

## Development of innovative training solutions in the field of functional evaluation aimed at updating of the curricula of health sciences schools



### MODUŁ BIOMECHANIKA:

#### PODSTAWY BIOMECHANIKI STOSOWANEJ W ODNIESIENIU DO UKŁADU RUCHOWEGO

Moduł dydaktyczny E: Metody instrumentalnej analizy parametrów fizjologicznych antropometrycznych i morfometrycznych.

E.3. Jak mogę mierzyć parametry morfometryczne oraz antropometryczne?



## Index

1. CELE 2	
2. CZYM SĄ POMIARY ANTROPOMETRYCZNE?	3
3. JAKIE SĄ METODY POMIARÓW ANTROPOMETRYCZNYCH?	5
Podejście klasyczne z wykorzystaniem manualnych, klasycznych narzędzi pomiarowych. ....	5
<i>Characteristic points for measurements. Geometrical indicators</i> .....	6
Nowoczesne, innowacyjne Inercyjne Jednostki Pomiarowe (IMU) do oceny wskaźników antropometrycznych na podstawie pozycji i ruchów części ciała. ....	10
Antropometria cyfrowa - przegląd nowoczesnych metod elektronicznych i systemów pomiarowych z komputerową rejestracją danych. ....	14
Rodzaje cyfrowych systemów akwizycji danych antropometrycznych: .....	15
Porównanie technologii skanerów .....	15
Wnioski porównawcze klasycznych i nowoczesnych systemów pomiarowych - znaczenie precyzji, wiarygodności i ważności danych antropometrycznych. ....	16
4. KLUCZOWE IDEE MODUŁU	17
5. BIBLIOGRAFIA	18

## 1. Cele

---

- Poznanie znaczenia pomiaru parametrów morfometrycznych i antropometrycznych..
- Poznanie głównych typów parametrów morfometrycznych i antropometrycznych oraz procedur ich pomiaru.
- Nabycie umiejętności wykorzystania metod pomiarowych do oceny wybranych parametrów antropometrycznych zarówno w podejściu klasycznym, manualnym, jak i nowoczesnym, z wykorzystaniem zaawansowanych biosensorów i elektronicznych, zautomatyzowanych systemów pomiarowych.

## 2. Czym są pomiary antropometryczne?

---

Pomiary antropometryczne to seria ilościowych pomiarów mięśni, kości i tkanki tłuszczowej, służąca do oceny składu ciała. Podstawowe elementy antropometrii to wzrost, waga, wskaźnik masy ciała (BMI), obwody ciała (talii, bioder i kończyn) oraz grubość fałdu skórniego. Pomiary te są istotne, ponieważ stanowią kryteria diagnostyczne otyłości, która znacznie zwiększa ryzyko wystąpienia takich schorzeń, jak choroby układu krążenia, nadciśnienie tętnicze, cukrzyca i wiele innych.

Są to wskaźniki użyteczne również w ocenie stanu odżywienia u dzieci i kobiet w ciąży. Dodatkowo, pomiary antropometryczne mogą być wykorzystywane jako punkt odniesienia dla oceny sprawności fizycznej oraz do pomiaru przyrostu wydolności u sportowców wyczynowych.

Podstawowe, powszechnie stosowane pomiary antropometryczne:

- Wysokość lub długość
- Waga
- Obwód śródreżcza
- Rozpiętość ramion
- Wysokość kolan
- Wysokość w pozycji siedzącej
- Grubość fałdu skórniego
- Obwód głowy

Wysokość (lub długość ciała np. u noworodków) są najczęstszymi wskaźnikami antropometrycznymi, stosowanymi do określenia stanu odżywienia białkowo-energetycznego w sytuacjach zagrożenia zdrowia lub życia z tego powodu.

Pomiary antropometryczne są łączone ze sobą lub z innymi danymi w celu obliczenia wskaźników antropometrycznych. Najbardziej powszechne wskaźniki stosowane w sytuacjach kryzysowych obejmują te wymienione w poniżej:

<b>Wskaźnik</b>	<b>Powiązany problem żywieniowy</b>
<i>Waga - Wzrost</i>	<i>Ostre niedożywienie (wyniszczenie organizmu)</i>
<i>Wzrost - Wiek</i>	<i>Przewlekłe niedożywienie (zahamowanie wzrostu)</i>
<i>Waga - Wiek</i>	<i>Wszelkie niedożywienie białkowo-energetyczne (niedowaga)</i>

Jeśli chcesz zmierzyć częstość występowania ostrego niedożywienia białkowo-energetycznego, powinieneś użyć wskaźnika masy ciała w stosunku do wzrostu. Jednak w praktyce zazwyczaj dostępne są wszystkie trzy wskaźniki. Większość badań dotyczących żywienia w nagłych wypadkach mierzy płeć, wzrost, wagę i wiek. Na podstawie tych pomiarów można łatwo obliczyć komputerowo wszystkie trzy wskaźniki antropometryczne.

