

Czy naprawdę potrzebujemy aż tak dużo energii, nawet gdy jest ona zielona?

CZY NAPRAWDĘ POTRZEBUJEMY AŻ TAK DUŻO ENERGII, NAWET, GDY JEST ONA ZIELONA?

Energy Forum AGH, 15 marca 2019 Kraków



Jarosław Małek,

przedsiębiorca, inżynier budownictwa, mistrz budownictwa pasywnego; zarządza firmą Tatran, która specjalizuje się w budownictwie pasywnym, prefabrykacją drewnianych konstrukcji szkieletowych, renowacją zabytków, a także dystrybucją materiałów kompozytowych oraz naturalnych i ekologicznych izolacji.

1. Wprowadzenie.

Zachowanie, a mówiąc precyzyjnie przywrócenie równowagi w przyrodzie jest wyzwaniem i koniecznością naszej cywilizacji. Przez wiele pokoleń zasoby naturalne były eksplorowane bezmyślnie, w sposób niekontrolowany, bez uwzględnienia ich cykli odtworzeniowych.

Zagadnieniem tym od pewnego czasu zajmuje się architektura zrównoważona. W tym modelu projektant tworzy określoną bryłę obiektu, najlepiej gdy jest ona kompaktowa; konstruktor oblicza odpowiedni rodzaj konstrukcji wraz z powłoką izolacyjną, którą cechuje dobry opór cieplny; projektant instalacji dobiera źródło zasilania korzystając z odnawialnych źródeł energii, architekt wewnątrz dba o wprowadzenie wyposażenia nieszkodliwego dla zdrowia. Cały

Czy naprawdę potrzebujemy aż tak dużo energii, nawet gdy jest ona zielona?

proces zakłada przede wszystkim wykorzystanie materiałów budowlanych w mniejszej ilości, ale o większej trwałości. Istotny jest warunek, aby przy produkcji tych materiałów nie dochodziło do emisji szkodliwych gazów, w tym głównie CO₂, oraz takie wbudowanie materiałów w obiekt, aby mogły być ponownie wykorzystane w przyszłości.

Cel ten wydaje się racjonalny i dość jasno określony, a jednak jeśli weźmiemy pod uwagę komfort użytkownika z jednej strony oraz nakłady inwestycyjne z drugiej strony, to odpowiedź na pytania: szybciej?, lepiej?, drożej? - nie zawsze jest taka oczywista.

W niniejszej publikacji postaram się wykazać zoptymalizowaną zależność pomiędzy bezpieczeństwem, efektywnością i komfortem użytkownika obiektów budowlanych oraz ochroną środowiska i korzystaniem z zasobów naturalnych. Postaram się także znaleźć odpowiedź na pytanie czy naprawdę potrzebujemy aż tak dużo energii, nawet jeśli jest ona zielona?

2. Opór cieplny budynków - kaprys czy konieczność?

W naszym klimacie potrzebujemy dostarczania dużej ilości ciepła do ogrzewania w zimie oraz odpowiednio dużo chłodzenia w lecie. Ocena techniczna istniejących budowli, z wyłączeniem budynków energooszczędnych i pasywnych, informuje jak dużo tej energii pierwotnej potrzeba. Widoczny trend termomodernizacji budynków jest kierunkiem słusznym, ponieważ lepszy opór cieplny zmniejsza ilość energii potrzebnej do ich ogrzewania lub odpowiednio ich schładzania. Obecnie większość budynków w klimacie środkowoeuropejskim zużywa około 200 kWh/m²a, w budynkach energooszczędnych poziom zapotrzebowania na energię do ogrzewania jest na poziomie 40 kWh/m²a, natomiast w niedalekiej przyszłości budynki użyteczności publicznej oraz budynki mieszkalne będą zużywały nie więcej niż 15 kWh/m²a.

Zależność pomiędzy parametrem oporu cieplnego a zapotrzebowaniem na energię pierwotną jest istotnie różna w budynkach już istniejących w porównaniu z obiektami nowoprojektowanymi. W tych ostatnich można znacznie łatwiej projektować przegrody cieplne. Natomiast w istniejących budynkach forma architektoniczna, istniejące przegrody cieplne lub dotychczasowe źródła pozyskiwania energii na tyle komplikują poprawę ich

efektywności energetycznej, że koszty pełnej termomodernizacji z reguły znacznie przewyższają racjonalne nakłady inwestycyjne. Z tego powodu konieczna jest jej optymalizacja, w zależności od jednostkowych warunków.

