

ZESZYTY STUDENCKICH KÓŁ NAUKOWYCH

Analiza rozkładu naprężeń na obręczy kosza do koszykówki w programie SolidWorks Premium

W. Jąkowski^a, A. Pęciak^a, M. Siuda^a, A. Śliwa^b, M. Sroka^b

^a Studenci Politechniki Śląskiej, Wydział Mechaniczny Technologiczny, Instytut Materiałów Inżynierskich i Biomedycznych
email: witekjakalski@o2.pl

^b Politechnika Śląska, Wydział Mechaniczny Technologiczny, Instytut Materiałów Inżynierskich i Biomedycznych
email: agata.sliwa@polsl.pl

Streszczenie: W pracy przedstawiono analizę MES rozkładu naprężeń powstałych w wyniku obciążenia obręczy kosza do koszykówki siłą 800 [N]. Analiza została sporządzona w programie SolidWorks Premium dla stali nierdzewnej X17CrNi16-2 oraz stopu aluminium 7050- T73510.

Abstract: The paper presents the analysis of FEM stress distribution caused by the load force of 800 [N] on a basket rim. The analysis was done in SolidWorks Premium for stainless steel 1.4057 and aluminium alloy 7050-T73510.

Słowa kluczowe: MES, rozkład naprężeń, FEM, stal nierdzewna, aluminium, obręcz, kosz, koszykówka

1. WPROWADZENIE

Obręcz kosza do koszykówki jest jednym z podstawowych oraz najbardziej kluczowych elementów kosza. W zależności od potrzeb obręcze mają różne wymiary, budowę, zasadę działania oraz wykonane są z różnych materiałów. Od prawidłowo wykonanej obręczy kosza zależy bezpieczeństwo zawodników jak i amatorów tego sportu. Obręcze różnią się kształtem oraz zasadą działania w zależności od przeznaczenia danej obręczy (w zależności od grupy docelowej, która będzie używała kosze – obręcze). Dla dzieci oraz mniej doświadczonych graczy obręcze koszy mogą zostać wykonane w najprostszy sposób, proste kształty oraz prosta zasada działania (obręcz jest nieruchoma – taka obręcz została podana badaniu), dla graczy zawodowych wykonywane obręcze posiadają zamontowane sprężyny w środku. Głównymi materiałami używanymi na obręcze koszy są stale [1,2]. Przykładową obręcz przedstawiono na rysunku 1.

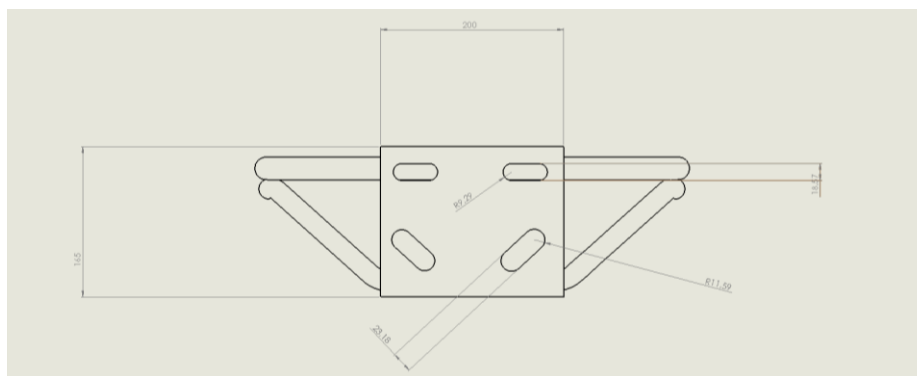


Rys.1 Nieruchoma obręcz do koszykówki przeznaczona dla amatorów [3]

Fig. 1 A motionless basket rim for amateur players [3]