### 3. Jakie są metody pomiarów antropometrycznych?

---

**Podejście klasyczne z wykorzystaniem manualnych, klasycznych narzędzi pomiarowych.**

*Wyposażenie:*

Waga tradycyjna

Ciężarki kalibracyjne

Taborek, mebel do siedzenia

Stadiometr

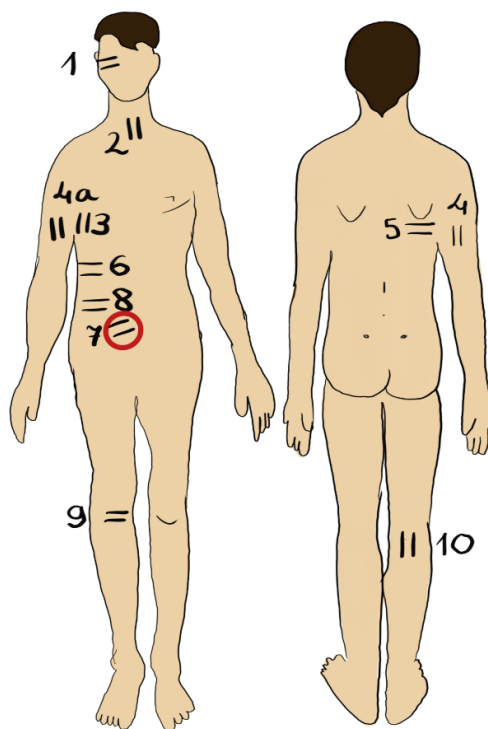
Zacisk kolanowy

Suwmiarki do pomiaru fałdu skórniego

Taśma pomiarowa

Infantometr do pomiaru długości w pozycji leżącej

## Characteristic points for measurements. Geometrical indicators



### Pomiar grubości fałdu skórniego

Chwyć mocno fałd skórny pomiędzy kciuk i palec wskazujący lewej ręki. Fałd skórny powinien być uniesiony o 1 cm i zarejestrowany za pomocą suwmiarki trzymanej w prawej ręce. Trzymaj fałd skórny uniesiony podczas rejestrowania pomiaru. Pomiaru fałdu skórniego należy dokonać 4 sekundy po zwolnieniu nacisku suwmiarki..

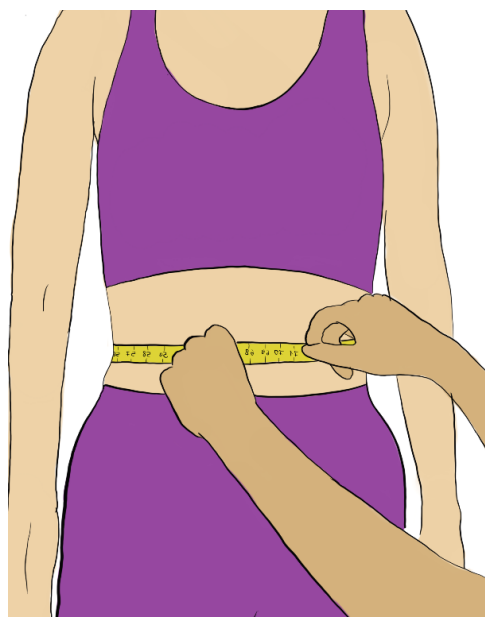
Precyzyjne suwmiarki grubości fałdu skórniego służą do pomiaru podwójnego fałdu skóry i podskórnej tkanki tłuszczowej z dokładnością do milimetra. Zazwyczaj pomiaru dokonuje się na mięśniu trójgłowym ramienia (TSFT), w połowie tylnej części ramienia; na mięśniu dwugłowym ramienia na tym samym poziomie co TSFT, ale z przodu górnej części lewego ramienia; na mięśniu podłopatkowym (SSFT) tuż poniżej i bocznie od lewej łopatki oraz na mięśniu nadłopatkowym (SISFT) skośnie tuż nad lewym grzebieniem biodrowym. Grubość fałdu skórniego może być również mierzona w połowie uda, w połowie łydki i na brzuchu.

Grubość fałdu skórniego jest trudnym pomiarem do wykonania z precyzją i dokładnością bez rygorystycznego szkolenia. Trudno jest uchwycić spójny fałd skóry i podskórnej tkanki tłuszczowej; u osób bardzo otyłych fałd skórny może być większy niż można zmierzyć za pomocą suwmiarki; fałd skórny i tłuszczowy ulega kompresji przy powtarzających się pomiarach; a nieostrożne użycie suwmiarki powoduje ból, siniaki i uszkodzenia skóry u osób badanych. Dlatego też istnieje prawdopodobieństwo wystąpienia znacznego błędu w pomiarach pomiędzy i wewnątrz obserwacyjnych.



**Obwód głowy (HC)** to pomiar głowy na jej największym obszarze, zwykle mierzony u niemowląt i dzieci do piątego roku życia w ramach rutynowej opieki nad dzieckiem. Mierzy on odległość pomiędzy brwiami i uszami a tyłem głowy.

**Wskaźnik talia-biodra (WHR)** jest bezwymiarowym stosunkiem obwodu talii do obwodu bioder. Oblicza się go jako stosunek obwodu talii do obwodu bioder (W/H). Na przykład, osoba o talii 30" (76 cm) i biodrach 38" (97 cm) ma wskaźnik talia-biodra około 0,78.



