



D-511-Q

O WPLYWIE DZIENNEGO ŚWIATŁA OD-  
BITEGO, NA KSZTAŁTOWANIE NIEKTÓ-  
RYCH OBIEKTÓW ARCHITEKTONICZNYCH  
UŻYTECZNOŚCI PUBLICZNEJ.

Praca doktorska  
Promotor prof. Ebnigiew Kupiec  
Politechnika Krakowska

1 9 6 6

20/PPS-Q

# SPIS TREŚCI:

## Wstęp

### Część 1:

#### OKREŚLENIE PRZEDMIOTU BADAŃ

- 1.1 Wprowadzenie ..... str. 3  
1.2 Ustalenie podstawowych  
pojęć..... " 6

### Część 2:

#### USTALENIE KRYTERIÓW WYBRANYCH Z FENOMENICZNEJ DISCYPLINY NAUC KOWYCH TECHNIK DLA PRZEDMIOTU TU TRECI.

- 2.1 Stan badań nad wnętrza-  
mi oświetlonymi dziennym  
światłem odbitym.....str. 12  
2.2 Niektóre wytyczne z za-  
kresu problematyki świa-  
tła dziennego w procesie  
odbicia, zastosowane do  
wnętrz architektonicznych.. " 14  
2.3 Problematyka światła od-  
bitego pod aspektami fiz-  
jologii widzenia..... " 21  
2.4 Wpływ architektury wnętrz  
sensorycznych na zjawiska  
psychiczne..... " 24  
2.5 Czynniki plastyczne..... " 26

### Część 3:

#### ANALIZA I SYSTEMATYKA URZĄDZEŃ ARCHITECTONICZNYCH ODBIJAJĄCYCH ŚWIATŁO DZIENNE.

- 3.1 Uwagi ogólne ..... " 29  
3.2 Ekran płaski, pionowy i  
poziomy..... " 33  
3.3 Ekran płaski jednoelemen-  
towy o efektach negatywo-  
wych..... " 36  
3.4 Układy kurtynowe..... " 39  
3.5 Ekran rytmiczny w płasz-  
czyznach wertykalnych..... " 41  
3.6 Ekran rytmiczny wieloele-  
mentowy..... " 43  
3.7 Ekran stropowy rytmiczny.. " 47  
3.8 Ekran ukośny..... " 50  
3.9 Ekran z zastosowaniem róż-  
nych odmian ostrosłupa..... " 59  
3.10 Układy kilku form pokrew-  
nych ostrosłupowi..... " 63  
3.11 Ekran ukośny wieloelemen-  
towy rytmiczny i arytmiczny.. " 67

3.12	Formy oświetlenia stropowych t.z. świetlików i rola ich ścian bocznych w odbiciu światła.....	str. 74
3.13	Architektoniczne formy/słon okiennych dla odbicia świat- ła.....	" 79
3.14	Układy form stożkowych i pe- krennych.....	" 83
3.15	Hozwiązania form sprzężonych...	" 93
3.16	Układy kilku form małych.....	" 96
3.17	Ekrany o powierzchniach wy- cinków walca oraz powierzch- niach krzywych.....	" 98
3.18	Kopuły i wycinki czasa.....	" 107
3.19	Kopuły z elementów rytmicz- nych lub arytmicznych .....	" 118
3.20	Ekrany o powierzchniach sfe- rycznych, wklęsłych, parabolicz- nych i innych .....	" 122
3.21	Uwagi końcowe.....	" 131

#### Część 4:

#### ROLA I ZNACZENIE URZĄDZEŃ ARCHITEK- TONICZNYCH ODBIJAJĄCYCH ŚWIATŁO W ARCHITEKTURZE.

4.1	Uwagi ogólne.....	str. 132
4.2	O projektowaniu urządzeń ar- chitektonicznych, zgodnych z doborem odpowiedniego rodza- ju źródła światła naturalnego.	" 135
4.3	Urządzenia architektoniczne warunkują o rodzaju oświetle- nia.....	" 152
4.4	Niektóre aspekty wnętrza archi- tektonicznych w powiązaniu z objawami psychi-fizycznymi ...	" 159
4.5	Możliwości plastyczne, uzyska- ne dzięki sposobom odbicia światła.....	" 165
4.6	Urządzenia architektoniczne, odbijające światło w zastoso- waniu praktycznym.....	" 170

#### Część 5:

#### KOŃCOWE WNIOSKI

Przykłady  
Wykaz literatury  
Źródła rycin  
Katalog przykładów

### Wstęp.

Światło, kolor i faktura absorbowwały człowieka już od czasów najdawniejszych. W architekturze poza zasadniczymi zagadnieniami kompozycyjnymi; światło i kolor urosły do rangi spraw bardzo istotnych. Kolor jak i światło w najbardziej ogólnym znaczeniu, to cała obszerna i odrębna dziedzina zarówno w architekturze jak i w malarstwie.

Praca niniejsza jest próbą stworzenia systemu urządzeń architektonicznych wprowadzających światło odbite do wnętrza.

Pewne sposoby kompozycyjne wprowadzenia światła naturalnego do wnętrza, znajdują swój pierwowzór już w architekturze prymitywnej, spotykamy je w architekturze historycznej i aktualnie w nowoczesnych dziełach prawie wszystkich wybitnych architektów.

Bezpośrednie poznanie przez autora niektórych wnętrz sabytkowych w kraju<sup>1</sup> jak i zagranicą /Skandynawia, Belgia, Francja Niemcy/, których kompozycja zasadzała się na wykorzystaniu efektów światła, skłoniły do obserwacji tych zagadnień i przeprowadzenia analitycznych studiów na ten temat.

Zetknięcie się w czasie praktyki architektonicznej z problematyką okna i ustalenia zależności światła we wnętrzu, od wielkości otworu okiennego na konkretnym przykładzie szpitala w Hedemark, który opracował autor pod kierunkiem dyr. Instytutu Budownictwa w Oslo p. Grimsgeard, zadecydowały o studiach podjętych przez niego w powyższym Instytucie<sup>2</sup>.  
W trakcie projektowania w warunkach wysokiego standardu budowla-

nego narócono uwagę na zmiany w pojęciu tradycyjnego "okna" i jego roli w miarę rozwoju wiedzy i postępu technicznego.

Przyczynił się on do zwolnienia okna od tradycyjnych funkcji takich jak <sup>3</sup>:

- 1/ wentylacji /rozwiązują to zagadnienie specjalne urządzenia,
- 2/ określonej ściśle formy i kształtu /powstaje typ okna na stałe zamontowanego, którego rola ogranicza się tylko do penetracji wizualnej z wnętrza lub do wnętrza, oraz do doprowadzenia światła/,
- 3/ zagadnień sanitarnych /przyjmuje te problemy cały arsenał nowoczesnych środków i urządzeń higieniczno-medycznych<sup>4</sup>.

Znaczenie otworów okiennych dla kompozycji wnętrza jest w chwili obecnej zagadnieniem prawidłowego rozdziału światła i jego efektów w obrębie wnętrza, a to dokonuje się dzięki eksperymentom twórczym i wiedzy praktycznej o istocie światła oraz jego znaczeniu w zakresie funkcji użytkowych.

W czasach obecnych wzrasta standard w zakresie oświetlenia światłem dziennym wszystkich obiektów architektonicznych.

Powyższe aspekty pozwalają na poszukiwanie różnych możliwości oświetlenia wnętrza światłem odbitym.

CZĘŚĆ I.

OKREŚLENIE PRZEMICU BADAN

## 1.1 Wprowadzenie.

"Anonimowa architektura, zwana również architekturą prymitywną albo ludową, uczy nas prawdy architektonicznej w jej najprostszej, nieskażonej prąskwiczeniemi i tradycją, formie i inspirowa w nowoczesnych rozwiązaniach"

Luis Kahn 1

W procesie poznawania najstarszych rozwiązań architektonicznych ilustrujących problem doprowadzenia światła przez człowieka do swoich siedzib, nie koniecznie trzeba odwoływać się do historii. Współczesne rozwiązania budownictwa u ludów żyjących na prymitywnym szczeblu rozwojowym, pokazują jak człowiek pod różnymi szerokościami geograficznymi rozwiązywał problemy oświetlenia.

Na południowym Tunisie<sup>2</sup> na skraju pustyni Sahary leżą dwa osiedla - Matmata i Matameur; pokazują one dwie różne metody i zabezpieczenia przed bezpośrednim promieniowaniem słonecznym /rys. 1. Człowiek z Matmata przed zbyt silnym działaniem promieni słonecznych chroni się w wykopanych dołkach /gleba na tych terenach to glina zmieszana z piaskiem, stanowi dogodny materiał zarówno strukturalny jak i izolacyjny/. Przekiętanie promień wykopu waha się od 6 - 8 mtr. przy głębokości 4 - 5 mtr. Jedyńm otworem tych pomieszczeń jest otwór drzwiowy. Drugie osiedle w Matameur budowane

jest nad sienią, lepianki są wnoszone wokół dziedzinca, posiadają one jedyne otwory, tj. otwory drzwiowe. Światło słoneczne wpada na dziedziniec, rozprasa się i wika do poszczególnych wnętrz.

Innym rodzajem będą przykłady budownictwa z Kamerunu<sup>3</sup> nad jeziorem Czad /ryc.2/. Tu zasada mieszkania sprowadza się do dwóch stożków budowanych z gliny od 3,5 - 5 mtr. wysokości. Jeden z nich przewidziany jest na pomieszczenie o charakterze użytkowym, tj. kuchnia z paleniskiem i sypialnią, drugi o charakterze mieszkalnym. Każdy z nich u szczytu posiada otwór. W pierwszym otwór służy do odprowadzenia dymu i wprowadzenia powietrza i światła, w drugim ogranicza się do oświetlenia i wprowadzenia powietrza.

Otwór górny wynikał początkowo tylko z przesłanek użytkowych, tj. odprowadzenia dymu. Tę funkcję spełniały wszystkie prymitywne rozwiązania zarówno z upalnego południa jak i spod koła podbiegunowego. Wystarczy wymienić znane przykłady z architektury ludowej jak: chaty w Setesdal w Norwegii<sup>4</sup>, rozwiązania w budownictwie arabskim i inne /ryc.3/.

Przytoczone powyżej rozwiązania wykazują istnienie problemów światła w budownictwie bez aspektów estetycznych i twórczej świadomości. Przykłady powyższe są charakterystyczne w aspektach użytkowych i stanowią wprowadzenie ogólne do problematyki niniejszego studium.

Okres architektury historycznej to ściśle zespolenie formy, zarówno bryły jak i wnętrza z problemem oświetlenia dziennego.

Ten bogaty repertuar architektury posiada sporadyczne wyjątki, w których możemy doszukać się protogenezy urządzeń dla wprowadzenia światła odbitego. Wystarczy wymienić otwory świątyni



egipskiej Amona z Karnak<sup>5</sup>, których celem było doprowadzenie światła na ściany boczne /ryc.4/. Istnieją również hipotezy o wprowadzeniu światła do świątyń greckich. Nie znaleziono w nich jednak urządzeń służących do odbijania światła, natomiast w grobowcach greckich i etruskich występują już skomplikowane sposoby wprowadzenia światła, które zostaną rozważone w dalszym ciągu niniejszej pracy.

Różne sposoby i metody ujęcia zagadnień światła w architekturze, realizowane w okresach historycznych sprowadzone na tory teoretycznych rozważań można by potraktować jako problem światła odbitego, nie wnoszą one jednak istotnych zagadnień w problematykę pracy, a pojawianie się ich sporadyczne nie pozwala na ustalenie chronologicznej kolejności w rozwoju kompozycyjnych metod wprowadzenia światła odbitego.

Zasadnicze znaczenie dla problematyki niniejszej dysertacji posiada dopiero architektura okresu baroku. Twórcy wykazują całkowite zrozumienie i pełnię świadomości w stosowaniu i wykorzystaniu efektu światła odbitego, a to dzięki odkryciom Snelliusa Descarta<sup>6</sup>, artystycznym poszukiwaniom Rembrandta, które znajdują zastosowanie w rozwiązaniach architektonicznych Sir Christopher Wren, J.H. Mansarda Soufflota, Narciso Tomé /ryc.5/. Są to ludzie jednej epoki zajmujący się tym samym problemem w różnych dziedzinach, tj. światła i jego odbicia.

Snellius /1618/ i Descart /1637/ - ludzie nauki - ustalają prawa odbicia światła. Rembrandt /1608 - 1669/ uzyskuje emanujące światło na twarzach, w portretach i kompozycjach figuralnych na tle wnętrza. Wren, Mansard, Soufflot, Tomé i inni dają nowe koncepcje i tworzą realizacje architektoniczne, w których

Światło zskamuje się na świadomie kształtowanych powierzchniach, aby w efekcie końcowym wpaść do wnętrza budowli i oka odbiorcy.

Okres ten charakteryzuje się ścieśnieniem poszukiwań na polu nauki, sztuki i architektury.

### 1.2 Ustalenie podstawowych pojęć.

"Znaczenie Światła jest zagadnieniem fundamentalnym w architekturze. Światło pozwala zrozumieć architekturę. Ciężność deprecjonuje architekturę jako formę sztuki. Każdy okres architektury rozwiązywał zagadnienie Światła, zgodnie z technologią i kulturą swojego czasu".

J.E.Flynn, S.M.Wills<sup>7</sup>

"Rozwiązanie Światła naturalnego jest uzależnione od funkcji i charakteru obiektu - przybiera najrozmaitsze rozwiązania zamiast tradycyjnego okna".

John Dixon<sup>8</sup>

Powołując się na aktualność problematyki Światła odbitego, zachodzi konieczność opracowania tego zagadnienia pod kątem teorii projektowania architektonicznego. Podbudową do powyższego stwierdzenia są badania nad strukturą fizyczną Światła odbitego, jego natężenia, metod obliczenia i pomiarów ilości Światła odbitego we wnętrzach.

Problematyka Światła odbitego jako wynik urządzeń architektonicznych, powodujących izolację od przestrzeni otaczającej, jest przedmiotem badań nad samopoczuciem i sjawiskami psychicznymi ludzi poddanych stałemu oświetleniu dziennym Światłem odbitym.

Zagadnienia powyższe są przedmiotem badań różnych instytutów naukowych.

Równocześnie pojawiają się we współczesnej architekturze różnorodne urządzenia architektoniczne odbijające światło dzienne zarówno we wnętrzach jak też w bryłach obiektów architektonicznych przy zupełnym braku opracowań tych zagadnień od strony teorii projektowania i teorii kompozycji architektonicznej, o czym świadczy zupełny brak danych bibliograficznych w zakresie literatury architektonicznej.

Przy podejmowaniu zadań projektowych występuje ścisła zależność wprowadzenia światła dziennego odbitego od formy architektonicznej, w związku z czym niezbędna jest dokładna świadomość syntetycznego ujęcia sposobów oświetlenia i ich zależności od formy oraz poznanie szewisk, które odbywają się w tych ramach.

Ogólnym celem pracy jest:

Powiększenie warsztatu architektonicznego przez zwrócenie uwagi na racjonalność oświetlenia wnętrza światłem dziennym odbitym w architekturze użyteczności publicznej oraz podkreślenie aspektów humanistycznych tego zagadnienia.

W pracy dąży się do poznania pewnej określonej liczby przykładów rozwiązujących problem światła odbitego to zarówno przykładów teoretycznych jak i współczesnych już zrealizowanych odwołuje się również do pewnych metod komponowania światła naturalnego we wnętrzach historycznych.

Celem szczegółowym pracy jest wykazanie, że umiejętne projektowanie odpowiednich urządzeń służących do wprowadzenia i odbicia światła naturalnego w obiektach o charakterze publiczno-społecznym jest niezbędne oraz wykazanie właściwych korelacji zachodzących w poszczególnych przykładach pomiędzy: wnętrzem - ekranem a źródłem światła, zapewniającej prawidłowe warunki

oświetlenia i kompozycji. Dzięki powyższym czynnikom możemy uzyskać światło o walorach najwyższych, zarówno pod kątem użytkowym jak i wartości estetycznych.

Rozważyć tu należy następujące możliwości:

- 1/ oświetlenie bezpośrednie
- 2/ oświetlenie odbite
- 3/ oświetlenie równomiernie odbite od powierzchni
- 4/ oświetlenie odbite zróżnicowane /modulowane/
- 5/ oświetlenie bezcieniowe
- 6/ oświetlenie odbite skoncentrowane
- 7/ oświetlenie wielorodzajowe

Każde z tych rodzajów oświetlenia ściśle przynależy do odpowiedniej grupy zagadnień architektonicznych. Pierwsze trzy rodzaje oświetlenia wiążą się z takimi obiektami jak: sale szkolne, audytorium, czytelnie i pewne typy pomieszczeń muzealnych. Grupa czwarta i piąta rodzajów oświetlenia występuje w obiektach, których celem są właściwe oświetlenia określonego typu przedmiotu; należą też muzea służące zbiorom naukowym, zbiorom sztuki i innych, ekspozycji wystawienniczych, wnętrza mauzoleów oraz innych obiektów architektonicznych służących różnym dziedzinom kultury. Oświetlenie bezcieniowe spełnia najlepiej swoją rolę tam zwłaszcza, gdzie wymagane jest precyzyjne widzenie, a więc - w pracowniach naukowych, czytelniach uniwersyteckich /Przy oświetleniu bezcieniowym nie ma odbłasku przy czytaniu od powierzchni papieru/.

Przez świadome i celowe stopniowanie światło-cieniowe możemy uzyskać najbardziej właściwe natężenie światła, zgodne z przeznaczeniem, tj. funkcją obiektu architektonicznego. Możemy więc uzyskać wysoki standard oświetlenia, pozwalający na zwiększenie ab-

sortacji umysłowej, wydajności pracy czy właściwy wypoczynek.

Powyższe rezultaty muszą być zgodne z naturalnymi czynnikami psychofizycznymi, zdrowotnymi i oparte na najlepszym rodzaju światła, tj. światła naturalnego - zwłaszcza w tych obiektach, które są wykorzystywane w czasie dnia.

Stąd też rysuje się główna teza pracy:

Stosowanie dziennego światła odbitego dla wnętrza niektórych obiektów użyteczności publicznej - stworzy optymalne warunki dla pracy i przeżyć psychicznych człowieka.

Współczesne możliwości techniczne pozwalają na coraz częstsze stosowanie w niektórych obiektach architektonicznych użyteczności publicznej; oświetlenia dziennego odbitego, światła o dużych walorach optycznych i plastycznych, które uzyskane może być tylko dzięki umiejętnej zastosowaniu specjalnych urządzeń architektonicznych projektowanych na racjonalnych zasadach, zdobytych dzięki różnym nowoczesnym dziedzinom nauki.

Właściwie projektowane we wnętrzach oświetlenie dzienne odbite może przyczynić się do:

1/ podniesienia standardu oświetlenia przez właściwe metody rozdziału efektów światła oraz sposobów oświetlenia powierzchni,

2/ oddziaływania profilaktycznego na zdrowie psychiczne społeczności przez odpowiednie zabezpieczenie przed objawami nerwicy,

3/ osiągnięcia różnorodnych efektów estetycznych.

Dla dalszego toku rozważań musimy przyjąć dwie podstawowe de-

finicje:

Pierwsza będzie ustalać pojęcie światła odbitego. Przez światło odbite rozumiemy światło pochodzące ze źródła naturalnego /lub sztucznego/, ukrytego przed okiem obserwatora<sup>9</sup> /odbiorcy widza/.

Druga definicja określa urządzenia architektoniczne a zwłaszcza ich powierzchnie, służące odbiciu promieni światła naturalnego /lub sztucznego/ w kierunku dla nas pożądanym. Powierzchnie te nazywamy ekranami<sup>10</sup>. Interpretacja ekranów w takim rozumieniu może być bardzo szeroka, co umożliwi nam zastosowanie tego pojęcia w odniesieniu do różnych elementów architektonicznych.

**C Z E Ś C 2.**

**USTALENIE KRYTERIÓW WYBRANYCH  
Z POMOCNICZYMI DISCYPLIN NAUKO-  
WYMI ISTOTNYCH DLA PRZEDMIOTU  
PRACY.**

## 2.1 Stan badań nad wnętrzem z dziennym światłem odbitym.

Stan badań nad urządzeniami architektonicznymi, wykorzystującymi światło dzienne odbite do wnętrza architektonicznych jest zjawiskiem unikalnym w literaturze fachowej teoretycznej i to zarówno krajowej jak i zagranicznej. Pomimo usilnych poszukiwań ze strony autora okazało się, że jest bardzo mało opracowań o charakterze naukowym dla tak specjalistycznie przyjętego tematu.

Aby znaleźć naukowe uzasadnienie dla niniejszej pracy autor zmuszony był odwołać się do pewnych osiągalnych zapożyczeń w zakresie metod i badań przeprowadzonych przez specjalistów z zakresu zjawisk światła odbitego.

Aktualny stan badań nad zastosowaniem w architekturze dziennego światła odbitego reprezentuje dwa sąsiednicze kierunki.

Pierwszy kierunek bada światło odbite jako wynik i rezultat światła bezpośredniego wprowadzonego do wnętrza, jest to zjawisko występujące zawsze przy świetle i jako powszechne posiada znaczną literaturę. Z polskich uczonych znane są prace K. Majkowskiego<sup>1</sup>, T. Nowakowskiego<sup>2</sup>, Z. Radwańskiego. Rozwój tych badań znalazł swój wyraz także w pracach niemieckich /Kleffner<sup>3</sup>, Frühling<sup>4</sup>, Hohler<sup>5</sup> i Luckhard/ z angielskich /R. Andersona, J. Swarbricka, Waldreana/ i innych<sup>6</sup>.



Poważny wkład do literatury specjalistycznej wniósł uczony szwedzki G. Pleijel, którego działalność eksperymentatorska związana jest ze szwedzkim Instytutem badawczym, t. zw. Statens Kommitte för Byggnads-Forskning.

Osiągnięcia instytutów badawczych w zakresie światła odbitego są podstawą do teoretycznych rozważań. Powyższymi zagadnieniami interesują się prawie wszystkie instytuty państwowe świata, między innymi:

Department of Scientific and Industrial Research /W. Brytania/  
United States of America Department of Commerce /U.S.A./

wyd.: Code for Protection Against Lighting.

Texas Engineering Experiment Station, pod kierunkiem wybitnego uczonego E.E. Vezey /U.S.A./

Borges Byggeforskings Institutt /Norwegia/.

Oprócz instytutów państwowych działa wiele towarzystw naukowych, oraz instytuty prywatne przy różnych zakładach przemysłowych /warte tu wymienić działalność instytutu Pilkington z siedzibą w Londynie/.

Drugi kierunek badań i eksperymentów w zakresie światła odbitego, dotyczy efektów światła naturalnego, wprowadzonego do wnętrza architektonicznych po przez stałe, specjalne urządzenia, czyli tak zwane ekrany i ten kierunek leży w profilu zbliżonym do niniejszej pracy.

Ze względu na możliwość wielokrotnego odbicia nie ma ścisłej metody obliczenia natężenia światła odbitego we wnętrzu; jednak szereg uczonych pracuje nad tym problemem od strony jego przydatności w architekturze. Prof. Hopkinson i Longnor<sup>8</sup> na podstawie całego szeregu przeprowadzonych eksperymentów pod sztuczną

kopułą sklepienia niebieskiego ustalili matematyczne prawa odbicia światła słonecznego dla wnętrza oświetlonych światłem odbitym od powierzchni ekranu /1954 r/ J. Dourgnon<sup>9</sup> - bada wielokrotne refleksy i odbicia na powierzchni różnych materiałów/1959/ C'Brien i A. Howard<sup>10</sup> pracują nad obliczeniem współczynników<sup>11</sup> odbicia od różnych powierzchni materiałów, które te współczynniki decydują o wykorzystaniu światła dziennego.

Jedną z ostatnich prac w zakresie światła odbitego jest jeszcze niepublikowany referat prof. Hopkinsa wygłoszony na konferencji Uniwersytetu w Newcastle-upon-Tyne /1965/<sup>12</sup>.

Pojawiają się również eksperymenty zarówno w dziedzinie sztuki jak i architektury, w których wykorzystywane są różne efekty światła odbitego /Bernard Lassus/<sup>13</sup>.

Niezależnie od rozważań teoretycznych nad zagadnieniami światła odbitego, występuje ten problem w realizacjach architektonicznych<sup>14</sup>. Coraz częściej realizowane są obiekty architektoniczne oświetlone nie przez normalne otwory okienne lecz za pośrednictwem urządzeń ekranowych, wynikających ze "sztuki" projektowania i komponowania oświetlenia dziennego jak i wynikające z koncepcji bryły architektonicznej. Umiejętność ta przejawia się prawie u wszystkich wybitnych współczesnych architektów, a zdobyta jest na drodze empirycznej i przesłanek intuicyjnych<sup>15</sup>.

Działalność Hopkinsa, Longmora, Dourgnona, C'Brien, Howarda zmierza do zastosowania praw naukowych w miejsce gdzie dotychczas dominowała intuicja i eksperymentowanie.

**2.2 Niektóre wytyczne z zakresu problematyki światła dziennego w procesie odbicia, zastosowane do wnętr architektonicznych.**

Prawidłowe oświetlenie wnętr światłem dziennym jest stałym przedmiotem wielu prac naukowych i zdobyło bogatą literaturę fachową.

Podjęcie tematyki światła odbitego musi w podstawowych założeniach sprowadzić się do niektórych zagadnień oświetlenia dziennego.

Prawidłowe oświetlenie wnętr światłem dziennym wymaga spełnienia podstawowych warunków - należy tu wymienić:

- 1/ przyjęcie odpowiedniego źródła światła; jak wiadomo mamy trzy rodzaje oświetlenia dziennego /patrz wykres rub.II/
  - a/ światło bezpośrednie słoneczne<sup>16</sup> /patrz wykres rub.IIA/
  - b/ światło pośrednie, pochodzące ze sklepienia niebieskiego<sup>17</sup> /patrz wykres rub.IIE/
  - c/ światło odbite od terenu<sup>18</sup> /patrz wykres rub.IIC/
- 2/ ustalenie czynników okresowych wpływających na oświetlenie:
  - a/ pory dnia /patrz wykres rub.IID/
  - b/ pory roku /patrz wykres rub.IIE/
  - c/ zachmurzenia i innych zakłóceń /patrz wykres rub.IIF/
- 3/ oraz czynników geograficznych, tj.:

- d/ kierunek stron świata w jakim jest skierowany obiekt /patrz wykres rub.IIG/
- e/ pozycja katowa obiektów, azymut słoneczny /patrz wykres rub.III/
- f/ wysokość geograficzna obiektu /patrz wykres.rub.II I/
- g/ wpływ otoczenia.

Wyżej wymienione czynniki należą do ogólnych kryteriów decydujących o bezpośrednim i pośrednim oświetleniu naturalnym<sup>20</sup>.

Użycie dziennego światła odbitego jako światła pośredniego we wnętrzu polega na takim jego rozwiązaniu, w którym linia patrzenia odbiorcy /obserwatora/, znajdującego się w tym wnętrzu, nie natrafia na otwór doprowadzający światło. Źródło światła bezpośredniego oddziałuje na powierzchnię, a odbite od nich promienie światła oświetlają wnętrze prawidłowo tylko wtedy gdy zostaną spełnione następujące kryteria szczegółowe:

- 1/ powierzchnia odbicia zwana ekranem musi być właściwie skierowana w stosunku do promienia źródła światła naturalnego, tj. ustalenie odpowiedniego azymutu, względnie powierzchnia odbicia zostaje właściwie ustawiona do kierunku oddziaływania sklepienia niebieskiego lub do kierunku odbicia światła od terenu.
- 2/ zasadniczy wpływ na odbicie światła we wnętrzu ma materiał<sup>21</sup>, z którego został skonstruowany ekran i jego forma, faktura i kolor<sup>22</sup>. Charakterystyka powierzchni, specyfika materiału i jego wykończenie, są istotnymi czynnikami przy projektowaniu<sup>23</sup>.

Powyższe czynniki w zasadniczy sposób mogą podnieść lub obniżyć natężenie światła we wnętrzu.

John Flynn i M. Mills<sup>24</sup> podają, że każdy materiał odbijający światło, staje się wtórnym źródłem światła. Autorzy ci utrzymują, że są trzy sposoby odbicia promienia świetlnego:

- 1/ odbicie zwierciadlane, w którym kąt padania równa się kątowi odbicia. Jest ono stosowane w tych wypadkach kiedy jest konieczne precyzyjne ustawienie kąta odbicia.
- 2/ odbicie rozproszone, wiązkowe, następuje przy powierzchniach o bogatej fakturze. Promień padający odbija się w postaci wiązki promieni, której kąt jest zbliżony do kąta padania.
- 3/ odbicie rozproszone wielokierunkowe następuje wtedy, gdy światło odbite jest we wszystkich kierunkach, co powoduje że powierzchnia jest oświetlona ze wszystkich kątów widzenia.

Dla zilustrowania odbicia zwierciadlanego, rozproszonego i wielokierunkowego podają tabelę opracowaną na podstawie wyżej cytowanych autorów.

Odbicie zwierciadlane dają nam takie materiały jak:

typ materiału	odbicie	pochlębianie
srebro	90 - 92	8 - 10
chrom	63 - 66	34 - 37
aluminium poler.	60 - 70	30 - 40
stal nierdzewna	50 - 60	40 - 50
cyna	67 - 72	40 - 50

Odbicie rozproszone dają nam następujące materiały:

typ materiału	odbicie	pochłanianie
aluminium szczotkow.	55 - 58	42 - 45
aluminium trawione kwasami	70 - 85	15 - 30
aluminium malowane	60 - 70	30 - 40

Odbicie rozproszone wielokierunkowe dają nam następujące materiały:

typ materiału	odbicie	pochłanianie
zaprawa wapienna biała	90-92	8-10
malowanie białą farbą	70-90	10-30
biała porcelanowa emalia	60-85	17-40
Drzewo: dąb jasny	25-35	65-75
dąb ciemny	10-15	85-90
mahoni	6-12	88-94
biała terakota	65-80	20-25
terakota o szarym cemen.	20-40	60-80
polarowany namur	30-70	
cegła	10-40	60-90



W dalszym toku rozważań przyjmuje się następującą klasyfikację rodzajów oświetlenia dziennym światłem odbitym wewnątrz architektonicznych:

1/ oświetlenie bezpośrednie	/patrz wyk.rub.IIIA/
2/ oświetlenie odbite	/ " " " IIIB/
3/ oświetlenie równomiernie odbite od powierzchni	/ " " " IIIC/
4/ oświetlenie odbite, zróżnicowane od powierzchni	/ " " " IIID/
5/ oświetlenie bescienne	/ " " " IIIE/
6/ oświetlenie odbite skoncentrowane	/ " " " IIIF/
7/ oświetlenie wielorodzajowe	/ " " " IIIG/

Powyższe rodzaje oświetlenia charakteryzują się następująco:

- od 1/ wewnątrz oświetlone dziennym światłem bezpośrednio, uzyskujemy gdy światło jest doprowadzone wprost do wnętrza przez otwory architektoniczne. Przy tym oświetleniu uzyskujemy również znaczną część światła odbitego we wnętrzu. Za ekrany przy tego typu oświetleniu możemy uważać wszystkie elementy wnętrza i jego wyposażenia.
- od 2/ światło odbite jest zjawiskiem powszechnym, występującym w każdym rodzaju oświetlenia. Celem ścisłego sprecyzowania terminu przez "oświetlenie wewnątrz światłem odbitym" rozumiemy każde oświetlenie jednorodnjowe, uzyskane dzięki różnym specjalnym urządzeniom architektonicznym,
- od 3/ światło odbite równomiernie od powierzchni ekranu uzyskujemy stosując ekrany jednoelementowe o powierzchniach płaskich. W tym wypadku kąt odbicia światła od całej płaszczyzny ekranu jest zawsze ten sam. Powierzchnia ekranu jest oświetlona równomiernie; niegól jest mniejsza od otworu doprowadzającego źródło światła odbitego od ekranu do wnętrza. W tym

układzie poważną rolę spełnia także promieniowanie od sklepienia niebieskiego,

ad 4/ Światło odbite zróżnicowane lub modulowane uzyskujemy wówczas gdy powierzchnia ekranu jest większa od powierzchni otworu doprowadzającego światło odbite; dlatego następuje efekt zacienienia części ekranu położonych dalej od źródła światła,

ad 5/ Światło bezcieniowe uzyskujemy przy grupowaniu różnych urządzeń architektonicznych /ekranów/ oraz przy rozpraszaniu promienia światła we wszystkich możliwych kierunkach, dzięki wyżej wymienionym urządzeniom. Typ tego oświetlenia możemy również uzyskać przez odpowiednie stosowanie całego szeregu ekranów. Rozpraszanie światła od ekranów zależy od zastosowanego materiału,

ad 6/ oświetlenie odbite skoncentrowane uzyskujemy wówczas gdy powierzchnie oświetlone są znacznie mniejsze od wszystkich powierzchni wnętrza. Jest to typ oświetlenia skłonalizowanego tylko na pewnych częściach pomieszczenia; efekt ten może występować jednorazowo, powtarzać się rytmicznie lub arytmicznie. Odbicie światła dziennego skoncentrowanego dzieli się na dwa rodzaje:

a/ odbicie światła bezpośredniego, wprowadzonego do wnętrza celem oświetlenia tylko pewnych jego części,

b/ lokalizowane wtórne odbicie światła od architektonicznie konstruowanych ekranów,

ad 7/ oświetlenie wielorodzajowe charakteryzuje się dowolnym łączeniem powyższych grup oświetlenia w zespołach dwa lub kilku rodzajowych.



Wszystkie powyższe rozwiązania są obliczone na efekty światła dziennego. Z uwagi na pewne zmiany związane z właściwościami światła naturalnego jak: zmienność natężenia światła na skutek czynników okresowych /pora dnia, roku, zachmurzenia i inne/, które powodują niedostateczne oświetlenie zachodzi konieczność uzupełniania lub zastąpienia go przez światło sztuczne. O możliwościach tych pisze prof. Hopkinson, Flynn i Mills. Osobny wykres wskazuje, który z przykładów analizy zawiera tego typu możliwości.

### 2,3 Problematyka światła odbitego pod aspektami fizjologii widzenia.

Obecne rozważania będą dotyczyły procesów oddziaływania światła na oko ludzkie<sup>25</sup>. Talbort, Hamlin<sup>26</sup> utrzymują, że tylko światło naturalne jest najwłaściwsze dla wzroku człowieka. Best i Taylor<sup>27</sup> podają dane dotyczące warunków dogodnego widzenia, tak zwane minimum separabile, akomodacji oka<sup>28</sup>, adaptacji oka do odpowiednich warunków oświetlenia, w których proces ten wymaga pewnego czasu. Właściwe oświetlenie ma ogromny wpływ na samopoczucie<sup>29</sup> i wydajność pracy<sup>30</sup>.

Stale przebywanie w lub praca w niedostatecznym oświetleniu powoduje szybkie zmęczenie oczu, zmęczenie ogólne, przyspieszenie tętna, mdłości i bóle głowy. Jeśli stan niedostatecznego oświetlenia<sup>31</sup> trwa przez dłuższy okres czasu może to spowodować poważne wady wzroku, zwłaszcza u osób młodych. Według Besta światło we wnętrzu powinno być w miarę możliwości jednorodne /patrz wykres rub.IVc/, gdyż zwiększa to minimum separabile.

Adaptacja oka do odległości w konkretnym rozumieniu dla architektury wyraża się możliwością względnie dalekich penetracji wizualnych na zewnątrz. Adaptacja oka do odległości, tj. przystosowanie oka do patrzenia na przedmioty bliskie względnie dalekie.

Architektura zamknięta stwarza tylko możliwość patrzenia na przedmioty bliskie, natomiast otwory okienne dają możliwość patrzenia

nia na przedmioty względnie odległe. Obydwie te możliwości są niezbędne przy gimnastyce mięśni oka. Tam gdzie nie występuje penetracja na zewnątrz, oko nie posiada pełnych warunków adaptacji. To zagadnienie jako czynnik regeneracji mięśni oka omawia w swej pracy Talbot Hamlin<sup>32</sup>.

Drugim ważnym zagadnieniem jest to czy wnętrza architektoniczne utrzymują właściwą proporcję światła do przestrzeni oraz, czy mają odpowiednią penetrację wizualną z wnętrza na zewnątrz. Za najkorzystniejszą uważa się penetrację wizualną w płaszczyźnie horyzontalnej.

Zagadnienia powyższe z architektonicznego punktu widzenia postulują równomierność oświetlenia o czym wypowiadają się: Simon Breines, Frederick Guthrie, omawiając rozświetlenie światła odbitego w gmachu biblioteki Viipuri Alvara alto<sup>33</sup>.

Za absolutną kontrolą światła we wnętrzach wypowiedział się coraz więcej architektów i krytyków architektury, między innymi Allan Tenko<sup>34</sup>. Stoi on na stanowisku, że widzenie powierzchniowo bryłowe, powinno być w wypadku niedostatecznego oświetlenia naturalnego uzupełnione światłem sztucznym /patrz wykres rub. VII/. Podobnie ujmuje problem Glog i Hopkinson<sup>35</sup>. Prof. Hopkinson jest jednym z czołowych badaczy zagadnień światła odbitego.

Wysuwa on takie zagadnienia jak odbicie od powierzchni barwnych, uwzględniając widzenie sylwetowe /patrz wykres rub. IVB/ za widzenie oślepiające<sup>36</sup> i niekorzystne w architekturze. Studjuje on również adaptację oczu do kontrastów oświetleniowych w architekturze.

Fitch<sup>37</sup> w zagadnieniach fizjologii widzenia stawia tezę, że sklepienie niebieskie - zwłaszcza północne - ma na wnętrzu niekorzystne działanie. Jest ono ośmiewające. Oko ludzkie

znajduje najkorzystniejsze warunki w przestrzeni architektonicznej, oświetlonej bezpośrednim światłem słonecznym. Twierdzenie to zostało wypowiedziane w związku z krytyką budynku Akademii Sztuk Pięknych w Wellesley Paula Rudolpha. Zagadnienia fizjologii widzenia w aspekcie służby budownictwa są ujęte jako normatywy na terenie wszystkich krajów<sup>58</sup>.

#### 2.4 Wpływ architektury wnętrz zamkniętych na zjawiska psychiczne.

Zagadnienie wpływu wnętrz zamkniętych w procesie kształtowania psychiki człowieka jest przedmiotem stałych badań podejmowanych przez psychologów. Badacze z zakresu "higieny psychicznej" podają wyniki badań i obserwacji dokonanych na człowieku, znajdującym się we wnętrzu bezokiennym, zamkniętym ze wszystkich stron ścianami. Bilikiewicz<sup>39</sup> podaje wyniki tych badań w pracy "Psychiatria gdzie stwierdza, że we wnętrzach absolutnie izolowanych od przestrzeni otaczającej, mogą wystąpić objawy klaustrofobii /patrz wyk.rub.VR/ /przykład kliniczny/ i, że pomieszczenia tego typu nadają się wyłącznie na krótko trwały okres przebywania. Również w zakresie higieny psychicznej autorytetem, który zajmował się sprawami dotyczącymi architektury jest Heyman, cytowany przez Dąbrowskiego<sup>40</sup>. Przedstawia on interesującą hipotezę, że w związku z tworzeniem przez człowieka architektury, uniezależnił się on od przyrody, co w konsekwencji może doprowadzić do zaburzeń rytmu naturalnego w zakresie psychiki. Zakłócenia te dotyczą pór roku oraz dnia, co w skrajnych wypadkach /wg.opinii Heymana/ może stać się przyczyną powstania nerwicy, niezdyscyplinowania wrogiego nastawienia do społeczności.

Architekt Hoyer, zajmując się zagadnieniami klaustrofobii, badał związek zachodzący między przestrzenią zamkniętą a oknem. Ograniczał on szeregiem rozwiązań wielkość okna, doprowadzając do całkowitego zaniku otworu wprowadzającego światło, t.j. do momentu, w którym z psychicznego punktu widzenia zaczyna się klaustrofobia. Hoyer uznał na podstawie eksperymentu, że można ograniczyć ilość światła w obiektach obliczonych na krótkotrwały pobyt człowieka. Uwzględnił wyniki swoich badań realizacji biurowca linii lotniczych w Arlington.<sup>41</sup>

Również te same problemy przestrzeni zamkniętej i jej wpływy na psychikę człowieka rozwija cytowany już krytyk architektury Allen Tenko<sup>42</sup>. Szerok twierdzeń z zakresu higieny psychicznej dąży do wykazania, że penetracja wizualna /rab.IVC/ z wnętrza nie może być absolutnie zamknięta i powinna odbywać się w płaszczyźnie horyzontalnej /Hanlin/<sup>43</sup>.

Twarowski<sup>44</sup> powołuje szereg autorytetów na twierdzenie, że najlepsze samopoczucie człowieka we wnętrzu jest ściśle uzależnione od pełnej penetracji słonecznej<sup>45</sup>.

## 2,5 Czynniki plastyczne.

Forma, gra światła i cienia, kolor i faktura są elementami decydującymi o randze architektonicznej. Kultura operowania efektami światłocieniowymi, które np. po mistrzowski pobrali wygra między innymi starożytni Egipcjanie /Ptaħ w Kamaku/, jak stopniowanie cienia przy postępującym obniżaniu stropów w pomieszczeniach cofających się w ustalonym rytmie wgląd budynku, obecnie leży na peryforiach sagedniń architektonicznych. A przecież wyraz plastyczny zarówno obiektu jak jego wnętrza jest kształtowany przez układ padających promieni. One dają życie formie architektonicznej i decydują o plastyce wnętrza. Podjęcie na nowo tego sagednienia przez architektów jest ogromnie ważne dla rozwoju architektury i dla jej odbiorcy - człowieka.

W rozważaniach ograniczę się wyłącznie do procesu kształtowania wnętrza z punktu widzenia walorów plastycznych, uzyskanych światłem odbitym. Pierwszym tego efektem jest stopniowanie światłocienia /patrz wykres rub.VIA/<sup>46</sup>.

Różnicowanie natężenia światła uzyskujemy na płaszczyznach i powierzchniach wnętrza przez różnorodne oświetlenie ekranów architektonicznych. Wykorzystanie płaszczyzna i powierzchni wzmacnia lub osłabia wrażenie przestrzeni przez zwiększenie jej lub zmniejszenie i w ten sposób można uzyskać wiele złudzeń perspektywicz

nych. Gdy wewnątrz uzyskuje perspektywę przestrzenną przy modelowaniu poszczególnych planów, wówczas plan pierwszy jest ciemniejszy, dalsze zaś są jaśniejsze.

Stopniowanie światłocieniowe na powierzchni następuje w wypadku gdy powierzchnia uzyskuje pełną gradację światła, t.zn. od części oświetlonych pełnym światłem do części znajdujących się w pełnym cieniu. Jest to pełne modulowanie wykorzystujące całą skalę natężenia światła. Oprócz tego rodzaju zastosowania modulacji światłem istnieje cały wybór różnych gradacji pośrednich, aż do pełnego cienia<sup>47</sup>.

Kontrastowanie i akcentowanie: /patrz wykres rub.VIB i C/  
Światłem elementów architektonicznych wnętrza. Kontrastowanie jest jednym z najsilniejszych wyrazów plastycznych. Odbywa się ono przez:

- 1/ kontrastowanie światłne walorowe,
- 2/ kontrastowanie światłne fakturowe,
- 3/ kontrastowanie światłne odbite od powierzchni barwnej.

We wszystkich wyżej podanych przypadkach światło jest czynnikiem potęgującym wspomniane kontrasty. Znany różne rozwiązania kontrastu w powiązaniu z efektem światłym, przekazany przez historię architektury<sup>48</sup>, lub w rozwiązaniach współczesnych<sup>49</sup>. Wystarczy wymienić: marmurowe wnętrza świątyni, pogrążone w cieniu i oświetlona zachodnią słońcem rzeźba<sup>50</sup> /ryc.6/, światło przepuszczone przez kolorowe szkła i odbite od złoconych oktafry<sup>51</sup> /ryc.7/, wnętrza z cegły, pogrążone w cieniu i pod opajonem zawieszane złoczone blaszki - znany kontrast materiału i światła z rozwiązanej przez Saarinen na kaplicy w Massachusetts<sup>52</sup>, czarne aksemitne tło dla podświetlonych ciętych kryształów, kolorowe marmury dla spływającej wody, ciemny ekran skał, skierowany



od północy i jasno oświetlony słońcem szyp wody.

Kontrast zastosowany w pejzażu w Museum Geologicznym przez Luis'a Barragana w Meksyku<sup>53</sup>.

Znanym kontrastem materiału i światła jest t.zw. malarstwo światła, stosowane przez Michio Ihara<sup>54</sup>. Systemem polerowanych blach przenoszących promienie słoneczne do różnych części wnętrza<sup>55</sup>

/ryc.8/.

Rytmiczne oświetlenie wnętrza: /patrz wykres rub.VII/.

Rytmiczna pozycja ekranu powoduje zmienność wyrazu architektonicznego przez zmianę pozycji obserwatora w stosunku do wnętrza czy bryły architektonicznej.

Punkty świetlne czy jasno oświetlone ekrany rozbijają monotonię płaszczyzn, różnicując je oświetleniem o określonym rytmie. Rytmicznie rozmieszczone punkty świetlne w stropie, pozwalają na uzyskanie równomiernego rozprowadzenia światła.

CZĘŚĆ 3.

ANALIZA I SYSTEMATYKA URZĄDZEŃ AR-  
CHITEKTONICZNYCH ODBIJAJĄCYCH ŚWIA-  
TŁO DZIENNE.

### 3.1 Uwagi ogólne

Przedstawiona analiza poszczególnych przykładów architektonicznych, rozwiązujących odbicie światła dziennego do wnętrza architektonicznych, jest rozpatrzona pod kątem kryteriów, jakie zostały ustalone w części 2.

Kolejność poszczególnych przykładów w toku analitycznych rozważań została przyjęta od form najprostszych do skomplikowanych układów i jest ujęta w grupy o podobnych zagadnieniach.

Analiza urządzeń architektonicznych, odbijających światło dzienne, stanowi zamkniętą całość tylko w połączeniu z podstawowymi jej częściami składowymi, na które składa się:

#### I. Analiza opisowa:

zawiera tekst w odniesieniu do poszczególnego przykładu architektonicznego, który w miarę wagi problemu wzrasta lub maleje. Podany tekst analityczny posiada zasadniczą, następującą konstrukcję:

- 1/ nazwa typu przedstawionego sposobu urządzenia architektonicznego, odbijającego światło dzienne do wnętrza,
- 2/ opis budowy urządzenia architektonicznego wraz z zasadą oświetlenia,
- 3/ zależność ilości światła od rodzaju urządzenia<sup>1</sup>,
- 4/ dodatnie i ujemne wartości przykładu, rozpatrzone pod

- 4/ kątem kryteriów części 2.
- 5/ przydatność i możliwości zastosowania danego przykładu do określonej funkcji architektonicznej.
- 6/ zrealizowane przykłady.

## II. Analiza rysunkowa:

zawiera 115 ideogramów, w całości zasadza się na uporządkowaniu wszystkich przykładów w jeden zwarty system, oparty na kolejności postępujących po sobie form geometrycznych od formy najprostszej do najbardziej skomplikowanej. W tak przyjętym systemie poszczególne przykłady są albo przykładem istniejącym, zrealizowanym i pochodzącym z różnych okresów i spod różnych szerokości geograficznych /patrz kat. przykładów/, albo są przykładem teoretycznym, wynikłym z różnych eksperymentów, a także z własnych poszukiwań autora.

