Wacław Celadyn*

DETAL ARCHITEKTONICZNY W ŚWIETLE WSPÓŁCZESNYCH IMPERATYWÓW PROJEKTOWYCH

Zmianom stylistycznym w architekturze towarzyszyły przemiany w sferze detali architektonicznych. Jako forma detalu budowlanego detale architektoniczne są wyrazem nowych tendencji w budownictwie. Aktualnie obowiązujący energetyczny imperatyw projektowy staje się determinantą nowej stylistyki architektonicznej. Detale uzyskują odmienne od dotychczasowego znaczenie, pełniąc często funkcje techniczne związane z różnymi aspektami energii w architekturze. Nowa estetyka techniczna skutkuje bogactwem przestrzennych rozwiązań elewacji. Dalszy rozwój technologiczny w budownictwie wydaje się jednak prowadzić w przeciwnym kierunku.

Słowa kluczowe: architektura, detal architektoniczny, energia w architekturze

1. Wprowadzenie

Detal architektoniczny stanowił w przeszłości emanację reguł stylistycznych charakterystycznych dla danej epoki historii architektury. Aktualnie przy braku jednolitych zasad estetycznych metody rozwiązywania detali architektonicznych nie wynikają z przyjętej stylistyki, lecz ze ściśle określonych wymogów technicznych regulowanych obowiązującymi przepisami prawnymi i akceptowanymi normami budowlanymi. Funkcja dekoracyjna detalu, dominująca w architekturze historycznej nad techniczną, została znaczeniowo zminimalizowana w budownictwie współczesnym. Powszechnie akceptowane hasła architektury i budownictwa zrównoważonego w praktyce prawno – projektowej na pierwszym miejscu stawiają kwestie energetyczne, czyniąc z nich podstawowy imperatyw projektowy mający istotny wpływ na kształt współczesnej architektury w odniesieniu do całego obiektu, jego części oraz rozwiązań na poziomie detalu. Szeroko ujęta energia, jako główny czynnik kształtowania architektonicznego, nie jest jednak jedyną wytyczną projektową we współczesnych obiektach. Aktualne, podlegające ciągłym ewolucjom, możliwości techniczne stanowią inspiracje nowych niekonwencjonalnych koncepcji projektowych.

Osobny ważny problem w związku z koniecznością dostosowania istniejących budynków do nowych wymagań normowych w zakresie energooszczędności stanowi ich modernizacja. Ten często skomplikowany pod względem projektowym i wykonawczym proces kształtuje specyficzne relacje między nowymi detalami modernizowanego obiektu, a istniejącymi charakteryzującymi się odmiennym charakterem estetycznym i funkcjonalnym.

2. Detal architektoniczny versus detal budowlany

Należy rozróżnić będące w użyciu dwa osobne pojęcia – detalu architektonicznego i detalu budowlanego. Wobec braku satysfakcjonującej definicji tych pojęć sensowne wydaje się odniesienie *per analogiam*

* Celadyn Wacław, prof.dr hab.inż.arch., Politechnika Krakowska, Wydział Architektury, Instytut Projektowania Budowlanego.

do definicji architektury i budownictwa. Detal budowlany jest pojęciem o szerszym znaczeniowo zakresie niż detal architektoniczny i określa rozwiązania techniczne w zakresie skal typowych dla najmniejszych elementów budynków. Może być widoczny lub też ukryty w strukturze budynku. Przyczynia się do zapewnienia stabilności konstrukcyjnej i właściwego funkcjonowania obiektu. Detal budowlany może być detalem uznawanym za architektoniczny wtedy, gdy pełni dodatkowo funkcje estetyczne lub też wyłącznie estetyczne. Detal architektoniczny jest zatem z reguły także detalem budowlanym i stanowi jego zawężenie pojęciowe. Detal architektoniczny, aby pełnić swą funkcję estetyczną, musi zawsze być widoczny w odróżnieniu od detalu budowlanego, który tego warunku często nie spełnia. Odnosi się to zarówno do architektonicznych detali historycznych, jak i do detali współczesnych.

