

# OBLICZANIE OPRAW OŚWIETLENIOWYCH Z WYKORZYSTANIEM SYSTEMÓW DESKTOP RADIANCE I RADIANCE

v 1.2, październik 2003

Dokument, który czytasz został napisany w formie przewodnika, który krok po kroku umożliwi ci wykonanie obliczeń elementów optycznych oprawy oświetleniowej. Obliczenia prowadzone są w środowisku Desktop Radiance i Radiance z wykorzystaniem metody śledzenia promienia odwrotnego.

Jeżeli chcesz skorzystać z tego Przewodnika musisz mieć zainstalowany program AutoCAD 14PL oraz Desktop Radiance 1.02 (<http://radsite.lbl.gov/deskrad>).

## Legenda

- Symbol ↵ oznacza wciśnięcie przycisku „enter”, a w programie AutoCAD często zamiast „enter” równoważne jest naciśnięcie klawisza „spacja”.
- Tekst pisany **pogrubioną czcionką** jest używany do oznaczenia komendy wpisywanej w polu dialogowym AutoCAD.
- Tekst ujęty w nawiasy < > i pisany <**pogrubioną czcionką**> opisuje czynności wykonywane przez użytkownika najczęściej za pomocą myszy w polu interfejsu graficznego programu AutoCAD.
- Wywoływane przez użytkownika komendy menu oznaczane będą następująco: **Menu** → **Podmenu**
- Nazwy plików oraz typy, słowa kluczowe i składnia języka Radiance pisane będą czcionką Courier New.

## TWORZENIE OBIEKTÓW 3D

1. Uruchom Desktop Radiance poprzez wybranie ikony programu lub wejście w menu **Start** → **Programy** → **Desktop Radiance 1.0** → **Desktop Radiance 1.02**.
2. Pojawi się okno dialogowe „Rozpocznij”. Kliknij przycisk <**Użyj standardu**>, w ustawieniach wybierz jednostki „metryczne” i <**kliknij OK**>. Aby ustawić jednostki dla Desktop Radiance otwórz okno dialogowe **Radiance** → **Preferences**. W zakładce „General” w polu „Drawing units” zaznacz „Metric” a w polu „Unit type” wybierz „Metres”. Naciśnięcie <**klawisza OK**> spowoduje zatwierdzenie twojego wyboru odnośnie jednostek metrycznych.

### Uwaga 1:

Modele przestrzenne obiektów w programie AutoCAD mogą być: szkieletowe, ściankowe i bryłowe. W obliczeniach, które będą oparte na programach Desktop Radiance i Radiance będziemy wykorzystywali obiekty ściankowe i bryłowe. Radiance posiada własne typy obiektów płaskich i przestrzennych, z których (i tylko z tych) można budować geometrie, są to (patrz refman.pdf):

- sphere – sfera (kula),
- bubble – bańka (jest sferą, dla której normalna zwrócona jest do wewnątrz),
- polygon – wielokąt, tworzy powierzchnię płaską,
- cone – stożek,

- cup – tworzy stożek, dla której normalna zwrócona jest do wewnątrz,
- cylinder – walec,
- tube - tworzy walec, dla której normalna zwrócona jest do wewnątrz,
- ring – pierścień.

W programie AutoCAD będziemy mogli korzystać tylko z takich obiektów ściankowych i bryłowych, które będą mogły z powodzeniem być przetłumaczone na format Radiance.

3. Tworzenie obiektu typu SFERA. Obiekt ten może być utworzony jako typ ściankowy lub bryłowy.
  - SFERA obiekt bryłowy tworzymy następująco: **Rysuj → Bryły → Sfera**, pojawi się pytanie o podanie współrzędnych środka sfery, wpisz **0,0,0** ↵, następnie zostaniesz zapytany o promień sfery, wpisz **0.2** ↵. Wybierz widok „Izometryczny SW” lub inny, aby obejrzeć narysowaną sferę w całości. Tak narysowany obiekt jest zastępowany w Radiance typem `sphere`,
  - SFERA obiekt ściankowy tworzymy następująco: **Rysuj → Powierzchnie → Powierzchnie 3D... → Sfera <OK>**, pojawi się pytanie o podanie współrzędnych środka sfery, wpisz **0.5,0,0** ↵, następnie zostaniesz zapytany o promień sfery, wpisz **0.2** ↵, kolejne pytanie dotyczy liczby segmentów wzdłużnych i poprzecznych na jakie zostanie podzielony rysowany obiekt, wpisz **20** ↵ **20** ↵. Wybierz widok „Izometryczny SW” lub inny, aby obejrzeć narysowaną sferę w całości. SFERA – obiekt ściankowy – składa się z wielu płaskich powierzchni elementarnych. Tak narysowany obiekt jest zastępowany w Radiance wieloma powierzchniami płaskimi typu `polygon`,
4. Tworzenie obiektu typu STOŻEK. Obiekt ten może być utworzony jako typ ściankowy lub bryłowy.
  - STOŻEK obiekt bryłowy tworzymy następująco: **Rysuj → Bryły → Stożek**, pojawi się pytanie o podanie współrzędnych środka podstawy stożka, wpisz **1,0,0** ↵, następnie zostaniesz zapytany o promień podstawy stożka, wpisz **0.2** ↵, następne pytanie dotyczy wysokości stożka, wpisz **0.5** ↵. Wybierz widok „Izometryczny SW” lub inny aby obejrzeć narysowany stożek w całości. Tak narysowany obiekt jest zastępowany w Radiance typem `cone`,
  - STOŻEK obiekt ściankowy tworzymy następująco: **Rysuj → Powierzchnie → Powierzchnie 3D... → Stożek <OK>**, pojawi się pytanie o podanie współrzędnych środka podstawy stożka, wpisz **1.5,0,0** ↵, następnie zostaniesz zapytany o promień podstawy stożka, wpisz **0.2** ↵ oraz o promień górnej podstawy stożka, jeżeli chcesz aby uzyskać stożek ścięty to na pytanie o promień górnej podstawy podaj wartość większą od zera np. wpisz **0.1** ↵, następne pytanie dotyczy wysokości stożka, wpisz **0.5** ↵, ostatnie pytanie dotyczy liczby segmentów na jakie zostanie podzielony rysowany obiekt, wpisz **20** ↵. Wybierz widok „Izometryczny SW” lub inny aby obejrzeć narysowany stożek w całości. STOŻEK – obiekt ściankowy – składa się z wielu (tutaj dwudziestu) płaskich powierzchni elementarnych. Tak narysowany obiekt jest zastępowany w Radiance wieloma powierzchniami płaskimi typu `polygon`
5. Tworzenie obiektu typu WALEC. Obiekt ten może być utworzony jako ściankowy lub bryłowy.
  - WALEC obiekt bryłowy tworzymy następująco: **Rysuj → Bryły → Walec**, pojawi się pytanie o podanie współrzędnych środka podstawy walca, wpisz **2,0,0** ↵, następnie zostaniesz zapytany o promień podstawy walca, wpisz **0.2** ↵, następne pytanie dotyczy wysokości walca, wpisz **0.5** ↵. Wybierz widok „Izometryczny SW” lub inny aby obejrzeć narysowany walec w całości. Tak narysowany obiekt jest zastępowany w Radiance typem `cylinder`,
  - WALEC obiekt ściankowy tworzymy za pomocą obiektu STOŻEK: **Rysuj → Powierzchnie → Powierzchnie 3D... → Stożek <OK>**, pojawi się pytanie o podanie

współrzędnych środka podstawy, wpisz **2.5,0,0** ↵ , następnie zostaniesz zapytany o promień podstawy, wpisz **0.2** ↵ oraz o promień górnej podstawy, podaj taką samą wartość jak dla dolnej podstawy, wpisz **0.2** ↵ , następne pytanie dotyczy wysokości, wpisz **0.5** ↵ , ostatnie pytanie dotyczy liczby segmentów na jakie zostanie podzielony rysowany obiekt, wpisz **20** ↵ . Wybierz widok „Izometryczny SW” lub inny aby obejrzeć narysowany walec w całości. WALEC – obiekt ściankowy – składa się z wielu (tutaj dwudziestu) płaskich powierzchni elementarnych. Tak narysowany obiekt jest zastępowany w Radiance wieloma powierzchniami płaskimi typu polygon.

6. Zapisz utworzony rysunek pod nazwą „3d-1.dwg”. Rysunek powinien być zapisany w katalogu „C:\Program Files\Desktop Radiance”.

---

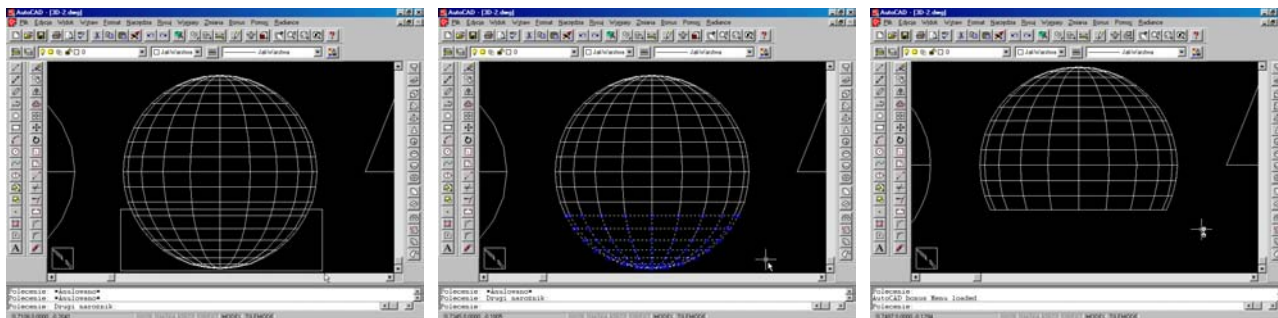
## KONWERSJA OBIEKTÓW 3D z formatu AutoCAD na format Radiance