Przyjęty układ form architektonicznych jest następujący

- 1/ płaszczyzny pionowe,
- 2/ płaszczyzny poziome,
- 3/ płaszczyzny ukośne,
- 4/ formy prostopadłościanów,
- 5/ ostrosłupy,
- 6/ tetrahedrony,
- 7/ powierzchnie obrotowe /walce, stożki/,
- 8/ powierzchnie sferyczne,
- 9/ wycinki czasz,
- 10/ czasze, kopuły.

Aby uzyskać zasady odbicia światła, wszystkie przykłady zostały sprowadzone do możliwości najprostszyc form w rzutach czy

przekrojach, tj. kwadrat, prostokąt, koło, trójkąt; co nie oznacza, że w rzutach nie mogą być stosowane inne formy prawie we wszystkich przykładach /np. w miejsce kwadratu w rzucie, przyjęcie koła albo zastosowanie w wypadku form prostych: rombów, deltoidów czy form. Tym samym ilość przykładów może wzrosnąć wzbogacając się w nowe rozwiązania wnętrzowe i bryłowe, nie zmieniając zasady wprowadzenia dziennego światła odbitego. Schematy z tego rodzaju możliwością są wykazane na osobnym wykresie /patrz wykres rub. VII/.

Również kwestia stosowania różnych proporcji jest o tyle obciążająca, o ile przyjęte proporcje różne od schematu nie zmieniają zasady kompozycyjnej wprowadzenia dziennego światła odbitego do wnętrza. Ta możliwość została również wykazana na wykresie w odniesieniu do poszczególnych schematów /patrz wykres rub. VIII/.

Powiększenie ilości przykładów, a tym samym wzbogacenie systematyki w nowe rozwiązania, może odbyć się na drodze przeprowadzenia osiowego podziału na dwa różne rozwiązania. Możliwość tego typu została pokazana na wykresie w odniesieniu do poszczególnych schematów /patrz wykres rub. VI I/.

### III. Analiza tabelaryczna przeprowadzona na wykresie:

ujmuje niektóre zagadnienia "kryteriów" z części 2, jak i zagadnienia z części analizy opisowej /nazwy typów i grupy, zastosowania/ oraz zagadnienia analizy rysunkowej. Również daje informacje odnośnie realizacji architektonicznych w powiązaniu z dołączonym do pracy katalogiem przykładów.

### IV. Część ilustracyjna:

zawierająca wybrane ilustracje z realizacji architekto-

nicznych, które pokazują konkretne rozwiązania.

V. Katalog przykładów:

zawiera spis realizacji architektonicznych, stanowiących podstawę do opracowania poszczególnego przykładu wraz z nazwiskami autorów i miejscowością, w której się znajdują. Ponadto podano źródło skąd przykłady zostały zaczerpnięte.

### 3.2 Ekran płaskie, pionowe i poziome

#### 1. Ekran płaszczyznowy pionowy jednoclementowy /patrz ideogr.1/

Jest to najprostszy układ wnętrza i płaszczyzny ekranu ustawionej na zewnątrz.

Rola ekranu przy wprowadzeniu światła <sup>słonecznego</sup> do wnętrza jest tylko częściowa, gdyż istnieje zależność między odległością ekranu a wnętrzem i źródłem światła staje się też sklepienie niebieskie.

Kątęenie światła na płaszczyźnie odbijającej "E" zależy od następujących czynników?

- 1/ właściwego ustawienia w stosunku do stron świata tak, by ekran zbierał jak największą ilość promieni słonecznych,
- 2/ właściwa korelacja odległości między wnętrzem a ekranem, może zapewnić prawidłowe warunki oświetlenia wnętrza,
- 3/ od faktury zastosowanej na płaszczyźnie ekranu.

Układ ten posiada następujące zalety: zapewnia izolację wnętrza, stwarza we wnętrzu nastrój, intymności i pozwala na koncentrację uwagi odbiorcy oraz na tworzenie dowolnego w nastroju wnętrza; dzięki fakturze, zestawieniu materiałów oraz użytym środkom plastycznym.

Otrzymaone wrażenie dwóch wnętrza - wewnętrznego i zewnętrznego, następujących po sobie, zapobiega objawom klaustrofobii od-

biorców, którzy znajdują się w takim pomieszczeniu, przy zapewnieniu obu wnętrzom odpowiednich proporcji.

Ekranu płaskie pionowe znajdują się już w architekturze historycznej. Arch. Franciszek Placidi<sup>3</sup> w swojej twórczości zrealizował dwa znane przykłady w kaplicy lipskich na Wawelu i kościele OO. Pijarów w Krakowie /ryc.9/. Oba przykłady charakteryzują się starannie rozwiązany ujęciem architektonicznym ekranu, ujęcia te są krańcowo różne w metodzie kompozycyjnej. Układy te rozwiązane w odmienny sposób spotykamy przy kameralnych wnętrzach klas szkolnych i intymnych wnętrzach mieszkalnych. Dają one możliwości plastyczne przy organizacji mikropatia.

Stosowane są także do ekspozycji wystawowych. Zełassca tam, gdzie forma pawilonu jest ze wszystkich stron przeszklona i architekt organizujący przestrzeń wiąże przestrzeń zewnętrzną z wnętrzem, tracąc granicę pomiędzy nimi, skupiając uwagę na przedmiotach wystawionych. Mogą tutaj posłużyć takie przykłady jak: pawilon wystawowy w Barcelonie z r. 1929, projektowany przez L. Siga van der Rohe<sup>4</sup> oraz podjęta podobna idea przez Sverre Fehn<sup>5</sup> w pawilonie norweskim na wystawie brukselskiej oraz Centrum Szkolne w Texasie projektował arch. Caudill<sup>6</sup>. Często przykładem jest stosowanie ekranu płaskiego pionowego w architekturze domków jednorodzinnych i to w różnych szerokościach geograficznych. Np.: projekt Edouarda Delaporte w Rabat<sup>7</sup> czy projekty architektów szwedzkich Wallindera czy Kvarnström'a.

Ekran tego typu może również wystąpić w architekturze jako kilku elementowy układ ekranów pionowych.



2. Ekran górny poziomy, jednoelementowy. Patrz ideogr.Nr.2.

Wnętrze absolutnie zamknięte; jedynym źródłem jest powierzchnia pozioma nad wnętrzem odbijająca światło dzienne, z możliwością odbijania światła sztucznego, bez dodatkowych otworów dla źródła światła naturalnego.

Zasada tak skonstruowanego wnętrza opiera się na tym, że otwory doprowadzające światło z pozycji obserwatora są zupełnie niewidoczne. Wnętrza tego typu przez swą nienaturalność nie nadają się do stałego przebywania, osobnicy podatni na klaustrofobię mogą zostać dotknięci tą chorobą.

Wnętrza te mają charakter monumentalny, spotyka się je w rozwiązaniach historycznych, często w połączeniu z normalnymi otworami okiennymi aby uniknąć absolutnego zamknięcia. Plafony tego typu dodają lekkości wnętrza. Charakterystycznym przykładem będą kuluary przy salach komisji sejmowych w Sejmie w Warszawie, projektu prof. B. Pniewskiego<sup>8</sup>.

3. Układ ekranu poziomego dolnego. Patrz ideogr.Nr.3.

który wprowadza światło do wnętrza, znajdującego się ponad ekranem, wydaje się być układem teoretycznym, co nie wyklucza aby nie mógł być zrealizowany. Zwłaszcza w wypadku gdyby za płaszczyznę odbijającą użyto materiału o wysokim współczynniku odbijania promienia słonecznego /j.n.tafla wody/.

Podane powyżej trzy przykłady są rozpatrywane na rzucie kwadratu i prostokąta, co nie znaczy, że nie mogą występować na rzutach innych form geometrycznych.

### 3,3 Ekran płaskie jednoelementowe o efektach negatywnych,

w których ekran występuje jako powierzchnie osłaniające źródło światła a promienie świetlne odbijają się od ścian wnętrza. Występują tu następujące układy:

#### 1. Ekran płaski jednoelementowy, boczny, pionowy o efekcie negatywnym. Patrz ideogr. Nr. 4.

Ekran tego typu rozprowadza światło dzienne na dwie boczne ściany, ogarniając częściowo swym znikającym działaniem strop i posadzkę.

Wielkość powierzchni dwóch ukrytych otworów okiennych i ich odległość od równoległe do nich biegnącej ściany, decyduje o natężeniu światła we wnętrzu.

Jest to wnętrze, którego plastyka kształtuje się osiowo po linii wejścia.

Rodzaj użytego materiału na ściany boczne, strop i posadzkę ma zasadniczą rolę przy odbijaniu światła. Sam ekran znajduje się w półroku i pochłania z wnętrza resztę odbitych promieni. Może nadawać się jako kontrastowe tło do ekspozycji oświetlonych silnym skoncentrowanym światłem.

Ten układ zastosowany może być we wnętrzach o charakterze monumentalnym i społecznym, nie nadaje się natomiast do dłuższego przebywania ze względu na pojawienie się objawów klaustrofobicznych u osobników podatnych na taką chorobę.

2. Ekran płaski jednoelementowy, górny, poziomy o efekcie negatywnym. Patrz ideogr.Nr.5.

Opajon we wnętrzu jest zakryty większym ekranem tak, aby z wnętrza nie było możliwe oglądanie otworów okiennych; w wypadku takiego układu uzyskujemy rozproszenie światła na ścianach bocznych. Występuje tu bardzo silna zależność wysokości pomieszczenia i jego wielkości, decydująca o natężeniu światła. Plafon tego typu przez swoje natężenie cienia, stanowi bardzo silny efekt plastyczny. Użyte materiały na ściany boczne mają zasadnicze znaczenie przy odbiciu promieni.

Zastosowanie, zwłaszcza negatywnego ekranu górnego i dolnego, umożliwia wykorzystanie przestrzeni zawartej pomiędzy ekranami jako widowni dla ekspozycji panoramicznych.

Układ tego typu zastosowano w klinice w Dallas Texas, autorami są architekci Thomase i Woodward<sup>9</sup> oraz w krypcie kościoła św. Antoniego w Huertas w Meksyku, autorami projektu są architekci Enrique de la Mora i Fernando Lopez Carmona<sup>10</sup>. Do powszechnie znanych należy projekt pomnika przy Via Ardeatine w Rzymie, którego autorami są Aprile, Calceprina, Cardelli, Fiorentino i Perugini<sup>11</sup>.

3. Oświetlenie wnętrza od dołu. Patrz ideogr.Nr.6.

Posadzka jest o efekcie negatywnym. Przykład podświetlenia wnętrza od dołu, kiedy posadzka stanowi rodzaj ekranu negatywnego, a światło kontrastuje się najsilniej przy krawędzi posadzki, znajdującej się w półcieniu. Światło przy tym układzie ogarnia ściany, zanikając w kierunku stropu.

Wnętrze tego typu charakteryzuje się naturalnym układem ciążkości w gradacji cieniowania i uzyskuje dużą lekkość.

Jako przykład rozwiązania, pokrywającego się z podanym schematem, nie znalazł pokrycie w literaturze. Natomiast występuje w formie bardziej skomplikowanej - patrz kaplica w Bostonie, autor Saarinen<sup>12</sup>.

4. Układ dwóch powierzchni /stropu i posadzki/ o efektach ekranów negatywnych. Patrz ideogr. Nr. 7.

Powierzchnie stropu stanowi ekran negatywny, światło jest doprowadzone po obrzeżach i skierowane na ściany boczne. To samo dotyczy posadzki, gdzie po jej obrzeżach doprowadzone jest światło od dołu, skierowane na ścianę boczną. Układ ten ma wybitne walory panoramiczne.

### 3.4 Układy kurtynowe,

w których przez pojęcie kurtyny mogą być rozumiane różne materiały budowlane, osłaniające źródło światła bezpośredniego. Występują dwa zasadnicze rodzaje: układ kurtynowy górny i dolny.

#### 1. Układ kurtynowy dolny. Patrz ideogr.Nr.8.

Światło doprowadzone dołem układu się podobnie na ścianach bocznych jak na ideogramie 6.

W układzie tym występuje zasadnicza zależność, decydująca o ilości światła we wnętrzu.  $H_1$  do  $H_2$  z tym, że  $H_2$  możemy przyjąć do 1.40 albo niewiele powyżej wysokości przeciętnego człowieka.

Układ powyższy nadaje się do monumentalnych ekspozycji wystawowych. Charakteryzuje się naturalną grawitacją cienia.

#### 2. Górna przysłona kurtynowa. Patrz ideogr.Nr.9.

Światło pada od góry na ściany boczne. Układ kurtyny daje silną grawitację cienia. Wnętrze uzyskuje dużą ekspresję, ekspozycja przeprowadzona na tle jasnych ścian, jest w kontakcie z odbiorcą bardzo komunikatywna.

Obydwa schematy podane powyżej nadają się przede wszystkim jako wnętrza o typie wystawowym, w których odbiorca przebywa tylko krótki okres czasu. "Wejście" nie ma istotnego zna-

czenia dla wywołania pierwszego wrażenia wnętrza oświetlonego światłem odbitym.

3. Teoretyczny schemat na rozwiązanie układu ekranu górnego poziomego w połączeniu z oświetleniem wnętrza od dołu.

Patrz ideogr.Nr.10.

### 3.5 Ekran rytmiczne w płaszczyznach wertykalnych.

1. Ekran rytmiczny w płaszczyźnie wertykalnej, którego dłuższy bok jest poziomy. Patrz ideogr.Nr.11.

Układ ten jest rytmicznie postarzany. Światło może być doprowadzone albo w stropach między ekranami, czy w górnych partiach szczytów ekranów. Ekran w swojej strukturze mają ukryte belki nośne.

Iracjonalny system konstrukcyjny belak po najdłuższej osi wnętrza, nadaje charakter mistyczny. Wnętrze nadaje się na krótki okres dla przebywania człowieka. Przykrycie wnętrza tego typu stropem ma bardzo silny wyraz plastyczny.

Charakterystycznym przykładem tak pojętej idei wprowadzenia światła będzie kościół Birkertsa i Straub'a Ann Arbor w Michigan<sup>15</sup>.

2. Ekran rytmiczny w płaszczyźnie wertykalnej, którego dłuższy bok jest pionowy. Patrz ideogr.Nr.12.

Układ ten może charakteryzować się dużymi ekranami pionowymi, mogącymi wystąpić w formie rytmicznej i arytmicznej, odległości ustawienia mogą być dowolne w stosunku do wnętrza.

Tego typu rozwiązanie nie jest przykładem na ekran i światło odbite, gdyż przestrzenie między ekranami ustawionymi prostopadle do wnętrza, wprowadzają bezpośrednio światło dzienne,

tylko przy pewnych sytuacjach widza, zeróconego pod pewnym ką-  
tem do ekranów i do wnętrza, wynikają typowe odbicia promienia  
światła.

Charakterystycznym rozwiązaniem jest kaplica uniwersytecka  
w Sussex, arch. Basil Spence<sup>14</sup>.



### 3.6 Ekranry rymiczne wieloelementowe.

Są tu układy ekranów skonstruowanych dla odbijania czy to światła dzianego, czy światła sztucznego, tworząc najrozmaitsze układy rymiczne elementów, lub całe rastry odbijające światło. Elementy te często pojawiają się w nowoczesnej architekturze, a różnorodność ich jest olbrzymia. Przyjmują one rolę stropów, ścian bocznych, czy też całych form.

Nie wszystkie zostały ujęte w pracy, a tylko te, które najbardziej tłumaczą rolę światła odbitego dla wnętrza i jego plastyki.

Patrz ideogr. Nr. 13

#### 1. Ekranry pionowe prostopadłe do wnętrza, ustawione szeregowo.

Wnętrze tego typu tylko przy pewnych kątach patrzenia i przy pewnych kątach odbicia promienia słonecznego jest wnętrzem spełniającym postulat, jakie zakłada się dla wnętrza oświetlonych światłem odbitym. Układ ten pojawia się pod różnymi szerokościami geograficznymi, mogą to być też konstrukcje ruchome, zabezpieczające przed nadmiernym promieniowaniem słonecznym. Istotną jest zależność szerokości wnętrza "s" do jego wysokości "h". Wnętrze to daje penetrację słoneczną i wizualną. Właściwie skonstruowane, mogą spełnić wszystkie wymagania higieny i zdrowia psychicznego dla ludzi w nim przebywających. Wejście jest czynnikiem ważnym plastycznie, zwłaszcza gdy

chcemy uzyskać efekt rytmicznych ekranów i powinno być równoległe do linii, wzdłuż której stoją szeregowo ekrany.

Przykłady na tego typu rozwiązania możemy znaleźć w obiektach o bardzo różnorodnej funkcji, zarówno jako rozwiązania elewacji, ujmujące szereg kondygnacji, czy też akcentujące te mniejsze wnętrza.

Z pośród wielu przykładów charakterystycznymi są: magazyny w Basel - Szwajcaria, proj.przes arch.J.Oehner<sup>15</sup> oraz w Wyższej szkole w St.Paul Minnesota, autorami pracy są Bergsted Hirisch, Wahlberg i Wold<sup>16</sup>. Biurowiec w Brazylii, architektów Rino Levi i Roberto Cerqueira Cesar. Charakterystycznym przykładem ruchomych ekranów jest budynek kontrolnego laboratorium w Burlington, którego autorem jest arch.Malcolm Wells oraz inne rozwiązania, jak w biurowcu.

Również całe obiekty architektoniczne /zwłaszcza jednospiralne/ mogą być rozwiązane tym systemem; układy ekranów w tych obiektach nie występują w szeregach prostych, ale projektowane są po obwodach różnych form geometrycznych.

## 2. Ekranu belkowe poziome. Patrz ideogr.Nr.14.

Tak skonstruowany strop może być stropem sztucznym, służącym dla zatrzymywania promieni słonecznych, albo stropem konstrukcyjnym - składa się on z całego szeregu ekranów: belek zdefiniowanych w przekrojach  $/a_1$  do  $b_1/$ . We wnętrzu tego typu ważny jest stosunek wysokości ekranu do wysokości wnętrza  $/h$  do  $H/$ .

Rozwiązania te charakteryzują się dwoma przestrzeniami: przestrzenią użytkową zasadniczą "A" i przestrzenią służącą do gromadzenia światła dodatkową "B". Wielkość prze-

strzeni "B" zależy od ilości światła jaką chcemy wprowadzić do wnętrza "A". Wnętrze "A" cechuje się lekkością stropu i równomiernym rozprowadzeniem światła.

W wypadku ściśle przeprowadzonej zasady, bez żadnych doświetlających otworów w ścianach bocznych, wnętrze nie nadaje się na pobyt ludzi przez dłuższy okres.

Zastosowanie tego typu ekranów jest bardzo powszechne. Jest wiele takich rozwiązań obliczonych przede wszystkim na światło sztuczne, ale są też przykłady na rozwiązania ze światłem dziennym. Jednym z najbardziej charakterystycznych są wnętrza Wielkich Galerii-Centrum w Oslo, proj. arch. Wielva<sup>1?</sup>

3. Ekranu pionowe rytmiczne w dwóch płaszczyznach wertykalnych, szerszym bokiem ustawionych równoległe do wnętrza. P.id.N.15

Ekranu zschodzą na siebie, pomiędzy nimi znajdują się otwory dla światła. Stąd powstają dwa typy powierzchni - jedna osłonowa ciemniejsza, druga odbijająca światło jasna; w ten sposób powstaje zmienny rytm ekranów ciemnych i jasnych.

Wnętrze jest typu zamkniętego, penetracja wizualna na zewnątrz jest ograniczona do minimum. Narzuca się w tym przypadku kontrastowe użycie materiału na jasne i emanujące światło, oraz odpowiednie faktury i materiały dla powierzchni odbijających światło oraz ciemne i pochłaniające dla osłon.

Częściowe odbłyski światła powstają na stropach i posadzkach. Układ ten ma wyraźny charakter dla celów ekspozycyjnych okresowych czy stałych.

Audytorium w Indianapolis, projektowane przez John H. Johansen i Evans Wollen<sup>18</sup>. Za podobne rozwiązanie można by rozumieć układ występujący w projekcie prof. Bogusławskiego Opery Medyckiej.

### 3.7 Ekrany stropowe rzytaiczne.

1. Podobna zasada jak w ideogramie Nr.15 z tym, że zastosowana do stropu. Patrz ideogr.Nr.16.

Służy tu przykład zewnętrznych osłon przeciwsłonecznych, zastosowany w szkole w Sarasota Florida, projektowanej przez arch. Paul Rudolph<sup>19</sup>.

2. Ekran stropowo-bocznocienny. Patrz ideogr.Nr.17.

Jest to połączenie układu pionowego opisanego w ideogramie, z układem stropowym opisanym w ideogramie 17. Charakterystycznym rozwiązaniem jest pawilon fiński na wystawie w Brukseli, arch.R.Pietila<sup>20</sup>.

3. Ekran stropowe wieloelementowe rozwiązane dowolnie. P.16.Nr.18

Układ ekranów dowieszonych do stropu, tj. sztucznych albo konstrukcyjnych, przebiegających w dowolnych płaszczyznach, w zależności od przyjętej przez architekturę formy.

Płaszczyzna stropu może być przyjęta jako płaszczyzna falująca, czy też sznoscąca się w jednym kierunku.

Każdy z ekranów znajduje się na różnej wysokości. Strop taki posiada silny wyraz plastyczny, linia falująca stropu nie ma wpływu na funkcję wnętrza w jakim powinien się znajdować, natomiast drugi typ stropu pochylonego wytwarza bardzo zde-

cydowaną różnicę wysokości między jednym z boków a przeciwnym. Różnica wysokości wnętrza przez gradację nadaje wnętrzu bardzo zdecydowany charakter. Tego typu rozwiązania spotykamy często w konkursowych rozwiązaniach sakralnych. Całkowity charakter wnętrza uzależniony jest w dużej mierze od sposobu rozwiązania ścian bocznych<sup>21</sup>.

4. Ekrany stropowe o układach kasetonowych. Patrz ideogr. Nr. 19.  
Są to krzyżujące się pod kątem prostym, albo pod różnymi kątami, układy ekranów rozpraszające natężenie światła we wnętrzu. Strop taki spełnia rolę doświetlenia we wnętrzu, nadaje temu lekkość, a układy światła i cienia na ekranach spełniają rolę dekoracyjną.

Duże walory równomierności światła we wnętrzu sprawiają, że strop taki spotykamy w wielu pawilonach wystawowych; został między innymi zastosowany przez Sverre Fehn w Pawilonie Norweskim na Biennale w Wenecji<sup>22</sup>.

5. Ten sam układ form co powyżej, ale w rozwiązaniu pionowym, jako ściana boczna. Patrz ideogr. Nr. 20.

Spełnia interesującą rolę plastycznie, ale tylko przy pewnych pozycjach odbiorcy i kierunku patrzenia /zakaszcza przy wejściu/ równoległego ze ścianą. Zapewnia penetrację słoneczną i wizualną na zewnątrz. Rozwiązanie teoretyczne. /Sala restauracyjna hotelu "Cracowia"/<sup>23</sup>.

6. Powierzchnie rytmiczne o układach ekranów oświetlonych od góry. Patrz ideogr. Nr. 21.

Pomiędzy słupami konstrukcyjnymi nachylenymi zastosowano ekrany wzajemnie się osłaniające, między którymi znajduje się otwór dla światła.

Przyjęte rozwiązanie zapewnia wnętrzu silną plastykę, a

przykład zaczerpnięto z rozwiązania na terenie Norwegii w Krystiansund. Jest to kościół projektowany przez arch. Odd Estbye<sup>24</sup>.

Autor wyraził swą ideę następująco: "Bezpośrednie światło słoneczne nie może oślepić ludzi, znajdujących się we wnętrzu. Powinno jednak podkreślać przestrzenność wnętrza". W tym samym kościele znajduje się też rozwiązanie, gdzie od południowej ściany światło jest kontrolowane przez ruchome żaluzje aby wpuścić do wnętrza jak największą jego ilość w okresie zimowym.

### 3.8 Ekrany ukośne.

#### 1. Ekran pionowy jednoelementowy ustawiony ukośnie do wnętrza. Patrz Ideogr. nr. 22.

Ekran ustawiony na zewnątrz może w stosunku do wnętrza znaleźć się nie tylko w płaszczyźnie równoległej a także ukośnej. Takie ustawienie może być podyktowane kilkoma czynnikami, a to:

- 1/ ze względu na sytuacyjnych,
- 2/ czynników wizualnych, aby podkreślić złudzenia perspektywiczno-przestrzenne, czemu zawsze pomagają w układach prostokątnych linie poprowadzone ukośnie, a w przypadku ekranu jest ich dwie: górna i dolna krawędź ekranu,
- 3/ dać silniejszą penetrację wizualną, kiedy wzrok odwrócony skieruje do zbiegów perspektywicznych,
- 4/ ukośne ustawienie ekranu może być podyktowane strunami światła, by dać możliwie najsilniejsze odbicie promieni słonecznych do wnętrza.

Ekran ten jest zbliżony do najprostszego ekranu nazwanego ekranem pionowym jednoelementowym i spełnia takie same warunki /Patrz przykład "Ekran płaszczyznowy pionowy jednoelementowy"/.

#### 2. Ekran pionowy jednoelementowy, ustawiony ukośnie, wewnątrz. Patrz Ideogr. nr. 23.

Jest to przykład na ekran integralnie związany z wnętrzem. Wejście umieszczone tak, aby służyło światła bezpośredniego



nie było widoczne. Kąt nachylenia ściany jest ściśle uzależniony od stron świata tak, aby ekran mógł odbijać do wnętrza jak największą ilość promieni przekazywanych zewnątrz.

Ponieważ otwór okienny winien być możliwie jak najdalej odsunięty od ściany, w której płaszczyźnie leży, powstaje dodatkowa przestrzeń przyokienna i od wielkości tej przestrzeni zależy jaki rodzaj światła będzie dominował we wnętrzu, albo 1/ bezpośrednie, albo 2/ odbite.

Taki układ wnętrza nie będzie posiadał w żadnym rozwiązaniu charakteru wnętrza oświetlonego tylko całkowicie światłem odbitym, jednak aby osiągnąć tego typu wrażenie możemy to uzyskać tylko w przestrzeni znajdującej się przy wejściu /patrz schemat/ Dlatego określenie miejsca otworu wejściowego jest tu bardzo istotne.

Wnętrze charakteryzuje się dużą gradacją cienia i światła; ta duża różnorodność podnosi jego walory plastyczne. Wnętrze może spełniać tylko funkcję specjalną. Dlatego też nie nadaje się do takich funkcji jak praca czy nauka<sup>25</sup>.

3. Ekran pionowy jednoelementowy ustawiony ukośnie, w ścianie zewnętrznej z dwoma otworami dla światła dziennego w dwóch przeciwnych narożach. Patrz ideogr. Nr. 24.

Układ ten powoduje dwiistość funkcji ekranu; w jednym miejscu spełnia on funkcję odbijania promieni, natomiast w drugim osłania źródło światła, stając się ekranem negatywowym. Światło we wnętrzu zależy:

Od kąta nachylenia ekranu i wielkości otworów wprowadzających światło oraz wielkości bocznych osłon dla światła bezpośredniego. Wnętrze charakteryzuje się dużą gradacją cie-

nia i światła - zwłaszcza w pobliżu ekranu. Należy do wnętrza o silnym wyrazie plastycznym, potęgując wrażenie przestrzenności. Jest wnętrzem całkowicie zamkniętym wizualnie i nadaje się tylko na krótki okres przebywania, przede wszystkim do celów ekspozycyjnych - zwłaszcza obiektów bryłowych na tle ekranu.

Przedmioty eksponowane uzyskują silne oświetlenie boczne i refleksy ze strony przeciwnej. Układ powyższy wymaga wejścia na osi ekranu aby uzyskać pełny wyraz plastyczny. Układ powyższy może być podzielony na dwa różne typy wnętrza, przeprowadzając podział po linii osi, zmieniając oś na pełną ścianę, uzyskujemy wnętrza "A", pokrewne omówionemu już układowi oraz uzupełnienie nowy układ asymetryczny - wnętrza "B". Obydwa wnętrza będą układami niesymetrycznymi. Wnętrze "B" jest oświetlone w narożu, zamknięte, o dużej gradacji cienia - należy do typu bardzo specyficznego i traktowane jest jako rozwiązanie o charakterze teoretycznym, w zależnościach świetlnych, podobne jak wnętrza pierwotne, z którego powstało.

4. Ekran ukośny doświetlający od góry, najdalej położony od ekranu, części wnętrza. Patrz ideogr. Nr. 25.

Jest to układ wnętrza, którego praktycznie stanowią dwie płaszczyzny pod różnymi kątami nachylone do wnętrza; między tymi płaszczyznami powstała różnica wysokości jest wykorzystywana na wprowadzenie doświetlenia.

Wnętrze to posiada bezpośrednie doświetlenie z zewnątrz przez normalne okna oraz doświetlenie górne, które ma na celu doprowadzenie światła.

Powierzchnia /B/ spełnia w tym układzie rolę odbicia światła. Układ ten stosowany często w praktyce nie jest w pełni kompo-

nowany na odbicie światła, stanowi jednak stopień rozwojowy i w dalszych przykładach znajdziemy już rozwiązania "klasyczne".

Dlatego też ważne są tu następujące zależności:

- 1/ Kąt nachylenia płaszczyzny "B". W miarę odchylenia płaszczyzny "B" do pionu, uzyskujemy silniejsze odbicie promieni do wnętrza.
- 2/ Zwiększenie otworu górnego powoduje zwiększenie ilości światła we wnętrzu.
- 3/ Różnice między kątami nachylenia płaszczyzny "A" i "B" stwarzają różny kontrast światło-cieniowy.

Układ ten charakteryzuje się przestrzennością wnętrza, lekkością i jasnością /zwłaszcza powierzchnia "B"/ stropem, penetracją słoneczną i wizualną z wnętrza. Zastosowany do funkcji, nauki i pracy, należy tak projektować, by nie występował duży kontrast cieniowy w obu płaszczyznach.

Układ ten ma wszystkie walory respektowane pod kątem zdrowia psychicznego, jak i warunków sanitarno-higienicznych. Dlatego też stosowany jest w klasach lekcyjnych<sup>27</sup>, stosowany zarówno w rozwiązaniach europejskich jak i też amerykańskich. Charakterystycznym przykładem są szkoły: Munkegård - Kopenhaga, autor Arne Jacobsen, szkoła Lars'a Halm ze Sztokholmu czy Per Axel Ekholm z Göteborga.

5. Ekran ukośny nad wnętrzem oświetlony jednostronnie. P.1.d.N.26.

Wnętrze jest przykryte ukośną płaszczyzną. W ścianie najwyższej znajduje się otwór doprowadzający światło /może być ukryty/. Wejście umieszczamy /tak aby uzyskać efekt światła odbitego/ w płaszczyźnie otworu okiennego, w dolnej jego par-

tii.

W wypadku takiego układu występują następujące zależności formy i światła:

- 1/ Otwór okienny i płaszczyzna ekranu musi być zorientowana do stron światła.
- 2/ Czym bardziej kąt nachylenia płaszczyzny jest zbliżony do pionu, tym z większą siłą odbija światło do wnętrza.
- 3/ Powierzchnia otworu decyduje o ilości wprowadzonego światła do wnętrza.

Przy zastosowaniu pełnych ścian pionowych we wnętrzu u odbiorców mogą wystąpić zaburzenia klaustrofobiczne. Dlatego przy rozwiązaniach klas szkolnych przynajmniej jedna ściana pionowa ma otwory dla dodatkowej penetracji słonecznej i wizualnej z wnętrza.

Wnętrze charakteryzuje się lekkością przykrycia i równomiernym rozprowadzeniem cienia po ścianach bocznych. Silne kontrasty światłocieniowe rysują się tylko w płaszczyźnie, w której znajdują się otwory doprowadzające światło, to jest w części, gdzie płaszczyzna ta została opisana powyżej otwory. We wnętrzu tym występują złudzenia perspektywiczne, powiększające perspektywiczność.

6. Ukośny ekran przykrywający wnętrze, doświetlony ze wszystkich boków. Patrz ideogr.Nr.27.

Układ wnętrza zbliżony do układu opisanego p.t. "Ekran ukośny nad wnętrzem, oświetlony jednostronnie" /ideogr.26/ różni się jednak doprowadzeniem światła ze wszystkich stron przez pasmo otworów, znajdujących się pod przykryciem; powoduje to dodatkową zależność; aby uzyskać efekt światła odbitego, konieczne

jest przesunięcie płaszczyzny otworów na zewnątrz w stosunku do pionu ścian wnętrza.

Odległość ta wynika z geometrycznego wykresu aby obserwator nie znalazł się w zakresie widzenia otworów okiennych. Ściany pionowe uzyskują silny kontrast w stosunku do płaszczyzny ekranu. Pełny efekt światła odbitego we wnętrzu uzależniony jest od rozwiązania ścian pionowych.

7. Układ symetryczny dwóch płaszczyzn skośnych ze wspólną krawędzią, przykrywających wnętrze z opajonem. Patrz ideogr. Nr. 28  
Układ ten nie jest przykładem na rozwiązanie o charakterze ekranu.

Wpadające światło przez opajon rozprasa się po całym wnętrzu, odbija się przede wszystkim od podłogi i poziomych powierzchni. Wykazuje się, że płaszczyzny nachylone, kryjące wnętrze, są pograżone w silnym cieniu, natomiast powierzchnie poziome dają silne odbicia.

Schemat ten zaczerpnięty został z ludowej architektury, w jej prymitywnych i wczesnych stadiach rozwoju znajdował powszechne zastosowanie<sup>28</sup>.

8. Ekrany ukośne nad wnętrzem, których krawędź przecięcia ze ścianami pionowymi znajduje się w najwyższych punktach wysokości wnętrza. Patrz ideogr. Nr. 29.

Wnętrze przykryte dwoma płaszczyznami nachylonymi pod tym samym kątem do posadzki, jedna płaszczyzna odbija światło - druga jest chroniona przed światłem, zdecydowanie większa, przykrywa większą część pomieszczenia, stanowiąc monolityczną całość ze ścianami otaczającymi, osłania otwory doprowadzające światło, które odbija się od pionowej ściany so-

jącej napyrcieiw. Pochylenie płaszczyzny większej wytwarza głęboko sacioną przestrzeń, bardzo silnie kontrastującą z ekranem.

Światło rozprasa się częściowo na ściany boczne.

Kąt nachylenia płaszczyzny większej do poziomu, decyduje o efekcie zwiększania lub zmniejszania cienia na jej powierzchni. Istotną będzie również wielkość przestrzeni doprowadzającej światło, jak również wysokość otworów /patrz wykres/. Oś wejścia do tego rodzaju pomieszczenia powinna znajdować się na linii prostopadłej do ekranu.

Układ powyższy, rozwiązany tylko ze światłem odbitym, jak na schenacie, nie może nadawać się jako wnętrze stałego przebywania ze względu na pojawienie się u niektórych osobników nerwos psychicznych.

Układ wnętrza jest wybitnie dramatyczny w wyrazie, zupełnie izolujący od przestrzeni otaczającej. Nadaje się do ekspozycji wystawienniczej czy muzealnej, jest stosowany przy wnętrzach o charakterze sakralnym, czego dowodem jest kaplica Wayside w/USA, projektowana przez arch. Paul Kirk<sup>29</sup>.

9. Ekranu ukośne, których krawędź przecięcia znajduje się w najwyższych punktach wysokości wnętrza. patrz ideogr. Nr. 30.

Ekran stropowy, składający się z dwóch powierzchni skośnych, z których jedna jest skierowana na wschód a druga na zachód; krawędź przecięcia przebiega nad pomieszczeniem.

Jest to układ obliczony na odbijanie promieni słonecznych do wnętrza o określonych porach dnia. W wypadku gdy promienie słoneczne nie natrafiają na powierzchnie, od powierzchni odbijane są promienie pochodzące ze sklepienia niebieskiego, albo odbite od otoczenia.

Stąd występują zależności:decydujące o natężeniu światła:

- 1/ Kąt padania promienia słonecznego wymaga takiego ustawienia ekranu, aby zachodziła możliwość odbicia.
- 2/ Powierzchnie otworów okiennych doprowadzających światło decydują o ilości światła we wnętrzu.
- 3/ Stosunek wysokości otworów do wysokości wnętrza.
- 4/ Stosunek powierzchni otworów do powierzchni posadki.
- 5/ Kryteriów ogólnych.

Światło we wnętrzu układa się w sposób następujący: płaszczyzna oświetlona jest, równomiernie nasycona światłem, płaszczyzna przeciwna należy w cieniu, którego natężenie subtelnie wzrasta w miarę zbliżenia się do krawędzi; krawędź rysuje się w sposób kontrastowy.

Przy oświetleniu w godzinach południowych układ cieni ulega znacznym zmianom i uzależniony jest od promieni pochodzących ze sklepienia niebieskiego i od otoczenia.

Wnętrze to możemy rozpatrywać jako wnętrza ze ścianami wschodnią i zachodnią, zupełnie przesklonymi, z dominującym światłem bezpośrednim, penetracjami słonecznymi i wizualnymi na zewnątrz, z oddziaływaniem otoczenia zewnętrznego na wnętrze, kształtowanego w dowolny sposób przez architekturę. Możliwości te zostały już częściowo omówione we wstępnych przykładach analizy /patrz "Ekranu pionowe jednoelementowe"/.

Dominujące światło odbite we wnętrzu uzyskujemy przez ukryte dla oka obserwatora pasy otworów okiennych, znajdujące się w ścianie wschodniej i zachodniej, tuż pod przykryciem.

Rozwiązanie pierwsze może mieć szerokie zastosowanie w obiektach o bardzo różnorodnej funkcji. Literatura architektoniczna podaje nam przykład domu mieszkalnego, projektowanego

przez Harwell Harris w San Francisco<sup>30</sup>. Sypialnie posiadają ekrany obliczone na odbijanie światła wschodniego, zaś pomieszczenia typu pobytu wspólnego, znajdują się pod ekranem odbijającym światło zachodnie.

Typ drugi z dominującym światłem odbitym, nie znalazł potwierdzenia w literaturze, co nie wyklucza, że może nie być stosowany. Jednak jego możliwości zastosowania do określonej funkcji są ograniczone konsekwencjami wynikającymi z supełnej izolacji wnętrza.



### 3,9 Ekrany z zastosowaniem różnych odmian ostrosłupa.

Są to układy, które w sposób zdecydowany kontaktują bryłę obiektów architektonicznych.

#### 1. Ekran ostrosłupowy. Patrz ideogr. Nr. 31.

Wnętrze o rzucie kwadratowym albo o innych formach geometrycznych, przykryte jest formą ostrosłupa nie opartego na ścianach bocznych; powstała wolna przestrzeń służy dla doprowadzenia światła od strony podstawy ostrosłupa. Ściany pionowe są osłoną przecie bezpośredniemu światłu; może to być osłona całkowita, jeśli chcemy otrzymać wewnątrz oświetlone tylko światłem odbitym, a może to być osłona, w której wystąpią różne formy przesaklenia.

W wypadku pierwszym, ściany pionowe są pogrążone w najgłębszym cieniu, a wewnętrzne ostrosłupa od części najjaśniejszych narasta do cienia we wnętrzu szczytu ostrosłupa. Oś wejściowa przy takim układzie nie odgrywa roli.

Następujące zależności światła i formy charakteryzują omawiany przykład, a są to:

- 1/ zależność między wielkością ostrosłupa a wielkością sześcienu geometrycznego /czy graniastosłupa geometrycznego/ - jest to zależność podstawowa.

2/ Natężenie światła jest zależne: od wysokości /położenia/, "geometrycznej podstawy" ostroskupa, przecinającej wysokość ściana pionowych.

3/ Na jaką wysokość jest wprowadzona geometryczna podstawa ostroskupa w stosunku do terenu.

4/ Jakimi wielkościami mierzalnymi charakteryzują się wielkości a/ i b/.

Układ pod względem plastycznym charakteryzuje się naturalnym układem grawitacyjnym cienia, gdzie dolne partie wnętrza znajdują równowagę we wnętrzu szczytu ostroskupa. Ściany pionowe zalegają w znacznym cieniu.

Na wewnętrznych ścianach ostroskupa powstają łagodne przejścia cienia z tym, że dominują płaszczyzny jaśniejsze. Wnętrze charakteryzuje się przestrzennością i lekkością - zwłaszcza przy patrzeniu w górę.

Układ taki może mieć praktyczne zastosowanie, ale tylko dla celów specjalnych. Rozwiązany bez otworów okiennych w ścianach bocznych, nadaje się tylko na krótki czasokres przebywania ludzi i spełnia warunki zupełnej izolacji od otoczenia. Rozwiązanie to można spotkać jako obiekty architektury tymczasowej - letniej - zwłaszcza jako namioty: mogą to być letnie sale koncertowe, ja. w Melbourne na Olimpiadzie<sup>51</sup> i inne rozwiązania z tym, że materiał użyty na namiot już przez swoją strukturę przepuszcza światło dzienne tak, że rodzaj znajdującego się w nim światła, ukracza już w zupełnie inne zagadnienie.

2/ Ekran ostroskopowy odwrócony, Patrz ideogr. Nr. 32.

którego szczyt leży w największym punkcie wysokości wnętrza, a geometryczna podstawa /odwrócona/ występuje poza zasięg

wnętrza.

Forma rzutu wnętrza może być praktycznie dowolna. Pas otworów okiennych, obejmujących całe wnętrze, powoduje to, że we wnętrzu dominuje światło bezpośrednie, jednak poprowadzone na znacznej wysokości powyżej wzrostu człowieka, zapewniają wnętrzu izolację.

Aby nadać wnętrzu charakter oświetlonego światłem odbitym, wymagane są specjalne osłony u szczytu ścian, jednak nie uniknie się w tym układzie światła bezpośredniego.

Natężenie światła we wnętrzu zależy przede wszystkim od wysokości otworów okiennych, oraz w przypadku stosowania przesłonek od zasięgu na jaki zostaną przesłony wysunięte od ścian pionowych.

Wnętrze to przy uniarkowym rozwiązaniu charakteryzuje się dużym procentem jasności i delikatnym światłocieniem, nawet na ścianach pionowych.

Zastosowanie tego układu jest szczególnie korzystne przy różnego typu pawilonach, zwłaszcza ściany pionowe nadają się na ekspozycję. Przestrzeń wnętrza może się okazać zakłócona przez konstrukcję, przy zastosowaniu w środku słupa; zagadnienie to wkracza poza ramy obranego tematu.

W takiej formie, jaka jest podana na schemacie, autor nie zetknął się w literaturze.

3. Dwa ostrosłupy jeden na drugim, zwrócone do siebie podstawami, przecinające się na wysokości geometrycznych podstaw. P. Id. N. 3!

Każdy z ostrosłupów jest ostrosłupem ściętym; tworzą one jedno wnętrze, ostrosłup dolny jest ostrosłupem większym.

Światło dzienne wprowadzone jest na wnętrze ścian ostrosłupa dolnego. Ostrosłup górny służy jako przykrycie wnętrza, jako

osłonięcie otworów doprowadzających światło i jego rola jest absorbująca pozostałe promienie świetlne, które znajdują się we wnętrzu.

Istniejące zależności:

1/ Ilość światła we wnętrzu zależy od wielkości powierzchni otworów okiennych - oraz

2/ od kąta nachylenia ścian ostrosłupa dolnego.

Układ powyższy charakteryzuje silnym kontrastem światłocieniowym jasnych ścian dolnych a górnych partii pogrążonych w silnym cieniu.

Układ ciężaru stopniowania cieni jest układem naruszającym prawa grawitacji walorowej /jasne partie znajdują się u góry, ciemniejsze na dole/. Wnętrze jest oświetlone nierównomiernie. Najjaśniej są oświetlone ściany ukośne dolnego ostrosłupa i partie przyścienne.

Tak więc oświetlenie wnętrza nie nadaje się do rozwiązań architektonicznych jako miejsce pracy czy też stałego pobytu, natomiast może doskonale spełniać swoją rolę przy różnego typu ekspozycjach.

Układ w schemacie, jaki jest podany w pracy, nie występuje, występują jednak pewne analogie, które zostaną omówione w dalszych przykładach.

### 3.10 Układy kilku form pokrewnych ostrosłupów.

Jest to grupa form, tworzących jednownętrzowe obiekty, w których koncepcja rzutu wnętrza i formy zewnętrznej jest zgóry zdefiniowana. Układ form określa jednoznacznie otwory okienne i sposoby oświetlenia.

1. Układ dwóch ostrosłupów przesuniętych w stosunku do siebie w płaszczyźnie pionowej i poziomej, częściowo stykających się ze sobą. Patrz ideogr. Nr. 34.

Ostrosłupy zbudowane są na podstawach - form trapezowych. Jeden z nich leży podstawą na terenie, drugi jest o jedną kondygnację uniesiony do góry.

Zarówno przesunięcia w płaszczyźnie poziomej jak i pionowej stwarzają otwory wprowadzające światło dzienne, co z kolei wywołuje podstawową zależność właściwego skierowania obiektu od stron świata. Oś przesunięcia poziomego ostrosłupów powinna leżeć zgodnie z kierunkiem: północ - południe tak, aby jeden z ostrosłupów był skierowany na wschód a drugi na zachód, dzięki czemu we wnętrzu można uzyskać odbicie promienia słonecznego w różnych porach dnia. O różnych porach dnia uzyskujemy we wnętrzu różne efekty światłocieniowe. W porach prze-

południowych i popołudniowych występują wyraźne kontrasty w naświetleniu obu ostrosłupów, jeden z nich będzie jasno oświetlony a drugi pogrążony w cieniu.

Wnętrze dolnego ostrosłupa otrzymuje penetrację wizualną z wnętrza. Górny otrzymuje jedynie penetrację słoneczną, a na małym odcinku wizualną.

O stopniu oświetlenia wnętrza decyduje przesunięcie stożków w obu płaszczyznach - pionowej i poziomej.

Wnętrze ma pełne walory, zarówno ze strony aspektów psychofizycznych, higienicznych jak i użytecznych. Jednak ze względu na występujące różnice oświetlenia we wnętrzu, do stałego pobytu się nie nadaje. Może natomiast spełniać rolę jako wnętrze o charakterze wystawowym, monumentalnym, sportowym, sakralnym i innych podobnych typów.

2. Układ dwóch ostrosłupów, zbudowanych na fornach trójkątów, przesuniętych w stosunku do siebie w płaszczyźnie poziomej, ściśle stykających się. Patrz ideogram Nr. 35.

Powyższy układ brył może być przesunięty również w płaszczyźnie pionowej i wtedy wnętrze będzie zbliżone do ideogramu nr.

34. Rozpatrywane, jak podano w powyższym tytule, traci na możliwościach penetracji wizualnej w stosunku do poprzedniego przykładu.

Natomiast, gdy chodzi o penetrację słoneczną, posiada podobną.

1. Zależność ilości światła w stosunku przesunięcia w płaszczyźnie poziomej jest ta sama.

Te same są zależności efektów świetlnych uzależnione od stron światła w jakim kierunku zwrócona jest oś podłużna.

W związku z tym we wnętrzu zatracane są w większym stopniu wa-

lory zdrowia psychicznego, penetracja wizualna jest ograniczo-  
na, co nie przekreśla, że układ taki może spełniać rolę w obiektach wystawowych, pawilonach ekspozycji czasowej, architekturze monumentalnej, salach zebrań i tp.

Obydwa powyższe przykłady mogą być kształtowane na różnych podstawach geometrycznych od rzutów o formach zwartych do bardzo skomplikowanych, czego dowodem może być Pawilon Philipsa na Wystawie Brukselskiej, projekt Le Corbusier<sup>32</sup>.

Jednak wnętrza tego typu nie będą nigdy posiadały pełnego efektu, oświetlanych tylko światłem odbitym, chyba że zastosowane zostaną dodatkowe osłony otworów okiennych, ale to już jest inne zagadnienie.

