



Wojskowa
Akademia
Techniczna



CENTRUM WIEDZY O DOSTĘPNOŚCI DO TRANSPORTU
I MOBILNOŚCI OSÓB O SZCZEGÓLNYCH POTRZEBACH



KONFERENCJA POD HONOROWYM PATRONATEM:

II KONFERENCJA

Rectora – Komendanta WAT
gen. bryg. prof. dr. hab. inż. **Przemysław WACHULAKA**



Ministerstwo
Obrony Narodowej



Ministerstwo Rodziny,
Pracy i Polityki Społecznej



Ministerstwo Funduszy
i Polityki Regionalnej



Mobilność osób o szczególnych potrzebach

WSPÓŁORGANIZATORZY KONFERENCJI



Państwowy Fundusz
Rehabilitacji Osób
Niepełnosprawnych



21-22 października 2025 r.
WARSZAWA



Wojskowa
Akademia
Techniczna



CENTRUM WIEDZY O DOSTĘPNOŚCI DO TRANSPORTU
I MOBILNOŚCI OSÓB O SZCZEGÓLNYCH POTRZEBACH

65^{lat}



Narzędzia i metody oceny rozwiązań opracowanych zgodnie z koncepcją projektowania uniwersalnego pod kątem ich wykorzystania przez osoby o szczególnych potrzebach

Kamil Sybilski, dr inż.

Wydział Inżynierii Mechanicznej, Wojskowa Akademia Techniczna

II KONFERENCJA



Mobilność
osób o szczególnych
potrzebach

Warszawa, 21-22 października, 2025 r.



Wojskowa
Akademia
Techniczna



CENTRUM WIEDZY O DOSTĘPNOŚCI DO TRANSPORTU
I MOBILNOŚCI OSÓB O SZCZEGÓLNYCH POTRZEBACH

65^{lat}



Indywidualne środki transportu

II KONFERENCJA



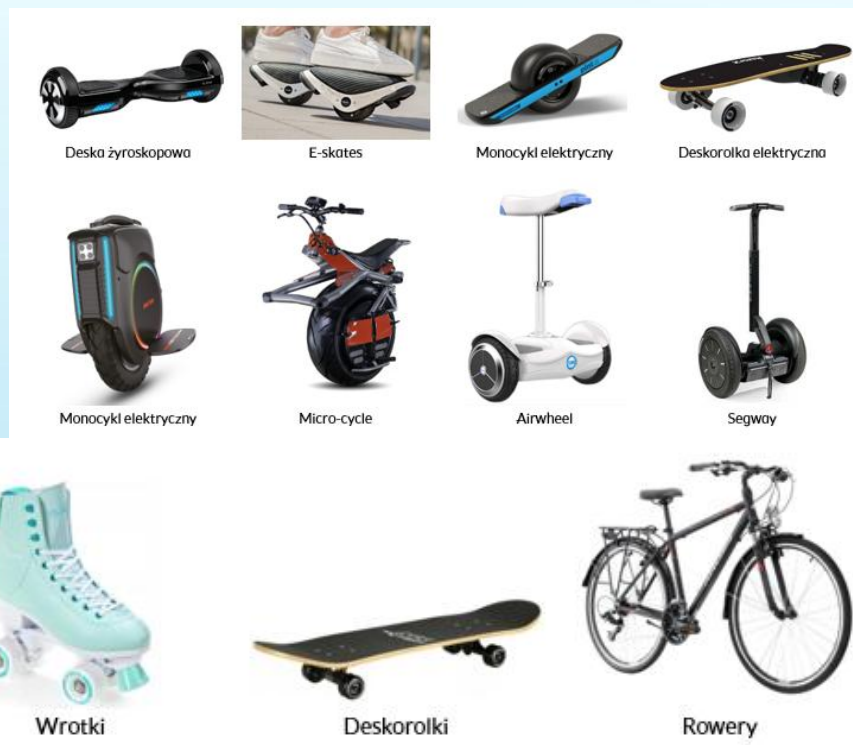
Mobilność
osób o szczególnych
potrzebach

Warszawa, 21-22 października, 2025 r.

Transport indywidualny obejmuje sposoby przemieszczania inne niż wykorzystaniem transportu zbiorowego. Transport indywidualny zaspokaja potrzeby transportowe konkretnej osoby lub rodziny¹.

