

Marian BIETKOWSKI

#### ZASTOSOWANIE SIATEK PERSPEKTYWICZNYCH DO WYZNACZANIA CIENI I ODBIĆ ZWIERCIADLANYCH W PERSPEKTYWIE STOSOWANEJ

**Streszczenie.** Po wstępnym omówieniu trudności związanych z wyznaczeniem Cieni oraz odbić zwierciadlanych w perspektywie stosowanej wg pozycji literaturowych wskazano na niekorzystną dwuetapowość w rzucie środkowym. Najpierw wyznacza się w sposób pośredni perspektywę, a następnie konstruuje na obrazie perspektywicznym w sposób bezpośredni cienie lub odbicia zwierciadlane. Ogranicza to w sposób poważny działania w praktyce inżynierskiej.

Zaproponowany przez Autora sposób posługiwania się siatkami perspektywicznymi przesuwając ciężar rozwiązania zadania na rzuty prostokątne, czyli obszar dokumentacji technicznej bezpośrednio.

Korzyści płynące z proponowanej metody, poza jej "dostępnością", to: przyspieszenie czasu wykonania zadania, swobodne skalowanie wielkości obrazu perspektywicznego, zwiększenie dokładności opracowania konstrukcji oraz możliwość wstępnej oceny wyniku - już podczas konstruowania.

#### Wstęp

Wyznaczanie cieni oraz odbić zwierciadlanych w zwierciadłach płaskich realizowane jest wg większości podręczników [3, 4] w dwu etapach. Wpierw wyznacza się (najczęściej w perspektywie stosowanej) opierając się na dokumentacji technicznej - projekcie - obraz perspektywiczny. Następnie na tym obrazie wyznacza się (najczęściej bez udziału dokumentacji) cienie lub odbicia zwierciadlane. Przyzwyczajają się w ten sposób nauczanego do częściowego pomijania informacji zawartych w rzutach prostokątnych, sankcjonuje niejako wybór "jakiegoś" oświetlenia lub "jakiegoś" zwierciadła, bez konsekwentnego uwzględniania racji technicznych. Można wskazać tutaj na pewną niekonsekwentność postępowania: wyznaczanie perspektywy bezpośrednio-pośredniej. Z uwagą taką można się spotkać u bardziej wnikliwych słuchaczy.

Celem artykułu jest wskazanie na możliwości przesunięcia trudności rozwiązania zadania w obszar rzutu prostokątnego, gdzie technik, a do takiego należy niewątpliwie zaliczyć architekta, dokonuje decyzji projektowych. Posłużenie się ilustracjami zaczerpniętymi z wymienionych pozycji literaturowych ma na celu wskazanie utrudnień konstrukcyjnych związanych z odwzorowa-

niem, dla wyraźniejszego uzasadnienia proponowanych sposobów postępowania. Omawiając problematykę wskazaną w tytule - Autor pragnie uzupełnić pewien fragment tematu, którego powiązanie z rzutami prostokątnymi, w ujęciu podręcznikowym z przyczyn zrozumiałych, nie było dotąd wyraźnie omawiane.

W artykule wskazano także na te ułatwienia konstrukcyjne oraz dokładności, które osiąga się zarówno przy wyznaczaniu cieni, jak też odbić zwierciadlanych przy posługiwaniu się siatkami perspektywicznymi.

## Cienie

Na wstępie wymienione zostaną utrudnienia występujące przy wyznaczaniu cienia sposobami wskazanymi w pozycjach literaturowych:

1. Przy wyznaczaniu cienia poprzestaje się zazwyczaj na "uplastycznieniu obrazu", przyjmując, dogodnie dla konstruktora, kierunek promieni świetlnych, zazwyczaj słonecznych. Spowodowane to jest najczęściej trudnością przeniesienia określonego kierunku „ $k$ ” światła wyznaczonego w rzutach prostokątnych do rzutu środkowego.

Na rys. 1a pokazano wyznaczenie cienia odcinka  $AA_1$  dla dwu przypadków (dwu różnych godzin), przy określonym położeniu kierunku północy  $N$  (wg poz. [5]). Kąty  $\alpha_1$  i  $\alpha_2$  związane są z realiami przestrzenno-czasowymi opracowanej dokumentacji. Poglądowe przeniesienie danych z rzutu prostokątnego do rzutu środkowego pokazano na rys. 1b, dla wyznaczenia punktu słonecznego, przy określonym położeniu oka obserwatora.

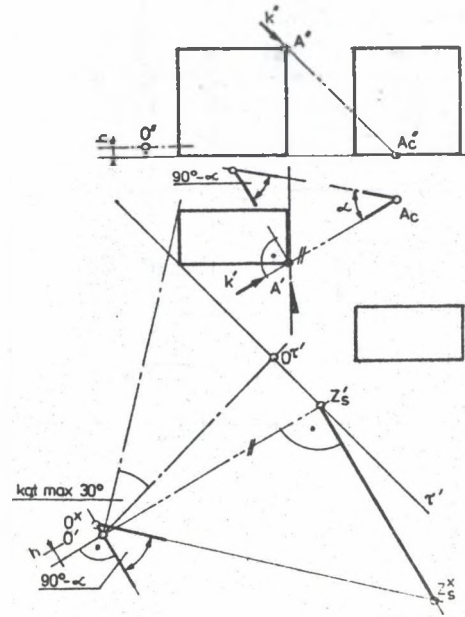
Bezpośrednie, konstrukcyjne przeniesienie danych wartości kątowych  $\alpha$  i  $\beta$  z rzutów prostokątnych do rzutu środkowego podano na rys. 2. Głębokość tłowa  $\sigma$  oraz wysokość oka „ $h$ ” zostały przyjęte przy określonej relacji obserwator-obiekt. Oko zostało przyjęte tak, aby obraz znalazł się w kole dobrego widzenia. Warto zwrócić uwagę, że przy przyjętym oświetleniu „od obserwatora” oraz podanej głębokości tłowej odcinek  $Z_S Z'_S$  charakteryzuje się znaczną długością i może powodować utrudnienie przy wyznaczaniu cieni.

2. Przy wyznaczaniu cieni w rzucie środkowym wykorzystuje się rzuty prostokątne punktów rzucających cień. Aby uzyskać dostateczną dokładność, niedozwolone jest posługiwanie się dostatecznie wysoko położoną linią horyzontu.

