

## W POSZUKIWANIU CIĄGŁOŚCI IDEI PROSTOPADŁOŚCIENNEJ FORMY. UWARUNKOWANIA TECHNICZNE I MATERIAŁOWE. CZĘŚĆ TRZECIA<sup>1</sup>.

### IN SEARCH OF THE IDEA OF CONTINUITY OF THE CUBOIDAL FORM. TECHNICAL AND MATERIAL CONDITIONS. PART THREE.

**Miłosz Raczyński**

Dr inż. arch.

Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny w Szczecinie  
Wydział Budownictwa i Architektury  
Katedra Architektury Współczesnej, Teorii i Metodologii Projektowania

#### STRESZCZENIE

Obserwując rozwój architektury na przełomie XX i XXI wieku, można dostrzec niezmienną potrzebę kreacji przestrzeni przy pomocy prostej, czystej i zdyscyplinowanej geometrycznie bryły z jednoczesnym dążeniem do uzyskania przez nią maksymalnej lekkości, ulotności czy wręcz dematerializacji. Współczesne możliwości wykorzystania szkła i dostępne rozwiązania techniczne umożliwiają zrewolucjonizowanie tradycyjnego rozumienia formy prostopadłościanu w stronę postrzegania go w kategoriach bardziej abstrakcyjnych a mniej materialnych.

Słowa kluczowe: architektura, forma, przestrzeń, materiał.

#### ABSTRAKT

Observing development of architecture at the turn of the twentieth and twenty first century, one can see a constant need for the creation of space with the help of a simple, clear, geometrically disciplined solid with a simultaneous aim to achieve its maximum lightness, volatility, or even dematerialization. Contemporary possibilities to use glass and available technical solutions make it possible to revolutionize the traditional understanding of the cuboidal form towards its perception in more abstract and less material terms.

Key words: architecture, form, space, material.

<sup>1</sup> Artykuł opracowano w oparciu o rozprawę doktorską pt *Idea przezroczystego prostopadłościanu w architekturze końca XX i początku XXI wieku. Próba syntezy*, Politechnika Śląska, Wydział Architektury 2008. Promotor: Prof. dr hab. inż. arch. Adam Maria Szymki. Stanowi także kontynuację dwóch pierwszych części pod tytułem *W poszukiwaniu ciągłości idei prostopadłościennej formy. Zarys historyczny*. Opublikowanych w PiF nr 13 i 14 /2010.

## 1. WSTĘP

Nie ulega wątpliwości, że możliwość kształtowania architektury w formie przezroczystych, czy też transparentnych prostopadłościennych brył jest w dużej mierze konsekwencją dostępnych współcześnie i szeroko stosowanych rozwiązań technicznych i materiałowych.

Przy czym sformułowanie „transparentny” odnosiło się do tej pory z reguły do elewacji i obiektów uznawanych za eksponowane, prestiżowe czy też reklamowe. Tak używane określenie transparentności architektury znajdowało najczęściej miejsce w analizie architektury fasadowej. W ostatnich latach coraz częściej spotyka się w architekturze sformułowanie architektura transparentna w odniesieniu do obiektów przezroczystych. Za transparentny<sup>2</sup> przyjęto traktować, obiekt architektoniczny w znaczeniu, przejrzysty, przezierny, półprzezroczysty, przeświecający. Natomiast mianem architektury transparentnej w odróżnieniu od posiadającej elementy przezroczyste, przyjęto określać tendencję kształtowania obiektu architektonicznego, w którym jego przezierność jest eksponowaną wartością umożliwiającą wizualną percepcję przestrzeni jego wnętrza<sup>3</sup>.

Geometryczna definiowalność prostopadłościennej bryły, ułatwia co prawda wykorzystanie różnorodnych rozwiązań konstrukcyjnych i materiałowych, jednak z technicznego punktu widzenia, założenie, że przegrody przezroczyste zaspokoją wszystkie związane z nimi oczekiwania jest praktycznie nie do uzyskania na obecnym etapie rozwoju. Powodem tego jest niemożliwość do osiągnięcia, całkowita ich wielofunkcyjność, a także niewystarczająca skuteczność kompleksowych systemów oraz wysoki koszt ich stosowania.

Projektując budynki w formie przezroczystego prostopadłościanu, należy zdawać sobie sprawę jak wiele czynników, których istnienia często jesteśmy nieświadomi, ma bezpośredni wpływ na proces powstania a następnie eksploatacji tego rodzaju obiektów<sup>4</sup>. Tworzenie ich nie jest działaniem opartym wyłącznie o potrzeby funkcjonalne, estetyczne czy też ideowe. Musi być poparte szeroką wiedzą techniczną i świadomością istnienia licznych zjawisk i zależności fizycznych determinujących niejednokrotnie dobór materiałów i urządzeń, mających istotny wpływ na wygląd zewnętrzny i kształt bryły. Pociąga za sobą szereg uwarunkowań, problemów i zależności niewystępujących dotychczas, lub też niedostrzeganych wcześniej w potocznie rozumianym budownictwie tradycyjnym. Można próbować sklasyfikować pewnego rodzaju grupy problemowe występujące w trakcie procesu projektowego i realizacji tego typu obiektów, które także mają wpływ na projektowaną formę budynku. W przypadku tak specyficznego rodzaju architektury, żaden jej szczegół nie może być pozostawiony przypadkowi a świadomie uwzględnienie wszystkich zależności i czynników odgrywa istotną rolę w późniejszym funkcjonowaniu i odbiorze wizualnym budynku.

<sup>2</sup>Transparent napis na tablicy, wstędze noszony w pochodach, na wiecach itp.; podświetlony rysunek, obraz, napis, wykonany na materiale przejrzystym. Etym. - fr. 'przezroczysty; przejrzysty; ryga, podkładka do pisania; materiał azurowy' ze śrdw.lac. *transparens* 'przejrzysty' od *transparere* 'przeświecać'; zob. *trans-*; lac. *Parere*. Wg. Kopaliński Wł. „Słownik wyrazów obcych i zwrotów obcojęzycznych”. Wyd. Wiedza Powszechna. Warszawa 1989r.

<sup>3</sup>„Transparentny obiekt posiada semirealną granicę i tworzy w określonych warunkach układ bryłowy nieciągły, który postrzegany jest jako bryła na zasadzie sugerowania kształtu, funkcjonowania obiektu i preferencji morficznych obserwatora. W większości przypadków transparentnych obiektów architektonicznych jesteśmy w stanie obserwować wewnątrz obiektu lub jego tło, a granice stanowią jedynie obramowanie postrzeganej przestrzeni. Kształt przestrzeni transparentnej jest wyznaczony przez granice nieciągłe lub funkcjonalno użytkowe”.

Patrz: Niezabitowski A.: *O budowie przestrzennej dzieła architektury*. Zeszyty naukowe Politechniki Śląskiej nr 628. Gliwice 1979r. za pośrednictwem Bujnowicz Z.: *Kształtowanie transparentnych obiektów architektonicznych przy zastosowaniu współczesnych technologii szkła. Na podstawie wybranych projektów światowych i własnych*. Praca doktorska. Politechnika Śląska 1999r.