3. Ostrosłup ścięty z otworami wprowadzającymi światło dzienne od podstawy i opajonu Patrz ideogr. Nr. 36.

Aby doprowadzić oświetlenie od dołu cała forma jest uniesiona ponad teren na specjalnej konstrukcji. Oświetlenie od dołu zasadza się na promieniach odbitych od terenu.

Wielkość otworów dolnych jak i górnych określa ilość światła wpadającego do wnętrza, przy czym przy otworach dolnych dochodzi jeszcze jeden czynnik - jest nim mianowicie odległość podstawy ostrosłupa od terenu.

Światło doprowadzone dołem wywołuje efekty delikatnego stopniowania cieniowego. Światło doprowadzone górną może wywołać silne odbicia promienia słonecznego. Przy doprowadzaniu światła górnego odgrywają rolę dwa podstawowe źródła światła naturalnego:

1/ Bezpośrednie promienie słoneczne.

2/ Źródło światła pochodzące ze sklepienia niebieskiego.

Penetracja wizualna z wnętrza jest bardzo ograniczona.

Przykład na tego rodzaju rozwiązanie został zaczerpnięty z ar-

chitektury mieszkalnej; jest to rozwiązanie domku jednorodzin-  
nego, proj.przez Noriaki Kurokawa<sup>33</sup>.

Lepidarność tej koncepcji architektonicznej może pomóc przy  
analizie odbicia światła w rozpatrywaniu obiektów o charakterze  
społecznym.

4. Ostrosłup ściety odwrócony, gdzie płaszczyzna odcinająca szczyt  
stanowi poziom posadzki wnętrza. W geometrycznej podstawie za-  
stosowano poziomy ekran negatywny. Patrz ideogr.Nr.37.

Ściany boczne przez pochylenie zostają silnie naświetlone  
przez bezpośrednie promienie słoneczne oraz światło pochodzące  
ze sklepienia niebieskiego.

Ilość światła zależy od wielkości otworów okiennych i stopnia  
nachylenia ścian bocznych w stosunku do terenu.

Wnętrze cechuje się silnym kontrastem światłocieniowym pomiędzy  
ekranem negatywnym, pogrążonym w najsilniejszym cieniu w sto-  
sunku do modulacji światłocieniowej całego wnętrza a ścianami  
bocznymi silnie oświetlonymi. Układ ścian bocznych nadaje się  
doskonale na kompozycje plastyki o cechach panoramicznych.

Forma geometryczna podstawy może być dowolna.

Wnętrze jest zupełnie izolowane od przestrzeni otaczającej,  
z możliwością złudzeń perspektywy geometrycznej i malarskiej.  
Jednak nadaje się tylko na krótki okres przebywania; jak sale  
zgromadzeń oraz dla celów ekspozycyjnych.

Układ wejścia, podobnie jak w poprzednich przykładach podanych  
ostatnio, nie odgrywa zasadniczej roli. Wnętrza te przy każdym  
usytuowaniu wejścia, uzyskują dominujący charakter wnętrza oświ-  
tlonych światłem odbitym.

Rozwiązanie tego typu znalazło swój wyraz w projektach konkur-  
sowych na Międzynarodowy Konkurs w Danii, proj.pol.arch.Jerzy  
Cander, Ryszard Ścigacz i Krzysztof Dowgrallo<sup>34</sup>.



### 3.11 Ekrany ukośne, wieloelementowe, rytmiczne i arytmiczne.

#### 1. Ekranry rytmiczne pionowe poprowadzone ukośnie do wnętrza. Patrz ideogr. Nr. 38.

Układ tego typu spełnia wszystkie kryteria ekranów rytmicznych pionowych poprowadzonych prostopadłe do wnętrza. Ukośne nachylenie ekranu do wnętrza wynikać może, ale nie musi, z kąta padania promienia słonecznego tak, aby osiągnąć maksymalne odbicie, a tym samym i silniejsze nasświetlenie wnętrza, ale tylko w pewnych określonych porach dnia /albo stanowią ochronę przed nimi/.

Inne zależności patrz przykład. "Ekranry pionowe prostopadłe do wnętrza ustawione szeregowo" /ideogram 13/.

Zastosowanie tego typu ekranu występuje w wielu obiektach architektonicznych pod różnymi kątami geograficznymi, zwłaszcza gdy ekranry są ruchome i istnieje możliwość dowolnego regulowania natężenia światła oraz uzyskania rozproszenia światła, czy też eliminację promieniowania bezpośredniego. Dla przykładu mogą posłużyć tu: biblioteka domu studenckiego w Lafayette Louisiana<sup>35</sup>, arch. Burk Le Breton, Lemontia, gdzie chodziło głównie o eliminację południowo-zachodniego słońca.

Przykład z biurowca z Ibadan Niegieria, autor Edward D. Mills

z Londynu<sup>36</sup>, w warunkach tropikalnych przez tego typu ekrany, zwłaszcza ruchome, człowiek zabezpiecza się przed nadmiernym prześwietleniem i promieniowaniem słonecznym, wnętrza uzyskują światło odbite rozproszone. Przykładów na tego typu rozwiązania jest bardzo dużo.<sup>37</sup>

2. Ekran rytmiczne ukośne pionowe, zwichromane do wnętrza P.id.39

Architekt Albert Kahn<sup>38</sup> zastosował je jako osłonę dla kilku kondygnacyjnych garaży. Elementy te uzyskane zostały drogą prefabrykacji. Element taki przesłania tylko jedną kondygnację a rytmiczność i ich specyficzna forma daje różnorodne wrażenia optyczne i bogactwo cieni i światła na powierzchni. Autor uzyskał również możliwości bezpośredniego wyglądu na zewnątrz.

3. Ekran belkowe stropowe ukośne rytmiczne. Patrz ideogr.Nr.40.

Strop tego typu spełnia wszystkie kryteria jak w typie ekranów belkowych poziomych /patrz "Ekran belkowe poziome" /ideogram 14/. Dodatkową zaletą jest nachylenie pod kątem w stosunku do poziomu wszystkich elementów, gdzie kąt nachylenia dla każdej belki będzie różny.

Strop taki może spełniać następujące warunki: skierowanie powierzchni ekranu dobiera się tak w stosunku do kąta padania promienia słonecznego, aby osiągnąć maksymalne odbicie oraz różnorodne cieniowanie od ekranów jasnych do coraz ciemniejszych. Użytkujemy w tym układzie wnętrza o bogatym zróżnicowaniu światło-cieniowym, w którym każda z belek stanowi element w stopniowaniu światła i cienia.

Zastosowanie tego typu układu, dzięki silnemu plastycyzmowi, nadaje się do takich funkcji gdzie wnętrza przez swoje ukształtowanie i charakter spełnia ważne funkcje plastyczne, tj. sale zebrań, obiekty sakralne, obiekty ekspozycji czasowych lub stałych.

4. Ekrany ukośne w płaszczyznach wertykalnych, rytmiczne.p.1.41

Jest to układ zbliżony do ekranów pionowych ukośnych rytmicznych z tym, że nie występuje rytmicznie i jednokierunkowo. Kierunki ustawienia i rytmiczność ułożenia pozwalają na komponowanie wnętrza o różnorodnych natężeniach światła, o stosowaniu penetracji słonecznej i wizualnej, albo też i nie.

Wnętrze charakteryzuje się dużymi możliwościami plastycznymi, uzyskanymi dzięki bogatemu stopniowaniu cieniowemu i świetlnemu na ekranach.

Przy zastosowaniu podstawowych zależności ilości światła i formy /jak przy prostych ekranach pionowych/, tj. wysokości ściany z przesłonami w stosunku do głębokości wnętrza oraz właściwym stosunku ustawienia wejścia, aby uzyskać najbardziej korzystny widok na ścianę ekranową. Wnętrze w zależności od charakteru ekranów, może spełniać bardzo różnorodne funkcje /przykładem arch. Duintjer: kościół Opstanding w Amsterdamie.<sup>39</sup>

5. Ekranu ukośne, zapewniające światło odbite we wnętrzu.p.1.42.

Odpowiednio zaprojektowane elementy zestawione ze sobą, wprowadzają światło tak, że promień zostaje kilkakrotnie odbity zanim znajdzie się we wnętrzu. Elementy te odgrywają następującą rolę:

- 1/ jako ściana osłonowa,
- 2/ jako konstrukcje,
- 3/ jako źródło światła odbitego.

Osłona tego typu może znaleźć zastosowanie na różnych formach rzutu. Wnętrze uzyskuje jeden rodzaj światła /chyba że są zaprojektowane dodatkowe rodzaje otworów okiennych/, całkowitą izolację od przestrzeni otaczającej oraz bogatą modulację światła na poszczególnych elementach.

Ilość światła we wnętrzu zależy od poszczególnych kątów nachylenia powierzchni ścian każdego z elementów oraz wielkości otworu doprowadzającego światło. Całkowita izolacja wnętrza przemia za tym, że wnętrze nadaje się do użytku człowieka tylko na krótkotrwały okres.

Powyższy przykład został zaczerpnięty z rozwiązania na Bazylikę w Algierze, proj. przez arch. P. Herbe i I. De Couter<sup>40</sup>.

6. Ekranu ukośne pionowe rytmiczne, konstruowane pod dwoma kątami w stosunku do wnętrza. Patrz ideogr. Nr. 43.

Układ ten nie jest przykładem na jednorodne światło odbite. Otwory okienne pomiędzy poszczególnymi elementami pionowymi wprowadzają światło bezpośrednie.

Jedynie ukośne płaszczyzny skierowane do wnętrza mają na celu przesłanie pewnej ilości światła, jako światła odbitego. Dlatego też jest ważnym w tym przypadku odpowiedni kąt nachylenia do wnętrza dla bocznych elementów. Przykładem jest kościół w Royan Francja, projektowany przez arch. G. Gillet i M. Hebrard<sup>41</sup>.

7. Ekranu ukośne poziome /stropowe/ rytmiczne, zapewniające wnętrzu tylko światło odbite. Patrz ideogr. Nr. 44.

Przykład zaczerpnięty z twórczości Candelli, zastosowany został w kaplicy, znajdującej się w Narvarte Meksyk<sup>42</sup>.

Zbliżony swym układem do dachów pilastych, jednak przez odpowiednie uformowanie zapewnia wnętrzu tylko światło odbite. Strop tego typu uzyskuje silne oświetlenie, nadaje wnętrzu lekkość. Jest także stropem konstrukcyjnym.

Ustalenie odpowiedniej powierzchni otworów doprowadzających światło, zapewnia odpowiednią ilość światła. Zastosowanie otworów dla penetracji wizualnej w ścianach bocznych stwarza

możliwość, że strop taki, użyty przy różnego rodzaju obiektach, spełnia rolę dodatnią, pod względem spełnienia kryteriów zaczerpniętych z nauk o zdrowiu psychicznym.

8. Ekranu ukośne stropowe, rytmiczne. Patrz ideogr.Nr.45.

Układ tego stropu jest układem wyraźnie konstrukcyjnym, może zapewnić wnętrzu tylko światło odbite w wypadku odpowiednio dobranej wysokości na otwory okienne, albo przez ukształtowanie odpowiednich przesłon na okna. Typ ten zbliżony jest do rozwiązania zastosowanego przez Candella /"Ekranu ukośne poziome rytmiczne, zapewniające wnętrzu tylko światło odbite" ideogr.44/, lecz przez mniejszą ilość powierzchni odbijających, nie posiada tak silnie rozwiniętej plastyki stropu i zróżnicowania światło-cieniowego. Charakteryzuje się jednak podobnymi cechami w zakresie spełnienia funkcji użytkowych.

Przykładem na tego typu rozwiązanie jest strop nad przestrzenią rekreacyjną, zastosowaną w budynku szpitalnym, projektowanym przez arch.Isadore Rosenfield w Rio Piedras Puerto Rico<sup>43</sup>.

9. Ekranu ukośno-pionowe stropowe, rytmiczne. Patrz ideogr.Nr.46.

Załamanie płaszczyzny ekranu ma na celu osłonięcie otworu doprowadzającego światło przed wzrokiem widza oraz wzbogacenie formy stropu, a przyjęty kąt nachylenia powierzchni ekranów ma zapewnić silniejsze odbicie promienia świetlnego. Strop taki charakteryzuje się pod względem architektonicznym podobnymi cechami jak rozwiązania tego typu w przykładach poprzednich. Rozwiązany został przez arch.Hakon Hjelva, nad dużymi przestrzeniami rekreacyjno-handlowymi w centrum Oslo<sup>44</sup>.

10. Układ kasetonowy krzyżujących się pod kątem prostym belek o przekroju trójkąta albo litery "V", wierzchołkiem skierowanym ku posadzce wnętrza. Patrz ideogr.Nr.47.

Układ ten, zastosowany nad całą powierzchnią wnętrza, zapewnia równomierne światło wnętrza. Kąty nachylenia powierzchni belek są uzależnione od kąta padania promienia słonecznego tak, aby nastąpiło odbicie.

Wnętrza ostrosłupów powstałych z krzyżujących się pod kątem prostym belek, mają przy każdej porze dnia jedną lub dwie płaszczyzny oświetlone światłem, pozostałe znajdują się w rozproszonym cieniu.

Wnętrze cechuje się lekkim i plastycznie wyraźnie ukształtowanym stropem. Wielkość otworów wprowadzających światło i odbicie od wnętrza ścianek ostrosłupów powodują, że całe wnętrze jest oświetlone światłem równomiernie rozproszonym.

11. Układ form kasetonowych /jak przykład 48/ w zastosowaniu do ściany pionowej. Patrz ideogr.Nr.48.

Bogaty plastycznie układ w zastosowaniu do ściany bocznej powoduje następujące konsekwencje: istnieje możliwość horyzontalnej penetracji wizualnej człowieka, znajdującego się we wnętrzu i tylko przy pewnych skrótach perspektywicznych wnętrze daje złudzenie oświetlonego światłem odbitym. Corbusier w kaplicy Ronchamps zastosował same tylko wnętrza ostrosłupów rozmieszczonych dowolnie w ścianie pionowej, bez ich rygorystycznego rytmu pionowego i poziomego. W przypadku tym zastosowano w otworach witraże dla wprowadzenia światła barwnego. Zasada rozproszenia światła do wnętrza pozostaje ta sama.

12. Rytmiczny układ belek o przekroju "U" w odległościach pomiędzy belkami umieszczono ciągi otworów doprowadzających światło. Patrz ideogr.Nr.49.

Strop taki zastosowano w obiekcie o ściśle określonej funkcji tj.hali bankowej.

Boczne ściany belek mają na celu odbicie światła do wnętrza,

odpowiednio dobrane kąty nachylenia ścianek wzmacniają efekt światła. Dolna powierzchnia pozostaje w cieniu, nadając plastykę stropowi. Strop jasny, wnętrze o świetle równomiernie rozproszonym, ściany boczne przeszkłone, nie powodują izolacji obiektu od otoczenia tak, że we wnętrzu otrzymujemy światło ze wszystkich możliwych źródeł naturalnych. Tym samym wnętrze nie jest oświetlone światłem jednorodnym. Przykład zaczerpnięto z twórczości arch. Geir Grang, Oslo, a bank przez niego projektowany znajduje się na terenie Stavanger<sup>45</sup>.

### 3.12 Formy oświetlenia stropowych, t. zw. świetlików i rola ich ścian bocznych w odbiciu światła.

Jest to metoda oświetlenia wnętrza znana od najdawniejszych czasów i stosowana pod najrozmaitszymi rozwiązaniami. Bogactwo rozwiązań i możliwości, doświetlenia stropowych, pozwala na uzyskanie najrozmaitszych efektów świetlnych.

Na ogół doświetlenia stropowe występują wraz z rozwiązaniami okien w ścianach bocznych, ale zdarzają się coraz częściej rozwiązania, gdzie całe doświetlenie zostaje rozwiązane przez świetliki stropowe.

Układy te mają na celu uzyskanie we wnętrzach jednolitego natężenia światła na przestrzeni całego wnętrza. Światło uzyskane w ten sposób jest światłem równomiernie rozproszonym.

W niektórych tylko wypadkach formy doświetlenia są kształtowane tak, aby uzyskać dominujące światło odbite. Doświetlenia te czerpią światło z dwóch podstawowych źródeł światła naturalnego, tj. promieniowania słonecznego oraz promieniowania sklepienia niebieskiego. Na ogół rozwiązane są z możliwością zastąpienia w tym samym punkcie źródła światła naturalnego przez światło sztuczne.

Wszystkie rozwiązania doświetlenia stropowych, aby mogły doprowadzić światło odbite uzależnione są od grubości stropu dachu i od



formy doświetlenia, jaka znajduje się w grubości stropo-dachu. Ograniczenie się tylko do form doświetlenia górnego, bez możliwości penetracji wizualnej na zewnątrz, nie jest rozwiązaniem w pełni właściwym ze względu na pojawienie się chorób psychicznych, a zwłaszcza klaustrofobii.

W takich obiektach jak szkoły, powinno być udostępnione naturalne prawo człowieka do możliwości horyzontalnego spojrzenia.

1. Oświetlenie stropowe świetlikami o formach graniastych w odległościach rytmicznych. Patrz ideogr. Nr. 50.

W stropo-dachu płaskim przeprowadzone są otwory kwadratowe, a nad nimi latarnia o rzucie kwadratu. Boczne jej ściany przeszkłone doprowadzają źródła światła.

Ilość światła we wnętrzu, znajdującym się poniżej, zależy od odległości poszczególnych otworów, ich wielkości oraz grubości stropu. Światło uzyskane tą drogą nie jest charakterystycznym dla rozwiązań ze światłem odbitym, ma znaczenie ze względu na metodyczne dla niniejszej pracy i jest charakterystyczne dla szeregu rozwiązań szkolnych, zwłaszcza amerykańskich takich jak szkoły w Sarasota California, proj. Paul Rudolph<sup>46</sup>, szkoła w San Francisco arch. John Lyon Reid, szkoła w Berkeley Missouri<sup>47</sup>, arch. Hellmuth Obata Kassabaum<sup>48</sup> oraz wiele innych rozwiązań tego typu.

2. Oświetlenie stropowe świetlikami o formach stożków ściętych w odległościach rytmicznych. Patrz ideogr. Nr. 51.

Układ podobny do poprzedniego /patrz "Oświetlenie stropowe świetlikami o formach graniastych w odległościach rytmicznych" - ideogram 50/ z tym, że w stropo-dachu zastosowano otwory o rzucie koła, zamiast kwadratu; nad otworami rozwiązano również latarnie, gdzie boczne jej ściany są przeszkłone i do

przewodzą światło.

Ilość światła we wnętrzu znajdującym się poniżej, zależy od odległości poszczególnych otworów, od ich wielkości oraz grubości stropu. Światło we wnętrzu, podobnie jak w poprzednim rozwiązaniu, nie tylko jest światłem odbitym; zasadnicze znaczenie ma tu światło bezpośrednie słoneczne i ze sklepienia niebieskiego.

3. Oświetlenie światłem odbitym stropowe, świetlikami o różnych formach geometrycznych w odległościach rytmicznych, P.id.Nr.52.

Układ oparty na podobnych zasadach, jak w rozwiązaniach poprzednich, charakterystycznym jest właściwie rozwiązany przekrój skierowany do uzyskania światła odbitego z eliminacją światła bezpośredniego.

Otwór stropo-dachu możemy przyjąć o dowolnej formie, w zależności od przyjętej koncepcji architektonicznej.

Przykrycie latarni powinno być znacznie większe od otworu znajdującego się poniżej. Wielkość przykrycia latarni wyznacza prosta poprowadzona pomiędzy okiem obserwatora, a górną krawędzią otworu okiennego, aby ten nie znalazł się w zasięgu widzenia. Mogą tu wystąpić osłony w koronie opajonów. Dalszą zależnością jest wysokość latarni w stosunku do wysokości wnętrza.

Układ nie pozwala na często rozmieszczone otwory w stropie, jednak zapewnia znaczną jasność pomieszczenia i oświetla równomiernie całe wnętrze. Przykładem najbardziej charakterystycznym są świetliki w Banku Narodowym, projektu prof. B. Pniewskiego w Warszawie<sup>49</sup>.

4. Oświetlenie w grubości stropu świetlikami o formach hiperboloid w odległościach rytmicznych. Patrz ideogr.Nr.53.

Grubość stropo-dachu ma decydujące znaczenie dla skonstruowania wewnątrz jego formy architektonicznej, odbijającej światło.

Formy otworów mogą mieć dowolne kształty: stożków, ostrosłupów, graniastosłupów czy hiperboloid.

Ściany boczne otworów, pionowe, nie odbijają właściwie promienia świetlnego, dlatego też stosowane są nachylenia, co powoduje, że otwór górny jest zawsze mniejszy od otworu dolnego.

Najbardziej właściwą formą jest taka, której linia tworząca stanowi hiperboloidę; forma ta wykazuje zarówno silne gromadzenie światła jak i jego rozproszenie do wnętrza. Światło uzyskane przez taką formę jest w dużym stopniu równomierne, charakteryzuje się brakiem odbłasków, co w pewnych warunkach jest konieczne. Układ ten stosuje się w obiektach o różnych funkcjach, zwłaszcza gdy przykrycie otworu stanowi przezroczyste kopuły.

Przykłady na tego typu rozwiązanie znajdujemy w takich obiektach jak biblioteka w Vippurii, autor Alvar Alto<sup>50</sup> oraz Museum Instytutu Munson w Utica, autor Philip Johnson<sup>51</sup> z zespołem i wiele innych podobnych rozwiązań, często stosowanych tam, gdzie nie ma możliwości doświetlenia bezpośredniego albo, gdy warunki wymagają właśnie tego rodzaju światła dla wnętrza - czy to ze względów pracy, czy ze względów na zapewnienie właściwego światła dla ekspozycji.

5. Ostrosłup z przeszklonym szczytem. Patrz ideogr.Nr.54.

Przykład pokrewny rozwiązaniem powyższemu z zastosowaniem innej formy. Jest cały szereg tego typu rozwiązań; wystarczy wymienić: Ubezpieczalnię Społeczną Alvara Aalto lub poszukiwania arch. De Pol Abraham<sup>52</sup>.

6. Ostrosłup, w którym jedna ściana stanowi otwór wprowadzający światło. Patrz ideogr.Nr.55.

Jest to układ, w którym jedna forma doprowadza światło do dru-

giego pomieszczenia o rzucie dowolnym.

Przestrzeń doprowadzająca światło poza tą jedną funkcją nie spełnia innych - może być natomiast elementem plastycznym całości obiektu.

Ilość światła we wnętrzu zależy od wysokości ostrosłupa i jego stosunku do powierzchni podstawy oraz od wielkości otworu doprowadzającego światło.

Dalszą zależnością jest wielkość ostrosłupa w stosunku do wnętrza.

Ilość światła odbitego uzależniona jest od rodzaju źródła światła, tj. od światła słonecznego, światła pochodzącego ze sklepienia niebieskiego i światła odbitego od otoczenia. Najsilniejsze odbicie następuje od źródła słonecznego i stąd wpływa problem odpowiedniego ustawienia formy w stosunku do stron świata.

Przykład ten został zaczerpnięty z twórczości Le Corbusier i zastosowany w Narodowym Muzeum Sztuki w Tokio<sup>53</sup>.

## 7. Światlik o formie przenikających się ostrosłupów. Patrz id. N. 36

Przykład pokazujący bardziej złożoną formę, które spełnia podobne zadanie jak w przykładzie powyższym. Zasadza się na doprowadzeniu światła przez odpowiednio rzeźbiarsko potraktowaną formę, nadaje bryle całości specjalny charakter. Kryteria architektoniczne zostają takie same co na przykładzie "Ostrosłup, w którym jedna ściana stanowi otwór wprowadzający światło" /ideogram 56/. W rozwiązaniu tym występuje kilka otworów dla światła, skierowanych w różnych kierunkach i otrzymujących światło o różnych porach dnia. - Przykład został zaczerpnięty z twórczości Alfreda Neuman - jest to ratusz w Bat-Yan.<sup>54</sup>

### 3.13 Architektoniczne formy osłon okiennych dla odbicia światła.

Przesłony okienne mogą być stałe lub okresowe, mogą też wynikać z całości koncepcji architektonicznej; ten właśnie typ będzie rozpatrywany w niniejszej dysertacji.

#### 1. Pionowa przesłona okienne ustawiona na zewnątrz pomieszczenia.

Patrz ideogr. Nr. 57.  
W układzie tym decydująca jest odległość między przesłoną a ścianą. Na krawędziach przesłony są zastosowane przeszklenia, ze wszystkich boków doprowadzające światło.

Ilość światła na powierzchni przesłony, zależy od wielkości otworu okiennego i otworów doprowadzających światło oraz kryteriów ogólnych poruszonych na wstępie, tj. stron świata, współczynnika odbicia powierzchni, rodzaju źródła światła, wpływu otoczenia oraz czynników okresowych, pory dnia czy roku, zachmurzenia i innych /jn. roku słonecznego, szerokości geograficznej, topografii terenu/.

Układy architektoniczne tego typu nie stanowią o sile natężenia światła we wnętrzu - o tym decydują inne rozwiązania, ale spełniają one rolę małych akcentów świetlnych światła naturalnego i są stosowane wyłącznie ze względów plastycz-

nych, ponieważ światło uzyskane tą drogą służyć może tylko dla małych przestrzeni, za małych w granicach przestrzeni architektonicznej; dlatego też uzyskana jasna powierzchnia ekranu w otworze okiennym służy do ekspozycji drobnych przedmiotów. Rozwiązanie to znajdujemy w Muzeum Sztuki Nowoczesnej w Kopenhadze Luisiana, autorem dzieła jest Wöhlert Boo<sup>55</sup>.

**2. Ukośna przesłona okienna ustawiona na zewnątrz pomieszczenia.**

**Patrz ideogr.Nr.58.**

Otwór okienny umożliwia penetrację wizualną na zewnątrz, natomiast doprowadza pewną ilość promieniowania słonecznego na ukośną powierzchnię w określonych godzinach.

Ilość światła we wnętrzu zależy od czynników szczegółowych /poza kryteriami ogólnymi/, takich jak kąt nachylenia powierzchni w stosunku do ściany pionowej oraz wielkości otworu okiennego.

Element ten jest detalem architektonicznym, podobnie jak poprzedni przykład. Oświetlenie tego typu należy do oświetleń drugorzędnych we wnętrzach; może spełniać rolę plastyczną w różnego typu wnętrzach a i funkcjonalną przy ekspozycji drobnych przedmiotów.

Przykład zaczerpnięty z twórczości Le Corbusier z klasztoru Dominikanów w La Tourette<sup>56</sup>.

**3. Przesłona okienna ciągła i ukośna, skierowująca światło na sklepienie kolebkowe. Patrz ideogr.Nr.59.**

Dotyczy wnętrza o rzucie wydłużonego prostokąta przykrytego sklepieniem kolebkowym, posiadającym u nasady sklepienia, pas okien przesłoniętych ukośną powierzchnią ciągłą.

Światło z zewnątrz przez okna wpada na płaszczyznę osłonową, załamuje się i odbija w kierunku sklepienia, gdzie zostaje wielokrotnie odbite.

O ilości światła we wnętrzu decydują:

- 1/ Odległość; między dwoma dłuższymi ścianami wnętrza i jej stosunek do wysokości powierzchni.
- 2/ Wielkość otworu okiennego.
- 3/ Kąt nachylenia płaszczyzny osłaniającej okna.
- 4/ W jakim kierunku do stron świata znajdują się okna.
- 5/ Krzywizna sklepienia decyduje o rozproszeniu światła /najlepiej jest zastosować linię paraboliczną/.

Wnętrze tego typu posiada duże stopniowanie cienia "na powierzchniach; najsilniejsze kontrasty występują pomiędzy powierzchnią osłaniającą okna a sklepieniem.

Uzyskane w tym układzie duże rozproszenie światła zapobiega odblaskom. Światło we wnętrzu ma charakter bezcieniowy. Wnętrze nie nadaje się do pobytu stałego z oszklanych już przyszyn, które podaje - higiena psychiczna.

Walory tego typu przemawiają za tym, że wnętrze nadaje się na ekspozycję plastyki, czego dowodem jest, że przykład zaczerpnięto właśnie z galerii malarstwa, znajdującej się w szkole sztuk plastycznych w Georgia USA, a projektowanej przez Alberta Kahn.<sup>57</sup>

4. Otwór okienny dwuczłonowy, w którym otwór zewnętrzny w stosunku do wewnętrznego jest przesunięty. Patrz ideogr. Nr. 60.

Przykład jest zaczerpnięty z planicy pod Krzysztoforami<sup>58</sup>.

Otwór zewnętrzny jest przesunięty w stosunku do otworu wewnętrznego, tak że otwór doprowadzający światło staje się zupełnie niewidoczny. Światło odbija się we wnętrzu "korytarza", znajdującego się w grubości murów. Zastosowane płaszczyzny ukośne zwiększają dopływ światła do wnętrza.

Zasadniczą zależnością, jaką charakteryzuje się ten układ, jest różnica poziomów pomiędzy otworem wprowadzającym promień świe-

tny a otworem wyprowadzającą ten do wnętrza. Ilość światła zależy również od wielkości otworów, nachylenia ścian "korytarza", grubości muru oraz od kryteriów ogólnych.

Układ ten charakteryzuje się światłem doprowadzonym z zewnątrz ze źródła nieznanego obserwatorowi i jest uzależniony ściśle od faktury ściany, na którą pada promień i od niej zależy w znacznej mierze kolor światła uzyskanego we wnętrzu. W wypadku piwnicy pod Krzysztoforami mamy silną fakturę cegły i mocno wymodelowane spoiny, dające dodatkowe ciepłe w tonacji kolorystycznej, oświetlenie wnętrza.

Architektoniczny układ form oświetlających wnętrza należy do osiągnięć architektury historycznej, co nie znaczy, że modyfikacja rozwiązania nie może nastąpić w nowoczesnych rozwiązaniach, lecz podobnie jak poprzednie przykłady, oświetlenie tego typu jest oświetleniem drugorzędym.



### 3.14 Układy form stożkowych i pokrewnych.

Są to rozwiązania wielkoprzestrzenne jednowęzłowe, gdzie forma wewnątrz ściśle odpowiada bryle zewnętrznej, ale spotykamy tu też zestawy wielobryłowe. Światło doprowadzane jest góra, dołem lub z boku i służy do tego celu jeden lub kilka otworów doprowadzających źródło światła. Natomiast ostatnie rozwiązania zmierzają do pokrycia całej formy perforowanymi płaszczyznami z otworami załamującymi światło.

#### 1. Stożek z opajonem, u podstawy otrzymujący światło odbite.

patrz ideogram Nr.61.

Forma stożka u podstawy uzyskuje otwory doprowadzające światło. Otwory te zostają osłonięte profilami czy pełną balustradą tak, że od wewnątrz są zupełnie niewidoczne. Układ ten posiada dodatkowe oświetlenie przez opajon. We wnętrzu tego typu występuje silny kontrast światło-cieniowy, uwarunkowany jasnym opajonem i ciemnymi ścianami wnętrza stożka, częściowe rozładowanie tego kontrastu, następuje przez wprowadzenie światła odbitego od podstawy. Dzięki temu całe wnętrze, a zwłaszcza przykrycie, uzyskuje architektoniczną lekkość.

Ilość światła zależy od: wielkości stożka i stosunku powierzchni otworów do niego, kąta nachylenia tworzącej powierzchnię

stożka, oraz kryteriów ogólnych.

Powierzchnię użytkową stanowi przestrzeń, znajdująca się poniżej formy stożka, a jej ukształtowanie architektoniczne decyduje o przeznaczeniu funkcjonalnym i walorach higieny psychicznej.

2. Forma stożkowa oświetlona we wnętrzu światłem odbitym w części górnej i dolnej. Patrz ideog.62.

Układ pokrewny /patrz "Stożek z opajonem u podstawy otrzymujący światło odbite"/, uzupełniony formą hiperboloidy, zastosowaną w opajonie celem eliminacji światła bezpośredniego z opajonu, a uzyskanie światła odbitego w górnych częściach wnętrza. Wnętrze hiperboloidy może być zamknięte w płaszczyźnie górnej; w takim wypadku pozostawałoby w silnym cieniu, może natomiast stanowić pomieszczenie dla sztucznego źródła światła. Zewnętrzna powierzchnia hiperboloidy ma zasadnicze znaczenie rozpraszające światło, oczywiście w rozumieniu że faktura jej charakteryzuje się dużym współczynnikiem odbicia.

Ilość światła zależy od tych samych czynników, które zostały przytoczone w poprzednim przykładzie.

Stopniowanie światłocieniowe układa się w sposób kontrastowy. Wnętrze stożka przez doświetlenie dolne i górne, po uwzględnieniu występujących w tym przykładzie zależności, posiada jasne płaszczyzny, kontrastujące z obrzeżem podstawy w partiach dolnych oraz znajdującą się w połączeniu podstawą hiperboloidy. Zastosowanie funkcjonalne formy, podobne jak w przykładzie poprzednim.

Znaczna różnica w nasileniu światła we wnętrzu i układzie światłocieniowym następuje w wypadku gdy zastosowana hiperboloida w opajonie stanowi dodatkowe źródło światła naturalnego; będzie to rodzaj świetlika już omówionego na przykładzie:

"Oświetlenie światłem odbitym stropowe, świetlikami o różnych formach geometrycznych w odległościach rytmicznych", /ideogram 55/.

3. Stożek z boczną lunetą. Patrz ideogr.Nr.63.

Forma stożka przenika się z formą długiej lunety, doprowadzającej światło. Wnętrze stożka nie posiada ani opajonu, ani dodatkowych otworów. Luneta wprowadzająca światło ma zasadnicze znaczenie dla oświetlenia wnętrza stożka, a tym samym wpływa na wizualne zrozumienie formy przykrywającej wnętrze. Długość i forma lunety ma decydujący też wpływ na ilość wprowadzonego światła. Istotne znaczenie ma sorientowanie lunety oraz asymut, dzięki czemu przy właściwie dobranych kątach można uzyskać we wnętrzu maksymalne oświetlenie<sup>59</sup>.

4. Forma sbudowana z wycinków powierzchni parabolicznych na rzucie kwadratu, doświetlona światłem odbitym od podstawy i światłem bezpośrednim z opajonu. Patrz ideogr.Nr.64.

Powyższe przykrycie znajduje się ponad przestrzenią użytkową, spełnia rolę powiększenia przestrzeni wnętrza i przyjmuje problem oświetlenia światłem naturalnym. Przykrycie jest zastosowane nad rzutem kwadratowym. Pionowe ściany posiadają osłony poziome, przesłaniające otwory boczne i skierowujące światło na przykrycie. Opajon: dostarcza światło bezpośrednie, przy pewnych pozycjach obserwatora jest na tyle osłonięty, że wnętrzu stwarza wrażenie oświetlonego światłem odbitym.

Ilość światła we wnętrzu zależy od podstawowych wielkości, od wysokości formy i stosunku do szerokości - od wielkości otworu opajonu w stosunku do powierzchni posadki oraz od wielkości otworów bocznych i wielkości wysunięcia poziomej przesłony. Stopniowanie światło-cieniowe zależy przede wszystkim od ro-

dzaju i linii tworzących powierzchnię paraboliczną.

Wnętrze charakteryzuje się lekkością przykrycia, dzięki przejściom w gradacjach światłocieniowych. Najsilniejszego kontrastu dostarczają przesłony poziome.

Charakter całości wnętrza uzależniony jest przede wszystkim od sposobu rozwiązania ścian pionowych, co z kolei ma decydujące znaczenie dla ustalenia kryteriów z higieny psychicznej. Przykład został zaczerpnięty z zrealizowanej przez Douglas Mac Arthur szkoły w Michigan<sup>60</sup>, a pokrycie zostało zastosowane nad przestrzenią hallu rekreacyjnego.

5. Ostrosłup na rzucie kwadratu z opajonem. Patrz ideogr.Nr.65.

Jedną z najprostszych form historycznych jest ostrosłup z opajonem, gdzie światło wpadające przez opajon rozprasza się, odbijając o ściany wnętrza. Układ ten nie posiada pełnych cech wnętrza oświetlonego światłem odbitym, jednakże stosując odpowiednie urządzenia, można uzyskać efekty podobne, jak w przykładach podanych powyżej.

Rodzaj takiego rozwiązania znajdujemy nad komorą grobowca etruskiego grobu w Corneto<sup>61</sup>.

6. Ostrosłup na rzucie ośmioboku. Patrz ideogr.Nr.66.

Forma również historyczna, zastosowana w Bazylika w Pizie, posiada podobne cechy, jak powyżej<sup>62</sup>.

7. Stożek prosty z opajonem, w dolnych partiach oświetlony światłem odbitym. Patrz ideogr.Nr.67.

Przykrycie wnętrza stanowi stożek, szczyt jego jest ścięty, zastąpiony opajonem.

Forma wnętrza i bryły zewnętrznej pokrywa się ze sobą. Oświetleniem zasadniczym jest opajon. Wnętrze powierzchni stożka

u podstawy; otrzymuje światło odbite dolne, pochodzące z odbicia od terenu i otoczenia. Przestrzeń użytkowa jest mniejsza od podstawy stożka, dzięki temu otwory doprowadzające światło, są ukryte. Linia tworząca stożek jest linią prostą, ale w zależności od inwencji architektury może być linią o dowolnej krzywiznie.

Światło naturalne, pochodzące z opajonu, posiada decydujące znaczenie w oświetleniu wnętrza, ale jego znaczenie na ściany wnętrza stożka nie wymaga efektu plastycznego ścian; dlatego też albo zostaje wzbogacona forma przez przyjęcie linii krzywej dla tworzącej stożka, lub zostaje wprowadzone dodatkowe oświetlenie światłem odbitym od podstawy; efekty te mogą być też użyte jednocześnie. W opajonie istnieje możliwość zastosowania podobnego rozwiązania i jak w przykładzie "Stożek z opajonem u podstawy otrzymujący światło odbite" Xideogram 62/, z formą hiperboliczną.

Przykrycie wnętrza staje się w takim wypadku lekkie, ściany uzyskują różnorodne stopniowanie światłocieniowe, a tym samym bogatą plastykę.

Zależności ilości światła od formy architektonicznej wynikają z podobnych przesłanek jak w poprzednich rozwiązaniach wnętrza stożkowych; dodatkową jest kwestia szerokości dolnego pasa doprowadzającego źródło światła.

Układ ten cechuje się monumentalnością i nadaje się do wnętrza dla dużych zgromadzeń. Rozwiązanie dolnych części ścian bocznych pionowych z dodatkowymi możliwościami do penetracji słonecznej i wizualnej poprawia odczucia psychiczne, znajdujących się ludzi w takim wnętrzu.

Przykład na tego rodzaju rozwiązanie został zaczerpnięty z

twórczości architektów włoskich: Vittorio Gandolfi i Mario Nighini z Mediolanu - ich projektu konkursowego na kościół w Siracusa<sup>63</sup>.

8. Elipsoida, przecięta prostopadle do dłuższej osi, w górnej w górnej części oświetlona przez opajon. Patrz ideogr.Nr.68.

Forma tego typu pochodzi z architektury prymitywnej z Kamerunu z nad jeziora Czad<sup>64</sup>. Nie jest przykładem na typowe rozwiązanie wnętrza oświetlonych ściankami odbitym, jednak jako forma pokrewna wyżej wymienionym przykładom, może podlegać podobnym eksperymentom i spełniać podobne walory.

Zaletą jej jest lapidarność oraz przestrzenność wnętrza, czego nie posiadają w takim stopniu formy jej pokrewne.

9. Układ dwóch form ostrosłupowych, z których większa jest ostrosłupem zciętym, a w jego wnętrzu znajduje się mniejsza forma ostrosłupa. Patrz ideogr.Nr.69.

Koncepcja oświetlenia wnętrza tego typu zasadza się na odbiciu w podobny sposób. Promień odbija się od powierzchni zewnętrznej formy mniejszej i zostaje skierowany na ściany wewnętrzne ostrosłupa większego. Otwory doprowadzające światło dzienne znajdują się pomiędzy krawędzią przecięcia ostrosłupa większego, a podstawą ostrosłupa mniejszego i ujmują obie formy. Otwory są skierowane na odbieranie źródła światła pochodzącego bezpośrednio od słońca oraz od sklepienia niebieskiego.

Zależności proporcji, kątów nachylenia, powierzchni przykrycia i sposobów umieszczenia okien, mogą spowodować, że do wnętrza będzie dostawał się pewien procent światła bezpośredniego. Wewnętrzne ściany większego ostrosłupa i pokrycie zewnętrzne mniejszego ostrosłupa spełniają rolę ekranów. Mniej-

szy ostrosłup we wnętrzu nie jest oświetlony, spełnia więc rolę ekranu negatywnego.

Układ cienia na podniebieniu sklepienia należy do silnie się kontrastujących, bez miękkich modulacji światłocieniowych /zmień je może dopiero odpowiednia linia krzywa, tworząca w wypadku stożka/, a nadany odpowiednio przekrój dla ścian bocznych ostrosłupa po linii krzywej, nadaje wnętrzu stopniowanie światłocieniowe. Przyjęcie podstawy dla ostrosłupów zależy od inwencji architekty; mogą to być formy wieloboków, elips i inne.

Zależności decydujące o efektach świetlnych są następujące:

- 1/ Od wielkości wnętrza, nad którym jest założone tego typu przykrycie, do wielkości powierzchni otworów okiennych.
- 2/ Stosunek promienia stożka mniejszego i większego do wysokości przykrycia oraz do wysokości całego wnętrza.
- 3/ Stosunek kątów nachylenia ścian dwóch form powinien zapewnić odbicie promienia świetlnego.
- 4/ Od kryteriów ogólnych.

Przykrycie tego typu należy do efektownych, silnie oddziałujących pod względem psychicznym, jednak o nastroju całego i mieszczona decyduje sposób rozwiązania ścian zewnętrznych pionowych, od których zależy czy wnętrze będzie miało charakter izolujący, czy otwarty. - Rozwiązanie zostało zaczerpnięte z projektu arch. Victora Lundy na kościół w Hartford, Connecticut<sup>65</sup>.

10. Stożek, którego ściany stanowią łamane światła. Patrz ideogr Nr. 70.

Stożek zbudowany jest ze zbliżonych słupów, między którymi za

łożone są poprzeczne łamacze światła, odbijające promienie świetlne pod różnymi kątami. Linia tworząca powierzchnię stożka może być linią prostą a też linią o dowolnej krzywiznie. Wnętrze charakteryzuje się możliwościami w zakresie doboru wielkości i dowolnością w zakresie natężenia oświetlenia, światło we wnętrzu jest tylko światłem odbitym.

Ilość światła we wnętrzu zależy od ilości otworów doprowadzających światło do wnętrza, od wielkości ich powierzchni oraz od kątów nachylenia poszczególnych łamaczy światła. Różne nachylenia łamaczy powodują różne odbicie światła, dając dużą gradację światłocieniową ścian wnętrza.

Koncepcja wnętrza rozwiązana konsekwentnie w myśl powyższej przyjętej idei stwarza wnętrza typu zamkniętego z wszystkimi konsekwencjami natury higieny zdrowia psychicznego. Dlatego też nadaje się tylko na krótkotrwały okres przebywania ludzi. Przykład ten został zaczerpnięty z twórczości Michel Andrault i Pierre Parat, z ich rozwiązania konkursowego na kościół w Siracusa<sup>66</sup>.

11. Ostrosłup o podstawie kwadratu, którego ściany boczne stanowią łamacze światła przeprowadzone w płaszczyznach równoległych do podstawy. Patrz ideogr. Nr. 71.

Układ ten zbliżony do poprzedniego rozwiązania z tym, że łamacze światła nie zełamują się pod różnymi kątami, a znajdują się w płaszczyznach horyzontalnych. Między poszczególnymi płaszczyznami łamaczy światła znajdują się otwory doprowadzające światło.

Występujące w układzie tym zależności są podobne jak we wszystkich tego typu rozwiązaniach opisanych powyżej.



Oparcie pomysłów oświetlenia na tego typu rozwiązaniach, występuje w architekturze bardzo często.

Łamcze tego typu zastosowane w formie kopuły, rozwiązał już w r. 1912-13 Max Berg w hali we Wrocławiu <sup>67</sup>. Rozwiązanie to występuje w pałacu sportowym, arch. Stodzieck.

Podstawą do opracowania powyższego przykładu były ostatnie rozwiązania na terenie Stanów Zjednoczonych: są to Supermarket w Detroit Michigan, arch. Birkets, Straub <sup>68</sup> oraz tego samego typu przykrycie nad świątynią Amonin w Massachusetts, arch. Blatner i Williams <sup>69</sup>.

12. "Ostrosłup wierzchołkiem osadzony w terenie". Patrz ideogr. Nr. 72.

Rozwiązanie Oscara Niemeyer w Museum Sztuki Nowoczesnej w Caracas <sup>70</sup> było właśnie komponowane pod kątem uzyskania najbardziej dogodnych warunków oświetlenia. Jako przykład powszechnie znany nie będzie przedmiotem analizy; pokrewne rozwiązania występują jako przykłady: "Dwa ostrosłupy jeden na drugim zerócone do siebie podstawami, przecinające się na wysokości geometrycznej podstawy" /ideogram 35/ i "Ostrosłup zcięty odwrócony, gdzie płaszczyzna odcinająca szczyt stanowi poziom posadzki wnętrza" /ideogram 37/.

13. Przykrycie z powtarzających się rytmicznie ostrosłupów. Patrz ideogr. Nr. 73.

W obiekcie o rzucie trójkąta zastosowali szereg ostrosłupów oświetlających światłem odbitym wewnątrz architektki z grupy "Bok" T. Zenowicz, Bochdziewicz, W. Banaszewski, T. Korszyński i K. Szewczykowski w projekcie audytorium w Montevideo <sup>71</sup>.

14. Układ czworościanów /tetrahedronów/ na rzucie kwadratu. Patrz ideogr. Nr. 74.

W zastosowanych formach tetrahedronów, dwie ściany są przeszkło

ne, doprowadzają i odbijają światło do wnętrza. Tego typu rozwiązanie przyjęte na teoretyczny projekt kościoła w Danii, arch. autor pracy i Z. Tuszyński<sup>72</sup>.

3.15 Rozwiązania form sprzężonych; części wprowadzającej światło z częścią użytkową.

Układy te charakteryzują się przestrzenią architektoniczną, gromadzącą światło i przekazującą je dla wnętrza polistawowego. Są to na ogół dwie różne bryły architektoniczne w rozmaity sposób rozwiązane. Jest to typ oświetlenia wnętrza stropowego, gdzie zamiast małych rytmicznych świetlików, występuje zasadniczo jedna duża forma. Wnętra te charakteryzują się monumentalnością i jednoznaczny charakterem formy zewnętrznej jak i wnętrza. Występujący często kontrast struktury architektonicznej opiera się na zastosowaniu w przestrzeni formy dolnej pełnych ścian; forma górna natomiast rozwiązywana jest w zależności od inwencji architekty na ogół jako ściany szurowe. Ściany pełne występują przy tych układach w takich obiektach jak kościoły np. w Seattle, proj. przez Kirk, Wallace<sup>73</sup>, albo ekrany wieloelementowe, czy też ekrany ukośne wieloelementowe rytmiczne i arytmiczne. Charakterystyczna jest dążność do maksymalnego prześwietlenia formy górnej /patrz kościół na konkurs w Nowej Hucie, projektowany przez Z. Solawę, gdzie wnętrze jest ściśle izolowane od otoczenia, wieża natomiast maksymalnie przeszklona.

1. Układ form sprężonych, bazujący na rzutach prostokątnych.  
Patra ideogr. Nr. 75.

Zarówno wnętrza "A" jak i "B" są to wnętrza prostokątne. Wnętrze "A" w stropie posiada otwory doprowadzające światło bezpośrednio, którego część wpada bezpośrednio do wnętrza "B", reszta światła odbija się od ścian wnętrza "A".