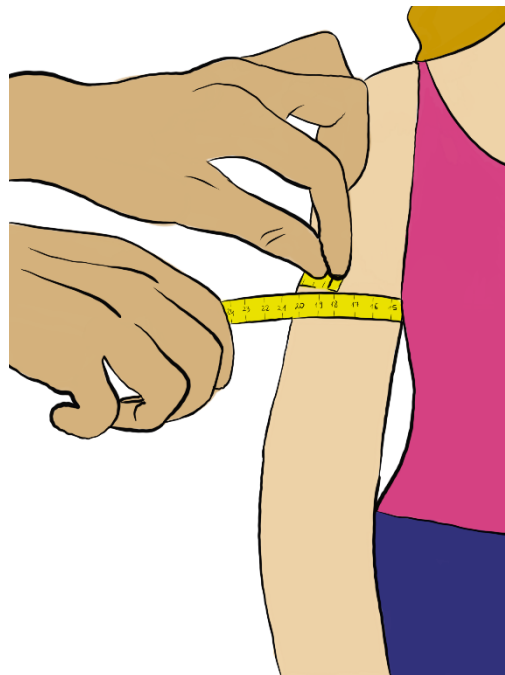


WHR jest wykorzystywany jako wskaźnik lub miernik stanu zdrowia, płodności i ryzyka rozwoju poważnych schorzeń zdrowotnych. WHR koreluje również z postrzeganiem atrakcyjności fizycznej.

Zgodnie z protokołem gromadzenia danych Światowej Organizacji Zdrowia obwód talii powinien być mierzony w połowie odległości między dolnym brzegiem ostatnich wyczuwalnych żeber a szczytem grzebienia biodrowego, przy użyciu odpornej na rozciąganie taśmy zapewniającej stałe napięcie 100 g. Obwód bioder powinien być mierzony wokół najszerzej części pośladków, z taśmą równoległą do podłogi. Inne organizacje stosują nieco inne standardy. United States National Institutes of Health oraz National Health and Nutrition Examination Survey wykorzystały wyniki uzyskane poprzez pomiar na szczycie grzebienia biodrowego. Pomiary talii są zwykle uzyskiwane przez laików poprzez pomiar wokół talii na wysokości pępka, ale badania wykazały, że pomiary te mogą zaniżać prawdziwy obwód talii.

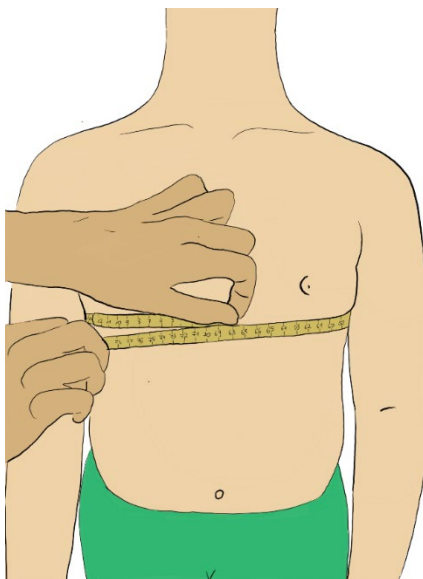
W przypadku obu pomiarów, osoba powinna stać ze stopami blisko siebie, rękami przy boku i równomiernie rozłożoną masą ciała oraz powinna mieć na sobie niewielką odzież. Osoba badana powinna być zrelaksowana, a pomiary powinny być dokonywane pod koniec normalnego oddechu. Każdy pomiar powinien być powtórzony dwukrotnie; jeśli pomiary są w granicach 1 cm od siebie, należy obliczyć średnią. Jeśli różnica między dwoma pomiarami przekracza 1 cm, oba pomiary należy powtórzyć.

### Średni obwód ramienia



Punkt pomiaru znajduje się w połowie odległości pomiędzy wyrostkiem olecranonowym kości łokciowej a wyrostkiem barkowym łopatki. Środkowy obwód ramienia to obwód ramienia w tym samym punkcie środkowym, mierzony za pomocą nierozciągliwej taśmy mierniczej lub opasek drukowanych w technologii 3D.

## Obwód klatki piersiowej

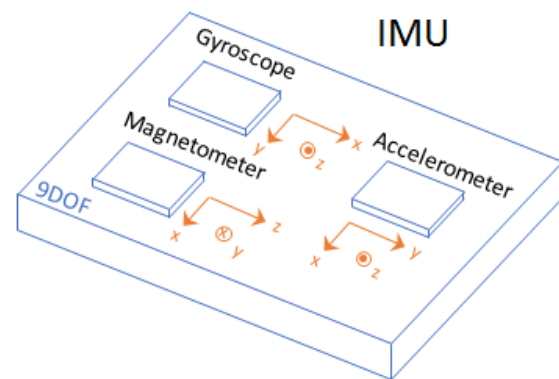
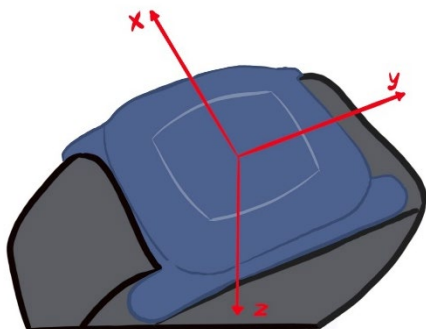


Obwód klatki piersiowej mierzono na poziomie brodawki sutkowej, pod koniec wydechu, z dokładnością do 0,1 cm, używając nierozciągliwej, giętkiej miarki z włókna szklanego.