Jednym z istotnych błędów wykonawczych przed termomodernizacją jest zupełnie pomijanie badań konstrukcyjnych obiektu lub jedynie ich pobieżny przegląd. Często odchylenia lub pęknięcia możliwe do zdiagnozowania i wzmocnienia są przykrywane warstwą izolacji co może stanowić zagrożenie dla użytkowników. Projekt termomodernizacji powinien zakładać neutralizację czynników destrukcyjnych, które mogą wpływać na fizykę budowli oraz wykonanie ewentualnych wzmocnień strukturalnych. Dokładna ocena techniczna jest w stanie określić także miejsca mostków termicznych przez co można lepiej zaprojektować przegrody cieplne.

Każdy budynek ma potencjalnie słabe punkty: na styku podłóża ze ścianami zewnętrznymi, na poziomie piwnic, w dachu, stolarce otworowej, czy balkonach, gdzie w zależności od konstrukcji obiektu nieprawidłowe zaprojektowanie i wykonanie izolacji może prowadzić do strat ciepła lub przemarzania. Miejsca takie nazywane są mostkami cieplnymi. Wiedza na ich temat jest obszerna i dość dobrze opisana. Obecnie na rynku dostępne są różne rozwiązania systemowe do likwidacji tych mostków. Warto jednak przy projektowaniu wykonać obliczenia tych słabych punktów oraz najlepiej przygotować rysunek wykonania detalu dla wykonawcy. System jest tak mocny jak jego najsłabsze ogniwo, a zatem warto temu zagadnieniu poświęcić należyłą staranność.

Zagadnienie oporu cieplnego jest bezpośrednio związane ze szczelnością powietrzną. W obiektach budowlanych przez nieszczelny dach, czy okna można stracić więcej energii niż jesteśmy w stanie wyprodukować. Niestety problemem cywilizacyjnym jest brak poszanowania energii oraz brak zdolności doraźnej rezygnacji z komfortu użytkowania obiektów dla ratowania środowiska naturalnego. Zużywamy coraz więcej energii pierwotnej na zasilanie, ogrzewanie, chłodzenie, inwestujemy w coraz to mocniejsze instalacje wydobywając coraz to więcej zasobów naturalnych. Brak oszczędzania to objaw typowego społeczeństwa konsumpcyjnego. Warto zbilansować zapotrzebowanie na energię pierwotną z potencjalnym źródłem zasilania, a prawie zawsze okaże się, że nie potrzebujemy jej aż tak dużo. Nieracjonalne niszczenie zasobów naturalnych w celu wytworzenia energii jest swego rodzaju

barbarzyństwem, ale z drugiej strony także niekontrolowane i nieograniczone wytwarzanie energii z odnawialnych źródeł jest niezrozumiałe. Jaki jest cel produkcji energii, której nie ma jak zakumulować? Nie chodzi o to, by nie produkować zielonej energii, bo jest to absolutnie konieczne, ale o to by produkować energię zieloną, która pochodzi z wiatru, wody, słońca, wtedy gdy jest ona nam niezbędna i w takiej ilości jak jest nam ona niezbędna. Problemem dzisiejszych czasów nie jest sama zdolność wytworzenia energii ze źródeł odnawialnych, ale jej magazynowanie i swobodny dostęp wtedy gdy to konieczne.

Żyjemy w otoczeniu, gdzie gospodarka jest oparta na zasobach naturalnych, które nie są szanowane. Zarazem całkiem spora liczba osób nie wykazuje zainteresowania zmianą myślenia w tym zakresie. Z drugiej strony mamy dostęp do technologii wytwarzania czystej, zielonej energii ze źródeł odnawialnych choć nadal nie potrafimy jej wystarczająco dobrze zakumulować. Dobry opór cieplny budynków na poziomie, który zlikwiduje straty ciepła oraz potrafi odzyskać energię wytwarzaną wewnątrz, jest bezwzględnie koniecznością. Chroniąc to co mamy i potrafiąc to wykorzystać ponownie jesteśmy w stanie obliczyć ile naprawdę potrzeba nam energii pierwotnej i zastosować takie źródło zasilania jakie rzeczywiście jest dla nas optymalne, a nie takie jakie w danym momencie sprzedawca chce nam sprzedać.

