

Modelowanie cyfrowe układów świetlno-optycznych

oprac. Marcin Leśko, 2015, wszelkie prawa zastrzeżone

Projektowanie soczewek dla źródeł LED

Celem ćwiczenia jest zapoznanie z podstawami projektowania soczewek sferycznych dla źródeł światła typu LED, w dwóch formach - tradycyjnej oraz schodkowej (Fresnela).

Założenia projektowe:

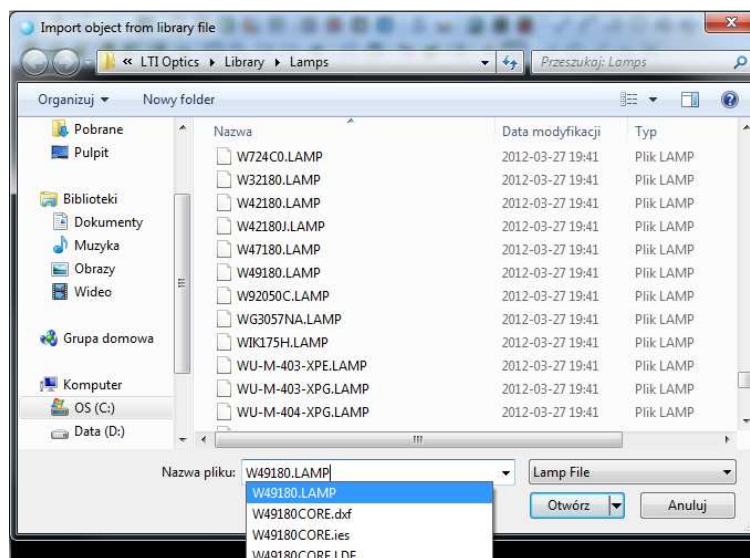
- wykorzystanie wąskostrumieniowego źródła LED,
- średnica soczewki 50 mm,
- minimalna grubość soczewki 3 mm,
- kilka wariantów rozsyłu dla soczewki: wiązka równoległa, 30°, 60°, 120°.

Utworzenie nowego projektu

1. Uruchomić program Photopia i utworzyć nowy projekt np. klikając **File > New**.
2. Sprawdzić ustawienie odpowiednich jednostek długości (mm) – **Settings > Project Settings**, Length Units – mm.
3. Przejść do widoku **Front View**, upewnić się czy jest aktywna płaszczyzna konstrukcyjna (wciśnięty przycisk CPlane).

Importowanie źródła światła

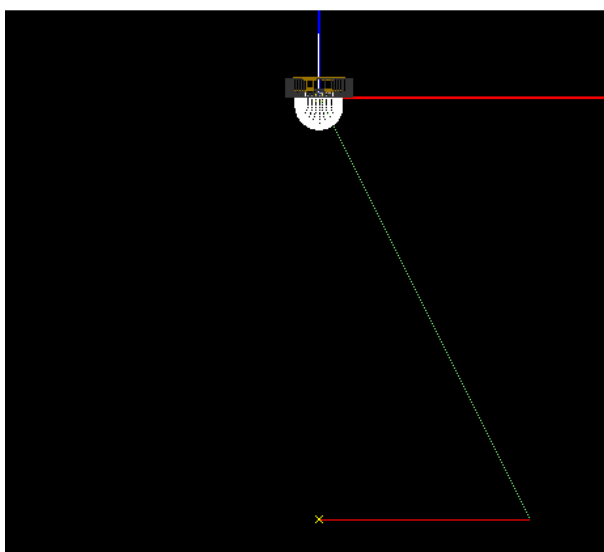
4. Dodać do projektu źródło światła klikając **File > Import Lamp** i wybierając *W49180.LAMP* z biblioteki źródeł.



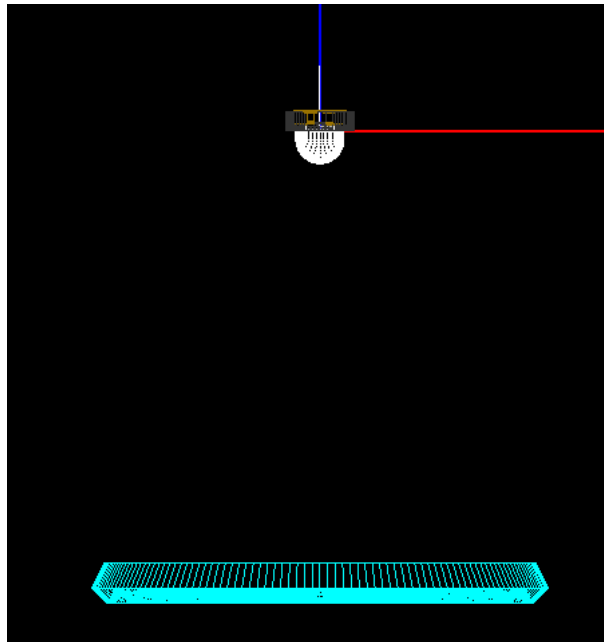
5. Wstawić źródło w pozycji 0,0.
6. Zapisać projekt klikając **File > Save As**, np. pod nazwą *Soczewka*.