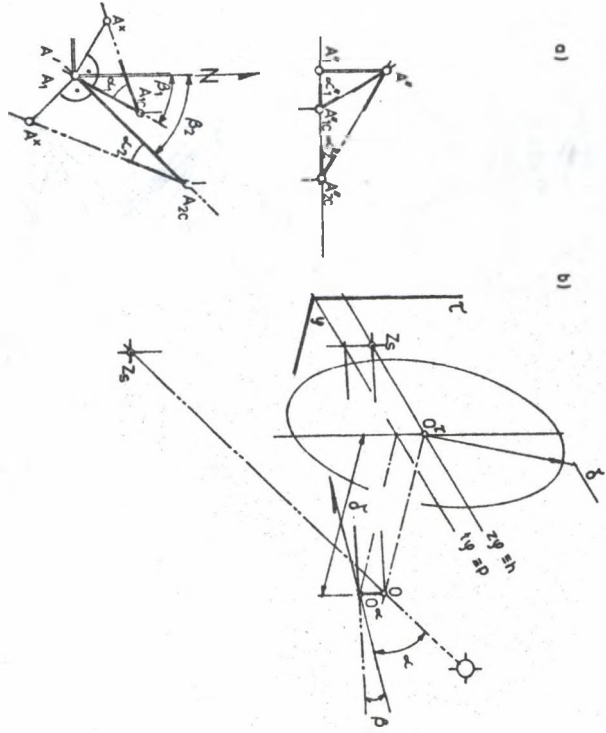
Warto zwrócić uwagę na konieczność zastosowania częściowych śladów zbiegu, a w konsekwencji - podziałek perspektywicznych.

3. Wyznaczanie punktów charakterystycznych (por. rys. 3a: cienie punktów  $A$  i  $B$ , rys. 3b - cienie punktów  $G$ ,  $N$ , rys. 3c - cienie punktów 1 i 4); o wiele dokładniej wyznacza się je w rzutach prostokątnych niż w środkowych. W szczególności wtedy, gdy punkty te są położone w niewielkiej wzajemnej odległości.

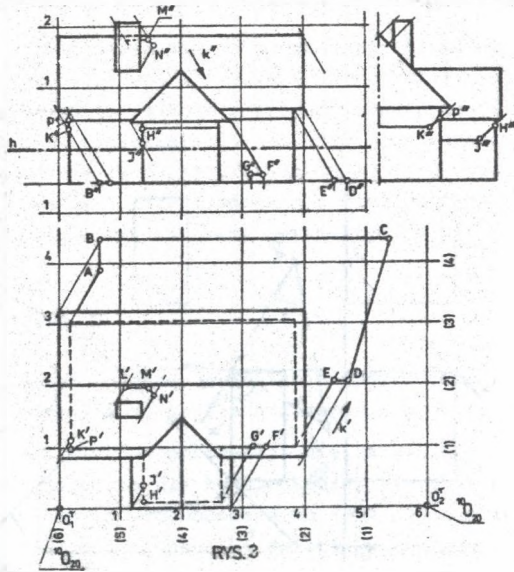
Dla usunięcia lub zmniejszenia niedokładności wskazanych wyżej proponuje się rozwiązywanie wyznaczania cieni przy zastosowaniu siatek perspektywicznych, a co się z tym wiąże:



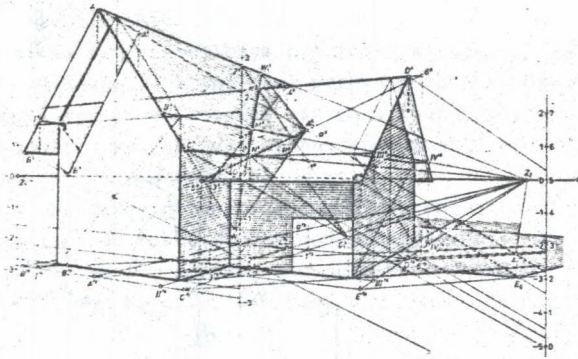
Rys. 2



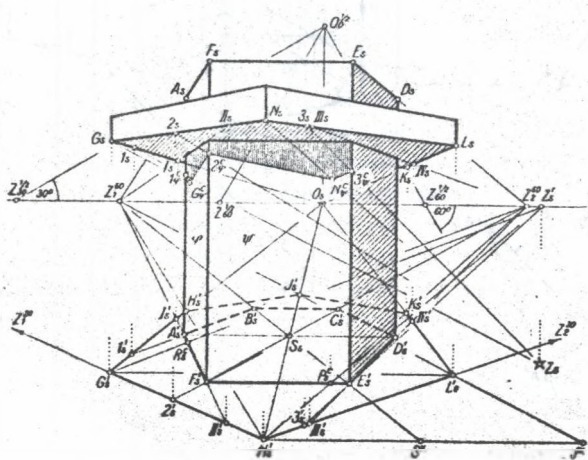
Rys. 1

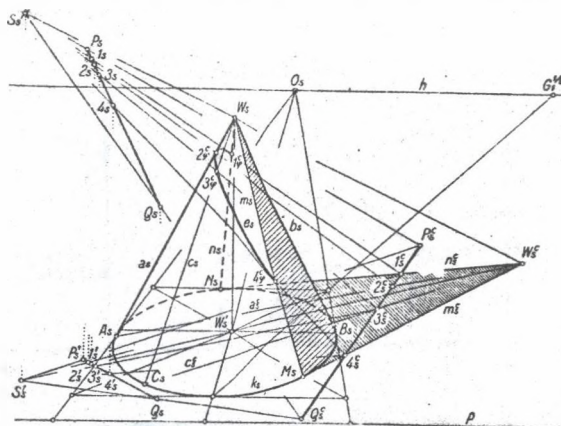


RYS. 3a



RYS. 3b





RYS. 3c

Rys. 3a,b,c. Na rysunkach podano przykłady wyznaczania cieni [3, 4]. Dla uzyskania dostatecznej dokładności przy wyznaczaniu punktów charakterystycznych posłużono się wysokim położeniem oka (na rys. 3a, na wysokości niższej linii okapowej)

