ZESZYTY NAUKOWE POLITECHNIKI ŚLĄSKIEJ 2009
Seria: ARCHITEKTURA z. 48 Nr kol. 1793

Piotr KUCZIA
agn Niederberghaus & Partner GmbH, Niemcy

INSOLACJA PRZESTRZENI ARCHITEKTONICZNEJ A ZDROWIE I SAMOPOCZUCIE CZŁOWIEKA

Streszczenie. Słońce ma wpływ na zdrowie i samopoczucie człowieka. Zadaniem architekta jest zaprojektowanie optymalnej insolacji budynku. Architektura solarna, skupiając się na aspektach energetycznych, zaniedbała zdrowotne aspekty światła słonecznego. Aspekty te stanowiły istotny temat architektury modernistycznej pierwszej połowy XX w. Przedstawione realizacje uwzględniają psychologiczne i fizjologiczne oddziaływanie światła słonecznego na człowieka.

INFLUENCE OF INSOLATION OF ARCHITECTURAL SPACE ON HUMAN'S HEALTH AND STATE OF MIND

Summary. Sunlight influences our health and our state of mind. To design an optimal insolation of the building is a duty of an architect. So far, solar architecture only focused on energy recovery and disregarded the health promoting aspects of the sunlight. These topics were matter of particular importance in the modernist architecture of the first half of the twentieth century. The buildings shown here illustrate their particular design under aspect of the psychological and physiological value of the sunlight.

„Dove non va il sole, va il dottore"[1]

Określenie optymalnej dawki promieni słonecznych w budynkach jest jedną z zasadniczych treści praktyki projektowej architekta.

Od kiedy istnieje na ziemi życie, słońce dyktuje jego rytmy w przyrodzie. Od kiedy człowiek buduje, świadomie lub podświadomie uwzględnia w swoich budynkach oddziaływanie słońca. Korzystny wpływ słońca na zdrowie i samopoczucie człowieka znany jest od

[1] Włoskie przysłowie, w wolnym tłumaczeniu: „Gdzie nie dociera słońce, tam dociera lekarz".

tysiącleci. W słonecznym mieście Helum koło Kairu istniało sanatorium, w którym prowadzono kuracje słońcem [13]. Jeden z najwybitniejszych prekursorów współczesnej medycyny, Hipokrates, zbudował na wyspie Kos sanatorium, w którym leczył pacjentów kąpielami słonecznymi w specjalnie zaprojektowanym solarium. Również późniejsze rzymskie termy wyposażane były często w solaria. Wspominali o nich Galen, Cyceron i Pliniusz Starszy. Ten ostatni w swojej historii naturalnej napisał: „Sol es remediorum maximum" – słońce jest najlepszym lekarstwem [5].

Spoglądając wstecz, można odnaleźć zależności pomiędzy rolą światła słonecznego w medycynie a powstającą w danym czasie architekturą. Zainicjowane przez dziewiętnastowiecznych higienistów trendy znalazły materialne odzwierciedlenie w modernistycznej architekturze i urbanistyce początków XX w. Podobnie jak wynalazki techniczne i rozwój technologiczny były czynnikami inspirującymi w rozwoju architektury[1], tak i medycyna miała wpływ na obraz ówczesnej architektury. Można zaryzykować stwierdzenie, że rozpowszechnione w tamtych czasach choroby takie, jak gruźlica lub krzywica, w bezpośredni sposób odbiły się na formie przestrzennej budynków.

W roku 1908 austriacki architekt Otto Wagner otrzymał od jednego z prekursorów helioterapii[2] – szwajcara Augusta Rolliera – zlecenie zbudowania w alpejskim Leysin sanatorium z obszernym tarasem dachowym, na którym pacjenci mogli zażywać kąpieli słonecznych [6]. Rollier twierdził później, że projektowane przez Le Corbusiera tarasy dachowe były wynikiem wizyty tego architekta w klinice Leysin [3]. W 1943 roku w Karcie Ateńskiej Le Corbusier postulował wprowadzenie słońca do architektury jako „nowe i konieczne zadanie architekta". Słońce w jego projektach było nie tylko czynnikiem higienicznym, ale stale pozostawało ważnym środkiem architektonicznego wyrazu [11]. Gra świateł i cieni we wnętrzach kaplicy w Ronchamp czy w budynkach Kapitolu w Czandigarh (fot. 1) jest niezapomnianym przeżyciem estetycznym.