<sup>4</sup>O roli szklanych fasad z uwzględnieniem i omówieniem takich zagadnień jak m.in. doświetlenie, prestiż, orientacji przestrzennej i indykacji wejścia, traktuje m.in. podsumowanie badań dr Zbyszko Bujnowicza w jego pracy doktorskiej pt *Kształtowanie transparentnych obiektów architektonicznych przy zastosowaniu współczesnych technologii szkła, na podstawie wybranych projektów światowych i własnych*. Politechnika Śląska. Str.110.

W związku z tym poniżej przeanalizowane zostały możliwości materiałowe i techniczne, a także zależności związane z fizyką budowli w celu znalezienia odpowiedzi, czy istotniejszym w kształtowaniu tego rodzaju obiektów jest idea i wizja projektanta, czy też gotowe rozwiązania techniczne, z jakimi mamy do czynienia, marginalizują definiowanie różnorodnych rozwiązań przestrzennych.

Najczęściej wykorzystywanym materiałem w procesie tworzenia transparentnych przegród, jest szkło, które przeszło długą drogę od czasów jego wynalezienia.

## 2. ZARYS HISTORII PRODUKCJI I ZASTOSOWANIA SZKŁA

Z czysto technicznego punktu widzenia, użycie szkła w budownictwie na przestrzeni wieków, było zawsze, w powszechnym rozumieniu, postrzegane, w kategoriach architektury współczesnej, stając się parafrazą kanonu architektury nowoczesnej<sup>5</sup>. Wynaleziono je we wschodnich rejonach basenu Morza Śródziemnego ok. 4000 lat temu. Ponad dwa tysiące lat, to okres, jaki minął do momentu produkcji cienkich, przezrzystych, wystarczająco wytrzymałych tafli, które pełniły funkcję, współcześnie nam znanych okien. Wraz z ich rozwojem, nowy konceptualny język architektury stawał się możliwy. Jednym z ważniejszych wydarzeń w historii szkła, było opracowanie technik, pozwalających uzyskać szkło dmuchane, pierwsze, które wykorzystano dla celów architektonicznych. Powstało ono najprawdopodobniej w pierwszym stuleciu p.n.e. na terenach Syrii / Palestyny. Wkrótce potem, szkło przywędrowało do starożytnego Rzymu. Dopiero jednak gotyk, może być w pełni świadomie, uznany za pierwszy wiek szkła w architekturze. Zmiana architektonicznej morfologii z romańskiej, opierającej się na potężnych ścianach, „poprzebijanych” gdzieś niegdzie otworami, w gotycką, zmieniającą kierunek i nadającą nową jakość architekturze, była dramatyczna a zarazem fundamentalna dla losów tzw. architektury „transparentnej”. Pomimo stosowania w gotyckich budynkach, konstrukcji szkieletowej ze szklanym wypełnieniem, funkcja tych przegród miała ciągle charakter jedynie doświetlający i nie było zamierzeniem wykorzystywanie ścian do kształtowania w sposób ażurowy i przezierny bryły budowli. Z kolei siedemnastowieczna metoda wytopu szkła, pozwala na wykonanie tafli szkła, najwyżej o wymiarach 0,75x0,5m, co uwidacznia się gęstymi podziałami okien, w budynkach realizowanych w tym okresie. W 1830r. została wynaleziona metoda cylindrycznego wytopu szkła, która oprócz bardziej równoległych powierzchni, dawała możliwość wykonania tafli o wielkości 1,0x1,3m. Ten typ szkła został wykorzystany m.in. w zrealizowanym w 1864r. budynku Oiler Chambers w Liverpool’u<sup>6</sup>. Pierwszym celowym zabiegiem zastosowania transparentności jako dominującej cechy architektonicznego wyrazu bryły, był pawilon wystawowy Cristal Palace<sup>7</sup> zrealizowany w 1851r.

<sup>5</sup>Szczegółowa historia stosowania szkła na przestrzeni wieków oraz rozwój metod jego wytwarzania, poczynając od czasów starożytnych, omówiona jest m.in. w „*Glass in architecture*”, aut. Michaela Wiggintona. Wyd. Phaidon 1996r. oraz innych, licznych publikacjach dotyczących zagadnień związanych szeroko rozumianym pojęciem technologii produkcji szkła. Na potrzeby pracy przedstawiono krótki szkic historyczny prezentujący zaledwie zarys tego zagadnienia, wskazujący jednak na złożoność problematyki również w szeroko rozumianym kontekście historycznym.

<sup>6</sup>Bujniwicz Zb.: *Kształtowanie transparentnych obiektów architektonicznych przy zastosowaniu współczesnych technologii szkła. Na podstawie wybranych projektów światowych i własnych*. Praca doktorska. Politechnika Śląska 1999r.

<sup>7</sup>Rok 1851 uważa się za punkt zwrotny w dziejach architektury potocznie nazywanej „nowoczesną”. W Londynie odbyła się pierwsza wystawa światowa, którą „pomieścił”, wybudowany przez Josepha Paxtona, Crystal Palace. Uważa się go za pierwszy, wielki, reprezentacyjny budynek, w którym nie zawarto żadnego nawiązania do minionych stylów. Budynek zapoczątkował epokę konstrukcji ze szkła i żelaza. Jego projekt uznano za arcydzieło standaryzacji. Całość wyprodukowana i postawiono w 6 miesięcy. Forma reprezentowała całkowicie nową koncepcję -otwarcia na zewnątrz, zasugerowanego już w Grand Trianon Hordouin-Mansarta. Został spontanicznie uznany za przykład nowego rodzaju architektury, będącej powszechną wiarą w postęp naukowy i techniczny. Wielka, przeszklona przestrzeń budziła uczucia i doznania niemal religijne. Była największą i najnowocześniejszą konstrukcją ówczesnego świata. Urzekła nie tylko rozmiarem, ale przede wszystkim użytym materiałem.

Obiekt ten przyczynił się do lawinowego rozwoju architektury transparentnej, czemu sprzyjał równoległy rozwój produkcji żelaza, żelaza kowalnego i stali, która stała się nośnym elementem dla przeszkleń, i praktycznie do dziś jest w ten sposób stosowana.

Do czasów rewolucji technologicznej przełomu wieku XIX i XX przemysłowej zastosowanie szkła w budownictwie miało zasadniczo charakter oświetleniowy, dopiero intensywny rozwój technologii jego produkcji spowodował, możliwość wykorzystania go do budowy obiektów transparentnych.

Proces wytwarzania szkła typu float wynaleziony przez Sir Alaistaira Pilkingtona w 1952r. stał się światowym standardem otrzymywania wysokiej jakości tego materiału i zrewolucjonizował produkcję szkła na skalę przemysłową<sup>8</sup>. To przyspieszyło szybki rozwój współczesnych metod jego produkcji i powstanie wielu jego nowych odmian. Obecnie każdy z rodzajów produkowanego szkła ma odmienne cechy i różnorodne parametry.

