

BOGDAN SIEDLECKI*

KSZTAŁTOWANIE ELEWACJI BUDYNKÓW W ASPEKCIE OGRANICZENIA STRAT CIEPŁA

SHAPING THE ELEVATIONS OF BUILDINGS IN THE ASPECT OF LIMITED HEAT LOSSES

Streszczenie

Współczesny przemysł materiałów budowlanych, bazując na najnowszych osiągnięciach techniki i technologii, pozwala na osiągnięcie efektów, które jeszcze kilka lat wstecz uznano by za futurystyczne. Stosowane obecnie technologie przy realizacji okładzin zewnętrznych obiektów budownictwa ogólnego czy też termomodernizacji obiektów mieszkalnych pozwalają na znaczną swobodę tworzenia ich formy, koloru i struktury. Wykorzystanie w przegrodach zewnętrznych struktur wentylowanych oraz okładzin montowanych do konstrukcji pośrednich pozwala na uzyskanie optymalnej przegrody w aspekcie zagadnień ciepło-wilgotnościowych.

Słowa kluczowe: budownictwo, technologia, elewacja

Abstract

The present industry of builder's materials basing himself on latest successes of the technique and the technology, lets on attaining of effects which still several years backwards one would acknowledge too futuristic. Practical at present technologies at the realization of facings of external objects of the general building or else the thermal modernization of habitable objects let on the considerable freedom of the creation of their form, colors and the structure. The utilization in barriers of external structures ventilated and facings assembled to indirect constructions lets on the obtainment of the optimum-barrier in the aspect of problems thermally – of moisture.

Keywords: the building, the technology, the elevation

* Dr inż. arch. Bogdan Siedlecki, Instytut Projektowania Budowlanego, Wydział Architektury, Politechnika Krakowska.

1. Podstawy ideologii a możliwości techniczne

Niewykluczone, że potrzeba oddzielenia się od świata zewnętrznego w siedzibach użytkowanych przez człowieka pojawiła się już w obiektach naturalnych na etapie życia jaskiniowego. Względy bezpieczeństwa, straty ciepła, potrzeba okresowej wentylacji; przypuszczalnie to właśnie zmusiło człowieka do zastosowania zamknięcia otworów w swoim „domu”. Niewątpliwie przełomem było zastosowanie materiału przepuszczającego światło; na początku funkcję taką pełniły cienkie błony z jelit zwierzęcych, jednak dopiero wynalezienie szkła pozwoliło na stworzenie uniwersalnej przegrody zewnętrznej. Trwałość przegrody zewnętrznej siedziby człowieka wynikała z charakteru budowli i okresu historycznego, w którym powstała. Kanony architektoniczne były ściśle związane z potrzebami obronnymi, tak więc okazuje się, że konstrukcja ściany zewnętrznej zależała od poziomu rozwoju militarnego danej cywilizacji i oczywiście położenia geograficznego.

Przenieśmy się jednak w czasy nam bliższe, w czasy fascynacji architekturą, fascynacji nowymi możliwościami konstrukcji i materiałów, w czasy, z których czerpią pomysły współcześni wielcy twórcy, dodając do swoich dzieł przedrostek „post...”. Jeżeli przeprowadzimy analizę obiektów projektowanych przez twórców nowożytnej architektury – A. Perreta, W. Gropiusa, A. Alto, F.L. Wrighta, Le Corbusiera, czy L. Mies van der Rohe, niezależnie od kanonów czy ideologii, jaką głosili, nasuwa się stwierdzenie, że subtelnym tłem ich poszukiwań było odnalezienie idealnych proporcji pomiędzy substancją obiektu a pustką, czyli nieograniczoną przestrzenią i to z użyciem prostych narzędzi, form geometrycznych charakterystycznych i rozpoznawalnych dla każdego z nich. Poszukiwania takie kojarzą się wprawdzie z wyprawą po „kwiat paproci”, który podobno istnieje i jest wzorem ideału; problem w tym, że nikt go jeszcze nie widział. Optymalnym rozwiązaniem jest więc osłonięcie przestrzeni przed wpływami warunków atmosferycznych przegrodą spełniającą niezliczoną ilość istotnych czynników. W niektórych obiektach architektury współczesnej trudno jest odróżnić okno od szklanej ściany osłonowej, a element stanowiący istotny fragment konstrukcji od części wyposażenia wnętrza. Wspomniane zauroczenie możliwościami technologicznymi końca XX wieku przy jednoczesnym pominięciu efektów termicznych doprowadziło do zachwiania równowagi pomiędzy powierzchnią okien a zdrowym rozsądkiem. Budynki o przejrzystych ścianach zewnętrznych, wprawdzie we własnym ogrodzie, ale w nocy przy ciemnym parku na zewnątrz i oświetlonych wnętrzach; potrzeba dużej odwagi nie zasłaniając okien. Kolejnym etapem była kontrola i programowanie dostępu światła słonecznego do wnętrza obiektu. Pomijając perfekcję budowniczych grobowców egipskich, gdzie promień słońca oświetlał twarz mumii w dzień urodzin jej właściciela, szczytowym dziełem tego okresu jest chyba kaplica w Ronchamp Le Corbusiera. Grę światła po przejściu przez liczne, a niewielkie witraże i szczeliny w mrocznym wnętrzu kaplicy można porównać do najwspanialszych utworów muzyki poważnej.

