

Nowa metoda pomiarów parametrów konstrukcyjnych hełmów ochronnych z wykorzystaniem skanera 3D

*dr inż. Marcin Jachowicz, CIOP-PIB
2016 r.*

Na wielu stanowiskach pracy, na których występuje ryzyko urazu głowy jedynym sposobem zabezpieczenia jest zastosowanie środków ochrony indywidualnej – hełmów ochronnych. Prawidłowy dobór i dopasowanie hełmów jest warunkiem koniecznym bezpiecznego użytkowania. Na możliwość dopasowania w największym stopniu ma wpływ konstrukcja hełmu i jego parametry geometryczne. Są one wyznaczone metodami laboratoryjnymi, a ich wyniki wykorzystane w procesie certyfikacji wyrobów. Obejmują takie wielkości jak: wysokość noszenia, zewnętrzną i wewnętrzną odległość pionową, wewnętrzny prześwit pionowy oraz odległość poziomą. Dotychczas stosowany sposób wyznaczania tych parametrów w większości przypadków opierał się na zastosowaniu makiet głowy i klasycznych przyrządów do pomiaru długości, co powodowało wiele problemów związanych z dokładnym zwymiarowaniem skorupy i więźby. Rozwiązaniem tego problemu może być zastosowanie nowoczesnych metod pomiaru wykorzystujących skaner 3D wraz z odpowiednim oprogramowaniem. Taki sposób znacząco zmniejsza błędy pomiarów oraz pozwala na ich dokonywanie w dowolnych punktach skorupy hełmu i makiety głowy. Skaner 3D umożliwia także cyfrowy zapis trójwymiarowego obrazu głowy człowieka i wykorzystanie go podczas indywidualnego dopasowania lub projektowania sprzętu ochrony głowy. Otrzymane obrazy dają możliwość przeprowadzenia weryfikacji kompatybilności współpracujących z hełmem innych środków ochrony indywidualnej np.: osłon oczu i twarzy czy ochronników słuchu oraz umożliwiają ocenę przestrzeni podhełmowej będącej warunkiem uzyskania odpowiedniego komfortu cieplnego. Stanowisko pomiarowe wyposażone w skaner 3D wraz ze specjalistycznym oprogramowaniem zostało uruchomione w Zakładzie Ochron Osobistych CIOP-PIB.