## Nowoczesne, innowacyjne Inercyjne Jednostki Pomiarowe (IMU) do oceny wskaźników antropometrycznych na podstawie pozycji i ruchów części ciała.

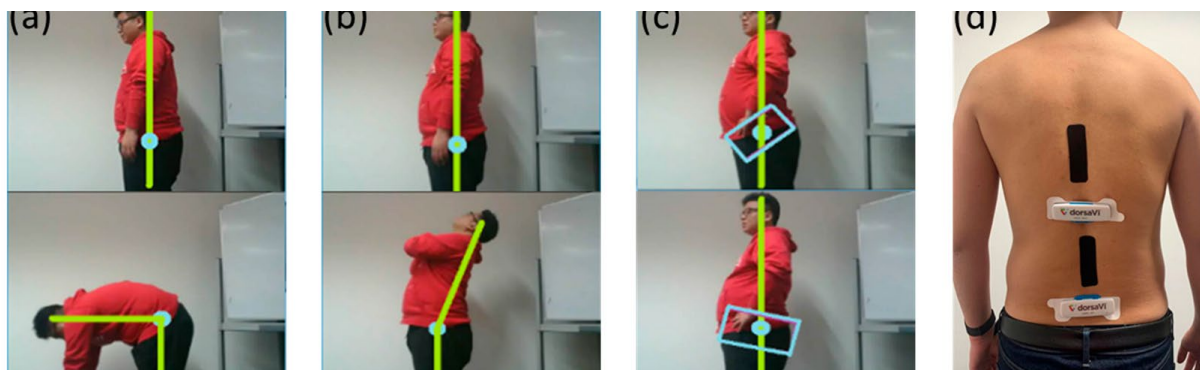
Inercyjna Jednostka Pomiarowa, znana również jako IMU, jest urządzeniem elektronicznym, które mierzy i raportuje przyspieszenie, orientację, prędkości kątowe i inne siły grawitacyjne. Składa się z 3 akcelerometrów, 3 żyroskopów i w zależności od wymagań dotyczących kursu - 3 magnetometrów. Czyli po jednym na oś dla każdej z trzech osi ruchu: przechyłu, skoku i odchylenia.

Istnieją różne rodzaje czujników IMU: te oparte na FOG (Fiber Optic Gyroscope), IMU RLG (Ring Laser Gyroscope) i wreszcie IMU oparte na technologii MEMS (Micro Electro-Mechanical Systems). Technologia ta pozwala na obniżenie kosztów i zapotrzebowania na energię przy jednoczesnym zapewnieniu wydajności. Systemy oparte na MEMS łączą zatem wysoką wydajność i ultra niską moc w mniejszej jednostce.



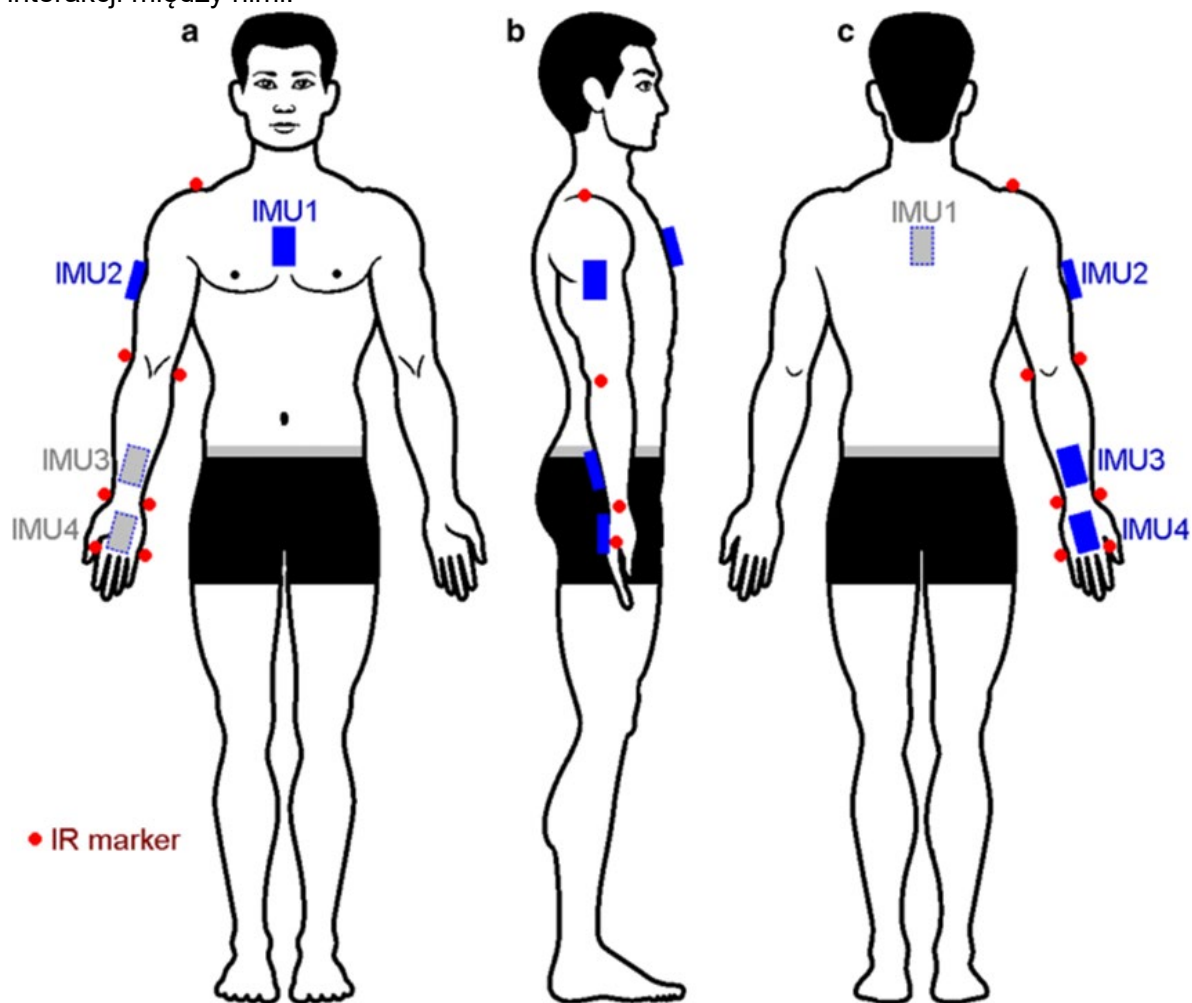
Jedną ze wspólnych cech systemów do wykrywania kątów anatomicznych (pomiędzy wybranymi częściami ciała człowieka np. w obrębie stawu skokowego, kolanowego, biodrowego czy łokciowego) jest obliczanie kąta poprzez wykrywanie współrzędnych różnych punktów na ciele człowieka w przestrzeni trójwymiarowej. Dane te mogą być również wykorzystywane do obliczania prędkości, przyspieszenia i kierunku kąta..