„Światło, powietrze, słońce" - to jeden z centralnych postulatów architektury modernistycznej. Sztandarowym przykładem architektury miejsc pracy tworzonych zgodnie z tą zasadą jest fabryka kawy i tytoniu van Nelle w Rotterdamie (fot. 2). Zbudowana w 1930 roku przez architektów Brinkman & van der Vlugt fabryka była symbolem nowych czasów.

---

[1] Tematykę tą podejmuje m. in. J. Włodarczyk w swoim skrypcie „Technika jako czynnik inspirujący w architekturze", Gliwice 2005 [14].

[2] Na początku XX w. helioterapia – leczenie odpowiednio dobranymi dawkami promieni słonecznych - była uznaną dziedziną medycyny. Stosowano ją z powodzeniem w leczeniu gruźlicy, krzywicy i do dezynfekcji ran. W 1903 roku duński lekarz Niels Finsen otrzymał nagrodę Nobla za badania w dziedzinie helioterapii [7]. Rozpowszechnienie antybiotyków na długi okres zahamowało rozwój tej dyscypliny. Obecnie helioterapia powraca do łask, o czym może świadczyć fakt, że niektóre niemieckie kasy chorych zawarły ją w katalogu świadczeń.

Fot. 1. Gra świateł i cieni – Sekretariat w Czandigarh, arch. Le Corbusier, 1958 r. (fot. P. Kuczia)
Photo. 1. Government building in Chandigarh, arch. Le Corbusier, 1958 (phot. P. Kuczia)

Fot. 2. Fabryka Van Nelle w Rotterdamie, arch. Brinkmann & van der Vlugt, 1930 r. (fot. P. Kuczia)
Photo. 2. Van Nelle Factory Rotterdam, arch. Brinkamnn & van der Vlugt, 1930 (photo. P. Kuczia)

Pracujący wspólnie w przeszklonych, pełnych światła halach robotnicy i zarządzający spoglądali na „bezkresne łąki"[3] [8]. Podobnie jak zaprojektowane przez Gropiusa budynki Bauhausu w Dessau z 1926 r. – fabryka van Nelle poddana została niedawno gruntownej renowacji. Jak się okazało, spełnienie współczesnych wymagań mikroklimatycznych we wnętrzach przy zachowaniu oryginalnego detalu architektonicznego – nawet w przypadku stosowaniu nowoczesnych rozwiązań technicznych - możliwe jest tylko przy ogromnych nakładach finansowych i tylko w ograniczonym stopniu [1]. Modernistyczne idee tamtych czasów wyprzedziły możliwości, jakie oferowała ówczesna technika. Dosyć boleśnie odczuł to Le Corbusier na przykładzie schroniska Armii Zbawienia dla bezdomnych w Paryżu, które w związku z licznymi problemami związanymi z mikroklimatem wnętrz, stało się symbolem porażki architekta.

Obecnie jesteśmy o parę kroków dalej. Mamy do dyspozycji nowoczesne materiały i technologie, które pozwalają na kontrolowane, aktywniejsze i intensywniejsze wykorzystanie promieni słońca – znalezienie optimum pozostaje zadaniem architekta.

[3] Le Corbusier po odwiedzeniu fabryki Van Nelle napisał: „wizyta w tej fabryce była jednym z najpiękniejszych dni w moim życiu" [8].

Wraz z poprawą stanu zdrowia społeczeństw drugiej połowy XX w. niektóre aspekty światła słonecznego w architekturze poszły w zapomnienie. Rozwijająca się od ponad 30 lat architektura solarna skupiła się głównie na pozyskiwaniu i magazynowaniu energii słonecznej – psychologiczne, higieniczne i medyczne właściwości światła słonecznego odgrywały raczej drugorzędną rolę w projektowaniu budynków. Nie znalazły one nawet odbicia w podpisanej w 1996 przez międzynarodowe grono renomowanych architektów „Europejskiej karcie energii solarnej w architekturze i urbanistyce" [2][4], która miała wytyczać kierunki rozwoju architektury solarnej. Tematyka ta będzie w przyszłości nabierać coraz większego znaczenia.