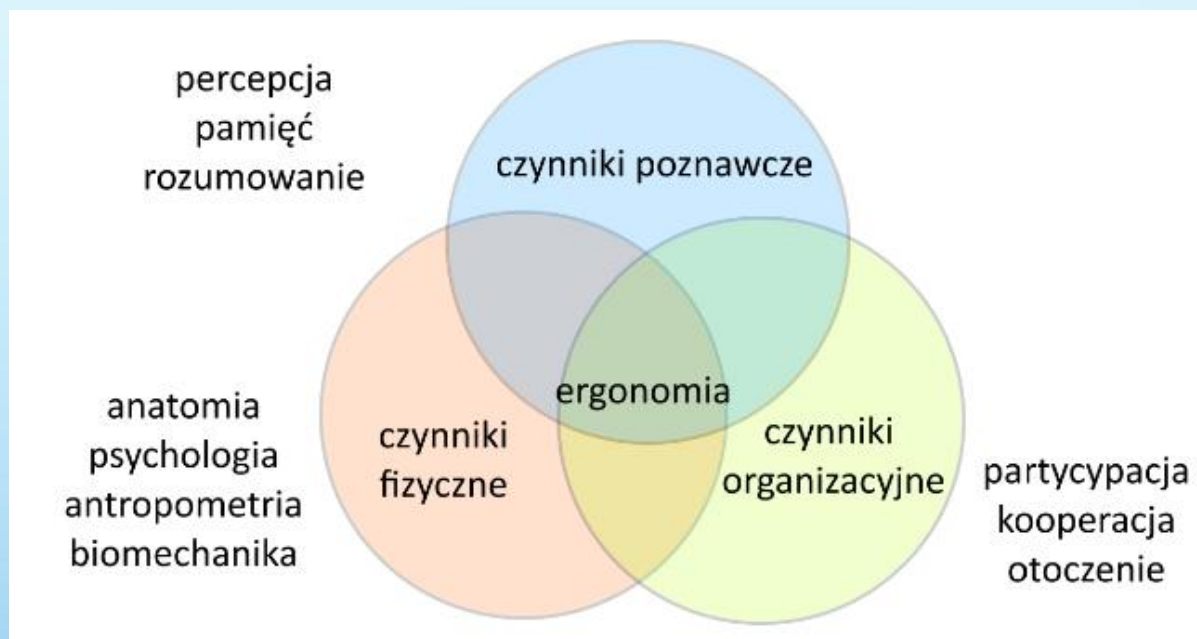
Obejmuje:

- Pieszycy i osoby poruszające się na wózku.
- Urządzenia transportu osobistego (UTO).
- Pojazdy jednośladowe.
- Samochody osobowe.
- Lotnictwo ogólne.
- Łodzie motorowe.



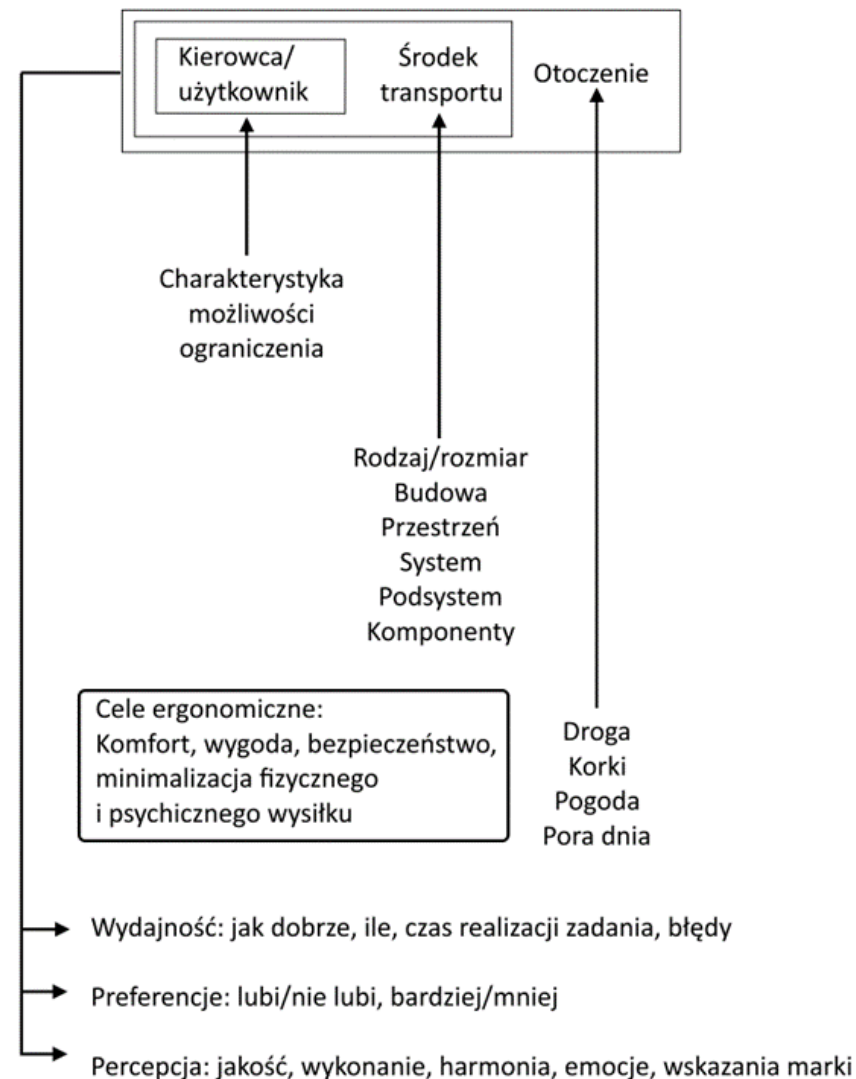
Z punktu widzenia prowadzenia dowolnego środka transportu praca kierowcy ma charakter operatorski i składa się z trzech podstawowych etapów:

- Odbiór informacji,
- Przetworzenie informacji i podjęcie decyzji,
- Realizacja decyzji (w tym sterowanie).



Z punktu widzenia prowadzenia dowolnego środka transportu praca kierowcy ma charakter operatorski i składa się z trzech podstawowych etapów:

- Odbiór informacji,
- Przetworzenie informacji i podjęcie decyzji,
- Realizacja decyzji (w tym sterowanie).



Korzystanie z indywidualnego środka transportu to także m.in.:

- Przechowywanie dodatkowych elementów, np. aparatury medycznej, kul, wózka inwalidzkiego, chodzika, uchwytów wspomagających wsiadanie.
- Zajmowanie pozycji, w tym m.in.: wsiadanie i wysiadanie (otwieranie drzwi, przenoszenie własnego ciężaru do stanowiska użytkownika, zamykanie drzwi), dostosowanie pozycji ciała (regulacja elementów podpierających np. siedzenia, oparcia),
- Bieżąca obsługa i konserwacja,
- Przechowywanie środka transportu.



Oceny rozwiązań musi zatem obejmować weryfikację:

- Dopasowania do wymiarów i biomechaniki użytkownika,
- Widoczności i czytelności przekazywanych komunikatów,
- Poprawności odbioru sygnałów dźwiękowych,
- Interakcję z użytkownikiem,
- Bezpieczeństwa użytkowania w sytuacjach niebezpiecznych.