Ilość światła we wnętrzu "B" zależy od wielkości rzutu oraz jego stosunku do wielkości i podstawy formy "A". Dalsze zależności wynikają ze stosunku wysokości formy dolnej do górnej oraz ilości wielkości otworów stropowych formy "A". Układ cieni we wnętrzu jest układem silnie się kontrastującym. Wnętrze "B" posiada miejsca jasno oświetlone i miejsca ciemne. Natężenie światła i cienia stwarza wnętrza o dramatycznym wyrazie, czego dowodem jest że układy te są stosowane w obiektach sakralnych, wyżej już wymienionych, czy pomnikowych, jak pomnik ofiar żydowskich w Paryżu, G. Golberg i A. Peralta<sup>74</sup>, gdzie forma górna jest oparta na rzucie gwiazdy. W genezie historycznej, opisanej powyżej, formy, doszukać się można bardzo często podobnych układów, nie występują one jednak w tak przejrzystych rozwiązaniach jak dzisiaj. Są to układy bazylikowe, zwłaszcza bazyliki z mozaikami bizantyjskimi w Rавennie. Znaczenie pasów podokiennych jest tak samo silne dla wnętrza, jak odbicie światła od ścian pionowych wnętrza "A". Przyjęcie odpowiedniego materiału na fakturze powierzchni ma w tym wypadku decydujące znaczenie.

2. Układ form sprężonych, bazujących na rzucie koła. Patra ideogr. Nr. 76.

Układ ten jest oparty na tej samej koncepcji, co układ form sprężonych, bazujących na rzutach prostokątnych. Przykład

pokazuje, że w układzie tym mogą wystąpić najrozmaitsze formy, od form geometrycznych do form swobodnych.

Zależności ilości światła dla wnętrza pozostają te same, chyba, że zostaną przyjęte dodatkowe oświetlenia.

Utrzymanie powyższych zależności powoduje te same efekty światłocieniowe, jednakże układ wnętrza, oparty na formach koła, daje niezależnie stopniowanie światłocieniowe, układające się po liniach wertykalnych.

3. Układ form spreżonych, gdzie jedna forma jest walcem, a druga stożkiem ściętym, Patrz ideogr.Nr.77.

Układ ten pokrewny powyższym rozwiązaniom. W układzie tym wnętrza podstawowe stanowi walec, natomiast formą górną stanowi stożek z opsjonem, doprowadzający światło.

Zależności i charakterystyka wnętrza są podobne jak w rozwiązaniach poprzednich, zastosowana forma stożka ma wpływ na ilość światła bezpośredniego we wnętrzu, natomiast zostaje utracony walor emencji świetlnej ścian formy wnętrza "A" /patrz układy form stożkowych i pokrewnych/.

### 3.16 Układy kilku form małych.

Układy te o znaczeniu dekoracyjnym czy teatralnym operują efektami niewielkich form. Światło odbite, pochodzące z tych układów, nie posiada decydującego wpływu na koncepcję formy obiektów. Jednak jako środki wyrazu architektonicznego i droga do pogłębienia znajomości warsztatu architektonicznego z dziedziny form kształtujących nastroj i światło we wnętrzu, zostaną przytoczone, są to następujące przykłady:

1. Stożki pochylone w odpowiednim kierunku do stron świata, których kąt nachylenia jest zgodny z odpowiednim azymutem. Patrz ideogr. Nr. 78.

Zemknięte i izolowane wnętrza zostaje zaopatrzone w kilka form stożkowych obliczonych na przejmowanie stałe, promieniowania niebieskiego, a słonecznego o określonych godzinach. Wnętrze nie posiada żadnych dodatkowych płaszczyzn /ekranów/, przekształcających światło do dalszych części wnętrza.

We wnętrzu występuje silny kontrast pomiędzy przedmiotami jasno oświetlonymi, a całością pozostającą w cieniu. Ze względu na występujące olśnienie znajdujących się tam ludzi, właściwsze wydaje się pobieranie do wnętrza tylko światła pochodzącego ze sklepienia niebieskiego; jest to kwestia intencji archi-

tekty jakie chce wywołać wrażenie.

Przykładem na tego typu rozwiązanie jest wnętrze kaplicy na terenie klasztoru Dominikanów w La Tourette, projektował ją Le Corbusier<sup>75</sup>.

2. Okrągłe otwory stropowe z podwieszonymi formami czasu. Patrz ideogr.79.

Układ ten opiera się na ograniczeniu bezpośredniego promieniowania. Okrągłe otwory w stropie posiadają zawieszony misy, których średnice są większe od otworu, formy mis są przeznaczone na kwiaty.

Natężenie światła w znajdującej się poniżej przestrzeni uzależnione jest od:

- 1/ wielkości promienia otworu,
- 2/ grubości stropu,
- 3/ wielkości i formy misy przesłaniającej otwór,
- 4/ odległości zawieszenia misy od stropu,
- 5/ gęstości przesłony roślinnej.

Rozwiązania tego typu są rozwiązaniami o charakterze dekoracyjnym, związanym z przestrzeniami zielonymi w obiektach otwartych, co nie wyklucza, że mogą być zastosowane w obiektach związanych z funkcją pracy. Przykład został zaczerpnięty z rozwiązania otwartej przestrzeni rekreacyjnej, należącej do szpitala w Monterey, projektował te układy Edward Durrell Stone<sup>76</sup>.

### 3.17 Ekrany o powierzchniach wycinków walca oraz powierzchniach krzywych.

Ekrany tego typu charakteryzują się:

- 1/ dużym stopniem rozproszenia światła,
- 2/ różnymi kątami odbicia promienia,
- 3/ powierzchnią o dużej gradacji i modulacji świetlnej,
- 4/ już z racji swojej formy geometrycznej,
- 4/ formy o krzywych wymagają specjalnego dostosowania do funkcji.

#### 1. Ekran założony na wycinku koła we wnętrzu o rzucie prostokąta.

Patrz ideogr. Nr. 80.

Perspektywa wnętrza jest w tym układzie zamknięta ekranem założonym na rzucie o formie łuku. Wnętrze nad ścianami o liniach prostych jest przykryte stropem. Pozostała część jest nie przykryta, stanowiąc otwór doprowadzający światło, pochodzące ze sklepienia niebieskiego i ze źródła słonecznego.

Wysokość ekranu jest równa wysokości ścian wnętrza. Aby uzyskać pełny wyraz efektów światła, wejście powinno być skierowane na wprost ekranu tak, by wchodzący ogarniał go wzrokiem nie wyklucza to innych rozwiązań wynikłych z inwencji architektury.

W układzie tym istnieją dwie możliwości, gdy chodzi o zabez-



piecszenie wnętrza z punktu widzenia warunków klimatycznych; istnieje jedno zamknięcie /pod terminem zamknięcie jest rozumiane przeszklenie/ w ramach prostokąta czy kwadratu. Pionowe, wyraźnie dzielące wnętrze na dwie przestrzenie: otwartą, wymagającą innego rozwiązania materiałowego i narażoną na bezpośrednie działanie atmosferyczne. Druga możliwość istnieje przez zastosowanie takiego samego typu zamknięcia, ale w płaszczyźnie horyzontalnej, w miejscu otworu doprowadzającego światło. Tego typu zamknięcie nadaje układowi charakter jedno-wnętrzowy. Podział na części wnętrza odbywa się już w kategoriach estetyki wyposażenia.

O ilości światła we wnętrzu decydują następujące czynniki:

- 1/ Wielkość promienia dla krzywizny ściany ekranowej.
- 2/ Głębokość, wysokość i szerokość wnętrza.
- 3/ Sposób zamknięcia wnętrza, tj. rozwiązanie otworu okiennego.
- 4/ Usytuowanie w stosunku do stron świata tak, aby następowało odbicie promienia słonecznego od płaszczyzny ekranu
- 5/ Oraz kryteria ogólne, tj. faktura, kolor, rodzaj posadzki i inne.

Aby wnętrze posiadało pełne warunki oświetlonego światłem odbi- tym należy wyeliminować penetrację wizualną z wnętrza, a z po- zycji odbiorcy widzenie sklepienia niebieskiego, którego dzie- łanie, jak już podano w kryteriach, jest niekorzystne na ustroj oka ludzkiego.

Układ cieni we wnętrzu jest łagodnym, zwłaszcza gdy nastą- pi eliminacja działania sklepienia niebieskiego. Wnętrze cha- rakteryzuje się brakiem kontrastów światłocieniowych, brakiem

ostrzych cieni w narożnikach i silnie kontrastujących światłocieni. Najjaśniejsze cienie układają się na podniebieniu stropu.

W wypadku dotarcia do wnętrza bezpośrednich promieni słonecznych silniejsze różnice światłocieniowe mogą wystąpić na powierzchniach bocznych ścian wnętrza i posadzce. Wnętrze jest przykładem zamkniętego z wszystkimi walorami i minusami. Charakter i plastyka wnętrza zależy przede wszystkim od inwencji architekta. Architekt J. O'Gorman, stosując tego typu ekran w zrealizowanym Domu Zabaw w San Angel w Meksyku<sup>77</sup> zastosował barwną mozaikę, stwarzając tym samym płaszczyznę silnie odbijającą światło do wnętrza o określonym kolorze.

2. Ekran założony na wycinku koła we wnętrzu o rzucie koła lub elipsy. Patrz ideogr. Nr. 81.

Wnętrze oświetlone jest tylko światłem odbitym.

Wnętrze o rzucie koła lub elipsy otrzymuje ekran o tej samej lub innej krzywiźnie, ale o zróżnicowanym promieniu; promień wnętrza jest mniejszy od promienia ekranu. Dzięki temu wytwarza się otwór umożliwiający doprowadzenie z boku oświetlenia ekranu dwustronnego światłem bocznym.

Ilość światła zależy: od stosunku <sup>wielkości</sup> / otworów doprowadzających światło do wielkości posadzki, wielkości ciężnicy ekranu, do wysokości ekranu, oraz stosunku ciężnicy do średnicy warunkującej wielkość wnętrza.

Ponimo prostego rozwiązania oświetlenia, plastyka i układ światłocienia jest silnie zróżnicowany, o dużych kontrastach i modulacjach światłocieniowych.

ściany boczne, ujmujące ekran przy narożach, kontrastują się silnie /w natężeniu po światłocieniowym/ z jasnym ekranem; na całych płaszczyznach występuje modulacja światłocieniowa. Światło odbite od ekranu swym zanikającym efektem ogarnia strop i posadzkę, wytwarzając stopniowanie światłocieniowe na płaszczyznach płaskich.

Wnętrze charakteryzuje się ściśle przeprowadzoną symetrią, wyznaczającą oś. Układ wejścia kształtuje się w sposób jednoznaczny. Wnętrze zależy od typów wnętrz zamkniętych, co wiąże się z wszystkimi konsekwencjami tego rodzaju, wykazanyimi w rozdziale II.

Charakter ekranu spełnia dominującą rolę w nastroju plastycznym wnętrza. Architekt Solewa<sup>78</sup> w realizacji śląskiego planetarium zastosował tego typu rozwiązanie w jednym z halli. Na ekranie znajduje się półplastyczny model powierzchni księżycy oświetlony dwustronnie, dzięki czemu plastyka modelu jest silnie wydobyta.

Dalszą ewolucję tego typu ekranów wykazuje wyraźnie kościół w Orivesi, Finlandia, projektowany przez Kaija i Heikki Siren<sup>79</sup>. Rozwiązanie asymetryczne dwóch ścian, na ramię krzywizn, gdzie jedna z nich stanowi ekran, a druga spełnia rolę osłonową otwora okiennego. Patrz ideogr. Nr. 81.

Przykład zbliżony do poprzednich rozwiązań, o wyraźnym asymetrycznym układzie, z jednym dużym otworem doprowadzającym krótko światła bezpośredniego, skierowane na ważny punkt wnętrza. Ściany otrzymują pełną gradację światła i cienia.

Wnętrze ma w różnych partiach różne natężenie światła. Silne cienie występują zwłaszcza na ścianie osłaniającej otwór doprowadzający światło.

Kontrast światło-cieniowy zwiększa się w miarę jak otwór nie jest skierowany w kierunku północnym.

Zależności ilości światła a ukształtowania przestrzennego form są podobne, jak w omawianych powyżej przykładach.

Układ ten jest często stosowany przez architektów, zwłaszcza w architekturze sakralnej. Z czołowych przykładów znajdujemy dwa tego typu rozwiązania na terenie Hiszpanii: Iglesia de la Coronacion w Calle de Eulogio Sarden Vitoria, arch. Miguel Fisac<sup>80</sup> oraz na terenie Niemiec kościół w Hasloch am Main, arch. Hans Schädel.<sup>81</sup>

Również układy takie występują często w rozważaniach teoretycznych, zwłaszcza przy rozwiązaniach konkursowych; przykładem są projekty na konkurs międzynarodowy w Danii, wykonane przez architektów amerykańskich: Maleren Hans, Chr. Højer, Tyge Arnfred oraz architektów amerykańskich Otto Bauer-Nielsen<sup>82</sup>.

4. Ekran negatywny, założony na rzucie o formie wycinku koła we wnętrzu o rzucie koła lub elipsy. Patrz ideogr. Nr. 83.

Układ zbliżony do przykładu "Ekranu złożonego na wycinku koła we wnętrzu o rzucie koła lub elipsy" /ideogram 81/ z tą różnicą, że promień wyznaczający linię ekranu, jest mniejszy od promienia, wytyczającego krzywiznę dla ścian wnętrza, dzięki czemu efekty występują zupełnie różne, niżeli w podanym przykładzie.

Wnętrze jest o układzie osiowym, o dwóch otworach doprowadzających światło naturalne, skierowane nie na ekran, a na ściany boczne, otaczające ten ekran; na skutek tego sam ekran jest pograżony w cieniu, ściany boczne natomiast przejmują pełną modulację światło-cieniową. W układzie tym występują pewne ana-

logie jak przy płaskich ekranach negatywowych. /patrz przykład "Ekran płaski, jednorodny, boczny, pionowy o efekcie negatywowym" /ideogram 4//.

Zależności formy i struktury wnętrza do ilości światła są podobne, jak w przypadku "Ekranu założonego na wycinku koła we wnętrzu o rzucie koła lub elipsy" /ideogr.81/ z tym, że rola negatywowego ekranu jest dominująca w pochłanianiu pozostałych we wnętrzu promieni, zwłaszcza przy użyciu odpowiedniego materiału.

5. Ekran wklęsły pionowy jednoelementowy. Patrz ideogr.Nr.84.

We wnętrzu o dowolnym rzucie jest wprowadzony wolnostojący ekran, oświetlony światłem pochodzącym z opajonu w stropie. Ekran jest założony na linii, będącej wycinkiem koła czy paraboli, albo też na innej dowolnej krzywej.

Współdziałanie ekranu ze ścianami bocznymi jest obliczony przede wszystkim na kontrast, t.zn.na kontrast o charakterze walorowym lub kolorystycznym - jasny ekran - ciemne ściany boczne. Przy zastosowaniu przeszklonych ścian bocznych otrzymujemy penetrację wizualną widza na zewnątrz.

Zależności proporcji i formy do ilości światła są uzależnione przede wszystkim od ilości ścian bocznych, decydujących, czy oświetlenie we wnętrzu będzie pochodziło tylko z opajonu i potem odbite od ekranu, czy też będą to dodatkowe źródła światła bezpośredniego.

Wypadek pierwszy, istotny dla niniejszego studium, zasadza się na następujących zależnościach formy i światła i zależy:

- 1/ Od stosunku powierzchni ekranu do wielkości średnicy opajonu.
- 2/ Ustalenie wielkości urządzeń wprowadzających światło, tj.ekranu i opajonu do wielkości całego wnętrza.

5/ Właściwe skierowanie powierzchni ekranu w stosunku do stron świata tak, by nastąpiło odbicie promienia słonecznego.

Istotną w tym przypadku jest funkcja obiektu i zgodzenie jej z porą dnia, kiedy obiekt jest wykorzystywany, aby w chwili zgroneń uzyskać najsilniejsze współgranie efektów słonecznych<sup>83</sup>.

Wnętrze tego typu charakteryzuje się następującym układem światłocieniowym; ekran w partiach górnych najwięcej przyjmuje i odbija światła; w miarę oddalania od opajonu następuje subtelne narastanie cienia; strop w częściach zbliżonych do krawędzi opajonu uzyskuje miejsca najsilniej kontrastujące z płaszczyzną ekranu; nie dzięki natężeniu cienia, ale dzięki bliskiemu położeniu partii jasnych i ciemnych, w najgłębszym cieniu znajdują się ściany boczne wnętrza. W wypadku gdy nad opajonem zostaje zastosowana przekroczysta kopuła, wnętrze przejmuje pełne działanie sklepienia niebieskiego.

We wnętrzach tego typu widzenie sklepienia niebieskiego ma działanie oślepiające, dlatego też należy ukryć na tyle otwór doprowadzający źródło światła, aby linia patrzenia nie docierała bezpośrednio w otwór doprowadzający światło.

6. Ekranu dwóch płonowych powierzchni wklęsłych, symetrycznych, przesuniętych po osi, ujmujących całe wnętrze. Patrz ideogr. Nr. 85.  
Linie krzywe, na których zbudowane są ekrany, są wynikiem inwencji architekty; spotykamy w tych przypadkach linie, będące wycinkami z koła, linie paraboliczne, albo inne linie krzywe. Przykład ten jest zbliżony do opisane go przykładu: "Ekranu złożonego na wycinku koła we wnętrzu o rzucie koła lub elipsy" /ideogr. 82/ z tym, że wnętrze jest ściśle zdeterninowane rygo-

rystyczną koncepcją form.

Przykładami bardzo ściśle odpowiadającym powyższemu schematowi są projekty na międzynarodowy konkurs w Danii na teoretyczną ideę kościoła, autorów duńskich Chr. Ejler, Tyge Arnfred<sup>84</sup>, czy amerykańskich Otto Bauer-Nielsen z Chic<sup>85</sup>. Podobną ideę koncepcyjną, ale w dowolnych krzywych, znajdujemy w stadionie olimpijskim Kenzo Tange z Tokio.

7. Ekranów dwóch pionowych powierzchni zróżnicowanych, wklęsłych, ujmujących całe wnętrze w sposób dowolny. Patrz ideogr. Nr. 86.

Rozwiązanie tego typu jest pokrewne przykładowi "Ekranów dwóch powierzchni wklęsłych, symetrycznych przesuniętych po osi, ujmujących całe wnętrze" /ideogr. 85/. Różni się przede wszystkim swobodą doprowadzenia światła w zależności od inwencji architektury.

Każdy z ekranów stanowi ekran właściwy o danej modulacji światło-cieniowej, a w miejscu pograżonym w pełnym cieniu, stanowi przesłoną otwora okiennego i częściową przesłoną drugiego ekranu.

Powszechnie znanym tego typu rozwiązaniem jest kaplica w Brazylii, którą zrealizował O. Niemeyer w roku 1958<sup>86</sup>. W tym okresie pojawił się cały szereg podobnych idei tego typu.

8. Ekranów pionowe wklęsłe, ujmujące z trzech stron wnętrze forma wklęsła zwrócone na zewnątrz. Patrz ideogr. Nr. 87.

Układ ten częściowo nawiązuje do idei wprowadzenia światła odbitego do wnętrza, gdyż dominantę stanowią trzy otwory okienne, oświetlające wnętrze bezpośrednim światłem naturalnym.

Jako ogniwo w łańcuchu rozwoju ekranu jest to przykład, dający możliwości przez stosowanie odpowiednich urządzeń dla efektów odbicia światła. Charakterystycznym w tym wypadku jest obiekt zrealizowany przez arch. Roger F. Johnson w Minnesota<sup>87</sup>.

9. Ekrany wklęsłe pionowe, wielcelementowe rytmiczne, o krzywych opartych na liniach geometrycznych czy też liniach dowolnych.

Patrz ideogr. Nr. 88.

Jest to układ całego szeregu form pionowych, które swoją formą zasłaniają otwory doprowadzające źródło światła, ale tylko przy pewnych pozycjach odbiorcy, gdyż istnieje możliwość bezpośredniej penetracji wizualnej z wnętrza na przestrzeń otaczającą obiekt, jak również oświetlenia bezpośredniego światłem naturalnym.

Układ ten charakteryzuje się dużymi dowolnościami, zarówno w sposobie kształtowania rzutu, tj. pomysły od ułożenia form opisanych powyżej w szeregu prostym, jak również ułożenia tychże form po liniach krzywych.

Dla oświetlenia wnętrza istotną jest wielkość otworów doprowadzających światło oraz wielkość poszczególnych form. Układ ten jest ewolucją form prostych ekranów rytmicznych, przeprowadzony na liniach krzywych.

Charakterystycznym przykładem na tego typu rozwiązanie jest kościół fiński w Tampere, projektowany przez arch. Reima Pietilä<sup>89</sup>.



### 3.18 Kopuły i wycinki czasz.

Forma kopuły zawsze dla architektów była związana z problemem światła. Aby plastyka kopuły była czytelna dla widza musiała ona być oświetlona, dlatego też próby doświetlenia światłem odbitym pojawiają się w czasach historycznych najczęściej w rozwiązaniach kopułowych, jako jedna z dróg ukazania plastyki wnętrza kopuły.

Wprowadzane oświetlenie bezpośrednio działa w sposób oślepiający na wzrok człowieka, a tym samym utrudnia odczytanie plastyki kopuły; w związku z tym przy dalszej ewolucji otwory, doprowadzające źródło światła, otrzynują bogate obramowania, profile, gzymsy i ozdoby celem rozproszenia światła.

#### 1. Kopuła z opajonem. Patrz ideogr. Nr. 89.

Jest to jedna z najprostszycy możliwości doprowadzenia światła do wnętrza. Dominujące światło we wnętrzu jest światłem bezpośrednim, pochodzącym z dwóch źródeł: sklepienia niebieskiego i słońca.

Układ wnętrza, aby wewnątrz było dostatecznie oświetlone, powinien dawać możliwość jak największego rozproszenia i odbicia promienia.

Rozwiązanie to jest powszechnie znane, a czołowym przykładem jest Panteon Rzymski<sup>90</sup>.

2. Kopuła z opajonem, nad którym jest zawieszony ekran. Patrz ideogr.Nr.90.

Zawieszony ekran nad kopułą ma na celu:

- 1/ Zabezpieczenie przed olśnieniem widza światłem bezpośrednim, w wypadku skierowania wzroku w otwór doprowadzający światło.
- 2/ Ochronę przed wpływem klimatu.
- 3/ Uzyskanie odbicia promienia świetlnego do wnętrza.

We wnętrzu tego typu możemy uzyskać tylko światło odbite, dzięki ukryciu przed wzrokiem obserwatora otworów doprowadzających światło. Ukrycie otworów może być uzyskane przez odcięcie od korony opajonu otworów przez zastosowanie w koronie profilu osłaniającego otwory, uniemożliwiając tym samym widzenie bezpośredniego światła.

Ilość światła we wnętrzu zależy od stosunku wielkości kopuły do wielkości opajonu, oraz odległości ekranu od opajonu. Regulowanie, zwłaszcza tej ostatniej zależności wiąże się z problemem widoczności otworów okiennych. Ważnym jest przekrój, a tym samym i forma ekranu; może być ona wklęsła albo wypukła. Forma wklęsła ma charakter skupiający, forma wypukła rozpraszający promienie świetlne.

Układ światła i cienia jest następujący: Ekran stanowi najjaśniejszą powierzchnię wnętrza. Części kopuły przyległe do opajonu, stanowią najsilniej cieniujące partie, reszta wnętrza znajduje się pod wpływem równomiernie rozproszonego światła. Zastosowanie tego typu światła jest bardzo powszechne, zwłaszcza w okresach historycznych. Rozumiana w studium niniejszym forma ekranu i przestrzeni do niego przyległej,

znajduje w architekturze wyraz jako forma "latarni"; znajdujemy ją w wielu rozwiązaniach kopuły.

3. Kopuła z opajonem z ekranem negatywowym. Patrz ideogr.Nr.91.

Użycie ekranu negatywowego, osłaniającego opajon, powoduje zmianę w cieniowaniu kopuły, rozjaśnia silnie partie, znajdujące się przy obrzeżach opajonu. Ekran znajduje się w pełnym cieniu, zwłaszcza przy zastosowaniu formy wklęsłej.

Aby umożliwić widzenie opajonu z wnętrza, promień ekranu musi być większy od promienia opajonu.

Zależności form architektonicznych do ilości światła pozostają takie same, jak w przykładzie: "Kopuły z opajonem, na którym jest zawieszony ekran. Ideogr.Nr.90.

4. Kopuła z opajonem przykrytym czaszą wklęsłą. Patrz ideogr.Nr.92.

Zastosowanie czaszy wklęsłej do wnętrza nad opajonem kopuły ma na celu rozproszenie promieni świetlnych do wnętrza. Czasza wklęsła stanowi więc ekran oświetlający wnętrze.

Przy układzie tego typu zachodzi problem ukrycia właściwych otworów, wprowadzających światło dzienne celem doprowadzenia do wnętrza jednolitego rodzaju światła, tj. światła odbitego; uzyskuje się je dzięki różnicy promieni opajonu kopuły oraz podstawy czaszy, przy czym podstawa czaszy uzyskuje promień większy.

Ekran obliczony jest przede wszystkim na odbijanie promieni, pochodzących ze sklepienia niebieskiego, promieni z otoczenia oraz promieni odbitych od zewnętrznej powierzchni kopuły.

Światło we wnętrzu uzależnione jest od:

- 1/ wielkości zawartej przestrzeni w obiekcie i ilości otworów,
- 2/ wysokości i wielkości czaszy,
- 3/ wielkości i powierzchni otworów doprowadzających światło,

#### 4/ kryteriów ogólnych.

Wnętrze kopuły charakteryzuje się wizualną lekkością, dzięki jamnemu opajonowi. Sama natomiast kopuła przy koronie opajonu uzyskuje obrzeżny cień, na którego tle kontrastowo rysuje się jasny ekran czaszy, który może uzyskać centryczny słaby cień w jej najniższych punktach.

#### 5. Układ dwóch kopuł. Patrz ideogr. Nr. 93.

Układ ten zbliżony do kopuły z opajonem i ekranem nad nią /przekład 90/ z tym, <sup>że</sup> nie jest to ekran płaski czy lekko wklęsnięty, ale nad otworem kopuły znajduje się druga kopuła, spełniająca rolę ekranu; rozwiązanie tego typu jest znane w historii architektury i zostało poruszone w pierwszej części pracy. Przykładem na tego typu rozwiązanie jest Panteon w Paryżu, którego autorem jest Sufflot<sup>91</sup>. Istnieje również polski projekt, pokrewny temu układowi, tj. projekt sali senatu w Zamku Warszawskim, wykonany przez arch. Schrógera<sup>92</sup>.

#### 6. Układ trzech kopuł. Patrz ideogr. 94.

Stanowi dalszą fazę rozwojową zagadnień oświetlenia wnętrza i plastyki form wewnętrznych. Zastosowanie trzech kopuł jest wynikiem plastycznych poszukiwań. W układzie tym dwie kopuły są kopułami otwartymi. Spojrzenie widza, kierujące się wertykalnie zostaje zamknięte dopiero trzecią kopułą. Fakt następujących po sobie kopuł oraz bogate koronowanie profilami każdej z nich, wprowadza dezorientację, skąd pochodzi źródło światła; stanowiąc o tym ukryte otwory dla kopuły drugiej i ostatniej.

Obydwie otwarte kopuły przy koronie opajonu uzyskują okrężny cień po liniach kolistych, dzięki któremu następująca kopuła, oświetlona, kontrastuje się i tym samym wzrasta się plastyka wnętrza. Układ ten charakteryzuje się istotnymi efektami słu-

dzeń optycznych, dzięki różnicy w wielkości otworów /opajonów/ oraz zróżnicowaniu wielkości kopuł; zmniejszone otwory i kopuły wydają się wyżej, aniżeli są w istocie; tym samym iluzjonistycznie zwiększa się wielkość zawartej pod kopułami przestrzeni.

Uchwycenie zależności, na ile forma architektoniczna i proporcje całości decydują o ilości światła we wnętrzu, wynika przede wszystkim z inwencji i talentu architektki. Natomiast analiza formy pozwala na ustalenie następujących zależności:

O ilości światła decyduje wielkość kubaturowa całości obiektu oraz stosunek do tej wielkości, ilości otworów doprowadzających światło oraz wielkości powierzchni poszczególnych kopuł, osłaniających otwory okienne, jak i też wielkości poszczególnych opajonów. Układ form kopułowych ma pełne walory plastyczne, każda z kopuł otrzymuje pełną gradację światłą, aż po występujący półcień w kręgu pierścieniowym przy koronie opajonu, dzięki czemu plastyka następnej kopuły rysuje się również wyraźnie. Kopuła trzecia wymaga najsilniejszego, a przynajmniej nie słabszego natężenia światła.

W rozwiązaniu tego typu w katedrze św. Pawła w Londynie, którą stworzył Sire Christopher Wren<sup>95</sup>, każda z kopuł uzyskuje to samo natężenie światła, jedynie latarnia jasno oświetlona uzyskuje dominację nad całością; jest to przykład grawitacyjnie rozwiązanych problemów natężenia światła.

## 7. Kopuła oświetlona od dołu. Patrz ideogr. Nr. 95.

Układ ten charakteryzuje się różnymi wielkościami, tj. większą kopułą a mniejszym wnętrzem. Kopuła przykrywa zamknięte wnętrze lub zamknięte tylko częściowo. Wysokość ścian, otaczających znajdujące się pod kopułą wnętrza, jest nieznacznie wykraczająca ponad płaszczyznę geometryczną podstawy kopuły.

Zróżnicowanie powierzchni wnętrza w stosunku do podstawy kopuły przy większej kopule pozwala na zastosowanie doprowadzającego światło pierścienia pomiędzy kopułą i ścianami. Wnętrze to jest projektowane na źródło światła, którego pochodzenie jest wtórne, tj. odbite od przestrzeni otaczającej. W związku z tym istnieje problem analizy otoczenia i możliwości świetlnych jakie daje otoczenie.

Dla uzyskania maksymalnego odbicia od powierzchni terenu do wnętrza wymagany jest teren odkryty, który by mógł skupiać możliwie jak największą ilość promieni, pochodzących ze sklepienia niebieskiego.

Inwencja architektury w ukształtowaniu przestrzeni otaczającej obiekt, ma istotne znaczenie dla uzyskania maksymalnej ilości światła wewnątrz obiektu. Zwłaszcza użycie materiałów silnie odbijających światło w terenie oraz użycie odpowiednich materiałów we wnętrzu, zwłaszcza w kopule, może również decydująco podnieść procent światła.

Rola ścian pionowych ma na celu stworzenie osłony o charakterze kurtynowym otworów okiennych; zadaniem tychże jest wchłonięcie pozostałych we wnętrzu promieni świetlnych; decyduje o tym sam układ. W kompozycji wnętrza ta rola może być wzmocniona przez użycie odpowiednich materiałów, pochłaniających promienie. Ilość światła zależy przede wszystkim od wielkości powierzchni pierścienia doprowadzającego światło, od wielkości wnętrza oraz od kryteriów ogólnych.

Effekty światłocieniowe polegają na dużych kontrastach pomiędzy kopułą a ścianą pionową osłonową. Ściana osłonowa znajduje się w cieniu, zwłaszcza w miejscach, w których zachodzi wizualnie na kopułę, uzyskując wzmocniony cień, kontrastujący z podniebieniem kopuły. Kopuła, w kręgu przy geometrycznej podstawie

jest jasno oświetlona; w miarę narastania odległości od pierścienia /źródła światła/ światło ulega zanikowi. U wierzchołka sklepienia powstaje centryczne narastanie cienia.

Aby wnętrze tego typu mogło uzyskać pełny wyraz plastyczny, wymaga całkowitego zamknięcia, co ogranicza obiekt tylko do określonych funkcji, nie wymagających długiego przebywania; ograniczenie to podyktowane jest względami higieny psychicznej. Rozwiązanie pełnych ścian pionowych jest tylko sygnalizacją problemu, że problem ten może być rozwiązany przez szeregi rytualicznych ekranów /patrz "Ekranry rytualiczne wieloelementowe/.

8. Kopuła ekranem negatywnym. Patrz ideogr. Nr. 96.

Jest to zastosowanie kopuły o efekcie wprost przeciwnym, jak przykład zacytowany wyżej.

Układ ten posiada mniejszy promień wytyczający kopułę niżeli promień znajdującego się pod nią wnętrza. Wysokość ścian otaczających jest wyprowadzona powyżej podstawy geometrycznej kopuły, tak aby linia patrzenia skierowana ku górze obserwatora znajdującego się pod kopułą, nie mogła natrafić na otwory ze źródłem światła, znajdujące się pomiędzy powierzchnią kopuły a ścianami pionowymi. Wnętrze czerpie światłość dwóch podstawowych źródeł naturalnych, tj. słońca i sklepienia niebieskiego. Zewnętrzne powierzchnie kopuły jak i wewnętrzne ściany pionowe mają zasadnicze znaczenie, odbijające promienie.

Ilość światła zależy:

- 1/ od wielkości pomieszczenia,
- 2/ wielkości otworów doprowadzających światło,
- 3/ długości promienia w przestrzeni doprowadzającej światło,
- 4/ ilości załamania promienia świetlnego,
- 5/ wysokości kopuły,

6/ użytych materiałów na ściany boczne i posadzkę.

7/ kryteriów ogólnych.

Układ cieni w tego typu wnętrzach jest w dużej mierze uzależniony od materiału /patrz pkt.6/. Najsilniej pogrążona w cieniu jest kopuła, zwłaszcza na obrzeżach, natomiast u wierzchołka mogą pojawić się nieznaczne rozjaśnienia.

Podobnie jak poprzedni przykład, wnętrze jest o typie zamkniętym wraz z konsekwencjami, które temu towarzyszą.

9. Czasza wklęsła, przykrywająca wnętrze o formie walca. Patrz ideogr.Nr.97.

Nad wnętrzem o rzucie koła zostaje zastosowana forma czaszy wklęsłej do wnętrza. Promień kształtujący wielkość wnętrza jest większym od promienia czaszy. Odległość pomiędzy tymi dwoma elementami jest wykorzystana na poszczególne otwory doprowadzające światło, czy też na ciągły pas pierścieniowy, obejmujący wkoło czaszę przy podstawie, oświetlający wnętrze.

Aby wnętrzu zapewnić maksimum światła odbitego, podstawa czaszy powinna znajdować się poniżej pionowych ścian, otaczających wnętrze. Wnętrze jest oświetlone światłem od góry, skierowanym przede wszystkim na ściany pionowe; część promieni odbitych od górnych partii ścian pionowych natrafia na powierzchnię czaszy i tym samym oświetla ją.

Układ ten czerpie światło naturalne, pochodzące ze sklepienia niebieskiego i słońca.

Natężenie światła we wnętrzu zależy od wielkości pomieszczenia i stosunku do niego powierzchni otworów doprowadzających światło oraz kryteriów o charakterze ogólnym. Wysokość wklęsnięcia czaszy nie odgrywa poważniejszej roli przy oświetleniu, gdyż jak podkreślono, promienie na powierzchni czaszy pochodzą z wtórnego odbicia.



Wnętrze charakteryzuje się dużym stopniem modulacji światłocieniowej, przede wszystkim na ścianie otaczającej wnętrze. W górnych częściach oświetlona jest ona najsilniej, w miarę wydłużania się promienia świetlnego występują zacienienia. Również modulację świetlną uzyskuje powierzchnia czasy, dzięki czemu plastyka formy jest silnie wydobyta, nawet przy małym łuku wklęsłości.

Podobnie jak poprzednie przykłady, rozwiązanie to zyskuje pełny wyraz, gdy jest typu zamkniętego. Wprowadzenie dodatkowych otworów doświetlających może okazać się tak silnie dominujące, że układ cały traci sens; dlatego też rola architektury, przy tego typu założeniach, wymaga szczególnej uwagi nad zależnościami pomiędzy formą a ilością światła.

10. Układ dwóch czasz wklęsłych - większej i mniejszej. Patrz ideogr. Nr. 98.

Koncepcja tego układu zasadza się przede wszystkim na rozwiązaniu przykrycia zarówno jako zagadnienia konstrukcyjnego i funkcjonalnego oraz jako podstawowego czynnika formującego kompozycję oświetlenia wnętrza.

Jak już powyżej zostało podkreślone, układy kopułowe uzyskują pełne znaczenie plastyczne w kompozycji wnętrza, gdy nie tylko zostanie rozwiązane właściwe zagadnienie oświetlenia wnętrza dla funkcji w nim się odbywającej, ale gdy też plastyka rozwiązania kopułowego zostanie właściwie ukazana przez umiejętne oświetlenie.

Układ dwóch czasz wklęsłych jest przykładem rozwiązującym zagadnienie światła we wnętrzu dla celów funkcjonalnych oraz stanowi o kompozycji światła we wnętrzu.

Przykrycie stanowią dwie łupiny o formie czasz wklęsłych, z których większa otrzymuje opajon przykryty, mniejsza czaszę.

Wzajemny układ form jest przyjęty tak, aby we wnętrzu, zwłaszcza w jego centralnej części, zostało doprowadzone światło, w znacznej mierze światło odbite, które może być jedynym rodzajem światła, przy zastosowaniu pełnych ścian pionowych. Pożyteczny układ rozpatrywany na schemacie wyraźnie ukazuje dwa rodzaje źródła światła skłujące wnętrzu; każde z nich otrzymuje specjalną formę architektoniczną, odpowiednią do rodzaju źródła światła.

Zasadniczym źródłem światła w tym wnętrzu jest sklepienie niebieskie wraz z bezpośrednim promieniem słonecznym, które to światło zostaje wprowadzone przez latarnię oraz odbite od zewnętrznej powierzchni mniejszej czasy. Bola powierzchni czasy większej odbija ten sam rodzaj światła na wewnętrzną powierzchnię czasy mniejszej. Natomiast powierzchnia wewnętrzna czasy większej jest oświetlona światłem pochodzącym od odbicia z terenu otaczającego, ze sklepienia niebieskiego oraz z możliwością oświetlenia światłem słonecznym tylko przy pewnych azymutach.

Natężenie oświetlenia zależy od wielkości powierzchni otworów okiennych doprowadzających światło i stosunku tychże do przestrzeni wnętrza, oraz od form i wysokości wklęsnięcia poszczególnych czasz, przy uwzględnieniu wszystkich ogólnych kryteriów, towarzyszących każdemu z rozpatrywanych przykładów.

Omawiany układ form należy do bogatych pod względem stopniowania światłocienowego; daje wnętrzu gradację płaszczyzn jasnych i ciemnych. Kontrasty nieolśniewające następują zwłaszcza przy nakładaniu się powierzchni czasz - zwłaszcza w obrzeżach, które to kontrasty architekt, dzięki własnej inwencji, może wzmacniać lub łagodzić. Podniebienie czasy większej wyka-

zuje pełną gradację światłocienia rozchodzącego się centrycznie od obrzeża ku źródłu światła, od partii ciemniejszych do najjaśniejszych. Plastyka tego typu przykrycia ma pełne walory dzięki różnorodnemu sposobowi oświetlenia i wykorzystania wszystkich rodzajów światła naturalnego; oczywiście układ ten rozwiązuje na tych samych zasadach sprawę oświetlenia sztucznego. Tak więc forma architektoniczna służy zarówno oświetleniu naturalnemu i sztucznemu.

Plastyczna lekkość przykrycia i jasność stanowi walor dla czynników odgrywających rolę przy samopoczuciu ludzi przebywających w tego typu wnętrzach.

Przykład zaczerpnięte z twórczości arch. S. Jewkes, ze zrealizowanego stadionu na 12 tysięcy miejsc w Kuala Lumpur w Malajach<sup>94</sup>.

### 3.19 Kopuły z elementów rytmicznych lub arytmicznych.

Są to układy form obliczonych przede wszystkim na wprowadzenie światła odbitego w celach oświetlenia wnętrza jak i też dla dobycia plastyki samego wnętrza kopuły, często konstruowane z małych elementów prefabrykowanych, nie stanowiąc monolitycznej kopuły. Elementy te są o najmniejszych formach. Mogą to być układy pasmowo-pierścieniowe, zarówno przebiegające równoleżnikowo czy południkowo. Pierścienie te mogą przebiegać w płaszczyznach równoległych do geometrycznej powierzchni kopuły, czy też układać się w płaszczyznach prostopadłych.

Nervi w swej twórczości przedstawia układy odbijające światło, zastosowane pod monolityczną kopułą, jak kopuła Łaźni w Chienciano r.1942<sup>95</sup>.

#### 1. Kopuła z równoleżnikowych pasów pierścieniowych. Patrz ideogr. Nr.99.

Jest to układ pasów przebiegających w dwóch teoretycznych powierzchniach kopuły, pasów zewnętrznych i pasów wewnętrznych. Pasy zewnętrzne spełniają rolę ekranów odbijających światło do wnętrza, pasy wewnętrzne spełniają rolę osłonową otworów doprowadzających źródło światła; możemy je również określić jako ekrany negatywowe.

Natężenie światła we wnętrzu zależy przede wszystkim:

- 1/ od szerokości pasów, zarówno pasów wewnętrznych jak i zewnętrznych,
- 2/ od odległości dwóch teoretycznie przyjętych kopuł,
- 3/ od wielkości osłony względem siebie pierścieni zewnętrznych i wewnętrznych.

Wnętrze jest oświetlone światłem odbitym i posiada kontrastowe pasy ciemne.

Przykład ten daje możliwość dużej równomierności światła we wnętrzu, przez wprowadzenie wielu pasów jednego i drugiego rodzaju. Należy do wnętrza bez możliwości penetracji słonecznej i wizualnej z wyjątkiem gdy pod kopułą zostanie rozwiązane sąsiednicze wnętrze, oparte na odmiennych zasadach dotyczących doprowadzenia światła; aspekt ten warunkuje prawie wszystkie rozwiązania kopułowe.

Na zastosowanie w praktyce tego rozwiązania, autor nie znalazł pokrycia w literaturze.

## 2. Kopuła z pierścieniami stycznych równoleżnikowych. Petrz ideogr. Nr. 100.

Przykład powyższy zasadza się na formie zmniejszających się pierścieni, równoległych do terenu czy podstawy kopuły.

Pierścienie zostają w pewnych odległościach jeden od drugiego i przez zmniejszanie w miarę coraz wyższego położenia, tworzą kopułę. Szerokość poszczególnych pierścieni tworzy grubość kopuły, a razem drogę dla promienia światelnego.

Zewnętrzna powłoka kopuły otrzymuje otwory doprowadzające źródło światła. We wnętrzu rozwiązanie światła odbitego polega na wykresie geometrycznym, w którym kąt patrzenia obserwatora z przeciwnego pola wnętrza nie dociera do zewnętrznego otworu doprowadzającego źródło światła.

Zależności natężenia światła i formy zasadzają się na:

- 1/ Ilości pierścieni wewnątrz kopuły.
- 2/ Odległości pomiędzy poszczególnymi pierścieniami.
- 3/ Szerokości poszczególnych pasów pierścieniowych i ich grubości.
- 4/ Czas kryteriów ogólnych /patrz wykres/.

Wnętrze charakteryzuje się światłem równomiernym, <sup>o</sup> dużym procentem <sup>cie</sup> jasności i łagodnym stopniowaniem światłocieniowym. Układ ten zbliżony jest do omawianych już wcześniej przykładów, a podstawą do schematu jest rozwiązanie Max Berg, hala sportowa we Wrocławiu.

### 3. Kopuła z pierścieni równoleżnikowych o różnych nachyleniach.

Patrz ideogr. Nr. 101.

Układ <sup>ten</sup> ~~xxxxxxxx~~ zbliżony jest do rozwiązania powyższego /patrz "Układ dwóch form ostrosłupowych, z których większa jest ostrosłupem ściętym, a w jego wnętrzu znajduje się mniejsza forma ostrosłupa" /ideogr. 70// z tym, że przypadek ten dotyczy rozwiązania kopułowego, zasada jednak pierścieni równoleżnikowych o różnych nachyleniach spełnia tu rolę kameczy światła.

Wnętrze jest typowym przykładem dla rozwiązań światła odbitego, natężenie jego zależy od inwencji architektki.

Zależności pomiędzy natężeniem światła we wnętrzu, a formą architektoniczną, podobnie jak na przykładzie "Układ dwóch form ostrosłupowych, z których większa jest ostrosłupem ściętym, a w jego wnętrzu znajduje się mniejsza forma ostrosłupa" /Ideogr. 70/.

### 4. Kopuła z pasów południkowych. Patrz ideogr. Nr. 102.

Przykład ten opiera się na podobnej zasadzie jak przykład: "Kopuły z równoleżnikowych pasów pierścieniowych". Różni się układem pasów, przez ich południkowe położenie. Zależności

foray i światła są podobne jak w powyższym przykładzie, jednak u szczytu podniebienia kopuły następuje wyraźne zacienienie, które może być rozwiązane w różnorodny sposób. Efekty i walory architektoniczne wnętrza, jak w przykładzie "Kopuły z równoleżnikowych pasów pierścieniowych".

5. Kopuła z elementów stycznych południkowych. Patrz ideogr. Nr. 103
- Przykład odbiegający od typowych rozwiązań wnętrza oświetlonych światłem odbitym; pomiędzy elementami kopuły stycznymi znajdują się otwory doprowadzające źródło światła bezpośredniego. Przykład ten może stanowić podstawę do dalszych rozwiązań przez zastosowanie różnych małych ekranów czy lampeczy światła pomiędzy łebkami.

3.20 Ekran o powierzchniach wklęsłych,  
sferycznych, parabolicznych i innych.

1. Ekran o powierzchni absydy. Patrz ideogr. Nr. 104.

Absyda zostaje wyprowadzona ponad wnętrze, w płaszczyźnie pionowej uzyskuje otwór doprowadzający źródło światła. Górna część absydy spełnia rolę gromadzenia światła i przekazywania tego do dalszych części wnętrza.

Forma absydy skupiająca światło jest rozpatrywana w optyce jako zwierciadło skupiające.

Natężenie światła we wnętrzu zależy:

- 1/ od stosunku wielkości formy absydy do wielkości wnętrza
- 2/ od wielkości powierzchni otworu doprowadzającego źródło światła do wielkości powierzchni otworu stropu wnętrza,
- 3/ od stosunku wysokości otworu doprowadzającego źródło światła do wysokości wnętrza,
- 4/ od kryteriów ogólnych.

Efekt świetlny tego rozwiązania jest bardzo silny.

Natężenie światła na powierzchni absydy w jej górnych częściach jest bardzo silne, osłabia się przy powierzchni posadzki. Rozwiązanie tego typu bardzo wcześnie absorbowało architektów. Znany jest rozwiązanie wykonane w okresie baroku



przez Narciso Tomé - wprowadzenie absydy celem oświetlenia szczytu w gotyckiej katedrze w Toledo<sup>96</sup>. W czasach współczesnych ekran o powierzchni absydy rozwiązał Corbusier w kaplicy Ronchamps.

2. Układ absyd o różnych wielkościach. Patrz ideogr. Nr. 105.

Bryła architektoniczna składa się z dwóch różnych absyd - absydy większej i mniejszej. Obydwie tworzą jedno wnętrze. Absydy otworami zwrócone są do siebie tak, że większa jest nasunięta na mniejszą. Odległości pomiędzy najwyższymi punktami obydwu absyd są wykorzystane na doprowadzenie źródła światła. Otwór doprowadzający źródło światła powinien być właściwie zwrócony do stron świata: tak, aby w czasie wykorzystywania obiektu doprowadzał do wnętrza możliwie jak największą ilość światła. Godziny wykorzystywania obiektu decydują o dokładnym zorientowaniu. Układ tego typu obliczony jest przede wszystkim na działanie światła słonecznego i promieniowania niebieskiego. Ilość natężenia światła we wnętrzu zależy od:

- 1/ stosunku wielkości powierzchni otworu do wielkości powierzchni posadki,
- 2/ odległości otworu doprowadzającego źródło światła do poziomu posadki,
- 3/ wielkości wzajemnego nasunięcia obydwu absyd,
- 4/ oraz, jak we wszystkich wypadkach, kryteriów ogólnych wyrażonych na wykresie analitycznym.