Elewacja budowli zasadniczo spełnia kilka istotnych zadań: wprowadzenie do wnętrza światła dziennego, odizolowanie się od zmiennych zewnętrznych czynników termicznych, akustycznych, wilgotnościowych oraz zapewnienie bezpieczeństwa i ochrona przed dostępem niespodziewanych intruzów.

Współcześnie w obiektach handlowych istotą określonych stref elewacji jest zwrócenie uwagi przechodnia na wnętrze obiektu.

2. Decyzje i ich podstawy w pracach projektowych

Jak wynika z analiz ekonomicznych, nakłady finansowe na utrzymanie zimowe obiektów mogą być porównywalne z kosztami, jakie poniesiemy, eliminując nadmiar ciepła w okresie letnim. Tak więc na efekt końcowy powstania obiektu powinna mieć wpływ analiza możliwości wykorzystania naturalnych zjawisk przyrodniczych na równi ze współczesnymi możliwościami technologicznymi. Wszystko to sprowadza się do zasad stosowanych w budownictwie zrównoważonym, zmierzając do obiektów pasywnych czy wręcz autonomicznych.

Zadanie pierwsze – światło; możemy „dostarczyć” do wnętrza w formie rozproszonej od góry, uzyskując równomierne naświetlenie całej przestrzeni, przez okna, kadrując otaczającą przestrzeń, umożliwiając zaplanowanie efektu końcowego percepcji wnętrza. Możemy również ograniczyć ilość światła, wykorzystując świetliki dachowe czy szczeliny w elewacji, dla precyzyjnego oświetlenia konkretnego miejsca. Na koniec oczywiście całe płaszczyzny (strukтуры, gdzie definicja dachu i ściany ulega zatarciu) mogące pełnić rolę naturalnego tła dla wybranej funkcji wnętrza czy też przestrzeni zewnętrznej. Jak się więc okazuje, elewacja to gra w proporcje i efekty z wykorzystaniem najnowszych technik budowlanych.

Zadanie drugie – ciepło; obszarem dalszych rozważań pozostanie nasza strefa klimatyczna. Wiek XXI rozbudził w naszej świadomości potrzebę oszczędzania – wszystkiego co nas otacza. Z jednej strony wizja wyczerpania surowców energetycznych, z drugiej – możliwości wykorzystania alternatywnych źródeł energii zmieniła nasze podejście do zagadnień ochrony cieplnej budynków. Ochrony rozumianej dwukierunkowo, czyli niebezpieczne zimowe straty i uciążliwe letnie zyski ciepła.

Zadanie trzecie – hałas; i w tym przypadku analizy należy przeprowadzić wielokierunkowo; energia fali dźwiękowej i drgania ze szczególnym uwzględnieniem źródła powodującego uciążliwości bez względu na jego lokalizację. Bywa, że ustalenie strefy chronionej jest trudne do sprecyzowania ze względu na okresową zmienność funkcji przedmiotowej przestrzeni – w tym przypadku należy ograniczyć działania do zmniejszenia oddziaływania samego źródła.