Wojskowa
Akademia
Techniczna



CENTRUM WIEDZY O DOSTĘPNOŚCI DO TRANSPORTU
I MOBILNOŚCI OSÓB O SZCZEGÓLNYCH POTRZEBACH

65^{lat}



Metody oceny rozwiązań

Atlasy i bazy anatomiczne oraz biomechaniczne

II KONFERENCJA

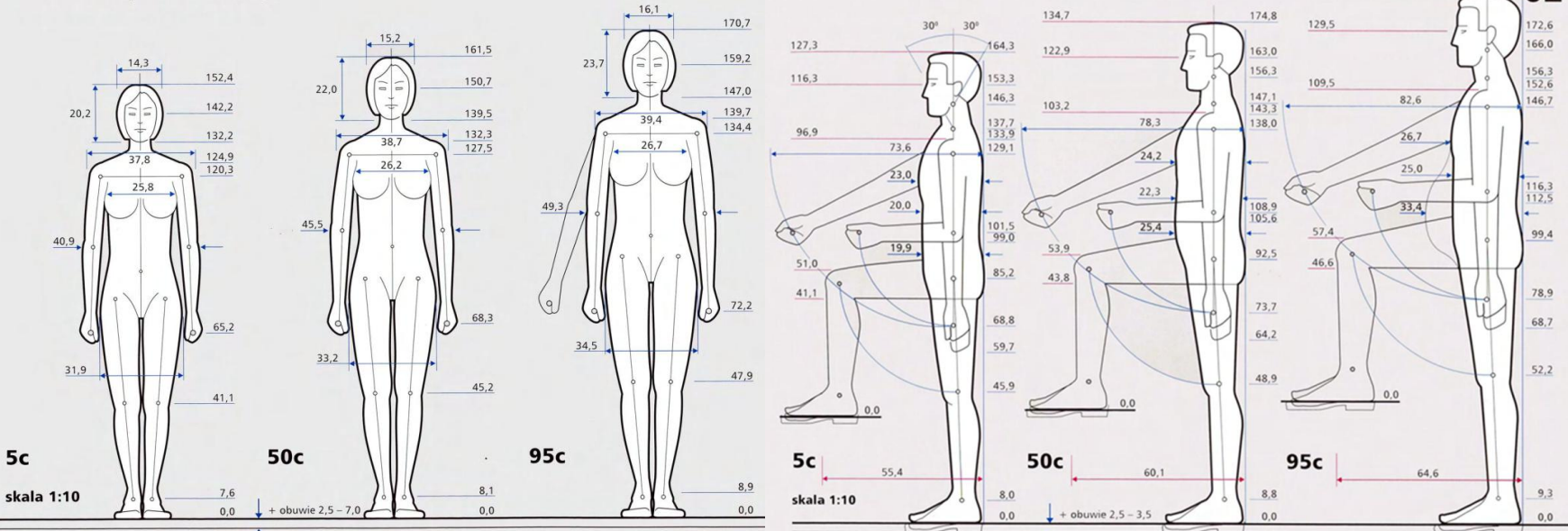


Mobilność
osób o szczególnych
potrzebach

Warszawa, 21-22 października, 2025 r.