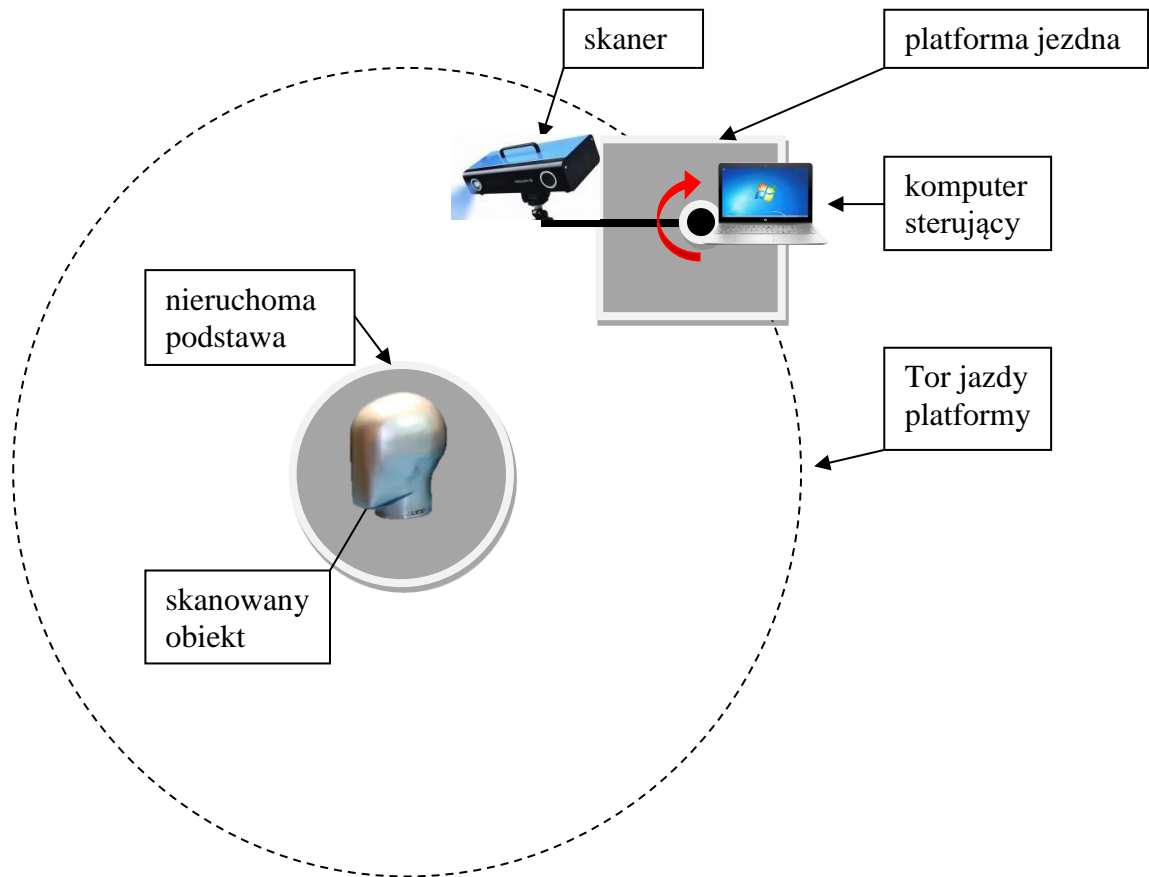
Głównym elementem tego stanowiska jest skaner ScanBright firmy SmartTech3D wraz z oprogramowaniem SmartTech3Dmeasure. Aplikacja ta steruje procesem pomiarowym i umożliwia dalsze przetwarzanie wyników oraz ich eksport do popularnych programów graficznych (3DMax, Maya, itp.) bądź inżynierskich (ProEngineer, CATIA, itp.).

Skaner wykorzystuje białe światło strukturalne i pozwala na skanowanie obiektów w szerokiej gamie kolorystycznej oraz gabarytowej.

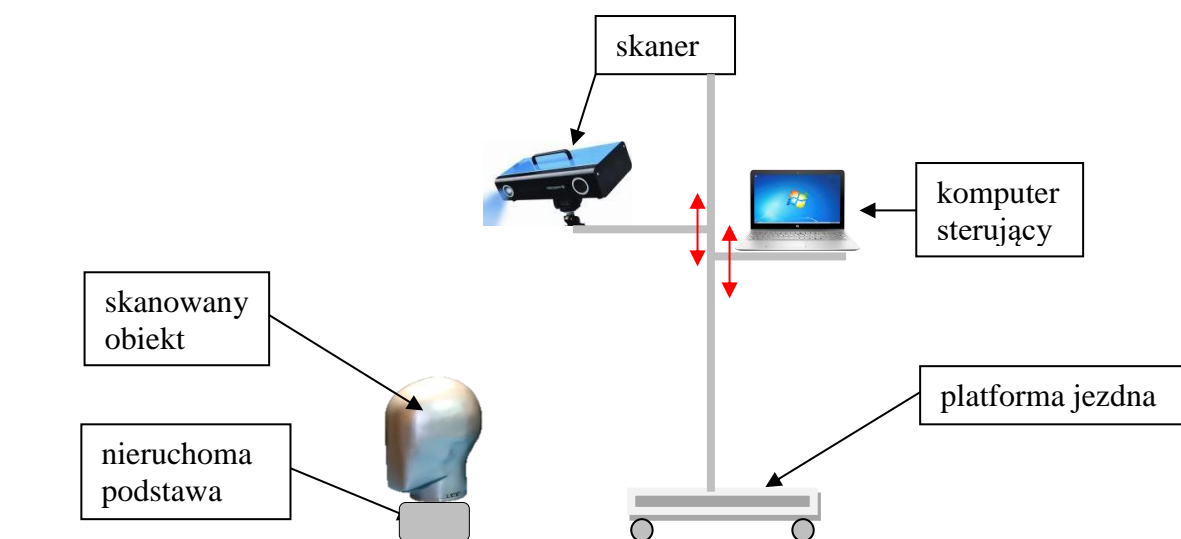
W zastosowanej metodzie badania przedmioty wykonane z tworzyw przezroczystych oraz w kolorze czarnym są wstępnie przygotowywane do skanowania poprzez np. pomalowanie lub naniesienia cienkiej warstwy kredy w aerozolu lub podobnej substancji. Skomplikowane cechy geometryczne tj. głębokie wnęki, głębokie otwory, które generują błędy w uzyskiwanej