1. ASPEKTY PROJEKTOWANIA INSOLACJI BUDYNKÓW

Architektura solarna kojarzy się zwykle z pasywnym lub aktywnym pozyskiwaniem energii z promieni słonecznych. Szeroko rozumiana architektura solarna powinna jednakże uwzględniać wszelkie płaszczyzny oddziaływania światła słonecznego na ludzi przebywających w budynkach.

Projektowanie holistycznie pojmowanej architektury solarnej odbywa się w różnych aspektach:

- Aspekt energetyczny

Obejmuje on pasywne i aktywne pozyskiwanie energii cieplnej i elektrycznej z promieni słonecznych[5] oraz pasywne wspomaganie wentylacji pomieszczeń w celu redukcji zapotrzebowania na energię ze źródeł nieodnawialnych i zapewnienia odpowiedniego komfortu termicznego we wnętrzach.

- Aspekt fizjologiczny

Dotyczy on całokształtu wpływów Słońca na organizm człowieka, np. zapewnienia odpowiedniego natężenia oświetlenia naturalnego w pomieszczeniach, zapewnienia niezbędnych bodźców wzrokowych, możliwości odczuwania rytmów dnia i nocy itp.

- Aspekt psychologiczny

Związany jest on z wpływem światła słonecznego na samopoczucie i komfort psychiczny osób przebywających w budynkach.

- Aspekt higieniczny

Światło słoneczne niszczy drobnoustroje i jednocześnie w dobrze oświetlonych wnętrzach widać stopień utrzymania czystości.

- Aspekt estetyczny

Przejawia się on całej gamie estetycznych oddziaływań naturalnego światła na zmysły człowieka, np. w percepcji gry świateł i cieni, w zróżnicowanym odbiorze obiektów i kolorów w zależności od natężenia i spektrum światła itd.

---

[4] Współautorami podpisanej w Berlinie karty wśród 30 europejskich architektów byli m. in.: N. Foster, R. Piano, R. Rogers, Th. Herzog, R. Erskine, N. Grimshaw, F. Otto.

[5] Zagadnieniu temu poświęcona jest na przykład wydana pod redakcją A. Lisika pozycja: „Odnawialne źródła energii w architekturze", Gliwice 2002 [11].

- Aspekt ekologiczny

Jego celem jest zmniejszenie zanieczyszczeń i minimalizacja innych problemów związanych z wytwarzaniem energii ze źródeł nieodnawialnych, np. emisji dwutlenku węgla do atmosfery lub utylizacji odpadków. Zmniejszenie zanieczyszczeń środowiska ma pośrednio długofalowy wpływ na zdrowie ludności.

- Aspekt ekonomiczny

Zmierza on w kierunku ograniczenia kosztów eksploatacji budynków, przez pozyskiwanie energii słonecznej i wykorzystanie światła naturalnego do oświetlenia. Spoglądając na problematykę szerzej, można stwierdzić, że także inne aspekty insolacji budynków mają pośredni wpływ na koszty ponoszone przez społeczeństwo, np. pozytywny wpływ światła słonecznego na zdrowie redukuje wydatki na służbę zdrowia itd.

- Aspekt prawny

Ma on na celu zapewnienie wymaganej przepisami minimalnej powierzchni otworów okiennych, minimalnego czasu insolacji pomieszczeń oraz zachowanie odpowiednich odległości pomiędzy budynkami.

Rolę interfejsu pomiędzy oddziaływaniami słońca a wnętrzem pełnią przegrody zewnętrze budynku. O kontakcie ze środowiskiem zewnętrznym decyduje głównie ilość i jakość przeszklonych części tych przegród. To, co w XVIII wiecznej Anglii było rezultatem kuriozalnego podatku od okien, kilkanaście lat temu wydawało się zagrażać także architekturze energooszczędnej: minimalizacja powierzchni przeszkleń w ścianach budynków. Wzrastające stale wymagania pod względem izolacyjności cieplnej przegród i nieuwzględnianie zysków solarnych prowadziły do redukcji powierzchni okien. Pogrubienie izolacji termicznej ścian zewnętrznych dodatkowo ograniczyło ilość napływającego z zewnątrz światła.