Przykład użycia sensora inercyjnego IMU do wykrywania kąta pochylenia miednicy.

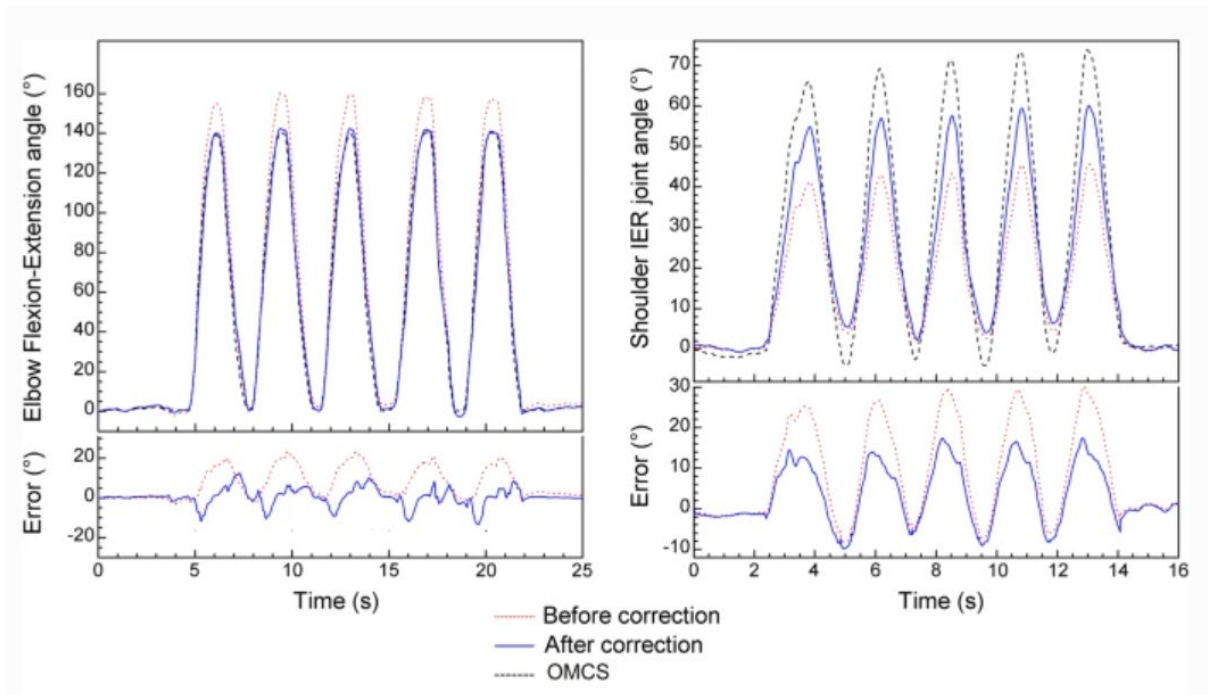


*Kalibracja wielokrotna czujnika do wybranego segmentu ciała oparta na IMU dla pomiarów kąta stawu kończyny górnej.*

Sieć czujników IMU umieszczona na powierzchni ciała probanta (tzw. body sensor networks) może być używana do synchronicznej rejestracji i analizy ruchu części ciała i wzajemnej interakcji między nimi.