Termin „detal architektoniczny" posiada w rzeczywistości kilka znaczeń. Może być elementem w różnym stopniu zależnym od struktury budynku – mniej lub bardziej z nim zintegrowanym. Jednocześnie nazwa „detal" odnosi się do graficznej reprezentacji elementu, jego struktury, koloru i materiałów z których jest wykonany wraz z odpowiednią informacją uzupełniającą. Zajmijmy się jednak detalem architektonicznym w pierwszym znaczeniu uznając w tych rozważaniach, że detal jest elementem dekoracyjnym lub technicznym elewacji budynku stanowiącym pewną całość przestrzenno-funkcjonalną.

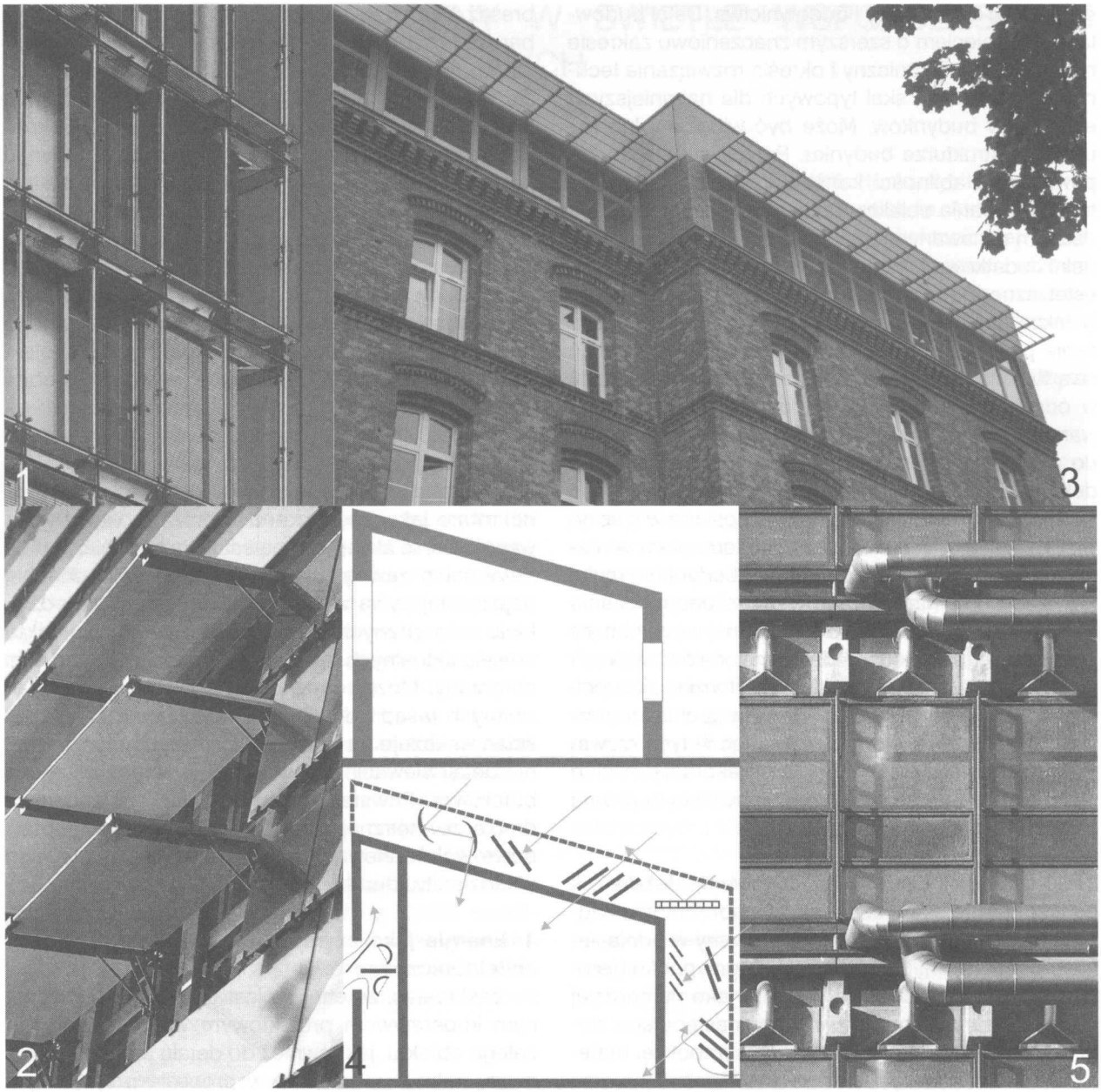
3. Podstawowe czynniki kształtowania detalu