Tworzenie soczewki

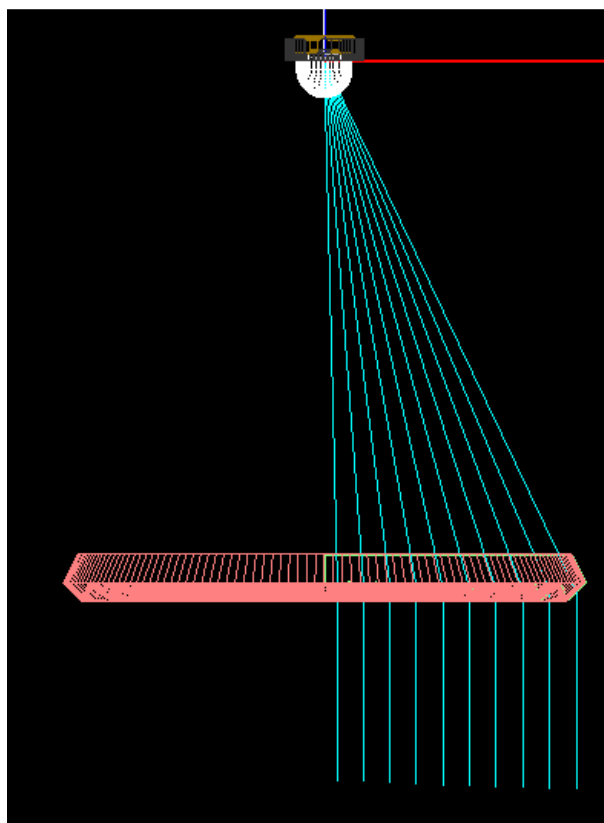
7. Utworzyć parametryczny model soczewki klikając **Design > Lens > Revolved**
 - a. Zaakceptować polilinię jako profil bazowy soczewki.
 - b. Zaakceptować punkt środkowy źródła 0 0.
 - c. Wprowadzić współrzędne punktu początkowego profilu bazowego soczewki 0 -50, a następnie 25 -50 jako współrzędne następnego punktu, po czym ponownie wcisnąć **Enter** w celu zakończenia tworzenia polilini. Zostanie utworzony płaski profil bazowy. Domyślnie Photopia generuje soczewkę schodkową (Fresnela) bazującą na profilu, na którym nanoszone są strefowo pryzmaty (schodki), odpowiedzialne za nakierowanie promieni w odpowiednim kierunku dla danej sekcji.