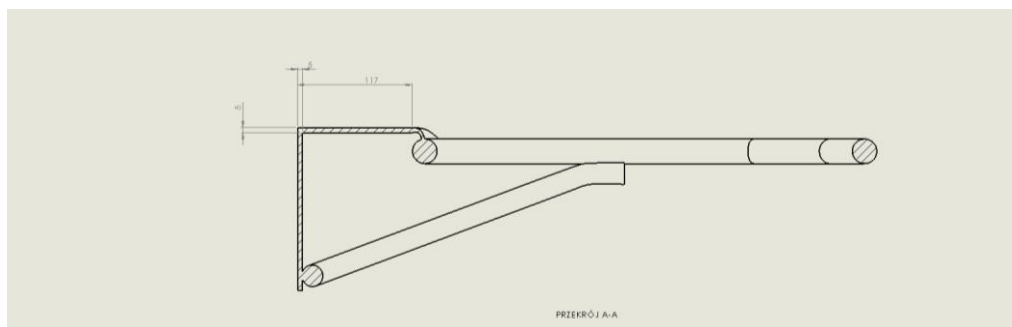
2. ZAŁOŻENIA MODELOWE

W pracy poddano analizie obręcz do koszykówki. Geometrię oraz wymiary (w mm) analizowanej obręczy do koszykówki przedstawiono na rysunkach 2 i 3. Model oraz analiza obręczy do koszykówki zostały wykonane w programie SolidWorks Premium. Analizę przeprowadzono dla stali nierdzewnej X17CrNi16-2 oraz stopu aluminium 7050-T73510. Własności stali przedstawiono w Tabeli 1, własności stopu aluminium przedstawiono w tabeli 2. Warunki brzegowe zostały nadane zgodnie z użytkowaniem obręczy kosza do koszykówki. Część, która jest zamocowana do tablicy koszykowej została unieruchomiona w miejscach rzeczywistego mocowania (Rys. 4), siłą o wartości 800 [N], obręcz kosza do koszykówki została obciążona w dwóch miejscach (odpowiadających dłoniom zawodnika) równoległe do osi „Y” układu (Rys. 5).



Rys. 2 Wymiary poszczególnych elementów obręczy do koszykówki

Fig. 2 Some dimensions of a basket rim



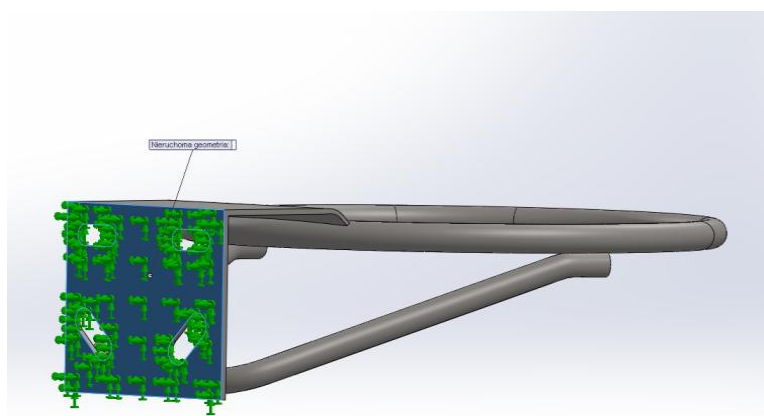
Rys. 3 Wymiary poszczególnych elementów obręczy do koszykówki, przy czym średnica obręczy wynosi 450 [mm]

Fig. 3 Some dimensions of a basket rim, the diameter of a basket rim equals 450 [mm]

Tab. 1 Wybrane własności dla stali X17CrNi16-2 [4]

Table 1 Properties of stainless steel 1.4057 [4]

Właściwość	Wartość	Jednostka
Współczynnik sprężystości wzdłużnej	2.15e+011	N/m ²
Współczynnik Poissona	0.28	n.d.
Współczynnik sprężystości poprzecznej	7.9e+010	N/m ²
Masa właściwa	7700	Kg/m ³
Wytrzymałość na rozciąganie	850000000	N/m ²
Wytrzymałość na ściskanie w X		N/m ²
Granica plastyczności	750000000	N/m ²
Współczynnik rozszerzalności cieplnej	1.1e-005	/K
Współczynnik przewodzenia ciepła	14	W/(m*K)
Ciepło właściwe	440	J/(kg*K)
Stosunek tłumienia materiału		n.d.