Detal architektoniczny jako wyodrębniony fragment budynku był zawsze kształtowany w odniesieniu do kilku istotnych czynników. W przypadku historycznych detali architektonicznych jako najbardziej charakterystyczne należy wymienić następujące: dominującą stylistykę ornamentalną, symbolikę, materiał elewacji, względy techniczne i ekonomiczne oraz prestiż. Współczesny detal architektoniczny podlega bardziej rozbudowanym i często odmiennym czynnikom twórczym. Oprócz wymienionych pojawiają się nowe, jak: indywidualizm stylistyczny, przyjęta technologia (materiał, sposób mocowania), koncepcja energetyczna budynku, konstrukcja budynku i ścian zewnętrznych (elewacje podwójne), lokalizacja instalacji technicznych na elewacji. Współczesny detal jest zatem kształtowany z uwzględnieniem większej ilości analizowanych czynników niż detal historyczny. Wynika to z odmiennych technologii, materiałów, wyposażenia techniczno-instalacyjnego oraz omawianych aktualnych imperatywów projektowych. Niektóre z technicznych wymogów wobec obiektów historycznych stały się nieaktualne i zbędne. Odnosi się to na przykład do detali związanych z ochroną przeciwwodną budynków, takich jak np. okapy i gzyms. Są one obecnie traktowane niejednokrotnie jako zbędny anachronizm kolidujący ze współcześnie akceptowaną estetyką budynków. O ile detal ścian zewnętrznych w przeszłości i obecnie najczęściej bywa wyeksponowany i poddany działaniu zewnętrznych czynników atmosferycznych, to w wielu aktualnych realizacjach pozostaje przed nimi chroniony. Można to zauważyć na przykładach tak zwanych fasad podwójnych. Analiza struktury tych ścian wskazuje na lokalizację istotnych energetycznie detali elewacji w utworzonej zewnętrznej strefie buforowej. Powstaje ona w efekcie zastosowania drugiej zewnętrznej przegrody pełniącej funkcje osłonowe wobec elewacji wewnętrznej w tym dualnym układzie strukturalnym (il. 1).

4. Energia jako czynnik kształtowania detalu architektonicznego

Zakładając, że energia jest głównym współczesnym imperatywem projektowym w odniesieniu do całego obiektu, jak również do detalu architektonicznego, należy uwzględnić w procesie projektowym

1. Fasada podwójna z detalami osłoniętymi wewnątrz jej struktury przestrzennej
2. Elementy systemu energetycznego budynku jako detale elewacji
3. Współczesny detal elewacyjny systemu energetycznego nadbudowy budynku w konfrontacji z detalem historycznym
4. Tradycyjne masywne przegrody zewnętrzne i współczesne o strukturze przestrzennej z elementami (detalami) systemów energetycznych
5. Detale elewacji budynku w stylu high-tech



następujące typowe najważniejsze czynniki z nią związane:
- promieniowanie słoneczne,
- straty ciepła przez ściany zewnętrzne,
- światło dzienne,
- akustyka,
- wiatr.

Rozwiązania detaliczne związane z tymi czynnikami znajdujemy na zewnątrz budynku (elewacja, dach), jak i wewnątrz przy ścianie zewnętrznej, a także pod dachem.

Promieniowanie słoneczne i wykorzystanie go w budynkach dla celów grzewczych jest najbardziej widocznym czynnikiem kształtującym formę, elewacje i detale obiektu. Fasada zdeterminowana oddziaływaniem tego czynnika uzyskuje w znacznej części lub całkowicie przeszklenie, a w związku z nim cały szereg elementów wyposażenia elewacji. Należą do nich różnego rodzaju osłony przeciwsłoneczne, systemy kolektorowo-reflektorowe oświetlenia dziennego, systemy rozpraszania promieniowania i akumulacji energii słonecznej, kolektory słoneczne i panele z ogniwami fotowoltaicznymi. Mnogość tych systemów umożliwia bogate zróżnicowanie efektów przestrzennych i estetycznych detali elewacji (il. 2).

