

AKTUALNE PROBLEMY FIZYKI BUDOWLI

Jan KUBIK*, Iveta SKOTNICOVÁ**, Jiří VAVERKA**

*Politechnika Opolska, **VŠB-TU Ostrava

Jest rzeczą oczywistą, że osoby biorące zawodowo udział w tworzeniu i eksploatacji budynku preferują różne aspekty swoich profesji. *Architekt* analizuje *funkcję i formę*. Widzi sens w grze proporcji, ekspresji i wyrazistości formy – krótko w geometrii podporządkowanej jego wizji. *Konstruktor* odpowiada za *proste i pewne przeniesienie obciążeń na fundamenty* i podłoże. Interesuje go trwałość i niezmiennosc elementów konstrukcyjnych i ich powiązań. *Socjolog* w budynku może upatrywać miejsca tworzenia się *kultury*. *Ekolog*a interesować będzie oddziaływanie budynku na otoczenie i ewentualne *zmiany w ekosystemie* wywołane zespołem budowli. Natomiast *fizyk budowli* widzi w nim *wnętrze odgródzone od otoczenia powłoką, przez którą dochodzi do przepływów masy, pędu, energii oraz przemian fazowych*. Przepływy masy to najczęściej wilgoć i rozpuszczone w niej składniki. Swoje zadanie widzi w zapewnieniu komfortu cieplnego we wnętrzu budowli w powiązaniu z zapewnieniem minimalnych strat energii.

Widać więc, iż specyfika zawodowa powoduje różne preferencje w postrzeganiu tej samej rzeczywistości, w której powstaje budowla, przy czym architekt syntezuje rozwiązania szczególne i posiada decydujący głos w projektowaniu. Podobną rolę powinien odegrać fizyk budowli w zagadnieniach eksploatacji.

1. Przedmiot fizyki budowli

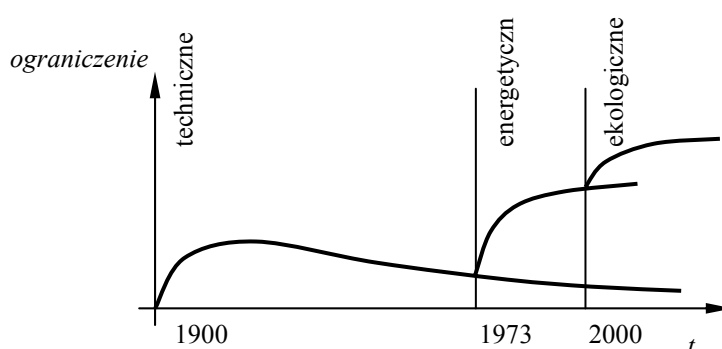
Jeżeli przyjąć najprostszą pragmatyczną definicję fizyki budowli, jako tą część *aplikacyjnej fizyki, którą można wykorzystać do lepszego funkcjonowania budownictwa* to zauważamy, iż poza nią znajduje się wiele zagadnień należących do technologii budowlanej a w tym procesów wytwarzania materiałów budowlanych po mechanikę konstrukcji. Zauważmy, iż bieżące potrzeby budownictwa w pierwszej kolejności wykreowały mechanikę budowli i technologie budowlane, a dopiero potrzeby związane z komfortem cieplnym powołały do życia fizykę budowli. Fizyka budowli zawiera jednak również opisy złożonych oddziaływań. Pierwsze z nich to łączne opisy wzajemnych powiązań przepływów ciepła z ruchem wilgoci w ścianach budowli. W tym kręgu zagadnień znalazły się procesy przemian fazowych woda – lód jak i kondensacja kapilarna. Inna grupa zagadnień to działanie wysokich temperatur na budowle – typowe w czasie pożaru.

Natomiast w najprostszym rozumieniu fizykę budowli traktuje się jako dyscyplinę gdzie bada się energetyczne oddziaływania zachodzące między budynkiem a otoczeniem. Zapewnić należy przy tym określone warunki zamieszkania, czyli komfort cieplny, przy możliwie minimalnym zużyciu energii, a obecnie coraz częściej wymaga się minimalnego

oddziaływania ze środowiskiem. Innym aspektem jest tu trwałość budowli oraz związane z nim rozeznanie mechanizmów narastania uszkodzeń w wyniku oddziaływania budowli z otoczeniem. Ten praktyczny aspekt fizyki budowli powoduje, iż nie jest to tylko dyscyplina wiedzy, ale mamy tu do czynienia z fragmentem działalności zapewniającym normalną eksploatację budowli.