Wnętrze jest oświetlone światłem odbitym od podniebienia części większej, na której światło układa się w sposób grawitacyjny, t.j. od części najjaśniejszych u góry do ciemniejszych przy posadzce.

Wnętrze czaszy mniejszej jest ciemniejsze i korzysta z wtórnego odbicia. W zależności od architektonicznego wykończenia, może stanowić ekran negatywny.

Wskazania architektoniczne, oparte na powyższej zasadzie, autor spotkał tylko w budownictwie sakralnym /kościół na konkurs w Danii - arch. J. O. Spereckelsen z zespołem oraz zblizony John Johansen, kościół w Norwich Connecticut<sup>97</sup>.

3. Układ dwóch form łupinowych /np. konchowych/ przesuniętych w stosunku do siebie w płaszczyźnie horyzontalnej. Patrz ideogr. Nr. 106

Przykład ten jest zblizony swoją zasadą kompozycyjną brył, <sup>do</sup> wnętrza i oświetlenia "Układ dwóch ostrosłupów szbudowanych na formach trójkątów przesuniętych w stosunku do siebie w płaszczyźnie poziomej stykających się ze sobą częściowo". Różnica, która tu zachodzi polega na innych formach. Zastosowane w tym przypadku wycinki powierzchni obrotowych spełniają dogodniejszą rolę przy odbiciu światła i różnicowaniu światła po powierzchniach wnętrza. Skierowanie otworów doprowadzających światło w dwie różne strony światła pozwala na uzyskanie w różnych porach dnia podobnych efektów świetlnych /patrz wykres analityczny oraz "Układ dwóch ostrosłupów szbudowanych na formach trójkątów/.

4. Ekran dwóch powierzchni, stanowiących wycinek walca, w których jedna jest ekranem negatywnym. Patrz ideogr. Nr. 107.

Powyższy układ form składa się z dwóch powierzchni wycinkowych walca - większej i mniejszej, przykrywających wnętrza. Pomiędzy najwyższymi położonymi punktami powierzchni ekranu i powierzchni ekranu negatywnego w płaszczyźnie pionowej znajduje się otwór doprowadzający źródło światła.

Zależności formy a natężenia światła polegają na:

- 1/ wysokości wnętrza, jego szerokości i stosunku powierzchni otworu doprowadzającego światło,

- 2/ krzywiznach powierzchni wycinkowych walca -
  - a/ powierzchni ekranu,
  - b/ powierzchni ekranu negatywowego,
- 3/ wysunięciu powierzchni większej nad powierzchnią mniejszą
- 4/ kryteriów ogólnych /patrz wykres/.

Dla pełnego zrozumienia powyższego przykładu przytaczam przykład jako bardzo zbliżony: "Przesłony okiennej ciągłej i ukośnej". Wnętrze charakteryzuje się dużymi kontrastami światłymi, usależnionymi przede wszystkim od przyjętych w przekrojach krzywizn dla obydwu typu ekranów.

Natężenie cienia następuje zwłaszcza w części pod ekranem negatywowym. Silny kontrast występuje na przykryciu w zetknięciu optycznym ekranu jasnego i ciemnego; może spowodować olśnienie, natomiast ekran właściwy charakteryzuje się światłem zróżnicowanym od części oświetlonych jasno do części ocienionych. Wyraźnie zróżnicowane natężenie światła we wnętrzu, klasyfikuje je tylko do celów specjalnych.

5. Ekran o wycinku formy pierścieniowej, zawieszony w opajonie kopuły  
Patrz ideogr. Nr. 108.

W opajonie kopuły zostaje zawieszona specjalna forma odbijająca światło do wnętrza. Forma ta stanowi 1/4 formy pierścienia. Aby obserwator otrzymał wrażenie światła odbitego we wnętrzu, otwór doprowadzający źródło światła /czy to pochodzące ze słońca, czy sklepienia niebieskiego/, tj. korona opajonu powinna być tak ukształtowana, aby osłaniała otwory doprowadzające światło.

Zależności pomiędzy formą a natężeniem światła polegają na:

- 1/ stosunku wielkości powierzchni rzutu kopuły i wysokości wnętrza do powierzchni otworu opajonu,
- 2/ stosunku wysokości kopuły do wysokości wycinkowej formy

pierścieniowej,

- 3/ od przyjętych krzywizn zależy dla formy kopuły jak i dla formy w opajonie,
- 4/ różnicy nasunięcia formy górnej nad kopułą, badanej w pionie,
- 5/ formy i wielkości osłony na źródło światła, zastosowanej w koronie opajonu,
- 6/ kryteriów ogólnych /patrz wykres/.

Układ ten posiada kontrastowe ujęcie światła i cienia, daje pełne stopniowanie światło-cieniowe i stanowi silne plastycznie przykrycie wnętrza.

Przykład został oparty na zrealizowanym Palacu Sportowym, którego autorem jest Hervi<sup>98</sup>.

#### 6. Forma zbliżona do wycinka pierścienia. Patrz ideogr. Nr. 109.

Jest to forma /zbliżona do przykładu: "Ekranu o wycinku formy pierścieniowej, zawieszzonego w opajonie kopuły" - ideogr. 109/ jednoelementowa, nad wnętrzem o rzucie koła.

Aby powyższe wnętrze było oświetlone światłem odbitym, muszą być spełnione następujące warunki:

- 1/ źródło światła musi znajdować się w pasie, pomiędzy przykryciem a zewnętrzną ścianą pionową,
  - a/ musi być osłonięte przed wzrokiem odbiorcy,
  - b/ skierowywać światło na podniebienie powierzchni przykrycia,
- 2/ ściana pionowa, otaczająca wnętrze, powinna być pełna,
- 3/ krzywizna powierzchni przykrycia powinna maksymalnie odbijać światło do wnętrza.

Zależności pomiędzy formą a natężeniem światła we wnętrzu polegają na:

- 1/ stosunku wielkości powierzchni otworów doprowadzających

Źródło światła do powierzchni posadzki,

- 2/ różnicy: wysokości otworów doprowadzających światło do wysokości wnętrza,
- 3/ rodzaju i wielkości osłony źródła światła,
- 4/ linii krzywej ekranu i jej roli w rozproszeniu światła,
- 5/ kryteriów ogólnych /patrz wykres/.

Schemat oparte na zrealizowanej w Sceaux, arch. Michel Andrault /Francja/<sup>99</sup> hali handlowej, zachowując koncepcję bryły i wnętrza rozwiązując oświetlenie powyższego układu jako oświetlenie dzienne odbite.

7. Ekran o powierzchni wycinka walca, dwuelementowy. Patrz ideogr. Nr.110.

Nad wnętrzem architektonicznym zastosowano jako przykrycie: dwa złożone ekrany o powierzchni wycinków walca /1/4/.

Ekrany są zwrócone w dwóch przeciwnych kierunkach, skąd czerpią światło dzienne. Krawędź połączenia walców stanowi najniżej znajdujące się punkty w sklepieniu /mogą znajdować się poniżej poziomu otworów okiennych/. Otwory znajdują się w najwyższej części ścian zewnętrznych.

Zasada wprowadzenia światła do wnętrza jest taka sama jak w przykładzie: "Ekranu stropowego składającego się z dwóch powierzchni ukośnych, z których jedna skierowana jest na wschód a druga na zachód"/Ideogr.30/. Różnica polega na zastosowanych formach, tam występują powierzchnie nachylone pod kątem, tu powierzchnie w przekroju o linii krzywej, dające lepsze rozproszenie promieni świetlnych.

Natężenie światła we wnętrzu zależy od:

- 1/ wysokości i powierzchni rzutu wnętrza do powierzchni otworów okiennych,
- 2/ wysokości otworów okiennych do głębokości pogrążenia naj-

niżej położonych części stropu,

- 3/ rodzaju linii krzywej zastosowanej do stropu,
- 4/ formy i wielkości osłony okiennej,
- 5/ szerokości podstawy łączącej obie formy stropu,
- 6/ kryteriów ogólnych /patrz wykres/.

Ekran o tego typu powierzchniach daje światło odbite rozproszone i stosowane są często w muzeach. Np. schemat powyższy został zaczerpnięty z Muzeum Sztuki Nowoczesnej z nad Riwieri Francuskiej<sup>100</sup>.

8. Ekran jednoelementowy o powierzchni wklęsłej do wnętrza. Patrz ideogr. Nr. 111.

Nad wnętrzem o rzucie prostokątnym zastosowano przykrycie o powierzchni wklęsłej do wnętrza, gdzie dwa boki prostych, tworzących daną powierzchnię, znajdują się na różnych wysokościach - stąd jedna ściana wnętrza jest wysoka i w jej najwyższej części znajdują się otwory doprowadzające światło. Zasadnicze oświetlenie przykrycie /ekranu/ jest jednostronne; stąd wynika sorientowanie otworów doprowadzających źródło światła, aby najefektywniej przekazywał promienie słoneczne na sklepienie /ekran/.

Natężenie światła we wnętrzu zależy jest:

- 1/ od wielkości i wysokości pomieszczenia oraz stosunku powierzchni otworów doprowadzających źródło światła,
- 2/ od zastosowania odpowiedniej linii krzywej dla formy przykrycia,
- 3/ od precyzyjnego ustawienia ekranu w stosunku do stron światła /patrz wykres II A, D, E, F/,
- 4/ od formy i wielkości osłony okiennej w celach uzyskania wyłączenie światła odbitego,
- 5/ od ilości i wielkości dodatkowych otworów doprowadzających źródło światła dziennego,

6/ kryteriów ogólnych.

Przykrycie tego typu, mimo prostoty w założeniu, otrzymuje pełne stopniowanie światło-cieniowe, które może zostać zwiększone przez zastosowanie otworów dodatkowych w ścianie, po stronie przeciwnej zasadniczych otworów doprowadzających źródło światła /patrz powyżej p.5/.

Wnętrze to może być wnętrzem zamkniętym lub otwartym, w zależności od intencji architekta.

Architekt Giovanni Michelucci przedstawia tego typu rozwiązanie kościoła, jako wnętrze zamknięte, izolowane od przestrzeni otaczającej.<sup>101</sup>

9. Ekran dwuelementowy o powierzchniach wklęsłych do wnętrza.

Patrz ideogr.Nr.112.

Nad wnętrzem o osi podłużnej zastosowano dwie symetryczne formy wklęsłe, równoległe do osi. Wnętrze charakteryzuje się znacznymi różnicami wysokości. Część środkowa może być oświetlona światłem bezpośrednim, które odbija się od bocznych powierzchni przykrycia, otwory doprowadzające źródło światła znajdują się w pasie osi głównej, ściany boczne wnętrza mogą posiadać otwory dla penetracji wizualnej, albo posiadać otwory ukryte, skierowujące światło na ekrany.

Układ ten uzyskany został na drodze dowolnej transpozycji kaplicy projektowanej przez arch.Waltera i J.Różyckiego w Orchard Lake<sup>102</sup>.

10. Dowolna forma przykrycia oświetlona od dołu. Patrz ideogr.Nr. 113.

Forma założona na ośmioboku, pokrewna kopułom ze swobodnym układem linii w przekroju, poprowadzonych tak, aby uzyskać możliwie dużą gradację światłocienia.

Promień "kopuły" jest znacznie większy niż promień otworu

w stropie wnętrza, dzięki czemu otwory doprowadzające źródło światła, osłonięte przed wzrokiem obserwatora. Natężenie światła zależy przede wszystkim od wielkości powierzchni otworów okiennych. Stopniowanie światło-cieniowe zostaje uzyskane przez ukształtowanie powierzchni na podniebieniu kopuły.

Przykładem dla takiego układu jest realizacja Domu Towarowego w Randhurst, którego autorem jest Victor Gruen<sup>103</sup>.

11. Sklepienie krzyżowo-kolebkowe /kolebka o przekroju paraboli/ z pionowymi ekranami bocznymi. Patrz ideogr.Nr.114.

Wnętrze przykryte formą podaną jak wyżej. Boczne ekrany zamykające wnętrze, wprowadzone powyżej układu form sklepienia oraz w pewnej odległości od niego; dzięki takiemu układowi, światło zostało skierowane na ściany boczne. Układ ten zastosował Candella w hali bankowej w Urugwaju<sup>104</sup>.



### 3.21 Uwagi końcowe do analizy.

Przyjęte schematy w analizie nie stanowią całkowitego wyczerpania wszystkich możliwości rozwiązań <sup>oświetleń</sup> / ~~dziennym~~ <sup>ym</sup> światłem odbitym w architekturze.

Posa możliwościami, które zostały przytoczone w pracy powyżej, a które charakteryzują się konsekwentnym przeprowadzeniem zasady odbicia światła, zarówno w koncepcji architektonicznej bryły, jak i wnętrza, przykłady takie należało by uważać za przykłady właściwie ujmujące zagadnienie: "przykłady klasyczne"; istnieje też grupa rozwiązań architektonicznych, stosujących we wnętrzach światło odbite, w sposób częściowy, stosujących półśrodki w celach uzyskania efektów odbicia światła. Są również rozwiązania stosujące szereg poszczególnych metod w jednym obiekcie, a nawet w jednym wnętrzu; efekt takich rozwiązań nie zawsze może być uważany za negatywny, ponieważ zależy od inwencji twórczej projektanta.

CZĘŚĆ 4.

ROLA I ZNACZENIE URZĄDZEŃ ARCHITECTO -  
NICZNYCH ODBIJAJĄCYCH ŚWIATŁO W ARCHI -  
TEKTURZE.

#### 4.1 Uwagi ogólne.

Wyniki badań naukowych dyscyplin pomocniczych, omówione w części 2 oraz zastosowanie ich w trakcie analitycznych rozwiązań w części 3, w odniesieniu do każdego z przykładów, urządzenia architektonicznego odbijającego światło; umożliwiają w następnych rozdziałach ujęcia syntetyczne, określające stosunek poszczególnych grup urządzeń architektonicznych do powyższych badań oraz przeprowadzenia metody ich wartościowania.

W studiach nad historią architektury można wykazać że:

- 1/ Wprowadzenie światła i ukształtowanie otworu doprowadzającego światło, powstało równoległe z kształtowaniem pojęcia "architektury",
- 2/ prototypami w rozwoju zagadnień wprowadzenia światła do wnętrza są rozwiązania na szczeblu prymitywnym.

Okres architektury prymitywnej charakteryzował się wprowadzeniem światła do wnętrza, wynikających tylko z przesłanek użytkowych. Formy urządzeń architektonicznych odbijających światło, pojawiły się dopiero w architekturze historycznej, służąc przeważnie celom kulturalnym.

Rozwiązania historyczne obiektów architektonicznych wykazują, że problem zastosowania światła odbitego w architekturze odby-

wał się zgodnie ze zdobyczami naukowymi technicznymi i kulturą danego okresu.

Nasilenie zainteresowania światłem odbitym w zastosowaniu do obiektów architektonicznych nastąpiło w wyniku odkrycia naukowego i ustalenia "praw odbicia światła" przez Snelliusa.

Zestawione przez autora w przypisach, daty rozpoczęcia budowy poszczególnych obiektów, opartej w koncepcji na prawach odbicia światła w zastosowaniu do wnętrza skłoniły autora do wysunięcia tezy o wszechstronnym zainteresowaniu architektów czasu baroku problematyką różnych wąskich specjalności naukowych / w tym przypadku z optyką/, a także o bardzo szybkim zastosowaniu praw naukowych od chwili ich odkrycia do zagadnień kompozycji obiektów architektonicznych.

Jednakże obiekty powstałe w różnych okresach historycznych, mimo stosowania praw naukowych, charakteryzuje się podporządkowaniem idei kompozycyjnej czynnikom emocjonalnym /wywołania nastroju mistycyzmu i powagi/.

W procesie rozwojowym architektury współczesnej urządzenia służące odbiciu światła pojawiają się coraz częściej. W obiektach o różnych funkcjach rozwijają się w precyzyjne i skomplikowane układy z bogatym wachlarzem różnych możliwości i są rezultatem zdobyczy nowoczesnej nauki, techniki i przemysłu, dając rozległe perspektywy różnorodnym rozwiązaniom plastycznym.

Wielu wybitnych architektów w swoich pracach twórczych interesuje się zagadnieniem efektów światła odbitego we wnętrzach i posługuje się różnymi urządzeniami odbijającymi światło. Te układy urządzeń architektonicznych stają się przez nich ulubione, typowe i w znacznym stopniu charakteryzują ich twórczość.

Na ogół jednak dodatnie wartości światła odbitego, jakie są

postulowane przez badaczy różnych dziedzin naukowych, nie są w pełni wykorzystane we współczesnej architekturze. Wynika to z błędów popełnionych z niezrozumienia problemu, z zachowawczego konserwatyizmu, ze słęgo przystosowania urządzeń architektonicznych do nieodpowiednich funkcji, obaw przed zaburzeniami zarówno w zakresie fizjologii widzenia, jak i oporów natury psychicznej. Odpowiednią rangę temu zagadnieniu może nadać świadome i oparte na gruntownej wiedzy zastosowanie urządzeń w architekturze.

#### 4.2 O projektowaniu urządzeń architektonicznych, zgodnych z doбором odpowiedniego rodzaju źródła światła naturalnego.

Projektowanie urządzeń architektonicznych /ekranów/ odbijających naturalne światło, jest uzależnione od wyboru odpowiedniego źródła światła, jego pełnej specyfiki, celem maksymalnego i prawidłowego wykorzystania właściwości związanych z poszczególnym rodzajem oświetlenia dziennego.

Powołując się na przyjęte w pracy trzy rodzaje światła naturalnego /patrz część 2.2/ należy rozpatrzyć jak działa każde ze źródeł światła i w jakich układach urządzeń architektonicznych występuje w sposób najkorzystniejszy.

##### I. Bezpośrednie światło słoneczne. - Patrz str.14.

Rola słońca jest najważniejsza we wszystkich układach urządzeń architektonicznych.

Sila natężenia światła słonecznego uzależnia istnienie każdego układu opartego na działaniu światła naturalnego. Wyraźne są różnice w sposobie wprowadzenia promienia i komponowania wnętrza, na zasadach i efektach odbicia promienia słonecznego.

We wszystkich podanych w części analitycznej rozwiązaniach, działanie światła słonecznego jest nieodłącznym czynnikiem oświe-

tlania wnętrza. Działanie słońca umożliwia podkreślenie plastyki form oraz potęguje oświetlenie naturalne we wnętrzach architektonicznych, zarówno w układach urządzeń odbijających światło, pochodzące ze sklepienia niebieskiego, jak i światło odbite od terenu.

Przy wszystkich podanych układach, występują różne zjawiska towarzyszące źródłu światła - jakim jest słońce. Znajomość ich ma istotne znaczenie przy podejmowaniu zadań projektowych, w których mają wystąpić zasady odbicia światła.

Niekorzystne zjawiska towarzyszące słońcu przy oświetleniu wnętrza, polegają na różnego rodzaju osłabieniu bezpośredniego i pośredniego promieniowania słonecznego. Będą to zjawiska zarówno pochodzenia naturalnego, jak na przykład zaburzeń atmosferycznych, pory dnia, pory roku, czy zakłóceń o charakterze sztucznym /np.: stopień zadymienia, stopień zanieczyszczenia powietrza i inne /patrz część 2.2/.

Powyższe uwagi dotyczą całości zagadnienia i odnoszą się do każdego układu urządzeń architektonicznych. Natomiast rola promieniowania słonecznego, jako jednego z rodzajów źródeł światła przy projektowaniu wnętrza z uwzględnieniem efektów światła odbitego, sprowadza się do kilku różnych zagadnień, występujących w powiązaniu z następującymi grupami urządzeń architektonicznych.

#### Grupa 1.

Znajduje zastosowanie we wnętrzach, w których w sposób częściowy efekty odbić promieni słonecznych rozwiązane są przez normalną, tj. bezpośrednią, penetrację słoneczną. W tej grupie problem odbić promieni słonecznych nie jest istotnym składnikiem kompozycji efektów światła słonecznego. Często oświetlenie i plamy światła słonecznego we wnętrzu, mają charakter przypadkowy, jest to grupa

najliczniejsza, licząca ponad 38% podanych przykładów.

Będą to np.: następujące rozwiązania:

- " Ekran rytmiczny w płaszczyźnie wertykalnej, którego dłuższy bok jest poziomy" /patrz ideogr.Nr.11/.
- " Ekran rytmiczny w płaszczyźnie wertykalnej, którego dłuższy bok jest pionowy" /patrz ideogr.Nr.12/.
- "Ekran pionowe prostopadłe do wnętrza, ustawione szeregowo" /patrz ideogr.Nr.13/.
- " Ekran stropowe boczno-ścienny" /patrz ideogr.Nr.17/.
- " Ekran stropowe wieloelementowe, rozwiązane dowolnie" /patrz ideogr.Nr.18/.
- " Ekran stropowe o układach kasetonowych /patrz ideogr. Nr.19/, w rozwiązaniu pionowym jako ściana boczna" /patrz ideogr.Nr.20/.
- " Ekran pionowy jednoelementowy ustawiony ukośnie do wnętrza" /patrz ideogr.Nr.22/.
- " Ekran ukośny doświetlający od góry najdalej położone od okien części wnętrza" /patrz ideogr.Nr.25/.
- " Układ symetryczny dwóch powierzchni skośnych ze wspólną krawędzią, przykrywających wnętrza z opajonem" /patrz ideogr.Nr.28/.
- " Ekran ukośne nad wnętrzem, których krawędź przecięcia znajduje się w najwyższych punktach wysokości wnętrza" /patrz ideogr.Nr.29/.
- " Ekran stropowy składający się z dwóch powierzchni skośnych, z których jedna jest skierowana na wschód a druga na zachód" /patrz ideogr.Nr.30/.
- " Ekran ostrosłupowy odwrócony, którego szczyt leży w niższym punkcie wysokości wnętrza /patrz ideogr.Nr.32/.
- " Dwa ostrosłupy jeden nad drugim zwrócone do siebie pod stawami, przecinające się na wysokości geometrycznej podstawy" /patrz ideogr.Nr.33/.
- " Układ dwóch ostrosłupów przesuniętych w stosunku do siebie w płaszczyźnie pionowej i poziomej, częściowo stykających się ze sobą" /patrz ideogr.Nr.34/.
- " Układ dwóch ostrosłupów zbudowanych na formach trójkątów przesuniętych w stosunku do siebie w płaszczyźnie poziomej, stykających się częściowo" /patrz ideogr.Nr.35/.



"Ostrosłup ścięty odwrócony, gdzie płaszczyzna odcinająca szczyt stanowi poziom posadzki wnętrza". W geometrycznej podstawie zastosowano poziomy ekran negatywny. Ściany boczne przez pochylenie zostają silnie naświetlone przez bezpośrednie promienie słoneczne oraz światło pochodzące ze sklepienia niebieskiego./Patrz ideogr. Nr.37/.

- " Ekran rytmiczne pionowe ukośne zwichrowane do wnętrza" /patrz ideogr.Nr.40/.
- " Układ form kasetonowych w zastosowaniu do ściany pionowej /patrz ideogr.Nr.49/.
- " Rytmiczny układ belek o przekroju "U" w odległościach pomiędzy belkami umieszczone ciągi otworów doprowadzających światło /patrz ideogr.Nr.50/.
- " Oświetlenie stropowe świetlikami o formach graniastych w odległościach rytmicznych" /patrz ideogr.Nr.51/.
- " Ostrosłup na rzucie kwadratu z opajonem /patrz ideogram Nr.65/.
- " Ostrosłup na rzucie ośmioboku" /patrz ideogr.Nr.66/.
- " Stożek prosty z opajonem, w dolnych partiach oświetlony światłem odbitym" /patrz ideogr.Nr.67/.
- " Klipsoida przecięta prostopadłe do dłuższej osi, w górnej części oświetlona przez opajon" /patrz ideogr.Nr.68/.
- " Układ dwóch form ostrosłupowych, z których większa jest ostrosłupem ściętym, a w jego wnętrzu znajduje się mniejsza forma ostrosłupa /patrz ideogr.Nr.69/.
- " Ekran pionowe wklęsłe ujmujące z trzech stron wnętrze, formą wklęsłą zwrócone na zewnątrz" /patrz ideogr.Nr.87/.

### Grupa 2.

Obejmuje przykłady rozwiązań wnętrz projektowanych dla bezpośredniego działania słonecznego. W grupie tej promieniowanie słoneczne jest istotne dla efektu i kompozycji wnętrza, jednak nie występują w nich urządzenia architektoniczne dla odbicia światła. Odbicie promienia słonecznego następuje od celowo dobieranych elementów wyposażenia wnętrza, lub elementów dekoracyjnych.

Przykładem jest odbicie światła od powierzchni rzeźb, ołtarzy, grobowców, pięknej posadzki, grupy roślin we wnętrzach /kwiatów/ i innych.

Podstawowe znaczenie przy projektowaniu wnętrz, opartych na tego typu założeniach kompozycyjnych, mają:

- a/ kierunek padania promienia słonecznego /azymut/,
- b/ czasokres nasłonecznienia zgodny z czasokresem użytkowania obiektu,
- c/ dobór odpowiedniego materiału i faktury powierzchni celem maksymalnego odbicia promienia słonecznego.

Zagadnienia powyższe zebrane w tej grupie występują w następujących czołowych przykładach:

"Stożki pochylone w odpowiednim kierunku od stron świata"  
/patrz ideogr.Nr.78/.

"Okrągłe otwory stropowe z podwieszonymi formami czasz"  
/patrz ideogr.Nr.79/.

"Światlik o formie przenikających się ostrosłupów" oraz podobne układy urządzeń architektonicznych jak:/p.1.N.56

" Układ form sprzężonych bazujących na rzutach prostokątnych"/patrz ideogr.Nr.75/.

"Układ form sprzężonych bazujących na rzucie koła" /patrz ideogr.Nr.76/.

"Układ form sprzężonych, gdzie jedna forma jest walcem a druga stożkiem ściętym" /patrz ideogr.Nr.77/.

"Ostrosłup, w którym jedna ściana stanowi otwór wprowadzający światło" /patrz ideogr.Nr.56/.

Zebrane w tej grupie zagadnienia nie rozwiązują problemu światła zgodnie z przyjętą tezą, jednak stanowią istotne wprowadzenie do zagadnienia, jakie będą poruszane w grupie trzeciej.

### Grupa 3.

Zawiera istotne dla niniejszej pracy przykłady wnętrz, wykazujące, że promieniowanie źródła słonecznego jest jedyną z najważ-

niejszych rodzajów źródła światła w kompozycji wnętrza, opierających się na zasadach oświetlenia światłem dziennym odbitym.

W grupie tej występują ekrany o różnie projektowanych powierzchniach. Pomieszczenia te projektowane są przede wszystkim dla oświetlenia pochodzącego z odbicia promienia słonecznego.

Wymienione na wstępie niekorzystne zjawiska, powodujące osłabienie natężenia światła słonecznego, obniżają tym samym natężenie światła we wnętrzach. Oświetlenie ich zasadzać się będzie na innych rodzajach źródła światła naturalnego lub sztucznego. Pełny efekt oświetlenia wnętrza w ten sposób projektowanych, nastąpi przede wszystkim przy oświetleniu słonecznym. Założenia projektowe przy tego typu wnętrzach będą podobne jak w grupie drugiej, jednak ze względu na ich wagę, zostaną szczegółowo omówione poniżej:

- a/ kierunek padania promienia słonecznego /azymut/ ustalony musi być odpowiednio do powierzchni ekranu. Dobór właściwego kąta padania promienia słonecznego decyduje o natężeniu światła na powierzchni,
- b/ czasokres maksymalnego nasłonecznienia ekranu powinien pokrywać się z czasokresem przebywania użytkowników we wnętrzu,
- c/ dobór odpowiedniego materiału, koloru, faktury powierzchni ekranu w stosunku do natężenia odbitego promienia słonecznego powinien być zgodny z zamierzeniem projektanta.

Dla powyższych zgodnic, zebranych w tej grupie charakterystyczne będą wnętrza z ekranami płaskimi, których odbicie następuje równomiernie od całej powierzchni, a więc przy ekranach jednoelementowych czy to pionowych równoległych do wnętrza jak:

"Ekran powierzchniowy, pionowy, jednoelementowy, ukośny" /patrz ideogr.Nr.1/.

"Ekran pionowy, jednoelementowy, ustawiony ukośnie do wnętrza"/patrz ideogr.Nr.22/ oraz z możliwością taką jak w układzie:

nia słonecznego dla wnętrza. Następuje to dzięki wklęsłym powierzchniom zbliżonym do powierzchni, które w optyce uzyskują termin /"zwierciadeł wklęsłych"/. Ekran tego typu pozwalają skupić na swojej powierzchni maksymalną ilość promieni, zwłaszcza w wypadku użycia specjalnych materiałów na powierzchni ekranu o dużym współczynniku odbicia. Dzięki tym właściwościom ekrany te odbijają wiązkę promienia słonecznego od powierzchni w różnych miejscach przez dłuższy okres czasu, niżeli w wypadku ekranów płaskich, szczególnie w takich przykładach:

"Ekran założony na wycinku koła wolno stojący we wnętrzu o rzucie prostokąta"/patrz ideogr.Nr.80/.

"Rozwiązanie asymetryczne dwóch ścian na rzucie krzywizn, gdzie jedna z nich stanowi ekran, a druga spełnia rolę osłonową otworu okiennego"/patrz ideogr.Nr.86/

"Ekran wklęsły pionowy jednoelementowy /patrz ideogr. Nr.84/.

"Ekran dwóch pionowych powierzchni wklęsłych, symetrycznych, przesuniętych po osi, ujmujących całe wnętrze"/patrz ideogr.Nr.85/.

Najbardziej zbliżone do zwierciadeł wklęsłych będą powierzchnie absyd i kopuł, niestety nie zawsze udaje się je skierować wklęsłą powierzchnią w kierunku promieni słonecznych. Za wskazane i właściwe wykorzystanie powyższych zasad uważa się rozwiązanie kopuły odwróconej i wklęsłej do wnętrza, przejmującej o różnych porach dnia promieniowanie słoneczne, jak w wypadku "układu dwóch czasz wklęsłych - większej i mniejszej". Rozwiązaniemi pokrewnymi będą:

"Kopuła - ekranem negatywnym" /patrz ideogr.Nr.96/.

"Czasza wklęsła, przykrywająca wnętrze o formie walca" /patrz ideogr.Nr.97/.

"Ekran o powierzchni absydy" /patrz ideogr.Nr.104/.

"Układ absyd, różnych co do wielkości"/patrz ideogr. Nr.105/.

"Ekran dwóch powierzchni, stanowiącej wycinki walca,

w których jedna jest ekranem negatywnym" /patrz ideogram Nr.107/.

"Ekran jednoelementowy o powierzchni wypukłej do wnętrza"/patrz ideogr.Nr.111/.

Powyższe rozwiązania wykorzystują, jak wykazano powyżej, w sposób maksymalny źródło światła słonecznego w procesie odbicia do wnętrza.

Wnętrza, w których promieniowanie słoneczne nie posiada dominującego znaczenia dla ich kompozycji, są oświetlone przez inne rodzaje źródeł światła, które to zagadnienia występują w dalszych rozważaniach.

## II. Promieniowanie pochodzące ze sklepienia niebieskiego P. st. 4

Jest to drugi rodzaj źródła światła naturalnego, który wynika z promieniowania słonecznego.

Działanie tego źródła światła w szerokim rozumieniu występuje, podobnie jak światło słoneczne, we wszystkich rozwiązaniach. Ścisłe zaszeregowanie urządzeń architektonicznych przewidzianych tylko na działanie sklepienia niebieskiego jest utrudnione, ponieważ takie urządzenia mogą również wprowadzać światło pochodzące z promieniowania słonecznego, oraz światło odbite od terenu. Dominującą rolę w oświetleniu wnętrza uzyskuje światło pochodzące ze sklepienia niebieskiego, kiedy następują zakłócenia promieniowania słonecznego, przez czynniki naturalne lub sztuczne. Natężenie światła pochodzącego z promieniowania niebieskiego podlega stałym wahaniom, zależnym od czynników naturalnych: atmosferycznych, jak między innymi od gęstości zachmurzenia, oraz w zależności od części nieboskłonu, ponieważ inne jest natężenie ukoło słońca, a inne przy horyzoncie. Każda strona sklepienia niebieskiego posiada różne natężenie światła. Różnice w natężeniu promieniowania niebies-

kiego wynikają również z czynników sztucznych jak: zapylenia, sadzenia i inne.

Podstawową zaletą wyróżniającą działanie źródła światła pochodzącego ze sklepienia niebieskiego, od innych rodzajów światła /słońca, odbicia od terenu, odbicia światła od otoczenia/, jest równomierność natężenia światła, występująca zwłaszcza przy wnętrzach czerpiących światło przez otwory architektoniczne, skierowane w północną stronę sklepienia niebieskiego.

Podstawową wadą we wnętrzach czerpiących bezpośrednio oświetlenie ze sklepienia niebieskiego, jest jego oślepiające działanie, zwłaszcza przy oświetleniu sklepieniem północnym. Działanie oślepiające /ośmiewające/ jest zjawiskiem niekorzystnym i oddziałuje nieprzyjemnie na użytkowników, przebywających w takim wnętrzu. Wprowadzenie więc urządzeń odbijających światło, eliminujących bezpośrednio oświetlenie sklepienia niebieskiego, posiada w tym wypadku wybitne walory.

Uwagi powyższe, odnoszące się do działania sklepienia niebieskiego, mają ogólny charakter, ponieważ zjawiska powyższe mogą wystąpić przy każdym z rodzajów źródeł światła, jak i mogą się odnieść do wszystkich przykładów pracy.

Wyprowadzenie syntez z rozważań analitycznych w odniesieniu do urządzeń architektonicznych, w których dominuje światło pochodzące ze sklepienia niebieskiego, sprowadza się do trzech zasadniczych grup urządzeń architektonicznych:

Grupa 1: Do grupy tej należą wszystkie wnętrza, które czerpią światło ze sklepienia niebieskiego w sposób bezpośredni, t.j. przez otwory architektoniczne umieszczone w przykryciach wnętrza /od góry, t.j. w stropach, stropo-dachach, kopułach oraz z boku, t.j. w ścianach bocznych/.

Na ogół odbicie światła w przykładach tej grupy występuje jako naturalne zjawisko. Otwory architektoniczne, wprowadzające światło ze sklepienia niebieskiego, mogą otrzymać specjalne profile, umożliwiające uzyskanie dużej ilości odbicia światła od profilowanych powierzchni, znajdujących się w obramowaniach otworu, w jego ościeżach, lub w samej formie architektonicznej projektowanego otworu. Przykłady w tej grupie będą następujące:

- "Ostrosłup z przeszklonym szczytem"/patrz ideogr.Nr.54/
- "Rytmiczny układ belek o przekroju "U" w odległościach między belkami umieszczone ciągi otworów doprowadzających światło"/patrz ideogr.Nr.49/.
- "Ekran belkowe poziome"/patrz ideogr.Nr.14/.
- "Ekran stropowe boczno ścienny /patrz ideogr.Nr.12/.
- "Ekran stropowe wieloelementowe, rozwiązane dowolnie" /patrz ideogr.Nr.18/.
- "Ekran stropowe o układach kasetonowych" /patrz ideogr.Nr.19/.
- "Układ symetrycznych dwóch płaszczyzn skośnych ze wspólną krawędzią, przykrywających wnętrze z opajonem"/patrz ideogr.Nr.28/.
- "Ekran ukośne pionowe rytmiczne, konstruowane pod dach na kątami w stosunku do wnętrza" /patrz ideogr.Nr.41/
- "Forma zbudowana z wycinków powierzchni parabolicznych na rzucie kwadratu doświetlona światłem odbitym od podstawy i światłem bezpośrednim z kwadratowego opajonu. Ostrosłup na rzucie kwadratu z opajonem"/patrz ideogr.Nr.64/.
- "Elipoida, przecięta prostopadle od dłuższej osi w górnej części oświetlona przez opajon"/patrz ideogr. Nr.68/.
- "Ostrosłup wierzchołkiem osadzony w terenie"/patrz ideogr.Nr.72/.
- "Przykrycie powtarzających się rytmicznie ostrosłupów" /ideogr.Nr.73/.

Dalsze przykłady pokazują nam jak we wnętrzach występuje na równi z działaniem światła sklepienia niebieskiego, światło słoneczne

Mogą tu posłużyć następujące przykłady:

"Kopuła z opajonem"/patrz ideogr.Nr.89/.

"Kopuła z pierścieni stycznych równoleżnikowych" /patrz ideogr.Nr.100/.

"Kopuła z pasów południkowych"/patrz ideogr.Nr.103/.

"Kopuła z elementów stycznych południkowych" /patrz ideogr.Nr.101/.

Grupa 2. Będą to przykłady prawidłowe rozwiązujące zagadnienie światła, pochodzącego ze sklepienia niebieskiego w sposób nie bezpośredni, lecz przez urządzenia architektoniczne. Urządzenia te będą zabezpieczały wnętrze przed niekorzystnymi zjawiskami jak: oślepienie /ośnienie/. Grupa ta jednak nie stwarza wewnątrz równomiernego natężenia światła, co jest naturalną cechą działania sklepienia niebieskiego, ale charakteryzuje się zróżnicowanymi efektami natężenia światłocienia na ścianach lub ekranach. Efekty te stanowić mogą o wysokiej randze estetycznej obiektu. Przykłady charakterystyczne będą następujące:

"Układ ekranu górnego, poziomego, jednoelementowego" /patrz ideogr.Nr.2/.

"Ekran płaski jednoelementowy, boczny, pionowy o efekcie negatywnym"/patrz ideogr.Nr.4/.

"Ekran płaski, jednoelementowy, górny, poziomy o efekcie negatywnym"/patrz ideogr.Nr.5/.

"Ostrosłup ścięty z otworami wprowadzającymi światło dalsze od podstawy i opajonu"/patrz ideogr.Nr.36/.

"Forma stożkowa oświetlona we wnętrzu światłem odbitym w części górnej i dolnej"/patrz ideogr.Nr.61-62/.

"Układ dwóch form ostrosłupowych, z których większy jest ostrosłupem ściętym, a w jego wnętrzu znajduje się mniejsza forma ostrosłupa"/patrz ideogr.Nr.69/.

"Kopuła ekranem negatywnym"/patrz ideogr.Nr.96/.

"Czasza wklęsła przykrywająca wnętrze o formie walca" /patrz ideogr.Nr.97/.



Grupa 3. Obejmuje typy wnętrz, w których projektowane oświetlenie pochodzi ze sklepienia niebieskiego. Są to urządzenia architektoniczne, które w prawidłowy sposób wykorzystują najważniejszą zaletę tego typu promieniowania, tj. równomierność. Chronią one przed wadą bezpośredniego promieniowania niebieskiego, tj. oślepienie /patrz olśnienie, widzenie kontrastowe/. Grupa tych wnętrz charakteryzuje się rytmicznymi otworami, zapewniającymi równomierność oświetlenia, a przez wprowadzenie urządzeń architektonicznych /różne typy ekranów/ zapewnia oświetlenie światłem odbitym, pochodzącym ze sklepienia niebieskiego. Oświetlenie tych wnętrz posiada wysokie walory, ze względu na fizjologię widzenia/.

"Ekranu ukośne poziome /stropowe/, rytmiczne, zapewniające wnętrza tylko światło odbite"/patrz ideogr. Nr. 45/.

"Ekranu ukośne stropowe, rytmiczne" /patrz ideogr. Nr. 44/.

"Oświetlenie stropowe świetlikami o formach granistych w odległościach rytmicznych".

"Oświetlenie stropowe świetlikami o formach stożkowatych w odległościach rytmicznych" /patrz ideogram Nr. 50/.

"Oświetlenie światłem odbitym, stropowe, świetlikami o różnych formach geometrycznych, w odległościach rytmicznych"/patrz ideogr. Nr. 52/.

III. Odbicie światła od terenu jest trzecim podstawowym źródłem światła naturalnego, oddziaływującym na oświetlenie wnętrz architektonicznych. Odbicie to jest wynikiem wtórnego promieniowania słonecznego jak i promieniowania niebieskiego. - Patrz str. 14.

Ustalenie pełnej charakterystyki tego rodzaju promieniowania za-

leży od specyfiki terenu, czynników geograficznych, atmosferycznych i innych. Odbicie od terenu w rozumieniu powierzchni topograficznej jest najważniejsze. Jako przykład podać można tereny płaskie odbijające najsilniej promieniowanie słoneczne i sklepienie niebieskiego, ponieważ przejmują promieniowanie z największej części nieboskłonu. Najsilniej ono wzrasta przy wielkich powierzchniach wody lub w pejzażu oświetlonym, oświetlonym słońcem.

Przy charakterystyce odbicia światła od terenu należy uwzględnić odbicie od otoczenia, kształtowanego nie tylko przez czynniki naturalne, ale też przez inwencję człowieka, tj. obiektów architektonicznych, obiektów inżynierskich i innych, od rodzajów ich powierzchni, faktury i koloru /współczynnik odbicia/.

Pełna specyfika wszystkich powyższych czynników pozwala na określenie natężenia światła pochodzącego od odbicia z terenu i ustalenia podstawy do projektowania urządzeń architektonicznych, odbijających światło od terenu.

Podobnie jak przy przykładach wykorzystujących inne rodzaje źródła światła naturalnego, tak i w tym przypadku, oświetlenie światłem odbitym od terenu do wnętrza architektonicznych, występuje prawie zawsze, z wyjątkiem urządzeń, które oświetlają wnętrza tylko światłem słonecznym, lub światłem pochodzącym ze sklepienia niebieskiego. Przy otworach doprowadzających światło od góry w pomieszczeniach, światło odbite od terenu, nie odgrywa żadnej roli, natomiast występuje już we wnętrzach przy oświetleniu bocznym.

Rodzaj źródła światła odbitego od terenu w teoretycznych rozważaniach może być traktowany jako odbicie od ekranów w bardzo szerokim rozumieniu, np.: od ekranu pejzażu lub wody, oraz ekranu w rozumieniu urbanistycznym. Problematyka ta wykracza poza ramy niniejszego opracowania. Istotne jest wykazanie przykładów

prawkłowo wykorzystujących we wnętrzach architektonicznych światła odbitego od terenu oraz przykładów, w których kompozycja architektoniczna polega na tego rodzaju oświetleniu.

Zaznaczyć należy, że ilość przykładów rozwiązań architektonicznych tego typu jest mała. Wynika to z trudności dokładnego ustalenia natężenia światła we wnętrzu oraz, że efekty tego typu oświetlenia nie nadają się do użycia w funkcji wnętrza jako oświetlenie podstawowe. Dalsze trudności są natury konstrukcyjnej, realizacyjnej i lokalizacyjnej, ponieważ obiekt oświetlony światłem odbitym od terenu, wymaga dużej powierzchni, która bądź ze swej naturalnej struktury, bądź przez odpowiednie zaprojektowanie będzie posiadała wysoki współczynnik odbicia. Poza zrealizowane przykłady świadomie wykorzystujące światło odbite od terenu /Kaplica w Bostonie, autor Saarinen, Muzeum w Caracas, autor Niemeyer./

Podane poniżej przykłady należą do rozwiązań teoretycznych:

"Układ ekranu poziomego dolnego, który wprowadza światło do wnętrza, znajdującego się ponad ekranem" /patrz ideogr.Nr.3/.

"Oświetlenie wnętrza od dołu, posadzka jest o efekcie negatywnym" /patrz ideogr.Nr.6/.

"Układ dwóch powierzchni /stropa i posadzki/ o efektach negatywnych" /patrz ideogr.Nr.7/.

"Układ kurtynowy dolny" /patrz ideogr.Nr.8/.

"Teoretyczny schemat na rozwiązanie układu ekranu górnego, poziomego w połączeniu z oświetleniem wnętrza od dołu" /patrz ideogr.Nr.10/.

"Ekran ostrosłupowy" /patrz ideogr.Nr.32/.

"Ostrosłup ścięty z otworami wprowadzającymi światło" /patrz ideogr.Nr.30/.

"Kopuła oświetlona od dołu" /patrz ideogr.Nr.95/.

Powyższe wnętrza są oświetlane przez otwory doprowadzające światło od dołu. Często jednak z uwagi na niedostateczność oświetlenia

posiadają otwory doprowadzające światło górne lub boczne.

Cechą charakterystyczną omawianych tu urządzeń odbijających światło jest: że działanie światła naturalnego, pochodzącego z trzech źródeł, występuje we wszystkich formach odbijających światło. Układy obliczone na działanie światła poszczególnego rodzaju występują bardzo rzadko i dotyczą w tej pracy tylko wypadków wyżej wymienionych.

Na ogół wszystkie pozostałe układy ekranów mają możliwość wykorzystywania prawie wszystkich trzech rodzajów źródła światła, a do rzadkości należy typ obliczony tylko na jeden rodzaj, przy częściowej eliminacji dwóch pozostałych /patrz przykład: "Oświetlenie wnętrza od dołu" - ideogr.Nr.3, czy przykład "Układu kurtynowego dolnego" - ideogr.Nr.8, oraz "Kopuła oświetlona od dołu" - ideogr.Nr.95/.

Czynniki okresowe i czynniki geograficzne oddziałują na każdy układ form. W każdej porze roku i dnia inaczej kształtuje się odbicie promienia świetlnego; inaczej też w pejzażu płaskim otwartym czy w pejzażu górzystym osłoniętym. Pełna specyfika terenu jest elementem zasadniczym przy odbiciu promienia światła naturalnego.

Rezultaty wynikające z oświetlenia leżą w sferze inwencji architektury, zależą one od sposobu i rodzaju użytego materiału, jego faktury i koloru. W sposób decydujący mogą zawążyć na ostatecznym wyrazie wnętrza architektonicznego i decydują o natężeniu światła we wnętrzu. Problem ten dotyczy nie tylko samej płaszczyzny odbijającej /ekranu/, ale wszystkich pozostałych powierzchni wnętrza, pozostając w ścisłym związku z czynnikami plastycznymi /patrz część 2 - podrozdział 2,5/.

Rozważanie zawarte w tym podrozdziale pozwala na wyrowadzenie następującej uwagi ogólnej:

Każde ze źródeł światła wymaga stosowania  
odpowiednich urządzeń architektonicznych  
odbijających światło, oraz znajomości specy-  
fiki każdego ze źródeł.

Architekt projektujący wnętrze z uwzględnieniem użycia światła odbitego, czerpanego z określonego ściśle źródła, aby uzyskać w pomieszczeniu pełno wartościowe oświetlenie zarówno dla potrzeb użytkowych czy jako motyw kompozycji wnętrza - musi poznać pełną specyfikę źródła światła i jego wartości przy dyminacji niedogodności wynikających z poszczególnych rodzajów światła. Musi on również projektować odpowiednie urządzenia architektoniczne /ekrany/, stosownie do odpowiedniego rodzaju źródła światła.

#### 4.3 Urządzenia architektoniczne warunkują o rodzaju oświetlenia we wnętrzu.

Poprzedni rozdział omawiał wpływ źródeł światła na projektowanie urządzeń architektonicznych. Konsekwencją tych rozważań jest ustalenie wpływu urządzeń architektonicznych na oświetlenie wnętrza.

Przyjęty w założeniach pracy podział rodzajów oświetleń jakie można uwzględnić w trakcie projektowania /patrz podrozdział 1-2/ okazał się słusznym przy analizie poszczególnych przykładów. Założenia projektowe stawiane przed architektem wymagają różnego rodzaju oświetleń różnego standardu światła we wnętrzach; przy tych wymaganiach możemy zastosować urządzenia architektoniczne /ekrany/ pozwalające na uzyskanie pożądanego rezultatu oświetlenia.