Warto zauważyć, że w poprzednich epokach historycznych detale elewacji i same elewacje nie podlegały zróżnicowaniu wynikającemu z oddziaływania czynników zewnętrznych na budynek. Współcześnie czynniki energetyczne stymulują niejednakowe traktowanie poszczególnych fasad. Wynika to z diametralnie odmiennych warunków energetycznych na poszczególnych elewacjach budynków. W obiektach zaprojektowanych racjonalnie pod względem energetyczno-ekonomicznym fasady południowe są obficiej wyposażone w elementy (detale) architektoniczne niż pozostałe.

Czynniki energetyczne są zazwyczaj kojarzone z pozyskiwaniem energii lub z metodami ochrony przed jej stratami z budynku. W szerszym ujęciu tego problemu należy uwzględnić również zagadnienia akustyczne związane z energią fal dźwiękowych. W zakresie elewacji i ich wyposażenia w odpowiednie detaliczne rozwiązania środki techniczne stosowane dla redukcji energii fal akustycznych to głównie podwójne elewacje, tłumiki hałasu, elewacyjne ekrany akustyczne. Te detale elewacji są związane z ich lokalizacją od strony źródeł hałasu zewnętrznego – najczęściej występującego tylko z jednej strony budynku. Z analizy powyższych przykładów wynika, że czynnik energetyczny wprowadza do architektury nierównowagę w traktowaniu poszczególnych fasad i ich detali.

5. Detal architektoniczny wobec przemian struktury ścian zewnętrznych

Detal architektoniczny zewnętrzny, jak i wewnętrzny związane są ze strukturą przegród – ścian i stropów lub sklepień. Współcześnie następujące przemiany tej struktury mają istotny wpływ również i na powiązany z nimi detal. Od momentu rozpoczęcia wykorzystywania ścian zewnętrznych dla celów pozyskiwania energii odnawialnej, czyli od lat siedemdziesiątych ubiegłego wieku, zaczęła się również zmieniać ich struktura i parametry wymiarowe. Nowe elementy o charakterze głównie techniczno-energetycznym zlokalizowane na elewacjach wzbogacają istotnie ich kształt i przyczyniają się do ich rozwarstwienia przestrzennego. Tradycyjna ściana płaska uzupełniona zintegrowanymi z nią przestrzennymi lub płaskimi elementami, zasadniczo najczęściej o funkcji dekoracyjnej, zaczęła zmieniać swój charakter. Zmiany te narzuciły nie tylko przegrodom zewnętrznym ale również i całym obiektom nową stylistykę o dominacji cech typowo technicznych. Architektura dostosowała się tym samym do nowej epoki innowacyjnej stając się niejako jej manifestacją. Historyczne detale dekoracyjne zostały zastąpione nie tyle nową stylistycznie

dekoracją, ile „elementami wyposażenia" fasad o ściśle określonej funkcji technicznej. Niejednokrotnie można dostrzec w pewnym przedziale czasowym proces wypierania bądź uzupełniania elewacji elementami wyposażenia techniczno-energetycznego w ramach istniejącego historycznego budynku modernizowanego lub rozbudowywanego (il. 3).

Elewacje były do niedawna płaskie lub rozrzeźbione dzięki zintegrowanym z nimi detalom. Pojawienie się na nich rozbudowanych elementów i urządzeń techniczno – energetycznych wprowadziło do ich systematyki rozwiązania przestrzenne. Ta transformacja związana była z nadaniem detalom architektonicznym w zmienionej formie i funkcji nowego znaczenia. W wielu takich przypadkach, przy dominacji detalu o takim charakterze, można nawet z nim związane obiekty nazwać architekturą detalu. Wymogi energetyczne ukierunkowały rozwój nowej architektury elewacji w kierunku rozwiązań przestrzennych (il. 4).