Szybki postęp w technologii przeszkleń umożliwił odwrót od tego niekorzystnego trendu. Obecnie, stosując szyby o bardzo wysokiej termoizolacyjności (współczynnik U) i bardzo dobrej przepuszczalności energii całkowitej (współczynnik g), możliwe jest budowanie budynków energooszczędnych, nawet pasywnych, z dużymi powierzchniami przeszkleń i rozświetlonymi naturalnym światłem wnętrzami. Inteligentne, wspomagane automatycznymi urządzeniami, rozwiązania pozwalają na zabezpieczenie przed prowadzącym do przegrzewania się pomieszczeń i wywołującym olśnienia nadmiarem światła słonecznego we wnętrzach. Należy się spodziewać, że w przyszłości rolę skomplikowanych i narażonych na awarie mechanicznych osłon przeciwsłonecznych przejmą szyby o zmiennej, selektywnej przepuszczalności fal świetlnych. Badania dotyczące spektrum przepuszczanych przez przeszklenia promieni prowadzone są głównie w aspektach energetycznych, funkcjonalnych lub czysto estetycznych – konieczne jest uwzględnianie w nich także aspektów fizjologicznych i psychologicznych (uwaga ta dotyczy zresztą w równym stopniu przemysłu oświetleniowego).

Fot. 3. Szklarnia w Parku Naukowym w Gelsenkirchen, Niemcy, arch. Kiessler & Partner, 1995 r. (fot. P. Kuczia)
Photo. 3. Greenhouse at Science Park in Gelsenkirchen, arch. Kiessler & Partner (photo. P. Kuczia)

Fot. 4. Heliostat w budynku Forum Energetycznego w Bad Oyenhausen, Niemcy arch. F. O. Gehry, 1995 r. (fot. P. Kuczia)
Photo. 4. Heliostat at Energy Forum in Bad Oyenhasuen, arch. F. O. Gehry (photo. P. Kuczia)

Światło słoneczne - w odróżnieniu od sztucznego - charakteryzuje się szerokim spektrum, zmiennością koloru i natężenia, zależną od pór dnia i roku rytmiką. Odpowiednio zaprojektowane budynki są w stanie maksymalnie wykorzystywać światło naturalne, minimalizując konieczność doświetlenia światłem sztucznym. Istnieje wiele rozwiązań prowadzących do uzyskania tego rezultatu. Jednym z nich jest wykonanie w budynku szklarni, jak na przykład w zaprojektowanym przez monachijskiego architekta Uwe Kiesslera Parku Naukowym w Gelsenkirchen (fot. 3). Coraz ważniejszą rolę we współczesnej architekturze odgrywają systemy aktywnie doświetlające wnętrza światłem naturalnym. Najczęściej są to systemy kolektorowo-reflektorowe [4], rzadziej heliostaty, jak np. w przypadku Forum Energetycznego w Bad Oyenhausen autorstwa Franka O. Gehry (fot. 4) [9]. Zwiększenie udziału światła dziennego w pomieszczeniach prowadzi nie tylko do oszczędności energii, ale wpływa na nasze samopoczucie. Rozpowszechniona w krajach rozwiniętych i uznana na początku lat osiemdziesiątych za chorobę depresja sezonowa (SAD - seasonal affective disorder) związana jest z sezonowym niedoborem światła słonecznego. Projektując odpowiednio oświetlone pomieszczenia możemy zmniejszyć ryzyko wystąpienia SAD u ich użytkowników.

W latach pięćdziesiątych zaczęto zwracać uwagę na komfort w pomieszczeniach. Liczne parametry, takie jak temperatura i jej rozkład przestrzenny, wilgotność i ruch powietrza, natężenie i równomierność oświetlenia, mają kwantytatywnie określać jakość wnętrz, w

których przebywają ludzie. Oddziaływanie naturalnego światła słonecznego na człowieka jest jednak niewymierne i trudne do parametryzacji. Należy także zwrócić uwagę, że pomieszczenia, które zaspokajają wymagania pod względem komfortu, nie muszą być pomieszczeniami korzystnymi pod względem zdrowotnym. Niektóre badania wskazują, że przebywanie w pomieszczeniach o stałym, idealnym mikroklimacie pozbawia organizm zmiennych bodźców, które są korzystne dla organizmu.