Zadanie czwarte – bezpieczeństwo; zarówno związane z dostępnością obiektu dla wybranych grup w ustalonym czasie, jak i bezwzględna stabilność elementów konstrukcji i wykończenia dla skrajnie zmienionych warunków zewnętrznych (zwłaszcza klimatycznych) i upływu czasu. Wprawdzie w naszej strefie klimatycznej nie pojawiają się czynniki związane z kataklizmami, to jednak pomimo normatywnych rozwiązań budowlanych doszło do kilku katastrof z powodu wiatru i śniegu. Również istotne zagrożenia związane z nieuprawnionym dostępem do obiektu, których efektem są zniszczenia jego powłok zewnętrznych (niekoniecznie stref wejściowych). Projektując zatem (dobierając) systemy strukturalne stanowiące oddzielenie wybranej przestrzeni, należy uwzględnić możliwość wymiany ich poszczególnych elementów składowych.

3. Możliwości techniczne przeprowadzenia robót budowlanych

Zarówno przy projektowaniu obiektu od podstaw, jak i jego renowacji z uwzględnieniem termomodernizacji nie możemy pominąć zjawisk ciepło-wilgotnościowych. Zasada stosowana w kształtowaniu przegrody termicznej, gdzie każda następna warstwa w kierunku zewnętrznym musi mieć mniejszy opór dyfuzyjny nie może być pominięta. Być może dlatego wszystkie analizowane obiekty w obszarze Paryża posiadają systemy ocieplenia o strukturze wentylowanej w oparciu o odpowiednio dobrane warstwy z wełny mineralnej.

Stosowana powszechnie metoda „lekka mokra” docieplenia obiektów z zastosowaniem styropianu wiąże się z licznymi utrudnieniami technologicznymi. Wszystkie krawędzie i płaszczyzny systemu ociepleniowego muszą być bezwzględnie tak wykonane i obrobione, aby zapewnić ochronę przed otwartym ogniem w przypadku pożaru, pełną szczelność przed zawilgoceniem oraz zniszczeniem przez owady, ptaki i gryzonie. Ze względu na bezpieczeństwo pożarowe nie unikniemy zastosowania w strefie nadproży otworów okiennych i drzwiowych wykonania pasa o wysokości min. 25 cm z wełny mineralnej (fasadowej). Poziomy pas wełny mineralnej o grubości równej z przyległymi płytami styropianowymi powinien zachodzić po 25 cm na ścianę po obu stronach otworu. Warstwa nawierzchniowa z kleju na siatce oraz tynku stanowi powłokę paroszczelną. Czyli wspomniana zasada dotycząca zmiennego oporu dyfuzyjnego nie jest stosowana. W budynkach po tak szczelnym dociepleniu pojawiają się zazwyczaj problemy z występowaniem

niem wilgoci na różnych strefach przegród zewnętrznych. Fakt ten nie umniejsza znaczącej roli, jaką pełni styropian w budownictwie, jednak miejsce jego wbudowania powinno być dokładnie przemyślane.

Systemy montażu ociepleń z wykorzystaniem wełny mineralnej pozwalają na stosowanie szerokiej gamy materiałów i technologii okładzinowych. Drewno, ceramika, metale, kamień naturalny czy szkło można bez przeszkód zamontować na elewacji poprzez konstrukcję pośrednią, której grubość dobieramy odpowiednio do wielkości warstwy ocieplenia (il. 1, 2). Stosowanie elementów częściowo prefabrykowanych daje możliwości uzyskania szczelin zapewniających mikrowentylację kontrolującą zawartość pary wodnej w warstwie ocieplenia. Pozbycie się jej nadmiaru możliwe jest jedynie z luźnych struktur, jakie posiada wełna mineralna. Dodatkową zaletą jest niewielka ilość wody używanej do prac budowlanych wykonywanych w opisywanej technologii. Kolejnym ułatwieniem przy wykonawstwie jest możliwość niwelowania niedokładności geometrii ocieplanej przegrody. Regulacja długości uchwytów zewnętrznego rusztu montażowego pozwala na precyzyjne uzyskanie projektowanego kształtu struktury elewacyjnej.

Stosowanie wielkopowierzchniowych szklanych struktur pociąga za sobą konieczność doboru dodatkowych rozwiązań technologicznych neutralizujących straty i zyski energii cieplnej. Naszym celem nie jest zwiększenie nakładów energetycznych na systemy grzewcze i chłodzące, lecz na rozwiązania techniczne pozwalające na niskoenergetyczną regulację wspomnianych parametrów. Jednym z takich rozwiązań są ruchome elementy elewacyjne mogące pełnić różnorodne funkcje (il. 3, 4). Niezależnie od proporcji strefy przeszklonej i pełnej elewacji elementy ruchome znajdują wszechstronne zastosowanie:

- a) jako panele zacinające wnętrze,
- b) jako struktura „nadążna”¹ dla fotoogniw wspomagających potrzeby energetyczne obiektu,
- c) jako powierzchnia odbłaskowa – możliwość doświetlenia wnętrza w porach słabego oświetlenia dziennego.