chmurze punktów są naprawiane za pomocą specjalistycznego oprogramowania SmartTech3Dmeasure.

Stanowisko badawcze do pomiarów stacjonarnych składa się ze skanera, ruchomej głowicy i statywu. Kolejnymi elementami jest nieruchoma podstawa, obrotowy stolik, na których można umieścić skanowany obiekt oraz platforma jezdna (rys. 1 A i B).

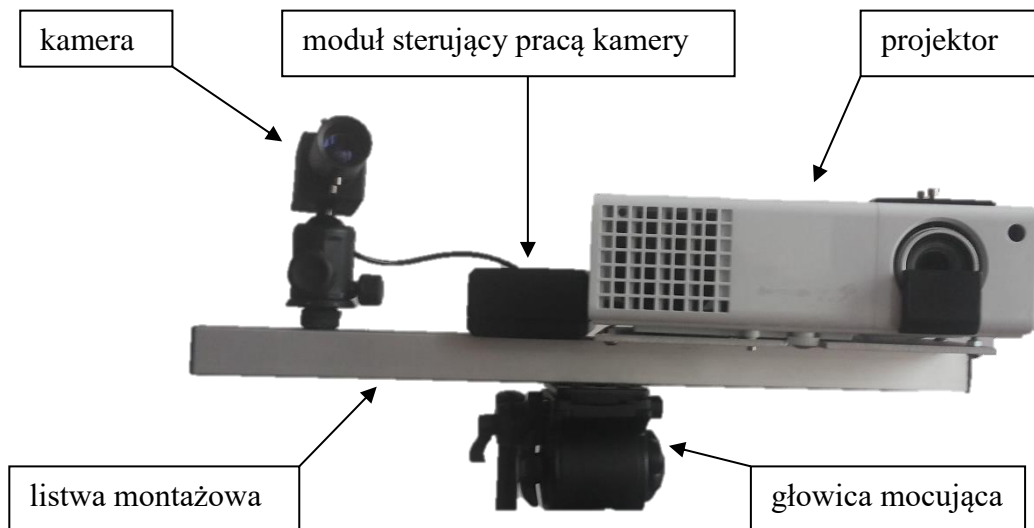


Rys. 1A. Schemat stanowiska do wyznaczenia parametrów konstrukcyjnych hełmów. Widok z góry.



Rys. 1B. Schemat stanowiska do wyznaczenia parametrów konstrukcyjnych hełmów. Widok z boku.

Skaner ScanBright firmy SmartTech3D (rys. 2) – składa się z kamery i projektora w postaci rzutnika multimedialnego. Całością steruje moduł elektroniczny z odpowiednim oprogramowaniem. Wszystkie elementy umieszczone są na listwie montażowej. Taki sposób budowy daje możliwość zmiany kalibracji skanera, a przez to **możliwości skanowania obiektów o różnej objętości i pozostających w różnej odległości od niego.**