7. Przypisz materiał „2k216” do obiektu typu „SFERA obiekt bryłowy”: **Radiance → Materials → Attach Material... <zaznacz sferę>** ↵ (pamiętaj aby po zaznaczeniu obiektu wcisnąć klawisz „Enter”). Teraz powinno pojawić się okno „Materials Library”. Z listy dostępnych materiałów należy wybrać „2k216”. Zaakceptuj wybór klikając na przycisk **<Attach>**
8. W podobny sposób jak w poprzednim punkcie przypisz następujące materiały do kolejnych obiektów:
  - SFERA obiekt ściankowy – materiał „2k217”
  - STOŻEK obiekt bryłowy – materiał „1k117”
  - STOŻEK obiekt ściankowy – materiał „2k228”
  - WALEC obiekt bryłowy – materiał „1k128”
  - WALEC obiekt ściankowy – materiał „4k413”
9. Proces konwersji obiektów 3D z formatu AutoCAD na format Radiance przebiega podczas pierwszej fazy obliczeń a właściwie podczas przygotowywania tych obliczeń. Rozpocznij od: **Radiance → Simulation → Camera <naciśnij Enter>**
10. Pojawi się okno „Define Scenario”. **<Wpisz nazwę np. „3d”> <kliknij „OK”>**
11. Okno „Define Scenario” zostanie zamknięte i pojawi się zachęta do zaznaczenia obiektów, które mają zostać włączone w proces obliczeń, w polu dialogowym wpisz: **wszystko** ↵ ↵ (Uwaga, dwa razy naciśnij „Enter”).
12. W tym momencie program buduje bazę danych potrzebną do wykonania obliczeń. Jednocześnie w katalogu głównym Desktop Radiance tworzony jest podkatalog (C:\Program Files\Desktop Radiance\3d-1) o takiej samej nazwie jak nazwa utworzonego wcześniej pliku z rysunkiem. W katalogu tym znajdują się wszystkie pliki potrzebne do wykonania obliczeń. Kiedy pojawi się okno „Camera Simulation Setup” **<kliknij „Cancel”>** aby je zamknąć.
13. Przejdź do katalogu „C:\Program Files\Desktop Radiance\3d-1” i obejrzyj zawartość plików zawierających opis geometrii poszczególnych obiektów:
  - 3d-1\_m\_2k216.rad - SFERA obiekt bryłowy
  - 3d-1\_m\_2k217.rad - SFERA obiekt ściankowy
  - 3d-1\_m\_1k117.rad - STOŻEK obiekt bryłowy
  - 3d-1\_m\_2k228.rad - STOŻEK obiekt ściankowy
  - 3d-1\_m\_1k128.rad - WALEC obiekt bryłowy
  - 3d-1\_m\_4k413.rad - WALEC obiekt ściankowy

14. Porównaj zapis geometrii poszczególnych obiektów z definicjami typów w dokumencie `refman.pdf`.
15. Przejdź do katalogu „C:\Program Files\Desktop Radiance\3d-1\mat\lbnl” i obejrzyj zawartość plików zawierających opis materiałów przypisanych do danych obiektów:
  - 2k216.rad
  - 2k217.rad
  - 1k117.rad
  - 2k228.rad
  - 1k128.rad
  - 4k413.rad
16. Porównaj opis materiałów z definicjami typów w dokumencie `refman.pdf`.

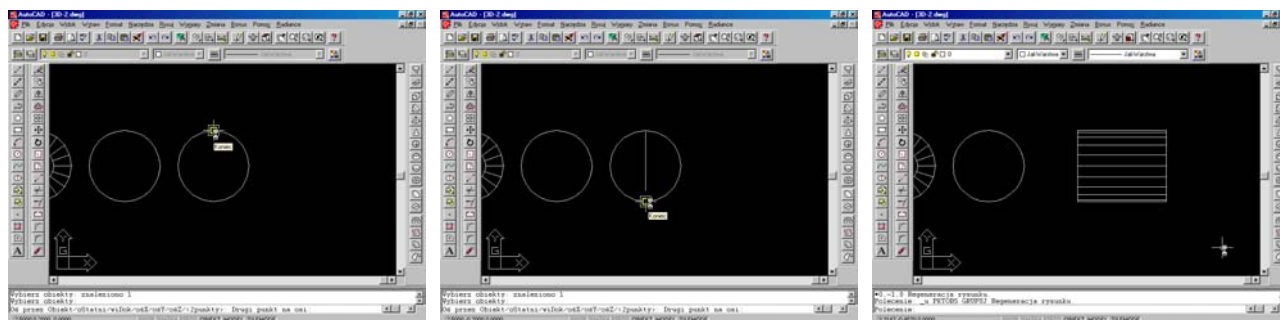
## MODYFIKOWANIE OBIEKTÓW 3D

17. Narysowane wcześniej proste obiekty 3d można modyfikować. Najlepiej do tego celu nadają się obiekty ściankowe. Postawmy takie zadanie: stworzyć model klosza otwartego z uchwytem. Do realizacji tego zadania wykorzystamy utworzony wcześniej obiekt „SFERA obiekt ściankowy”. Powierzchnie elementarne tworzące ten obiekt są ze sobą związane. Klikając na jedną z nich zaznaczamy całą sferę. Zaczniemy więc od rozbicia tego obiektu, wpisz: **rozbij** ↵ <kliknij na **SFERĘ** obiekt ściankowy> a następnie <naciśnij **Enter**>.
18. Po rozbiciu na elementy składowe można każdą elementarną powierzchnię składającą się na dany obiekt zaznaczać osobno. Wybierz „Widok z przodu” i za pomocą narzędzia „Zoom okno” powiększ tę część rysunku, która zawiera SFERĘ obiekt ściankowy.

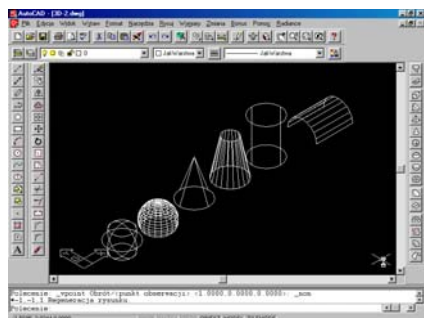


19. Zaznacz przeciągając wskaźnik myszy z lewa na prawo w dół siedem dolnych pasów (segmentów) obiektu. Po zaznaczeniu dolnego fragmentu sfery kliknij przycisk „Wymaż” na pasku narzędzi albo naciśnij klawisz „Delete”. Dolna część sfery zostanie wymazana i powstanie klosz otwarty.
20. Po rozbiciu obiektu traci on swoje cechy związane z rodzajem przypisanego materiału. W związku z tym należy jeszcze raz przypisać do niego materiał. Utwórz uchwyt w górnej części klosza poprzez przypisanie trzem górnym pasom (fragmentom) sfery innego materiału: **Radiance** → **Materials** → **Attach Material...** <zaznacz trzy górne pasy sfery> ↵ (pamiętaj aby po zaznaczeniu obiektu wcisnąć klawisz „Enter”). Teraz powinno pojawić się okno „Materials Library”. Z listy dostępnych materiałów należy wybrać „RAL9005\_Jet\_black”. Zaakceptuj wybór klikając na przycisk <**Attach**>.

21. Pozostałym częściom sfery tworzącym właściwy klosz przypisz inny rodzaj materiału: **Radiance → Materials → Attach Material...** <zaznacz pozostałe dolne pasy sfery> ↵ (pamiętaj aby po zaznaczeniu obiektu wcisnąć klawisz „Enter”). Teraz powinno pojawić się okno „Materials Library”. Z listy dostępnych materiałów należy wybrać materiał „2k217”. Zaakceptuj wybór klikając na przycisk <Attach>.
22. W ten sposób powstał klosz otwarty z wydzielonym uchwytem. Następne zadanie polegać będzie na stworzeniu odbłyśnika walcowego. Wybierz „widok z góry” i powiększ fragment rysunku zawierający walec-obiekt ściankowy.

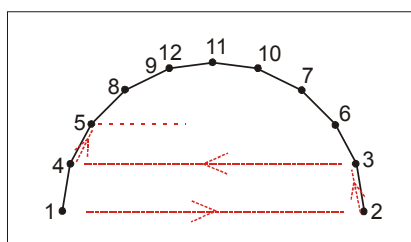
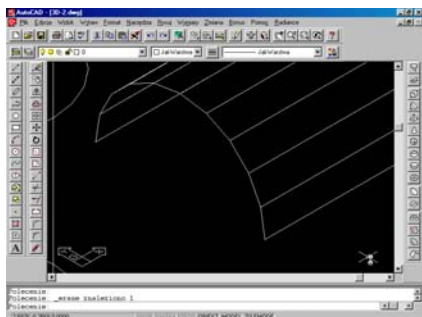


23. Ustaw „nastawy obiektu” na „koniec”: <przytrzymaj klawisz „Shift” i kliknij prawym przyciskiem myszy> w rozwiniętym menu <kliknij na „Nastawy obiektu...”> <zaznacz „Koniec” i kliknij „OK”>.
24. Obróć walec wokół osi Y: **Zmiana → Operacje 3D → Obrót 3D** <kliknij na walec-obiekt ściankowy> ↵ wybierz dwa punkty przez które będzie przechodziła oś obrotu <kliknij najbardziej wysunięty w górę a następnie najbardziej wysunięty w dół punkt podstawy walca> następnie podaj kąt obrotu, wpisz **-90** ↵.
25. Zmień widok na „Widok z przodu” i powiększ fragment rysunku zawierający Walec obiekt ściankowy.
26. Rozbij Walec obiekt ściankowy, wpisz: **rozbij** ↵ <kliknij na **WALEC** obiekt ściankowy> a następnie <naciśnij **Enter**>.
27. Po rozbiciu na elementy składowe można każdą elementarną powierzchnię składającą się na dany obiekt zaznaczać osobno. Zaznacz przeciągając wskaźnik myszy z lewa na prawo w dół pięć dolnych, widocznych pasów (dolną połowę) obiektu. Po zaznaczeniu dolnego fragmentu walca kliknij przycisk „Wymaż” na pasku narzędzi albo naciśnij klawisz „Delete”. Dolna część walca zostanie wymazana i powstanie odbłyśnik otwarty.

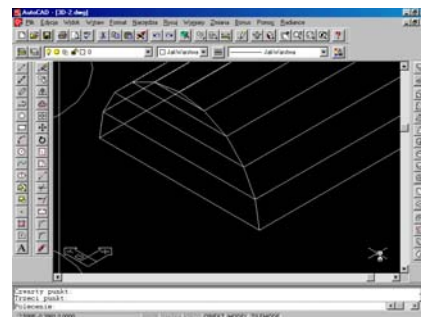


28. Zmień widok na „Widok izometryczny SW” aby sprawdzić efekt wykonanych działań.
29. Modelowanie odbłyśnika walcowego zakończymy poprzez utworzenie dwóch powierzchni zamykających połowę walca w miejscach gdzie znajdowały się jego podstawy. W tym celu

pozostając w widoku izometrycznym SW powiększ fragment rysunku zawierający rozpatrywany obiekt.



Kolejność zaznaczania punktów na krawędzi odbłyśnika



30. Upewnij się, że zaznaczony jest „Koniec” w stałych trybach lokalizacji (Shift i prawy przycisk myszy). Użyj narzędzia 3WPOW do stworzenia obszaru 3-wymiarowego zamykającego odbłyśnik z lewej strony, wpisz **3wpow** ↵ i **<zaznaczaj kolejne punkty według kolejności podanej na rysunku>**. Po dojściu do punktu nr 12 **<naciśnij Enter>** aby zakończyć.
31. W wyniku zastosowania narzędzia „3wpow” powstanie pięć równoległych powierzchni leżących w jednej płaszczyźnie i zamykających odbłyśnik z lewej strony. **<Utwórz podobne powierzchnie jak w poprzednim punkcie zamykające odbłyśnik z drugiej strony>**.

#### Uwaga 2:

Po rozbiciu na powierzchnie elementarne obiektu złożonego, obiekt ten traci cechy materiału, który był do niego przypisany. W związku z tym należy jeszcze raz przypisać materiał teraz do wszystkich powierzchni elementarnych tworzących dany obiekt.

