padającego na przegrodę, jak i przechodzącego przez nią (tylko dla przegród przezroczystych). W całym budynku i w każdej strefie będzie prowadzony stały monitoring temperatury i wilgotności powietrza oraz stężenia CO₂ oraz innych zanieczyszczeń emitowanych przez ludzi, materiały i konstrukcję budynku.

Prowadzone będą również badania statystyczne (ankiety i wywiady) odczuć komfortu użytkowników obiektu w różnych jego kategoriach (ciepło, hałas, jakość powietrza, oświetlenie) z uwzględnieniem charakteru pracy przez nich wykonywanej. Badania komfortu tego typu będą uzupełniane pomiarami parametrów komfortu cieplnego oraz wyliczanymi na tej podstawie wskaźnikami oceny komfortu (PMV, PPD oraz innych).

Budynek będzie spełniał funkcję obiektu laboratoryjno-dydaktycznego z funkcją biurową, wykorzystywaną jako laboratorium projektowo-dydaktyczne dla potrzeb rozwiązywania problemów związanych z projektowaniem i modernizacją budynków niskoenergetycznych, pasywnych, samowystarczalnych energetycznie oraz badań rozwiązań innowacyjnych w budownictwie.



Rys. 4. Wizualizacja MLBP od strony wschodniej

Fig. 4. East vizualization of the MLBP



Rys. 5. Wizualizacja MLBP od strony wschodnio-północnej

Fig. 5. East-North vizualization of the MLBP

8. Laboratoria i pracownice wchodzące w skład MLBP

Struktura MLBP będzie obejmowała następujące jednostki:

- Laboratorium Fizyki Budowli,
- Laboratorium Systemów Klimatyzacyjno Grzewczych,
- Laboratorium Komfortu Wewnętrznego,
- Laboratorium Systemów Sterowania,
- Pracownia Projektowa Budownictwa Pasywnego,
- Pracownia Modelowania i Analiz,
- Pracownia Ekspertyz w zakresie problematyki badawczej MLBP.

Program działalności MLBP zakłada stworzenie sieci powiązań badań nad technologiami budownictwa pasywnego i niemal zero energetycznego poprzez nawiązanie współpracy pomiędzy MLBP a innymi ośrodkami badawczymi. Współpraca odbywać będzie się na zasadzie wymiany wyników badań, możliwości prowadzenia wspólnych badań, uczestnictwa we wspólnych grantach i programach badawczych, wzajemnej pomocy merytorycznej. Współpraca między ośrodkami badawczymi będzie podstawą do metaanalizy (metoda statystyczna pozwalająca uwzględnić wyniki niezależnych badań), a także da możliwości i podstawy do stworzenia kompleksowego zakresu badań nad technologią budownictwa samowystarczającego, „niemal zero energetycznego”, pasywnego, przez co przyczyni się do wdrożenia badanej technologii i zapewnienia jej pozycji technologii wiodącej w Małopolsce.

Projekt zakłada, że Małopolskie Laboratorium Budownictwa Pasywnego będzie miało możliwość certyfikacji badanych wyrobów, przez nadawanie Małopolskiego Znak Jakości. Docelowo planuje się, że Małopolski Znak Jakości będzie podstawą do wydania certyfikatów i aprobat technicznych.

9. Wnioski

Działania władz województwa małopolskiego oraz instytucji naukowych zostały zapoczątkowane we wczesnej fazie zainteresowania budownictwem energooszczędnym (jeszcze przed wdrożeniem dyrektyw unijnych). Pozwoliło to na analizę, konsultacje oraz sformułowanie wniosków pozwalających na programowe i symultaniczne przystosowanie budownictwa regionu do wymogów prawa unijnego. Jednym z tych działań jest budowa obiektu laboratoryjnego, dzięki, któremu możliwe staną się kolejne prace badawcze.

Struktura budynku umożliwia kompleksowe badanie z uwzględnieniem nieograniczonych możliwości konfiguracji założonych scenariuszy. Obiekt zostanie przystosowany do restrykcyjnych zasad standardu energooszczędności, ale w szczególnych sytuacjach będzie również umożliwiał badanie rozwiązań niewłaściwych. Pozwala to nie tylko na testowanie nowoczesnych technologii ale również na modernizację istniejących.

Oprócz roli badawczej, MLBP ma za zadanie, zgodnie ze strategią pobudzenia rynku push, wykreowanie i rynkową implementację przebadanych rozwiązań. Niebagatelnym zadaniem stawianych przez Laboratorium jest propagowanie budownictwa energooszczędnego i stosowanych w nim technologii. W pierwszych latach działania Laboratorium, wszelkie prace będą prowadzone w trybie *non-profit*.

Literatura

- [1] *Foresight technologiczny na rzecz zrównoważonego rozwoju Małopolski*, Praca zbiorowa pod red. J. Hausnera, Kraków 2008.
- [2] *Foresight „Perspektywa Technologiczna Kraków-Małopolska 2020. Wyzwania rozwojowe”*, Kraków–Warszawa 2010.
- [3] Małopolski Regionalny Program Operacyjny na lata 2007-2013. Załącznik Nr 1 do Uchwały Nr 780/07 Zarządu Województwa Małopolskiego z dnia 4 października 2007 r. w sprawie przyjęcia Małopolskiego Regionalnego Programu Operacyjnego na lata 2007-2013.
- [4] Portal internetowy Urzędu Regulacji Energetyki (http://www.ure.gov.pl/portal/pl/52/2829/Parlament_Europejski_zatwierdzil_pakiet_klimatyczny.html).
- [5] Recast (http://www.zb.itb.pl/files/zb/epbd_recast.pdf).
- [6] Domy Pasywne (<http://www.domy-pasywne.pl>).