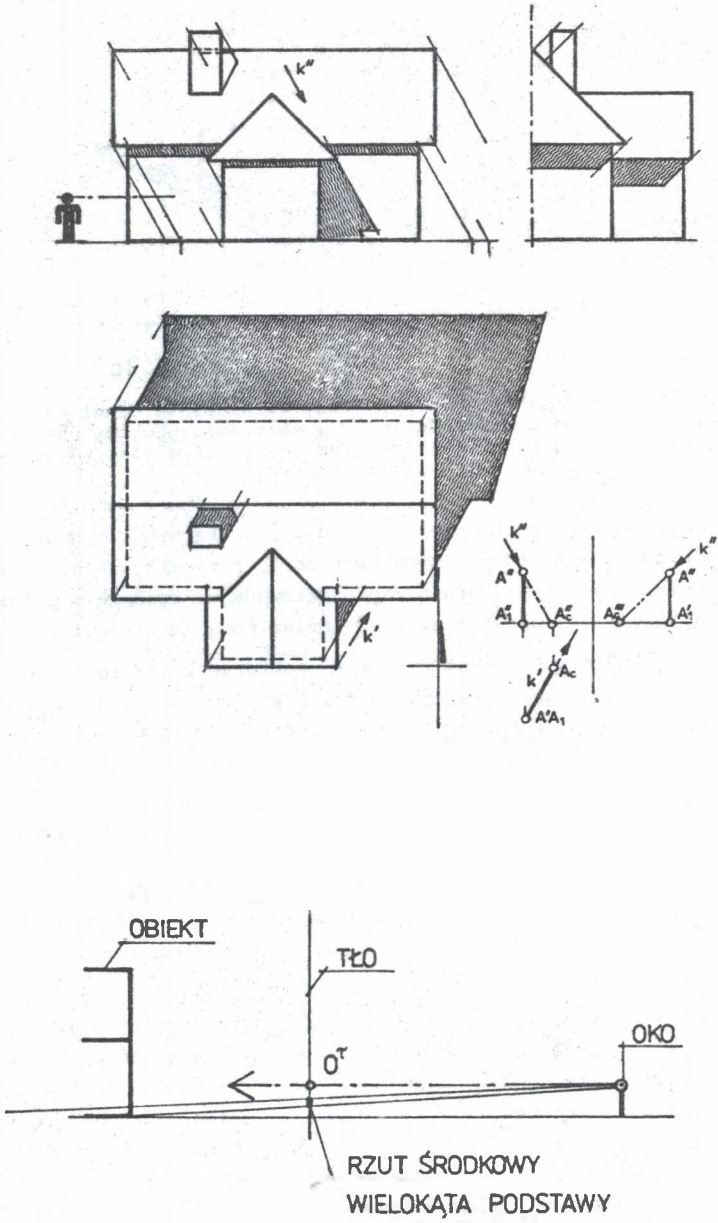
- w pierw należy wyznaczyć cienie w rzutach prostokątnych, a następnie tych rzutów, na podstawie których opracować obraz perspektywiczny, w którym wystąpi perspektywa odpowiednio zaprojektowanego, zgodnie z położeniem (sytuacją) obiektu i cieni z uwzględnieniem pory roku i dnia,

Prosty przykład obiektu - na rys. 4 - na którym wyznaczono cienie zgodnie z [5], przyjęto dwa stanowiska obserwacji dla wyznaczenia dwu różnych obrazów, pozwala ocenić czytelnikowi proponowane korzyści. Rysunek 4 wykonano dwukrotnie, pokazując na rys. 5 - jego opracowanie graficzne, etap często stosowany w pracy architekta.

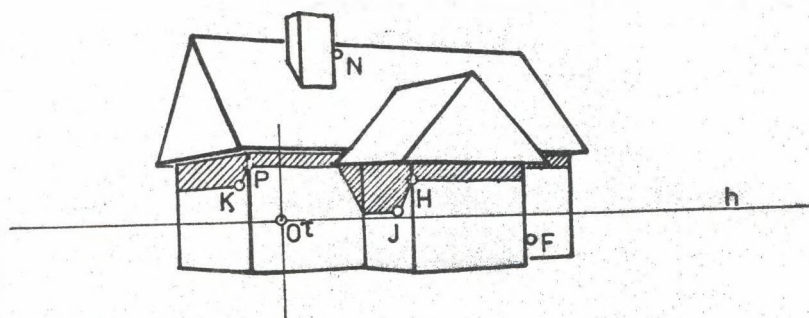
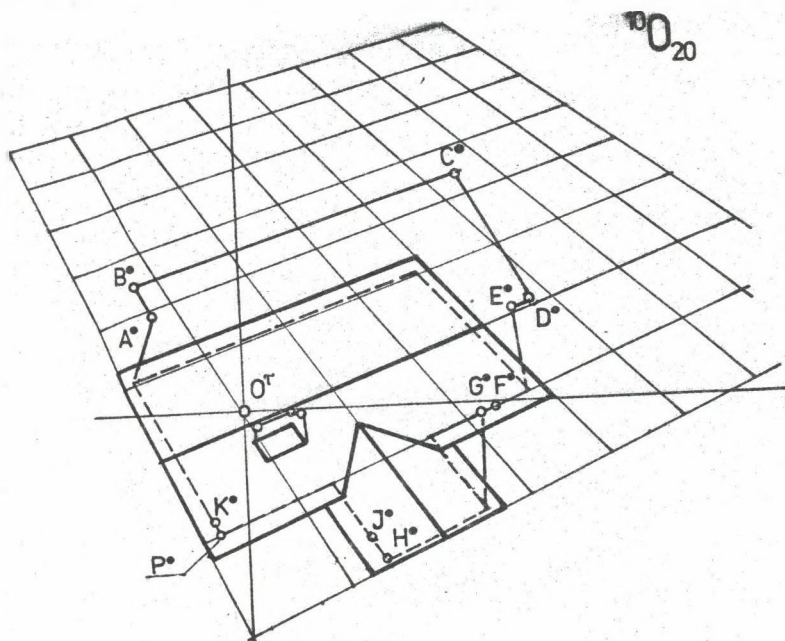
Dla lepszego prześledzenia zalet stosowania siatek - przy opracowaniu perspektywy z cieniami, pokazano wyznaczenia perspektyw rzutu obniżonego dla obu położzeń obserwacji [1, 2] jako pierwszy etap - na rysunkach 6a i 7a.