32. Wprowadź do odbłyśnika obiekt posiadający kształt i wymiary świetłówki L15W (długość 438mm, średnica 26mm) **Rysuj → Bryły → Walec**, pojawi się pytanie o podanie współrzędnych środka podstawy walca, wpisz: **2.531,0,0.062** ↵, następnie zostaniesz zapytany o promień podstawy walca, wpisz: **0.013** ↵, na następne pytanie „środek drugiej podstawy/<wysokość>” odpowiedź: **0** ↵ i wpisz: **2.969,0,0.062** ↵

---

## OBIEKTY 3D O ZŁOŻONEJ GEOMETRII

#### Uwaga 3:

W programie AutoCAD istnieje szereg możliwości tworzenia ściankowych obiektów 3D o skomplikowanych kształtach. Jednym z ciekawszych ze względu na możliwość tworzenia brył obrotowych jest komenda POWOBROT. Zastosowanie jej umożliwia stworzenie ściankowego obiektu 3D poprzez obrót krzywej tworzącej wokół osi obrotu.

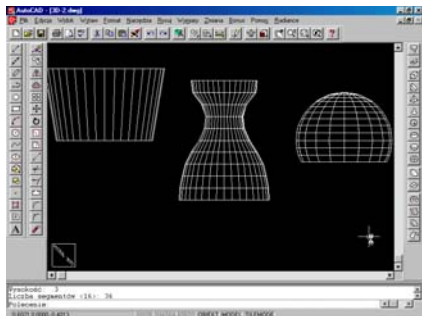
33. Stworzymy klosz o symetrii obrotowej gdzie tworzącą będzie krzywa, a osią symetrii oś Z. Najpierw przesuniemy obiekt SFERA obiekt bryłowy, aby zrobić miejsce w początku układu współrzędnych: **Zmiana → Przesuń**, (lub przycisk „Przesuń” na pasku narzędzi) **<kliknij na obiekt SFERA>** po zaznaczeniu obiektu **<naciśnij Enter>** podaj współrzędne wektora przesuwającego obiekt w płaszczyźnie XY, wpisz **3.5,0,0** ↵ **<naciśnij Enter>** przy pytaniu o drugi punkt przesunięcia ponownie **<naciśnij Enter>**
34. Wybierz „Widok z przodu” i zacznij wprowadzać współrzędne, przez które przechodzić będzie krzywa tworząca, wpisz **3wplinia** ↵ na pytanie Od punktu, wpisz: **0.1375,0,0.25** ↵ następnie wprowadzaj kolejne współrzędne:  
**0.1325,0,0.2** ↵  
**0.09375,0,0.15** ↵

**0.0775,0,0.1** ↵  
**0.08375,0,0.05** ↵  
**0.10625,0,0** ↵  
**0.1375,0,-0.05** ↵  
**0.1625,0,-0.1** ↵  
**0.175,0,-0.15** ↵  
**0.185,0,-0.2** ↵  
**0.1875,0,-0.25** ↵

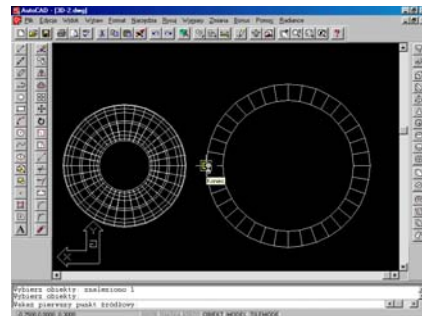
po wprowadzeniu wszystkich współrzędnych zakończ naciskając <Enter>

<i>zestawienie współrzędnych wierzchołków krzywej tworzącej</i>											
x	0.1375	0.1325	0.09375	0.0775	0.08375	0.10625	0.1375	0.1625	0.175	0.185	0.1875
y	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
z	0.25	0.2	0.15	0.1	0.05	0	-0.05	-0.1	-0.15	-0.2	-0.25

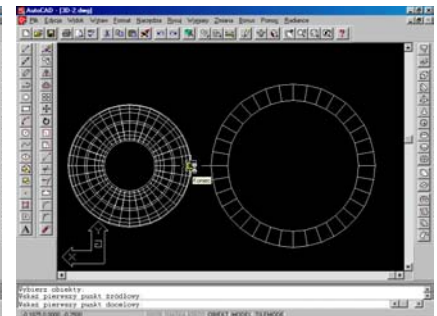
35. Utwórz oś obrotu, wpisz: **3wplinia** ↵ na pytanie Od punktu, wpisz: **0,0,-0.5** ↵ podaj współrzędne drugiego punktu : **0,0,0.5** ↵ zakończ <naciskając Enter>
36. Zmodyfikuj zmienne systemowe odpowiedzialne za liczbę podziałów na powierzchni elementarne, wpisz **surftab1** ↵ i podaj wartość podziału: **36** ↵ następnie wpisz: **surftab2** ↵ oraz wartość podziału **10** ↵
37. Użyj komendy tworzącej powierzchnię obrotową: **powobrot** ↵ wybierz krzywą definiującą <kliknij na utworzoną wcześniej krzywą tworzącą> wybierz oś obrotu <kliknij na utworzoną wcześniej oś obrotu> potwierdź kąt początkowy **0** ↵ przy pytaniu o Zakres kątowy potwierdź pełen obrót <naciskając Enter>
38. Usuń niepotrzebną już oś obrotu: <kliknij linię wyznaczającą oś obrotu> następnie <kliknij przycisk „Wymaż” znajdujący się na pasku narzędzi>
39. W programie AutoCAD istnieje szereg możliwości modyfikowania istniejących obiektów. Jedną z ciekawszych jest komenda DOPASUJ. Najpierw stworzymy drugą część klosza: **Rysuj** → **Powierzchnie** → **Powierzchnie 3D...** → **Stożek** <OK>, pojawi się pytanie o podanie współrzędnych środka podstawy stożka, wpisz **-0.5,0,0** ↵, następnie zostaniesz zapytany o promień podstawy stożka, wpisz **0.2** ↵ oraz o promień górnej podstawy stożka, wpisz **0.25** ↵, następne pytanie dotyczy wysokości stożka, wpisz **0.3** ↵, ostatnie pytanie dotyczy liczby segmentów na jakie zostanie podzielony rysowany obiekt, wpisz **36** ↵
40. Zmień widok na „Widok z dołu” i powiększ tę część rysunku, która zawiera dwa utworzone ostatnio obiekty. Połącz i dopasuj drugą część klosza (stożek) z pierwszą częścią (klosz o symetrii obrotowej), wpisz **dopasuj** ↵ i zaznacz obiekt, który będzie poddany transformacji <kliknij na stożek> po zaznaczeniu <naciśnij Enter> następnie będziesz klikał na punkty źródłowe (na stożku) i punkty docelowe (na kloszu o symetrii obrotowej), punkty te wyznaczają miejsca, w których związane będą dwa dopasowywane do siebie obiekty <kliknij na pierwszy punkt źródłowy> zaraz potem <kliknij na pierwszy punkt docelowy> następnie <kliknij na drugi punkt źródłowy> oraz <kliknij na drugi punkt docelowy> zakończ wskazywanie punktów <naciskając Enter> na pytanie czy skalować obiekty odpowiedz Tak, wpisz: **t** ↵



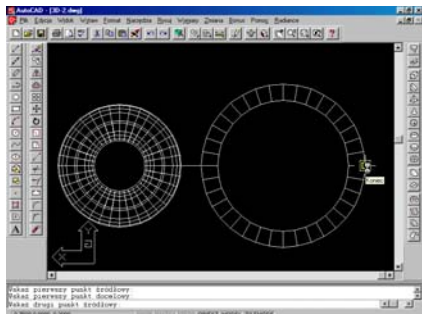
pierwsza i druga część klosza



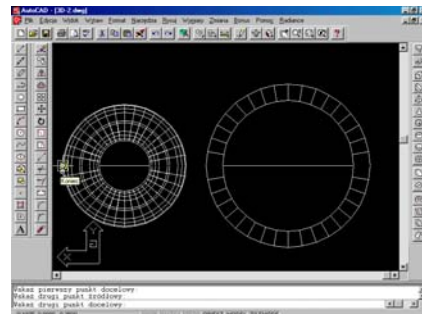
pierwszy punkt źródłowy



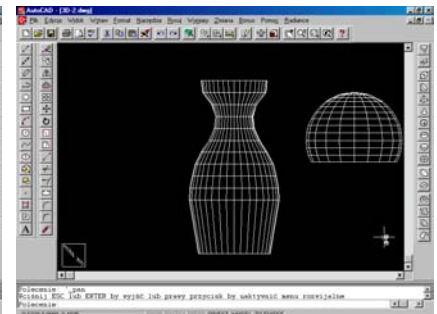
pierwszy punkt docelowy



drugi punkt źródłowy



drugi punkt docelowy



efekt końcowy

## ELEMENTY OPTYCZNE OPRAWY OŚWIETLENIOWEJ Z KLOSZEM OTWARTYM

### Uwaga 4:

Tworzenie modelu oprawy oświetleniowej odbywać się będzie w następujących czterech etapach:

- budowanie geometrii klosza,
- budowanie geometrii lampy,
- przypisanie materiału do klosza,
- opisanie własności promienistej lampy.

41. Zaczynij nowy rysunek: **Plik** → **Nowy** → <użyj standardu> <metryczne> <OK>. Stworzymy klosz o symetrii obrotowej gdzie tworzącą będzie krzywa, a osią symetrii oś Z. Wybierz „Widok z przodu” i zacznij wprowadzać współrzędne, przez które przechodzić będzie krzywa tworząca, wpisz **3wpłinia** ↵ na pytanie Od punktu, wpisz:

**0,0,0.15** ↵ następnie wprowadzaj kolejne współrzędne:

**0.1,0,0.15** ↵

**0.2,0,-0.15** ↵

**0.1,0,-0.15** ↵

po wprowadzeniu wszystkich współrzędnych zakończ naciskając <Enter>

<i>współrzędne wierzchołków krzywej tworzącej</i>		
<i>x</i>	<i>y</i>	<i>z</i>
0	0	0.15
0.1	0	0.15
0.2	0	-0.15
0.1	0	-0.15

42. Utwórz oś obrotu, wpisz **3wpłinia** ↵ na pytanie Od punktu, wpisz: **0,0,-0.2** ↵ podaj współrzędne drugiego punktu : **0,0,0.2** ↵ zakończ <naciskając Enter>

43. Zmodyfikuj zmienne systemowe odpowiedzialne za liczbę podziałów powierzchni, wpisz **surftab1** ↵ i podaj wartość podziału: **36** ↵ następnie wpisz: **surftab2** ↵ oraz wartość podziału **3** ↵