### 3. SZKLANA PRZEGRODA

Wizualnie staje się obecnie coraz bardziej przezroczysta, zwiększając tym samym wrażenie otwarcia i wzajemnego przenikania się przestrzeni. Budynek szklany, gdy spoglądamy na niego z zewnątrz, w przeważającej części, odbijają obrazy. Ustawienie się pod odpowiednim kątem względem padania promieni słonecznych, bądź wewnętrzne oświetlenie, niweluje efekt odbicia a uzyskana wtedy klarowna przezroczystość sprawia wrażenie totalnej łączności obu przestrzeni. Tym bardziej, że następuje proces eliminacji widocznych konstrukcji szklanych tafli na rzecz ledwo zauważalnych połączeń. W niektórych przypadkach tak ukształtowane szklane obiekty optycznie znikają sprawiając wrażenie jakby rzeczywiście rozplywały się w przestrzeni.

Wiele nowych zastosowań stało się możliwe dzięki ciągłemu rozwojowi technologii jego wytwarzania. Nowe wyzwania i oczekiwania stawiane architekturze współczesnej spotęgowały intensyfikację badań mających na celu poprawę parametrów technicznych i estetycznych szkła. Ich mnogość i zróżnicowanie pozwala zaspokajać oczekiwania projektantów w zakresie różnych funkcji i formy projektowanych obiektów a estetyka i technika produkcji szkła sprawia, że jest to idealny i wysoce wydajny materiał, dający swobodę architektonicznej ekspresji.

Zapewnienie kontaktu wizualnego z wnętrza pomieszczenia z otoczeniem, przez przegrodę transparentną, które nie jest wymogiem normatywnym<sup>9</sup>, jest często realizowane ze względów psychologicznych a także emocjonalno – estetycznych. Zależy to oczywiście od specyfiki budynku no i wizji autora. W przypadku niektórych obiektów lub pomieszczeń celowe jest uniemożliwianie penetracji wzrokowej ich wnętrza, ze względu na ich specyfikę lub potrzebę zachowania prywatności. Strategia projektowa polegająca na otwarciu przestrzeni wewnętrznej na zewnątrz koliduje często z pragnieniem zachowania prywatności i izolacji wizualnej ze strony przeciwnej. Izolacja wizualna wewnątrz zależy przede wszystkim od relacji pomiędzy parametrami oświetlenia przestrzeni wewnętrznej i zewnętrznej oraz od rodzaju zastosowanego materiału. W rzeczywistości istnieje bardzo wiele specyficznych uwarunkowań związanych z potrzebą i rodzajem kontaktu wizualnego przez szklane powłoki elewacji<sup>10</sup>. Tworzy się przegrody całkowicie transparentne,

Na podstawie: Frampton K.: *Modern Architecture – a critical history*, 1980r. i Sharp D.: *Twentieth century architecture. A visual history*, 1991r. Norberg-Schulz Chr.: *Znaczenie w architekturze Zachodu*. Seria biblioteka architekta. Wydawnictwo murator. Warszawa 1999r. Str. 178.

<sup>8</sup>Na podstawie:

Coto.J.: „El vidrio en la construcción”, w „Situación actual y orientación de la I+D”. Materiales de construcción 41/191.

Kuryłowicz S. *Pudło ze szkła*. „Architektura - Murator”, nr 03/2003r.

Wigginton M.: *Glass in architecture*. Wyd. Phaidon 1996r.

<sup>9</sup>Minister SWIA RP.: Rozporządzenie w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie.

<sup>10</sup>Trybuś J.: *Moda na powidoki*. „Architektura & Biznes”, nr 07-08/2006r. Str. 66-69.

częściowo przepuszczające a częściowo zatrzymujące światło, energooszczędne, kolorowe, odbijające<sup>11</sup>. Współczesne szklane fasady charakteryzują się różnorodną przepuszczalnością światła ze względu na rodzaj zastosowanego materiału a także charakter jego powierzchni. Na tej podstawie wyróżnić można dwa podstawowe rodzaje przegród<sup>12</sup>:

- Przegrody przezroczyste, wykonane z reguły z pojedynczych, podwójnych lub potrójnych tafli szklanych a także z tworzyw sztucznych. Na ogół charakteryzują się wysoką przeziernością a co za tym idzie dobrą widocznością przestrzeni znajdującej po obu jej stronach. Przegrody tego rodzaju mogą być bezbarwne lub też lekko zabarwione dzięki domieszkom w masie materiału albo poprzez naniesienie na powierzchnie koloryzowanej warstwy, pozwalającej jednakże na zachowanie efektu przezroczystości.

- Przegrody półprzezroczyste (przeświecające), występują w znacznie szerszym asortymencie niż przegrody przezroczyste. Charakteryzują się bardzo dobrym, aczkolwiek różnorodnym stopniem przepuszczania światła, najczęściej natomiast uniemożliwiają wyraźne postrzeganie przestrzeni znajdującej się po przeciwnej stronie. Związane jest to ze specyfiką struktury lub charakterem powierzchni przegrody. Podobnie jak w przypadku przegród przezroczystych te również wykonywane są zarówno ze szkła jak i materiałów sztucznych.

Oba rodzaje przegród, uznawanych potocznie za transparentne, stanowią dość specyficzne rozwiązanie techniczne, które szczególnie w początkowym okresie miało liczne ograniczenia w zastosowaniu głównie ze względu na problemy technologiczne. Ostatnie dziesięciolecie przyniosło szereg rozwiązań techniczno-materiałowych eliminujące niektóre z tych ograniczeń. Przyczyny niepowodzeń związanych z zastosowaniem przegród przeszklonych wynikały nie tylko z braku skutecznych rozwiązań, lecz także w wielu wypadkach z ich niedostosowania do niektórych funkcji i rozwiązań techniczno-instalacyjnych. Doświadczenia i obserwacje wskazują, że najczęściej spotykane problemy przy przegrodach przeszklonych dotyczą: kondensacji pary wodnej, utrzymania szklanych tafli w czystości, zapewnienie odpowiedniej wytrzymałości mechanicznej także prozaicznym zabezpieczeniem przed aktami wandalizmu<sup>13</sup>. Wybór właściwego rozwiązania pozwala na eliminację lub poważne ograniczenie tych problemów.

#### 4 RODZAJE SZKŁA

Jednym z ważniejszych parametrów współczesnej szklanej przegrody jest jej zdolność do pozyskiwania ciepła z promieniowania słonecznego, ograniczenie ilości przenikającego przez nie promieniowania cieplnego oraz izolacyjność termiczna, ograniczająca wielkość strat cieplnych. Z tego względu dokonany podział na rodzaje szkła obejmuje także kilka podstawowych zagadnień związanych z jego właściwościami dotyczącymi przepływu energii cieplnej<sup>14</sup>.

##### 4.1. Pozyskiwanie ciepła

W przypadku potrzeby zwiększania zysków cieplnych, których wielkość zależy od ilości promieniowania słonecznego przepuszczanego przez element szklany do wnętrza bu-

<sup>11</sup>Czuba P. *Niewidoczne ściany*. „Architektura - Murator”, nr 10(13) 1995r. Str. 64-65.

Leśnikowski W.: *Fenomen przezroczystości w architekturze*. „Architektura i Biznes”, nr 12/ 1995r.