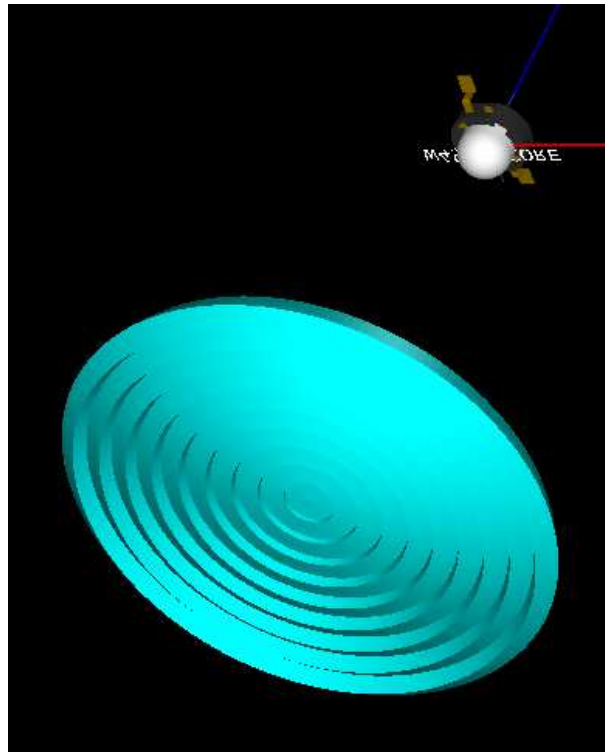


- d. Zaakceptować domyślną liczbę schodków (10) oraz współczynnik załamania światła materiału (1,491 dla akrylu). Należy pamiętać, że rodzaj użytego materiału ma istotny wpływ na kształt soczewki realizującej określony rozsył. Wartość tą można modyfikować po utworzeniu soczewki.
- e. W celu uzyskania równoległej wiązki promieni świetlnych wprowadzić wartości 0 dla kątów nakierowania pierwszej i ostatniej sekcji.
- f. Zaakceptować domyślną wartość inkrementacji kąta nakierowania (w przypadku wiązki równoległej nie jest używana).
- g. Zaakceptować minimalną grubość soczewki (3 mm). Jest to odległość pomiędzy profilem bazowym a zagłębieniem profilu pryzmatycznego.
- h. Wprowadzić wartość 180 jako liczbę segmentów obrotowych. Utworzona soczewka powinna wyglądać jak na rysunku poniżej.



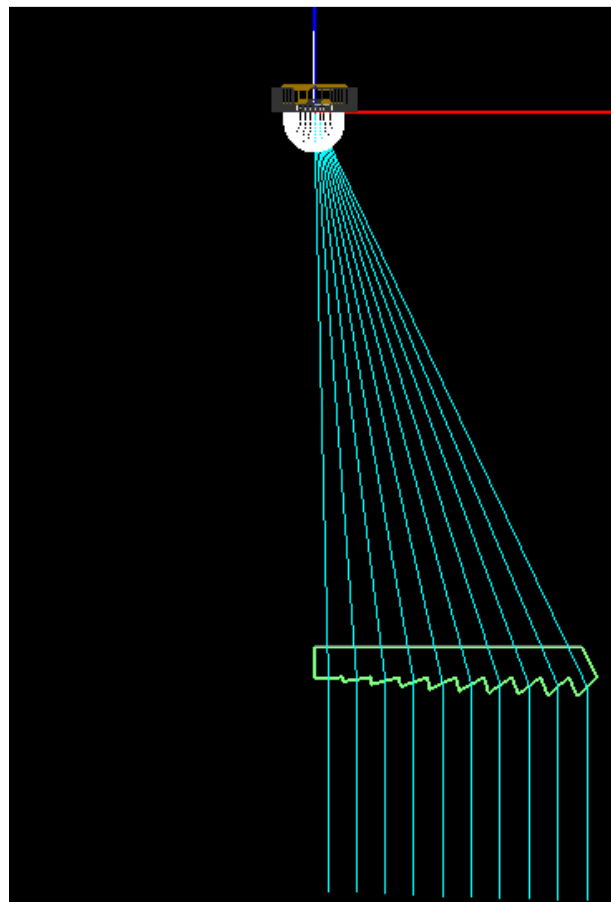
8. Zaobserwować kierunki nakierowania sekcji soczewki oraz jej powierzchnię.





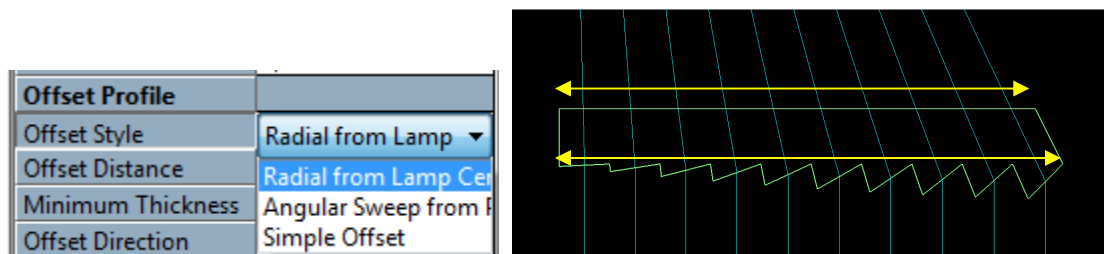
9. W celu wygodniejszej obserwacji profilu zmienić ustawienia wyświetlania, wyłączając wyświetlanie siatki. Zaznaczyć soczewkę i w oknie właściwości w sekcji **Display** w polu **Display Mesh** wybrać opcję: **No**.