44. Użyj komendy tworzącej powierzchnię obrotową: **powobrot** ↵ wybierz krzywą definiującą <**kliknij na utworzoną wcześniej krzywą tworzącą**> wybierz oś obrotu <**kliknij na utworzoną wcześniej oś obrotu**> potwierdź kąt początkowy **0** ↵ przy pytaniu o Zakres kątowy potwierdź pełen obrót <**naciskając Enter**>
45. Usuń niepotrzebną już oś obrotu: <**kliknij linię wyznaczającą oś obrotu**> następnie <**kliknij przycisk „Wymaż” znajdujący się na pasku narzędzi**>
46. Teraz stworzymy Sferę- obiekt bryłowy, sfera ta będzie tworzyła punktowe źródło światła: **Rysuj → Bryły → Sfera**, pojawi się pytanie o podanie współrzędnych środka sfery, wpisz **0,0,0** ↵ , następnie zostaniesz zapytany o promień sfery, wpisz **0.01** ↵
47. Przypisz materiał „RAL7043” do klosza: **Radiance → Materials → Attach Material...** <**zaznacz klosz**> ↵ (pamiętaj aby po zaznaczeniu obiektu wcisnąć klawisz „Enter”). Teraz powinno pojawić się okno „Materials Library”. Z listy dostępnych materiałów należy wybrać „RAL7043\_Traffic\_grey\_B”. Zaakceptuj wybór klikając na przycisk <**Attach**>
48. Przypisz materiał „RAL7044” do źródła światła: **Radiance → Materials → Attach Material...** <**zaznacz źródło**> ↵ (pamiętaj aby po zaznaczeniu obiektu wcisnąć klawisz „Enter”). Teraz powinno pojawić się okno „Materials Library”. Z listy dostępnych materiałów należy wybrać „RAL7044\_Silk\_grey”. Zaakceptuj wybór klikając na przycisk <**Attach**>
49. Zapisz tworzony plik pod nazwą klosz1.dwg w katalogu głównym Desktop Radiance: „C:\Program Files\Desktop Radiance\”
50. Dokonaj konwersji obiektów 3D z formatu AutoCAD na format Radiance: **Radiance → Simulation → Camera** <**naciśnij Enter**>
51. Pojawi się okno „Define Scenario”. <**Wpisz nazwę np. „oprawa”**> <**kliknij „OK”**>
52. Okno „Define Scenario” zostanie zamknięte i pojawi się zachęta do zaznaczenia obiektów, które mają zostać włączone w proces obliczeń, w polu dialogowym wpisz: **wszystko** ↵ ↵ (Uwaga, dwa razy naciśnij „Enter”).
53. W tym momencie program buduje bazę danych potrzebną do wykonania obliczeń. Jednocześnie w katalogu głównym Desktop Radiance tworzony jest podkatalog (C:\Program Files\Desktop Radiance\klosz1) o takiej samej nazwie jak nazwa utworzonego wcześniej pliku z rysunkiem. W katalogu tym znajdują się wszystkie pliki potrzebne do wykonania obliczeń. Kiedy pojawi się okno „Camera Simulation Setup” <**kliknij „Cancel”**> aby je zamknąć.
54. Zamknij program Desktop Radiance i przejdź do katalogu „C:\Program Files\Desktop Radiance\klosz1”. Obejrzyj zawartość plików zawierających opis geometrii poszczególnych obiektów:
  - klosz1\_m\_ral7043\_traffic\_grey\_b.rad – opisuje klosz
  - klosz1\_m\_ral7044\_silk\_grey.rad – opisuje źródło
55. Przejdź do katalogu „C:\Program Files\Desktop Radiance\klosz1\mat\lbnl” i przekopiuj następujące pliki:
  - RAL7044\_Silk\_grey.rad
  - RAL7043\_Traffic\_grey\_B.rad
 do katalogu „C:\Program Files\Desktop Radiance\klosz1”

56. Zmień nazwy następujących plików:

<i>stara nazwa</i>	<i>nowa nazwa</i>
klosz1 m ral7043 traffic grey b.rad	klosz.rad
klosz1 m ral7044 silk grey.rad	lampa.rad
RAL7043 Traffic grey B.rad	mat-klosz.rad
RAL7044 Silk grey.rad	mat-lampa.rad

57. Zmodyfikuj zgodnie z informacjami zawartymi w Uwaga 5 i Uwaga 6 zawartość plików opisujących materiał przypisany do klosza i lampy (mat-klosz.rad i mat-lampa.rad).

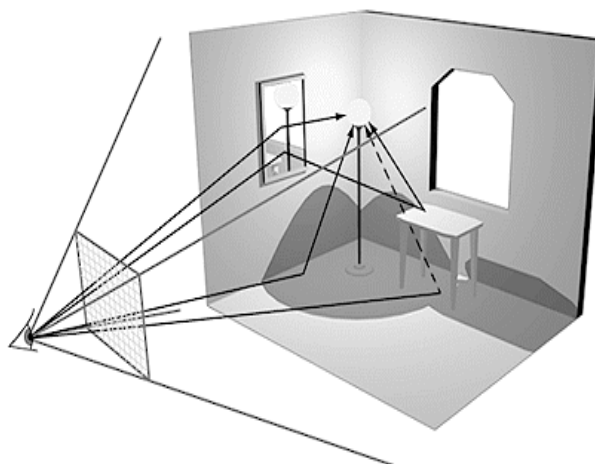
Uwaga 5:

### **Metoda śledzenia promienia odwrotnego**

Radiance w obliczeniach wykorzystuje metodę śledzenia promienia odwrotnego.

Metoda ta zakłada, że promieniowanie rozchodzi się wzdłuż liniowych ścieżek zwanych promieniami, a śledzone promienie ulegają wielokrotnym odbiciom przy zadanej geometrii układu i zadanych własnościach promiennych powierzchni układu. Promienie zaczyna się wtedy śledzić od punktu widzenia umownego obserwatora umieszczonego w danym otoczeniu, przy czym uwzględnia się ewentualne odbicia czy załamania

promieniowania wynikające z przecięcia się promienia z powierzchniami występującymi w danym wnętrzu. Każdy promień wychodzący z punktu widzenia umownego obserwatora nazywamy promieniem pierwotnym. Promień ten może napotkać na swojej drodze obiekty znajdujące się w obszarze rozpatrywanej sceny. Obiekty te posiadają kształt i pewne cechy opisujące ich własności odbiciowe. W zależności od tych cech promień trafiający w obiekt może ulec odbiciu rozproszonemu, kierunkowemu lub kierunkowo-rozproszonemu. W miejscu odbicia powstają nowe, wtórne promienie. Każdy z nowo powstałych promieni jest śledzony w ten sam sposób do momentu, kiedy zostanie dostatecznie stłumiony lub nie napotka na swojej drodze żadnego obiektu.



### **Śledzenie promienia w Radiance**

Z każdym śledzonym promieniem związana jest pewna wartość „Radiance” (z ang. *radiance* to luminancji energetycznej tzn. strumień energetyczny w elementarnym kącie bryłowym emitowany z powierzchni lub padający na powierzchnię [W/m<sup>2</sup>sr]). „Radiance” w sensie fizycznym nie może być bezpośrednio przyrównana do luminancji energetycznej. „Radiance” jako wielkość występująca w programie Radiance jest natomiast proporcjonalna do luminancji energetycznej.

Każdy promień śledzony jest w trzech „kanałach” odpowiadających trzem bodźcom barwowym odniesienia (r-czerwony, g-zielony, b-niebieski). Całkowita wartość „Radiance” R związana z danym promieniem obliczana jest jako suma „Radiance” w trzech „kanałach” R<sub>r</sub>, R<sub>g</sub> i R<sub>b</sub>:

$$R = 0.265 R_r + 0.670 R_g + 0.065 R_b \text{ [W/m}^2\text{sr]}$$

Podział na trzy „kanały” umożliwia uwzględnienie w obliczeniach zmienności charakterystyk odbiciowych materiałów jak i własności źródeł światła w zakresie widzialnym promieniowania elektromagnetycznego.

Przejście z wielkości energetycznych R („Radiance”) na wielkości fotometryczne L (luminancja) odbywa się za pomocą zależności:

$$L = 179 R = 47.4 R_r + 119.9 R_g + 11.6 R_b \text{ [cd/m}^2\text{]}$$

## Materiały w Radiance

Materiał **trans** służy do definiowania materiałów odbijających i przepuszczających światło, posiada następującą składnię:

```
mod trans id
0
0
7 red green blue spec rough trans tspec
```

UWAGA: Jeżeli materiał jest idealnie rozpraszający, to:

- spec, rough i tspec = 0
- red=green=blue=rgb\_śr

gdzie:

red, green, blue – parametry określające podział śledzonego promienia na trzy „kanały”,  
spec – parametr proporcjonalny do współczynnika odbicia kierunkowego,  
rough – współczynnik określający chropowatość powierzchni,  
trans – parametr proporcjonalny do współczynnika przepuszczania,  
tspec – parametr proporcjonalny do współczynnika przepuszczania kierunkowego.

```
Ro_dif = rgb_śr * (1 - spec) * (1-trans)
Ro_spec = rgb_śr * spec
Tau_dif = rgb_śr * trans * (1 - spec) * (1 - tspec)
Tau_spec = rgb_śr * trans * tspec
```

gdzie:

Ro\_dif, Tau\_dif – współczynnik odbicia (Ro\_dif) i przepuszczania (Tau\_dif) rozproszonego,  
Ro\_spec, Tau\_spec – współczynnik odbicia (Ro\_spec) i przepuszczania (Tau\_spec) kierunkowego,  
 $rgb\_śr = 0.265 * red + 0.670 * green + 0.065 * blue$

Materiał **plastic** służy do definiowania materiałów odbijających światło, posiada następującą składnię:

```
mod plastic id
0
0
5 red green blue spec rough
```

UWAGA: Jeżeli materiał jest idealnie rozpraszający, to:

- spec i rough = 0
- red=green=blue=rgb\_śr

gdzie:

red, green, blue – parametry określające podział śledzonego promienia na trzy „kanały”,  
spec – współczynnik odbicia kierunkowego,  
rough – współczynnik określający chropowatość powierzchni.

```
Ro = Ro_dif + Ro_spec
Ro_dif = rgb_śr * (1 - spec)
Ro_spec = spec
```

gdzie:

Ro – całkowity współczynnik odbicia,  
Ro\_dif – współczynnik odbicia rozproszonego,  
Ro\_spec – współczynnik odbicia kierunkowego,  
 $rgb\_śr = 0.265 * red + 0.670 * green + 0.065 * blue$

58. Plik mat-klosz.rad, który opisuje materiał klosza zmodyfikuj do postaci:

```
# szklo matowane przez piaskowanie Ro=0.1 Tau=0.82
void trans RAL7043_Traffic_grey_B
0
0
7 0.92 0.92 0.92 0 0 0.89 0
```

wtedy współczynnik odbicia będzie wynosił  $\rho = 0.1$  a współczynnik przepuszczania  $\tau = 0.82$

#### Uwaga 6:

Rozsył strumienia świetlnego źródła światła można w Radiance opisać za pomocą materiału **light**. Materiał ten posiada następującą składnię:

```
mod light id
0
0
3 red green blue
```

gdzie:

red, green, blue – to wartości „Radiance” R w trzech „kanałach”.