Wależy więc określać jakie rodzaje oświetleń zapewniają poszczególne grupy urządzeń architektonicznych.

1/ Oświetlenie bezpośrednie jest podstawowym sposobem wprowadzenia światła do wnętrza architektonicznych. Uzyskujemy je przez różnego rodzaju otwory architektoniczne. Naturalna struktura światła powoduje szereg odbić promienia świetlnego w pomieszczeniach, lecz problem ten wykracza poza ramy niniejszego opracowania.

2/ Światło odbite jest pojęciem szerokim /patrz wyżej/ powsta

Je w każdej formie wnętrza, jednak w tym wypadku pod tym terminem rozumiany urządzenia architektoniczne, częściowo lub całkowicie eliminujące światło bezpośrednie, zgodnie z tezą pracy. Wnętrze oświetlone światłem odbitym uzyskuje pełny standard oświetleniowy oraz różnorodne efekty światła odbitego w zależności od założeń projektowych.

W celu objaśnienia problematyki podaję następujące przykłady:

"Ekran rytmiczny w płaszczyźnie wertykalnej, którego dłuższy bok jest poziomy" /patrz ideogr.Nr.11/.

"Ekran rytmiczny w płaszczyźnie wertykalnej, którego dłuższy bok jest pionowy" /patrz ideogr.Nr.12/.

"Ekran stropowo-bocznościenne" /patrz ideogr.Nr.17/.

"Ekran ukośny, zapewniające światło odbite we wnętrzu" /patrz ideogr.Nr.42/.

"Ekran ukośny pionowy rytmiczny konstruowane pod dwoma kątami w stosunku do wnętrza" /patrz ideogr.Nr.43/

3/ Światło odbite równomiernie od powierzchni polega na jednolitym rozdziale natężenia światła na powierzchni, jak np.: "w ekranie płaszczyznowym pionowym jednocielemtowym". Przykład ten nie zapewnia równomiernego oświetlenia wnętrza. Przy ekranach pionowych bocznych, ekran będzie oświetlony równomiernie. Istnieją natomiast trudności w oświetleniu wnętrza światłem odbitym. W miarę zwiększania się odległości ekranu od wnętrza, zwiększa się równomierność oświetlenia ekranu. W konsekwencji zwiększania się dystansu ekran-wnętrze, wzrasta oddziaływanie innych rodzajów źródeł światła.

Następny przykład "ekranu górnego poziomego, jednocielemtowego" /patrz ideogr.Nr.2/, zapewnia wnętrzu większą równomierność. Dalejszymi przykładami wyjaśniającymi problematykę będą:

Ekran pionowy jednocielemtowy ustawiony ukośnie do wnętrza

trza /patrz ideogr.Nr.22/.

"Ekran pionowy jednoelementowy ustawiony ukośnie we wnętrzu"/patrz ideogr.Nr.23/.

"Ekran ukośny doświetlający od góry najdalej położone od okien części wnętrza" /patrz ideogr.Nr.25/.

"Ekran ukośny nad wnętrzem oświetlony jednostronnie" /patrz ideogr.Nr.26/.

#### 4/ Światło odbite zróżnicowane na powierzchniach.

Oświetlenie tego typu nie nadaje się do wnętrz architektonicznych, gdzie jest wymagane równomierne oświetlenie w całym wnętrzu. Uzyskujemy je dzięki różnym otworom, skierowującym światło na ściany boczne, wewnętrzne powierzchnie, przykrycie lub posadzkę. W tym celu stosujemy niewielkie otwory w stosunku do wielkości powierzchni, która ma być oświetlona. Otwory te są z reguły ukryte przed wzrokiem obserwatora. Różnice w natężeniu światła sposobem powyższym uzyskane na powierzchniach są podstawowym efektem plastycznym i należy traktować je tylko jako motyw kompozycji natężenia światła na płaszczyznach, a nie jako podstawowy cel w oświetleniu.

Dla przykładu podam "Ekran negatywowy założony na rzucie koła, we wnętrzu o rzucie koła lub elipsy"/patrz ideogr.Nr.83/.

Stosowanie odpowiednich wielkości powierzchni dla otworów doprowadzających światło na ekrany, może wnętrzu zapewnić też równomierność oświetlenia przy jednoczesnej utracie efektu zróżnicowania światła na powierzchniach.

Przykłady objaśniające zagadnienie będą jak następujące:

"Ekran pionowy jednoelementowy ustawiony ukośnie we wnętrzu"/patrz ideogr.Nr.24/.

"Ekran ukośny nad wnętrzem oświetlony jednostronnie" /patrz ideogr.Nr.26/.

"Ekran założony na wycinku koła we wnętrzu o rzucie koła lub elipsy"/patrz ideogr.Nr.81/.



"Rozwiązanie asymetryczne dwóch ścian na rzucie krzywizna, gdzie jedna z nich stanowi ekran, a druga spełnia rolę osłonową otworu okiennego"/patrz ideogr. Nr.85/.

"Ekran dwóch pionowych powierzchni zróżnicowanych, wklęsłych, ujmujących całe wnętrze w sposób dowolny"/patrz ideogr.Nr.86/.

5/ Oświetlenie bezcieniowe /określenie teoretyczne/ polega na wprowadzeniu w stropie całego szeregu otworów doprowadzających światło do wnętrza. Zadaniem tych otworów jest doprowadzenie światła i odbicie jego pod różnymi kątami, albo przez zmianę poszczególnych promieni światła we wiązkę promieni. Równomierność oświetlenia wnętrza zostaje spełniona tylko wtedy gdy wnętrze uzyska odpowiednią ilość poszczególnych otworów doprowadzających źródło światła w stosunku do powierzchni posadzki.

Oświetlenie takie wyróżnia się najwyższymi walorami oświetleniowymi dla wykonywania określonych zajęć. Stosuje się je w pracowniach malarskich, czytelniach uniwersyteckich oraz w muzealnictwie. Ten rodzaj oświetlenia zapewniają urządzenia architektoniczne /ekrany lub otwory o specjalnym przekroju/ rozmieszczone rytmicznie w stropach. Powyższe postulaty w sposób całkowity spełniają następujące rodzaje urządzeń architektonicznych:

"Oświetlenie w grubości stropu świetlikami o formach hiperboloid w odległościach rytmicznych"/patrz ideogr.Nr.53/.

"Oświetlenie stropowe świetlikami o formach graniastych w odległościach rytmicznych"/patrz ideogr.Nr.84/.

Poniżej przytoczone przykłady spełniają podobną rolę, nie są jednak w pełni charakterystyczne, ponieważ we wnętrzu nie dają całkowitego efektu oświetlenia bezcieniowego:

"Ekran belkowe poziome"/patrz ideogr.Nr.14/.

"Ekran stropowe o układach kasetonowych"/patrz ideogr.Nr.19/.

"Ekran stropowe wieloelementowe rozwiązywane dowolnie"/patrz ideogr.Nr.18/.

"Układ kasetonowy krzyżujący się pod kątem prostym belek o przekroju trójkąta albo litery "V" /patrz ideogr.Nr.47/.

"Rytmiczny układ belek o przekroju litery "U" w odległościach pomiędzy belkami umieszczone ciągi otworów doprowadzających światło"/patrz ideogr. Nr.49/.

6/ Oświetlenie odbite, skoncentrowane, polega na uzyskaniu we wnętrzu różnego natężenia światła w różnych jego częściach, t.jn.przy pograżeniu w cieniu pewnych części, inne zaś zostają silnie oświetlone w zależności od założeń kompozycyjnych. Z rozważań analitycznych wynika, że części wnętrza oświetlone są mniejsze od części niedoświetlonych lub słabo oświetlonych. Różnica ta powstaje na skutek naturalnej struktury światła, odwrotne ustawienie zagadnienia nie jest więc możliwe; jeśli zaś jest przeprowadzone we wnętrzu, to z wielkimi trudnościami. Ten rodzaj oświetlenia wyraźnie precyzuje zastosowanie do odpowiednich funkcji z wykluczeniem takich jak nauka, praca i inne. Panujące we wnętrzu kontrasty męczą i osłabiają wzrok, a więc przebywanie w nich może być tylko chwilowe. Oświetlenie to posiada walory plastyczne.

"Ekran wklęsły pionowy jednoelementowy"/patrz ideogram Nr.84/.

"Pionowa przesłona okienna ustawiona na szczytach pomieszczenia"/patrz ideogr.Nr.57/.

7/ Oświetlenie wielorodzajowe następuje w wyniku zastosowania różnych sposobów architektonicznych celem wprowadzenia światła

dziennego, czy to przez łączenie w jednym wnętrzu światła bezpośredniego, pochodzącego z otworów okiennych, czy światła odbitego wprowadzonego przez ekrany.

Oświetlenie wielorodzajowe projektuje się również jako dowolne łączenie różnych urządzeń architektonicznych, odbijających światło. Przy tego rodzaju założeniu wymaga się traktowania jednego z urządzeń jako dominanty w oświetleniu wnętrza. Podporządkowanie efektów natężeń światła uzależnione jest od określonej kompozycji, w której jeden rodzaj światła występuje jako zasadniczy w oświetleniu, a drugi jako dodatkowy. Rozwiązania architektoniczne wnętrza z wyżej wymienionym założeniem podporządkowania efektów natężenia światła, rozpatrzone w konkretnym zastosowaniu do przytoczonej w pracy smalicy, są częste i występują w następujących przykładach:

"Stożek z opajonem u podstawy otrzymujący światło odbite"/patrz ideogr.Nr.61/.

"Forma zbudowana z wycinków powierzchni parabolicznych na rzucie kwadratu, doświetlona światłem odbitym od podstawy i światłem bezpośrednim z opajonu"/patrz ideogr.Nr.64/.

Są to rozwiązania, w których występują dwa rodzaje światła: Oświetlenie bezpośrednie podstawowe, przez opajon, oraz oświetlenie odbite, jako efekt podświetlający przykrycie od dołu, podporządkowane głównemu oświetleniu z opajonu.

Oświetlenie wielorodzajowe może wystąpić we wnętrzach architektonicznych, w skomplikowanych sposobach łączenia wielu ekranów. Nie znalazło to jednak potwierdzenia w realizacjach architektonicznych. Ogólnie należy wnioskować, że tego typu oświetlenia wnętrza może dać pełną skalę zarówno standardu oświetlenia, jak i walorów plastycznych.

Podsumowując niniejszy podrozdział należy stwierdzić, że:

przedstawione urządzenia architektoniczne  
zapewniają każdy rodzaj oświetlenia we wnę-  
trzu, w sposób prawidłowy i zgodny z zało-  
żeniami tezy: w wypadku właściwego użycia  
oraz przy zachowaniu podanych kryteriów  
szerszościowych.

Urządzenia architektoniczne mogą się nadawać do różnych celów oświetlenia, np.: dzięki równomierności oświetlenia możemy w sąsiednich przypadkach uzyskiwać niesbędne efekty oświetleniowe, jakich nie można uzyskać przez normalne otwory okienne

#### 4.4 Niektóre aspekty wnętrza architektonicznych w powiązaniu z objawami psychofizycznymi.

W wielu wypadkach można uzyskać najlepsze i najdogodniejsze natężenie światła, zgodne z funkcją obiektu i wymaganiami z zakresu fizjologii widzenia przez zastosowanie właściwych układów form odbijających światło oraz odpowiedni stosunek powierzchni otworów okiennych do wysokości pomieszczenia i powierzchni posadzki, jak i przez cały szereg innych zależności przytoczonych przy każdym konkretnym wypadku.

Zarówno niedostateczne oświetlenie wnętrza jak i nadmierne prześwietlenie /zwłaszcza ta ostatnia tendencja, dająca się coraz częściej zauważyć w nowoczesnej architekturze; wyrażająca się przez nadmierne przeszklenia/ - są czynnikami działającymi niekorzystnie na organ wzroku, a w konsekwencji na cały ustrój człowieka /patrz podrozdział 2,3/.

Stosuje się jednak wnętrza w niektórych wypadkach z oświetleniem sprzecznym z wymaganiami fizjologii widzenia; są to wnętrza operujące dużymi kontrastami świetlnymi, albo niedostatecznym oświetleniem. Pierwsze działają w sposób oślepiający, drugie wymagają odpowiednio długiego okresu czasu na akomodację oka, gdyż różnica światła pomiędzy przestrzenią zewnętrzną a wnętrzem jest zbyt duża. - Patrz str.21.

Odstępstwa od przyjętych zasad, podanych przez fizjologię widzenia, mogą być stosowane w wypadkach sporadycznych w obiektach, które nie są przewidziane na pobyt stały i tam, gdzie specyfika obiektu /nauzele/ i krótkotrwały charakter tychże /pawilony wystawowe/ domagają się silnych przeżyć wizualnych.

Fizjologia widzenia nie przekreśla współzistnienia dwóch różnic /pod względem formalnym/ traktowanych źródeł światła, t.j. stosowanie zarówno światła bezpośredniego, wprowadzonego przez normalne otwory okienne, jak i dodatkowo o charakterze uzupełniającym, t.j. światła odbitego, uzyskanego dzięki zastosowaniu ekranów.

Właściwe współzistnienie tego typu źródeł światła daje niejednokrotnie wysoki standard oświetlenia i dużą rangę architektoniczną, zarówno wewnątrz jak i bryle zewnętrznej. - Patrz str. 21.

Dalszym zagadnieniem wiążącym się z problematyką warunków stworzonych przez wytyczne z fizjologii widzenia w kontekście z reakcjami psychicznymi zachodzącymi u człowieka poddanego działaniu wewnątrz oświetlonych światłem odbitym - jest ustalenie wniosków o reakcjach psychicznych zachodzących w t.j. wewnątrz zamkniętych t.j. wewnątrz ograniczających perspektywę horyzontalną.

Termin "wnętrza zamknięte" został przyjęty dla określenia wewnątrz oświetlonych tylko światłem odbitym. Rozpatrzone w pracy wewnątrz zamknięte nie izolują człowieka w sposób absolutny od czynników naturalnych /pora dnia, zakłócenia atmosferyczne/.

Termin ten służy dla podkreślenia istotnych zjawisk psychicznych, zachodzących w tych pomieszczeniach. Wszystkie wewnątrz zamknięte, omawiane w pracy, są oświetlone światłem naturalnym w przeciwieństwie do wewnątrz "rsecywiście" zamkniętych, oświetlonych światłem sztucznym i z klimatyzacją /wnętrza sal teatralnych, sal kinowych/.

Kryteria wyprowadzone z nauk o zdrowiu psychicznym prowadzą do ogólnego wniosku, że wnętrza rzeczywiście zamknięte, izolujące całkowicie ludzi od świata zewnętrznego przez dłuższy okres pobytu stałego lub systematycznego, są wewnątrz działającymi niekorzystnie na ustrój psychiczny człowieka. Pewnik ten został podbudowany stwierdzeniami zarówno psychiatrów jak i krytyków architektury. - Patrz str.22.

Analiza przykładów jest dowodem różnych sposobów jakimi architekti starali się zapobiec ujemnemu oddziaływaniu na psychikę w projektowanych przez siebie wnętrzach.

Ochroną zasadniczą przed objawami niepokojów psychicznych /klaustrofobii/ jest ograniczenie pobytu ludzi we wnętrzach absolutnie zamkniętych, całkowicie izolujących od warunków zewnętrznych. W świetle postulatów nauki o zdrowiu psychicznym, najbardziej niekorzystnie przedstawiają się wnętrza małe zamknięte, oświetlone światłem odbitym z ekranem górnym /patrz ideogr. Nr. 1, Nr.26, Nr.80 i Nr.94/. W tych wnętrzach pobyt ludzi powinien być ograniczony. Rzadziej objawy klaustrofobii dają się zauważyć we wnętrzach zamkniętych średniej skali.

Nimo to problem zamknięcia wnętrza dla efektów odbić światła, przeprowadzonych w sposób konsekwentny musi być uważnie rozważany z uwzględnieniem możliwości pobytu krótkotrwałego /np. w kulisach/ - przykład prof. Pińskiego, kulisy sejmowe przy sejmie komisji w Warszawie.

Przy wnętrzach o dużej skali zagadnienie przedstawia się inaczej. Zarówno w architekturze historycznej jak i współczesnej mamy przykłady wielkich wnętrz często zaliczanych do najwyższych osiągnięć twórczych, które izolują człowieka od świata zewnętrznego, ograniczają perspektywę horyzontalną oraz kontakt wizualny

ze światem otaczającym obiekt./patrz ideogr.Nr.89, Nr.90, Nr.93 i Nr.94/. Literatura fachowa nie stwierdza w tych przykładach przypadków nerwic typu fobii; stąd prosty wniosek, że przy wnętrzach o największej skali problem pojawienia się klaustrofobii daje się zauważyć tylko w wypadkach klinicznych. Przy średniej i małej skali wnętrz należy się oprzeć na twierdzeniu prof.Hopkinsena o nieszkodliwości łączenia w sposób uniejętny i równoczesny różnych źródeł światła, a tym samym wprowadzenia penetracji wizualnej na zewnątrz przy oświetleniu światłem bezpośrednim. Dotyczy to przede wszystkim światła sztucznego i naturalnego, gdy jedno z nich jest niedostateczne tym bardziej wskazany jest łączenie dwóch naturalnych rodzajów światła, tj. światła odbitego uzyskanego dzięki specjalnym ekranom i światła bezpośredniego, uzyskanego dzięki otworom architektonicznym. Problem polega na odpowiedniej metodzie rozdziału efektów światła.

Istnieją dwie podstawowe możliwości oświetlania wnętrza przez stosowanie różnych sposobów rozdziału efektów światła dziennego.

Pierwszy sposób: tj. stosowanie światła dziennego odbitego, uzyskanego przy pomocy ekranów, jako podstawowego czynnika w oświetleniu wnętrza, z możliwością stosowania otworów umożliwiających odbiorcom penetrację wizualną na zewnątrz, przy czym rola ich w oświetleniu wnętrza jest tylko pomocnicza. Otwory te mają na celu eliminację "wrażenia wnętrza zamkniętego" oraz zapewniają obserwatorowi kontakt ze światem otaczającym /zielenią otaczającą lub dalekie perspektywy/.

Drugi sposób: tj. stosowanie dziennego światła, użytego bezpośrednio przez otwory okienne, jako podstawowego w oświetleniu wnętrza. Światło odbite, uzyskane przez odbicie od ekranów,



jest oświetleniem dodatkowym, pomocniczym, uzupełniającym standard oświetlenia.

Obydwie możliwości łączenia światła odbitego i bezpośredniego zabezpieczają w sposób absolutny postulaty przekazane przez nauki o zdrowiu psychicznym /przed objawami klaustrofobii/ jak też wykazują, że penetracja wizualna na zewnątrz jest konieczna w architekturze.

Zastosowanie tych wszystkich przekazów nie może odbywać się w sposób dogmatyczny należy je stosować z pewną tolerancją i zrozumieniem specyfiki i funkcji każdego obiektu.

Za zastosowaniem specjalnym wnętrza typu zamkniętego, ograniczającego w racjonalny sposób penetrację wizualną, jak w przypadkach wszystkich ekranów pionowych zarówno jednoclementowych, rytmicznych, o formach płaskich czy brył, przemawia fakt, że pozwalają one na uzyskanie ważnych czynników podbudowujących tezy przekazane z nauki o zdrowiu psychicznym, tj. przyczyniają się do skupienia uwagi osobników, koncentracji nad zagadnieniem czy przedmiotem, zabezpieczają przed rozproszeniem powodowanym widokiem, ruchem ulicznym, lub nieładem architektonicznym na zewnątrz obiektu, a nawet przed hałasem. Waloxy te konieczne są przy pewnych funkcjach /audytoria, sale wykładowe i szkolne, czytelnie, sale konferencyjne, ekspozycje, pracownice malarskie, rzeźbiarskie i inne/.

Podsumowując zagadnienia zawarte w tym podrozdziale, należy stwierdzić, że:

projektowanie wnętrza rozwiązujących oświetlenie przez urządzenia architektoniczne /ekrany/ t.j. oświetlenie wnętrza światłem odbitym, nie stoi w sprzeczności z postulatami fizjologii widzenia i zdrowia psychicznego

nego a wprost przeciwnie, może podnieść wa-  
lozy wnętrza i jego oświetlenia oraz oddzia-  
ływać profilaktycznie na zdrowie psychiczne  
człowieka.

#### 4.5 Możliwości plastyczne uzyskane dzięki sposobom odbicia światła.

Sztuka komponowania oświetlenia wnętrz architektonicznych stanowi integralną część nauki architektonicznego projektowania. Oświetlenie wnętrza światłem odbitym jest wynikiem zastosowania odpowiednich sposobów urządzeń architektonicznych /ekranów/ w celu odbicia światła. Urządzenia te uzależnione są od formy architektonicznej całego obiektu jak i wnętrza. Światło odbite we wnętrzach jest zależne od form konstrukcji, koloru i faktury, a zastosowane urządzenia architektoniczne pozwalają na uzyskanie różnorodnych efektów oświetleniowych. - Patrz str.26.

Projektując kompozycje zasadzające się na metodach rozdziału światła uzyskujemy różne efekty odbicia światła począwszy od efektów uzupełniających podstawowe oświetlenie po przez różnego rodzaju efekty różnicujące natężenie światła na powierzchniach aż do stosowania zasad kompozycyjnych oświetlenia, opartych na kontrastowych założeniach plastycznych.

Światło odbite w kompozycji wnętrza jest jednym z najsilniejszych efektów składających architektów do zastosowania praktycznego tego sposobu oświetlenia. Motywy plastyczne, inspirujące architektów do zastosowania światła odbitego we wnętrzach są różne i postaram się je tu przytoczyć.

Światło odbite w stosunku do światła bezpośredniego daje szero

kie możliwości w różnorodnym potraktowaniu kompozycyjnym we wnętrzach. Umożliwia ono między innymi zastosowanie barwnych ekranów i tym samym oświetlenie wnętrza światłem kolorowym. Natomiast we wnętrzach z normalnymi otworami kolor światła są powielane przez odpowiednio barwione szyby, co daje przy penetracji na zewnątrz wrażenie nienaturalnej kolorystyki otoczenia.

Światło odbite od powierzchni z określonym kolorem podnosi też wrażenie natężenia tego koloru. Zjawisko to nie zachodzi przy wnętrzach oświetlonych normalnymi otworami okiennymi /patrz przypisy część II p.13/.

Następnym efektem plastycznym przy stosowaniu światła odbitego są możliwości stwarzania różnych iluzji, jak np. przy ekranach rytmicznych, stropowych /belkowych/, odbijających światło, uzyskuje się bardzo jasne stropy silnie oświetlone, stwarzające wrażenie lekkości. Przeciwym efektem są stropy, w których zastosowano ekrany negatywowe, w których ciemna powierzchnia stropu stwarza wrażenie ciężenia. Posadzka zaprojektowana jako ekrany negatywowy, przy jasnym stropie i ocienionych ścianach, pozwala na uzyskanie wrażenia naturalnego układu grawitacyjnego, a wrażeniem ostatecznym tego typu wnętrza jest statyczność i stabilność układu.

Dalszym osiągnięciem plastycznym, które również nie występuje przy oświetleniu bezpośrednim wnętrza, jest dowolność w projektowaniu natężenia światła odbitego we wnętrzu, co nie sąsiaduje się z kwestią wielkości powierzchni otworów doprowadzających światło dzienne, jak w przypadku oświetlenia bezpośredniego wnętrza, ale jest przede wszystkim uzależnione od rodzaju urządzenia od foraj i kształtu ekranu, jak również od rodzaju faktury, koloru, materiału, powierzchni odbijającej /Przykład: podwójne przeszyte do wnętrza na powierzchniach zewnętrznych -

nych pokryte metalem o dużym współczynniku odbicia - patrz ideogram Nr.98/.

Kompozycje oparte na oświetleniu wnętrz światłem odbitym poza wyżej wymienionymi motywami ogólnymi, polegają na następujących trzech podstawowych efektach plastycznych, które trudno uzyskać sposobami bezpośredniego oświetlenia wnętrz.

1/ Różnicowanie natężenia światła na powierzchniach /modulowanie/ w sposób pełny następuje na dużych powierzchniach ekranu. Efekt ten uzyskujemy przez oświetlenie powierzchni promieniami przy różnym kącie <sup>nachylenia</sup> ~~znikania~~ a tym samym o różnym natężeniu poszczególnych pól, daje to efekt systematycznie wzrastającego cienia albo światła na tej powierzchni od części oświetlonych /jasnych/ do części zacienionych /ciemnych/. Efekt ten występuje przy powierzchniach wklęsłych lub wypukłych, może występować również na powierzchniach prostych, ale w tych wypadkach, gdy na ekran padają promienie pochodzące z wtórnego lub kilkukrotnego odbicia.

Różnicowanie natężenia światła występuje zarówno na powierzchniach, które w stosunku do wnętrz znajdują się w układach wertykalnych, t.zn., gdy oś obrotu powierzchni ekranu jest prostopadła do terenu, czy też w układach horyzontalnych, tj. przy osi obrotu równoległej do terenu.

Wnętrza, w których występują efekty różnicowanego natężenia światła na powierzchniach, dają różny stopień natężenia światła. Nie należy stosować ich tam, gdzie jest wymagane równomierne oświetlenie na tak zwanej "płaszczyźnie pracy". Efekt ten uzależniony jest od

wielkości wnętrza. W prawidłowy sposób stosowany być może przy pomieszczeniach o średniej skali; we wnętrzach o wielkich przestrzeniach nie nadaje się z uwagi na naturalną strukturę światła, tj. przy olbrzymich wnętrzach efekt stopniowania światła i cienia nie występuje w sposób pełny, a tym samym nie posiada pełnych walorów kompozycyjnych. Właściwe użycie tego rodzaju oświetlenia wykazano w następujących przykładach:/patrz podrozdział 4.3 - punkt 4/;

- 2/ Kontrastowanie świetlne walorowe odbywa się za pomocą takich elementów kompozycyjnych jak: miejsca świetlne /punkty/, naroża, szlaczki architektoniczne /linie/ oraz powierzchnie architektoniczne /płaszczyzny i kształty/. Powyższe elementy kontrastów świetlnych dają się przeprowadzić zarówno we wnętrzach dużych jak i małych i dotyczą koncepcji całego obiektu architektonicznego wnętrza. Mogą się też ograniczać do szczegółów architektonicznych. W grupie tej możemy znaleźć obiekty o bardzo różnorodnych funkcjach.

Kontrasty materiałowe, kolorystyczne i fakturowe są elementami zasadniczymi przy sposobach kontrastowania światłem.

- 3/ Oświetlenie rytmiczne stanowi jeden z podstawowych elementów kompozycji oświetlenia wnętrz. Polega on na oświetleniu naturalnym wnętrz rytmicznie ustawionymi ekranami. Urządzenia te mogą być zaprojektowane w stropach i dawać specjalny rodzaj światła /patrz podrozdział 4.3 pkt.5/ oraz zastosowane w ścianach bocznych, dzięki czemu dają nam światło bezpośrednie z możliwością połączenia światła odbitego /patrz podrozdział 4.3 pkt.2/. Rytmiczność oświe-

tlenia daje dużo możliwości w ukształtowaniu plastycznym przykrycia i jego podniebienia. W ścianach bocznych ekrany rytmiczne wprowadzają do wnętrza światło bezpośrednie, ale przy pewnych pozycjach obserwatora dają całkowitą iluzję wnętrza oświetlonych światłem odbitym.

Powodują też zmienność wyrazu architektonicznego w miarę zmieniania pozycji odbiorcy we wnętrzu.

Zamykając podrozdział o możliwościach plastycznych, uzyskanych dzięki zastosowaniu podstawowych praw rządzących kompozycją do urządzeń architektonicznych odbijających światło, można wysunąć następujące twierdzenie:

umiejetne wprowadzenie światła do wnętrza architektonicznych jest elementem o dużym znaczeniu kompozycyjnym, jednak ranga zasadniczo ulega, gdy zamiast oświetlenia bezpośredniego zastosujemy światło odbite. Projektowanie urządzeń odbijających światło może odbywać się w wieloraki sposób i wykorzystywać podług owe możliwości kompozycji, tj. różnicowanie natężenia światła, kontrastowanie świetlne barwowe, oświetlenie rytmiczne. Zasady te pozwalają na uzyskanie różnorodnych efektów plastycznych.

#### 4.6 Urządzenia architektoniczne odbijające światło w praktycznym zastosowaniu.

Zebrałe przykłady form należy rozpatrywać pod kątem praktycznego zastosowania do odpowiednich funkcji obiektów architektonicznych. Zebrane przykłady w przytoczonym zestawie układają się w następujące charakterystyczne grupy urządzeń odbijających światło. Grupy te odpowiadają różnym funkcjom /patrz podrozdział 1.2/.

Pierwszą grupę zasadniczą stanowią ekrany zastosowane do ściany bocznej wnętrza. Występują one jako element pojedynczy lub jako elementy powtarzające się rytmicznie. - Następna grupa to są ekrany ustawione na zewnątrz obiektów architektonicznych. Grupa ta stanowi nawiązanie do grupy pierwszej z zasadniczym jej założeniem. Jest zespoleniem wnętrza z przestrzenią znajdującą się poza obrębem obiektu w jedną całość.

Ukształtowanie ekranu w powyższych grupach może być dowolne zarówno pod względem formy, materiału, jego różnorodnych zestawień faktury, czy sposobu plastycznego wykończenia /malarstwo, płaskorzeźba, ceramika i tp./.

Powyższy układ umożliwia projektowanie w jednolitym charakterze architektonicznym zarówno wnętrza jak i przestrzeni zewnętrznej, oraz wykorzystywanie do celów funkcjonalnych jak jednej tak i drugiej przestrzeni w zależności od warunków atmosferycznych /ponieważ przestrzeń zewnętrzna jest na ogół nie izolowana od warunków atmosferycznych.



Powyższa tendencja do organizowania najbliższego zewnętrznego otoczenia z wnętrzem w jednolity charakter architektoniczny, wprowadza ograniczenie przestrzeni wewnętrznej oraz ograniczenie penetracji wizualnej w sposób racjonalny, tj. z możliwością tworzenia właściwych warunków dla zdrowia psychicznego przez organizowanie mikroprzestrzeni zewnętrznej /małego atrium/ /patrz ideogr. Nr.1, Nr.22, Nr.80/.

Grupa tych ekranów nadaje się do wnętrza, które mają działać w sposób pobudzający aktywność i swobodę przebywających osób. Wnętrza te są podstawą do tworzenia nastroju intymności, nadają się dla klas szkolnych, zwłaszcza dla dzieci z pierwszej klasy, nieoswojonych z klimatem szkoły. Układy te przyczyniają się do koncentracji uwagi na wybranym przedmiocie czy do innych możliwości skupienia umysłowego przebywających w nich osób.

Charakterystycznymi dla tej grupy są różne przykłady obiektów, o różnych funkcjach jak, szkoły, pawilony, sale chorych w szpitalach, domy jednorodzinne, szeregowo lub typu atrium i inne. W powyższych obiektach zastosowano następujące urządzenia architektoniczne:

- "Ekran płaszczyznowy jednoelementowy"/patrz ideogr.Nr.1/.
- "Ekran rytmiczny w płaszczyźnie wertykalnej, którego dłuższy bok jest pionowy"/patrz ideogr.Nr.12/.
- "Ekran pionowy prostopadły do wnętrza, ustawione szeregowo"/patrz ideogr.Nr.13/.
- "Ekran pionowy jednoelementowy, ustawiony ukośnie do wnętrza"/patrz ideogr.Nr.38/.
- "Ekran rytmiczny pionowy, poprowadzone ukośnie do wnętrza"/patrz ideogr.Nr.41/.
- "Ekran zełączony na wycinku koła we wnętrzu o rzucie prostokąta"/patrz ideogr.Nr.80/.

Następną grupę ekranów stanowią układy uszereżowane od stropu, występujące jako element pojedynczy lub powtarzający się rytmicznie. Wnętrza te otrzymują światło od góry. Jest to najdogodniejsza możliwość równomiernego oświetlenia wnętrza. Znane są tego typu oświetlenia w budownictwie przemysłowym.

Doprowadzenie światła od góry zaczęto także stosować w szkołach /Sarassota na Florydzie i inne/ oraz w różnych obiektach użyteczności publicznej jak: czytelnia, audytorium, laboratorium, gdzie są konieczne dobre warunki oświetlenia.

Następujące przykłady urządzeń architektonicznych ilustrują powyższe zagadnienie /patrz podrozdział 4.3, pkt.5/:

"Oświetlenie w grubości stropu świetlikami o formach hiperboloidów w odległościach rytmicznych" - /patrz ideogr.Nr.53/.

"Oświetlenie stropowe świetlikami o formach granistych i inne" /patrz ideogr.Nr.50, Nr.51 i Nr.52/.

Powyższe przykłady zaczerpnięte ze zrealizowanych obiektów architektonicznych są sprzeczne z wymaganiami jakie podaje higiena psychiczna, t.j. izolują człowieka od przestrzeni zewnętrznej, nie dając możliwości penetracji wizualnej. Wielu krytyków architektury ustosunkowuje się krytycznie do charakteru tych obiektów /patrz kryteria z fizjologii widzenia/.

Ten rodzaj oświetlenia górnego jest stosowany z dobrymi rezultatami w takich obiektach jak: muzea, domy kultury, domy handlowe, sale masowych zebrań i inne. Stosowane w nich są następujące urządzenia architektoniczne:

"Ekran płaski jednoelementowy górny poziomy o efekcie negatywnym" /patrz ideogr.Nr.5/.

"Układ kurtynowy dolny" /patrz ideogr.Nr.8/.

"Górna przesłona kurtynowa" /patrz ideogr.Nr.9/.

Następną grupę ekranów należy określić na podstawie ich zastosowania do obiektów i wnętrz architektonicznych, w których formy

ekranów są integralnie związane i wpływają na koncepcję architektoniczną całego obiektu.

Pojawienie się w architekturze form przestrzennych o powierzchniach zwichrowanych, obrotowych lub sferycznych, otwiera możliwości projektowania nowych form architektonicznych, które przez swoje ukształtowanie mogą komponować nowe formy wprowadzenia światła naturalnego do wnętrza. Tak więc zagadnienie oświetlenia naturalnego w wypadku użycia powyższych sposobów, jest jak najbardziej aktualne.

Ujmując syntetycznie zagadnienie, daje się zauważyć kilka zasadniczych tendencji w projektowaniu oświetlenia dla powyższych form:

- 1/ Forma kupałowa, monolityczna, nie przepuszczająca światła z bocznymi ścianami przeszklonymi. We wnętrzu tego typu wytwarzają się duże kontrasty światła, tj. przestrzeń pod partiami przykrycia centralnymi jest niedoświetlona, natomiast przestrzenie przy ścianach przeszklonych są prześwietlone, a przeszklenia w ścianach bocznych działają oślepiając na całe wnętrze /Wielka hala wystawowa w Paryżu/.
- 2/ Forma konstruowana z elementów prefabrykowanych doprowadzających światło. Wnętrza tego typu oświetleniem nadają się do obiektów, w których jest wymagane równomierne oświetlenie na t.zw. płaszczyźnie pracy. Kontrasty występujące pomiędzy poszczególnymi elementami prefabrykowanymi a sąsiedstwem odpowiednich otworów okiennych są duże /twórczość Nerviego i inni/.
- 3/ Forma kupałowa projektowana w stosunku do źródła światła, że powierzchnią swoją jest w stanie odbić światło i oświetlić wnętrze. We wnętrzu uzyskujemy duże powierzchnie, na których występuje zróżnicowanie światła. Oświetlenie tego

typu nie może być stosowane jako oświetlenie podstawowe. Na podstawie zebranych przykładów stwierdza się, że oświetleniem zasadniczym dla wnętrza jest oświetlenie bezpośrednie.

Powyższe przykłady urządzeń architektonicznych zastosowano w obiektach o różnorodnych funkcjach, a więc: sakralnych, sportowych i innych, podobnych jednowątrozowych obiektach użyteczności publicznej.

Następujące przykłady ilustrują powyższe zagadnienie:

"Ekran negatywowy, założony na rzucie o formie wycinka koła we wnętrzu o rzucie koła lub elipsy"/patrz ideogr.Nr.83/.

"Ekran dwóch pionowych powierzchni wklęsłych, symetrycznych, przesuniętych po osi, obejmujących całe wnętrza"/patrz ideogr.Nr.85/.

"Układ dwóch czasz wklęsłych większej i mniejszej"/patrz ideogr.Nr.98/.

"Układ absyd o różnych wielkościach"/patrz ideogr.Nr.105/.

"Ekran jednoelementowy o powierzchni wypukłej do wnętrza"/patrz ideogr.Nr.111/.

"Ekran dwuelementowy o powierzchni wklęsłej do wnętrza"/patrz ideogr.Nr.112/.

"Dowolna forma kopułowa oświetlona od dołu"/patrz ideogr.Nr.113/.

4/ Wielka przestrzeń architektoniczna, której przykrycie jest projektowane z elementów rytmicznych, wzajemnie ukrywających źródło światła przed okiem obserwatora. Układ ten daje możliwość modulacji, tj. różnicowania natężenia światła na powierzchni, oraz równomierność natężenia światła we wnętrzu. Następnie zabezpiecza przed olśnieniem. Rozwiązania powyższe wykorzystano w różnych obiektach użyteczności publicznej jak: obiekty sportowe, handlowo-usługowe w tym domy towarowe, pawilony ekspozycyjne, banki, urzędy pocztowe oraz audytoria uniwersyteckie, fil-

harmonie, sale biblioteczne, sale zebrań masowych i inne /twórczość Candella/. Następujące przykłady będą ilustrowa-  
ły zagadnienie.

"Ekran poziomy, stropowy, rytmiczny, zapewniający wewnątrz tylko światło odbite"/patrz ideogr.Nr.16/.

"Ekran ukośny, stropowy, rytmiczny /patrz ideogr.Nr.44/.

"Stożek, którego ściśly stanowią ramy światła"/patrz ideogr.Nr.71/.

"Kopuła z równoleżnikowych pasów pierścieniowych /patrz ideogr.Nr.100/.

Powyższy podrozdział pozwala na ustalenie twierdzenia odnoszącego się do zastosowania w konkretnych obiektach, odpowiednich urządzeń architektonicznych.

Urządzenia architektoniczne /ekrany/ odbijające światło do wewnątrz mogą być projektowane we wszystkich obiektach użyteczności publicznej, które są oświetlane światłem dziennym, przy czym niektóre urządzenia odbijające światło nadają się tylko do ściśle określonych funkcji.

Przez obiekty o ściśle określonych funkcjach rozumiane są obiekty, gdzie wymagane są warunki precyzyjnego widzenia, albo w obiektach, w których nie ma tych wymagań, a oświetlenie ma zapewnić tylko silne przeżycia estetyczne.

CZĘŚĆ 5.

WIOSKI KRAKOWE.

Kończąc pracę o sposobach wprowadzenia światła odbitego do wnętrza przy użyciu ekranów i powstałych w ten sposób kompozycjach oświetleniowych, diametralnie różnych od wnętrza oświetlonych światłem dziennym przez normalne otwory okienne, należał jeszcze powrócić do zagadnienia "okna" jako problemu kompozycji architektonicznej wnętrza.

Problem ten był poruszony na wstępie i częściowo był omawiany na stronach niniejszej pracy. Występuje on w powiązaniu z takimi zagadnieniami jak penetracja wizualna na zewnątrz, lub penetracja słoneczna. Wraz z zanikiem "okna" warstwa problematyczność zastosowania wnętrza sankcjonowanych. Problem okna pojawia się pod różnymi aspektami.

Mógłby byłby wniosek ostateczny pracy, gdyby naciskał wątpliwości co do roli "okna" w architekturze, jego niesaktualności i archaiczności.

Autor pracy, poruszając ten problem w zetknięciu się z całym szeregiem zagadnień, analizując je i szukając przykładu dla poparcia wysuniętej tezy, dochodzi do ostatecznego wniosku, że rola "okna" jest problemem nadal aktualnym.

W miarę postępu nauki o człowieku i jego potrzebach - zwłaszcza psychicznych, zmienia się rola okna w architekturze.

Otwór okienny nie występuje jako podstawowy element w oświetleniu wnętrza, ponieważ podniesienie standardu oświetlenia wnętrza światłem dziennym, nie może nastąpić przez powiększenie

powierzchni okiennej, gdyż nie zwiększa to równomierności oświetlenia wnętrza, a działa niekorzystnie na ludzi przebywających w tych pomieszczeniach, którzy zabezpieczają się przed prześwietleniem wnętrza różnego rodzaju przesłonami. Według określenia prof. Hopkinsa "nadmierne przeszklenia stały się niezdolne". Celem podniesienia standardu oświetlenia wnętrza mogą być pomocne przy projektowaniu wysunięte w pracy urzędzenia architektoniczne w postaci ekranu.

Problem otworów okiennych stał się zagadnieniem kompozycyjnym, t.j.n. ograniczył się do zagadnienia prawidłowego rozdziału światła w efektach oświetlenia wnętrza, przy współdziałaniu z urządzeniami architektonicznymi odbijającymi światło.

Okno powinno służyć celom umożliwienia dogodnej penetracji wizualnej człowieka, możliwości wglądu perspektywicznego w otoczenie celem pogłębienia jego przeżyć wizualnych i zapewnienia koniecznego odpoczynku przez skomercję na odległość dla zmęczonych oczu człowieka, a ponadto służyć na okno do czerpania do wnętrza światła słonecznego i komponowania jego planu we wnętrzu.



Postulowane w niniejszej pracy urządzenia architektoniczne odbijające światło dzienne uważa się za racjonalne w zastosowaniu do niektórych wnętrz architektonicznych w obiektach użyteczności publicznej wówczas, gdy są projektowane w oparciu o **p i ę ć p o d s t a w o w y c h z a s a d** wyjętych z poszczególnych podrozdziałów, zawartych w części poprzedniej.

Z podrozdziału 4.2 pod tytułem "Oprojektowaniu urządzeń architektonicznych, zgodnych z doborom odpowiedniego rodzaju źródła światła naturalnego", uzyskaliśmy podstawową zasadę dotyczącą źródeł światła i urządzeń architektonicznych w następującym stwierdzeniu:

- 1/ każde ze źródeł światła wymaga stosowania odpowiednich urządzeń architektonicznych, odbijających światło oraz znajomości specyfiki każdego ze źródeł.

Z podrozdziału 4.3 pod tytułem "Urządzenia architektoniczne warunkują o rodzaju oświetlenia we wnętrzu" rozpatrywano następujące zagadnienie, dotyczące urządzeń architektonicznych i oświetlenia wnętrza oraz wysunięto następujące stwierdzenie:

- 2/ przedstawione urządzenia architektoniczne zapewniają każdy rodzaj oświetlenia we wnętrzu, w sposób prawidłowy i zgodny z założeniami tezy: w wypadku właściwego użycia oraz przy zachowaniu podanych kryteriów szczegółowych.

Podrozdział 4.4 pod tytułem "Niektóre aspekty wnętrz architektonicznych w powiązaniu z objawami psychofizycznymi" - kolejne zagadnienie dotyczyło określenia charakteru wnętrz architektonicznych na podstawie zebranych przykładów i reakcji człowieka,

znajdującego się w określonym typie pomieszczeń architektonicznych, oraz o możliwościach zabezpieczenia przed niekorzystnymi objawami psychicznymi. Wynika z tych rozwiązań twierdzenie następujące:

- 3/ projektowanie wnętrza rozwiązujących oświetlenie przez urządzenia architektoniczne /ekrany, t.z. oświetlenie światłem odbitym, nie jest w sprzeczności z postulatami fizjologii widzenia i zdrowia psychicznego, a wręcz przeciwnie, może podnieść walory wnętrza i jego oświetlenia oraz oddziaływać profilaktycznie na zdrowie psychiczne człowieka.

Podrozdział 4.5 pod tytułem "Możliwości plastyczne, uzyskane dzięki sposobom odbicia światła" jest konsekwencją rozważań z podrozdziałów poprzednich i pozytywnych wniosków utylitarnych w odniesieniu do zastosowania urządzeń architektonicznych, odbijających światło we wnętrzach. Podrozdział ten pozwolił na przeprowadzenie rozważań o możliwościach plastycznych, czego wynikiem ostatecznym jest następujący wniosek:

- 4/ umiejętne wprowadzenie światła do wnętrza architektonicznych jest motywem o dużym znaczeniu kompozycyjnym, jednak rangę zagadnienia urasta gdy, zamiast oświetlenia bezpośredniego zastosujemy światło odbite. Projektowanie urządzeń odbijających światło może odbywać się w wieloraki sposób i wykorzystywać podstawowe możliwości kompozycji, tj. różnicowanie natężenia światła, kontrastowanie świetlne, walorowe, oświetlenie rytmiczne. Zasady te pozwalają na

uzyskanie różnorodnych efektów plastycznych. Podrozdział 4.6 pod tytułem "Urządzenia architektoniczne odbijające światło w praktycznym zastosowaniu", umożliwia rozpatrzenie urzędzeń architektonicznych w zastosowaniu do obiektów ich wnętrza, o różnych funkcjach, a wnioskiem ostatecznym jest stwierdzenie:

5/ urządzenia architektoniczne, odbijające światło do wnętrza, mogą być projektowane we wszystkich obiektach użyteczności publicznej, które są oświetlane światłem dziennym, przy czym niektóre urządzenia odbijające światło nadają się tylko do ściśle określonych funkcji.

Powyższych pięć podstawowych zasad stanowi sześcioro dowód dla przyjętej tezy, t.j.:

Światło odbite spełnia wszystkie warunki optyczne fizjologii widzenia, tj. zapewnia najwyższy standard oświetlenia światłem naturalnym. W konkretnych przykładach wnętrza daje równomierne natężenie światła lub światło bezcieniowe, albo bez odblesków i kontrastów. Kryteria z dziedziny higieny psychicznej, pozwalają na wprowadzenie wniosku, że światło odbite, uzyskane dzięki różnym urządzeniom architektonicznym, w racjonalnym zastosowaniu do wnętrza daje właściwe warunki oświetleniowe dla przyjęć estetycznych odbiorów, nauki i pracy, wypoczynku lub rekreacji. Dzięki zastosowaniu urządzeń architektonicznych, powstają szerokie możliwości w zakresie ukształtowania plastycznego zarówno bryły architektonicznej, jak i formy wnętrza.

Współczesna baza techniczna oraz badania i doświadczenia naukowe nad zagadnieniami światła naturalnego w architekturze pozwalają

na komponowanie światła i oświetlenie wnętrza w różnorodny sposób, jedną z nich jest oświetlenie światłem dziennym odbitym.

Na światło dzienne składają się trzy jego rodzaje, jak światło słoneczne, światło od sklepienia niebieskiego i światło odbite od terenu. Każdy z tych rodzajów posiada specjalne właściwości, które zostają w pełni wykorzystane przez urządzenia architektoniczne, projektowane w celu pełnego wykorzystania specyfiki każdego ze źródeł.

Właściwe projektowanie we wnętrzu dziennego oświetlenia przez odbicie przyczynia się do:

- 1/ Podniesienia standardu oświetlenia przez właściwe metody rozdziału efektów światła oraz sposobów oświetlenia powierzchni architektonicznych /jak ściany, stropy, posadzki i inne/.
- 2/ Oddziaływania profilaktycznego na zdrowie psychiczne społeczności przez odpowiednie zabezpieczenie przed objawami nerwicy, przy zastosowaniu dodatkowych otworów, spełniających rolę penetracji wizualnej na zewnątrz - zwłaszcza we wnętrzach, które są często używane i przeznaczone na dłuższy okres pobytu, a więc sale szkolne, audytoria uniwersyteckie i inne.
- 3/ Osiągnięcia różnorodnych efektów natury estetycznej - zwłaszcza w obiektach takich jak: pawilony wystawowe, muze i inne, w których są możliwe odstępstwa od postulatów z zakresu higieny psychicznej.