Na rysunkach 6b i 7b podano opracowania perspektyw obiektu z dwu stanowisk obserwacji, wraz z perspektywą cieni. Analiza rysunków 6a i 7a pozwala dostrzec i ocenić korzyści metody:

- dokładność naniesienia, perspektyw punktów charakterystycznych,
- ocenę potrzeby i możliwości dalszego konstruowania rysunku (gdy widać, że na obrazie perspektywicznym - przy założonym stanowisku obserwacji nie będą zarejestrowane interesujące nas elementy, można zaniechać wyznaczania dalszego etapu),
- wielkość obrazu perspektywicznego - co opisano szczegółowo w poz. [1, 2] - określana wielkością modułu M, ustalana jest przez konstruktora obrazu perspektywicznego, doбором siatki kwadratów na rzutach podstawowych,

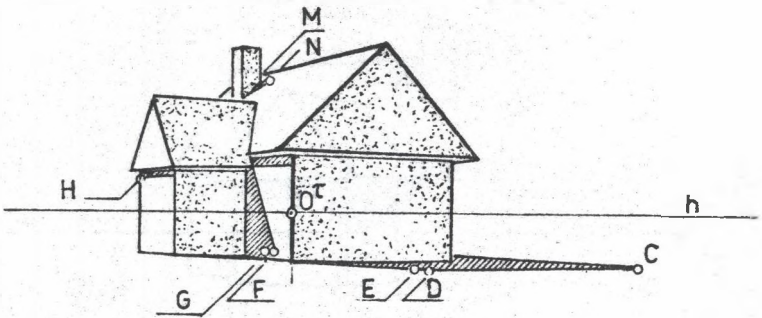
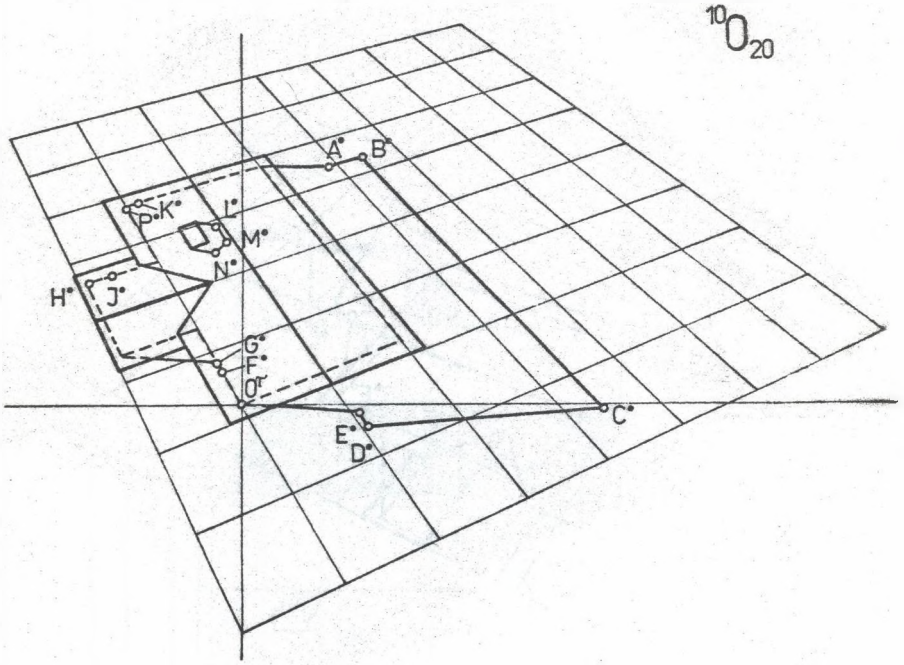


Rys. 4 1 5



(PORÓWNAJ RYS. 3)

Rys. 6a i 6b



[PORÓWNAJ RYS.3]

Rys. 7a, b

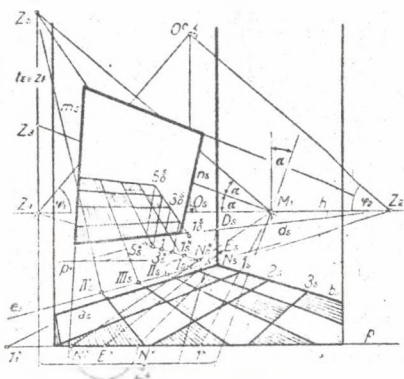


- możliwość oceny pogładowości obrazu perspektywicznego, wyłącznie na podstawie perspektywy rzutu obniżonego, bez konieczności bezpośredniego sytuowania położenia obserwatora na rzucie poziomym. Pokazano to na rysunkach: 1 - dobór położenia obserwatora-oka oraz rys. 6 i 7 perspektywy rzutów obniżonych. Posłużono się tutaj dla łatwiejszej oceny tylko jedną z 20 możliwych siatek oraz tą samą wielkością modułu  $M$ .

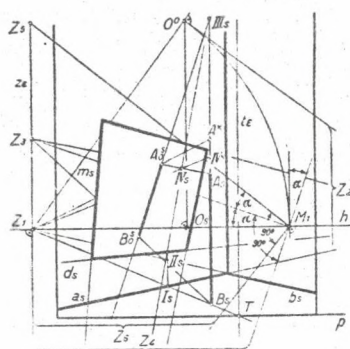
Warto podkreślić, że korzyści płynące z wykorzystania siatek rosną wraz ze złożonością opracowywanego obiektu oraz proporcjonalnie do biegiłości, wynikającej z rutyny.

### Odbicia zwierciadlane (w zwierciadłach płaskich)

Utrudnieniami, z którymi spotykamy się przy wyznaczaniu perspektyw odbić zwierciadlanych, widoczne na cytowanych z literatury rysunkach [3, 4], są:

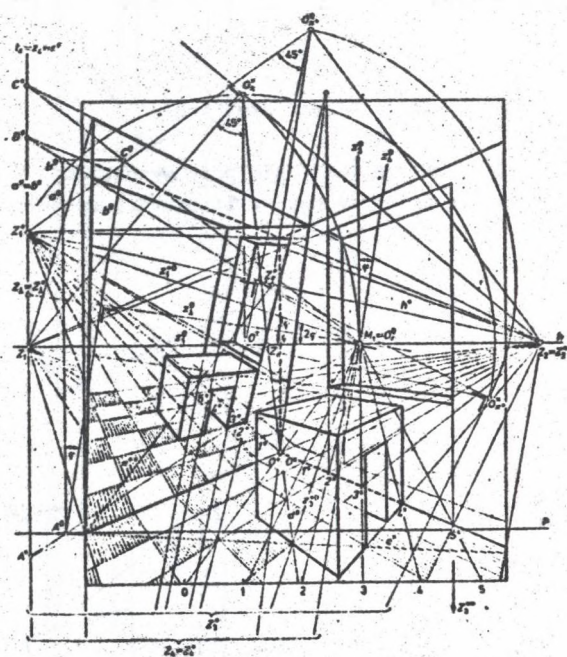


Rys. 8 [3]



Rys. 9 [3]