Display	
Show Aiming Lines	Yes
Aiming Line Length	20,0000
Display Mesh	No
Extrude/Revolve	Yes
3D Surface Type	No
Revolve Segment C...	180
Revolve Start Angle	0,0000
Revolve Angular Ext...	360,0000

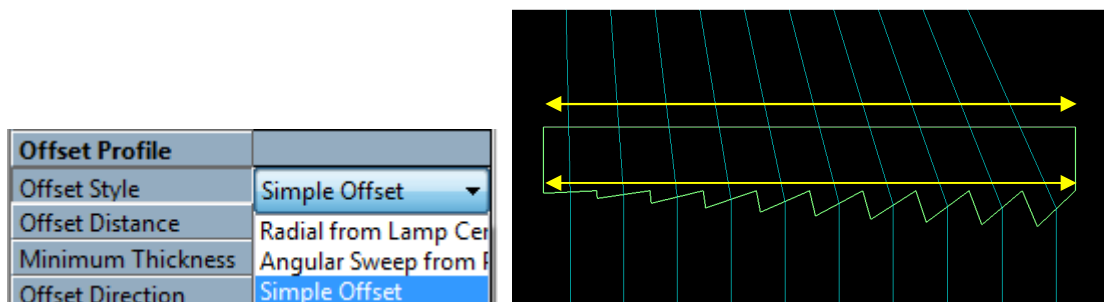


Modyfikowanie soczewki

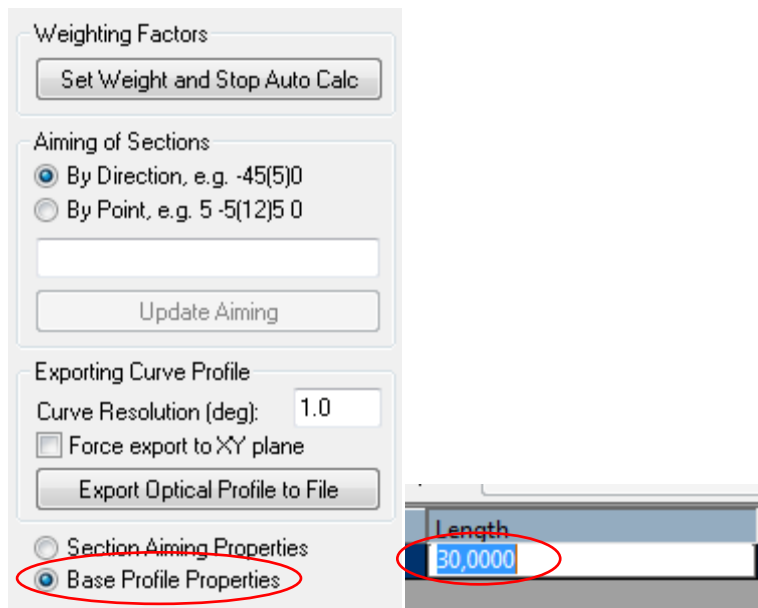
10. W oknie właściwości w sekcji **Offset Profile** zmienić opcję **Offset Style** z domyślnej *Radial from Lamp Center* na *Simple Offset*. W domyślnym ustawieniu sekcje przyzmatyczne rozszerzają się promieniowo ze środka źródła, powodując zwiększenie rozmiaru soczewki powyżej zakładanego, wyznaczonego przez profil bazowy.



11. Po zmianie ustawień profil zewnętrzny ma taką samą średnicę jak profil bazowy.

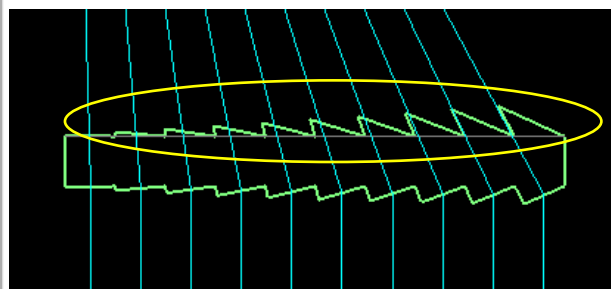


12. Zmienić średnicę soczewki z 50 na 60 mm, np. w celu dopasowania soczewki do innej obudowy. W tym celu przejść do widoku PODT: **View > Parametric Optical Design**.
13. Zaznaczyć opcję *Base Profile Properties* i zmienić promień profilu bazowego soczewki na 30 mm w kolumnie *Length*.