<sup>12</sup>Na podstawie: Celadyn W: *Przegrody przeszklone w architekturze energooszczędnej*, Kraków 2004r. Str. 150. i Wigginton M.: *Glass in architecture*. Wyd. Phaidon 1996r.

<sup>13</sup>Tarczoń T.: *Fasady. Rozwój i nowoczesność*. „Świat szkła” nr 018(104)/2007r. Str.30-37.

<sup>14</sup>Podziału dokonano na podstawie: Celadyn W: *Przegrody przeszklone w architekturze energooszczędnej*, Kraków 2004r. Str. 150, oraz *Szkło budowlane. Produkty, zastosowanie, montaż. Dane techniczne*. Saint-Gobain. Polfloat, Alsdorf 1996r. Głównie w oparciu o tą pozycję dokonałem pewnego rodzaju skrótu kompensując niezbędną ilość informacji i wiedzy wykorzystując ją na potrzeby mojej pracy doktorskiej.

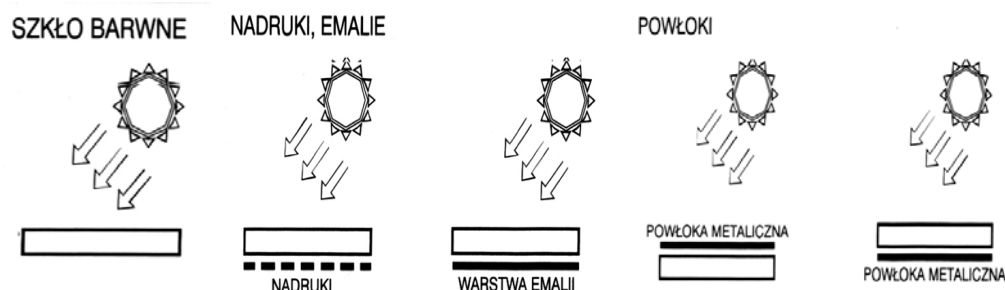
dynku, stosuje się szkło bezbarwne, przezroczyste małej grubości, pozwalające uzyskać najlepsze efekty pod tym względem

#### 4.2. Ograniczanie promieniowania słonecznego

Potrzeba redukcji wielkości zysków termicznych, związana jest ze zmniejszaniem przepuszczalności promieniowania słonecznego przez element szklany. W tym celu stosuje się materiały, które można podzielić na dwie podstawowe grupy różniące się stabilnością parametrów w tym zakresie<sup>15</sup>.

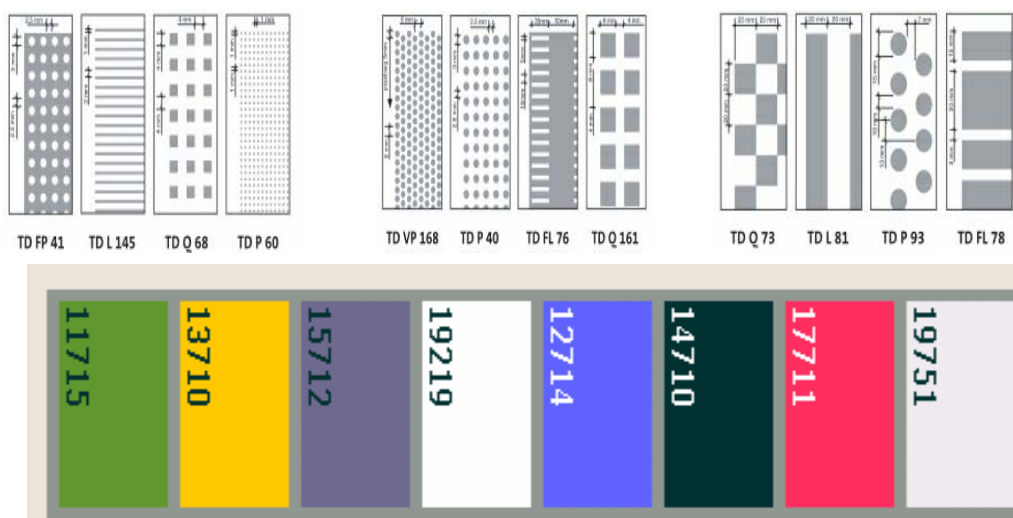
##### Materiały o stałej przepuszczalności promieniowania słonecznego.

Szkło barwione w masie, mające ciemną barwę, na ogół brązową, szarą, zieloną lub niebieską, dzięki czemu ogranicza przepuszczalność promieniowania słonecznego<sup>16</sup>.



Ryc. 1. Schemat systemów szkła redukującego zyski ciepła o niezmiennej przepuszczalności. Źródło: Celadyn Waclaw: *Przegrody przeszklone w architekturze energooszczędnej*, Kraków 2004r. Str. 27.

Fig. 1. A diagram of glass systems with unchanged sun light permeability reducing heat gains. Source: Celadyn Waclaw: *Przegrody przeszklone w architekturze energooszczędnej*, Kraków 2004r. Page 27.



Ryc. 2. Standardowe wzory i kolory nadruków i emalii wykonywanych na powierzchni tafli szklanych wg. Glaspol Saint-Gobain. Źródło: Materiały informacyjne Glaspol Saint-Gobain.

Fig. 2. Standard patterns and print colours and gloss paint made on the surface of glass panels according to Glaspol Saint-Gobain. Source: Materiały informacyjne Glaspol Saint-Gobain.

<sup>15</sup>Ibidem.

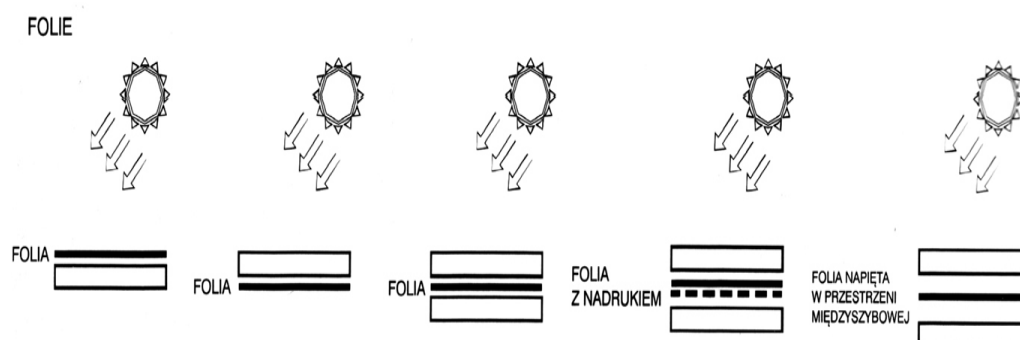
<sup>16</sup>Lessing J.: *Ochrona przed słońcem i właściwości niskoemisyjne w atrakcyjnym kolorze*. „Świat szkła” nr 10(101)/2006r. Str. 58. Polijaniuk A.: *Systemowe rozwiązania ochrony przeciwslonecznej*. „Świat szkła” nr 11(102)/2006r. Str. 24-25.