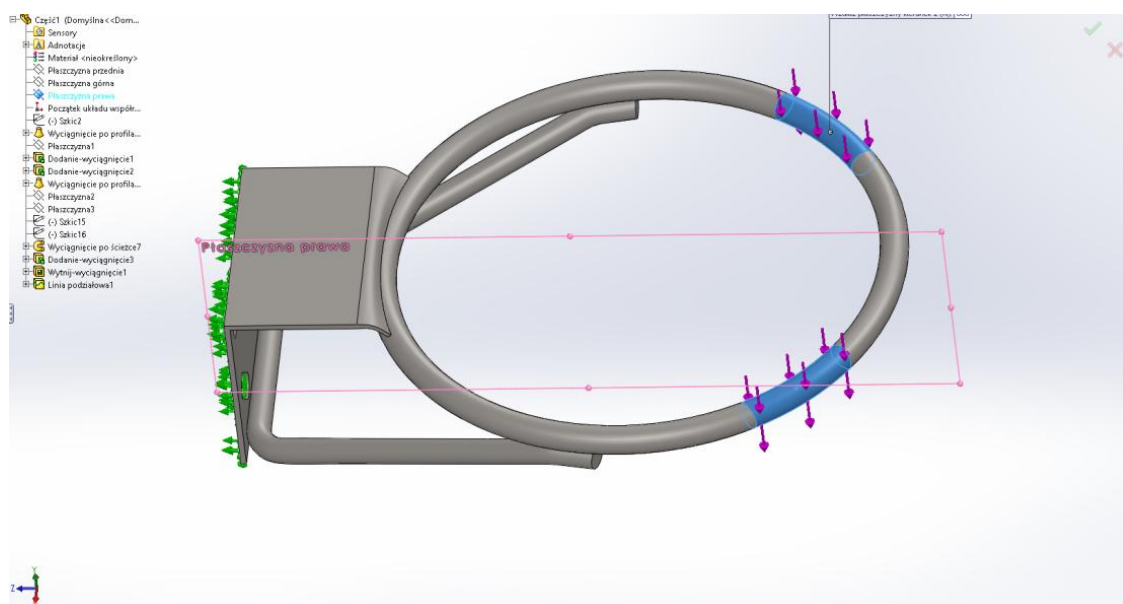
Rys. 4 Unieruchomione miejsca obręczy do koszykówki odpowiadające miejscom rzeczywistego mocowania do tablicy do koszykówki

Fig. 4 Constant places of a basket rim

Tab. 2 Wybrane własności dla stopu aluminium 7050-T73510 [4]

Table 2 Properties of aluminium alloy 7050-T73510 [4]

Właściwość	Wartość	Jednostka
Współczynnik sprężystości wzdłużnej	7.2e+010	N/m ²
Współczynnik Poissona	0.33	n.d.
Współczynnik sprężystości poprzecznej	2.69e+010	N/m ²
Masa właściwa	2830	Kg/m ³
Wytrzymałość na rozciąganie	495000000	N/m ²
Wytrzymałość na ściskanie w X		N/m ²
Granica plastyczności	435000000	N/m ²
Współczynnik rozszerzalności cieplnej	2.36e-005	/K
Współczynnik przewodzenia ciepła	155	W/(m*K)
Ciepło właściwe	860	J/(kg*K)
Stosunek tłumienia materiału		n.d.



Rys. 5 Dwa obszary obręczy do koszykówki obciążone siłą o wartości 800 [N], z lewej strony widoczne unieruchomione miejsca obręczy do koszykówki

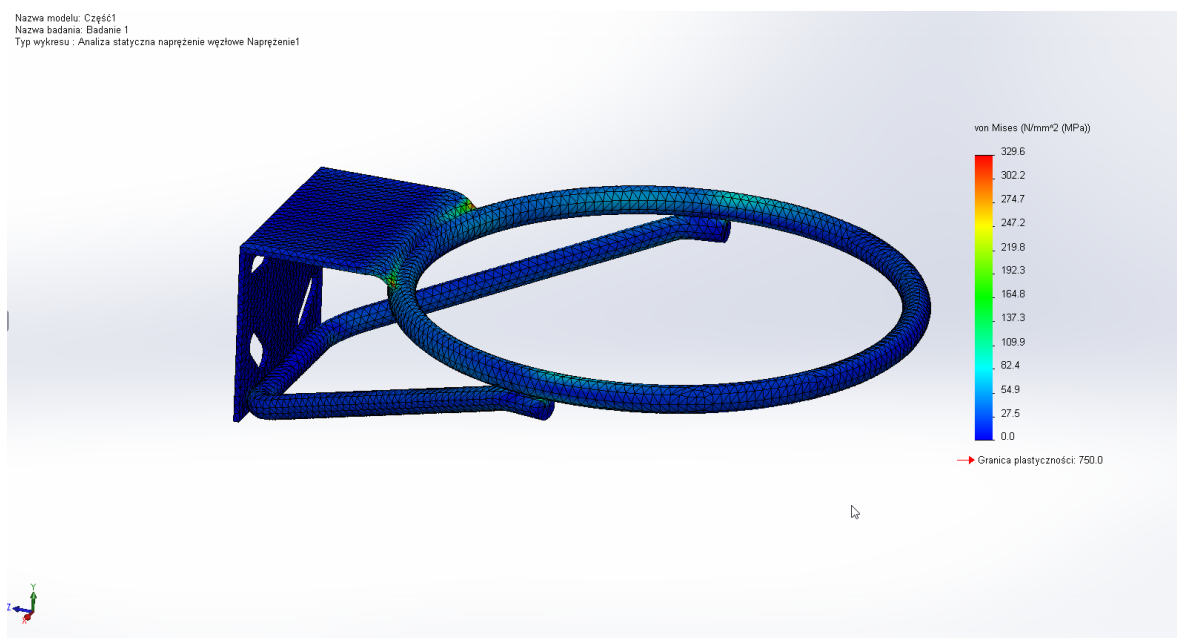
Fig. 5 Two areas with applied force of 800 [N], constant places on the left