14. Zaobserwować zmianę wymiarów soczewki. Średnica została zwiększona, natomiast liczba schodków zachowana.
15. Aktualnie elementy formujące rozsył są umieszczone po zewnętrznej stronie soczewki. Czasami, jeśli nie ma innych przeszkód, można pryzmaty rozmieścić po obu stronach soczewki, dzięki czemu ich grubość zmniejszy się, co pozwoli na łatwiejsze wykonanie odlewu soczewki.
16. W oknie właściwości w sekcji **Optical Parameters** w polu **% of Control Inside** zmienić wartość z 0 na 50.

Optical Parameters	
Optic Center X	0,0000
Optic Center Y	0,0000
Optic Center Z	0,0000
Nadir X	0,0000
Nadir Y	-1,0000
Nadir Z	0,0000
Profile Type	Stepped
Index of Refraction	1,4910
Number of Aiming ...	1
% of Control Inside	50,0000

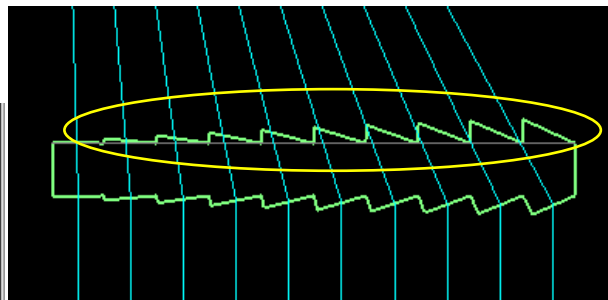


17. Pryzmaty zostały rozmieszczone po obu stronach soczewki, jednak profil stał się fizycznie niemożliwy do wykonania w postaci odlewu ze względu na pochylenie wewnętrznych pryzmatów w stronę środka soczewki. Konieczna jest korekta kształtu.
18. W oknie właściwości w sekcji **Tooling Constraints** w polu **Use a Pull Direction** zaznaczyć opcję Yes.

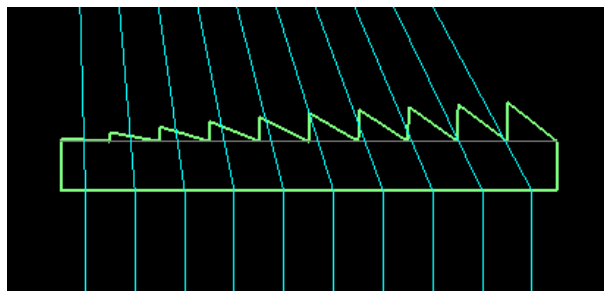
Tooling Constraints	
Number of Prism St...	10
Use a Pull Direction	No
Pull Direction X	Yes
Pull Direction Y	No

19. W celu ustalenia kierunku wyciągania z formy w górę wprowadzić wartość 1 w polu **Pull Direction Y**.

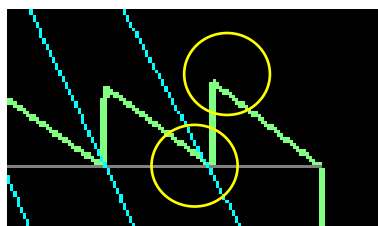
Tooling Constraints	
Number of Prism St...	10
Use a Pull Direction	Yes
Pull Direction X	0,0000
Pull Direction Y	1,0000



20. Zmodyfikować profil soczewki w celu uzyskania płaskiej powierzchni wyjściowej. W polu **% of Control Inside** zmienić wartość z 50 na 100.

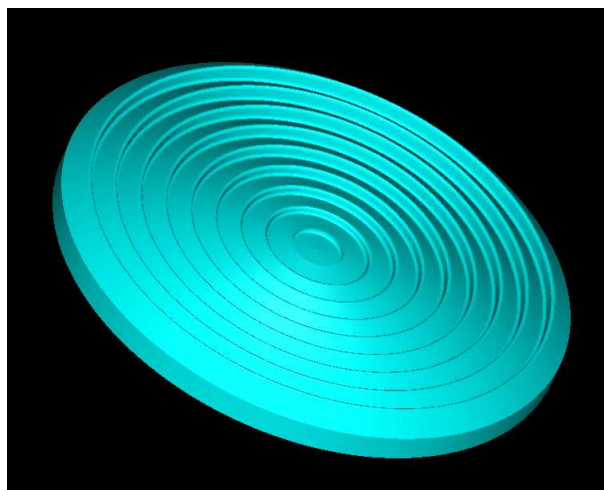
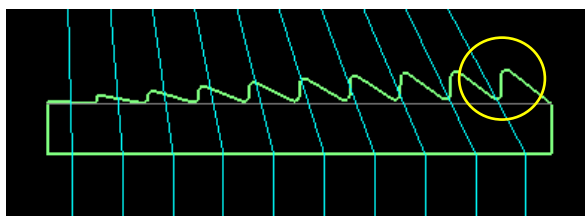