W budynkach energooszczędnych, pasywnych można mieszkać zdrowo, bezpieczne, komfortowo, ale i oszczędnie. Jednak zagadnienie to jest złożone, często interdyscyplinarne, przez co przy projektowaniu takich obiektów warto pracować zespołowo razem z konstruktorem, projektantem instalacji, architektem wnętrz.

Reasumując, produkowanie czystej energii jest tak samo ważne jak jej oszczędzanie, a parametr oporu dobrego cieplnego jest koniecznością przy termomodernizacjach i przy projektowaniu nowych budynków. Warto kierować się zasadą, że nie jest ważne ile jesteśmy w stanie wyprodukować energii pierwotnej w danym momencie, ale ile jesteśmy w stanie jej zmagazynować. Warto wykonać obliczenia ile faktycznie jej potrzebujemy i kiedy jej potrzebujemy. Wtedy zrównoważony rozwój nie będzie tylko koncepcją, ale procesem w którym staniemy się aktywnymi uczestnikami oraz strażnikami przyrody.

3. Termoizolacja – tylko izolacja cieplna, czy coś więcej?

Dobór materiałów izolacyjnych to kolejne, dość obszerne zagadnienie. Z jednej strony im mniejszy współczynnik przenikania ciepła tym lepszy materiał izolacyjny, a z drugiej strony zastosowanie materiałów, których w przyszłości nie będzie można przetworzyć i ponownie wykorzystać lub będzie kosztowna ich utylizacja jest konieczne do uwzględnienia na etapie projektowania termomodernizacji.

Należy zwracać szczególną uwagę na to ile energii jest zużywane przy produkcji materiałów izolacyjnych oraz jaka jest wielkość emisji gazów, w tym CO₂.

W zależności od rodzaju konstrukcji mamy dostępne na rynku wiele rodzajów izolacji, które mają różne współczynniki przenikania ciepła. Znając te parametry możemy projektować przegrody w różnych strefach obiektu. Inne wymagania, zwłaszcza pod kątem przemarzania oraz nasączania ma izolacja fundamentów, inna jest specyfika dotycząca izolacji ścian, gdzie często konieczna jest izolacja akustyczna, a nieco inne wymagania ma izolacja dachów, gdzie oprócz wcześniej wymienionych dochodzi jeszcze wymóg zabezpieczenia przeciwogniowego.

Niesłuchanie istotnym parametrem izolacji jest otwartość dyfuzyjna, czyli zdolność przejmowania wilgoci i jej odprowadzania na zewnątrz. Jeśli przy ociepleniu obiektu pominiemy to zagadnienie i nie zapewnimy wystarczającej wentylacji, która odprowadzi nadmiar wilgoci z wnętrza budynku to przy długotrwałej kumulacji wilgoci powstaną korzystne warunki dla zarodników grzybów, które są w stanie na tyle agresywnie wpłynąć na fizykę budowli by osłabić konstrukcję, co w efekcie końcowym może doprowadzić do katastrofy budowlanej. Odnotowano już wiele przypadków gdzie po zakończonej termomodernizacji zabytkowych budynków dochodziło do zawalenia się stropów.

Montaż i izolacja stolarki otworowej jest również bardzo istotnym elementem izolacji budynków. Nawet najlepsze okno źle zamontowane będzie generowało straty ciepła w całym obiekcie. Warto pamiętać, że stolarkę otworową należy montować w strefie izolacji i nieco inaczej powinien wyglądać montaż stolarki w konstrukcjach masywnych, inaczej natomiast w szkieletowych. Wśród bogatej gamy okien ze szkła refleksyjnego, odżelazionego, standardem staje się pakiet 3 szybowy w ramie drewnianej lub PCV. Niestety stolarka aluminiowa pomimo wielu zalet ma na tyle wysoką przewodność ciepła, że póki co nie spełnia wymogów

budownictwa pasywnego. Warto zwracać uwagę na montaż uszczelek wokół szyb zespolonych oraz na to by szyba zespolona była wykonana z tzw. ciepłej ramki czy materiału kompozytowego a nie stalowego czy też aluminiowego.