Obserwując przemiany strukturalne ścian i związanych z nimi detali można zauważyć, że transformacja struktur w kierunku rozwarstwionych ścian przestrzennych z poszczególnymi elementami (detalami) wyposażenia techniczno-energetycznego napotkała problemy natury energetycznej innego rodzaju. Powstanie koncepcji fasad podwójnych wynikało z potrzeby tworzenia buforów termicznych, ale także z konieczności osłony w nich umieszczonych elementów przed intensywnym oddziaływaniem silnych wiatrów – innego wymienionego wyżej czynnika związanego z energią. Wprowadzenie podwójnych fasad spowodowało ponowny powrót do elewacji „gładkich" o nieznacznej ilości wyeksponowanych elementów przestrzennych (detali) na zewnątrz budynku. Fasady zaczęły się więc na powrót upodabniać do prostych, pozbawionych elementów przestrzennych elewacji modernistycznych, chociaż już o radykalnie innej przestrzennej strukturze wewnętrznej. Pewna rozrzutność przestrzenna wspomnianych fasad podwójnych wypełnionych elementami detalicznymi skierowała poszukiwania badaczy ponownie w kierunku koncepcji ścian płaskich i redukcji, bądź wręcz eliminacji przestrzennych elementów techniczno-energetycznych. Te badania i eksperymenty, mające za cel powrót do ścian płaskich „bez detali", w rezultacie powinny doprowadzić do konstrukcji ścian wielofunkcyjnych typu płaskiego proponowanych przez Mike`a Davisa (*polyvalent wall*).

Okres stylistyki *high-tech* zapoczątkowany w sposób spektakularny realizacją Centrum Pompidou i kontynuowany szeregiem innych obiektów (il. 5) zyskał konkurencję w postaci przestrzennie znacznie uboższej stylistyki minimalistycznej, wizualnie stojącej do niej w opozycji. Jednakże i w tej płaskiej wersji, bez przestrzennych detali, czynnik energetyczny jest warunkującym przyjęte rozwiązania techniczne. Tylko powodzenie w zakresie uzyskania struktur przegród reagujących odpowiednio na czynniki energetyczne może doprowadzić skutecznie do ukształtowania innowacyjnej, współczesnej w pełni odpowiadającej poziomowi techniki i cywilizacji architektury.

6. Podsumowanie

Rola detalu architektonicznego, niebagatelna w rozwoju architektury, w przeszłości była nieraz decydującą determinując style architektoniczne. Obecnie detal jest najczęściej elementem technicznym pełniącym w sposób zamierzony lub niezamierzony również rolę estetyczną w kontekście całej elewacji lub jej części. W różnych kulturach budowlanych i w różnych okresach jego rola bywała mniej lub bardziej doceniana. W architekturze modernistycznej ostatnich dekad detal bywał ważniejszym czynnikiem kształtującym niż inne czynniki estetyczne fasad, takie jak rytm, artykulacja czy materiał. Urządzenia energetyczne wyeksponowane na elewacjach, jako jej detale architektoniczne, stworzyły nową estetykę

związaną ściśle z aktualnymi tendencjami w rozwoju zrównoważonym architektury i budownictwa. Są też świetnym polem działań architektów i inżynierów różnych specjalności budowlanych oraz innych w zakresie innowacji technicznych. W ten sposób imperatyw energetyczny w budownictwie stał się głównym czynnikiem kształtowania obiektów architektury naszych czasów.

BIBLIOGRAFIA

Celadyn W., *Przegrody przeszklone w architekturze energooszczędnej,* Kraków 2004.
Detail, nr 7–8, 2006.
Glas. Architektur und Technik, nr 2, 2001.
Schittich, Staib, Balkow, Schuler, Sobek, *Glass Construction Manual,* München 1999.

Wacław Celadyn*

ARCHITECTURAL DETAIL AND THE CONTEMPORARY DESIGN IMPERATIVES

Stylistic alterations in architecture have been accompanied by modifications in architectural detailing. As a part of constructional detailing are architectural details responsible for new tendencies in construction. Nowadays energy being the principal factor and imperative in architectural design has emerged as a determinant of new stylistic features. Architectural details and their semantics are now different from they used to be. Their technical role relating to different aspects of energy in architecture as opposed to the past results in spatially enhanced solutions for façades. Further technological development in construction industry, however, seems to indicate the perspectives other than expected.