Kompleksowe rozwiązania materiałowe w budynkach wysokich z zastosowaniem ścian kurtynowych pozwalają na stworzenie przestrzeni w obrębie elewacji, przestrzeni która może mieć znaczący wpływ na bilans energetyczny budynku (il. 5). Nastawne drewniane panele wewnętrzne pozwalają na swobodne sterowanie ilością światła wewnątrz budynku oraz na stworzenie dodatkowej warstwy powietrza jako izolacji termicznej obiektu. Nie bez znaczenia jest dobór rodzaju szkła stosowanego do kształtowania struktur zewnętrznych budynków mieszkalnych czy użyteczności publicznej. Możliwości filtrowania poszczególnych rodzajów energii (przepuszczania lub odbijania konkretnego widma promieniowania) pozwalają nie tylko na uzyskanie dowolnego efektu plastycznego, ale również na wymierny efekt energetyczny. Przepuszczenie krótkofalowego promieniowania słonecznego przez szklaną ścianę w okresie zimowym, przy równoczesnym zatrzymaniu wewnętrznej energii cieplnej (promieniowanie długofalowe) ogranicza zapotrzebowanie na energię niezbędną do ogrzania budynku.

Elewacje bioaktywne z warstwą zieleni tworzącą naturalną osłonę budynku pozwalają na stworzenie mikroklimatu w strefie zewnętrznej obiektu architektonicznego (il. 6). Połączenie całości z instalacją wentylacji i klimatyzacji (w zakresie czerpni) daje możliwość wstępnego uzdatnienia powietrza oraz znacznego wpływu na parametry termiczne całej przegrody. W okresie letnim system taki zapewnia naturalne zacinienie, w zimie ogranicza przepływ powietrza w bezpośredniej strefie elewacji, co znacznie zmniejsza straty ciepła.

Wspomniane technologie fotowoltaiczne wpływają bezpośrednio na kształtowanie poszczególnych stref obiektów, narzucając równocześnie rodzaj faktur i struktur elewacyjnych. Chcąc zwiększyć skalę wykorzystania energii solarnej, musimy tak ukształtować poszczególne elementy tworzące powłokę zewnętrzną budynku, aby promienie słoneczne padały prostopadłe do płaszczyzny fotoogniw. Układy nadążnych płaszczyzn niewątpliwie komplikują realizację zamierzenia inwestycyjnego, natomiast znacznie zwiększają skalę odzysku energii słonecznej. Rozwiązania takie dotyczą zarówno technologii fotowoltaicznej, jak i kolektorów słonecznych wykorzystywanych do otrzymywania ciepłej wody.

¹ Mechaniczna zmiana geometrii płaszczyzny aktywnej z zachowaniem zwrotu w stronę słońca.

Przy analizie potrzeb i możliwości energetycznych poszczególnych obiektów nasuwa się jeden wniosek: już na etapie powstawania koncepcji musimy uwzględnić ukierunkowanie budynku względem stron świata. Kolejnym czynnikiem powinna być analiza lokalizacji w odniesieniu do szerokości geograficznej – nawet w obszarze naszego kraju, kilkaset kilometrów ma istotny wpływ na kąt nachylenia płaszczyzn przeznaczonych do współpracy z panelami energetycznymi. Wiele obiektów współcześnie realizowanych nie posiada istotnie oddzielonej struktury dachu od płaszczyzny elewacji. Takie płynne przejścia pozwalają na bezkolizyjne umieszczenie technologii w powłokach zewnętrznych przy równoczesnym ograniczeniu zarówno strat, jak i nadmiernych zysków ciepła.

Aktualne rozporządzenie w sprawie „Warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie” nakłada na nas obowiązek odniesienia się do właściwości technicznych poszczególnych elementów budynku. Niezależnie od właściwości izolacyjnych przegród zewnętrznych (ochrony cieplnej), właściwości tłumienia akustycznego wszystkich przegród, musimy uwzględnić współczynnik przepuszczalności całkowitej dla struktur przeszklonych oraz współczynnik korekcyjny redukcji promieniowania dla urządzeń (systemów) przeciwsłonecznych.