Przykładowe, obliczone wartości R (red, green i blue) dla źródła światła w kształcie kuli o średnicy 2 cm ( $r = 1$  cm), strumieniu świetlnym wynoszącym 1350 lm i równomiernym rozsyłe, wynoszą:

$$L_g = \frac{\Phi_0}{\pi \cdot S_g} = \frac{\Phi_0}{4 \cdot \pi^2 \cdot r^2} = \frac{1350}{4 \cdot \pi^2 \cdot 0.01^2} = 341\,959 \text{ [cd/m}^2\text{]}$$

$$R = \frac{L_g}{179} = \frac{341\,959}{179} = 1910 \text{ [R]}$$

gdzie:

$L_g$  - luminancja gabarytowa źródła światła [ $\text{cd/m}^2$ ],

$\Phi_0$  - strumień źródła światła [lm],

$S_g$  - powierzchnia bryły gabarytowej źródła światła (w przypadku kuli  $S_g = 4 \cdot \pi \cdot r^2$ )

„Radiance” R tego źródła będzie wtedy równa 1 910 a luminancja L wyniesie 341 959  $\text{cd/m}^2$ , opis materiału będzie następujący:

```
mod light id
0
0
3 1910 1910 1910
```

59. Plik mat-lampa.rad, który opisuje materiał źródła światła zmodyfikuj do postaci:

```
# zrodlo o rozsyle rownomiernym, kula r=0.01m, Fi=1350lm
void light RAL7044_Silk_grey
0
0
3 1910 1910 1910
```

wtedy światłość takiego źródła powinna wynosić:  $I_{zr(o.rozsyle.równom)} = \frac{\Phi_0}{4 \cdot \pi} = \frac{1350}{4 \cdot \pi} = 107 \text{ [cd]}$

---

## OBLICZANIE OPRAWY Z KŁOSZEM OTWARTYM

### Uwaga 7:

Obliczanie oprawy z kłozem otwartym polegało na obliczeniu:

- krzywej światłości (za pomocą metody śledzenia promienia),
- strumienia oprawy (z krzywej światłości metodą strumieni cząstkowych),
- sprawność oprawy.

Obliczanie krzywej światłości będzie realizowane za pomocą program **rtrace**. W tym przewodniku nie będziemy korzystali z Radiance dla systemu Unix, ale z programów systemu Radiance skompilowanych dla systemów Dos/Windows na potrzeby Desktop Radiance. Ponieważ Radiance nie posiada interfejsu użytkownika, to wszystkie programy działające w tym systemie potrzebują danych wejściowych zapisanych w plikach tekstowych. W plikach tych opisane są m.in.:

- geometria układu,
- własności materiałów przypisanych do danych powierzchni,
- parametry sterujące procesem obliczeń, które wpływają na dokładność obliczeń i na czas ich trwania,
- współrzędne punktów, w których obliczone zostaną wartości natężenia oświetlenia bądź luminancji.

60. Ze strony: <http://lumen.iee.put.poznan.pl/kw/oprawy/projekt.html> przekopiuj do katalogu „C:\Program Files\Desktop Radiance\klosz1” następujące pliki:

- obliczenia\_E-1.bat
- parametr.opt
- system-1.rad
- punkty.txt
- Kierunki-C.xls

Obejrzyj zawartość poszczególnych plików (uwaga! nie uruchamiaj pliku obliczenia\_E-1.bat ani nie używaj komendy „Otwórz” w Eksploratorze Windows)

### Uwaga 8:

Uruchomienie pliku obliczenia\_E-1.bat powoduje uruchomienie czterech niżej opisanych procesów, które prowadzą do obliczenia natężenia oświetlenia w punktach pomiarowych zapisanych w pliku punkty.txt.

1). Proces 1. Tworzenie pliku zawierającego pełen opis materiałów i geometrii układu.

```
oconv mat-klosz.rad mat-lampa.rad klosz.rad lampa.rad >  
oprawa-1.oct
```

gdzie:

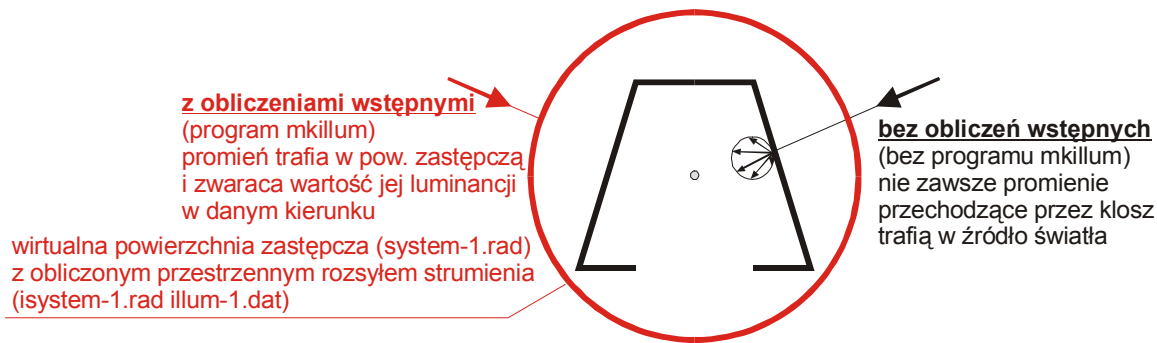
**oconv** – program tworzący plik typu octree (oprawa.oct),

**mat-klosz.rad klosz.rad ...** – pliki zawierające opis materiałów i geometrii układu,

**oprawa-1.oct** – plik typu octree zawierający pełen opis materiałów i geometrii układu (znak > oznacza utworzenie obiektu znajdującego się za tym znakiem).

2). Proces 2. Obliczenia wstępne. Tworzenie plików zawierających dane dotyczące przestrzennego rozsyłu strumienia układu klosz-lampa.

```
mkillum @parametr.opt oprava-1.oct <system-1.rad> isystem-1.rad
```



gdzie:

**mkillum** – program obliczający przestrzenny rozsył strumienia układu klosz-lampa,

**parametr.opt** – plik zawierający argumenty parametrów sterujących procesem obliczeń, np.:

**-ab** – ustala ilość wielokrotnych odbić,

**-ad** – ustala początkową liczbę śledzonych promieni, występujących przy odbiciach rozproszonych, które przy kolejnych odbiciach ulegają każdorazowo redukcji o połowę,

**-lr** – ustala maksymalną ilość odbić śledzonego promienia.

W przypadku ustalenia ilości śledzonych promieni na  $-ad$  1024, po dziewiątym odbiciu pozostaną dwa promienie a po dziesiątym jeden promień. W takim przypadku należałoby ustalić liczbę odbić na  $-ab$  8 lub w przypadku przyjęcia większej liczby odbić zwiększyć ilość śledzonych promieni ( $-ad$ ):

$$N_i^p = \frac{N_0^p}{2^i}$$

$N_i^p$  - ilość promieni wysłanych z danego punktu w półprzestrzeń po  $i$ -tym odbiciu,

$N_0^p$  - początkowa, ustalona za pomocą parametru  $-ad$  ilość promieni wysłanych z danego punktu w półprzestrzeń,

$i$  - ilość odbić ( $-ab$ ).

**system-1.rad** – plik zawierający opis powierzchni zastępczej, dla której obliczony zostanie przestrzenny rozsył strumienia układu klosz-lampa. Powierzchnia zastępcza powinna być nieznacznie większa od klosza oprawy i otaczać ten klosz ze wszystkich stron. W przypadku klosza będącego przedmiotem niniejszego projektu warunek ten będzie spełniała powierzchnia kulista o środku w początku układu (tzn. w środku świetlnym oprawy) i promieniu 27,5 cm.

**isystem-1.rad** – plik zawierający obliczone parametry powierzchni zastępczej, dla której w wyniku obliczeń utworzony zostanie plik **illum-1.dat** z obliczonym przestrzennym rozsyłem strumienia układu klosz-lampa.

3). Proces 3. Tworzenie zmodyfikowanego pliku **ioprawa-1.oct** zawierającego pełny opis geometrii, materiałów oraz obliczonego przestrzennego rozsyłu strumienia układu klosz-lampa.

```
oconv mat-klosz.rad mat-lampa.rad klosz.rad lampa.rad
isystem-1.rad > ioprawa-1.oct
```

gdzie:

**ioprawa-1.oct** – zmodyfikowany plik typu **octree** zawierający pełen opis materiałów, geometrii układu oraz obliczonego przestrzennego rozsyłu strumienia układu klosz-lampa.

4). Proces 4. Obliczanie natężenia napromienienia w jednostkach Radiance w punktach pomiarowych dla układu współrzędnych biegunowych.

```
rtrace -faa -h -ov -I @parametr.opt ioprawa-1.oct <punkty.txt>
E_R-1.txt
```

gdzie:

**rtrace** – program realizujący proces śledzenia promieni i obliczający natężenie napromienienia w jednostkach Radiance.

Zastosowane opcje:

- faa** – określa format plików wejściowych i wyjściowych jako ASCII,
- h** – wyłącza wyświetlanie nagłówka w pliku wyjściowym,
- ov** – powoduje, że plik wyjściowy będzie zawierał obliczone wartości R („Radiance”) bądź natężenia napromienienia ( $E_R$ ) w jednostkach Radiance,
- I** – określa, że obliczone zostanie natężenie napromienienia w jednostkach Radiance.

**parametr.opt** – plik zawierający argumenty parametrów sterujących procesem obliczeń,

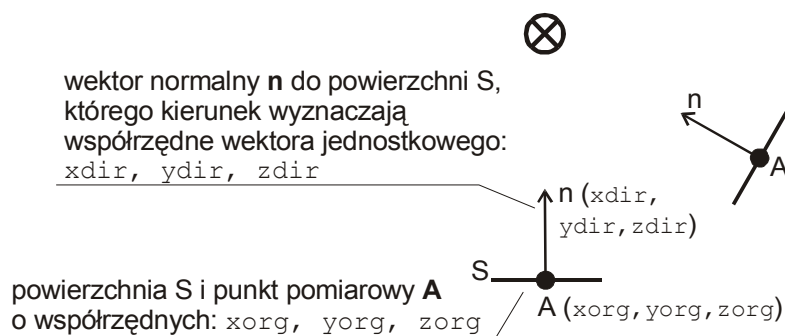
**punkty.txt** – plik zawierający położenie punktów i kierunków obserwacji (w kolejnych liniach):

```
xorg yorg zorg xdir ydir zdir
```

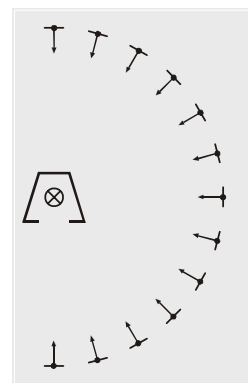
gdzie:

xorg yorg zorg – współrzędne punktów, z których wychodzą śledzone promienie,

xdir ydir zdir – długości składowych x, y i z wektora jednostkowego, określającego kierunek śledzonego promienia.