Keywords: architecture, architectural detail, energy in architecture

1. Introduction

In the past, architectural detail was the emanation of stylistic rules characteristic of a given epoch in the history of architecture. These days, with a lack of uniform esthetic principles, the methods of solving architectural details do not result from adopted stylistics but from defined technical requirements regulated by the binding precepts of law and accepted building norms. The decorative function of a detail, dominating over its technical function in historical architecture, has been semantically minimized in contemporary construction. The slogans of sustainable architecture and construction, generally accepted in legal and design practice, prioritize the questions of energy treating them as the basic design imperative which has a strong impact on the shape of contemporary architecture with reference to an entire object, its parts and solutions at the level of detail. However, broadly understood energy as the main factor of architectural formation is not the only design guideline in contemporary objects. Current, constantly evolving technical possibilities inspire new unconventional design concepts.

Another important problem in relation to the necessity of adjusting the existing buildings to new normative requirements in the field of energy saving is modernization. This process, frequently complicated in the design and executive respect, shapes peculiar relations between new details of an object under modernization and the existing details characterized by different esthetical and functional character.

2. Architectural Detail versus Constructional Detail

We must distinguish between two commonly used notions – architectural detail and constructional detail.

* Celadyn Wacław, Prof. D.Sc. Ph.D. Arch., Cracow University of Technology, Faculty of Architecture, Institute of Building Design.

With the lack of a satisfying definition of these terms, *per analogiam* reference to the definitions of architecture and construction seems a reasonable solution. The notion of constructional detail is broader than architectural detail – it concerns technical solutions within scales typical of the smallest elements of a building. It may be visible or hidden in its structure. It helps to guarantee its constructional stability and proper functioning. A constructional detail can be regarded as an architectural detail when it fulfills additional or exclusive esthetical functions. Thus, an architectural detail is usually a narrowed constructional detail. In order to fulfill its esthetical function, an architectural detail has to be visible all the time as opposed to a constructional detail which rarely satisfies this condition. It refers both to historical architectural details and contemporary ones.

Actually, the term "architectural detail" has several meanings. It can be an element which depends on the structure of a building to various extents – more or less integrated with it. The word "detail" also refers to the graphical representation of an element, its structure, colour and materials with supplementary information. We are going to deal with architectural detail in its former meaning acknowledging that it is a decorative or technical element of the elevation forming a spatial and functional whole.