Coraz częściej standardem staje się wymóg oceny budynków pod kątem zastosowanych i nich rozwiązań ekologicznych BREEAM i LEED. Uzyskanie zarówno certyfikatu Breeam jak i Leed jest związane z osiągnięciem wysokiej jakości komfortu i zdrowia w środowisku zamieszkania lub pracy, ale też uzyskaniu oszczędności energii i wody oraz neutralizacji negatywnego oddziaływania na środowisko od momentu zaprojektowania aż po fazę jego użytkowania i konserwacji. W procesie tym kontrolowany jest proces wytwarzania materiałów budowlanych, tak by przy ich produkcji nie dochodziło do niszczenia środowiska, przez nadmierne odpady lub emisję szkodliwych gazów. Kontrolowana jest także ilość odpadów i sposób ich ponownego wykorzystania. Tego typu standaryzacja jest popularna w obiektach biurowych, ale coraz częściej stosuje się ją w obiektach mieszkalnych.

Jak mówi mądrość ludowa - nie sztuką jest wyciąć las, by zbudować dom, ale sztuką jest zbudować dom, tak by przy okazji nie wyciąć lasu. Na jedno wycięte drzewo powinny zostać posadzone trzy nowe. Wśród wielu rodzajów konstrukcji masywnych typu żelbet, cegła, pustaki, czy też różnych konstrukcji szkieletowych stalowych lub drewnianych, na szczególną uwagę zasługuje konstrukcja drewniana. Jest naturalna, lekka i daje wiele możliwości kształtowania bryły obiektów. Od lat polskim problemem pozyskiwania i uszlachetniania drewna tartacznego jest jego nie zawsze legalne źródło pochodzenia oraz niski stopień przetworzenia. Niestety kategoryzacja drewna pod względem gęstości, oceny rdzenia, stopnia zasączenia, przebarwień, czy pęknięć również budzi duże wątpliwości. Technologia laserowej selekcji drewna falami dźwiękowymi pod względem wytrzymałościowym jest bardzo mało znana, a szkoda. Z punktu widzenia zastosowania drewna jako wyrobu budowlanego konieczna jest jego certyfikacja pod względem wytrzymałościowym. Niestety wymóg ten jest dość powszechnie pomijany. Istotne jest, aby stosowany materiał był bezpieczny i przewidywalny pod względem wytrzymałościowym, dlatego zarówno badanie jakościowe jak i uszlachetnianie poprzez suszenie, struganie, impregnację ma na celu wykorzystanie w konstrukcjach mniejszej ilości drewna ale o znacznie lepszych parametrach fizycznych. Odpowiednie klejenie drewna powoli zbliża drewno do wytrzymałości stali.

W technologii konstrukcji masywnych ilość energii niezbędnej do produkcji oraz emisja gazów, w tym dwutlenku węgla oraz innych pyłów towarzysząca produkcji cementu, wypalaniu cegły lub produkcji pustaków różnego typu ceramicznego czy silikatowego, jest znacznie bardziej energochłonna oraz znacznie bardziej szkodliwa dla środowiska niż racjonalna obróbka drewna do lekkich konstrukcji szkieletowych czy też produkcji drewna klejonego. Poza tym odpad powstały przy obróbce drewna można w pełni ekologicznie wykorzystać, natomiast popioły, gazy, które powstają przy produkcji cementu, ceramiki, czy silikatów nadal pozostaną odpadami, które trzeba będzie zneutralizować.