2. Ograniczenia cywilizacyjne budownictwa

Fizyka budowli nierozdzielnie łączy się z tendencjami rozwojowymi budownictwa dając odpowiedź na stawiane przez cywilizację problemy.



Rys. 1. Ograniczenia w budownictwie
Fig. 1 Civil engineering constraints

Szczególnie na początku lat 70, pierwszy kryzys naftowy uświadomił energetyczne ograniczenia cywilizacji technicznej a w tym **energetyczne bariery budownictwa**. Powstała wówczas idea budynku o zminimalizowanym zużyciu energii, a standardem stały się ocieplenia ścian istniejących i projektowanych budowli. Rozwinęły się różne warianty ścian warstwowych, ale duże gradienty temperatur nie są obojętne dla wilgoci w ścianie – powodują ruch wilgoci oraz jej kondensację właśnie na stykach warstw. Fakt ten uświadomił projektantom, że oprócz analizy przepływów ciepła należy też równolegle rozpatrywać je ruch wilgoci w przegrodach.

W ostatnim okresie wobec wymogów ochrony środowiska stanęły problemy minimalizacji niekorzystnego oddziaływania budowli na środowisko. Jednym z przejawów tego oddziaływania jest ograniczenie produkcji dwutlenku węgla CO_2 – powodujące globalny efekt cieplarniany. Stanęliśmy tu więc przed **barierą ekologiczną**.

3. Energetyczne uwarunkowania budownictwa

Z punktu widzenia budownictwa problemy aktywnego czy też pasywnego pozyskiwania energii są równie ważne jak uwarunkowania ekologiczne. Problem jest szczególnie pilny wobec ograniczonych źródeł energii. Zasadniczą możliwość widzi się tu w konwersji energii słonecznej na ciepłą. W tym widzeniu rzeczy słoneczne kolektory cieczowe stają się typowym elementem dachów. Podobną rolę przewiduje się dla nasłonecznionych ścian.

Natomiast najbardziej skuteczne okazały się ocieplenia budynków w wyniku uświadomienia społeczeństwu ograniczoności źródeł energii. Właśnie w kręgu idei prymatu minimalizacji strat energii w budownictwie powstały pojęcia budynków o minimalnym zużyciu energii oraz certyfikaty energetyczne budynków.

4. Modele przepływów w ścianach

W następstwie ociepleń budynków powstawały warstwowe układy ścian z zewnętrzną warstwą izolacji cieplnej. W przegrodach stykały się masywne elementy konstrukcyjne z lekkimi i porowatymi materiałami izolacji termicznej. Niestety ta duża różnica cech cieplno-wilgotnościowych powodowała, iż na stykach warstw dochodziło do zaburzeń przepływów, których efektem była kondensacja wilgoci, a w zimie tworzenie się kryształów lodu i rozsadzanie ścian. Na postawione problemy fizyka budowli dała odpowiedź. Analizowało się w niej najpierw klasyczne przepływy ciepła (lata 70) a następnie sprzężone przez źródła równania termodyfuzyjne (lata 80). Kolejny etap związany był z opisami przemian fazowych woda-lód, gdzie oprócz przepływów ciepła, wilgoci i przemian fazowych uwzględniano jeszcze dystorsyjne stany naprężeń powstające w efekcie tych przemian. Wymagało to jednak dalszego rozwoju modeli przepływów w przegrodach, do których adaptowano teorie ośrodka wieloskładnikowego (lata 90). Uwzględniano w nich zjawiska powierzchniowe występujące na wewnętrznych powierzchniach typowych materiałów budowlanych. Występujące tu specyficzne własności kapilarno-porowatych materiałów budowlanych, takie jak skurcz, pelzanie i relaksacja w połączeniu z przyczynami natury niemechanicznej prowadziły do złożonych zagadnień termomechaniki. Kolejny krok w fizyce budowli wynikł również z potrzeb praktyki – były to problemy trwałości, które łączyły ujęcia fizyczne z mechanicznymi.