3. ANALIZA ROZKŁADU NAPRĘŻEŃ

Na poniższych rysunkach przedstawiono rozkład naprężeń zredukowanych (σ_{red}) powstających na obręczy do koszykówki przy obciążeniu 80 kg dla stali nierdzewnej X17CrNi16-2 oraz stopu aluminium 7050-T73510. Zauważyć można, że największe naprężenia powstają w miejscu łączenia części okrągłej obręczy z górną częścią mocowania (od zewnętrznej strony) oraz w miejscach podparcia okrągłej obręczy.

W przypadku obręczy kosza do koszykówki wykonanej ze stali nierdzewnej X17CrNi16-2 przedstawionym na rysunku 6, maksymalne σ_{red} wynoszą 329,6 [MPa] (granica plastyczności 750 [MPa]) i maleją do wewnątrz mocowania, w punktach podparcia naprężenia zredukowane wynoszą ok. do 100 [MPa]. Oprócz naprężeń zredukowanych, w przypadku stali nierdzewnej X17CrNi16-2 zaobserwowano przemieszczenie statyczne, które swoją największą wartość 2.642 [mm] posiada w punkcie obręczy odsuniętej najdalej od tablicy kosza do koszykówki, a następnie maleje wraz ze zbliżaniem się do tablicy (Rys. 8).

W przypadku obręczy kosza do koszykówki wykonanej ze stopu aluminium 7050-T73510 przedstawionym na rysunku 7, maksymalne σ_{red} wynoszą 326,8 [MPa] (granica plastyczności 435 [MPa]) i maleją do wewnątrz mocowania, w punktach podparcia naprężenia zredukowane wynoszą ok. do 100 [MPa]. Oprócz naprężeń zredukowanych, w przypadku stopu aluminium 7050-T73510 zaobserwowano przemieszczenie statyczne, które swoją największą wartość 7.950 [mm] posiada w punkcie obręczy odsuniętej najdalej od tablicy kosza do koszykówki, a następnie maleje wraz ze zbliżaniem się do tablicy (Rys. 9)