Atlasy anatomiczne

Modele centylowe: kobiety

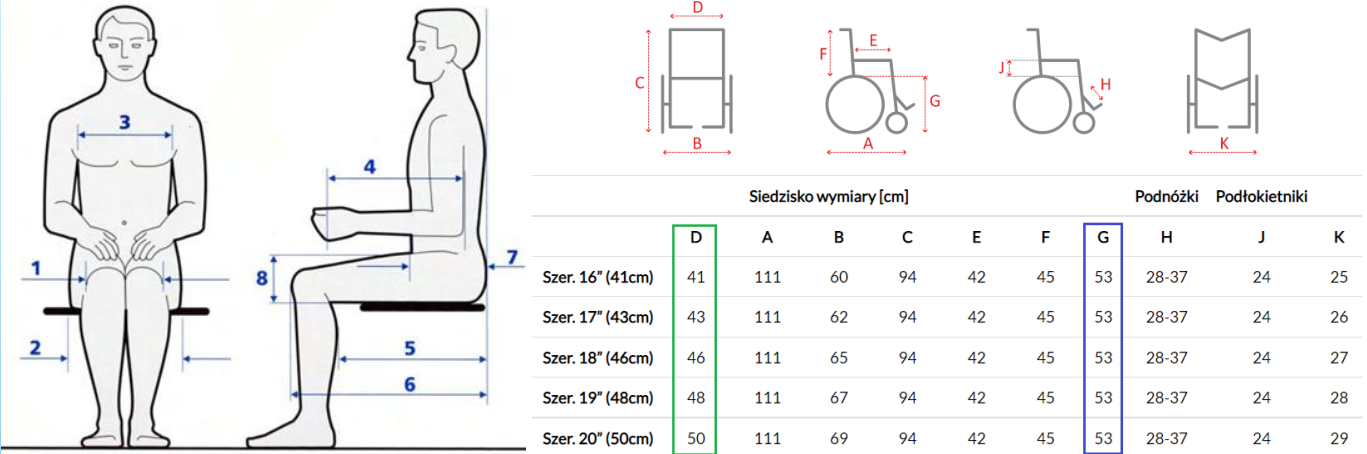


Źródło zdjęć: ciop.pl

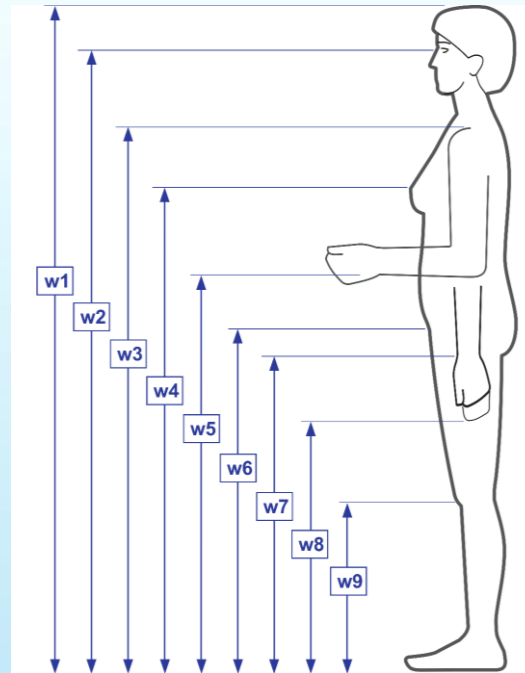
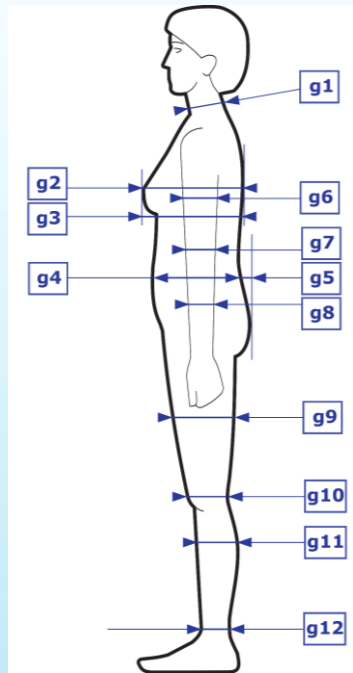
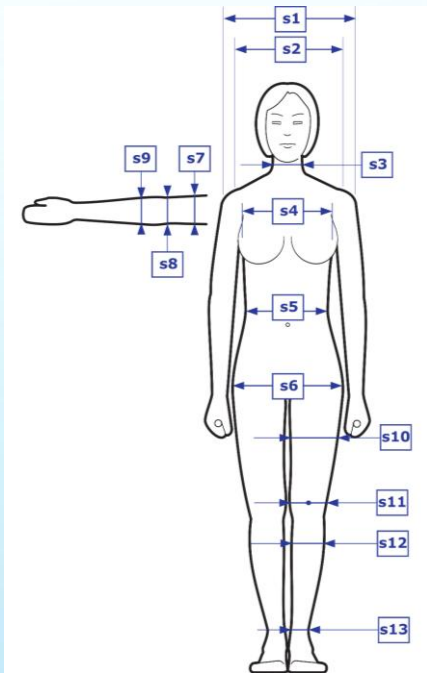
II KONFERENCJA



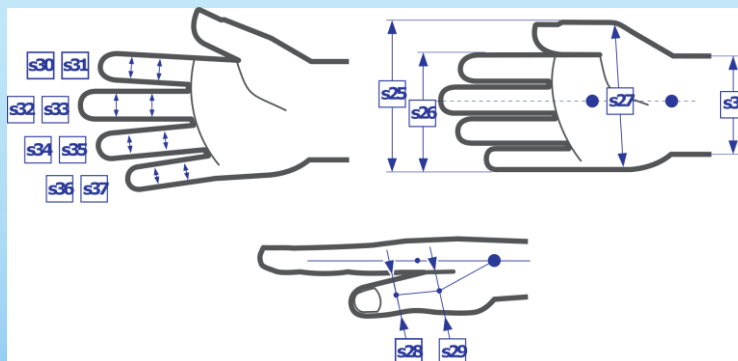
Warszawa, 21-22 października, 2025 r.