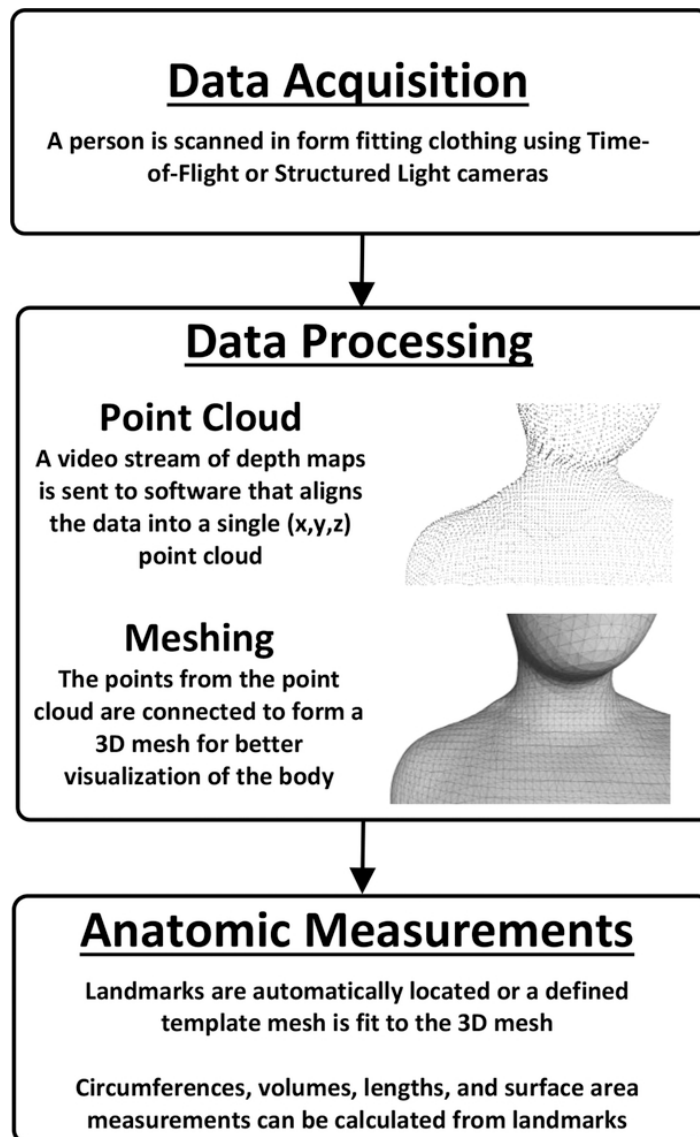
Przykład oceny poprawy działania stanu stawu łokciowego po kontuzji, na podstawie monitorowania sieci czujników IMU.



## Antropometria cyfrowa - przegląd nowoczesnych metod elektronicznych i systemów pomiarowych z komputerową rejestracją danych.

Skanery trójwymiarowe mają na celu stworzenie wysokiej jakości odwzorowania całej powierzchni ciała ludzkiego przy użyciu nieinwazyjnych metod optycznych. Ponieważ opierają się one na świetle widzialnym i podczerwonym (IR), skanery 3D przechwytyują informacje tylko z powierzchni ciała. Ten rodzaj skanera jest niedrogi i nie wymaga promieniowania jonizującego, w przeciwieństwie do innych metod obrazowania całego ciała, takich jak tomografia komputerowa (CT) i absorpcjometria promieniowania rentgenowskiego o podwójnej energii (DXA). W wielu codziennych zastosowaniach, takich jak szacowanie % tkanki tłuszczowej, skanery 3D mają znaczące zalety w porównaniu z bardziej kosztownymi lub inwazyjnymi technologiami..

Z technicznego punktu widzenia, uzyskanie użytecznych informacji ze skanów 3D odbywa się w trzech etapach: akwizycji danych, przetwarzania danych i pomiarów anatomicznych.



## Rodzaje cyfrowych systemów akwizycji danych antropometrycznych:

**Skanery światła strukturalnego.** Systemy te wykorzystują kontrolowane wzorce oświetlenia widzialnego lub podczerwonego, rzutowane na pole widzenia obrazu. Jedna lub więcej kamer mierzy deformacje wzorca świetlnego na obiektach (np. ludzkie ciało) w scenie. Ta informacja o deformacji może być użyta do obliczenia per-pikselowej odległości między kamerą a obiektem, a tym samym do utworzenia obrazu głębi przy użyciu triangulacji geometrycznej..

**Skanery czasu przelotu (Time of Flight).** Systemy te również wykorzystują sprzężone oświetlenie sceny (światło widzialne lub podczerwień) i rejestrację obrazu za pomocą czujników CCD lub CMOS. Jednak zamiast mierzyć deformacje wzoru, skanery ToF mierzą czas przelotu (RTT) odbitych fotonów do czujnika obrazu w celu obliczenia głębokości. Technologia ToF, wcześniej wykorzystywana głównie do celów architektonicznych i geodezyjnych, stała się szerzej dostępna wraz z wprowadzeniem drugiej generacji urządzenia Microsoft Kinect. Technologia ta jest również wykorzystywana w urządzeniu S100 firmy Styku (Styku, LLC, Los Angeles, CA).