Rys. 6 Naprężenia σ_{red} w stali nierdzewnej X17CrNi16-2

Fig. 6 Stresses von Misses in stainless steel 1.4057

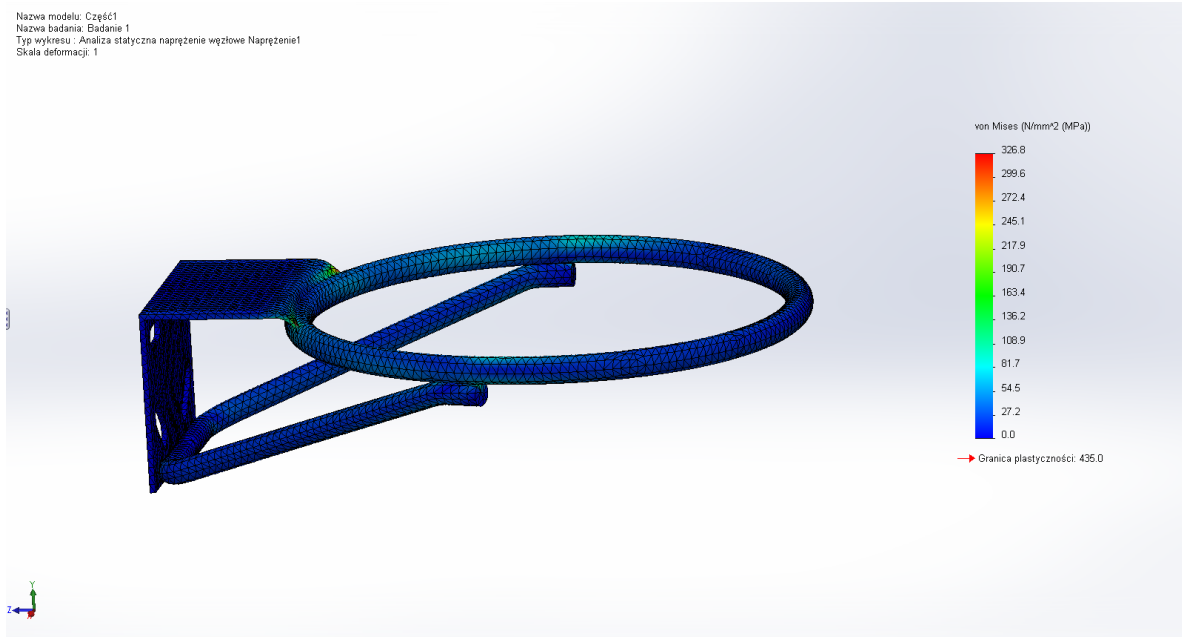
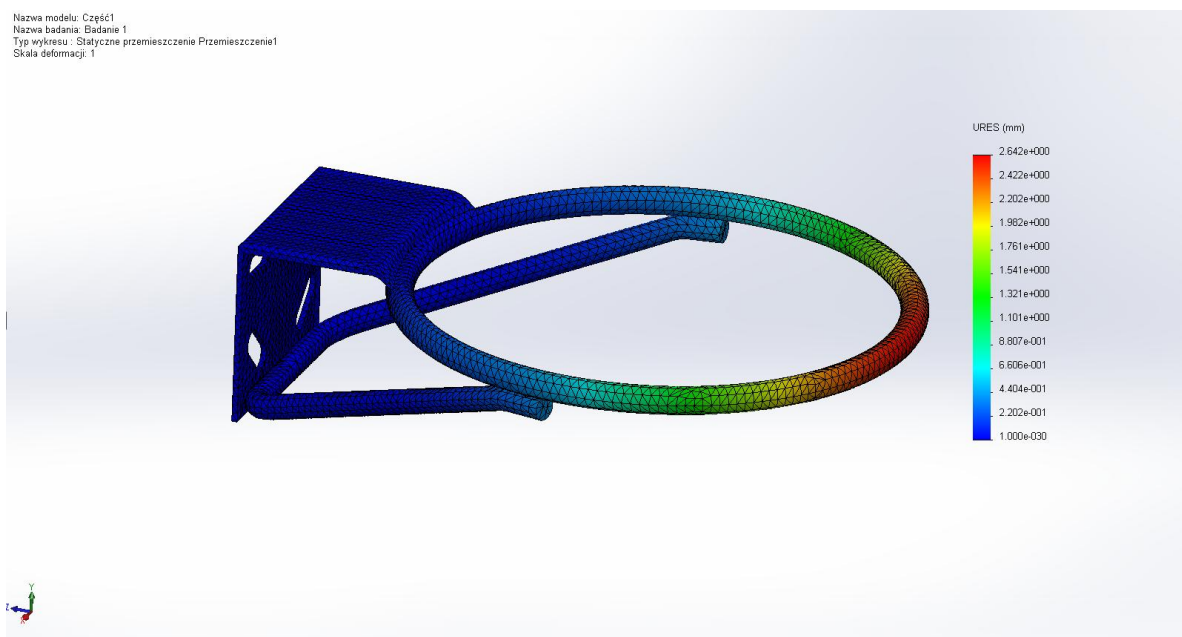
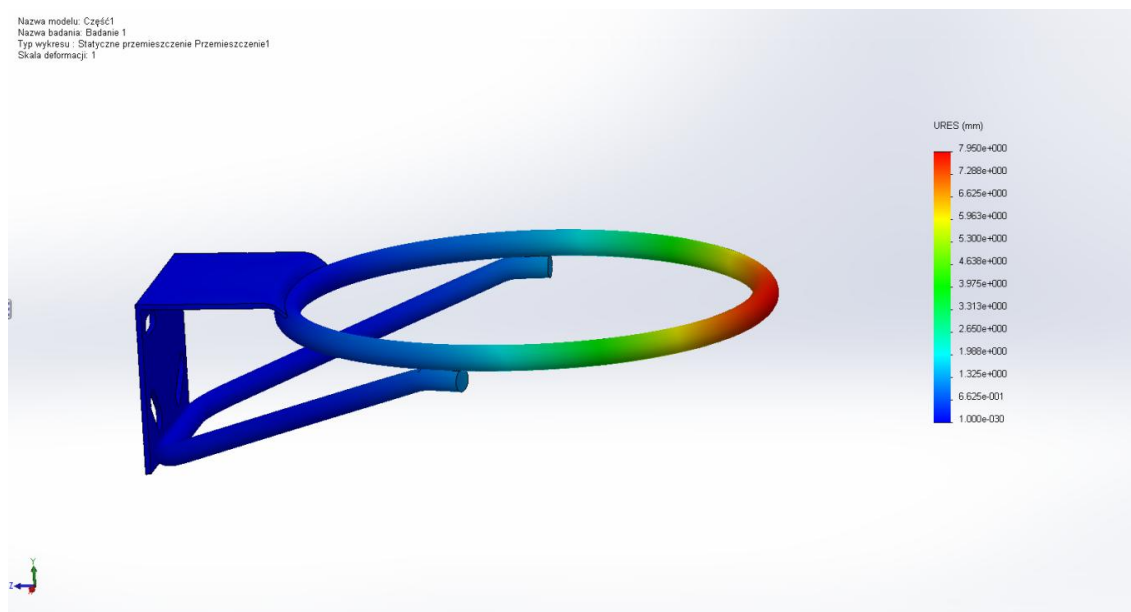
Rys. 7 Naprężenia σ_{red} w stopie aluminium 7050-T73510