Zasada 3R: reduce, reuse, recycle (stosować mniej, wykorzystać ponownie, przetwarzać) stale jest ważna w kontekście zarówno konstrukcji budynków jak i ich izolacji termicznych, akustycznych, przeciwwilgociowych, przeciwpożarowych czy innych. Ważne jest stosowanie materiałów neutralnych wobec środowiska. Stopniowo również powinno się odchodzić od energochłonnych technologii wytwarzania, odzyskiwania czy też ponownego zastosowania tych materiałów. Niestety koszt uwolnienia pojedynczych składników z danego wyrobu jest często wyższy niż sam koszt gotowego produktu. Wtedy utylizacja tego typu wyrobów jest kłopotliwa dla środowiska. Historia zna casus hiszpański, gdzie po wojnie domowej zamiast elektryfikacji terenów trudnodostępnych zaczęto instalować pojedyncze wiatraki, które generowały w warunkach przydomowych wystarczająco energii do ich zasilania. Z czasem jednak to odnawialne źródło energii stało się paradoksalnie katastrofą dla środowiska, gdyż wraz z rozwojem nowych turbin lub okresie eksploatacji tych wiatraków kompozytowe łopaty zamiast być utylizowane trafiały do rzek, potoków czy też były wyrzucane wzdłuż dróg. W ten sposób ekologiczne źródło energii stało się w nieprzemyślany sposób problemem ekologicznym. Obecnie zagadnienie to zostało uregulowane poprzez wprowadzenie opłaty utylizacyjnej gdzie stosowane włókna czy żywice mogą być ponownie wykorzystane.

4. Optymalny materiał izolacyjny.

Idealną izolacją jest taka, która chroni przed chłodem i ciepłem, oddycha, wygłusza, tworzy barierę ochronną przeciwwilgociową i przeciwogniową, a zarazem będzie trwała, tania i nieszkodliwa zarówno dla człowieka jak i dla środowiska. Różne izolacje spełniają pojedyncze kryteria, ale póki co nie znaleziono jeszcze idealnego materiału izolacyjnego.

Z racji własnych doświadczeń ograniczę się do wybranych materiałów, które wykorzystujemy w naszych realizacjach:

- ekologiczne szkło spienione które w 100% pochodzi ze stłuczki szklanej,
- naturalna izolacja z wełny owczej,
- nowoczesne farby termoizolacyjne oparte na mikrosferach.

Szkło spienione, zwane piankowym, powstaje w wyniku spieniania stłuczki szklanej w wysokiej temperaturze prowadząc do powstania ziarnistego granulatu o frakcji 0-63mm lub bloczków w kształcie prostokąta. Wytworzony w ten sposób produkt zagospodarowuje odpad w postaci stłuczki szklanej. Powstaje ekologiczna, lekka o gęstości około 140kg/m³ izolacja o przyzwoitym współczynniku przenikania ciepła, która jest niepalna, ma bardzo dobre parametry akustyczne oraz nie chłonie wody. Stosuje się je jako warstwę drenażową i izolacyjną pod płyty fundamentowe, jako izolator instalacji gruntowych, jako wypełnienie w przestrzenie stropowe gdy nie można nadmiernie obciążać stropu czy też jako warstwę drenażową na zielone dachy lub tarasy. Szkło spienione w formie ziarnistego granulatu można zagęszczać w proporcji 1:1,3; natomiast bloczki ze szkła spienionego można stosować pod wylewki poziome lub jak materiał do pionowej hydroizolacji i pionowej ochrony przeciwpożarowej. Ten materiał izolacyjny to doskonały przykład wykorzystania odpadu jako źródła wykonania nowego materiału budowlanego, który w 100% pochodzi z recydingu i jest neutralny dla środowiska.

Wełna owcza jest surowcem naturalnym, trwałym, bezpiecznym, odnawialnym, biodegradowalnym, który powstaje podczas strzyżenia owiec. Wełna jest gręplowana, czyli chemicznie czyszczona, odciąga się z niej lanolinę, a następnie zamienia w przędzę. Przędza w celu ochrony przed szkodnikami jest impregnowana środkami biobójczymi opartymi na permetrynie lub jonizowana ługiem elektrycznym. Następnie nakłada się ją na platformę gdzie poprzez wielokrotne nakłuwanie wełna do osiągnięcia odpowiedniego stopnia gęstości i grubości. Potem jest przycinana do żądanej szerokości i grubości. Wełna jest elastyczna i utrzymuje stałą grubość. Przy założeniu produkcji wełny owczej na żądany wymiar praktycznie nie ma odpadów. Produkt ten występuje w postaci wełny w rolach, mat, sznura, filcu czy też płyt akustycznych. Właściwości wełny owczej są znane od wieków: chroni od ciepła, zimna, wilgoci i suszy, ponieważ jej włókna mają zdolność samozaciskania przez co kumulują w sobie powietrze. Inną jej osobliwością jest zdolność absorpcji wilgoci z otoczenia, a następnie