**Nadruki i emalie** wykonywane na powierzchni tafli szklanych, pokrywające całą jej powierzchnię lub jej fragmenty metodą sitodruku. Charakter i rodzaj zagęszczenia nadruku determinuje stopień przepuszczania promieniowania a jednocześnie pozwala na uzyskiwanie różnorodnych efektów plastycznych. Technologia produkcji szkła z sitodrukiem polega na nałożeniu na powierzchnię szkła cienkiej warstwy farby ceramicznej przez sito o odpowiedniej gęstości. Po nałożeniu emalii, szkło jest suszone specjalnym tunelem i następnie hartowane. W procesie hartowania farba ceramiczna trwale łączy się ze strukturą szkła zapewniając w ten sposób odpowiednią trwałość i odporność na uszkodzenia. Istnieje możliwość nałożenia na jedną szybę kilku kolorów w dowolnym wzorze<sup>17</sup>.

**Powłoki specjalne** wykonywane w formie metalicznych warstw refleksyjnych, w formie powłoki z tlenków metali<sup>18</sup>, odbijających w znacznym stopniu promieniowanie słoneczne. Mogą mieć one różne zabarwienie: złoty, zielony, szary, niebieski. Umieszczane są one od strony zewnętrznej i występują najczęściej w połączeniu ze szkłem barwnym, wzmacniając jego właściwości.

**Folie specjalne** wykonywane najczęściej z folii poliwinylowo – butyralowych. Przykleja się je na jednej z powierzchni szkła a ich działanie polega na pochłanianiu bądź odbijaniu energii promieniowania słonecznego. Na foliach, umieszczanych między taflami szkła klejonego, zapewniających ich połączenie w jeden element, wykonywać można różnorodne wzory graficzne, zwiększające walory plastyczne szkła. Możliwe jest na przykład, wykonanie na nich kolorowych nadruków czy też obrazów fotograficznych<sup>19</sup>.

Do grupy folii specjalnych należą też selektywne folie absorpcyjne, stosowane również w szkłe klejonym. Ich zaletą jest fakt, że pochłaniając promieniowanie podczerwone nie mają wpływu na przepuszczalność promieni świetlnych, czyli ograniczając promieniowanie ciepłe nie ograniczają promieniowania widzialnego w przeciwieństwie do wcześniej wymienionych materiałów, które tych właściwości nie posiadają. Przenikania światła dziennego do wnętrza obiektów, nie redukują też selektywne folie refleksyjne, występujące jako samodzielne, napięte przepony dzielące w połowie komory termoizolacyjne zestawów szklanych. Stosuje się także folie przeswiecające, naklejane na taflach szklanych lub umieszczane między nimi w szkłe klejonym. Są one jedną z metod rozpraszania i odbijania światła a przez to redukcji zysków ciepłych kosztem utraty przezroczystości.



Ryc. 3. Schemat systemów szkła redukującego zyski ciepła o niezmięniwej przepuszczalności promieniowania słonecznego.. Źródło: Celadyn Waclaw: *Przegrody przeszklone w architekturze energooszczędnej*, Kraków 2004r. Str.27.

Fig. 3. A diagram of glass systems with unchanged sun light permeability reducing heat gains.. Source: Celadyn Waclaw: *Przegrody przeszklone w architekturze energooszczędnej*, Kraków 2004r. Page.27.

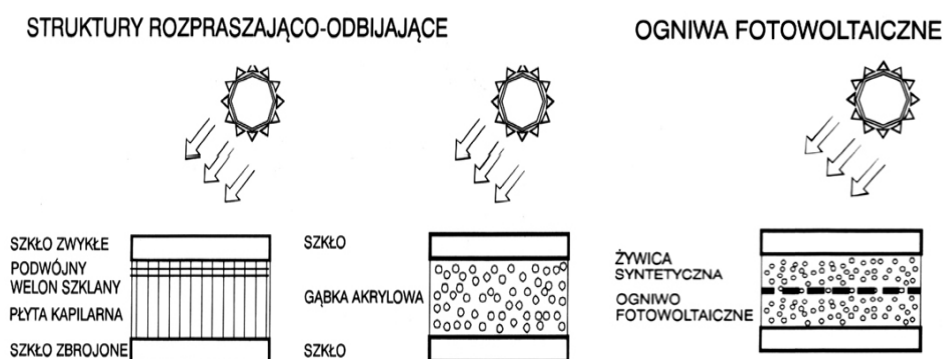
<sup>17</sup>Glaspol, Saint-Gobain. *Przewodnik po szkłe*. Saint-Gobain Bruksela 2006r.

<sup>18</sup>Pilkington: The international magazine for glass and design. Pilkington plc 2000-2006r.

<sup>19</sup>Pollak Z.: *Szkło klejone – technologia, właściwości, zastosowanie*. „Świat szkła” nr 03(95)/2006r. Str. 50-53.

**Struktury rozpraszająco – odbijające**, wśród których najpopularniejsze są płytki i kształtki (pustaki) szklane o właściwościach przeświecających. Ich struktura o niejednorodnej budowie rozprasza i częściowo odbija promieniowanie słoneczne, dzięki czemu ogranicza zyski ciepła. Bardziej złożonymi systemami są szyby zespolone wypełnione włóknem szklanym lub gąbką akrylową. Ich struktura jest zróżnicowana w zależności od odmiany, a najbardziej reprezentatywnym jest system z tzw. płytą kapilarną.

**Faktury rozpraszająco-odbijające** uzyskuje się poprzez zmatowienie powierzchni szkła. Stałe się ona nierówna i następują wielokrotne załamania promieni słonecznych. Uzyskiwany efekt jest mniej więcej taki jak przy zastosowaniu struktur rozpraszająco - odbijających o podobnych właściwościach.



Ryc. 4. Schemat systemów szkła redukującego zyski ciepła o niezmięniającej przepuszczalności promieniowania słonecznego. Źródło: Celadyn Waclaw: Przegrody przeszklone w architekturze energooszczędnej, Kraków 2004r. Str.27.

Fig. 4. A diagram of glass systems with unchanged sun light permeability reducing heat gains. Source: Celadyn Waclaw: Przegrody przeszklone w architekturze energooszczędnej, Kraków 2004r. Page 27.

**Ogniwa fotowoltaiczne** to specjalny rodzaj systemów będących barierą dla promieniowania słonecznego. Jest to warstwa półprzewodnika z mono i polikrystalicznego silikonu o grubości 0,3mm, osadzona w żywicy syntetycznej. Generuje ona prąd elektryczny w wyniku przetwarzania energii słonecznej. Elementy ogniw mają geometryczne kształty a stopień zagęszczenia elementów na tafli szklanej determinuje przepuszczalność promieniowania słonecznego i zyski termiczne<sup>20</sup>.

#### **Materiały o zmiennej przepuszczalności promieniowania słonecznego.**

**Szkło fotochromowe**, ogranicza przepuszczalność promieniowania słonecznego przez samoczynną zmianę zabarwienia na skutek oddziaływania tego promieniowania, a w szczególności jego składnika ultrafioletowego i częściowo podczerwonego.