Ostateczne podsumowanie zebranego materiału wraz z wnioskami o charakterze szczegółowym nie może ograniczyć się do jednego zdeteminowanego przekazu, ponieważ różnorodność pomysłów w sposobach oświetlania dziennym światłem odbitym stwarza różnorodność i wielość

urządzeń. A poza tym są to wnioski o charakterze ściśle określonym, w których zagadnienie sprowadza się do użycia we wnętrzach jednego rodzaju światła, tj. światła odbitego przy izolacji od światła zewnętrznego. Zachowuje się zasadę, że źródło światła bezpośredniego w jego trzech rodzajach jest dla oka odbiorcy niewidoczne.

Respiętość zagadnienia pogłębia fakt, że przedstawiony materiał pochodzi z obiektów o krańcowo różnych funkcjach /domy jednorodzinne, klasy szkolne, pawilony wystawowe, mauzolea i inne/. Dlatego też końcowe wnioski, obejmujące wszystkie przekazy z zakresu zjawisk dotyczących źródeł światła naturalnego, rodzajów oświetlenia i powiązania z fizjologią widzenia, objawów psychicznych, powstałych we wnętrzach zamkniętych zagadnień estetyki, posiadają różny ciężar gatunkowy.

Pierwsza grupa obiektów architektonicznych stanowią te, w których zagadnienia powyższe traktowane są rygorystycznie, gdzie sprawa uzyskania ściśle zamierzonego i jednolitego we wnętrzu efektu odbicia światła, nie respektuje przekazów z zakresu fizjologii widzenia /minimum separabile/, adaptacji i akomodacji oka, horyzontalnej perspektywy, olśnienia, oraz przekazów z zakresu higieny psychicznej. W grupie tych obiektów wnętrza architektoniczne są zamknięte, tj. izolujące człowieka od otoczenia.

Autorki prac, zajmujący się wnętrzami zamkniętymi, wyizolowanymi od zewnętrznego otoczenia stoją na stanowisku, że powyższe ograniczenia mogą być stosowane w obiektach, w których okres pobytu człowieka jest krótkotrwały lub jednorazowy, wzgl. powtarzający się sporadycznie. Architekci powodują się argumentami tworzenia jednolitego wyrazu architektonicznego, zarówno wnętrza jak i przestrzeni zewnętrznej w wypadku stosowania ekranów usta-

wionych poza wnętrzem. Tendencja powyższa może częściowo zaspoko-  
ić potrzebę penetracji na zewnątrz z kalendarzami przestrzeniami  
zewnątrznymi, zakończonymi zielenią.

W pozostałych przypadkach wnętrza zamkniętych czynnik izolacji  
wnętrza posiada wartości dodatnie. Wnętrza izolowane mogą przyczy-  
nić się u ludzi w nich przebywających do wywołania wrażenia intym-  
ności, pobudzić aktywność, co ma duże znaczenie w takich obiektach  
jak sale i kluby dyskusyjne, muzea, oraz przyczynić się do koncent-  
racji uwagi na wybranym przedmiocie, czy też stwarzać inne możli-  
wości skupienia umysłowego.

Dalszymi zagadnieniami tego typu przy tych obiektach były by  
sprawy wymagające innego opracowania, a więc ekrany powodujące  
izolacje klimatyczne w wypadku ekranów ustawionych na zewnątrz i  
izolacje akustyczne, co powoduje dodatnie wartości układów przy  
zagadnieniach akustyki. Wybijające się na pierwszy plan w tych  
układach urzędzeń architektonicznych są wnioski natury estetycz-  
nej, ponieważ kompozycje wnętrza są przede wszystkim podyktowane  
efektami natury estetycznej, gdzie zagadnienie koloru, faktury i  
materiału wymagałyby osobnych szerokiach opracowań.

Następne rozważania mogłyby dotyczyć problemu wartości i spe-  
cyfiki pejzażu czy płaszczyzn wodnych, jako czynnika odbijającego  
światło.

Reasumując zagadnienie należy stwierdzić, że jest to grupa za-  
gadnień architektonicznych, których czynniki plastyczne powodują  
odsunięcie wielu podstawowych wymagań wysuwanych przez psychologię  
na dalszy plan lub zupełne ich przekreślenie, jednak w sensie za-  
to, uzyskujących pewne dodatnie wartości innego typu, których nie  
można lekceważyć.

Grupa druga obiektów architektonicznych, nie traktuje problemu projektowania wnętrza oświetlanego światłem odbitym w sposób rygorystyczny. Są to wnętrza nieizolujące człowieka od przestrzeni otaczającej. Wnętrza te cechują się całym szeregiem pozytywnych cech dotyczących warunków dla rozwoju człowieka. Dają one normalną penetrację wizualną, posiadają też penetrację słoneczną. Celem tych wnętrza jest przede wszystkim zapewnienie właściwego oświetlenia.

Kończąc niniejsze opracowanie, którego celem było wyjaśnienie problemów z zakresu kompozycji wnętrza oświetlanego dziennym światłem odbitym w niektórych obiektach architektonicznych użyteczności publicznej należy stwierdzić, że zagadnienie powyższe istniało już w architekturze historycznej i rozwija się w architekturze współczesnej, stając się coraz częstszym w projektach architektów i w realizacjach. W piśmiennictwie poświęconym zagadnieniu architektury poruszane jest rzadko zarówno w kraju jak i zagranicą.

Powyższe fakty skłoniły autora do próby usystematyzowania problemu i zbadania go z punktu widzenia architektury w różnych aspektach celem znalezienia właściwych metod w komponowaniu urządzeń odbijających światło, zgodnych z naturalnymi żądaniami stworzenia właściwych warunków dla człowieka.

Wykonana praca może przyczyni się do inspirowania dalszych prac na ten temat i w konsekwencji doprowadzi do dalszego rozwinięcia i udoskonalenia problemu.

Dokładna znajomość i świadomość problematyki projektowania form i urządzeń architektonicznych odbijających światło, oraz poznanie zjawisk towarzyszących, jest niezbędna nie tylko przy podejmowaniu

teoretycznych analiz w rozważaniach architektonicznych, ale przy podejmowaniu konkretnych zadań projektowych, stosujących urządzenia architektoniczne dla odbić światła naturalnego.



PRZYPISY.

W s t ę p.

- 1/ W Krakowie spotykamy dwa charakterystyczne obiekty z efektem wprowadzenia do wnętrza dziennego światła odbitego, są to: kaplica Lipkich na Wawelu oraz kościół Pijarów; autorem obu prac jest Franciszek Flacydusz /uwaga autora/.
- 2/ Różne rodzaje oświetleń i efektów światła dziennego w architekturze uzależnione są od rodzajów elementów architektonicznych, ujmujących źródło światła i sposobów w jaki wprowadzają je do wnętrza. Elementy ujęć źródeł światła w architekturze są różne we formie i metodzie kształtowania ich na przełomie historii, a ich różnorodność w ostatnich latach szczególnie wzrosła. Najprostszą formą ujęcia światła są: otwór drzwiowy, otwór w dachu i okno. Najprostszym oknem jest otwór w murze. Różny rodzaj okna stanowi własną, szeroką historię; udoskonalone, zmienia swoje formy, konstrukcje, uzyskując coraz to doskonalsze rozwiązania techniczno-funkcyjne. Zasada wprowadzenia światła i penetracji wizualnej wnętrza na zewnątrz nie ulega zmianie. Okno jako temat w literaturze fachowej stanowi bogatą koncepcję. Badania nad tym problemem umożliwiają coraz to lepsze spełnienie zadań: akustycznych, klimatycznych, wentylacyjnych, higienicznych oraz wymogów doznań wizualnych /eliminacja szprosów, zwiększenie powierzchni otworów i td./ -- /uwaga autora/.
- 3/ Por. Robert Wigen "Vinduer", wyd. Norges Byggeforskningsinstitutt Oslo 1963, str. 29-51.
- 4/ Por. Singer J. "Tworzywa sztuczne w budownictwie", wyd. Arkady Warszawa 1958, str. 198.

..... we współczesnej architekturze istnieje tendencja do wytworzenia jasnych i przestrzennych wnętrz. Można to osiągnąć przez stosowanie jak najszerszej ściany przepuszczającej światło, wykonanej z bloków lub z płyt. Normalnemu światłu towarzyszy energia niewidzialnych krótkich fal ultrafioletowych i długich fal podczerwonych. Należy zatem wykorzystać zdolność płyt przepuszczających światło, mając na celu regulowanie długości fal. W związku z tym sugeruje się, że płyty mogą eliminować gorące promienie podczerwone, a przepuszczać promienie ultrafioletowe lub przeciwnie: przepuszczać do pomieszczenia tylko promienie podczerwone. Można by wymieniać w pewnych porach roku oszklone tu płyty, zmieniając je na płyty o zmiennej zdolności filtrowania promieni w zależności od różnic temperatury. Obecnie jeszcze nie można zrealizować tych teoretycznych rozważań, częściowo z powodu niepełnej znajomości przedmiotu, jak również z powodu kosztów związanych z tym zagadnieniem, chociaż istnieją już inne osiągnięcia, jak np. stosowanie płyt rozpraszających światło.

5/ For. H. L. Glegg Dr. Hopkinson - "Color and Lighting", wyd. International Hotel Review, 1956 - 8/11/ Nov. 86-8.

PRZYPISY:

Cześć I.

1/ Por. Louis J. Kahn - cytata z artykuła p.t. "Form and Design", artykuły zostały wydane w książce autora Vincent Scully: "Louis J. Kahn".

Louis Kahn w swoich wypowiedziach architektonicznych, powołał się niejednokrotnie na pojęcie Platona o idei absolutnej /w srym prymitywiźmie/, gdzie idea absolutna ma być genialnym pierwowzorem w dalszym kształtowaniu architektonicznym. Tak więc "szkoła" jej najprymitywniejsze pojęcie to nauka pod drzewem na trawie. Te pierwowzory ideałów umożliwiają ujęcie problemu architektonicznego w jego elementarnej użyteczności /uwaga autora/.

2/ Por. Byggekunst Nr. 2, 1963

3/ Por. " " Nr. 2, 1964, str. 34

4/ Por. Jerzy Feiner "Sprzęt użytkowy norweski", wyd. Politechniki Krakowska, zeszyt naukowy Nr. 16 - 1963.

5/ Por. Banister Fletcher "A history of architecture" University of London.

"Świątynia Amona w Karnak /1500 P.N.E./ w hipostylowym przedsionku posiada szereg wąskich otworów w stropie, doprowadzającym światło, które ślizga się po bocznych ścianach"/uw. aut.

6/ Snellius - ustala prawa załamania światła z roku 1618.

Niezależnie Descartes w swojej dioptryce w r. 1637.

Sir. Christopher Wren zastosował światło odbite w Katedrze Św. Pawła w Londynie /budowanej 1675.1710/ już w niecałe 57 lat od chwili ustalenia prawa naukowego do chwili wydania,

różnica jest jeszcze mniejsza i wynosi 38 lat /Tum Inwalidów w Paryżu rozpoczęty jest przez Mansarda 1680 r. - różnica wynosi 43 lat /uwaga autora/.

- 7/ Por. Flynn I.R. i Mills S.W. "Architectural Lighting Graphic" Reinhold 1962.
- 8/ Por. Dixon John "Architectural Design Preview USA" Reinhold 1952
- 9/ Por. Scott John "A Dictionary of Building" 1964. Indirect lighting. Lighting a room by any means which hides the lamp. It generally involves, hiding the lamps behind a "cornice" so that the light is thrown down into the room by the white ceiling. It is generally more restful to the eyes than direct lighting cove lighting.- Indirect lighting from above, a cove or cornice. The light is thrown up to the ceiling which reflects the light in a pleasant, diffuse way downwards with no glare.
- 10/ Por. Szczeciński S: "Optyka".
- "W optyce geometrycznej z reguły posługujemy się zwierciadkami. Są to powierzchnie nieomal całkowicie odbijające promieniowanie. Dobrymi zwierciadkami są wypolerowane powierzchnie metali i szkła. Jeszcze lepszym zwierciadłem jest powierzchnia ścieżki nałanej do naczynia rtęci. Gdy światło pada pod dostatecznie dużym kątem na powierzchnię graniczną przy przejściu z wody lub szkła do powietrza zachodzi całkowite odbicie promieni padających. Powierzchnie całkowicie odbijające stanowią najlepsze zwierciadła jakimi rozporządzamy". /W architekturze powierzchnie takie bardzo rzadko występują, a nazwę zwierciadła zastępujemy terminem "ekranu" - Uwaga autora/.

Przypisy:

Część II.

- 1/ Por. Majkowski K. "Podstawy teoretyczne techniki świetlnej" Warszawa - 1953 r.
- 2/ Por. Nowakowski T. Rydwański Z. "Oświetlenie wnętrza świetłem dziennym" - Warszawa - 1952 r.
- 3/ Por. Kleffner W. "Beitrag zur Technik der Beleuchtung eines Innenraumes durch Tageslicht" Münster 1951 r.

Wewnętrzne odbicie. Według badań W. Kleffnera udział odbicia ścian w środkowym poziomym oświetleniu jest szczególnie silny w tylnej części pomieszczenia. Największy udział w odbiciu mają: ściany boczne, sufit, ściana tylna, podłoga, a na końcu ściana okienna. Także przy oknach z widokiem bez przeszkód /kąt obudowania = 0/ bezpośredni udział naświetlenia przeważa tylko w pobliżu okna, gdyż stopień jasności w pomieszczeniu określa odbicie wewnętrzne /średni stopień odbicia, średni współczynnik odbicia powierzchni granicznych pomieszczenia/.

Ilość oświetlenia  $E$  dla punktu, na który nie pada śadne bezpośrednie światło

$$E_{\text{pośrednie}} = E_{\text{bezpośrednie}} \frac{1}{1 - \rho_{\text{śc}}}$$

Krzywa  $E$  pośredniego - spada coraz bardziej przy czarnych ścianach, przy stonowanych wolniej, przy białych jest prawie stała.

- 4/ Por. Frühling H.G. "Die Beleuchtung Von Innen Räumen Durch Tageslicht" Berlin.

Podstawy obliczenia światła dziennego według metody współczynnika sprawności /stopnia oddziaływania/ za pomocą tablic i rysunków.

Metoda współczynnika sprawności umożliwia tylko przybliżone obliczenie środkowego oświetlenia poziomego w pomieszczeniu. Tutaj podaje się przybliżony punkt zaczepienia dla rzędu wielkości, panującego we wnętrzu pomieszczenia natężenia oświetlenia. W niektórych wypadkach jest jednak konieczna znajomość panującego w określonym punkcie pomieszczenia natężenia oświetlenia. Dla obliczenia tej wartości wchodzi w rachubę inne sposoby obliczenia, przede wszystkim metoda Hüninga i Amsta.

- 5/ For.Höhler, W.Luckhardt, "Lichtarchitektur", Berlin 1956.
- 6/ For.Pether Brige "Transactions of the Illuminating Engineering", London 1954.
- 7/ For.Z.Radwański: "Oświetlenie dzienne" Technika Światła, Warszawa 1960. Wpływ światła odbitego jest szczególnie znaczący przy oświetleniu bocznym - zwłaszcza w punktach położonych daleko od okien. Są to punkty w pomieszczeniu, z których nie widać wcale niebo-  
skłonu: punkty te oświetla wyłącznie światło odbite. Ze względu  
na możliwość wielokrotnego odbicia nie ma ścisłej metody oblicze-  
nia wpływu światła odbitego.
- 8/ For.Hopkinson R.G. Longmore I. "An Empirical Formula for the Computation of Indirect Component of Daylight Factor".
- 9/ For.Dourgonon I. "Les Reflexions mutuelles entre Surfaces Diffusantes" Revue d'Optique 1959.
- 10/ For. O'Brien P.T. i J.A.Howard "Analogue and Digital Computer of Daylighting Problems" 1959.
- 11/ For.Radwański Z.: "Technika Światła", Warszawa wyd.P.W.T.1960 r. Współczynnik odbicia jest to stosunek strumienia świetlnego odbitego przez daną powierzchnię do strumienia świetlnego, padającego na tę powierzchnię.

- 12/ Por. Hopkinson R.G. "Monograms for the Determination of Interior Daylight with Reflected Sunlight".
- 13/ Por. Szymon Bojko "Eksperymenty i projekty Bernarda Lassus" Projekt 4 Nr.43 - 1964 r.
- 14/ Normy opracowane przez Niemiecki Komitet Normalizacyjny 5034. /DIN.

Praskie prawo krajowe domagało się już przed 100 laty, by niebo było widoczne z okna, położonego na najniższym piętrze. Według obecnych przepisów muszą wszystkie pomieszczenia otrzymać naturalne światło dzienne. Oświetlenie dzienne podlega stałym, ilościowym i jakościowym zmianom, zależnym od zabudowy, położenia geograficznego, strony świata i pory dnia.

- 15/ Por. Turner DP. "Daylight Advisory Service" Industrial Architecture 1963 r.

Jest to biuletyn wydany przez firmę Pilkington, udzielający wszelkich porad w zakresie problematyki światła dziennego.

- 16/ Por. Arnin Jeffrey Ellis "Climate and Architecture" Reinhold 1953.  
"Słońce, będące głównym źródłem światła na ziemi, przesyła nam je pod różnymi postaciami. Siła radiacji promieniowania słonecznego uzależniona jest od siedmiu podstawowych czynników:

- a/ pozycji słońca uzależnionej od pory dnia,
- b/ pozycji słońca uzależnionej od pory roku,
- c/ od zaburzeń atmosferycznych /i innych/,
- d/ bezpośredniego nachylenia obiektu,
- e/ kąta nachylenia obiektu,
- f/ wysokości obiektu,
- g/ sytuacji uzależnionej od otoczenia.



Zainteresowania architektury idą w kierunku zrozumienia wpływu słońca i maksymalnego jego wykorzystania.

17/ Por. Radwański Z. "Oświetlenie dzienne - Technika oświetlenia" Warszawa PWT - 1960 r.

Największą luminację na ogół w dzień słoneczny wykazuje część nieboskłonu w pobliżu słońca, najmniej zaś natomiast część najdalszą od słońca. Największą luminację, dochodzącą do 3,5 sb, mają pojedyncze, oświetlone słońcem obłoki /kumulusy/. Średnia luminacja przy zamglonym niebie lub cienkiej warstwie chmur dochodzi do 0,5 sb, a przy grubej warstwie chmur /a także przy bezchmurnym niebie naprzeciw słońca /luminacja nieboskłonu wynosi ok. 0,1 - 0,2 sb. Stwierdzono, że w przypadku gdy niebo jest równomiernie pokryte chmurami, różnice luminacji różnych partii nieboskłonu są znacznie mniejsze niż przy niebie czystym. W dzień pochmurny według badań angielskich luminacji nieboskłonu na wysokości  $45^{\circ}$  nad horyzontem jest w przybliżeniu równa średniej luminacji całego nieboskłonu. Luminacja w zenicie jest o 25% większa, a luminacja przy horyzoncie o 50% mniejsza. Natężenie oświetlenia na otwartej przestrzeni przy oświetleniu bezpośrednim, promieniami słońca i światłem rozproszonym nieboskłonu jest największa na płaszczyźnie poziomej i jest ona oświetlona przez cały nieboskłon. Wartość natężenia waha się od 0 do około 50.000  $C_x$  /na podstawie średnich miesięcznych dla poszczególnych godzin dnia, a sporadycznie może dochodzić u nas do 150.000  $C_x$  /.

Por. Joseph B. Singer "Tworzenia sztuczne w budownictwie" wyd. Arkady Warszawa 1958 r.

Oprócz bezpośrednich promieni słonecznych do wnętrza budynku przenika stosunkowo duża ilość rozproszonego przez atmosferę; to rozproszone światło powstaje na skutek rozbitcia bezpośred-

niego światła słonecznego przez cząstki wody i cząstki tlenu znajdujące się w atmosferze".

18/ Por. Neufert Ernest: "Bauteurfslehre" Verlag Ullstein 1964 r. s.113.

Oświetlenie horyzontalne na wolnym powietrzu.

Jasność światła dziennego waha się w obrębie minut, przy równomiernie zachmurzonym niebie o 100 - 200% przy oświetleniu słonecznym i ruchomych chmurach, jasność światła dziennego waha się w sekundach o wiele set procent. Na skutek tego przy obliczeniu światła dziennego dla wnętrza zawsze występują tylko wartości porównawcze, u podstawy których występuje pewne określone oświetlenie horyzontalne na wolnym powietrzu. Celem uproszczenia przyjmuje się, że dla określenia światła dziennego we wnętrzach, podaje się równomierne oświetlenie jasnego nieboskłonu.

Oświetlenie poziome na wolnym powietrzu waha się, zależnie od pory dnia i roku od 0 do 100.000 luxów, ogółem do 70.000 luxów z 8.760 godzin w roku jest 5.000 godzin jasnych, a zaledwie 1.000 godzin posiada jasność od 0 - 3.000 luxów i odgrywa rolę dla oświetlenia pomieszczeń. Jeśli zatem przy 3.000 luxów minimalnego poziomego oświetlenia na wolnym powietrzu w grudniu godz. 9.15, każde miejsce ma posiadać wystarczające światło dzienne, to należy przy obliczeniu wstępny wyjść z wielkości okien  $E_a = 3.000$  luxów. Międzynarodowa komisja oświetleniowa proponuje  $E_a = 5.000$  luxów, jako podstawę obliczeniową /godz. 9.45 w grudniu/.

#### Jednostki fotometryczne

Stilb /sb/ jednostka jasności - jasność równa 1/60 jasności ciała doskonale czarnego w temperaturze krzepnięcia platyny.  
Kandela /cd/ natężenie źródła światła<sup>o</sup> powierzchni 1 cm<sup>2</sup>

1 jasności wynoszącej 1 stilb w kierunku prostopadłym do powierzchni.

Lumen /lm/ jednostka strumienia światła - strumień światła wysyłaony w kącie 1-go stereradiana przez punktowe źródło światła o natężeniu 1-nej kandel.

Lux /lx/ jednostka natężenia oświetlenia. 1 lux jest to natężenie oświetlenia powierzchni 1 m<sup>2</sup>, na którą pada równomierny strumień światła 1-go lumena. 10<sup>4</sup> luxów = 1 fot./ph/.

19/ Por. M. Twarowski "Słońce w Architekturze" wyd. Arkady Warszawa str. 179.

"Asymut A-kąt między rzutem kierunku promienia słonecznego na płaszczyznę horyzonta a kierunkiem południa".

20/ Różne diagramowe systemy penetracji słonecznej, jak metoda Burnett Fleijel czyli linijka słońca M. Twarowskiego pozwala ją w przybliżeniu ustalić natężenie słońca w pomieszczeniach nie tylko przy zwykłym otworze okiennym, ale również przy zastosowaniu architektonicznych elementów /wg autora/.

21/ Por. Szczeniowski Szczepan "Fizyka doświadczalna", wyda. PWN, Warszawa 1954 r, str.9.

22/ Por. Neufert Ernst "Baueingwerflehre", str.112.

Dla odczucia pomieszczenia oraz klimatu barw jest miodrodajny psychologiczny współczynnik pomieszczenia

$$\frac{1}{1 - p_n}$$

: Ogólne oddziaływa		: Średni współczynnik			
: nie pomieszczenia		: odbicia w powierzchni		: $\frac{1}{1 - p_n}$	
:		: granicznych pomieszcze:			
:		: nie			
Bardzo jasno		0,60		2,50	
Jasno	0,60	.....	0,50	2,50	..... 2,00
Średnio	0,50	.....	0,35	2,00	..... 1,55
Ciemno	0,35	.....	0,15	1,55	..... 1,18
Bardzo ciemno		0,15			1,18

Każde ukształtowanie klimatu kolorów w pomieszczeniu musi wyjść od światła dziennego, o ile pomieszczenia nie użytkuje się wy-

łącznie przy świetle sztucznym.

23/ Por. Hopkinson R.G. "Supplementing daylight in offices".

24/ Por. John E. Flynn Samuel M. Mills "Architectural lighting Graphics", str. 121.

25/ Por. Radwański Zdzisław "Oświetlenie dzienne" Technika Światła, Warszawa 1960 r.

Oświetlenie światłem odbitym jest o wiele równomierniejsze niż oświetlenie światłem bezpośrednim.

26/ Por. Jerzy Zielinski: "Wiadomości z higieny pracy", wyd. popr. Warszawa, 1955 PaT.

Oświetlenie odbite, przez odbicie całej ilości światła od sufitu lub ściany - nie męczy wzroku, nie powoduje olśnienia, nie daje cienia w miejscu oświetlonym.

27/ Por. C.H. Best i W.B. Taylor "Fizjologiczne podstawy postępowania lekarskiego", Warszawa 1956 r. PZWL.

"Miara dokładności widzenia jest t. zw. minimum separabile. Jest to najmniejsza odległość między dwoma punktami, lub liniami równoległymi, które oko jeszcze widzi jako oddzielne. Od wartości minimum separabile zależy m. i. sprawność precyzyjnych prac M. S. zależy m. i. od następujących czynników: od natężenia światła i widna światła oświetlającego. Im silniejsze natężenie oświetlenia, tym m. s. jest mniejsze /to znaczy widziny ostrzej/. Nie wiadomo dokładnie czemu przypisać to zjawisko. Ostrość widzenia zależy również od widzenia światła. Najlepszą ostrość osiąga się przy światle jednorodnym, gdyż wyklucza się w ten sposób aberrację chromatyczną w ośrodkach załamujących oka. I tak np. lampa rtęciowa daje większą ostrość widzenia niż żarówka lub światło słoneczne. Najostrzej widziny w świetle żółtym /około 575 nm/, następnik

w zielonym, czerwonym i niebieskim".

28/ Por. C.H. Best i N.B. Taylor "Fizjologiczne podstawy postępowania lekarskiego, Warszawa 1956 r.

"Oko posiada zdolność adaptacji do słabego oświetlenia. Adaptacja polega na rozszerzeniu źrenicy i zwiększeniu wrażliwości pręcików. Proces ten wymaga pewnego czasu. Pręciki adaptują się w ciemności lub w oświetleniu ciemno-czerwonym, na które nie są wrażliwe. Fakt ten znalazł praktyczne zastosowanie. Niemowicie wszędzie tam, gdzie potrzebna jest częsta adaptacja do słabego oświetlenia, np. w pracowniach rentgenowskich i niektórych laboratoriach naukowych, stosujemy oświetlenie ciemno-czerwone, w którym oko jest cały czas zaadaptowane".

29/ C.H. Best i N.B. Taylor "Fizjologiczne podstawy postępowania Lekarskiego", Warszawa 1956 r.

Głównie oświetlenie ma ogromny wpływ na samopoczucie i wydajność pracy. Praca w niedostatecznym oświetleniu powoduje szybkie zmęczenie oczu i zmęczenie ogólne, przyspieszenia tętna, mdłości, bóle głowy, a jeżeli trwa przez dłuższy okres czasu, poważne wady wzroku, zwłaszcza u osób młodych. Wydajność pracy w niektórych zawodach, przy zastosowaniu odpowiedniego oświetlenia, zwiększa się 10 - 16 razy. Najlepsze oświetlenie dla większości zawodów wynosi 200 luksów /przy oświetleniu 100 luksów można czytać duży druk na dobrym papierze i wykonywać mniej precyzyjne prace./ Pole środkowe np. miejsce pracy, powinno otrzymać oświetlenie 5-10 razy większe niż otoczenie. Światło powinno być w miarę równości jednorodnego, gdyż zwiększa to minimum separabile.

30/ Por. Zieliński Jerzy "Wiedomości z higieny pracy", wyd. 2 popraw. Warszawa 1955 r. PWT.

Oświetlenie miejsca pracy odgrywa ogromną rolę, zwiększając wydajność i podnosząc bezpieczeństwo pracy. Badania naukowe ustaliły, że zmęczenie wzroku występuje najpóźniej przy oświetleniu 200-300 luksów. Natomiast najkorzystniejsze dla ostrości wzroku występuje przy oświetleniu 100-200 luksów. Stąd też ustalono oświetlenie 200 luksów za t.zw. fizjologiczną normę oświetlenia.

Najniższe dopuszczalne oświetlenie wynosi 90-75 luksów. Dla prac bardzo grubych 20 luksów. Bardzo silne oświetlenie do kilku tysięcy luksów męczy wzrok i jest pożądanym tylko wtedy, gdy chcemy skrócić czas spostrzegania zjawisk, odbywających się w polu widzenia. Oświetlenie takie stosujemy w pracach precyzyjnych i wymagającej dużej szybkości, w chirurgii i t.p. Stosujemy 3 rodzaje oświetlenia sztucznego: bezpośrednie, półpośrednie i pośrednie. Oświetlenie bezpośrednie jest to światło żarówki, lub innego źródła światła, skierowane na miejsce pracy za pomocą reflektora. Jest ono pożądanym tylko wtedy gdy chcemy w polu widzenia osiągnąć większe wrażenie brylowatości przedmiotu. - Oświetlenie półpośrednie jest to oświetlenie, w którym część światła pada bezpośrednio ze źródła, a część odbija się od sufitu, lub ściany.

Oświetlenie pośrednie osiągamy przez odbicie całej ilości światła od sufitu lub ściany. Oświetlenie to nie męczy wzroku, nie powoduje olśnienia, nie daje cieni w miejscu oświetlenia.

31/ Jerzy Zieliński "Wiedomości z higieny pracy" wyd.2 popraw.PM Warszawa 1955 r.

"Oświetlenie naturalne przy oknie wynosi 1.500 - 2.000 luksów. Najkorzystniejsze dla ostrości wzroku występuje przy oświetl

niu 100-200 luksów. Stąd też ustalono oświetlenie 200 luksów za tak zw. fizjologiczną normę oświetlenia. Najniższe dopuszczalne oświetlenie wynosi 50-75 luksów dla prac bardzo grubych 20 luksów. Bardzo silne oświetlenie do kilku tysięcy luksów nęczy wzrok i jest pożądané tylko wtedy gdy chcemy skrócić czas spostrzegania zjawisk, odbywających się w polu widzenia. Oświetlenie takie stosujemy w pracach precyzyjnych i wymagających dużej szybkości, w chirurgii i tp./.

32/ Por. Hamlin Talbot "Forms and Functions of Twentieth Century Architecture" Columbia Univ. 1952, str.38.

"Rooms in which natural light is still the pleasantest and the best.

Rooms that used chiefly in the evening will naturally be designed from the viewpoint of artificial lighting, but there are many others that are used principally during the daytime, and in these it is usually both uneconomical and arbitrary to fail advantage of the great source of the light of the world - the sun as well as the sky".

33/ Por. S. Breines and A. Lawrence Kocher, "Alvar Aalto, Architecture and Furniture, wyd. Museum of Modern Art, N.Y. 1938, str. 10  
Alvar Aalto: A reader's book is lit from many indirect sources once and a white page cannot reflect light up into eyes. The books on the shelves are safe from the harmful effects of direct sunlight. The vast room is bathed in a soft shadowless light, ideal for reading, conducive to quiet".

34/ Por. Tenko Allan "School of Future", arch. Forum 1959.

35/ Por. Gloag H. L. Hopkinson "Colour and lighting in Hotels".

36/ Por. C. H. Best i N. Taylor "Fizjologiczne podstawy postępowania lekarskiego", Warszawa, wyd. PZWI 1956 r.

"Oślnienie, tj. efekt działania silnego światła na oko ludz-

kie.

Rozróżniamy 3 rodzaje olśnienia: 1/ olśnienie zasłaniające, spowodowane silnym światłem, które jednorodnie nakłone na pole widzenia, zmniejsza kontrasty. Przykładem takiego olśnienia jest silne światło odbijające się od białej kartki książki, zeszytu, 2/ olśnienie olśniewające jest spowodowane przez silne światło rozproszone w ośrodkach załamujących oka, np. wtedy, gdy światło wpada do oka pod kątem mniejszym niż  $45^{\circ}$ , 3/ olśnienie oślepiające spowodowane jest przez bezpośrednie spojrzenie w silne źródło światła.

Długotrwałe olśnienie, nawet słabym światłem, powoduje zmęczenie wzroku i efekty podobne do słabego oświetlenia.

Najlepszym sposobem uniknięcia olśnienia jest stosowanie światła rozproszonego np. za pomocą ekranów.

37/ Por. James Marston Fitch Krytyk arch. artykuł w "Arch. Forum" 1959 str. 89.

James Marston Fitch podkreśla również, że obiekt Jewett Arts Center w Welleley, którego autorem jest Paul Rudolph, dzięki ruchomym ekranom, precyzyjnie regulującym natężenie światła, uzyskał autor właściwe oświetlenie w takich pomieszczeniach jak studia, czytelnie, klasy lekcyjne. Uzasadnione jest również w tym obiekcie zastosowanie tych samych urządzeń na ścianach północnych, gdzie oślepiające światło nie od słońca, lecz od sklepienia działa najbardziej niekorzystnie.

38/ Niektóre zagadnienia oświetlenia naturalnego reguluje rozporządzenie z dnia 6.XI.1946, Dz.U.62, poz.344 oraz podaje dla przykładu /normy opracowane przez Niemiecki Komitet Normalizacyjny/ DIN 5034 /DIN/.

39/ Bilikiewicz Tadeusz "Psychiatria kliniczna", wyd. PZWI, Warszawa 1966.



40/ Dąbrowski Kazimierz "Higiena psychiczna" PZWS 1962.

41/ Arch. Eliot Moses "Art and Architecture" October 1964.

"It occurred to me that to get around the conflict between window and screening it would be interesting to take roughly the same amount of window area, but to break it up into many smaller windows. To study this, I first made some small models and then a full scale mock-up in my own living room to test how it felt for seated and standing vision and to see whether any claustrophobic effect, could be determined. It felt very good in fact, and reminded me somewhat of the kind of window wall which one encounters in India where the wall is so perforated that it is indeed both wall and window at once".

42/ Por. Allan Tenko A.F. 1959 r. str. 126 w artykule: "Szkoły pracy-szkółci", pismo o klaustrofobii.

43/ Por. Hamlin Talbot "Forms and Functions of Twentieth Century Architecture" Columbia Univ. 1952, str. 37.

The second more or less intangible requirement in public rooms is light, whether natural or artificial. Recent developments in artificial light have tended to cut down dependence on natural light in many large public spaces. There are, however, numerous public rooms in which natural light is still the pleasantest and the best. Rooms that are used chiefly in the evening will naturally be designed from the viewpoint of artificial lighting; but there are many others that are used principally during the daytime, and in these it is usually both uneconomical and arbitrary to take advantage of the great source of the light of the world - the sun - as well as the sky. Churches, for instance - whether the windows be stained glass

or clear - are usually designed for natural light, and there seems to be something peculiarly appropriate in a close relationship between the interior of a great church and the light from outside which floods it. In fact, when one is inside a building a definite feeling of advantage and liberation is gained through the sense of transcending the limitations of space which comes from seeing the inside of a building connected with the wide spaces outdoors.

School auditoriums and classrooms are most pleasant and least tiring to the students if they are lighted principally from without, and the same rule applies to many areas for daytime work. Psychologists and physiologists have called attention to the eye rest and mind rest which accompany the occasional change of eye focus from objects near at to objects at relatively great distances, such as is possible when there are views through windows. Much of the particular quality of happy sun-drenched pleasantness that characterizes many Swedish school buildings comes from the ample windows which light their assembly rooms and gymnasiums as well as their classrooms. The Central High School in Colorado Springs, Colorado, by Burnham Hoyt, is probably the best example in the United States of a large window-lighted school auditorium: here the open and airy impression is carried out not only in the large windows but also in the suave curve of the ceiling lines. There may be public rooms where views are of great importance one thinks naturally of restaurants superbly located at the seashore, in the mountains, or high above crowded cities. Here, too daylight must dominate the design - or at least there must be a major dependence on the connection of the interior

with the view by means of large windows.

- 44/ Twarowski M. "Słońce w architekturze", wyd. Arkady Warszawa 62r
- 45/ a/ Michalska Anna "Zdrowie psychiczne", Warszawa 1964 r.  
b/ Chrapowicki T. "Krzywica i tępyzka" wyd. PZWL, Warszawa 64r  
c/ Bilikiewicz, Gałuszko, P. Kaminski "Herwice i ich leczenie"  
wyd. PZWL, Warszawa  
d/ Cartney James "Psychoneuroses as a world problem" 1960 r.  
e/ Hals Adolf "Elementar Psychologi" Fabritius 1958.
- 46/ Heufert Ernest "Bauentwurfslehre" - podaje ogólnie:  
Cieniowanie Według przepisów DLTG powinno się w pomieszczeniach przez jasne pomalowane oddziaływanie cieni tak obniżyć by siła oświetlenia w cieniu była = 20% oświetlenia bez cienia w tym samym miejscu.
- 47/ Por. Radwański E. "Oświetlenie dzienne" Technika Świetlna Warszawa 1960 r.  
Wpływ światła odbitego od wewnętrznych powierzchni pomieszczenia zależny jest przede wszystkim od średniej wartości współczynnika odbicia ścian, sufitu i podłogi pomieszczenia.
- 48/ Por. Fletcher Banister "A History of Architecture 1961.
- 49/ Por. Scully Vincent "Markers of Contemporary Architecture 1965
- 50/ Por. Parnicki, Pudełko "Budownictwo Starożytnej Grecji" Ossolineum - Warszawa 1962 r.
- 51/ Por. Piechotkowie Maria i Kazimierz "Bocznice drewniane" WB IA wyd. Warszawa 1957 r. str. 28 . . . . . "pole środkowe zostaje przesklepione w połowie wysokości filarów kopułą z latarnią. Powstałe w ten sposób rodzaj kaplicy wbudowanej w przestrzeń międzystupową. Między poziomem oparcia kopułki i sklepień pół wewnętrznych, zostają umieszczone otwory, przez które widać wnętrze latarni. Zajczyk podkreśla efekty światłocieniowe, jakie uzyskuje się przez umieszczenie światła wewnątrz biny. Z posernie niekorzystnego usytuowania biny w najbar -

dział zaciemnionym punkcie wnętrza otrzymuje się rozwiązanie o szczególnie silnym oddziaływaniu emocjonalnym, zwłaszcza przy oświetleniu sztucznym.

- 52/ Por. Bernard Champigneulle, Jean Ache, "L'Architecture du XX e siecle", wyda. Presses Universitaires de France Paris 1962 - str.92. - Opis dotyczy wnętrza kaplicy w Massachusetts Instytutu Technologii ".... construction ronde en brigues est éclairée par une lanterne qui dirige sur l'autel la lumière du ciel". Ergo-Saarinen ..... zamaczyć należy, że autor nie omawia interesującego zjawiska oświetlenia ścian bocznych wewnątrz i to światłem odbitym, doprowadzonym od dołu tuż ponad posadzką. Efekt oświetlenia przez latarnię zostaje pogłębiony przez zawieszenie ponad nią całego szeregu słocowanych blaszek, odbijających światło do wnętrza. Ciekawą jest korelacja natężenia światła z dwóch zasadniczych źródeł światła we wnętrzu, na korzyść światła pochodzącego z latarni, które dominuje w sposób zasadniczy. Oświetlenie ścian bocznych jest podporządkowane oświetleniu głównemu /uwaga autora/
- 53/ Por. Arch. Luis Barragan, Muzeum Geologiczne w Pedregal San Angel, Meksyk - patrz AA rocznik 55, str.77 ..... słońcem oświetlony skup wody na tle skały znajdującej w cieniu /uwaga aut./
- 54/ Por. Ihara Michio "Malarstwo światłem" Arts & architecture" Nr.6 - 1964 r.
- 55/ Por. Jakimowicz Andrzej "Sztuka Indii", wyd. WP. Warszawa 1964r ..... powołuje się na fakt oświetlenia pieczar Adżanty systemem lusterek, celem oświetlenia wnętrza w trakcie ich malowania. Podobnie postępowano w starożytnym Egipcie przy pokrywaniu freskami wnętrza grobowców /uwaga autora/.

## Przypisy:

### Część 3.

- 1/ Por. J. Zielinski "Wiadomości z higieny pracy" ..... podaje następujące zależności, dotyczące oświetlenia bezpośrednim światłem dziennym, t.j. przez normalne otwory okienne.
- Oświetlenie naturalne wynosi np. przy oknie 1500-2000 luksów. Siła jego zależy od: 1/ stosunku powierzchni okna do powierzchni podłogi. Powinien on wynosić od 1 : 6 - 1 : 5,
- 2/ od kąta padania - jest to kąt zawarty między linią łączącą miejsce pracy z górną krawędzią okna, a linią poziomą. Nie powinien on być mniejszy od  $27^{\circ}$ .
- 3/ od kąta otwarcia miejsca pracy, t.j. kąt zawarty między liniami łączącymi miejsce pracy z górną krawędzią okna i dachem przeciwległego budynku. Nie powinien być mniejszy od  $4^{\circ}$ .
- 4/ od przestrzennego kąta firmamentu, j.t. część sklepienia niebieskiego, wysyłająca światło do danego miejsca. Kąt ten nie ma być mniejszy od  $50^{\circ}$ .
- 5/ od zabarwienia ścian.
- 2/ Por. Neufert "Bauteurlehre" Ullstein Fachverlag str. 114.
- Zgodnienie natężenia światła we wnętrzu w tym przypadku sprowadza się do poniższego przykładu:

### Odbicie:

Przy szczególnie jasnych, leżących naprzeciwko ścianach, lub przy ścianach otaczających podwórze /cegła glazurowana/, jest odbita duża część oświetlenia, przewyższa ona przede wszystkim w niższych kondygnacjach często część bezpośrednio wpadającego światła dziennego, a często odbijająca ściana jest jedynym

źródłem światła. Nawet dla jednego okna źródło światła może być ujęte rachunkiem, przy pewnym uproszczeniu i wzięciu pod uwagę całego średniego oświetlenia pionowego, właściwej dla odbicia powierzchni ściany, jej średniej szelwności odbijania i średniej odległości elementów powierzchni. Ponieważ także ściana przeciwna otrzymuje, oprócz światła z nieba, odbite światło ścian sąsiednich i przeciwnych, co utrudniało by rachunek, gdyby je wziąć pod uwagę, to takie tutaj obliczone na modelach wartości doświadczalne, dają najszybszą informację. Według pomiarów dr. Frühlinga współczynnik dla obliczenia wysokości otworu okiennego wynosi na podwórzach o pięciu kondygnacjach z cegłami glazurowanymi /szelwność odbijania  $70^\circ$  od 10-100% więcej, aniżeli obliczony współczynnik, bez względu na odbicie /największa jest różnica na parterze, gdzie udział światła nieba jest nie wielki, odbicie jasnego podwórza jest jednak bardzo duże/.

- 3/ Por. Tedeusz Dobrowolski "Sztuka Krakowa", wyd. Lit. Kraków 1964, "Architekt ten przybył z Dreżna za Augusta III, działał w Krakowie od roku 1742. W latach 1742-46 wzniósł przy katedrze kaplicę Lipskich, a w latach 1759-61 zajmował się kościołem Pijarów. W kaplicy Lipskich na Wawelu, ukryte boczne okna, kierują światło na ołtarz, jego barokowe kolumny i zwieńczenia. W drugim obiekcie, w kościele OO Pijarów, ołtarz znajduje się na tle otworu, poza którym jest fresk oświetlony światłem naturalnym ukrytym, pochodzącym z bocznych otworów okiennych /uwaga autora/.
- 4/ Por. Arch. L. Niesvan des Rohn, Bernardo "Storia dell' Architettura Moderna", wyd. Laterza 1960 I, II-str. 39 - pawilon wystawowy niemiecki w Barcelonie na wystawie światowej w roku 1929
- 5/ Arch. Sverre Fehn - Pawilon norweski w Brukseli, patrz "Byg-

gekunst nr.7,1960 str.39.

- 6/ Por.arch.Caudill - Centrum szkolne w Texascie - patrz "Architectural Forum" Tom III 1-3 1959, str.124. Ekran w tym obiekcie jest ustawiony do ulicy w celach stworzenia izolacji wizualnej.
- 7/ Por.arch.Edouard Delaport, Forum 54, dom w Rabat - stworzenie ekranów w celach wytworzenia nastroju intymności.
- 8/ Por.arch.B.Pniowski - Sejm w Warszawie - przykład znany z autopsji.
- 9/ Por.arch.Thomas E.i Woodward - Klinika w Dallas Texas, patrz "Architectural Design Preview USA" John Dixon, str.131.
- 10/ Por.arch.Enrique de la Mora i Fernando Lopez Carnona - Krypta w kościele Św.Antoniego w Huertas, Meksyk 1956, patrz Calin Faber "Candella the Shell Builder" Reinhold nr.4 1963 r.str.179.
- 11/ Por.arch.Aprille Calcabrina, Cardelli Fiorentino i Perugini Krypta w Rzymie przy via Ardeatine patrz A.A.recs.53.
- 12/ Por.E.Saarinen, kaplica w Bostonie, patrz "Arkitekten" Nr.8, 1962, str.4.
- 13/ Por.arch.Birkerts i Straub - kościół w Ann Arbor Michigan, patrz "Architectural Design Preview USA, John Dixon.
- 14/ Por.arch.Basil Spence - kaplica uniwersytetu w Sussex - patrz "The Architect Building News, Nr.19, str.777.
- 15/ Por.arch.J.Ochuner - Magazyny w Basel Szwajcaria "Burchhardt Office", str.310 Car. Erling Viksjo - Biurowiec Rządowy w Oslo patrz G.E.Kidder Smith T.N.A.of Europe, wyd.USA 1962.
- 16/ Por.arch.i inż.Bergsted, Mirish Wahlberg i Wold - Wyższa Szkoła w St.Paul Minnesota, patrz "Architectural Design Preview USA John Dixon, Reinhold, str.41.
- 17/ Por.arch.Mielva - Centrum w Oslo - patrz "Hoske Arkitekt Konkurranser", "Arkitektnytt" Nr.5 - 1963.
- 18/ Por.arch.John H.Johansen i Evans Woollen - Audytorium Indianapo-

lis Indiana - patrz "Architectural Design Preview USA John Dixon Reinhold, str.56.

- 19/ Por.arch. Paul Rodolph - Sarasota Florida - Wyższa Szkoła - patrz "Architectural Forum", luty 1959, str.78 /osłony zewnętrzne ustawione przed klasami dla rozproszenia promieni słonecznych.
- 20/ Por.arch.R.Pietila "Finski pawilon w Brukseli" 1958, patrz Bauen Wohnen Nr.6, 1964, str.219, Pawilon finski na wystawie w Brukseli 1958 r. dał wspaniałe rozproszenie światła we wnętrzu. Był wykonany z drzewa. Reina Pietila arch. Archit D'A str.XVII.
- 21/ Patrz przykład: Pawilon watykański w Brukseli.
- 22/ Por.arch.Sverre Fehn - Pawilon norweski na Biennale w Wenecji "Hujourd'hui" Nr.38, rocznik 1962.
- 23/ Por.arch.W.Cenckiewicz - Sala restauracyjna, Hotel Cracovia, znane z autopsji.
- 24/ Por.arch.Odd. Støtbye - Kościół w Kystiansund, Norwegia -patrz Byggekunst 1964 r.znane z autopsji.
- 25/ Por.arch.Arne Jacobsen - Szkoła Munkegard, Kopenhaga - patrz "The New Architecture of Europe", autor G.S.Kidder Smith, str. 225. - Szkoła Arne Jacobsena pod Kopenhagą przez kostkowy układ klas i poprzecznie wytworzonych korytarzy, stwarza tym także intymne przestrzenie nie sadaszone, związane silnie z klasą. Przez taki układ otrzymujemy sąsiedniowy schemat, gdzie występuje silnie mieszane światło, t.j.bezpośrednie, gdy promień słońca o pewnych godzinach wpada do klasy, a drugi rodzaj, to światło odbite od ścian patio i posadzki. Każdy dziedzińczyk otrzymuje zupełnie inny rysunek posadzki i elementy plastyczne.