Wszystkie składowe tworzące współczesne obiekty mają niewątpliwie na celu podniesienie jakości komfortu ich użytkowania przy jednoczesnym ograniczeniu nakładów eksploatacyjnych.

1. The Ideological Framework and the Technical Potential

The need for detachment from the outside world in human settlements might have appeared in natural objects in the Stone Age. Safety reasons, heat losses, the need of periodic ventilation probably forced man to close the openings in his “house”. Undoubtedly, the application of a light-permeable material was a breakthrough; in the beginning, thin membranes made of animal intestines fulfilled this function. It was the invention of glass, however, that made it possible to create a universal external division. Its durability in a human settlement resulted from the character of an edifice and the historical period of its formation. Architectural canons were bound with the needs for protection, therefore the construction of an external wall depended on the level of the military development of a given civilization and its geographical situation.

Now let us move to less distant times – the era of fascination in architecture, in its new constructional and material potential. Great contemporary authors use those ideas liberally adding the prefix “post-” to their works. If we carry out an analysis of objects designed by the creators of modern architecture: A. Perret, W. Gropius, A. Aalto, F.L. Wright, Le Corbusier or L. Mies van der Rohe, regardless of their canons or ideologies, we will see that their quest consisted in finding ideal proportions between the substance of an object and emptiness – an unlimited space – with the help of simple geometrical forms. The problem is that such a search is associated with an expedition for “the crock of gold” which allegedly exists out there but nobody has seen it so far. Thus, an optimal solution is to protect a space from the impact of atmospheric conditions by means of a division responding to a multitude of important factors. In some objects of contemporary architecture, it is difficult to distinguish a window from a glass curtain wall or a significant fragment of a construction from a part of interior furnishings. The abovementioned infatuation with the technological potential of the late twentieth century combined and the omission of thermal effects disturbed the balance between the window area and the common sense. It takes courage not to draw the curtains with illuminated rooms and a dusky park outside. Another stage was to control and program the access of sunlight into the

interiors. Passing over the perfection of the builders of Egyptian tombs where a sunray illuminated a mummy's face on the owner's birthday, the most impressive work from that period is probably Le Corbusier's chapel in Ronchamp. The play of lights in its murky interior, which can be admired after passing a number of small stained glass windows and gaps, is comparable to the greatest pieces of classical music.

The elevation of this edifice fulfills several important tasks: it introduces daylight into the interior, separates it from changeable external thermal, acoustic and damp factors as well as guarantees safety and protection from unexpected intruders.

In contemporary commercial objects, the essence of defined elevation zones is drawing a passer-by's attention to their interiors.

2. Decisions and their Bases in Designs

As economic analyses show, expenditures on the winter maintenance of objects could be compared to the costs of eliminating heat excess in the summertime. Thus, the final effect of the construction of an object should be influenced by an analysis of the possibilities of using natural phenomena on a par with the contemporary technological potential. All of this amounts to the principles applied in sustainable construction which promotes passive or even autonomous objects.

Task One – light; we can “deliver” it to an interior in a dispersed form from above which facilitates even illumination of an entire space; through the windows that frame the surrounding space making it possible to plan the final effect of perceiving an interior; spotlight with the use of skylights or gaps in the elevation for precise illumination of a specific place; entire planes (structures where the definition of a roof and a window is vague) which can act as the natural background for a chosen internal function or an external space. It turns out that the elevation is a game of proportions and effects with the help of the latest building techniques.

Task Two – heat; our climatic zone will remain the area of our ruminations. The twenty-first century brought along the need to save everything that surrounds us. On one hand, there is the vision of using energy resources up; on the other hand, the possibilities of applying alternative sources of energy changed our attitude towards the issues of the thermal protection of buildings – protection understood equivocally as dangerous winter heat losses and troublesome summer heat gains.

Task Three – noise; analyses must be carried out in various directions: the energy of a sonic wave and a vibration with special consideration of the source of nuisances regardless of its location. Sometimes it is difficult to specify a protected zone considering the periodic variability of the object function of a space – then it is essential to reduce the impact of the source itself.