**Szkło termochromowe**, w wyniku podniesienia się jego temperatury na skutek absorpcji promieniowania słonecznego, samoczynnie zmienia się z bezbarwnego przezroczystego na białe nieprzezroczyste.

<sup>20</sup>Celadyn Waclaw: Przegrody przeszklone w architekturze energooszczędnej, Kraków 2004r. Str.124-128.

Lisik B. M.: Struktury fotowoltaiczne. Praca doktorska W.A. Politechnika Śląska 1997r.



**Żaluzje ciekłokrystaliczne** to system pozwalający na sterowaną prądem zmianę stopnia przezroczystości przegrody szklanej. Na płycie szkła znajduje się żaluzja ciekłokrystaliczna o złożonej strukturze wielowarstwowej, która podczas przepływu prądu jest strukturą jednorodną optycznie, przezroczystą, nierozpraszającą przepuszczanego promieniowania. Po wyłączeniu dopływu prądu struktura staje się przeświecającą, niejednorodną optycznie, rozpraszającą promieniowanie. Wprowadzenie barwników wpływa dodatkowo na zwiększenie efektu estetycznego przegrody.

**Szko elektrochromowe** pod wpływem przyłożonego niskiego napięcia elektrycznego, zabarwia się na kolor niebieski a tym samym zmienia się jego przepuszczalność promieniowania słonecznego.

**Szko gazochromowe**, funkcjonuje podobnie jak szkło elektrochromowe, ale zmiana barwy jest sterowana i następuje po wpuszczeniu do komory gazu zawierającego wodór, ponowne jego odbarwienie jest wynikiem wypuszczenia do niej powietrza<sup>21</sup>.

#### 4.3. Izolacyjność termiczna

Parametr ten jest jednym z najważniejszych elementów doboru systemu szklenia pod względem kryterium redukcji strat ciepła. Zależy on od liczby tafli szklanych w układzie szyb zespolonych, wytworzonych przez nie komór termoizolacyjnych, substancji wypełniających te komory a także obecności i rodzaju powłok termoizolacyjnych na powierzchni szyb. O termoizolacyjności systemów decyduje przewodność substancji wypełniającej komory, intensywność konwekcji wypełnienia gazowego oraz wielkość promieniowania długofalowego, będącego nośnikiem energii cieplnej<sup>22</sup>. Najlepsze pod tym względem są wypełnienia gazami szlachetnymi o znacznym ciężarze właściwym takie jak ksenon, krypton, argon. Najmniej korzystne jest wypełnienie powietrzem<sup>23</sup>.

#### 4.4. Izolacja akustyczna

Ze względu na swoją strukturę i cechy fizyczne, szkło jest z reguły materiałem niekorzystnym pod względem akustycznym. Jego płaskie i gładkie powierzchnie odbijają fale dźwiękowe, skierowując je często w nieodpowiednich kierunkach, co dodatkowo zwiększa niepożądane efekty akustyczne. Energia akustyczna potrafi dodatkowo wprawiać cienkie i sztywne tafle szkła w drgania, generując po drugiej stronie fale dźwiękowe pogarszające komfort. Rozwiązaniem optymalnym pod względem akustycznym jest zróżnicowanie grubości oraz zastosowanie szyb klejonych. Efekt ten można uzyskać poprzez połączenie kilku tafli szklanych elastyczną folią absorbującą energię akustyczną bądź stosując szyby zespolone wypełnione materiałami tłumiącymi dźwięki takie jak szkła z żelem i gąbką akrylową<sup>24</sup>.

<sup>21</sup>Na podstawie: Celadyn Waclaw: *Przegrody przeszklone w architekturze energooszczędnej*, Kraków 2004r. Str.129; Wehle-Strzelecka S.: *Szko w architekturze słonecznej. Współczesne rozwiązania*. „Świat szkła” nr 09(100)/2006r. Str. 32-37; Behling S.: *Glass, Structure and Technology in Architecture*. „Prestel”. Monachium, 1999r.

<sup>22</sup>Gazy bezwładne, szlachetne charakteryzują się mniejszą przewodnością cieplną. Ponieważ także cięższe od powietrza, zjawisko konwekcji wewnątrz szyby zespolonej jest ograniczone. Campagno A. : *Intelligent Glass Facades*. Boston, Berlin 1995r . Str.57.

<sup>23</sup>Na podstawie: Celadyn Waclaw: *Przegrody przeszklone w architekturze energooszczędnej*, Kraków 2004r. Str. 132; Stefańska E. *Szko ochronne budowlane*. „Architektura - Murator ”, nr 2(17)/1996r. Str.74; Schmidt K.: *Ochrona przed słońcem*. „Świat szkła” nr 08(104)/2007r. Str.38-40.

<sup>24</sup>Na podstawie:

Celadyn Waclaw: *Przegrody przeszklone w architekturze energooszczędnej*, Kraków 2004r. Str.143;

Iżewska A.: *Właściwości akustyczne ścian zewnętrznych i okien*. „Świat szkła” nr 02(105)/2007r. Str.36-39;

#### 4.5. Wytrzymałość mechaniczna

Niska wytrzymałość mechaniczna szkła, a w szczególności jego kruchość były od zawsze uznawane za wadę tego materiału. Szkło uznawane było za materiał nienadający się do celów konstrukcyjnych. Okazuje się jednak, że wbrew panującym opiniom, szkło jest materiałem o bardzo dobrych, chociaż trudnych do jednoznacznego określenia parametrach wytrzymałościowych. Od pewnego czasu coraz odważniej używa się go do wykonywania elementów nośnych: ścian, belek, żeber, słupów i sklepień. Konsekwentnie, coraz precyzyjniej formułowane są zasady techniczne jego zastosowania konstrukcyjnego oraz metody obliczeń wytrzymałościowych<sup>25</sup>.

#### 4.6. Bezpieczeństwo

Spośród możliwych oddziaływań mechanicznych na powierzchnie szklane, największe zagrożenie stanowi obciążenie wiatrem i uderzenia twardymi przedmiotami. Najlepiej tego rodzaju obciążenia wytrzymują i zapewniają ochronę i tak zwane bezpieczeństwo bierne<sup>26</sup>, szkła o podwyższonej odporności na rozbicie, do których należy szkło bezpieczne hartowane i klejone a także szkło zbrojone i kształtki (pustaki) szklane<sup>27</sup>.

**Szkło hartowane** jest uzyskane przez nagrzanie tafli do ok. 650st.C. i nagłe ochłodzenie. Wynikiem tego jest powstanie naprężeń na powierzchni szkła, co zwiększa odporność na zginanie i szok termiczny. Gdy przekroczone zostaną naprężenia graniczne, szkło pęka i rozpada się na drobne części<sup>28</sup>. Najnowsze zastosowane technologie pozwalają na hartowanie wszystkich typów szkła w tym także z powłokami niskoemisyjnymi. Szkło hartowane jest około pięć razy wytrzymalsze w porównaniu do szkła surowego, jest odporne na temperatury do 200 st.C, odporność na zginanie do 120 MPa, po stłuczeniu pęka w sposób bezpieczny<sup>29</sup>.