uwalniania jej według zmieniających się warunków bez wpływu na swoje właściwości termiczne. Podczas absorpcji wilgoci wytwarzana jest energia cieplna, która zapobiega kondensacji pary w przegrodach konstrukcyjnych oraz stałe utrzymywanie temperatury powyżej punktu rosy w wilgotnych warunkach. Jest materiałem higroskopowym, jako swoisty bufor automatycznie stabilizuje zmiany temperatury w warunkach wilgotności względnej przez co nie dochodzi ani do przemarzania, ani do przegrzewania. Bardzo ważnym parametrem jej bardzo wysoki próg zapłonu, przez co można stosować ją w środkach transportu pasażerskiego i bezpiecznym magazynowaniu. Wełna owcza oczyszcza powietrze i neutralizuje szkodliwe promieniowanie, w tym fal elektromagnetycznych. Izolacja ta ma doskonałe parametry akustyczne, które chronią zarówno przed dźwiękami z zewnątrz jak i przed uderzeniami. W kontekście zużycia energii do jej produkcji zużywa się jedynie 5% energii pierwotnej w porównaniu do ilości energii potrzebnej do wytworzenia innych materiałów izolacyjnych.

Farby termoizolacyjne oparte na mikrosferach są znanym materiałem nie przewodzącym ciepła. Dobrej jakości mikrosfery (20-120 μ m) mają ponad 90% pustej przestrzeni, którą całkowicie wypełnia próżnia, w której nic nie może się poruszać. Jako spoiwo wykorzystuje się żywice, elastomery o bardzo złożonych polimerach, które zawierają znaczne ilości cząstek stałych o bardzo dużej przyczepności. W takiej zawieszynie polimerowej znajdują się mikrosfery ceramiczne. Po nałożeniu takiej farby termoizolacyjnej woda odparowuje, przez co powłoka utwardza się a mikrosfery tworzą ścisłą powłokę, której mikrostruktura blokuje przepływ ciepła. Zastosowane w niej specjalne polimery są otwarte dyfuzyjnie co umożliwia „oddychanie” międzywarstwowe. W warunkach wilgotnych pęcznieją, ale nie dopuszczają do przenikania wilgoci, natomiast wysychając substrat odpowietrza nagromadzoną wilgoć. Powłoka o grubości 0,25 – 0,30mm jest bardzo elastyczna w zakresie temperatur - 50°C / + 200°C. Przy grubości farby 0,60mm można uzyskać szczelność hydroizolacyjną nawet przed okres 10 lat. Produkt wykazuje wysoką przyczepność do wszystkich rodzajów powierzchni, niemalże do każdego podłoża takiego jak stal, tynk, beton, membrany bitumiczne itp. Można go stosować jako kompletną i samodzielną powłokę poszycia dachowego, elewacji zewnętrznej jak i ścian wewnątrz. Farba jest odporna na działanie agresywnych czynników atmosferycznych, jest materiałem refleksyjnym - odbija bezpośrednio 16% szkodliwego promieniowania UV, zabezpiecza przed pleśniami, działa przeciwskurczowo. Jest wolna od lotnych związków organicznych, w żadnej postaci nie jest toksyczna. Jest wodorozcieńczalna, przez co łatwa do czyszczenia, zmywalna, ale też neutralna wobec środowiska naturalnego. Jest

odporna na ogień, chemikalia, w tym oleje, paliwa i kwasy. W oparciu o przeprowadzone badania wykazano, że oszczędność energii przy zastosowaniu tej cienkowarstwowej izolacji może osiągnąć poziom od 27% dla budynku jednorodzinnego do 69% dla budynku przemysłowego. Tego rodzaju izolację stosuje się najczęściej w gorącym lub/i wilgotnym klimacie.