Task Four – safety; related to the accessibility of an object for selected groups at a defined time as well as the absolute stability of constructional and finishing elements for changeable external (especially climatic) conditions and the passing of time. Although factors related to cataclysms do not appear in our climatic zone, there have been several disasters caused by the wind and snow in spite of normative building solutions. Issues related to unauthorized access to an object, which results in damages to its external skins (unnecessarily its entrance zones), are very important, too. While designing (choosing) structural systems which divide a selected space, one has to take the possibility of exchanging their individual components into consideration.

3. The Technical Possibilities of Conducting Construction Work

While designing an object from the foundations as well as renovating it within thermal modernization, we must not pass over thermal and damp phenomena. The principle applied in the formation of a thermal division, where each layer in the outer direction must have weaker diffusion resistance, cannot be neglected. That is why, perhaps, all the objects analyzed in Paris have heating systems with a ventilated structure based upon properly selected layers of mineral wool.

The commonly used “light wet” method of weatherizing objects with the application of polystyrene foam means many technological impediments. All the edges and planes in the heating system must be made and processed so as to facilitate fire protection, full tightness against damp and the activity of insects, birds and rodents. On account of fire safety, we will not avoid the installation of a min. 25-centimetre belt of mineral (façade) wool in the zone of window and door opening lintels. Above 25 cm, a horizontal mineral woolen belt, whose thickness is equal to the adjoining polystyrene foam boards, should overlap the wall on both sides of an opening. A surface layer of glue on the net and plaster makes the steam proof coat. It all means that the abovementioned principle concerning variable diffusion resistance is not applied. After such careful weatherization, buildings usually have problems with rising damp in various zones of external divisions. This fact does not belittle the significant role of polystyrene foam in construction – its position, however, ought to be well thought out.

Systems of installing insulations including mineral wool make it possible to use a vast array of facing materials and technologies. Wood, ceramics, metals, natural stone or glass can be easily installed on the elevation through an indirect construction whose thickness is adjusted to the heating layer (Ill. 1, 2). The use of partly prefabricated elements makes it possible to produce gaps guaranteeing microventilation which controls steam content in the heating layer. Getting rid of its surplus can only be done in the loose structures of mineral wool. An additional advantage is the limited amount of water needed for construction work in the described technology. Another contracting amenity is the possibility of levelling geometrical imprecision in an insulated division. The regulated length of handles in the external installation framework makes it possible to design the precise shape of an elevation structure.

Applying large-area glass structures involves the necessity of selecting extra technological solutions in order to neutralize thermal energy losses and gains. However, this does not mean increased energy expenditures on the heating and cooling systems or technical solutions facilitating low-energy regulation of the foregoing parameters. Such solutions include movable elevation elements which can fulfill diverse functions (Ill. 3, 4). Regardless of the proportion of a glazed zone to the entire elevation, movable elements can be used:

- a) as panels which shade an interior,
- b) as a “following” structure for photocells which support the energy needs of an object,
- c) with a reflective area for additional illumination of the interiors at the time of weak daylight.

Complex material solutions in tall buildings with curtain walls facilitate the creation of a space within the elevation which can have a strong impact on energy balance in a building (Ill. 5). Adjustable wooden internal panels make it possible to steer light volume freely inside a building as well as produce an additional air layer as thermal insulation. The choice of glass for shaping the external structures of residential or public buildings is important as well. The possibilities of filtering individual kinds of energy (letting through or reflecting a particular radiation spectrum) facilitate any artistic results and a measurable energy effect. Letting short-wave solar radiation through a glass wall in the wintertime and keeping internal thermal energy (long-wave radiation) limits demand for energy necessary to heat a building.

Bioactive elevations with a layer of greenery, which forms a natural cover, make it possible to create a microclimate in the external zone of an architectural building (Ill. 6). Combining the whole with

ventilation (scoops) facilitates initial air conditioning and a strong impact on the thermal parameters of an entire division. Natural shade in the summer and the winter limitation of air flow in the direct elevation zone significantly decrease heat losses.

The foregoing photovoltaic technologies directly influence the formation of individual zones in objects and impose a given kind of elevation textures and structures. If we want to increase the scale of using solar energy, we must shape individual elements creating the external skin so that sunbeams would fall perpendicularly to the photocell plane. Undoubtedly, layouts of following planes complicate the implementation of an intended investment but also increase the scale of solar energy regain. Such solutions concern both photovoltaic technology and solar collectors for warm water.