**Szkło laminowane** otrzymuje się przez klejenie kilku warstw szyb przy pomocy warstw folii zespalanej pod ciśnieniem i temperaturą. W przypadku zniszczenia, zatopiona folia utrzymuje kawałki szkła i przekazuje obciążenia na niezniszczone warstwy szyby, zapobiegając rozpadnięciu szyby. Technologia pozwala na łączenie ze sobą folii PVB o różnych kolorach dając możliwość uzyskania dowolnego koloru, zachowując przy tym odpowiednią budowę szkła i co za tym idzie jego właściwości<sup>30</sup>.

Istnieje możliwość laminowania szkła hartowanego, szkła wzmocnianego termicznie (pół hartowanego), szkła ornamentowych oraz kombinacji w/w rodzajów szkła.

**Szkło zbrojone** uzyskuje się procesie zatapiania w tafli szklanej, siatki stalowej utrzymującej tafle szkła po ewentualnym rozbiciu.

<sup>25</sup>Stefańska E. *Szkło ochronne budowlane*. „Architektura - Murator”, nr 2(17)/1996r. Str.74.

Lessing J. *Szkło budowlane*. „Architektura - Murator” nr 2(17)/1996r. Str. 68-73.

<sup>26</sup>Tzw. bezpieczeństwo bierne dotyczy zapewnienia bezpieczeństwa użytkownika od wpływu fragmentów uszkodzonej szyby. Tzw. bezpieczeństwo czynne dotyczy zapewnienia ochrony człowieka lub wartości materialnych od czynników zewnętrznych.

<sup>27</sup>Dąbrowski W., Dusza A., Krupa Z., Siekierska T., Tarczoń T.: *Szyby Ochronne Budowlane, ogólne wymagania techniczne, Zalecenia stosowania*. Wyd.: Instytut Mechaniki Precyzyjnej w Warszawie, Instytut Szkła i Ceramiki w Krakowie, Instytut Techniki Budowlanej w Warszawie. Warszawa kwiecień 1997r.

<sup>28</sup>Gibbon H. Wells. M. *Reflections on struktura glas*, w „Architects Journal” nr 22/1996. Str.43.

<sup>29</sup>Czuba P. *Systemy przegród szklanych ze szkła hartowanego*. „Architektur - Murator” nr 11(14)/1995 Str. 72-73.

Plaze G.: *Szkło hartowane samo nie pęknie?* „Świat szkła” nr 02(105)/2007r. Str.58.

Szkło budowlane. Produkty, zastosowanie, montaż. Dane techniczne. Saint-Gobain. Polfloat, Alsdorf 1996r.

<sup>30</sup>Pollak Z.: *Szkło klejone – technologia, właściwości, zastosowanie*. „Świat szkła” nr 03(95)/2006r. Str. 50-53.

Wynika z tego, że przy dużych siłach parcia i ssania wiatru, jakie występuje przy budynkach wysokich, występujących w miejscach najbardziej wyeksponowanych, należy stosować przede wszystkim szkło hartowane<sup>31</sup>. W systemach szklenia komorowego, gdy zachodzi możliwość uszkodzenia lub wysokich obciążeń, stosuje się najczęściej od zewnątrz szkło hartowane o od wewnątrz szkło klejone zabezpieczające otoczenie przed ewentualnymi odłamkami z rozbitej szyby. Zagrożenie bezpieczeństwa ludzi znajdujących się w pobliżu jest istotnym problemem wynikającym ze stosowania szkła w budownictwie.

### **Ochrona przeciwpożarowa**

Typem szkła bezpiecznego jest także szkło ogniodoporne, stanowiące barierę mechaniczną dla pożaru i pewną wartość izolacyjności dla promieniowania ciepłego przez okres ok. 30-60min. oraz szkło ogniochronne stanowiące barierę dla promieniowania ciepłego pożaru. Szkło to może mieć odporność ogniową 30, 60 lub 90 min. i wykonane jest z kilku warstw szyby wypełnionych m.in. warstwą spienającą pęczniącą pod wpływem temperatury. Szkło to jest niszczone w trakcie pożaru i nie nadaje się do ponownego użycia<sup>32</sup>.

## **IN SEARCH OF THE IDEA OF CONTINUITY OF THE CUBOIDAL FORM. TECHNICAL AND MATERIAL CONDITIONS. PART THREE.**

There is no doubt that the possibility to shape architecture in the form of translucent or transparent cuboids is largely a consequence of the technological solutions and materials that are currently available and widely used.

A possibility to define a cuboid geometrically, makes it easier to use a variety of construction solutions and materials, however, from a technical point of view, the assumption that transparent partitions will meet all the expectations associated with them is virtually impossible to obtain at the present stage of development. It is due to their complete versatility that is impossible to achieve, as well as insufficient effectiveness of complex systems and high costs of their application.

Creating this kind of objects is not an activity based solely on functional, aesthetic or ideological needs. It must be supported by extensive technical knowledge and awareness of the existence of numerous phenomena and physical dependence that often determine the choice of materials and equipment, have a significant impact on the appearance and shape of the solid. It involves a number of conditions, problems and relations that have neither been present yet, nor perceived earlier in the commonly understood traditional construction.

---

<sup>31</sup>Lessing J. *Szkło budowlane*. „Architektura - Murator” nr 2(17)/1996r. Str. 68-73.

<sup>32</sup>Na podstawie:

Kosiorek M.: Problemy bezpieczeństwa pożarowego budynków z dwupowłokowymi ścianami osłonowymi. „Architektura-murator”, nr 02/2001r. Str. 96-99.

Laskowska Z., Kosiorek M.: *Bezpieczeństwo pożarowe ścian kurtynowych*. „Świat szkła” nr 02/2007r. Str.23-27

Wrzesińska A.: Problemy bezpieczeństwa pożarowego budynków z dwupowłokowymi ścianami osłonowymi. „Architektura - Murator” nr 02/2001r. Str.96-100.

Pilkington: *The international magazine for glass and design*. Pilkington plc 2000-2006r.

The most commonly used material in the creation of transparent partitions, is glass that has gone a long way since its invention.

The glass partition is now becoming more and more transparent in a visual sense, thereby increasing the feeling of openness and permeation of space. Glass buildings, when we look at them from outside, reflect images in their greater part. Setting them at a right angle to the sunlight or the interior lighting eliminates the effect of reflection and thus obtained clear transparency gives the impression of complete communication between both spaces. All the more so as visible glass pane structures are being eliminated in favour of barely perceptible connections. In some cases, thus shaped glass objects disappear making an impression as if they actually dissolved in space.

Due to continuous development of its production technology there appeared many new applications. New challenges and expectations put to modern architecture, intensified research aimed at improving the technical and aesthetic parameters of glass. Their variety and diversity allows designers to meet their expectations of different functions and form of the designed objects. Aesthetics and technology of glass production makes it an ideal and highly efficient material that gives freedom of architectural expression.