5. Wentylacja – wentylować nie znaczy tracić ciepło.

Dzisiejsza technologia umożliwia wykonanie izolacji termicznej od zewnątrz lub od wewnątrz, jednak dość częstym zjawiskiem jest pomijanie zagadnień związanych z wentylacją i dyfuzją. Budynek powinien być szczelny powietrznie jednak nie oznacza to, że może pozostać nie wentylowany. Przyjmuje się, że optymalna szczelność powietrzna budynku to $0,6/h^{-1}$ (50 Pascal). Dla zapewnienia minimalnego komfortu i zarazem nie pogorszenia zdrowia człowieka przyjmuje się, że należy doprowadzić do wymiany wewnątrz pomieszczeń $30m^3$ na godzinę na osobę. Oczywiście zawsze można przewietrzyć budynek otwierając okna, ale przy takim rozwiązaniu doprowadzimy do znacznych strat ciepła w zimie i przegrzania w lecie. Wentylacja grawitacyjna niestety też nie jest wystarczająco wydolna. Z uwagi na powyższe najbardziej optymalnym rozwiązaniem staje się wentylacja z wymuszonym systemem obiegu, oparta na rekuperacji z gruntowym wymiennikiem ciepła lub z czerpnią i wyrzutnią powietrza. W systemie tym zasysane powietrze jest filtrowane od zanieczyszczeń zewnętrznych, wstępnie podgrzewane a następnie trafia do instalacji wewnątrz budynku, gdzie suche pomieszczenia są napowietrzane, a z mokrych, takich jak kuchnia, łazienka, wc powietrze ciepłe jest odzyskiwane i ponownie wprowadzane do obiegu. Zbilansowana pojemność, regulacja i cykle serwisowe są dokładnie obliczane w odniesieniu do warunków konkretnych obiektów. System zapewnia jednak możliwość wspierania ogrzewania jak i jego chłodzenia. Szczelna wentylacja pozwala ograniczyć i zneutralizować mieszaninę cząsteczek PM10. Dostępne na rynku systemy wentylacyjne są oszczędne, nie korodują nawet wtedy gdy są nieużywane oraz łatwo je zintegrować z systemami OZE takimi jak pompy ciepła, instalacje lodowe, instalacje fotowoltaiczne, wiatrowe, czy turbiny wodne. Dobór materiałów izolacyjnych otwartych dyfuzyjnie powinien uwzględnić bezpieczne odprowadzenie wilgoci z budynków, jednak w przypadku jej nadmiaru skutecznie może zadanie to przejąć racjonalna wentylacja. Parametr

prawidłowej wentylacji jest nie tylko istotny dla zapewnienia komfortu użytkownika, ale jest absolutnie konieczny dla zapewnienia zdrowia mieszkańców.

6. Racjonalna produkcja energii pierwotnej.

W budownictwie pasywnym obciążenie cieplne i zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania jest na tak niskim poziomie ($\leq 10\text{W/m}^2$), że przyjmuje się, iż budynki tego typu zużywają 3-5 kWh/m²a prądu łącznie z pompą ciepła, około 1,5 ltr oleju opałowego/m²a lub około 1,5 m³ gazu ziemnego/m²a. W zależności od szerokości geograficznej i orientacji budynku mamy do dyspozycji wiele rozwiązań produkcji energii z odnawialnych źródeł. Optymalny komfort termiczny można uzyskać za pomocą systemów opartych na rekuperacji i ogrzewaniu powietrzem nawiewanym, kompaktowych pieców kondensacyjnych na gaz, pomp ciepła typu glikol/woda, powietrze/woda, powietrze/powietrze, systemów fotowoltaicznych, turbin wiatrowych lub instalacji lodowych. Warto wykorzystać możliwość ogrzewania lub chłodzenia budynków przy projektowaniu instalacji. Efektywność tych systemów, przy zachowaniu zasad budownictwa pasywnego jest coraz większa. Często korzysta się z tych instalacji w sposób hybrydowy łącząc na przykład pompę ciepła z fotowoltaiką.

Jednak, aby ograniczyć łączną moc cieplną źródła ciepła, niezbędne jest magazynowanie ciepła. Optymalnym rozwiązaniem jest wyprodukowanie czystej energii, jej sprzedaż do sieci elektrycznej i możliwość odebrania w momencie zapotrzebowania - ale nie zawsze jest to możliwe. Dla pojedynczych budynków mieszkalnych stosowane są rozwiązania kompaktowe oparte na akumulatorach litowo-jonowych, ale ich koszt, cykle ładowania-rozładowywania oraz żywotność niestety nie w pełni satysfakcjonują inwestorów. Ciekawym rozwiązaniem problemu magazynowania energii dla wspólnot mieszkaniowych wydaje się pompa szczytowa. Potrzebny jest zamknięty zbiornik z wodą powyżej poziomu turbiny, gdzie w momencie zapotrzebowania na energię woda grawitacyjnie napędza turbinę, a nadwyżka energii zwrótnie przepompowuje uwolnioną wodę do zbiornika. Tak w cyklach zamkniętych operacja może być powtarzana w zależności od zapotrzebowania. Rozwiązanie to jest opłacalne przy pewnej wielkości inwestycji.