21. W celu ułatwienia wykonania dokładnego odlewu konieczne jest wyeliminowanie ostrych krawędzi schodków.

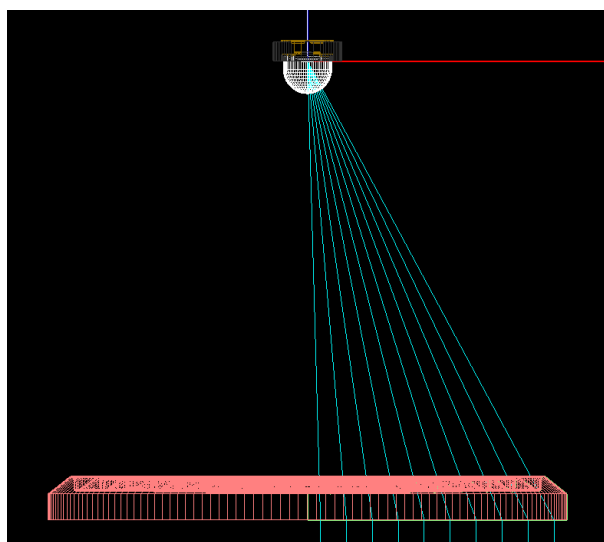


22. Wykonać zaokrąglenia. W sekcji **Tooling Constraints** w polach **Peak Fillet Radius** oraz **Valley Fillet Radius** ustawić wartość 0,3. Zaobserwować zmiany.

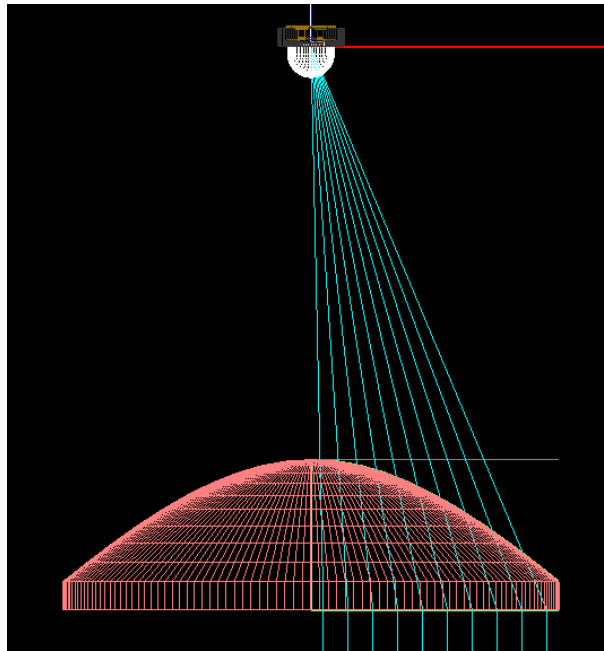
Start Angle	1,0000
Peak Fillet Radius	0,3
Valley Fillet Radius	0,3



23. Soczewka schodkowa jest praktycznie gotowa. Pomimo niewątpliwych zalet, jak cienki profil, niewielka ilość zużywanego materiału i łatwość wykonania, soczewka schodkowa posiada pewne wady, jak np. zniekształcenia biegu promieni na krawędziach pryzmatów, które dyskwalifikują ją w bardzo wymagających zastosowaniach, gdzie konieczne staje się zastosowanie soczewek tradycyjnych.
24. Utworzyć tradycyjną soczewkę sferyczną płasko wypukłą o tej samej funkcjonalności, co aktualnie wykonana soczewka Fresnela. W oknie właściwości w sekcji **Optical Parameters** w polu **Profile Type** wybrać opcję *Smooth*.