Providing a visual contact from the interior with the environment, through transparent partition, which is not a normative requirement<sup>1</sup>, is often realized for psychological as and emotional - aesthetical reasons. It obviously depends on the characteristics of the building and the vision of the author. In case of some objects or rooms it is intentional to prevent the visual penetration of the interior due to their nature or the need to preserve privacy. The design strategy consisting in opening of the interior space on the outside often collides with the desire to preserve privacy and visual isolation from the other side. Isolation of visual design depends primarily on the relationship between the lighting parameters of the interior and the exterior and the type of material applied. In reality, there is a great deal of specific conditions related to the need and type of visual contact through glass coatings of the facade. Completely transparent partitions are created that are partly transparent and partly opaque, energy- saving, colourful, reflective. Modern glass facades are characterized by a variety of light permeability due to the type of material applied and also the nature of its surface.

Recent decades have brought a number of technical and material solutions that eliminate some numerous restrictions when it comes to the application of such partitions. The causes of failures related to the application of glass partitions resulted not only from the lack of effective solutions, but also in many cases, from the fact they were unadapted to some of the features as well as technical and installation solutions. Experience and observations show that the most common problems related to glass partitions are: steam condensation, keeping glass panes clean, provision of proper mechanical strength and mundane protection against vandalism. Selection of the right solution allows to eliminate or reduce these problems significantly.

## BIBLIOGRAFIA

- [1] Behling S.: *Glass, Structure and Technology in Architecture*. „Prestel”. Monachium, 1999r.
- [2] Bujniewicz Z.: *Kształtowanie transparentnych obiektów architektonicznych przy zastosowaniu współczesnych technologii szkła. Na podstawie wybranych projektów światowych i własnych*. Praca doktorska. Politechnika Śląska 1999r.
- [3] Campagno A. : *Intelligent Glass Facades*. Boston, Berlin 1995r . Str.57.

- [4] Celadyn W: Przegrody przeszklone w architekturze energooszczędnej, Kraków 2004r. Str. 150.
- [5] Coto.J.: El vidrio en la construcción w Situación actual y orientación de la I+D. Materiales de construcción 41/191.
- [6] Czuba P. *Niewidoczne ściany*. „Architektura - Murator”, nr 10(13) 1995r. Str. 64-65.
- [7] Czuba P. *Systemy przegród szklanych ze szkła hartowanego*. „Architektur - Murator” nr 11(14)/1995 Str. 72-73.
- [8] Dąbrowski W., Dusza A., Krupa Z., Siekierska T., Tarczoń T.: *Szyby Ochronne Budowlane, ogólne wymagania techniczne, Zalecenia stosowania*. Wyd.: Instytut Mechaniki Precyzyjnej w Warszawie, Instytut Szkła i Ceramiki w Krakowie, Instytut Techniki Budowlanej w Warszawie. Warszawa kwiecień 1997r.
- [9] Frampton K.: *Modern Architecture – a critical history*, 1980r.
- [10] Gibbon H. Wells. M. *Reflections on struktura glas*”, w „Architects Journal” nr 22/1996. Str.43.
- [11] Glaspol, Saint-Gobain. *Przewodnik po szkło*. Saint-Gobain Bruksela 2006r.
- [12] Iżewska A.: *Właściwości akustyczne ścian zewnętrznych i okien*. „Świat szkła” nr 02(105)/2007r. Str.36-39.
- [13] Kopaliński Wł. *Słownik wyrazów obcych i zwrotów obcojęzycznych*. Wyd. Wiedza Powszechna. Warszawa 1989r.
- [14] Kosiorek M.: Problemy bezpieczeństwa pożarowego budynków z dwupowłokowymi ścianami osłonowymi. „Architektura-murator”, nr 02/2001r. Str. 96-99.
- [15] Kuryłowicz S. *Pudło ze szkła*. „Architektura - Murator”, nr 03/2003r.
- [16] Laskowska Z., Kosiorek M.: *Bezpieczeństwo pożarowe ścian kurtynowych*. „Świat szkła” nr 02/2007r. Str.23-27
- [17] Leśnikowski W.: *Fenomen przezroczystości w architekturze*. „Architektura i Biznes”, nr 12/1995r.
- [18] Lessing J.: Ochrona przed słońcem i właściwości niskoemisyjne w atrakcyjnym kolorze. „Świat szkła” nr 10(101)/2006r. Str. 58.
- [19] Lessing J. *Szkło budowlane*. „Architektura - Murator” nr 2(17)/1996r. Str. 68-73.
- [20] Lisik B. M.: *Struktury fotowoltaiczne*. Praca doktorska W.A. Politechnika Śląska 1997r.
- [21] Niezabitowski A.: *O budowie przestrzennej dzieła architektury*. Zeszyty naukowe Politechniki Śląskiej nr 628. Gliwice 1979r.
- [22] Norberg-Schulz Chr.: *Znaczenie w architekturze Zachodu*. Seria biblioteka architekta. Wydawnictwo murator. Warszawa 1999r. Str. 178.
- [23] Minister SWIA RP.: *Rozporządzenie w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie*.
- [24] Pilkington: *The international magazine for glass and design*. Pilkington plc 2000-2006r.
- [25] Polijaniuk A.: *Systemowe rozwiązania ochrony przeciwsłonecznej*. „Świat szkła” nr 11(102)/2006r. Str. 24-25.
- [26] Pollak Z.: *Szkło klejone – technologia, właściwości, zastosowanie*. „Świat szkła” nr 03(95)/2006r. Str. 50-53.
- [27] Plaze G.: *Szkło hartowane samo nie pęknie?* „Świat szkła” nr 02(105)/2007r. Str.58.
- [28] Sharp D.: *Twentieth century architecture. A visual history*, 1991r.
- [29] Schmidt K.: *Ochrona przed słońcem*. „Świat szkła” nr 08(104)/2007r. Str.38-40.
- [30] Stefańska E. *Szkło ochronne budowlane*. „Architektura - Murator”, nr 2(17)/1996r. Str.74.
- [31] *Szkło budowlane. Produkty, zastosowanie, montaż. Dane techniczne*. Saint-Gobain. Polfloat, Alsdorf 1996r.
- [32] Tarczoń T.: *Fasady. Rozwój i nowoczesność*. „Świat szkła” nr 018(104)/2007r. Str.30-37.
- [33] Trybuś J.: *Moda na powidoki*. „Architektura & Biznes”, nr 07-08/2006r. Str. 66-69.
- [34] Wehle-Strzelecka S.: *Szkło w architekturze słonecznej. Współczesne rozwiązania*. „Świat szkła” nr 09(100)/2006r. Str. 32-37.
- [35] Wigginton.M. *Glass in architecture*. Wyd. Phaidon 1996r.
- [36] Wrzesińska A.: Problemy bezpieczeństwa pożarowego budynków z dwupowłokowymi ścianami osłonowymi. „Architektura - Murator” nr 02/2001r. Str.96-100.

**O AUTORZE**

Doktor inż. arch. Miłosz Raczyński - adiunkt w Katedrze Architektury Współczesnej, Teorii i Metodologii Projektowania. Autor wielu referatów, artykułów, a także opracowań projektowych.

**AUTHOR'S NOTE**

Miłosz Raczyński PhD, Engineer in Architecture – Assistant Professor in Department of Modern architecture , Theory and Methodology of Design. An author of many papers, articles and also design works.