## Porównanie technologii skanerów

Ogólnie rzecz ujmując, czujniki światła strukturalnego są najszerzej rozwijane ze względu na wykorzystanie stosunkowo niedrogich komponentów (tj. źródła światła podczerwonego, konwencjonalnych czujników obrazu czerwono-zielono-niebieskiego). Kilku producentów oferuje czujniki światła strukturalnego IR w cenie rzędu setek dolarów. Technika ta jest dobrze scharakteryzowana i wykazano, że jest wysoce niezawodna.<sup>8</sup> Jedną z wad czujników światła strukturalnego jest problem interferencji między wieloma urządzeniami, gdy wiele czujników jest używanych równolegle. Nakładanie się wzorców iluminacji z każdego czujnika wprowadza szum w pomiarach głębokości. Z historycznego punktu widzenia technologia ToF była mniej dostępna ze względu na potrzebę zastosowania wyspecjalizowanych, szybkich obwodów. Czujniki ToF oferują zazwyczaj wysoką częstotliwość odświeżania i rzeczywisty pomiar głębokości na każdym pikselu, podczas gdy skanery światła strukturalnego mogą wymagać pewnego stopnia interpolacji w obszarach nieobjętych wzorcem oświetlenia sceny. Jednak czujniki ToF mają zazwyczaj znacznie niższą rozdzielczość przestrzenną niż podobne cenowo czujniki światła strukturalnego ze względu na ich znacznie wyższe wymagania dotyczące szybkości odczytu danych..

Inne technologie, w tym skanowanie linii laserowych i obrazowanie za pomocą fal milimetrowych, również zostały zastosowane do trójwymiarowego obrazowania powierzchni ciała. Technologie te zostały zaadoptowane głównie w specyficznych zastosowaniach przemysłowych i związanych z bezpieczeństwem, ponieważ ich wyższe koszty uniemożliwiają ich szerokie zastosowanie w warunkach zdrowotnych.



## Wnioski porównawcze klasycznych i nowoczesnych systemów pomiarowych - znaczenie precyzji, wiarygodności i ważności danych antropometrycznych.

Gdy badania wymagają zebrania danych antropometrycznych do projektowania nowych produktów, bardzo ważne jest zapewnienie, aby wyniki odpowiednio odzwierciedlały charakterystykę badanej populacji. Znaczenie precyzji, wiarygodności i ważności danych antropometrycznych było często badane, jednakże raporty dotyczące pomiarów fizycznych w populacjach ludzkich często nie zawierają oszacowania błędów pomiarowych. Wiarygodność i właściwe odwzorowanie rzeczywistości ma również kluczowe znaczenie przy stosowaniu nowych technik pomiarowych i sprzętu. W tym przypadku bardzo ważne jest, aby uzyskane wyniki były zbliżone do wartości rzeczywistych i były podobne do już sprawdzonych metod. Co najważniejsze, bez względu na zastosowanie lub użytą metodę, pomiar kształtu człowieka musi być praktyczny i dokładny..

Do niedawna pomiary antropometryczne były ograniczone do tradycyjnych technik manualnych, z wykorzystaniem antropometrów, suwmiarek i taśm pomiarowych. Techniki te są proste w użyciu i niedrogie, ale mają też pewne nieodłączne ograniczenia. Należą do nich: potrzeba starannej kalibracji sprzętu i wyszkolonych obserwatorów; czasochłonność wielokrotnego wykonywania pomiarów; zgodność uczestników z wymaganiami..

Według najnowszych badań, tradycyjna antropometria jest zwykle najbardziej podatna na błędy i ma najniższe współczynniki korelacji w porównaniu z innymi technikami pomiarowymi.

## 4. Kluczowe idee modułu

---

- Pomiary antropometryczne są objęte normami dotyczącymi parametrów i procedur.
- Rozwój technologii wspiera pomiary antropometryczne za pomocą systemów elektronicznych umożliwiających automatyczną rejestrację danych z nowoczesnych czujników w tym MEMS IMU, w systemach informatycznych.
- Wprowadzanie nowych urządzeń i systemów pomiarowych musi uwzględniać przede wszystkim znaczenie precyzji, wiarygodności i ważności mierzonych danych antropometrycznych.