W pliku **punkty.txt** wpisano współrzędne punktów pomiarowych i kierunków obserwacji, które dają możliwość obliczenia natężenia oświetlenia na powierzchni fotoprzetwornika w układzie fotometru ramiennego (o długości ramienia  $r = 3m$ ) poruszającego się wokół fotometrowanego obiektu (oprawy umieszczonej w początku układu) ze skokiem kąta  $\gamma$  wynoszącym 5 stopni w zakresie od 0 do 180 stopni. (Zobacz sposób ustalania punktów i kierunków w arkuszu kalkulacyjnym **Kierunki.xls**)



**E\_R-1.txt** – plik zawierający wyniki obliczeń, wartości natężenia napromienienia w jednostkach „Radiance” zapisanych w kolumnach, kolejno dla punktów określonych w pliku **punkty.txt**,

5). Proces 5. Przeliczenie wartości natężenia napromienienia w jednostkach Radiance na wartości natężenia oświetlenia w luksach.

```
rcalc -e '$1=47.44826855*$1+119.9505189*$2+11.6012125*$3' E_R-1.txt  
> E_E-1.txt
```

gdzie:

**rcalc** – program przeliczający zadane wielkości według podanej zależności,

**E\_E-1.txt** – plik zawierający wartości natężenia oświetlenia przeliczone z **E\_R-1.txt**.

61. Uruchom obliczenia za pomocą programu `obliczenia_E-1.bat` <w programie **Eksplorator Windows zaznacz i naciśnij Enter lub dwa razy kliknij na plik `obliczenia_E-1.bat`**>. Otworzy się okno MS-DOS, w którym wyświetlone zostaną kolejno uruchomione procesy. Po zakończeniu obliczeń zamknij okno MS-DOS.
62. Przejdź do katalogu „C:\Program Files\Desktop Radiance\klosz1” i obejrzyj zawartość pliku `E_E-1.txt`. W kolumnie znajdują się obliczone wartości natężenia oświetlenia E. Skopiuj całą kolumnę i wklej wartości E do kolumny arkusza kalkulacyjnego programu Microsoft Excel. W arkuszu oblicz:
- światłość  $I(\gamma)=E*r^2$
  - światłość średnią  $I(\gamma)_{\text{śr.}}$  dla przedziałów  $\Delta\gamma = 5$  stopni
  - kąt bryłowy  $\Delta\omega$  w przedziałach określonych kątem płaskim  $\Delta\gamma$
  - strumień cząstkowy oprawy  $\Delta\Phi_{\text{opr.}}$
  - strumień całkowity oprawy  $\Phi_{\text{opr.}}$
  - sprawność oprawy  $\eta_{\text{opr.}}$
63. Obliczona krzywa światłości może charakteryzować się nienormalnymi odchyleniami w jej przebiegu. Może to wynikać z zastosowanej dyskretyzacji powierzchni klosza bądź odbłyśnika. I chociaż obliczana oprawa powinna mieć symetryczną bryłę fotometryczną to zaleca się wykonanie obliczeń krzywej światłości dla kilku innych płaszczyzn C ( $C_0, C_{30}, C_{60}, C_{90}$ ). W tym celu wykonaj obliczenia opisane w Uwaga 8 ale dla innych płaszczyzn C:
- zmień położenie punktów obliczeniowych w pliku `punkty.txt` i utwórz pliki:
    - `punktyC0.txt`
    - `punktyC30.txt`
    - `punktyC60.txt`
    - `punktyC90.txt` (zawartość taka sama jak w pliku `punkty.txt`)
  - uruchom obliczenia za pomocą pliku **`obliczenia_E-C.bat`** (skopiuj plik ze strony: <http://lumen.iee.put.poznan.pl/kw/oprawy/projekt.html>),
  - w wyniku wykonanych obliczeń otrzymasz cztery pliki, które po przeliczeniu (patrz poprzedni punkt) dadzą Ci cztery krzywe światłości (oblicz średnią arytmetyczną):
    - `E_E-C0.txt`
    - `E_E-C30.txt`
    - `E_E-C60.txt`
    - `E_E-C90.txt`

---

## **OBLICZANIE OPRAWY Z KLOSZEM OTWARTYM uwzględnienie rzeczywistego rozsyłu strumienia świetlnego lampy**

64. Ze strony: <http://lumen.iee.put.poznan.pl/kw/oprawy/projekt.html> przekopij do katalogu „C:\Program Files\Desktop Radiance\klosz1” następujące pliki:
- `obliczenia_E-z100p.bat`
  - `z100p.rad`
  - `z100p.dat`
  - `z100p-2.dat`
  - `system-z100p.rad`
- Obejrzyj zawartość poszczególnych plików (uwaga! nie uruchamiaj pliku `obliczenia_E-z100p.bat` ani nie używaj komendy „Otwórz” w Eksploratorze Windows)

### Uwaga 9:

Uruchomienie pliku `obliczenia_E-z100p.bat` powoduje uruchomienie czterech opisanych w Uwaga 8 procesów, które prowadzą do obliczenia natężenia oświetlenia w punktach



pomiarowych zapisanych w pliku punkty.txt z uwzględnieniem rzeczywistego rozsyłu przestrzennego strumienia lampy znajdującej się w oprawie.

Rzeczywisty przestrzenny rozsył strumienia lampy opisany jest w dwóch plikach:

- z100p.rad
- z100p.dat

#### **z100p.rad**

Używa funkcji brightdata do odczytania rozsyłu, który jest zapisany w pliku z100p.dat. Argumentem dla funkcji „brightdata” jest odwrotność powierzchni pozornej S, rzutu bryły źródła światła (tutaj kuli) na płaszczyznę ( $S=\pi*r^2$ ). Identyfikator funkcji „brightdata” („z100p.dist”) jest modyfikatorem dla materiału „light”. A identyfikator materiału „light” („z100p\_material”) jest z kolei modyfikatorem oznaczającym materiał dla typu opisującego geometrię lampy („sphere”). Argumentem dla materiału „light” jest strumień lampy wyrażony w kilolumenach.

#### **z100p.dat**

Zawiera bezpośredni opis przestrzennego rozsyłu strumienia lampy. W pierwszej części pliku podaje się format zapisu danych, po którym następuje podanie wartości światłości dla poszczególnych kątów gamma w płaszczyznach C (patrz również plik z100p-2.dat). Wartości światłości „Ir” nie są podane bezpośrednio. W pliku z100p.dat należy zapisać światłości w kandelach na 1000 lumenów i podzielić je jeszcze przez 179:

$$I_r = \frac{I_{cd/1000lm}}{179}$$

#### **z100p-2.dat**

Zobacz jak można opisać bryłę fotometryczną lampy w kilku płaszczyznach C.

65. Uruchom obliczenia za pomocą programu obliczenia\_E-z100p.bat <**w programie Eksplorator Windows zaznacz i naciśnij Enter lub dwa razy kliknij na plik obliczenia\_E-z100p.bat**>. Otworzy się okno MS-DOS, w którym wyświetlone zostaną kolejno uruchomione procesy. Po zakończeniu obliczeń zamknij okno MS-DOS.
66. Przejdź do katalogu „C:\Program Files\Desktop Radiance\klosz1” i obejrzyj zawartość pliku E\_E-z100p.txt. W kolumnie znajdują się obliczone wartości natężenia oświetlenia E. Skopiuj całą kolumnę i wklej wartości E do kolumny arkusza kalkulacyjnego programu Microsoft Excel. W arkuszu oblicz:
  - światłość  $I(\gamma)=E*r^2$
  - światłość średnią  $I(\gamma)_{\text{śr.}}$  dla przedziałów  $\Delta\gamma = 5$  stopni
  - kąt bryłowy  $\Delta\omega$  w przedziałach określonych kątem płaskim  $\Delta\gamma$
  - strumień cząstkowy oprawy  $\Delta\Phi_{\text{opr.}}$
  - strumień całkowity oprawy  $\Phi_{\text{opr.}}$
  - sprawność oprawy  $\eta_{\text{opr.}}$
67. Oblicz krzywą światłości dla innych płaszczyzn C (C0, C30, C60 i C90). Oblicz średnią arytmetyczną i porównaj uzyskaną krzywą światłości z krzywą otrzymaną dla równomiernego rozsyłu lampy.

## OBLICZANIE LUMINANCJI POWIERZCHNI KLOSZA

68. Ze strony: <http://lumen.iee.put.poznan.pl/kw/oprawy/projekt.html> przekopiuj do katalogu „C:\Program Files\Desktop Radiance\klosz1” następujące pliki:

- obliczenia\_L-z100p.bat
- punkty-L1.txt
- punkty-L2.txt

Potrzebne będą Ci również pliki, które już wcześniej kopiowałeś lub tworzyłeś (sprawdź czy znajdują się w Twoim katalogu):

- mat-klosz.rad
- klosz.rad
- z100p.rad
- z100p.dat
- parametr.opt
- system-z100p.rad
- punkty.txt

Obejrzyj zawartość poszczególnych plików (uwaga! nie uruchamiaj pliku obliczenia\_L-z100p.bat ani nie używaj komendy „Otwórz” w Eksploratorze Windows)

### Uwaga 10:

Uruchomienie pliku obliczenia\_L-z100p.bat prowadzi do obliczenia luminancji powierzchni klosza. Luminancja powierzchni klosza obliczana jest za pomocą programu **rtrace** (patrz czwarty, piąty i szósty proces w pliku obliczenia\_L-z100p.bat):

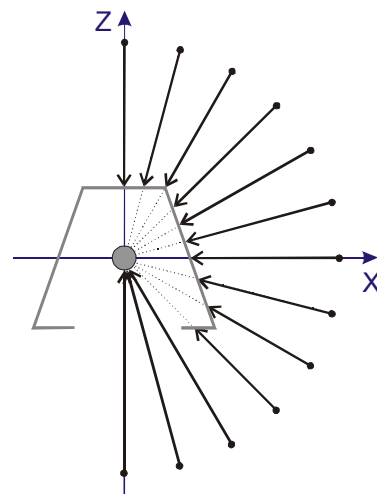
```
rtrace -faa -h -ov @parametr.opt ioprawa-z100p.oct <punkty.txt>  
L_R.txt
```

```
rtrace -faa -h -ov @parametr.opt ioprawa-z100p.oct <punkty-L1.txt>  
L_R-1.txt
```

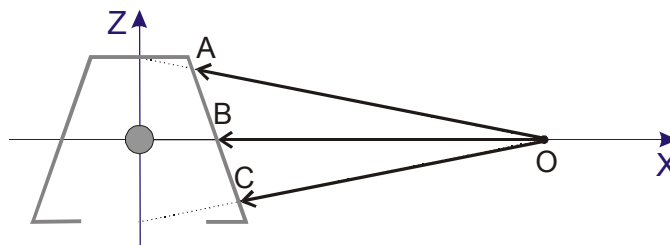
```
rtrace -faa -h -ov @parametr.opt ioprawa-z100p.oct <punkty-L2.txt>  
L_R-2.txt
```

Tym razem w opcjach programu **rtrace** nie wpisano **-I** co powoduje, że obliczoną wartością będzie luminancja powierzchni wokół punktu, w który trafił śledzony promień.

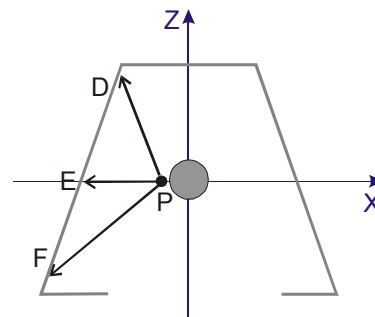
Pierwszy z wymienionych wyżej procesów prowadzi do obliczenia luminancji oprawy (klosza i źródła światła) widzianej pod różnymi kątami w układzie fotometru ramiennego (o długości ramienia  $r = 3\text{m}$ ) poruszającego się wokół oprawy umieszczonej w początku układu ze skokiem kąta  $\gamma$  wynoszącym 5 stopni w zakresie od 0 do 180 stopni (patrz punkty i kierunki obserwacji zapisane w pliku punkty.txt).