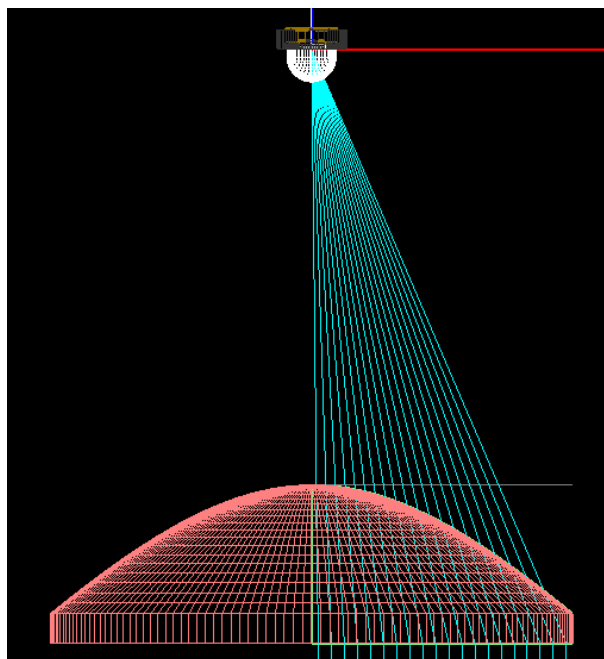
Nadir Z	0,0000
Profile Type	Smooth ▼
Index of Refraction	1.4810

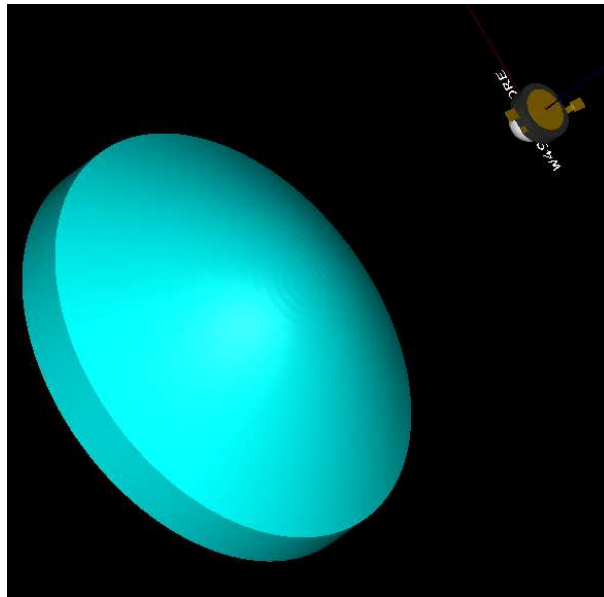


25. W celu zwiększenia rozdzielczości przybliżenia profilu krzywizny można zwiększyć liczbę segmentów krzywizny, która odpowiada liczbie pryzmatów dla profilu schodkowego.

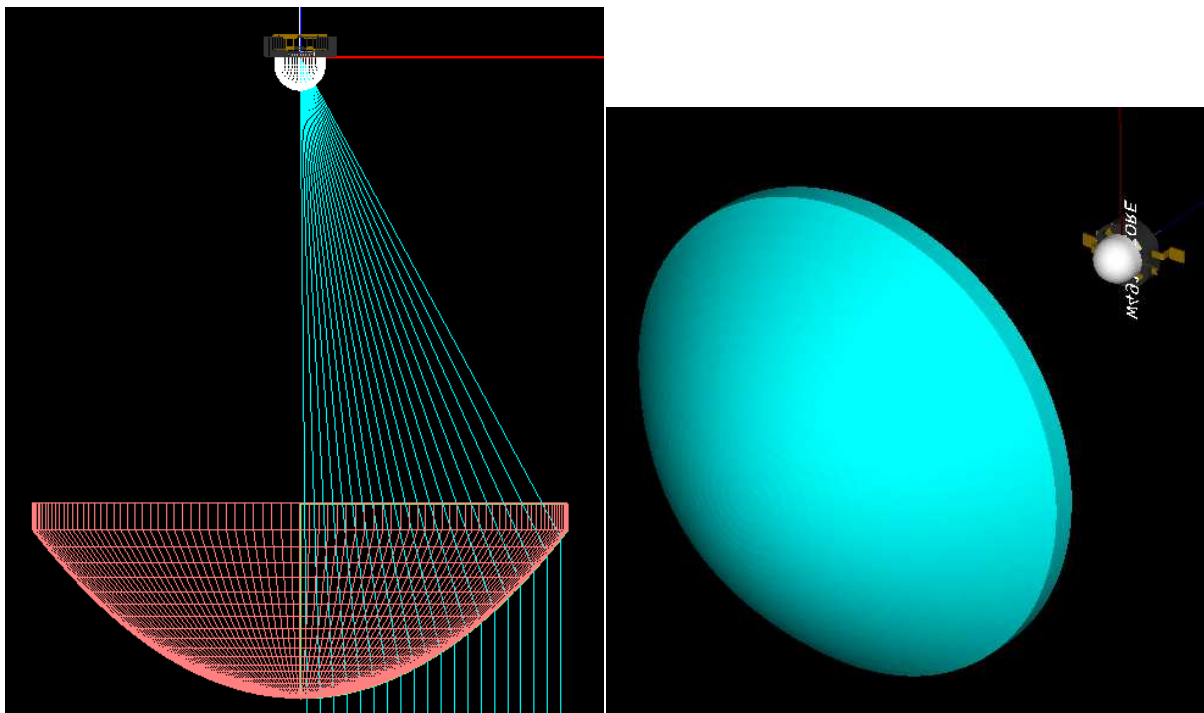
26. W oknie właściwości w sekcji **Tooling Constraints** w polu **Number of Curve Segments** zmienić wartość z 10 na 20.