- 26/ Por.arch.Lars Halm Sztokholm - szkoła - patrz "SAIR" r.1963.  
arch. Per Axel Elholm Göteborg \_szkoła-patrz "SAIR" r.1963.
- 27/ Por.artykuł Aleksandra Persits na temat przykryć stropo-dache ni klas lekeyjnych. Podaje on szereg podstawowych systemów za równo europejskich jak i amerykańskich, analizując je od stro ny przydatności funkcjonalnej jak i pod aspektami higieny psy chicznej - patrz "Architecture D'Aujourd'hui, rocz.54/AA 53.
- 28/ Por.arch.Jerzy Peiner, Norwegia "Sprzęt użytkowy norweski", Politechnika Krakowska, zeszyt naukowy Nr.16, 1963. Izba w Se-  
tedal.
- 29/ Por.arch.Paul Kirk - kaplica w Wayside USA, patrz "Architec tural Forum" August 1962, str.108.
- 30/ Por.arch.Harwell Harris - realizacja Havens Haus, San Francis co /przeprowadzenie we wnętrzu dwóch skośnych płaszczyzn ce- len odbicia promieni słonecznych wschodnich i zachodnich/, patrz "Forms and Function of Twentieth, Century architecture" F.Hanlin, tom I.
- 31/ Namiot w sali koncertowej w Melbourne A.A.r.1960.
- 32/ Por.arch.Corbuser - Pawilon Philipsa na Wystawie w Brukseli
- 33/ Por.arch.Noriaki Kurokawa - dom własny, patrz A.F. August 19 1960, str.126.
- 34/ Por.arch.Jerzy Cander, Ryszard Scigacz i Krzysztof Dowgiąło, patrz "Architekten" Nr.8, 1962.
- 35/ Por.arch.Burk Lobreten i Lemontia Lafayette Louisiana,F.A. 1959, 110 rocz.4-5, str.124/ eliminacja południowo-zachodnie go słońca dzięki pionowym ekranom w bibliotece domu studentek
- 36/ Por.Edward D.Mille, patrz "Architects Detail Sheets", wyd. London 1961 /rozwiązanie ruchomych żaluzji promieni w biurze cu Ibadan Nigeria/, str.197.
- 37/ Por.arch.A.Quicy Jones i zespół - Szpital w Wuoning - patrz "Architectural Design Preview USA, John Dixon, str.129.

Arch. Anders Tenboon - Dom studencki koło Sztokholmu - patrz  
P.A. styczeń 1960, str. 155 /Centrala Światła/.

38/ Por. arch. Albert Kahn - Osłona elewacyjna dla garaży, patrz AP.  
August 1960, str. 107.

39/ H.P. Duintjer - kościół Opstanding Amsterdam, patrz G.M. Kidder  
Smith "The New Architecture of Europe", str. 27.

40/ Por. arch. P. Herbe i I. le Couteur - konkurs na bazylikę w Algierze,  
patrz L'architecture d'aujourd'hui, marzec 1956, str. XIII.

41/ Por. arch. G. Gillet i M. Hebrard - kościół w Royan Francja -  
/patrz jak wyżej str. 21/.

42/ Por. arch. Candella - kaplica w Hervarte, Meksyk 1954-55, patrz  
Celia Faber "Candella" "The Shell Builder" Reinhold Nr. 4. 1965,  
str. 82.

43/ Por. arch. Isadore - Szpital w Rio Piedras Puerto Rico, Rosenfield  
/zadanie dziedzina/ - patrz "Progressive Architecture" De-  
cember 1949, albo Isadore Rosenfield "Hospitals Integrated De-  
sign", N.Y. Reinhold 56, str. 256 Fig. 227.

44/ Por. arch. Hakon Mjelva Oslo: Zabudowa centralnej dzielnicy -  
"Karl Johan" - patrz "Norske Arkitektkonkurranser" Arkitekt-  
nytt Nr. 5, 1965.

45/ Por. arch. Geir Grung, Oslo: Bank w Stavanger - patrz "Norske  
Arkitektkonkurranser" Arkitektnytt Nr. 4, 1959, str. 6.

46/ Por. arch. Paul Rudolph - Szkoły w Sarasota California - patrz  
"Architectural Forum", vol. III 1959, Nr. 4-6, str. 112.

Założenia kompozycyjne i programowe do projektu zostały wy-  
rażone przez autora: celem zasadniczym w projektowanym obiek-  
cie jest doprowadzenie prawidłowe światła i powietrza.

47/ Por. arch. John Lyon, Reid - Szkoła w San Francisco "Szkoła  
przyszłości" A.P. vol. III r. 1959, Nr. 4-6, str. 126.

Krytykę powyższej szkoły napisał Allan Tenko w artykule:

"Szkoła przyszłości". Szkoła uzyskała możliwie najwyższy standard przemysłowy na warunki amerykańskie. Jest to monumentalna w formie całość bez okien, doświetlenie górne świetlikowe. Według wyrażenia krytyka: Szkoła daje infiltrację wielkości zakłoseń przemysłowych. Odcina wnętrza obiektu od otaczającej go pięknej natury. Nienaturalny charakter wnętrza powoduje u uczniów obawy natury psychologicznej przed wejściem do klas lekcyjnych. Wnętrza charakteryzują się nastrojem mistycyzmu, powagi i nienaturalnej izolacji. Całość obiektu uzyskała t.zw. "absolutną kontrolę" nad natężeniem światła przez uzupełnienie światłem elektrycznym i nad klimatyzacją /opracowane przez autora na podstawie artykułu "School of Future" Allan Tenko A.P. 1939, str.126/.

48/ Por.arch.Hellmuth Obata Kassabaum - Szkoła w Berkeley Missouri, "Architectural Design Preview "USA", John Dixon, str.40.

49/ Por.prof.B.Pniewskiego - oświetlenie wielkiej sali konferencyjnej w Banku Narodowym, znaczne z autopsji.

50/ Por.arch.Alvar Aalto - Biblioteka w Viipuri - patrz "Alver Aalto" Frederick Guthrie, N.Y.1960, str.27.

"Here the space is organized in a series of open cubicles of special design. Brass, black leather, and fine wood give this area a unique tone, rather like a fine ship. Above this room floats one of the world's remarkable ceilings /plates 69-71/, a prisms glass, structure like a greenhouse, in which natural light blends with artificial light, and falls evenly diffused to all parts of the room below".

Biblioteka w Viipuri była /zniszczona w r.1944/ zrealizowana w wyniku zwycięstwa w konkursie. Została pieczołowicie rozważana ze względu na wprowadzenie światła i dopasowania do wa-

runków geograficznych długiej zimowej nocy.

Unikalne rozwiązanie bezcieniowego światła zostało uzyskane dzięki specjalnie konstruowanym 57-iu otworom w stropie /uwaga autora/.

- 51/ Por.arch.Philip Johnson i zesp. - Museum Instytutu Munson w Utica N.Y. "Architectural Forum" - grudzień 1960, str.91 - geneza twórczości Philipa Johnsona zawiera się w zdaniu przez niego wypowiedzianym: "Sądzę, że aby wspiąć się wyżej winniśmy stanąć na ramionach poprzedniej generacji /..../ Myślę, że w historii tkwią wartości, które modernizm skłacał ku własnej szkodzi. Nie możemy sobie pozwolić na ignorowanie historii".
- 52/ Por.arch. de Pol Abraham przedstawił swoje propozycje w Archit. Aujourd'hui w maju 1956 r.
- 53/ Por.Le Corbusier, National Museum of Art. Tokyo Ueno Park - patrz "Architectural Forum", rocs.1959,Nr.4-6, str.104 oraz, arch.T.Zenowicz, W.Bohdziewicz, B.Bonaszewski, T.Korczyński i K.Szewczykowski. Audytorium w Monte-Sideo. Praca wyróżniona na konkursie międzynarodowym - patrz "Architektura" 10,1959 str.461.
- 54/ Por.arch.Alfred Neuman - Ratusz w Bat-Yam, patrz L'Architecture D'aujourd'hui" jun,juillet 1964,Nr.115, str.72.
- 55/ Por.arch.Øhlert Eoo - Muzeum sztuki nowoczesnej w Kopenhadze "Luisiana", przykł.znany z autopsji.
- 56/ Por.arch.Corbusier - Klasztor Dominikanów w La Tourette,patrz "Byggekunst" Nr.7, 1961, str.216.
- 57/ Por.arch.Albert Khan - Sala do ekspozycji malarstwa w Szkole Sztuk Plastycznych w Georgia USA.
- 58/ Okna w piwnicach Pałacu Krzysztofory,Kraków, znane z autopsji.
- 59/ Powszechnie znany Grób Agamemnona.
- 60/ Por.arch.Douglas Mac Arthur - Wyższa Szkoła w Michigan, patrz

"Architectural Forum - August 1965, str.53.

- 61/ Por. Benister Flecher "A history of architecture", str. 181 rys. G.  
W Etruskim Grobie w Corneto światło jest wprowadzone przez pionowy ostrosłup, w którego wewnętrznych ścianach znajdują się szczelnie dodatkowo rozpraszające światło do wnętrza.
- 62/ Benister Flecher "A history of architecture" Univers. of London str. 314 Baptysterium w Pizie.
- 63/ Architekci Vittorio Gendolfi i Mario Righini z Mediolanu.  
Rozwiązanie konkursowe na kościół w Siracusa, patrz "Fede e Arte", 789-1957, str. 287.
- 64/ Por. arch. Victore Landy - "Byggekunst" Nr. 2, 1964, str. 34.  
Architektura Prynityna - przykłady z Kamerunu nad jeziorem Czad.
- 65/ Kościół w Hartford, Connecticut, patrz "Architectural Design Preview USA" John Dixon, str. 153.
- 66/ Por. architekci: Michel Andraut i Pierre Parat -  
Kościół La Madonna della Lacrime w Siracusach - patrz "Fede e Arte" Nr. 7-8-9 sierpień 1957.
- 67/ Na formie półkuli ta sama idea /Hala we Wrocławiu, zbudowana w latach 1912-13 przez Max Berg/.
- 68/ Por. arch. Birkets, Straub - Supermarket Detroit Michigan, "Architectural Design Preview USA".
- 69/ Por. arch. Blatner Williams - Świątynia Anonin, lokaliz. Massachusetts pittsfield "Architectural Design Preview USA" aut. John Dixon, str. 162.
- 70/ Por. arch. Oscar Niemeyer - Museum Sztuki Nowoczesnej Caracas Wenezuela, patrz "Architectural Design Nr. 4. 1956, albo "Architektura" nr. 7, 1956, str. 239.
- 71/ Por. T. Zanowicz, W. Bohdziewicz, B. Banaszewski, T. Korczyński, K. Szewczykowski - Audytorium przy pomniku Montevideo, patrz

- "Architektura" Nr.10, 1959, str.461.
- 72/ Jerzy Fejner i Zbigniew Tuzyski - projekt kościoła "Arkitekten" Nr.8 1962, str.17.
- 73/ Kirk, Wallace i zespół - kościół w Seattle, patrz "Arts i Architecture - September 1963, str.29.
- 74/ G.Goldberg i A.Feesitz - Pomnik pomordowanych Żydów w Paryżu, patrz A.A. 1957, str.45.
- 75/ Le Corbusier - Klasztor Dominikanów w La Tourette - patrz "Byggkonst" Nr.7.1961, str.218 i 219.
- 76/ Arch.Edward Durrell Stone - Szpital w Monterey - patrz "Architectural Forum", October 1962, str.10,111.
- 77/ Arch.Juan O'Gorman - Dom zabaw - Meksyk, San Angel 1956 - patrz "Phantastische Architektur", Ulrich Conrad, Hans G.Sperlich, Stuttgart 1960.
- 78/ Arch.Zb.Solawa - Śląskie Planetarium "Architektura" Nr.6, 1956, str.173.
- 79/ Architekci: Kasja i Heikki Siren - Kościół w Criveri, Finlandia - patrz "Architectural Forum", grudzień 1962, str.87.
- 80/ Arch.Miguel Fisac - Kościół Iglesia de la Coronacion w miejscowości Calle de Eulogio Serdan, Vitoria /Źródło to samo, jak wyżej/.
- 81/ Arch.Hans Schädel - Kościół Hasloch am Main, patrz G.W.Kodder Smith "The New Architecture of Europe".
- 82/ Chr.Hojer, Tyge Arnfred, Otto Bauer - Nielsen - Kościół na konkurs w Danii, patrz Arkitekten Nr.8, 1962.
- 83/ Prof.M.Twarowski "Słońce w Architekturdze" - rozdział: Plastyka słoneczna.
- 84/ Patrz Arkitekten Nr.8, 1962.
- 85/ Patrz Arkitekten Nr.8, 1962.
- 86/ O.Niemeyer 1958, Brasilia - Kaplica, patrz Benerolo J.

"Storia Dell'architettura Moderna, wyd. Laterza 1960 I,II, str. 991

87/ Arch. Roges T. Johnson Minnesota - Kościół presbiteriański -  
patrz "Architectural Forum", maj 1961, str. 53.

88/ Por. układ pokrewny zastosowany w kaplicy O. Niemeyer 1958, Brasil-  
ia /patrz przypisy csqśś, 86/.

89/ Por. arch. Reima Pietila A.F. - Kościół fiński w Tampere, gru-  
dzień 1961, str. 156.

90/ Por. Benister Flecher "A history of architecture" 1961 "Panthe-  
on jest oświetlony otwarty, opajonem, ujętym brązowym zwień-  
czeniem. Jedyny otwór w budynku daje /solemn and impressive  
effect/ pełne wrażenie światła we wszystkich jego częściach".

91/ Por. arch. Soufflot Pantheon Paryski, 1757-90, Hamlin "Forms and  
Function", str. 548, rys. 48.

92/ Por. arch. Schröger, projekt sali senatu w Zamku Warszawskim,  
patrz "Architektura", Warszawa 1952, Nr. 7-8, str. 178.

93/ Angielski renesans wydał dzieła wzniezione przez Sir Christo-  
phewren w latach 1675-1710 - katedrę św. Pawła w Londynie. Po-  
wyższy wypadek tak charakterystyczny w rozwiązaniu światła od-  
bitego wykazuje jak dalece dążności architektów zbliżały się  
do zagadnień ekranu i efektów światła odbitego. Nie były one  
jednak absolutnie czystymi wcieleniami idei w koncepcji archi-  
tektonicznej i nie bazowały w sposób syntetyczny na pomysły  
architektonicznych. Dodatkowe otwory zarówno w nawie bocznej  
jak i w zwężeniu kopuły nie pozwalają tego przykładu salicyć  
do klasycznych rozwiązań w zakresie oświetlenia tylko świat-  
łem odbitym wnętrza /uwaga autora/.

94/ Por. arch. S.S. Jewkes - Stadion sportowy w Kuala Malaya - patrz  
A.F. September 1963, str. 101.

Kryty stadion sportowy jest przewidziany na 12.000 miejsc.

Na specjalną uwagę zasługuje rozwiązanie światła we wnętrzu

jak i rozmieszczenie efektów światło-cieniowych na powierzchniach przykrycia "A suspended reflecting cone distributes light to arena".

95/ "Pier Luigi Nervi", aut. A.L.Huxtable Nr.4, 1960.

1932 r. Nervi staje się członkiem firmy Ingg i prowadzi jej do dzisiejszego dnia.

Nervi was awarded the concrete construction and his solutions as usual, were conspicuously economical and easy to erect.

"I designed the structure as a geodetic framework acting together as a whole, as I believed this would give the most economical solution and the one requiring the least steel". J. decided to simplify, and lighten the structure by designing the ribs as a lattice, which would enable me to make use of prefabrication. J also altered the system of supports in order to simplify the static system and make it more symmetrical".

Rather than build complete forms for pouring the structure he used these precast, open, girders assembling them aloft for a huge, lacy vaulted structure, carried by only six supports. The effect, particularly before roofing in was of incredible. Lightness and strength.

96/ Narcino Tomé - Katedra w Toledo.

97/ Por. arch. I.C. Spereckelsen z zesp. - Kościół na konkurs w Danii patrz "Arkitekten" Nr.8.1962

Johansen - Kościół w Norwich Connecticut "Arkitekten" Nr.8.1962

98/ Por. Pier Luigi Nervi - Pałac Sportu w Rzymie - patrz "Pier Luigi Nervi", autor Ada Louise Huxtable, N.Y.1960.

Pałac sportu na 50,000 miejsc. "A compression ring in the center forms a cupola, providing a central source of natural light

99/ Por. arch. Michel Andrault - Hale handlowa w Sceaux, Francja,



patrz "Architectur Aujourd'hui" 1956, str. XIII maj.

- 100/ Museum Sztuki Nowoczesnej, Francuska Riviera "Forum" 1964 styczeń.
- 101/ Por. arch. Giovanni Michelucci - Kościół Florencja 1964 styczeń.
- 102/ Por. arch. Walter, J. Różycki - Shrine Chapel of Our Lady w Orchał  
"Forum", 1964 styczeń.
- 103/ Por. arch. Victor Gruen, Randhurst Center /Dom towarowy/, patrz  
"Architectural Forum", November 1962, str. 108.
- 104/ Por. projekt architektoniczny Enrique de la Mora i Fernando Lo-  
pez Carmona, projekt konstrukcyjny, Candela.  
Bank - dział wymiany waluty w Calle Uruguay - patrz Colin Faber  
Candela: "The Shell Builder, str. 129 i 130.

## Przypisy:

### Cześć 4.

- 1/ Z wielu poważnych dysertacji naukowych, służących za podbudowę tematu, wynika, że skończyła się w architekturze bitwa o maksymalne nasłonecznienie i naświetlenie wnętrza. W tym okresie zastąpiona innym rodzajem źródła światła jak: oświetlenie światłem odbitym. O tym pisze prof. Hopkinson i Cloak. Zagadnienie słońca powinno zająć racjonalne miejsce w problematyce architektonicznej. Rola słońca odbitego do wnętrza powinna stać się jedną z racjonalnej możliwości kontroli spraw oświetlenia. Obecnie pojawia się w nauce nowy termin "odbite światło słoneczne" - "Reflected Sunlight".
- 2/ Ergo Saarinen - w kole projektowanej kaplicy, w której ściany wewnątrz są oświetlone światłem od dołu, zaprojektował możliwie otwarty teren, aby zapewnić maksymalną ilość odbicia od powierzchni płaskiej, o specjalnej fakturze. Niemayer, wykorzystuje właściwości skalistego posześciu, celem zapewnienia maksymalnych odbić światła od terenu, w projektowanym muzeum.
- 3/ For. Irena Koteli: "Niektóre problemy Śródmieścia Warszawy".  
Systematyka funkcji centrum  
Władze wykonawcze  
Organizacje polityczne  
Administracja samorządowa  
Administracja gospodarcza  
Wymiar sprawiedliwości  
Współpraca międzynarodowa  
Nauka /P.A.N./  
Dydaktyka /muzea, wystawy i tp./

Hozrywka /lokale, kina, teatry/

Stowarzyszenia i organizacje

Informacja centralna

Handel typu unikalnego /wysoko wyspecjalizow./

Gastronomia

Urządzenia higieniczno-sanitarne.

Podany przez autorkę system wszystkich funkcji dla obiektów użyteczności publicznej, znajdujących się w centrum, może stworzyć możliwości na zastosowanie całkowite lub częściowe w każdym z tych obiektów urządzeń architektonicznych dla odbicia światła. Jedynie takie funkcje specjalne, które muszą lub mogą korzystać tylko ze światła sztucznego, jak: kina i teatry sąsiedniczo nie pozwalają na stosowanie urządzeń odbijających światło dalsze. Pozostałe mogą wykorzystywać w sposób całkowity, t.j. dla wszystkich pomieszczeń, jako podstawowe oświetlenie światło odbite lub tylko dla pewnych wnętrz, wymagających specjalnie korzystnych warunków oświetlenia, urządzeń dla odbicia światła dalszego; pozostałe mogą być oświetlane przez normalne otwory okienne. /Uwaga autora/.

Wykaz piśmiennictwa  
\*\*\*\*\*

- 1/ Aronin I.B.: "Climate and Architecture, wyd. Reinhold N.Y. 1955 r.
- 2/ Benevoli J.: "Storia Dell Architettura Moderna", Laterza 1960 r.
- 3/ Best C.A., Taylor N.B.: "Fizjologiczne podstawy postępowania lekarskiego, Warszawa, 1956 r.
- 4/ Berson : "Wzorce współczynnika odbicia", Warszawa, 1955 r.
- 5/ Bilikiewicz T.: "Psychiatria kliniczna", Warszawa PZWL, 1960 r.
- 6/ Bilikiewicz, Gałuszko P., "Wersice i ich leczenie", Warszawa PZWL Kaminski Z.
- 7/ Boesiger W. "Richard Neutra 1950-60", Stuttgart - 1959 r.
- 8/ Bojko Sz.: "Eksperymenty i projekty Bernarda Lassus", "Projekt" 4, Nr.43, 1964 r.
- 9/ Collins K.: "Antonio Gaudi" Ny, 1960 r.
- 10/ Conrad U.: "Phantastische Architektur", N.Y. 1960 r.
- 11/ Chrapowicki T.: "Krzewica i tętyczka", PZWL, 1964 r.
- 12/ Champigneulle B.i Ache J.: "L'architecture du XIXe siecle" Paris 1962 r.
- 13/ Cartney J.: "Psychoneuroses as a world problem", 1960 r.
- 14/ Dąbrowski K.: "Higiena psychiczna" PZWS, 1962 r.
- 15/ Dixon J.: "Architectural Design Preview USA", Reinhold 1962 r.
- 16/ Dourgonon I.: "Le Reflexions mutuelles entre Surfaces Diffusantes" Revue d'Optique 1959.
- 17/ Drexle A.: "Ludwig Mies van der Rohe", 1960 r.
- 18/ Fletcher B.: "A History of Architecture", 1961 r.
- 19/ Flynn I.E. i Mills SM.: "Architectural Lighting Graphic" - Reinhold 1962 r.
- 20/ Glog H.L. Hopkinson: "Colour and lighting in Hotels"
- 21/ Faber C.: "Candela: The Shell Builder", Reinhold 1963 r.

- 22/ Fitch H.: "Jewettarts Center in Walleley", arch. Forum, 1959 r.
- 23/ Frühling H.G.: "Die Beleuchtung Von Innen Räumen Durch Tageslicht", Berlin.
- 24/ Gutheim: "Alvar Alto" N.Y. 1960 r.
- 25/ Hopkinson R.G.: "Suplementing Daylight in offices".
- 26/ Hopkinson R.G., Longmore I.: "An Empirical Formula for the Computation of Indirect Component of Daylight Factor".
- 27/ Hamlin T.: "Forms and Functions of Twentieth Century Architecture", Columbia Univ. 1952 r.
- 28/ Husarski B.: "Witrochromia jako technika malowania na szkło", Czasopisma techniczne Nr.1, 1964 r.
- 29/ Huxtable A.: "Piers Luigi Nervi", N.Y. 1960 r.
- 30/ Hals A.: "Elementar Psychologi", Fabritius 1958 r.
- 31/ Hühler W., Luckhardt: "Lichtarchitektur", Berlin 1956 r.
- 32/ Ihara M.: "Malarstwo Światłem", Arts & architecture Nr.6, 1964 r.
- 33/ Jakinowicz A.: "Sztuka Indii", Warszawa WP, 1964 r.
- 34/ Kleffner W.: "Beitrag zur Technik der Beleuchtung eines Innenraumes durch Tageslicht", Münster 1951.
- 35/ Kroll: "The Lighting of Windowless Building" Nr.6, Roczn. 19 Svetotechnika 1960 r.
- 36/ Kunsten K.: "En Westerarchitekt i Norden", Buggekunst Nr.3, 1963 r.
- 37/ Knowles R.: "Light and Form", Art. & Architekt Nr.6. 1964
- 38/ Loza S.: "Architekci i Budowniczości w Polsce" 1954.
- 39/ Möbius H., Friedrich H.: "Sakrale Baukunst", Berlin 1963 r.
- 40/ Mills E.: "Architects Detail, Sheets", London 1961 r.
- 41/ Majkowski K.: "Podstawy teoretyczne techniki Światłowej" W-wa 1953 r.
- 42/ Michalska A.: "Zdrowie psychiczne", Warszawa 1964 r.
- 43/ Neufert E.: "Bauentwurflehre" Verlag Ullstein 1964 r.
- 44/ Nowakowski T., Radwański Z.: "Oświectlenie wnętr Światłem dziennym" Warszawa 1952 r.
- 45/ Noyes E.: "Office Building in Arlington" Arts. & Architecture, October 1964 r.
- 46/ O'Brien P.T. i J.A. Howard: "Analogue and Digital Computer of Daylighting Problems", 1959 r.
- 47/ Peter J.: "Aluminium in Modern Architecture", Reinhold 1956 r.

- 48/ Pamicki - Pudełko: "Budownictwo Starożytnej Grecji" Cassell  
neum, 1962 r.
- 49/ Piechotkowie W. i K.: "Bódnice drewniane" WB i A, W-wa 1957 r.
- 50/ Pether B.: "Transactions of the Illuminating Engi-  
neering", London 1954 r.
- 51/ Persitz A.: "D'Aujourd'hui", rocz. 1954.
- 52/ Peusner N.: "An Outline of European Architecture",  
1963 r.
- 53/ Rosenfield I.: "Hospitals Integrated Design", Reinhold  
N.Y. 1956.
- 54/ Radwański Z.: "Oświetlenie dzienne" Technika Światła  
Warszawa 1960 r.
- 55/ Rieber M.H.: "Det Besjelede Rom", Buggekunst Nr. 7,  
1961 r.
- 56/ Sanchez-Arcas H.: "Form und Bauweise der Schulen", Berlin  
1961.
- 57/ Siegel C.: "Formy strukturalne w nowoczesnej archi-  
tekturze" Arkady, Warszawa 1964 r.
- 58/ Smith K.: "The New Architecture of Europe", 1962.
- 59/ Singer J.: "Tworzywa sztuczne w budownictwie", Ar-  
kady, Warszawa 1958 r.
- 60/ Szczeniowski Sz.: "Fizyka doświadczalna" PWN 1954 r.
- 61/ Sienicki S.: "Historja architektury wnętrz mieszkal-  
nych", Warszawa 1954 r.
- 62/ Strzeniecki W.: "Teoria widzenia", 1958 r.
- 63/ Scott J.: "A Dictionary of Building", 1964.
- 64/ Scully V.: "Makers of Contemporary Architecture"  
1963.
- 65/ Twarowski M.: "Słońce w architekturze", Arkady 1962 r.
- 66/ Turner DP.: "Daylight Advisory Service" Industrial  
Architecture 1963.
- 67/ Tornoja E.: "Logik der Form", München Callwey 1961.
- 68/ Tenko A.: "School of Future", Arch. Forum 1959.
- 69/ Wiger R.: "Vindeur" 1963.
- 70/ Wright F.L.: "The Future of Architecture" 1963.
- 71/ Wallis H.: "Dzisiejsze zwierciadła i jego rola w róż-  
nych dziedzinach kultury".
- 72/ Wasztho: "Lexikon der Baukunst".
- 73/ Zielinski J.: "Wiedomości z higieny pracy" W-wa PWT
- 74/ Zenowicz T.: "Polskie projekty w konkursie na Monte-  
video", Architektura Nr. 10, 1959 r.

K A T A L O G

przykładów służących za podstawę do opracowania ideogramów.

Ideogr.Nr.1. - Źródła przykładu I.

- A. /Wytworzenie intymności/ - Przykład z domku w Rabat, arch. Edouard Delaport, Forum 54.
- B. Centrum szkolne w Teksasie, arch.Caudill - patrz "Architectural Forum" tom III 1-3, 1959, str.89. /Ekren ustawiony w stosunku do ulicy w celach stworzenia pewnej izolacji wizualnej
- B. Barcelona - pawilon niemiecki wystawowy w r.1929, arch L.Mies van der Rohe, J.Benevolo: "Storia dell' Architettura Moderna, wyd.Laterza 1960 I,II, str.551.

Ideogr.Nr.2. - Źródła przykładu

- A. Sejm w Warszawie, B.Pniewski /znany z autopsji/.
- B. Pawilon norweski w Brukseli, arch.Sverre Fehn - patrz"Byggekunst" Nr.7, 1960, str.39.
- C. Szkoła autora Paul Rudolph, arch.F.Maj 1960, str.100.

Ideogr.Nr.3 - Brak przykładów /szkie autora/

Ideogr.Nr.4 - Brak przykładów /szkie autora/

Ideogr.Nr.5 - Źródła do przykładu

- A. Klinika w Dallax - Texas, autorzy: Thomas E.i Woodward, patrz "Architectural Design Preview USA", John Dixon, str.131.
- B. Kryptyka w kościele św.Antoniego w Huertas, Meksyk r.1956. arch.Enrique de la Mora i Fernando Lopez Camona, patrz Calin Faber "Candela the Shell Builder, Reinhold Nr.4,r.1963 str.179.
- C. Krypta w Bayale przy via Ardentine. Autorami są:Aprille Calcaprina, Cardelli Fiorentino i Perugini, patrz A.A.rocs.53.

Ideogr.Nr.6 - Źródła do przykładu: Kościół aut.Saarinen. Kaplica w Bostonie, patrz "Arkitekten" Nr.8, 1962, str.4.

Ideogr.Nr.7 - Brak przykładów / szkic autora/

Ideogr.Nr.8 - Brak przykładów / " " /

Ideogr.Nr.9 - Brak przykładów / " " /

Ideogr.Nr.10 - Brak przykładów / " " /

Ideogr.Nr.11 - Kościół w Ann Arbor Michigan, arch.Birkerts i Straub patrz "Architectural Design Preview USA", John Dixon.

Ideogr.Nr.12 - Kaplica Uniwersytetu w Sussex, arch.Basil Spence, patrz "The Architect Building News" Nr.19, str.777.

Ideogr.Nr.13 -

A. Magazyny w Basel Szwajcaria "Burckhardt Office", arch.J. Ochsner, str.310.

B. Biurowiec Rządowy, Erling Viksjø, arch.Oslo 197, patrz G.E.Kidder Smith "The News Architecture of Europe", wyd.USA 1962.

C. Wyższa szkoła w St.Paul Minnesota, arch i inż.Bergsted, Hirsch Wahlberg i Wold. - patrz "Architectural Design Preview USA", John Dixon, Reinhold, str.41.

Ideogr.Nr.14 -

A. Centrum w Oslo, arch.Nielva - patrz "Norske Arkitekt Konkurranser", "Arkitektnytt" Nr.5, 1963.

Ideogr.Nr.15 - Audytorium Indianapolis Indiana, arch.John W. Johansen i Evans Woollen - patrz "Architectural Design Preview USA" John Dixon Reinhold, str.56.

Ideogr.Nr.16 - Sarasota Florida, Wyższa szkoła, arch.Paul Rudolphs, /osłony zewnętrzne przed klasami dla rozprosz. promieni słonecznych/. "Architectural Forum", luty 1959, str.78.

Ideogr.Nr.17 - R.Pietila "Finski pawilon w Brukseli 58 r.", patrz Bauen + Wohnen Nr.6, 1964, str.215.



Ideogr. Nr. 18 - Patrz przykład: Pawilon wstykański na wystawie bruk  
selekiej i inne.

Ideogram Nr. 19 - Pawilon norweski w Biennale w Wenecji, arch. Sverre  
Fehn "Aujourd'hui" Nr. 38, rocznik 1962.

Ideogr. Nr. 20 - Sala restauracyjna hotel "Cracovia", aut. W. Cenckie-  
wicz, znane z autopsji

Ideogr. Nr. 21 - Kościół w Krystiansund, Norwegia, arch. Odd Østbye,  
znane z autopsji - patrz Byggekunst, r. 1964.

Ideogr. Nr. 22 - Brak przykładów / szkic autora /

Ideogr. Nr. 23 - Brak przykładów / szkic autora /

Ideogr. Nr. 24 - Brak przykładów / szkic autora /

Ideogr. Nr. 25 -

A. Szkoła Arne Jacobsen, Munkegard - Kopenhaga - patrz "The  
News Architecture of Europe", aut. G. E. Kidder Smith, str. 255

B. Lars Malm, Sztokholm - szkoła, patrz "SAIR", Per Axel Ek-  
holm Göteborg - szkoła, patrz "SAIR".

Ideogr. Nr. 26 - Brak przykładów / szkic autora /

Ideogr. Nr. 27 - Brak przykładów / szkic autora /

Ideogr. Nr. 28 - Izba w Setesdal, Norwegia - patrz J. Feiner "Sprzęt  
użytkowy norweski", Polit. Krakowska, zeszyt naukowy  
Nr. 16, 1963 r.

Ideogr. Nr. 29 - Kaplica w Hayside USA, arch. Paul Kirk - patrz "Ar-  
chitectural Forum" August 1962, str. 108.

Ideogr. Nr. 30 - Havens Haus, San Francisco, arch. Maxwell Harris,  
/przeprowadzenie dwóch skośnych płaszczyzn do wnętrza dla odbicia promieni słonecznych wschodnich i  
zachodnich/ "Forms and Function of Twentieth-Century  
architecture", T. Hamlin, tom I.

Ideogr. Nr. 31 - Namiet sali koncertowej w Melbourne, A.A.R. 1960.

- Ideogr.Nr.32 - Brak przykładów /zskic autora/  
Ideogr.Nr.33 - Brak przykładów /zskic autora/  
Ideogr.Nr.34 - Brak przykładów /zskic autora/  
Ideogr.Nr.35 - Pawilon Philipsa na wystawie brukselskiej la Corbusiera.  
~~Ideogr.Nr.36 - Brak przykładów /zskic autora/~~  
Ideogr.Nr.36 - Dom własny Horiaki Kurokawa, A.F.August 1960, str. 126.  
Ideogr.Nr.37 - Kościół Jerry Cander, Ryszard Ścigacz i Krzysztof Dougiakło - patrz "Architekten", Nr.8, 1962.  
Ideogr.Nr.38 - A.Lafayette Louisiana, arch.Burk LeBreten i Lanontia /eliminacja południowo-zachodniego skłosa/ dom studencki biblioteka str.124, F.A.1959, 110 r.4-6.  
B. Ibadan Nigeria - patrz "Architects Detail, Sheets", autor Edward D.Hills, London 1961 /ruchome ramy w promieni w biurowcu/, str.197.  
C. Kościół w Borku Fałęckim, Kraków.  
D. Szpital w Wuoming, arch.A.Quincy Jones i zespół - patrz "Architectural Design Preview USA" John Dixon, str.129.  
E. Dom studencki koło Sztokholmu, arch.Anders Tenboon A.F. styczeń 1960, str.155 /Centrala Światła/.  
Ideogr.Nr.39 - Całona elewacyjna dla garaży. Arch.Albert Kohn, patrz A.F.August 1960, str.107.  
Ideogr.Nr.40 - Brak przykładów /zskic autora/  
Ideogr.Nr.41 - Amsterdam H.F.Duintjer, kościół Opstanding - patrz G.W.Kidder Smith "The New Architecture of Europe" str.27.  
Ideogr.Nr.42 - Konkurs na bazylikę w Algierze, arch.P.Herbe i I. le Couteur - patrz L'architecture d'aujourd'hui, nrzec 1956, str.XIII.

Ideogr.Nr.43 - Kościół w Royan Francja, arch.G.Gillet i M.Hebrard  
/patrz jak wyżej str.21/.

Ideogr.Nr.44 - Kaplica w Norwarte Mekayk, 1954-55, proj.Candela,  
patrz Colin Faber "Candela": "The Shell Builder",  
Reinhold N.4. 1963, str.82.

Ideogr.Nr.45 - Szpital w Rio Piedras Puerto Rico, arch.Isadore  
Rosenfield /zadanie dsiedziaca/ - patrz "Progre-  
sive Architecture", December 1949, albo Isadore Ro-  
senfield "Hospitals Integrated Design", N.Y.Rein-  
hold 56, str.256, Fig.227.

Ideogr.Nr.46 - Budowa centralnej dzielnicy "Karl Johan", arch.  
Hakon Njelve Oslo - patrz "Norske Arkitektkonkuran-  
ser" "Arkitektnyt", Nr.5, 1963.

Ideogr.Nr.47 - Brak przykładów /skic autora/

Ideogr.Nr.48 - Niewustalonym przykładem może być miana kaplica Ron-  
champs Corbusiera.

Ideogr.Nr.49 - Bank w Stavanger, arch.Geir Grung Oslo - patrz  
"Norske Arkitektkonkuranseer" "Arkitektnyt" Nr.4,  
1959, str.6.

Ideogr.Nr.50 - Szkoły w Sarasota California, proj.Paul Rudolph -  
patrz "Architectural Forum" vol.III.1959,Nr.4-6,  
str.112.

Szkoła w San Francisco "Szkoła przyszłości", arch.  
John Lyon, Reid, Arch.For.vol.III,r.1959,Nr.4-6,  
str.126.

Ideogr.Nr. Szkoła w Berkeley Missorr, arch.Hellmuth, Obata,  
Kassabaum, str.40 "Architectural Design Preview USA"  
John Dixon.

Ideogr.Nr.51 - Brak przykładów /skic autora/

Ideogr.Nr.52 - Oświetlenie wielkiej sali konferencyjnej w Banku  
Narodowym, proj.prof.B.Fniewskiego, znane z autopy

Ideogr.Nr.53 -

- A. Biblioteka w Viipuri Alvara Aalto - - patrz "Alvar Aalto"  
Frederick Guthrie, N.Y. 1960.
- B. Muzeum instytutu Munson's Utica N.Y. "Architectural Forum",  
grudzień 1960, str.91, arch.Philip Johnson i zespół.

Ideogr.Nr.54 - Projekt arch.de Pol Abraham - patrz A.A.maj 1956.

Ideogr.Nr.55 -

- A. Le Corbusier, National Museum of Art, Tokyo Ueno Park -  
patrz "Architectural Forum", rocz.1959,Nr.4-6, str.104.
- B. Wyższa forma powtórzona rytmicznie.  
Audytorium w Monte-Wideo, arch.F.Zenowicz, W.Bohdziewicz,  
B.Banaszowski, T.Korczyński i K.Szewczykowski. Praca wy-  
różniona na konkursie międzynarodowym - patrz "Architektu-  
ra" 10, 1959, str.461.

Ideogr.Nr.56 - Batass w Bat-Yam, arch.Alfred Heuman - patrz "L'Ar-  
chitecture D'aujourd'hui", jun, juillet 1964,Nr.115,  
str.72.

Ideogr.Nr.57 - Muzeum sztuki nowoczesnej w Kopenhadze "Luisiana",  
autor Nöhlert Boo, przykład znany z autopsji.

Ideogr.Nr.58 - Klasztor Dominikanów w Le Tourette, arch.Corbusier,  
patrz "Byggekunst" Nr.7, 1951, str.216.

Ideogr.Nr.59 - Sala do ekspozycji malarstwa w Szkole Sztuk Plastyc-  
nych w Georgia USA, projektowana przez Alberta Khan.

Ideogr.Nr.60 - Okna w piwnicach Pałacu Krzysztofory, Kraków, znane  
z autopsji.

Ideogr.Nr.61 - Brak przykładów /znane autorem/

Ideogr.Nr.62 - Brak przykładów /znane autorem/

Ideogr.Nr.63 - Powszechnie znany Grób Agamemnona.

Ideogr.Nr.64 - Wyższa Szkoła w Michigan, arch.Douglas Mac Arthur -  
patrz "Architectural Forum" - August 1963, str.63.

- Ideogr.Nr.65 - Etruski Grób w Corneto "A history of architecture"  
Banister Fletcher, str.181, rys.6.
- Ideogr.Nr.66 - Baptysterium w Fizie - patrz: Banister Flecher,  
"A history of architecture" Univers.of London, str.  
314.
- Ideogr.Nr.67 - Architekci Vittorio Gandolfi i Mario Righini z Me-  
diolanu. Rozwiązanie konkursowe na kościół w Siracu-  
sa, patrz "Fede e Arte", Nr.7,8,9 - 1957, str.287.
- Ideogr.Nr.68 - Architektura prymitywna - przykłady z Kamerunu nad  
jeziorem Czad - patrz "Byggekunst" Nr.2, 1964, str.  
34.
- Ideogr.Nr.69 - Kościół w Hartford, Connecticut, arch.Victoe Lundy,  
patrz "Architectural Design Preview USA" John Dixon  
str.153.
- Ideogr.Nr.70 - Kościół La Madonna della Lacrime w Siracusach, arch.  
Michel Andreault i Pierre Farat, patrz "Fede e Arte"  
Nr.7-8-9, sierpień 1957.
- Ideogr.Nr.71 -
- A. Świątynia Amonin, lokaliz.Massachusetts Pittsfield, arch.  
Blatner Williams, "Architectural Design Preview USA", aut.  
John Dixon, str.162.
  - B. Supermarket Detroit Michigan, arch.Birkets, Straub "Archi-  
tectural Design Preview USA", aut.John Dixon, str.183.
  - C. Na formie półkuli ta sama idea /hala we Wrocławiu, zbudo-  
wana w latach 1912.13 przez Max Berg./
- Ideogr.Nr.72 - Museum Sztuki Nowoczesnej Caracas Wenezuela, arch.  
Oscar Niemeyer, patrz "Architectural Design" Nr.4,  
1956, albo "Architektura" Nr.7, 1956, str.239.
- Ideogr.Nr.73 - Audytorium przy pomniku Montewideo, projekt grupy  
T.Zenowicz, W.Bohdziewicz, B.Banaszewski, T.Kor-  
czyński, K.Szewczykowski - patrz "Architektura",

Nr.10, 1959, str.461.

Ideogr.Nr.74 - "Arkitekten" Nr.8, 1962, str.47.

Ideogr.Nr.75 - Pomnik pomordowanych Żydów w Paryżu, autorzy G.Goldberg i A.Feestsitz - patrz A.A. 1957, str.45.  
Kościół w Seattle, proj.Kirk, Wallace i zespół - patrz "Arts i Architecture", september 1963, str.29

Ideogr.Nr.76 - Brak przykładu /szkie autora/

Ideogr.Nr.77 - Brak przykładu /szkie autora/

Ideogr.Nr.78 - Klasztor Dominikanów w La Tourette, Le Corbusier - patrz "Byggekunst" Nr.7, 1961, str.218 i 219.

Ideogr.Nr.79 - Szpital w Monterey, arch.Edward Durell Stone, patrz "Architectural Forum", October 1962, str.10,111.

Ideogr.Nr.80 - Dom zabaw, Meksyk, San Angel, arch. Juan O'Gorman, 1956 - patrz "Phantastische Architektur" Ulrich Conrad, Hans G.Sperlich, Stuttgart 1960.

Ideogr.Nr.81 -

A. Śląskie planetarium, arch.Zb.Solawa, "Architektura" Nr.6, 1956, str.173.

B. Kościół w Oriveri Finlandia, architekci Kaaja i Heikki Siiren - patrz "Architectural Forum", grudzień 1962, str.87.

Ideogr.Nr.82 -

A. Kościół Hasloch am Main, arch.Hans Schödel - patrz G.E.Kidder Smith "The New Architecture of Europe".

B. Kościół Iglesia de la Coronacion w miejscowości Calle de Bulegio Sarden, Vitoria, arch.Miguel Fisac - patrz G.E.Kidder Smith "The New Architecture of Europe".

Ideogr.Nr.83 - Brak przykładu /szkie autora/

Ideogr.Nr.84 - Brak przykładu /szkie autora/

Ideogr.Nr.85 - Kościół na konkurs w Danii, Chr.Højer, Tyge Arnfred  
Ten sam temat i to samo źródło - Otto Bauer-Nielse

Chio USA, patrz Arkitekten Nr.8, 1962.

- Ideogr.Nr.86 - O.Niesayer 1958, Brasilia - Kaplica, patrz Benerolo "Storia Dell'architettura Moderna", Wyd.Laterza 1960 I.II, str.991.
- Ideogr.Nr.87 - Kościół presbiteriański, arch.Roges T.Johnson Minnesota - patrz "Architectural Forum", maj 1961, str.53
- Ideogr.Nr.88 - Kościół fiński w Tampere, arch.Reima Pietila A.S., grudzień 1961 r., str.156.
- Ideogr.Nr.89 - Znany przykład Panteonu Rzymskiego.
- Ideogr.Nr.90 - Przykłady powozachale znane.
- Ideogr.Nr.91 - Brak przykładu / szkic autora/
- Ideogr.Nr.92 - Brak przykładu / szkic autora/
- Ideogr.Nr.93 -
- A. Panthéon Paryski, Soufflot 1757-90 "Forms and Function", str.548, rys.48.
- B. Projekt sali senatu w Banku warszawskim, arch.Schröger, patrz "Architektura" 4-wa 1952, Nr.7-8, str.178.
- Ideogr.Nr.94 - Katedra św.Pawła w Londynie, Sir Christopher Wren - patrz rys.48, str.548 "Forms and Function", tom I, Talbot Hamlin, N.Y.1952.
- Ideogr.Nr.95 - Brak przykładu / szkic autora/
- Ideogr.Nr.96 - Brak przykładu / szkic autora/
- Ideogr.Nr.97 - Brak przykładu / szkic autora/
- Ideogr.Nr.98 - Stadion sportowy w Kuala Malaya, proj.arch.S.E.Jenkes, patrz. A.P.September 1963, str.101.
- Ideogr.Nr.99 - Brak przykładu / szkic autora/
- Ideogr.Nr.100 - Hale sportowe we Wrocławiu, autor Max Berg - patrz "History of Architecture" sir Benister Fletcher 1961.
- Ideogr.Nr.101 - Brak przykładu / szkic autora/

Ideogr.Nr.102 - Brak przykładu /słkie autora/

Ideogr.Nr.103 - Brak przykładu /słkie autora/

~~Ideogr.Nr.105 - Brak przykładu /słkie autora/~~

Ideogr.Nr.104 - Corbusier - kaplica Ron Champs.

Ideogr.Nr.105 -

A. Kościół na konkurs w Danii, arch.I.O.Sperreckelsen z zesp.  
patrz "Arkitekten" Nr.8, 1962.

B. Zbliżony John Johansen, kościół w Norwich Connecticut,  
"Arkitekten" Nr.8, 1962.

Ideogr.Nr.106 - Brak przykładu - /słkie autora/

Ideogr.Nr.107 - Brak przykładu - /słkie autora/

Ideogr.Nr.108 - Pałac sportowy w Maysie, autor Pier Luigi Nervi,  
patrz "Pier Luigi Nervi", autor Ada Louise Huxtable,  
N.Y.1960.

Ideogr.Nr.109 - Hala handlowa w Soaux, Francja, arch.Michel An-  
drault - patrz "Architectur aujourd'hui", 1956,  
str.XIII maj.

Ideogr.Nr.110 - Muzeum Sztuki Nowoczesnej, Francuska Riviera  
"Forum" 1964 styczeń.

Ideogr.Nr.111 - Kościół Florencja, arch.Giovanni Michelucci  
"Forum" 1964 styczeń.

Ideogr.Nr.112 - Shrine Chapel of Our Lady w Orchard, arch.Walter,  
J. Różycki "Forum" 1964 styczeń.

Ideogr.Nr.113 - Radhurst Center /Dom towarzyszy/, arch.Victor Gruen  
patrz "Architectural Forum", November 1962, st.108

Ideogr.Nr.114 - Projekt architektoniczny Enrique de la Mora i Fer-  
nando Lopez Carmona, projekt konstrukcyjny, Candel  
Bank - dział wymiany waluty w Calle Uruguay -  
patrz Colin Faber Candelas: "The Shell Builder",  
str.129 i 130.