Drugi proces prowadzi do obliczenia luminancji zewnętrznej powierzchni klosza w trzech punktach A, B i C widzianych z punktu O (kierunek  $\gamma=90^0$ ), (patrz punkty i kierunki obserwacji zapisane w pliku punkty-L1.txt).



Trzeci proces prowadzi do obliczenia luminancji wewnętrznej powierzchni klosza w trzech punktach D, E i F widzianych z punktu P (patrz punkty i kierunki obserwacji zapisane w pliku punkty-L2.txt).



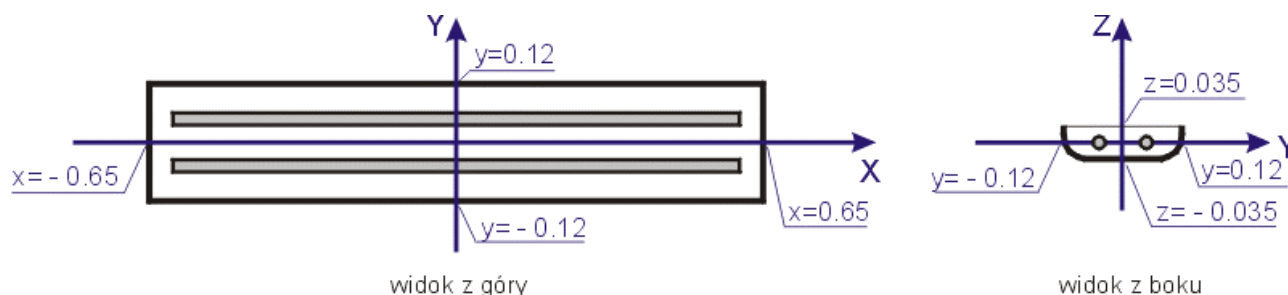
69. Uruchom obliczenia za pomocą programu obliczenia\_L-z100p.bat <**w programie Eksplorator Windows zaznacz i naciśnij Enter lub dwa razy kliknij na plik obliczenia\_L-z100p.bat**>. Otworzy się okno MS-DOS, w którym wyświetlone zostaną kolejno uruchomione procesy. Po zakończeniu obliczeń zamknij okno MS-DOS.

70. Przejdź do katalogu „C:\Program Files\Desktop Radiance\klosz1” i obejrzyj zawartość plików L\_E.txt, L\_E-1.txt i L\_E-2.txt. Korzystając z wyników obliczeń zapisanych w plikach (L\_E-1.txt i L\_E-2.txt) oblicz średnią luminancję zewnętrznej i wewnętrznej powierzchni klosza. Narysuj wykres  $L=f(\gamma)$  (L\_E.txt).

## OBLICZANIE ODBŁYŚNIKA WALCOWEGO

### Uwaga 11:

Rozdział ten dotyczyć będzie obliczania oprawy z rozpraszającym odbłyśnikiem walcowym o wymiarach: długość 1.3 m, szerokość 0.24 m, wysokość 0.07 m. Będzie to oprawa oświetlenia pośredniego z dwiema świetlówkami T26 36W. Model odbłyśnika oprawy zostanie zbudowany poprzez zastosowanie komendy tworzącej powierzchnię równoległą POWWALC. Zastosowanie tej komendy umożliwi stworzenie ściankowego obiektu 3D poprzez przesunięcie krzywej tworzącej wzdłuż wektora kierunkowego.



Geometrię odbłyśnika i świetlówek należy zbudować tak, aby środek świetlnej oprawy oświetleniowej (który tutaj pokrywa się z jej środkiem geometrycznym) przypadła na początek układu współrzędnych (punkt:  $x=0$ ,  $y=0$ ,  $z=0$ ). Szczególną uwagę należy zwrócić na trzy punkty, które będą decydowały o poprawności tworzonego modelu odbłyśnika. Są to:

- Punkt 72. Stworzenie krzywej łamanej będącej krzywą tworzącą odbłyśnika. Krzywa ta będzie narysowana na jednym z końców tworzonego odbłyśnika. W tym przypadku dla  $x=-0.65\text{m}$
- Punkt 73. Stworzenie prostej wyznaczającej kierunek i odległość przesunięcia krzywej tworzącej. Dla rozpatrywanego przypadku prosta ta ma długość 1.3m (jest to długość odbłyśnika) a jej początek znajduje się w punkcie, dla którego współrzędna  $x=-0.65\text{m}$  (czyli tam gdzie narysowana została krzywa tworząca).
- Punkt 82 i 83. Stworzenie dwóch walców posiadających kształty i wymiary świetlówek.

71. Uruchom Desktop Radiance poprzez wybranie ikony programu lub wejście w menu **Start** → **Programy** → **Desktop Radiance 1.0** → **Desktop Radiance 1.02**. Pojawi się okno dialogowe „Rozpocznij”. Kliknij przycisk <Użyj standardu>, w ustawieniach wybierz jednostki „metryczne” i <kliknij OK>.

72. Stworzymy odbłyśnik walcowy gdzie tworzącą będzie krzywa łamana, a wektorem kierunkowym, wektor równoległy do osi X. Zwróć uwagę, że krzywa tworząca narysowana będzie na jednym z końców tworzonego odbłyśnika (tu dla  $x=-0.65\text{m}$ ). Wybierz „Widok z lewej” i zacznij wprowadzać współrzędne, przez które przechodzić będzie krzywa tworząca, wpisz **3wplinia** ↵ na pytanie Od punktu, wpisz:

**-0.65,-0.12, 0.035** ↵ następnie wprowadzaj kolejne współrzędne:

**-0.65,-0.12, 0.015** ↵

**-0.65,-0.115, -0.01** ↵

**-0.65,-0.11, -0.02** ↵

**-0.65,-0.1, -0.03** ↵

**-0.65,-0.085, -0.035** ↵

**-0.65,0.085, -0.035** ↵

**-0.65,0.1, -0.03** ↵

**-0.65,0.11, -0.02** ↵

**-0.65,0.115, -0.01** ↵

**-0.65,0.12, 0.015** ↵

**-0.65,0.12, 0.035** ↵

po wprowadzeniu wszystkich współrzędnych zakończ naciskając <Enter>

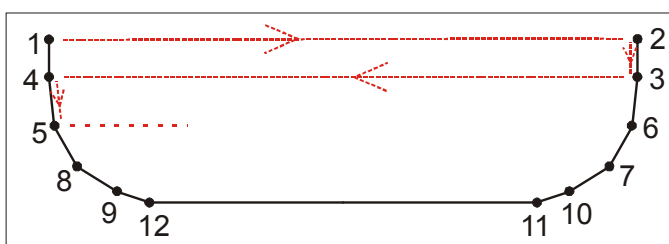
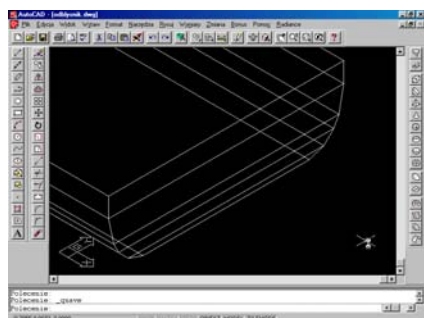
zestawienie współrzędnych wierzchołków krzywej tworzącej												
x	-0.65	-0.65	-0.65	-0.65	-0.65	-0.65	-0.65	-0.65	-0.65	-0.65	-0.65	-0.65
y	-0.12	-0.12	-0.115	-0.11	-0.1	-0.085	0.085	0.1	0.11	0.115	0.12	0.12
z	0.035	0.015	-0.01	-0.02	-0.03	-0.035	-0.035	-0.03	-0.02	-0.01	0.015	0.035

73. Utwórz prostą wyznaczającą kierunek i odległość przesunięcia krzywej tworzącej, wpisz: **3wplinia** ↵ na pytanie Od punktu, wpisz: **-0.65,0,0** ↵ podaj współrzędne drugiego punktu: **0.65,0,0** ↵ zakończ <naciskając Enter>

74. Zmień widok na „Widok izometryczny SE”. Zmodyfikuj zmienną systemową odpowiedzialną za liczbę podziałów na powierzchnie elementarne, wpisz **surftab1** ↵ i podaj wartość podziału: **11** ↵

75. Użyj komendy tworzącej powierzchnię równoległą: **powwalc** ↵ wybierz krzywą definiującą <kliknij na utworzoną wcześniej krzywą tworzącą> wybierz wektor kierunkowy <kliknij na utworzoną wcześniej prostą>

76. Usuń niepotrzebną już prostą określającą wektor kierunkowy: <kliknij linię wyznaczającą wektor kierunkowy> następnie <kliknij przycisk „Wymaż” znajdujący się na pasku narzędzi>
77. Zapisz utworzony rysunek pod nazwą odblysnik1.dwg. Rysunek powinien być zapisany w katalogu „C:\Program Files\Desktop Radiance”.
78. Modelowanie odbłyśnika walcowego zakończymy poprzez utworzenie dwóch powierzchni zamykających odbłyśnik na jego końcach. W tym celu pozostając w widoku izometrycznym SE powiększ fragment rysunku zawierający rozpatrywany obiekt.



Kolejność zaznaczania punktów na krawędzi odbłyśnika

79. Upewnij się, że zaznaczony jest „Koniec” w stałych trybach lokalizacji (**Shift i prawy przycisk myszy → Nastawy obiektu... → Koniec → OK**). Użyj narzędzia 3WPow do stworzenia obszaru 3-wymiarowego zamykającego odbłyśnik z prawej strony, wpisz **3wpow** ↵ i <zaznaczaj kolejne punkty według kolejności podanej na rysunku>. Po dojściu do punktu nr 12 <naciśnij Enter> aby zakończyć.
80. W wyniku zastosowania narzędzia „3wpow” powstanie pięć równoległych powierzchni leżących w jednej płaszczyźnie i zamykających odbłyśnik z lewej strony. <Utwórz podobne powierzchnie jak w poprzednim punkcie zamykające odbłyśnik z drugiej strony>.
81. Przypisz do odbłyśnika materiał „off-white 2k205”: **Radiance → Materials → Attach Material...** <zaznacz odbłyśnik> ↵ (pamiętaj aby po zaznaczeniu obiektu wcisnąć klawisz „Enter”). Teraz powinno pojawić się okno „Materials Library”. Z listy dostępnych materiałów należy wybrać „off-white 2k205”. Zaakceptuj wybór klikając na przycisk <Attach>
82. Wprowadź do odbłyśnika dwa obiekty posiadające kształty i wymiary świetlówki T26 36W (długość 1200mm, średnica 26mm): **Rysuj → Bryły → Walec**, pojawi się pytanie o podanie współrzędnych środka podstawy walca, wpisz: **-0.6,0.05,0** ↵, następnie zostaniesz zapytany o promień podstawy walca, wpisz **0.013** ↵, na następne pytanie „śrOdek drugiej podstawy/<wysokość>” odpowiedz: **0** ↵ i wpisz: **0.6,0.05, 0** ↵
83. Wprowadź do odbłyśnika drugą świetlówkę: **Rysuj → Bryły → Walec**, pojawi się pytanie o podanie współrzędnych środka podstawy walca, wpisz: **-0.6,-0.05,0** ↵, następnie zostaniesz zapytany o promień podstawy walca, wpisz **0.013** ↵, na następne pytanie „śrOdek drugiej podstawy/<wysokość>” odpowiedz: **0** ↵ i wpisz: **0.6,-0.05, 0** ↵

#### Uwaga 12:

Całkowita długość świetlówki T26 36W wynosi 1200mm. Jest to długość szklanej rury pokrytej luminoforem, która jest źródłem światła oraz długość dwóch metalowych trzonek świetlówki. Na potrzeby dokładnych obliczeń należałoby wprowadzić tu długość samej rury szklanej będącej elementem świecącym (1200mm – 2\*długość trzonka).