1. Konieczność stosowania niewielkich głębokości tłowych, w celu nia na arkuszu śladów zbiegów odbitych prostych. Posługiwanie się podziałkami zbiegów, umieszczonymi na prostych wzajemnie równoległych (por.:  $Z_4$  i  $Z_6$  na rys. 9,  $Z_3$  i  $Z_4 = Z_1$  na rys. 10) jest ogromnie niewygodne i może prowadzić do pomyłek. Podobne ograniczenia występują również ze względu na po-



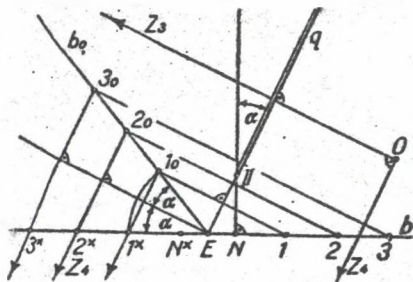
Rys. 10 [4]

trzebę umieszczenia potrzebnych do konstruowania perspektywy prostych, ich śladów zbiegów - na śladzie zbiegu płaszczyzny prostopadłej do płaszczyzny zwierciadła (por. rys. 8, rys. 9, rys. 10).

2. Wymienione powyżej utrudnienia konstrukcyjne zwiększają się przy wychyleniu płaszczyzny zwierciadła z pionu, zwłaszcza przy wyznaczaniu perspektyw odbić prostych dowolnie położonych w przestrzeni. Na cytowanych rysunkach prostych ostatnich z wymienionych nie ma, ale nietrudno jest je wskazać, np.: przekątne podstawy biurka oraz ich odbicia na rys. 10.

3. Mniej kłopotliwe, choć również zagęszczające liniami rysunkowymi jest posługiwanie się dla kontroli dokładności rysunku, punktami zwierciadlanymi (punktami przebiecia zwierciadła prostymi).

Użycie siatek perspektywicznych, podobnie jak to miało miejsce przy wyznaczaniu perspektyw cieni, przesuwa rozwiązanie zadania z rzutu środkowego do rzutu prostokątnego. Wykorzystuje się tutaj w pełni zarówno transformację układu rzutni (np. bardzo chętnie i często wykorzystywaną przez studentów), jak też zasadę wyznaczania obrazów odbitych - rys. 11 z poz. [3].



Rys. 11 [3]

Opracowując przykład z zastosowaniem siatek perspektywicznych starano się o taki dobór "modelu" - obiektu, w którym wystąpiłyby wszystkie wymienione w punktach 1, 2 i 3 skomplikowania, który zarazem nie byłby zbyt złożony.

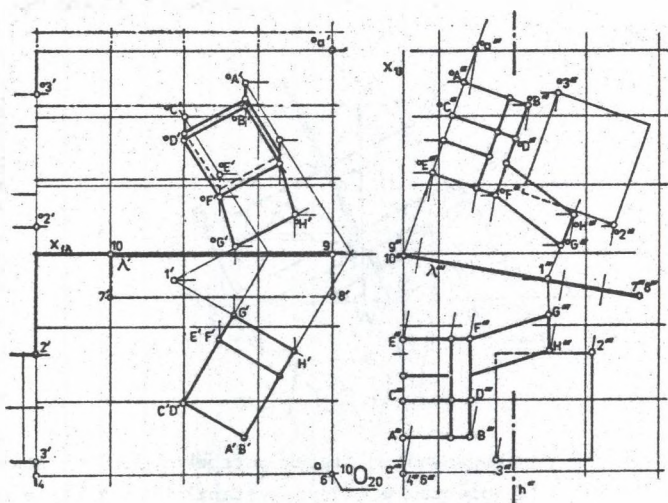
W obu przykładach (rys. 12 i 13) pokazano tylko warianty ze zwierciadłem wychylonym z płaszczyzny ściany (pod tym samym kątem), pomijając prostsze, w których zwierciadła leżą: w płaszczyźnie ściany lub płaszczyźnie prostopadłej do posadzki.

Aby prześledzić tok postępowania przy rozwiązaniu w obu zadaniach (założenia na rys. 12 i rys. 13) przyjęto:

1) identyczne rzuty poziome pomieszczenia o wymiarach 3M x 4M, kwadratowej posadzce, identycznym otworze okiennym, identycznie usytuowanym "krzesło" oraz identycznych: wysokości pomieszczenia = 3,5 M oraz wysokości oka obserwatora = 1,5 M,

2) płaszczyzna zwierciadła wsparta jest na posadzce. W obu przykładach posłużono się zwierciadłem o identycznych wymiarach - prostokątem 7-8-9-10,

3) przyjęto rzutnię poziomą jako podstawową i dobrano rzutnię pomocniczą (trzecią, ozn: "III") prostopadłą do krawędzi przecięcia się rzutni poziomej z płaszczyzną zwierciadła  $\lambda$ . Na rzutni "trzeciej" ujawniono wysokości punktów.