Podręczniki urbanistyki pełne są wskazówek, w jaki sposób uwzględniać słońce w projektowaniu przestrzennym. Plany zagospodarowania przestrzennego pokazują jednak co innego: zawarte w nich zapisy są nieraz sprzeczne z wymogami architektury solarnej. W Niemczech widocznym problemem jest np. ciasnota jednorodzinnej zabudowy mieszkalnej – położone na małych (bo drogich) działkach domy wzajemnie się zacieniają. Efektem jest obniżenie komfortu mieszkańców i strata części pasywnych zysków solarnych.

2. WYBRANE PRZYKŁADY Z PRAKTYKI PROJEKTOWEJ

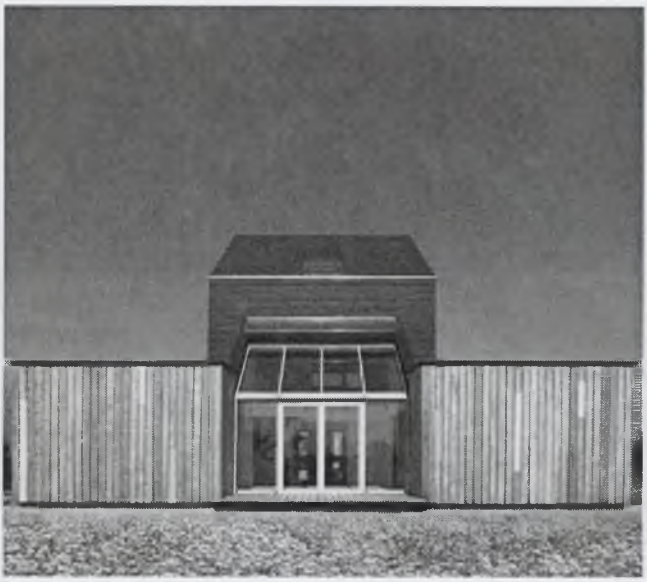
Zaprojektowany przez autora własny dom solarny nad jeziorem Łąckim koło Pszczyny[6] (fot. 5), posiada wiele pasywnych i aktywnych rozwiązań solarnych, mających na celu pozyskiwanie i wykorzystywanie energii słonecznej. Bardzo istotną rolę w projekcie odgrywała jednakże również insolacja wnętrz i kształtowanie widoków na krajobraz. Geometria przezroczystych powierzchni przegród podporządkowana została właśnie tym założeniom. Centralnym elementem domu jest przeszklone w kierunku południowym atrium z drewnianym tarasem zewnętrznym. Doświetla ono w praktyce niemalże całe wnętrze budynku i pozwala na intensywny kontakt wzrokowy z otoczeniem [12].

Innym przykładem szeroko pojmowanej architektury solarnej jest adaptacja poddasza dwóch stuletnich kamienic na własne mieszkanie w Osnabrück[7] w Niemczech (fot. 6). Z przepełnionego naturalnym światłem loftu rozpościera się widok na dachy, wieże kościelne i park. Nie tylko oszczędności energetyczne, będące konsekwencją zysków solarnych, ale także korzystne oddziaływanie słońca na samopoczucie stało się osobistym doświadczeniem autora.

---

[6] Dom otrzymał w 2007 roku m. in. główną nagrode GRAND PRIX Stowarzyszenia Architektów Polskich i Wojewody Śląskiego za najlepszy obiekt architektoniczny na Śląsku oraz WYRÓŻNIENIE w niemieckim konkursie „SYSTAIC 2007". Był on także wielokrotnie publikowany w Polsce i za granicą.

[7] Adaptacja poddasza otrzymała 3. NAGRODĘ w otwartym, ogólnoniemieckim konkursie Allianz-Dresdner 2005 na najlepszą przebudowę oraz WYRÓŻNIENIE w konkursie LBS „Domy i mieszkania miejskie 2006".