Rys 2. Zewnętrzny widok – skaner 3D

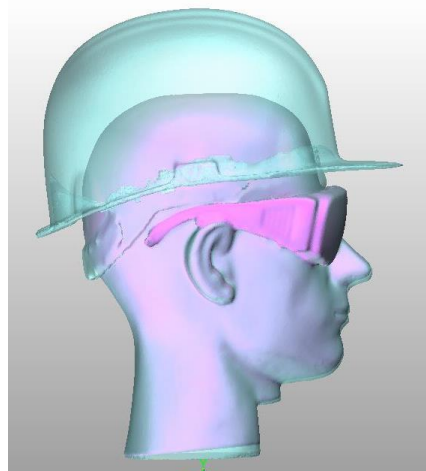
Sposób montażu skanera 3D i komputera umożliwia zmianę ich położenia kąтового i wysokości w stosunku do osi stanowiska. Dzięki temu możliwe jest dostosowanie całości do gabarytów i odległości od skanowanego obiektu.

Stanowisko pomiarowe w pierwszym rzędzie umożliwia zwymiarowanie podstawowych parametrów konstrukcyjnych hełmów ochronnych. W tym celu skanowana jest powierzchnia skorupy hełmu oraz odpowiednia makieta głowy. Otrzymany model makiety z założonym hełmem ochronnym (rys. 3) po odpowiedniej obróbce cyfrowej eksportowany jest do programu Leios2, w którym wybrane parametry wyznacza się jako odległości pomiędzy równoległymi do siebie płaszczyznami.

Z wykorzystaniem stanowiska wykonywane są pomiary wszystkich parametrów konstrukcyjnych przemysłowych hełmów ochronnych takich jak:

- **wysokość noszenia,**
- **zewnętrzna odległość pionowa,**
- **wewnętrzna odległość pionowa,**
- **wewnętrzny prześwit pionowy,**
- **odległość pozioma.**

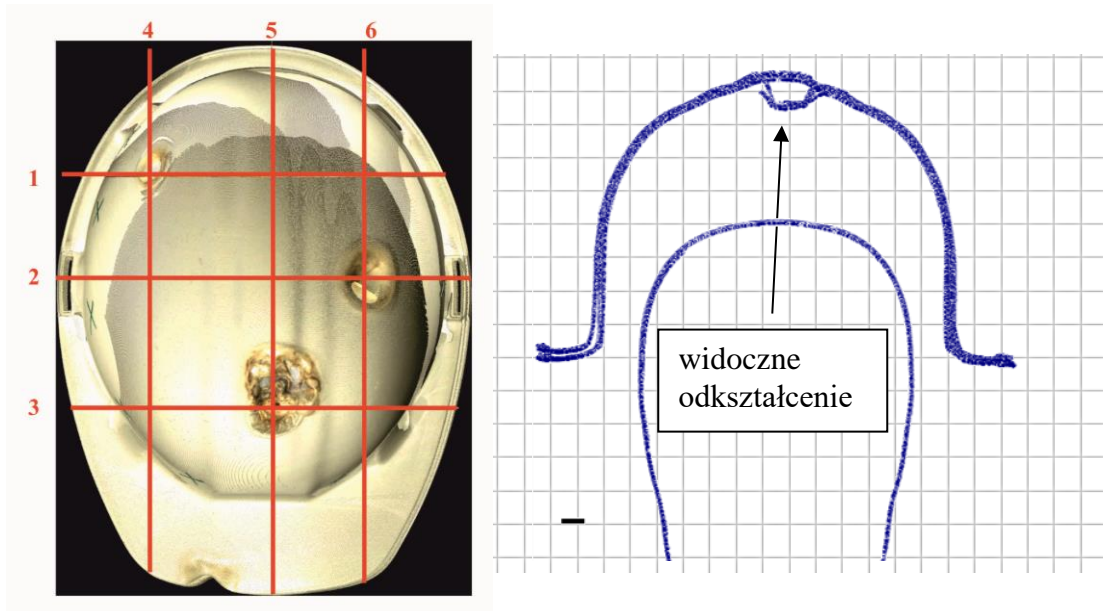
Aparatura pomiarowa wykorzystująca skaner 3D może zostać użyta do pomiarów, które do tej pory nie były wykonywane metodami klasycznymi. Możliwe jest wykonanie **skanów głów ludzkich** i przy ich pomocy **indywidualne projektowanie** wewnętrznych elementów dystansowych i amortyzacyjnych w sprzęcie wymagającym dokładnego, indywidualnego dopasowania np. hełmach sportowych, wojskowych, itp. Dzięki temu zwiększa nie tylko bezpieczeństwo użytkownika ale także komfort użytkownika wyrobu. Jest to szczególnie ważne dla użytkowników, dla których niezbędne jest korzystanie z kasku ochronnego przez wiele godzin. Ponadto istnieje możliwość takiego dopasowania wyposażenia wewnętrznego (np. systemu komunikacji) aby nie powodował on urazów podczas uderzenia w głowę.