Within an analysis of the needs and possibilities of individual buildings in the field of energy, a certain conclusion comes to mind: even at the stage of developing a concept, we must take the position of an object with respect to the four cardinal points into account. Another geographical factor should be an analysis of its location with reference to the latitude – even in our country, the distance of several hundred kilometres has a considerable impact on the angle of planes meant for cooperation with energy panels. Numerous contemporarily implemented objects lack a roofing structure clearly separated from the elevation plane. Such smooth transitions facilitate safe installation of technologies in external skins as well as limit heat losses and excessive gains.

The binding regulation on “The technical conditions of buildings and their location” forces us to refer to the technical properties of single elements of an object. Regardless of the insulating features of external divisions (thermal protection) or the sound-proofing of all the divisions, we have to allow for the total permeability coefficient for glazed structures and the correlation factor of reduced radiation for sun devices (systems).

Without a slightest doubt, all the components of contemporary objects aim at increasing the comfort of using them as well as limiting expenditures on maintenance.

Literatura/References

- [1] Blake P., *Mies van der Rohe: architektura i struktura*, Wydawnictwa Artystyczne i Filmowe, Warszawa 1991.
- [2] Ghirardo D., *Architektura po modernizmie*, Via, cop., Toruń 1999.
- [3] Jacobs H., *Frank Lloyd Wright: America's Greatest Architect, Norwalk*, The Easton Press, cop., Connecticut 1991.
- [4] Jencks Ch., *Le Corbusier – tragizm współczesnej architektury*, Wydawnictwa Artystyczne i Filmowe, Warszawa 1982.
- [5] Pokrzywnicka K., *Kontrasty, metamorfozy, styl – czyli Rozważania o dynamice przemian architektury XX wieku*, Wydaw. PG, Gdańsk 2003.



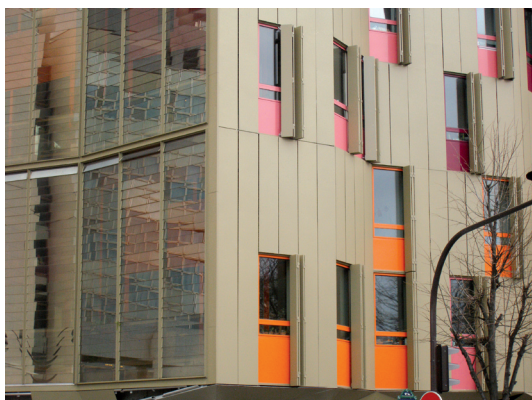
II.1. Układ warstw osłony elewacji (fot. B. Siedlecki)

III. 1. Arrangement of the layers of the elevation cover
(photo by B. Siedlecki)



II. 2. Różnorodność struktur okładzinowych
(fot. B. Siedlecki)

III. 2. Variety of facing structures
(photo by B. Siedlecki)



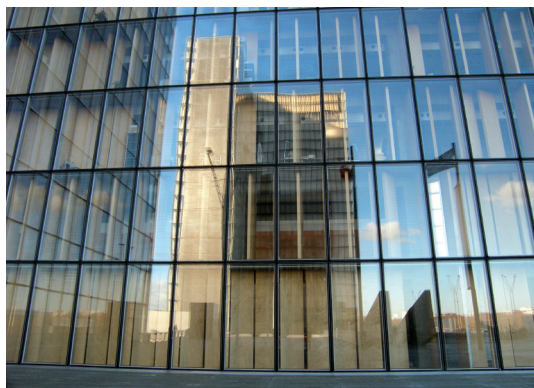
II. 3. Ruchome panele zewnętrzne i wewnętrzne
(fot. B. Siedlecki)

III. 3. Movable external and internal panels
(photo by B. Siedlecki)



II. 4. Konstrukcja do obsługi rolet zewnętrznych
(fot. B. Siedlecki)

III. 4. Construction for servicing external roller blinds
(photo by B. Siedlecki)



Il. 5. Nastawne drewniane panele wewnętrzne
(fot. B. Siedlecki)

Ill. 5. Adjustable wooden internal panels
(photo by B. Siedlecki)



Il. 6. Elewacja bioaktywna – pionowy ogród
(fot. B. Siedlecki)

Ill. 6. Bioactive elevation – vertical garden
(photo by B. Siedlecki)