## 5. Bibliografia

---

- [1] Babiarczyk B, Turbiarz A. Body Mass Index in elderly people: Do the reference ranges matter? *Prog Health Sci.* 2012;2(1):58–67. 21. Vague J. A determinant factor of the forms of obesity. *Obesity.* 1996;4:201–203.
- [2] Bray GA. Medical consequences of obesity. *J Clin Endocrinol Metab.* 2004;89(6): 2583–2589. <http://press.endocrine.org/doi/full/10.1210/jc.2004-0535>.
- [3] Lee JS, Aoki K, Kawakubo K, Gunji A. A study on indices of body fat distribution for screening for obesity. *J Occup Health.* 1995;37:9–18.
- [4] Hsieh SD, Yoshinaga H. Abdominal fat distribution and coronary heart disease risk factors in men-waist/height ratio as a simple and useful predictor. *Int J Obes Relat Metab Disord.* 1995;19(8):585–589.
- [5] Ashwell M, Lejeune S, McPherson K. Ratio of waist circumference to height may be better indicator of need for weight management. *BMJ.* 1996;312(7027):377.
- [6] Browning LM, Hsieh SD, Ashwell M. A systematic review of waist-to-height ratio as a screening tool for the prediction of cardiovascular disease and diabetes: 0.5 could be a suitable global boundary value. *Nutr Res Rev.* 2010;23(2):247–269.
- [7] Ashwell M, Hsieh SD. Six reasons why the waist-to-height ratio is a rapid and effective global indicator for health risks of obesity and how its use could simplify the international public health
- [8] Borrell LN, Dallo FJ & White K (2006): Education and diabetes in a racially and ethnically diverse population. *Am J Public Health* 96: 1637– 1642.
- [9] Jones PRM, Rioux M. Three-dimensional surface anthropometry: Applications to the human body. *Opt Laser Eng* 1997; 28(2): 89–117.
- [10] Lerch T, MacGillivray M, Domina T. 3D Laser Scanning: A Model of Multidisciplinary Research. *Journal of Textile and Apparel, Technology and Management* 2007; 5(4): 1–22.
- [11] Scharstein D, Szeliski R. High-accuracy stereo depth maps using structured light. 2003 IEEE Computer Society Conference on Computer Vision and Pattern Recognition, 2003.
- [12] Zhang ZY. Microsoft Kinect Sensor and Its Effect. *IEEE Multimedia* 2012; 19(2): 4–10.
- [13] Cui Y, Schuon S, Chan D, Thrun S, Theobalt C. 3D shape scanning with a time-of-flight camera 2010 IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR); 6 2010; San Francisco, CA, USA IEEE, 2010.
- [14] Salvi J, Fernandez S, Pribanic T, Llado X. A state of the art in structured light patterns for surface profilometry. *Pattern Recogn* 2010; 43(8): 2666–2680.
- [15] Sarbolandi H, Lefloch D, Kolb A. Kinect range sensing: Structured-light versus Time-of-Flight Kinect. *Comput Vis Image Und* 2015; 139: 1–20.
- [16] Horaud R, Hansard M, Evangelidis G, Menier C. An overview of depth cameras and range scanners based on time-of-flight technologies. *Mach Vision Appl* 2016; 27(7): 1005–1020.
- [17] Congdon NG, Youlin Q, Quigley H, Hung PT, Wang TH, Ho TC & Tielsch JM (1997): Biometry and primary angle-closure glaucoma among Chinese, white, and black populations. *Ophthalmology* 104: 1489– 1495.

- [18] Eysteinnsson T, Jonasson F, Arnarsson A, Sasaki H & Sasaki K (2005): Relationships between ocular dimensions and adult stature among participants in the Reykjavik Eye Study. *Acta Ophthalmol Scand* 83: 734– 738.
- [19] Jonas JB, Xu L & Wang YX (2009): The Beijing Eye Study. *Acta Ophthalmol* 87: 247– 261.
- [20] Lee KE, Klein BE, Klein R, Quandt Z & Wong TY (2009): Association of age, stature, and education with ocular dimensions in an older white population. *Arch Ophthalmol* 127: 88– 93.
- [21] Lim MC, Lim LS, Gazzard G, Husain R, Chan YH, Seah SK & Aung T (2006): Lens opacity, thickness, and position in subjects with acute primary angle closure. *J Glaucoma* 15: 260– 263.
- [22] Mohan V, Shanthirani CS & Deepa R (2003): Glucose intolerance (diabetes and IGT) in a selected South Indian population with special reference to family history, obesity and lifestyle factors – the Chennai Urban Population Study (CUPS 14). *J Assoc Physicians India* 51: 771– 777.
- [23] Ramrattan RS, Wolfs RC, Hofmann A, Jonas JB & de Jong PTVM (1999): Determinants of optic disk characteristics in a general population. *The Rotterdam Study. Ophthalmology* 106: 1588– 1596.
- [24] Saw SM, Chua WH, Hong CY, Wu HM, Chia KS, Stone RA & Tan D (2002): Height and its relationship to refraction and biometry parameters in Singapore Chinese children. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 43: 1408– 1413.
- [25] Tomidokoro A, Araie M, Iwase A & Tajimi Study Group (2007): Corneal thickness and relating factors in a population-based study in Japan: the Tajimi study. *Am J Ophthalmol* 144: 152– 154.
- [26] Wang YX, Xu L, Jonas JB, Li JJ & Yang H (2008): Non-glaucomatous optic nerve damage and mortality associated in the Beijing Eye Study. *Acta Ophthalmol* 86: 923– 924.
- [27] Wong TY, Foster PJ, Johnson GJ, Klein BE & Seah SK (2001): The relationship between ocular dimensions and refraction with adult stature: the Tanjong Pagar Survey. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 42: 1237– 1242.
- [28] Wu HM, Gupta A, Newland HS, Selva D, Aung T & Casson RJ (2007): Association between stature, ocular biometry and refraction in an adult population in rural Myanmar: the Meiktila eye study. *Clin Experiment Ophthalmol* 35: 834– 839.
- [29] Xu L, Li J, Wang Y & Jonas JB (2007): Anthropomorphic differences between angle-closure and open-angle glaucoma: the Beijing Eye Study. *Acta Ophthalmol Scand* 85: 914– 915.
- [30] "STEPwise approach to surveillance (STEPS)". World Health Organization. 2012.
- [31] "Waist Circumference and Waist-Hip Ratio, Report of a WHO Expert Consultation" (PDF). World Health Organization. 8–11 December 2008.



Wsparcie Komisji Europejskiej dla produkcji tej publikacji nie stanowi poparcia dla treści, które odzwierciedlają jedynie poglądy autorów, a Komisja nie może zostać pociągnięta do odpowiedzialności za jakiegokolwiek wykorzystanie informacji w niej zawartych.