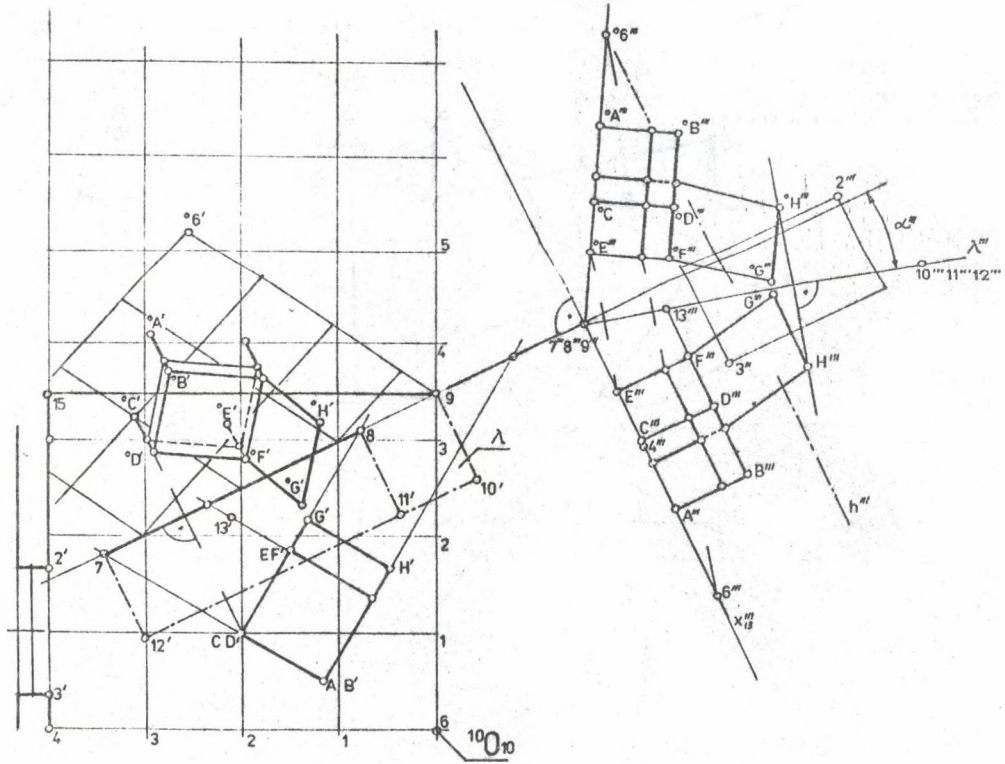
Rys. 12

Opierając się na podstawie rzutów na rzutnię poziomą i pomocniczą oraz rzut płaszczyzny zwierciadła wyznaczono odbicia zwierciadlane (zgodnie z zasadą - patrz rys. 11) poszczególnych punktów, na prostych prostopadłych do płaszczyzny zwierciadła  $\lambda$ . Przyjęto oznaczenia punktów odbitych np.:  $^{\circ}A$  z uwzględnieniem zapisu odpowiedniego rzutu, a więc np.:  $^{\circ}A'$ ,  $^{\circ}A'''$  itp.

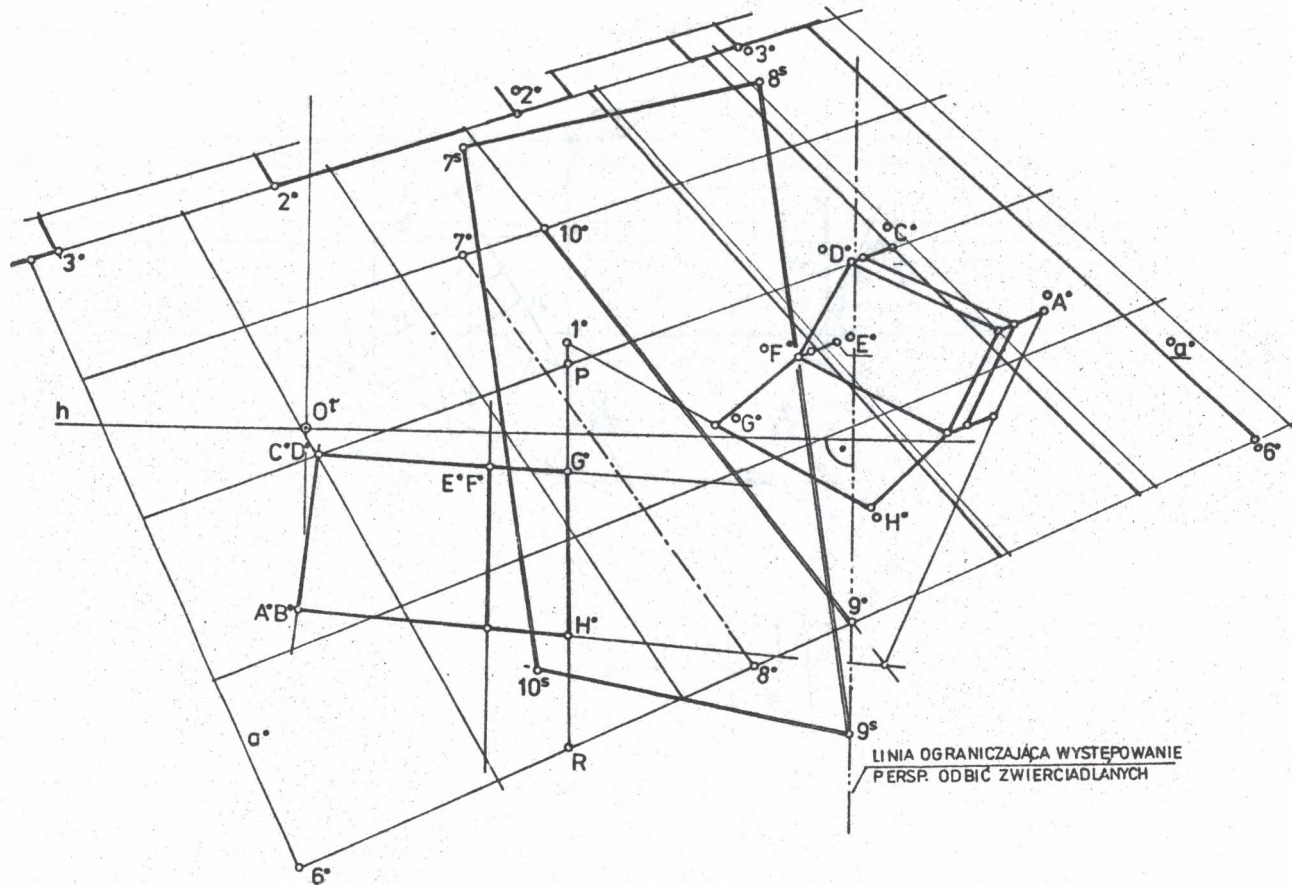
Jak widać z rysunków 12 i 13, rzuty trzecie i trzecie odbite są symetriami prostokątnymi względem osi  $\lambda'''$ . Wynik, odbicie zwierciadlane, w rzucie poziomym dla poszczególnych punktów otrzymuje się na przecięciu par odnoszących poprowadzonych odpowiednio prostopadłe do osi:  $x_{13}$  i  $x_1\lambda$  (przy czym para  $\pi_1$  i  $\lambda$  zawiera w omawianych przykładach kąt  $\neq 90^\circ$ ).

Wysokości odbitych punktów odczytuje się na trzecim rzucie odbitym od osi  $x_{13}$ .