3. The Basic Factors of Shaping a Detail

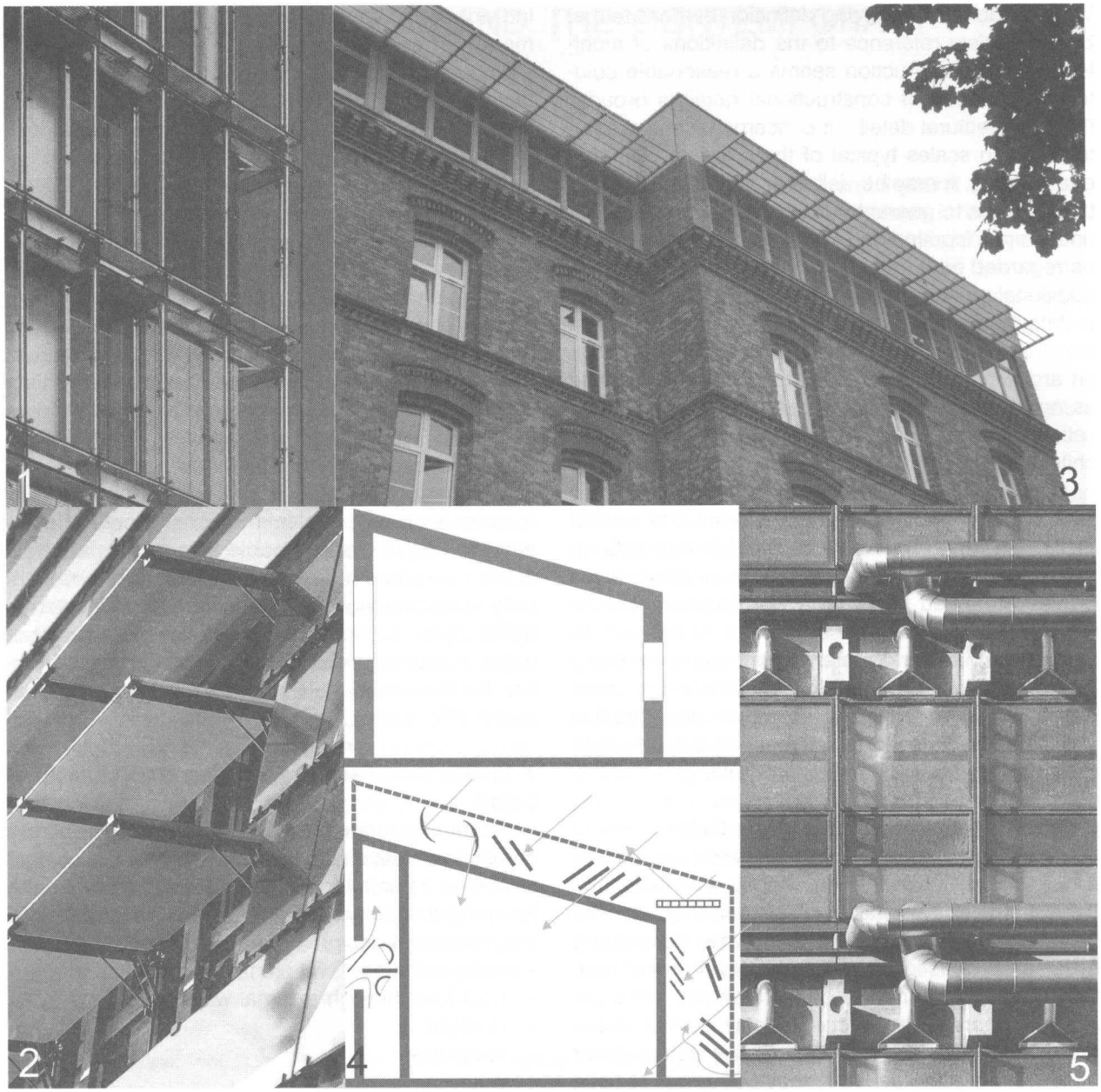
An architectural detail as a separated fragment of a building has always been shaped with reference to several significant factors. The most characteristic historical architectural details include: dominating ornamental stylistics, symbolism, elevation material, technical and economic considerations, prestige. A contemporary architectural detail comes under more developed, often varying creative factors. Apart from the foregoing aspects, they comprise: stylistic individualism, adopted technology (material, installment), an energy concept for a building, the construction of a building and its external walls (double facades), the location of technical installations on an elevation. Thus, contemporary detail is shaped with the recognition of more analyzed factors than historical detail. It results from different technologies, materials, technical and installation equipment as well as current design imperatives under discussion. Certain technical requirements for historical objects have become outdated and redundant. For instance, it may refer to details related to flood control over buildings, such as eaves or cornices. Nowadays, they are often treated as a superfluous anachronism which clashes with contemporarily accepted building esthetics. Even though the detail of external walls has often been exposed to the impact of external atmospheric factors, it is protected from them in numerous current implementations. It could be exemplified by so-called double facades. An analysis of their structure indicates the location of energetically important façade details in the formed external buffer zone. It comes into existence as a result of using a second external division acting as protection for the external elevation in this dual structural layout (Pic. 1).

4. Energy as a Factor of Shaping an Architectural Detail

Assuming that energy is the main contemporary design imperative with reference to an entire object as well as its architectural detail, we should take the following related typical factors into consideration in the process of design:

- solar radiation,
- heat loss through external walls,
- daylight,
- acoustics,
- wind.

1. Double façade and its details weather-protected between the skins
2. Elements of the building energy system as details of the façade
3. Contemporary detail of the building energy system as opposed to a historic detail
4. Traditional massive building skin and contemporary three-dimensional building envelope with the elements of energy system
5. High-tech building and the details of its façade



We find detail solutions related to these factors outside a building (the elevation, the roof) as well as inside at the external wall and under the roof.

Solar radiation used in buildings for heating purposes is the most explicit factor shaping the form, elevations and details of an object. Its façade, determined by the activity of this factor, receives extensive or total glazing and, consequently, a series of elevation elements. They include various kinds of sun protection, collector and reflector systems of daytime illumination, systems of radiation diffusion and solar energy accumulation, solar collectors and panels with photovoltaic cells. The multitude of such systems facilitates the diversity of spatial and esthetical effects for elevation details (Pic. 2).

Let us notice that elevation details as well the elevations themselves did not vary because of external factors in the previous historical epochs. Contemporarily, energy factors stimulate unequal treatment of individual facades. It results from their diametrically opposed energy conditions. In objects designed rationally in the energy and economic respect, the south facades have more architectural elements (details) than the remaining elevations.