Fot. 5. Dom solarny koło Pszczyny, arch. P. Kuczia, 2007 r. (fot. T. Pikuła)
Photo. 5. Solar house nearby Pszczyna, arch. P. Kuczia 2007 (phot. T. Pikuła)

Fot. 6. Taras loftu w Osnabrück, arch. P. Kuczia, 2005 r. (fot. P. Kuczia)
Photo. 6. Roof deck of the loft in Osnabrück, arch. P. Kuczia, 2005 (photo. P. Kuczia)

Paul Niederberghaus, zmarły w 2005 r. założyciel pracowni agn w westfalskim Ibbenbüren, rozbudowując siedzibę firmy, w praktyce realizował postulaty „światła, powietrza i słońca" w architekturze. Pracujący w przeszklonych biurach projektanci w trakcie pracy mają możliwość spoglądania na kilkuhektarową posiadłość firmy z pięknym starym drzewostanem i wykonanymi programowo specjalnie dla nich urządzeniami sportowymi: basenem, kortem, boiskiem do piłki nożnej. Betonowa arkada i sterowane magistralą EIB osłony przeciwsłoneczne automatycznie zabezpieczają przed nadmiarem słońca (fot. 7).

Pracownia agn zajmuje się głównie architekturą miejsc pracy, oświaty, sportu oraz obiektami służby zdrowia. We wszystkich tych obiektach insolacja wnętrz odgrywa istotną rolę. Poniższe wybrane przykłady stanowią niewielki wycinek działalności projektowej firmy.

W oddanej do użytku w 2007 roku klinice dziecięcej w Heilbronn (Niemcy) zastosowano rozwiązania, nawiązujące do ciągle aktualnych (lub należałoby może powiedzieć raczej: znowu aktualnych) postulatów angielki Florence Nightingale z końca XIX w: jasne, przeszklone pokoje z balkonami, dużo naturalnego światła wewnątrz, przyjazna kolorystyka

pomieszczeń[8]. Części komunikacyjne mają charakter nasyconych światłem dziennym wnętrz, z których rozpościerają się atrakcyjne widoki na okolicę i które zachęcają do przebywania w nich (fot. 8).

Fot. 7. Budynek biurowy pracowni agn Ibbenbüren, Niemcy, arch. agn, 2000 r. (fot. agn)
Photo. 7. agn office in Ibbenbüren, arch. agn, 2000 (phot. agn)

W myśl wskazówek Sir Henry Gauvaina, który pisał w 1937 roku: „Tęsknota za światłem i słońcem należy do podstawowych potrzeb człowieka", autor zaprojektował w pracowni agn zespół domów opieki dla osób starszych w Alstätte (Niemcy), zrealizowany w roku 2005 (fot. 9). Każdy pokój wyposażony jest w wykusz o charakterze szklarni oraz pojedyncze okno, przez które seniorzy mają zwyczaj „wyglądać" na świat. Wspólne, obszerne tarasy i balkony pozwalają przebywać pod gołym niebem.

Holistycznie pojmowana architektura solarna przejawia się w strukturze licznych obiektów biurowych i przemysłowych, zaprojektowanych w pracowni agn. Zbudowana na podstawie koncepcji autora siedziba główna firmy Fritz Berger AG w Neumarkt (Niemcy) w równym stopniu uwzględnia energetyczne, jak i psychologiczne aspekty światła słonecznego (fot. 10). Wszystkie pomieszczenia biurowe otrzymały obszerne okna. Główny element kompleksu – sklep firmowy ze sprzętem turystycznym, w odróżnieniu od większości tego typu budynków handlowych, jest w przeważającej części przeszklony. Transparentne przegrody zewnętrzne pozwalają na wzrokowy kontakt z pagórkowatą, atrakcyjną pod względem turystycznym okolicą. Z jednej strony odpowiada to charakterowi oferowanego towaru, z drugiej strony korzystnie wpływa na samopoczucie klientów i zatrudnionych. Takie przeszklenie wymaga, oczywiście, odpowiednich zabezpieczeń przed nadmiarem słońca.

[8] F. Nightingale w swoich „Notes on Hospital" pisała: „Szpitale w naszej strefie klimatycznej należy budować tak, aby bezpośrednie światło słoneczne docierało do jak największej powierzchni pomieszczeń (...) Jesteśmy w stanie wytwarzać ciepło w pomieszczeniach, ale nie potrafimy wytwarzać naturalnego światła dziennego (...) Izby szpitalne powinny być wyposażone w balkony..." [6].