Podobnie jak przy omawianiu i analizowaniu obrazów perspektywicznych cieni, w opracowanych przykładach posłużono się identycznymi siatkami perspektywicznymi ( $^{10}O_{20}$ ) dla łatwiejszej oceny wyników. Podobnie postąpiono



Rys. 13



Rys. 14a

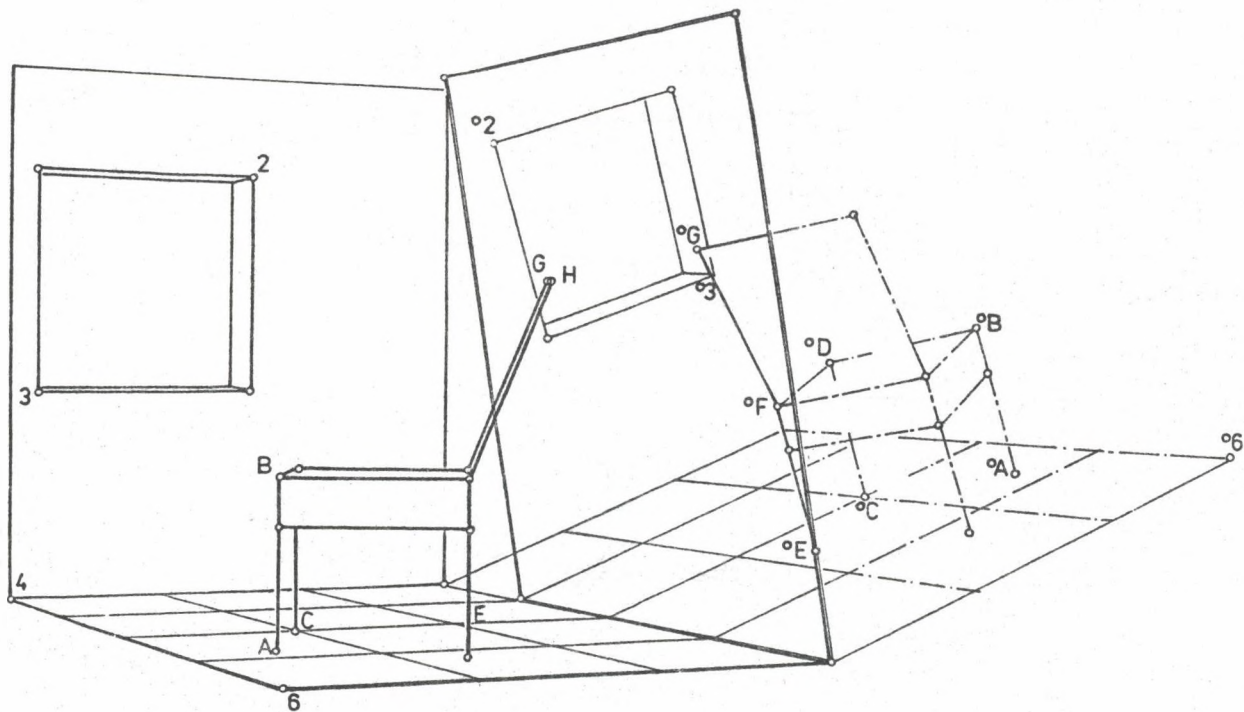
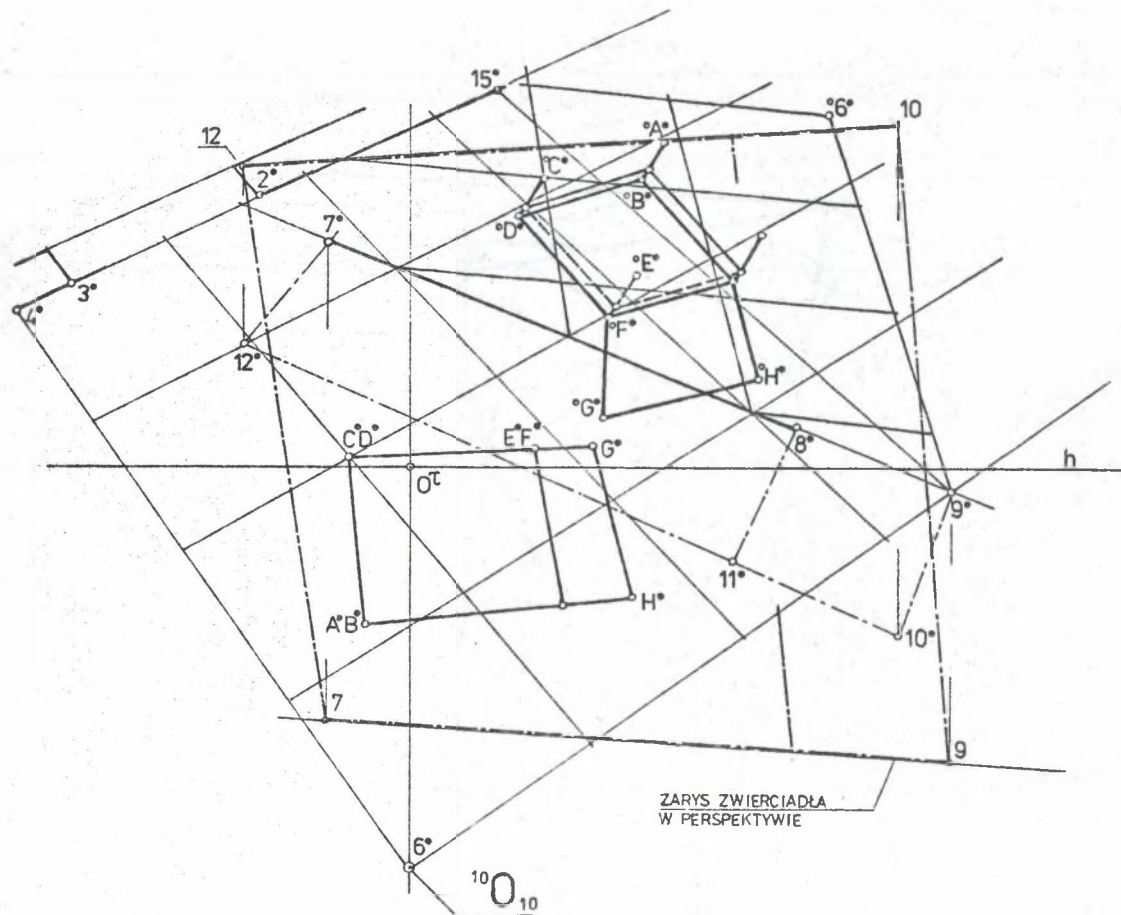