Tooling Constraints	
Number of Curve S...	20
Use a Pull Direction	Yes

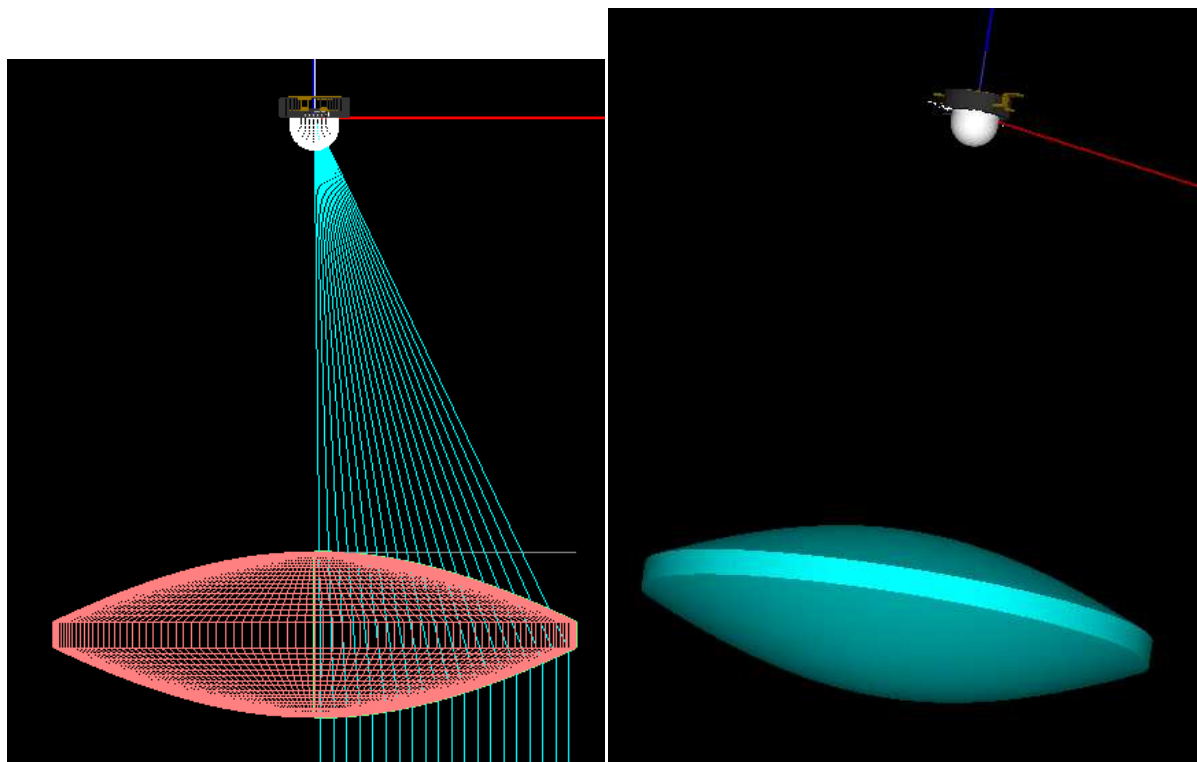




27. Zmodyfikować profil soczewki w celu uzyskania płaskiej powierzchni wewnętrznej. W polu **% of Control Inside** zmienić wartość z 100 na 0.



28. Utworzyć soczewkę dwuwypukłą.



29. Zdefiniować płaszczyznę obliczeniową i przeprowadzić symulację dla wariantów wskazanych przez prowadzącego zajęcia.