Fot. 8. Klinika dziecięca w Heilbronn, Niemcy, arch. agn, 2007 (fot. agn)
Photo. 8.Children's Clinic Heilbronn, Germany arch. agn, 2007 (photo. agn)

Fot. 9. Domy opieki w Alstätte, Niemcy, arch. agn, 2005 r. (fot. agn).
Photo. 9.Nursing home in Alstätte, Germany, arch. agn, 2005, (photo. agn).

Interesującym przykładem solarnego budynku administracyjnego jest zaprojektowana przez agn siedziba firmy Kravag w Hamburgu (fot. 11). Wszystkie pomieszczenia użytkowe biurowca mają duże okna wpuszczające wiele naturalnego światła do wnętrz. Przeszklone fasady wykonano częściowo jako fasady podwójne. Charakteryzują się one korzystnymi parametrami energetycznymi, chronią przed hałasem, a jednocześnie umożliwiają użytkowanie ruchomych osłon przeciwsłonecznych niezależnie od siły wiatru.

3. WNIOSKI

W praktyce projektowej stale wartościujemy liczne aspekty wpływające na ostateczne rozwiązanie, dokonując pomiędzy nimi wyboru w celu uzyskania optymalnego (ale zawsze będącego kompromisem) wyniku. O ile energetyczna rola słońca w architekturze zajmuje obecnie wysoką rangę, o tyle zdrowotne i psychologiczne aspekty światła słonecznego znajdują się zwykle na dalszym planie. Mając świadomość wagi słońca dla zdrowia i samopoczucia człowieka, należy poświęcić więcej uwagi tej problematyce.

Fot. 10. Centrala Fritz Berger AG w Neumarkt, Niemcy, arch. agn, 2002 (fot. agn)
Photo. 10.Main office of Fritz Berger AG, Germany, arch. agn, 2002 (phot. agn)

Fot. 11. Siedziba główna Kravag w Hamburgu, Niemcy, arch. agn, 2003 r. (fot. agn)
Photo. 11.Main office Kravag in Hamburg, Germany, arch. agn, 2003 (phot. agn)

BIBLIOGRAFIA

1. Arendt, C./Seele, J.: Bauphysik im Spannungsfeld von Denkmalschutz und Gebäudenutzung. DAB 2000, nr 12, s. 1570-1573.
2. Behling, S.: Solar power: The Evolution Of Sustainable Architecture. Prestel, München, 2000.
3. Campbell, M.: What Tuberculosis did for Modernism: The Influence of a Curative Environment on Modernist Design and Architecture. Medical History 2005, nr 49, s. 463–488.
4. Celadyn, W.: Przegrody przeszklone w architekturze energooszczędnej. Wydawnictwo PK, Kraków 2004.
5. Fielder, J. L.: Heliotherapy: The Principles & Practice of Sunbathing. Cairns, Queensland: Academy of Natural Living, 2001.
6. Hobday, R.: Sonnenlicht heilt: wie wichtig Sonne für unsere Gesundheit ist. VAK, Kirchzarten 2001.
7. Hobday, R.: Sonnen ohne Schattenseiten: So gesund ist Sonnenlicht! VAK, Kirchzarten 2005.
8. Jenks, Ch.: Le Corbusier - tragizm współczesnej architektury. Wydawnictwa Artystyczne i Filmowe, Warszawa 1982.
9. Kuczia, P.: Forum Energetyczne w Bad Oyenhausen. Architektura-murator 1999, nr 7, s. 87-91.
10. Lewandowski, M.: Dom ekologiczny koło Pszczyny. Architektura-murator 2007, nr 6.

11. Lisik, A. (red.): Odnawialne źródła energii w architekturze, Wydawnictwo Politechniki Śląskiej, Gliwice 2002.
12. Oswalt, Ph.: Wohltemperierte Architektur: Neue Techniken des energiesparenden Bauens. Müller (C.F.), Heidelberg 1995.
13. Twarowski, M.: Słońce w architekturze. Arkady, Warszawa 1996.
14. Włodarczyk, J. (red.): Technika jako czynnik inspirujący w architekturze, Wydawnictwo Politechniki Śląskiej, Gliwice 2005.