Rys. 3. Widok hełmu i okularów ochronnych na głowie człowieka.

Stanowisko pomiarowe ze skanerem 3D umożliwia także **oceną odkształceń skorupy hełmu pod wpływem obciążeń cieplnych i mechanicznych**. Stanowiska do badań parametrów geometrycznych hełmów wykorzystujące klasyczne przyrządy liniowe nie pozwalają na ocenę wielkości odkształceń skorupy na całej jej powierzchni. Pomiary takie mogą być wykonane tylko z wykorzystaniem obrazowania 3D. W tym celu skanowaniu podlega hełm ochronny przed i po badaniach cieplnych z użyciem np. palnika lub rozprysków stopionego metalu, a uzyskane obrazy łączy się i wykonuje przekroje w określonych płaszczyznach (rys. 4 A i B).

Posiadane przez CIOP-PIB stanowisko pomiarowe wykorzystujące skaner 3D pozwala na znaczne usprawnienie procesu tworzenia cyfrowego modelu obiektu rzeczywistego. Poza możliwością **pomiarów parametrów konstrukcyjnych hełmów ochronnych umożliwia projektowanie i dopasowanie sprzętu ochronnego do indywidualnych wymagań użytkownika**.



Rys. 4. A - płaszczyzny przekrojów hełmu ochronnego po badaniach cieplnych, B - porównanie odkształceń skorupy przed i po badaniu cieplnym płaszczyźnie nr 2.

Zastosowany sprzęt umożliwia także **weryfikację kompatybilności współpracujących z hełmem ochronnym innych środków ochrony indywidualnej** np.: osłon oczu i twarzy czy ochronników słuchu oraz **ocenę przestrzeni podhelmowej** będącej warunkiem uzyskania komfortu cieplnego.

Stanowisko daje możliwość **przewodzenia pomiarów i wizualizacji odkształceń skorupy hełmu powstałych pod wpływem działania punktowych źródeł ciepła i rozprysków stopionego metalu**. Zastosowanie skanowania 3D pozwala na uzyskanie precyzyjnych wyników w każdej płaszczyźnie oraz ocenę stopnia zagrożenia dla człowieka.

Poza wyszczególnionymi powyżej parametrami stanowisko badawcze umożliwia:

- **skanowania obiektów stałych o objętości do ok. 100 litrów oraz fragmentów ciała człowieka,**
- **skanowania przedmiotów posiadających różne barwy, stan powierzchni i skomplikowane kształty,**
- **wykonania pomiarów stacjonarnych, tzn. nieruchomy obiekt i nieruchomy skaner jak i pomiarów sekwencyjnych, tzn. nieruchomy obiekt i ruchomy skaner lub odwrotnie.**

Opracowano na podstawie wyników III etapu programu wieloletniego pn. „Poprawa bezpieczeństwa i warunków pracy”, sfinansowanego w latach 2014-2016 w zakresie zadań służb państwowych przez Ministerstwo Rodziny, Pracy i Polityki Społecznej. Koordynator programu: Centralny Instytut Ochrony Pracy-Państwowy Instytut Badawczy. Zadanie nr 3.Z.14 pn. Opracowanie stanowisk i metod badań przestrzennych parametrów konstrukcyjnych hełmów dla potrzeb oceny ich właściwości ochronnych oraz projektowania z uwzględnieniem indywidualnych cech użytkowników”