Warto wspomnieć o odpowiednim oprogramowaniu zarządzania energią. Już na etapie produkcji energii źle skonfigurowany system może generować straty. Pewna wspólnota mieszkaniowa miała podwójne źródło zasilania - piec kondensacyjny na gaz oraz instalację fotowoltaiczną. Niestety system zarządzania energią był zaprojektowany w ten sposób, że preferował zasilanie gazowe z pieca kondensacyjnego, nawet wtedy gdy do zasilania wystarczała sama energia fotowoltaiczna. W ten sposób produkcja energii była zdublowana i zarazem marnowana. Pierwotnie wysunięto błędne wnioski, że instalacja fotowoltaiczna jest zupełnie nie efektywna, ale po rzeczywistym zdiagnozowaniu problemu dokonano korekty konfiguracji systemu i rok do roku badając dzienne temperatury, stopień natężenia światła i podobne parametry wykazano dla tej wspólnoty realne oszczędności. Obecnie dostępne inteligentne systemy zarządzania dają możliwość sterowania i kontroli dowolnie określonymi parametrami. Warto kontrolować rzeczywiste (bieżące, jak i w skali roku) zużycie energii w stosunku do ilości energii, która była przyjęta w założeniach projektu oraz do ilości energii, której rzeczywiście potrzebujemy. Rzetelna analiza tych danych i wnioski wyciągnięte na ich podstawie powinny przynieść wymierne oszczędności.

7. Podsumowanie.

Dobrze zaprojektowane budynki nie muszą generować wysokich kosztów stałych, ani ogromnych kosztów zasilania energią. Warto produkować energię czystą, ze źródeł odnawialnych, ale moc i efektywność projektowanych instalacji powinna wynikać z obliczeń zapotrzebowania na energię pierwotną, a nie z ofert handlowych najbardziej promowanych instalacji.

Dbając o to, by nie marnować energii przez nieszczelności, mostki cieplne i niewystarczającą izolację powinniśmy szukać nowych materiałów termoizolacyjnych szczelnych i otwartych dyfuzyjnie, które są trwałe, mają lepsze parametry wytrzymałościowe, ale nie oddziałują negatywnie na środowisko.

Czy potrzebujemy dużo energii? Przysłówek dużo ma w tym kontekście wartość względną, która zależy od naszej świadomości ile energii rzeczywiście potrzebujemy i ile jej marnujemy.

Czy naprawdę potrzebujemy aż tak dużo energii, nawet gdy jest ona zielona?

Czy potrzebujemy dużo energii zielonej, odnawialnej? Tak. W skali światowej zaprzestając niszczenia zasobów naturalnych potrzebujemy znacznie więcej energii odnawialnej niż jesteśmy obecnie w stanie jej wyprodukować. Jednocześnie cały czas musimy się uczyć jak szanować energię, jak ją magazynować, jak po prostu rozsądnie z niej korzystać.

Abstrakt.

Do we really need that much energy, even when it's green?

Well-designed buildings do not have to generate high fixed costs neither huge energy costs. It is worth producing clean energy from renewable sources, but the power and efficiency of the planned installations should result from the calculation of the primary energy demand, not from the commercial offers of the most promoted installations.

In order to prevent energy loss through leaks, thermal bridges and insufficient insulation we should look for new thermal insulation, tight and open diffusion materials, which are durable, have better strength parameters, but do not affect the negative effect on the environment.

Do we need a lot of energy? In this context, the adverb has a relative value that depends on our awareness of how much energy we really need and how much we waste it.

Do we need a lot of green, renewable energy? Yes. On the global scale it's necessary to stop the destruction of natural resources. We need much more renewable energy than we are currently able to produce. At the same time, we have to learn how to respect the energy, how to store it and how to use it sensibly.

Czy naprawdę potrzebujemy aż tak dużo energii, nawet gdy jest ona zielona?