5. Aktualne problemy fizyki budowli

W bliskiej perspektywie przetwarzanie energii słonecznej na ciepłą stanie się w budownictwie mieszkalnym powszechne, a w szczególności:

- Popularne staną się *próżniowe kolektory cieczowe* jako instalacje pozwalające na pozyskiwanie znacznych ilości energii słonecznej wraz z przetworzeniem na ogrzewanie. Duże znaczenie posiadają tu nowoczesne materiały pokryć maksymalizujące absorpcję promieniowania świetlnego.
- Następna grupa rozwiązań pozyskiwania energii to *zmiennofazowe materiały kompozytowe* o ograniczonej przemianie fazowej w przedziale 16-21°C.
- *Pompy ciepła* pozwalające wykorzystać *niskotemperaturowe zasoby ciepła*.
- *Architektura solarne* wykorzystująca fasady i dachy do pozyskiwania energii, tzw. ogrody zimowe itp.
- W nieco dalszej perspektywie upowszechni się również przetwarzanie *energii słonecznej na elektryczną*. Wprowadza to jednak zagadnienia elektryczne, a dokładniej fotoelektryczne, nieznane w inżynierii budowlanej, do świata budownictwa, chociaż symptomy tego przełomu są już dzisiaj widoczne. W pierwszej kolejności musi jednak dojść do przełomu materiałowego, gdzie kruche silikaty powinny zostać zastąpione przez tworzywa sztuczne zapewniające efektywną konwersję promieniowania świetlnego na elektryczność. Materiały takie są już znane, pozostaje jedynie do opracowania ich opłacalna produkcja na dużą skalę. Należy się więc liczyć z zamianą tradycyjnych pokryć na warstwy absorbujące i przetwarzające energię świetlną na elektryczną. Warto zauważyć,

iż od 10 lat są już testowane prototypowe rozwiązania w tym zakresie (Uniwersytet Freiburg).

– Układy sterowania procesami pozyskiwania energii jako fragmenty „*inteligentnego budynku*”.

– Kolejne problemy związane są z akustyką budowlaną, gdzie nowe lekkie przegrody stają się raczej przewodnikami dźwięku niż izolacją akustyczną. Pojawiają się tutaj układy z aktywnym tłumieniem dźwięków.

– Ekspansja fizyki budowli w obszary *konserwacji zabytków*. Pojawiają się tam nowe oryginalne problemy jak odsalanie zabytkowych ścian, zjawiska powierzchniowe przy konserwacji malowideł ściennych, efekty radiacji i in.

6. Problemy kształcenia

Wydaje się, iż rozwijająca się w ostatnim okresie w wyniku wyzwań energetycznych i kologicznych fizyka budowli powinna prowadzić do zmian w programach studiów.

W pierwszej kolejności w wykładach na wydziałach budownictwa muszą się znajdować elementy energetyki – kształtujące odmienną wyobraźnię inżyniera. Zauważmy, iż zrozumienie przemian i przepływów energii w konstrukcjach i ścianach budowli jest warunkiem nowoczesnego kształcenia inżynierów budownictwa. Jest to nieodzowny warunek modyfikacji kształcenia. Należy się też liczyć z tym, iż poza konstrukcjami budowlanymi, materiałami, geotechniką w najbliższym czasie pojawi się również fizyka budowli jako nowa specjalność na wydziałach budownictwa.

W prezentowanym szkicu sygnalizowano raczej problemy fizyki budowli w kontekście ograniczeń energetycznych i ekologicznych, niż podawano ich pełne opisy czy rozwiązania.

7. Literatura

- [1] Klemm P.[i in.]: Budownictwo ogólne, tom 2 fizyka budowli, Arkady, Warszawa 2005,
[2] Kubik J.: Trwałość zabytków, Studia z fizyki budowli KILiW PAN Łódź 2006.

THE PROSPECTS OF BUILDING PHYSICS

Summary

The development of building physics during last 40 years and resulting from it up-to-date scientific problems are discussed in the paper. In the author's opinion building physics is a scientific tool which enables to solve the serious problems related with the limitations imposed on the building industry, first, by the power barrier (the 70's of the previous century) and by the ecological barrier (the 90's of the previous century).