Рис. 14b



Rys. 15a



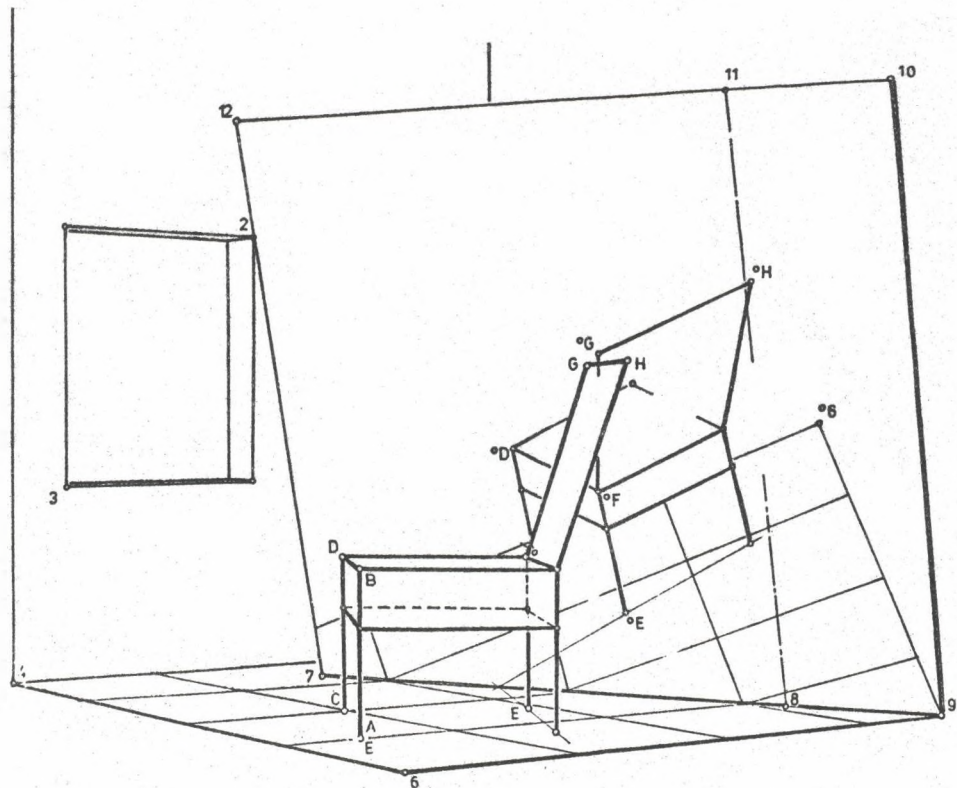


Рис. 15b

opracowując etapowo perspektywę: etap pierwszy - perspektywa rzutu obniżonego oraz etap drugi - perspektywa całości obiektu (rys. 14b i 15b) wraz z perspektywą odbicia zwierciadlanego.

**Aby dokonać** oceny, czy należy oczekiwać zamierzonego efektu - odpowiednio poglądowego odbicia zwierciadlanego, na perspektywie rzutu obniżonego wykreślono fragment etapu następnego: perspektywę zwierciadła (liniami podwójnymi). Wiedząc, że perspektywy poszczególnych punktów leżą na prostych prostopadłych do linii horyzontu, przechodzących przez perspektywy rzutów obniżonych tych punktów, łatwo można orzec o skuteczności wyznaczania perspektyw odbić zwierciadlanych. Przypadek taki pokazano na rys. 14a; widać, że albo należy zmienić tu założenia (wielkość zwierciadła, położenie oka obserwatora, kąt nachylenia płaszczyzny zwierciadła, położenie krzesła) lub zaniechać wyznaczania dalszych punktów w perspektywie, gdyż nie odbija się one w zwierciadła. Chcąc wykorzystać możliwości celowego skorygowania założeń, **aby otrzymać zamierzony rezultat** - odbicie, można dokonać odpowiedniej korekty odbitego rzutu poziomego lub trzeciego na perspektywie obniżonego rzutu poziomego, a następnie przenieść skorygowany odpowiednio obraz do rzutów podstawowych.

W artykule niniejszym naszkicowane zostały niektóre ułatwienia i dogodności wiążące się ze stosowaniem siatek perspektywicznych do wyznaczania cieni oraz odbić zwierciadlanych. Nie zamyka to tematu, gdyż tkwią tutaj jeszcze różne inne możliwości, szczególnie te, które da się wykorzystać przy posługiwaniu się rysunkiem szkicowym **do** podejmowania decyzji postaci projektowych dotyczących usytuowań oraz rozwiązań w zakresie postaci geometrycznych.

#### LITERATURA

- [1] Metodyczny zbiór siatek perspektywicznych - M. Bietkowski, H. Gliński - Dział Wyd. Pol. Sl. Skrypt Nr 1308 Gliwice 1985.
- [2] Konstrukcja i zastosowanie siatek perspektywicznych - M. Bietkowski, H. Gliński, Zeszyty Naukowe Pol. Sl. Seria Architektura Zeszyt Nr 7/ 1989.
- [3] Perspektywa malarska t. I - K. Bartel, PWN, Warszawa 1955.
- [4] Geometria wykreślna z perspektywą stosowaną - B. Grochowski, PWN, Warszawa 1988.
- [5] Słońce w architekturze - M. Twarowski, PWN, Warszawa 1985.

Recenzent: Doc. dr inż. arch. Karol BIEDA

ПРИМЕНЕНИЕ ПЕРСПЕКТИВНЫХ СЕТОК ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ТЕНИ  
И ЗЕРКАЛЬНЫХ ОТРАЖЕНИЙ В ПРИМЕНЯЕМОЙ ПЕРСПЕКТИВЕ

## Р е з ю м е

После вступительного рассмотрения трудностей связанных с определением теней и зеркальных отражений в прикладной перспективе при использовании литературных источников, указано на невыгодную двуэтапность в центральной проекции. Сначала косвенным образом определяется перспектива, а затем непосредственно на перспективном изображении конструируются тени и зеркальные отражения. Это в большой мере ограничивает работу в инженерской практике.

Предложенный автором метод использования перспективных сеток переносит всю тяжесть решения задачи на прямоугольные проекции, т.е. область непосредственной технической документации.

Кроме "доступности" предложенный метод выгоден тем, что: ускоряет сроки выполнения задачи, позволяет свободно масштабировать размеры перспективного изображения, повышает точность разработки конструкции, позволяет во время конструирования произвести предварительную оценку результатов.

THE APPLICATION OF PERSPECTIVITY GRIDS TO DETERMINING SHADOWS  
AND MINOR REFLECTIONS IN APPLIED PERSPECTIVE

## S u m m a r y

After introductory description of the difficulties connected with shadow and mirror reflection determination in a perspective applied according to the literature, unfavourable two - stageability in central projection has been discussed. At first a perspective is determined in an indirect way, and next shadows and mirror reflections are designed in a perspective image in a direct way. This limits considerably engineers activities.

The author suggests application of perspective network; this is connected with an orthogonal projection, i.e. with a direct technical documentation.

The advantages of the method besides its "accessibility" are following: quicker realization of the task, free scaling of perspective image magnitude, bigger exactness of the design and possibility of introductory result estimation during the design process.