Energy factors are usually associated with energy gain or the methods of preventing energy loss. In a broader depiction of this problem, we ought to take acoustic issues related to the energy of sonic waves into account. In relation to the elevations and their appropriate detail solutions, technical measures used for reducing sonic wave energy are mainly double facades, silencers and elevation acoustic screens. These details are related to their location near the sources of external noise – usually on one side of a building only. An analysis of the abovementioned examples shows that the energy factor introduces unbalance to architecture in the treatment of individual facades with their details.

5. Architectural Detail in the Face of the Transformed Structure of External Walls

External and internal architectural details are related to the structure of divisions – walls and structural ceilings or vaults. Contemporary transformations of this structure strongly influence the related detail, too. When external walls began to serve the purposes of renewable energy gain in the 1970s, their structure and parameters changed as well. New elements of mostly technical and energy character located on elevations visibly enrich their shape and contribute to their spatial delamination. The traditional flat wall, complemented with integrated spatial or flat elements, usually with the decorative function, started changing its character. These changes imposed new stylistics with dominative technical features on external divisions as well as entire objects. So, architecture accommodated itself to a new innovative era and became its manifestation. Historical decorative details were replaced with "elements of façade fitting", fulfilling a defined technical function, rather than stylistically new decoration. One can often notice the process of superseding or complementing elevations with elements of technical and energy equipment within an existing historical building under modernization or extension in a certain temporal interval (Pic. 3).

Until recently, elevations had been flat or sculptural owing to their integrated details. The appearance of extended elements as well as technical and energy devices introduced spatial solutions to their systematics. That transformation was related to the new significance of architectural details in an altered form and function. In many cases, with the domination of detail of such character, we can even call the related objects 'the architecture of detail'. The energy

requirements shifted the development of new architecture towards spatial solutions (Pic. 4).

Observing structural changes in walls with their details, one can clearly see that the transformation of structures towards layered spatial walls with individual elements (details) of technical and energy fittings encounters energy problems of a different kind. The creation of the concept of double facades resulted from the need of forming thermal buffers as well as the necessity of protecting their elements against the intensive activity of strong winds – one of the foregoing factors related to energy. The introduction of double facades caused another return to "smooth" elevations with a limited number of exposed spatial elements (details) outside a building. As a result, facades were more and more similar to simple modernistic elevations without any spatial elements yet with a radically different inner spatial structure. The spatial extravagance of double facades filled with details made architects revive the concept of flat walls and the reduction or even elimination of technical and energy spatial elements. In the long run, their researches and experiments, which aim at returning to flat walls "without any details", should lead to the construction of multifunctional flat walls suggested by Mike Davis (polyvalent wall).

The high-tech period, commenced by the spectacular implementation of the Pompidou Centre and continued with a series of other objects (Pic. 5), found competition in the form of spatially poorer minimalist stylistics which stands in visual opposition to it. However, in this flat version deprived of spatial details, the energy factor conditions adopted technical solutions. Only success in the field of producing division structures which properly react to energy factors may lead to the formation of innovative contemporary architecture fully matching the level of technology and civilization.

6. Summary

In the past, the significant role of architectural detail in the development of architecture often determined architectural styles. At present, a detail is usually a technical element which intentionally or unintentionally plays an esthetical role in the context of an entire elevation or a part of it. In various building cultures and in various periods, its role was more or less appreciated. In the modernist architecture of the previous decades, detail as the shaping factor was more important than other esthetical façade factors, such as the rhythm, articulation or material. Energy appliances, exposed on the elevations as its architectural details, created new esthetics bound with current tendencies in the sustainable development of architecture and construction. They make an excellent scope of activity for architects and engineers with diverse specializations as well as those who deal with technical innovations. In this manner, the energy imperative in construction has become the main factor of shaping architectural objects in our times.

BIBLIOGRAPHY

Celadyn W., *Przegrody przeszklone w architekturze energooszczędnej,* Krakow 2004.
Detail, No. 7–8, 2006.
Glas. Architektur und Technik, No. 2, 2001.
Schittich, Staib, Balkow, Schuler, Sobek, *Glass Construction Manual,* München 1999.