84. Przypisz do światełek materiał „white”: **Radiance → Materials → Attach Material...**  
**<zaznacz obie światełki>** ↵ (pamiętaj aby po zaznaczeniu obiektów wcisnąć klawisz „Enter”). Teraz powinno pojawić się okno „Materials Library”. Z listy dostępnych materiałów należy wybrać „white”. Zaakceptuj wybór klikając na przycisk **<Attach>**
85. Zapisz tworzony plik **<kliknij na przycisk „Zapisz”>** i dokonaj konwersji obiektów 3D z formatu AutoCAD na format Radiance: **Radiance → Simulation → Camera <naciśnij Enter>**
86. Pojawi się okno „Define Scenario”. **<Wpisz nazwę np. „oprawa”>** **<kliknij „OK”>**
87. Okno „Define Scenario” zostanie zamknięte i pojawi się zachęta do zaznaczenia obiektów, które mają zostać włączone w proces obliczeń, w polu dialogowym wpisz: **wszystko** ↵ ↵ (Uwaga, dwa razy naciśnij „Enter”).
88. W tym momencie program buduje bazę danych potrzebną do wykonania obliczeń. Jednocześnie w katalogu głównym Desktop Radiance tworzony jest podkatalog (C:\Program Files\Desktop Radiance\odblysnik1) o takiej samej nazwie jak nazwa utworzonego wcześniej pliku z rysunkiem. W katalogu tym znajdują się wszystkie pliki potrzebne do wykonania obliczeń. Kiedy pojawi się okno „Camera Simulation Setup” **<kliknij „Cancel”>** aby je zamknąć.
89. Zamknij program Desktop Radiance i przejdź do katalogu „C:\Program Files\Desktop Radiance\odblysnik1”. Obejrzyj zawartość plików zawierających opis geometrii poszczególnych obiektów:
- odblysnik1\_m\_2k205.rad – opisuje odbłyśnik
  - odblysnik1\_m\_moore\_869.rad – opisuje światełki
90. Przejdź do katalogu „C:\Program Files\Desktop Radiance\odblysnik1\mat\lbnl” i przekopiuj następujące pliki:
- 2k205.rad
  - moore\_869.rad
- do katalogu „C:\Program Files\Desktop Radiance\odblysnik1”
91. Zmień nazwy następujących plików:

<i>stara nazwa</i>	<i>nowa nazwa</i>
odblysnik1 m 2k205.rad	odb.rad
odblysnik1 m moore 869.rad	lampaT26.rad
2k205.rad	mat-odb.rad
moore_869.rad	mat-lampa.rad

92. Zmodyfikuj plik lampaT26.rad do postaci:

```
#dwie swietlowki T26 36W, l=1200mm, d=26mm

void plastic material_dla_ring
0
0
5 0.5 0.5 0.5 0 0

material_dla_ring ring odblysnik_7D.0.0
0
0
```

```

8 0.6 -0.05 0
1 0 0
0 0.013

material_dla_ring ring odblysnik_7D.0.1
0
0
8 -0.6 -0.05 0
-1 0 0
0 0.013

moore_869 cylinder odblysnik_7D.0.2
0
0
7 0.6 -0.05 0
-0.6 -0.05 0
0.013

material_dla_ring ring odblysnik_7C.1.0
0
0
8 0.6 0.05 0
1 0 0
0 0.013

material_dla_ring odblysnik_7C.1.1
0
0
8 -0.6 0.05 0
-1 0 0
0 0.013

moore_869 cylinder odblysnik_7C.1.2
0
0
7 0.6 0.05 0
-0.6 0.05 0
0.013

```

**Uwaga 13:**

W pliku `lampaT26.rad` dwa typy `ring` tworzą koła zamykające walce tworzące geometrie świetlówek. Koła te mogą pełnić rolę trzonków świetlówek. Konieczna jest zmiana rodzaju materiału przypisanego do tych typów (typów `ring`). Materiałem tym powinien być materiał typu `plastic` o współczynniku odbicia np. 0,5. Opis takiego materiału dodany na początku pliku `lampaT26.rad` wygląda następująco:

```

void plastic material_dla_ring
0
0
5 0.5 0.5 0.5 0 0

```

93. Zmodyfikuj zgodnie z informacjami zawartymi w Uwaga 5 , Uwaga 6 i Uwaga 14 zawartość plików opisujących materiał przypisany do odbłyśnika i do świetlówek (mat-odb.rad i mat-lampa.rad).

94. Plik mat-odb.rad , który opisuje materiał odbłyśnika zmodyfikuj do postaci:

```
# odblysnik pokryty farba matowa Ro=0.85
void plastic 2k205
0
0
5 0.85 0.85 0.85 0 0
```

wtedy współczynnik odbicia odbłyśnika będzie wynosił 0.85

Uwaga 14:

Obliczenie wartości R dla świetlówki T26 36W, przy założeniu długości:  $l=1200\text{mm}$ , średnicy:  $d=26\text{mm}$  i strumieniu wynoszącym  $\Phi_0=3350\text{lm}$ .

$$L_g = \frac{\Phi_0}{\pi \cdot S_g} = \frac{\Phi_0}{\pi^2 \cdot d \cdot l} = \frac{3350}{\pi^2 \cdot 0.026 \cdot 1.2} = 10\,879.04 \quad [\text{cd}/\text{m}^2]$$

$$R = \frac{L_g}{179} = \frac{10\,879.04}{179} = 60.78 \quad [\text{R}]$$

gdzie:

$L_g$  - luminancja gabarytowa źródła światła [ $\text{cd}/\text{m}^2$ ],

$\Phi_0$  - strumień źródła światła [ $\text{lm}$ ],

$S_g$  - powierzchnia bryły gabarytowej świetlówki (w przypadku świetlówki liniowej jest to powierzchnia boczna walca  $S_g = \pi \cdot d \cdot l$ )

„Radiance” tego źródła będzie wtedy równa 60,78 a luminancja L wyniesie 10 879,04  $\text{cd}/\text{m}^2$ , opis materiału będzie następujący:

```
mod light id
0
0
3 60.78 60.78 60.78
```

95. Plik mat-lampa.rad , który opisuje materiał świetlówki zmodyfikuj do postaci:

```
# swietlowka T26 36W, l=1200mm, d=26mm, Fi=3350lm
void light moore_869
0
0
3 60.78 60.78 60.78
```

wtedy światłość maksymalna świetlówki będzie równa:

$$I_{\text{zr. (dla idea ln ego liniowego zróda swiata)}} = \frac{\Phi_0}{\pi^2} = \frac{3350}{\pi^2} = 339,4 \quad [\text{cd}]$$



96. Ze strony: <http://lumen.iee.put.poznan.pl/kw/oprawy/projekt.html> przekopij do katalogu „C:\Program Files\Desktop Radiance\odblysnik1” następujące pliki:

- obliczenia\_E-wal.bat
- parametr.opt
- system-wal.rad
- punkty-r10-C0.txt
- punkty-r10-C15.txt
- punkty-r10-C30.txt
- punkty-r10-C45.txt
- punkty-r10-C60.txt
- punkty-r10-C75.txt
- punkty-r10-C90.txt

Obejrzyj zawartość poszczególnych plików (uwaga! nie uruchamiaj pliku obliczenia\_E-wal.bat ani nie używaj komendy „Otwórz” w Eksploratorze Windows)

#### Uwaga 15:

Uruchomienie pliku obliczenia\_E-wal.bat powoduje uruchomienie czterech opisanych w Uwaga 8 procesów, które prowadzą do obliczenia natężenia oświetlenia w punktach pomiarowych dla siedmiu półpłaszczyzn C (od C0 do C90) zapisanych w plikach punkty-r10-C0.txt do punkty-r10-C90.txt.

Zwróć uwagę na plik system-wal.rad. W pliku tym opisano geometrię powierzchni zastępczej, dla której obliczony zostanie przestrzenny rozsył strumienia (patrz Uwaga 8, Proces 2). W tym przypadku (ponieważ mamy do czynienia z odbłyśnikiem) powierzchnia zastępcza jest prostokątem o kształcie, wymiarach i położeniu dolnego otworu odbłyśnika. Współrzędne wierzchołków tej powierzchni zostały wpisane w kolejności zgodnie z regułą śruby prawoskrętnej, która wkręca się w kierunku, w którym wypromieniowany jest strumień świetlny (w tym przypadku w dół).

97. Uruchom obliczenia za pomocą programu obliczenia\_E-wal.bat <**w programie Eksplorator Windows zaznacz i naciśnij Enter lub dwa razy kliknij na plik obliczenia\_E-wal.bat**>. Otworzy się okno MS-DOS, w którym wyświetlone zostaną kolejno uruchomione procesy. Po zakończeniu obliczeń zamknij okno MS-DOS.

98. Przejdź do katalogu „C:\Program Files\Desktop Radiance\odblysnik1” i obejrzyj zawartość plików E\_E-walC0.txt, E\_E-walC15.txt ... aż do E\_E-walC90.txt. W plikach tych zapisane są obliczone wartości natężenia oświetlenia E w płaszczyznach C0, C15, C30, C45, C60, C75 i C90. Skopij z każdego pliku całą kolumnę danych i wklej wartości E do kolumny arkusza kalkulacyjnego programu Microsoft Excel. W arkuszu oblicz:

- światłość  $I(\gamma) = E \cdot r^2$
- światłość średnią  $I(\gamma)_{\text{śr.}}$  dla przedziałów  $\Delta\gamma = 5$  stopni
- kąt bryłowy  $\Delta\omega$  w przedziałach określonych kątem płaskim  $\Delta\gamma$  dla przedziałów pomiędzy płaszczyznami C ( $\Delta C/360$  t.j.  $15/360$ )
- strumienie cząstkowe oprawy  $\Delta\Phi_{\text{opr.}}$
- sumę strumieni cząstkowych dla poszczególnych płaszczyzn C
- strumień całkowity oprawy  $\Phi_{\text{opr.}}$
- sprawność oprawy  $\eta_{\text{opr.}}$