Fig. 7 Stresses von Mises in aluminium alloy 7050-T73510



Rys. 8 Przemieszczenie statyczne w stali nierdzewnej X17CrNi16-2

Fig. 8 Static displacement in stainless steel 1.4057



Rys. 9 Przemieszczenie statyczne w stopie aluminium 7050-T73510

Fig. 9 Static displacement in aluminium alloy 7050-T73510

4. PODSUMOWANIE

W pracy przedstawiono analizę metodą elementów skończonych naprężeń powstających na obręczy kosza do koszykówki dla stali nierdzewnej X17CrNi16-2 i stopu aluminium 7050-T73510 przy obciążeniu 800 [N]. Otrzymane wyniki rozkładu naprężeń nie przekraczają granicy plastyczności żadnego z zadanych materiałów, lecz w przypadku stopu aluminium naprężenia są zbliżone do granicy plastyczności tego materiału ($\sigma_{red} = 326,8$ [MPa], granica plastyczności = 435 [MPa]). Ponadto analizując rozkład naprężeń w obu przypadkach, można stwierdzić, że dla stali naprężenia rozkładają się bardziej równomiernie niż dla stopu aluminium, przez co obręcz wykonana z aluminium pod wpływem obciążenia może pękać w miejscach powstawania największego naprężenia. Wartości przemieszczenia statycznego są stosunkowo niewielkie: dla stali = 2.642 [mm]; dla stopu aluminium = 7.95 [mm]. Przy tak niewielkich wartościach, różnica przemieszczenia statycznego między tymi materiałami jest duża i wynosi 300%.

Analiza MES wykazała, że materiałem lepszym do wyrobu obręczy kosza do koszykówki jest stal nierdzewna X17CrNi16-2 ze względu na korzystniejszy rozkład naprężeń i przemieszczenie statyczne. Ponadto stal jest materiałem, który jest zalecany do produkcji obręczy kosza do koszykówki wg norm Międzynarodowej Federacji Koszykówki FIBA [1].

LITERATURA

1. http://www.plk.pl/internalfiles/fckfiles/file/dokumenty/regulaminy2014/Wyposa%C5%BCenie_hali_FIBA_2014.pdf

2. National Colour System of Standardiseringkommissionen i Sverige (SIS), Doc. No. SS019102
3. http://www.tobisto.pl/images/foto_sport/koszykowka/obrecz.jpg
4. Baza własności materiałów w programie SolidWorks Premium