Atlasy anatomiczne



Źródło zdjęć: ciop.pl



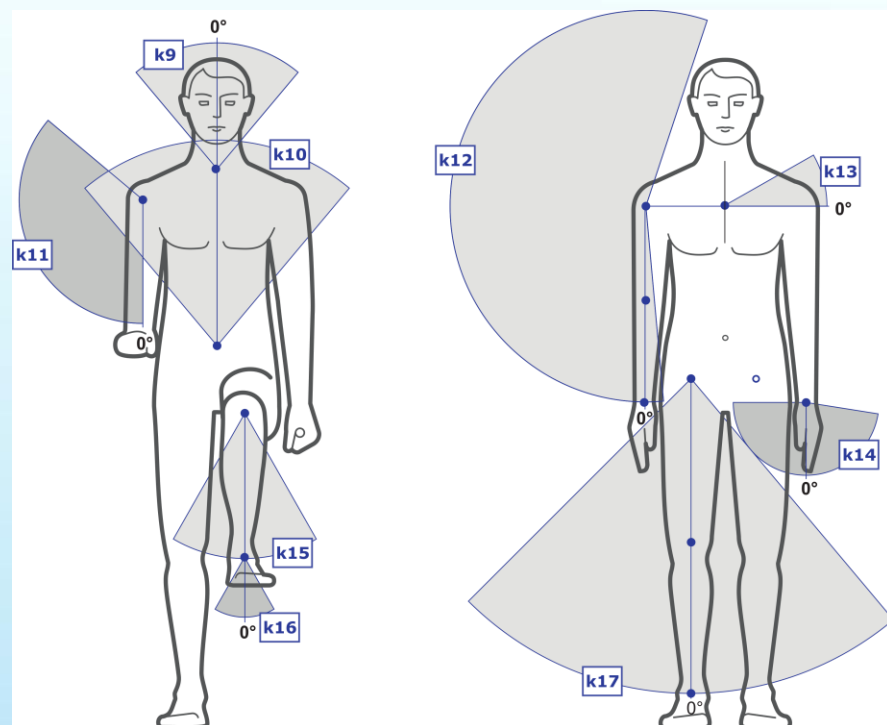
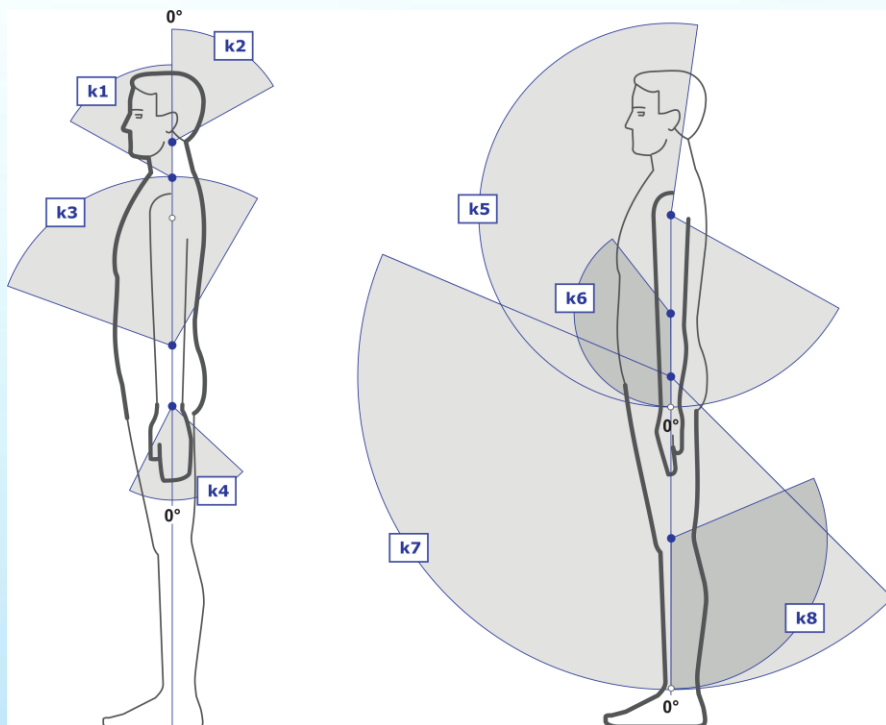
II KONFERENCJA



Mobilność
osób o szczególnych
potrzebach

Warszawa, 21-22 października, 2025 r.

Atlasy anatomiczne

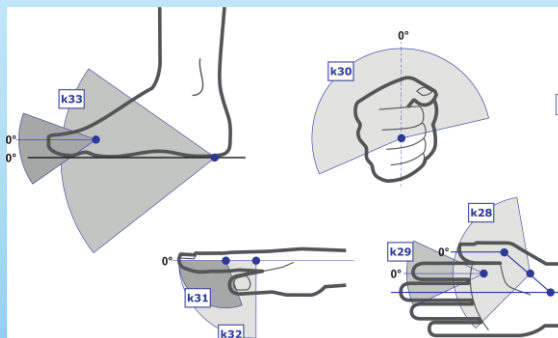


Źródło zdjęć: ciop.pl

II KONFERENCJA



Mobilność
osób o szczególnych
potrzebach





Wojskowa
Akademia
Techniczna



CENTRUM WIEDZY O DOSTĘPNOŚCI DO TRANSPORTU
I MOBILNOŚCI OSÓB O SZCZEGÓLNYCH POTRZEBACH

65^{lat}



Metody oceny rozwiązań

Analiza obciążenia organizmu

II KONFERENCJA



Mobilność
osób o szczególnych
potrzebach

Warszawa, 21-22 października, 2025 r.

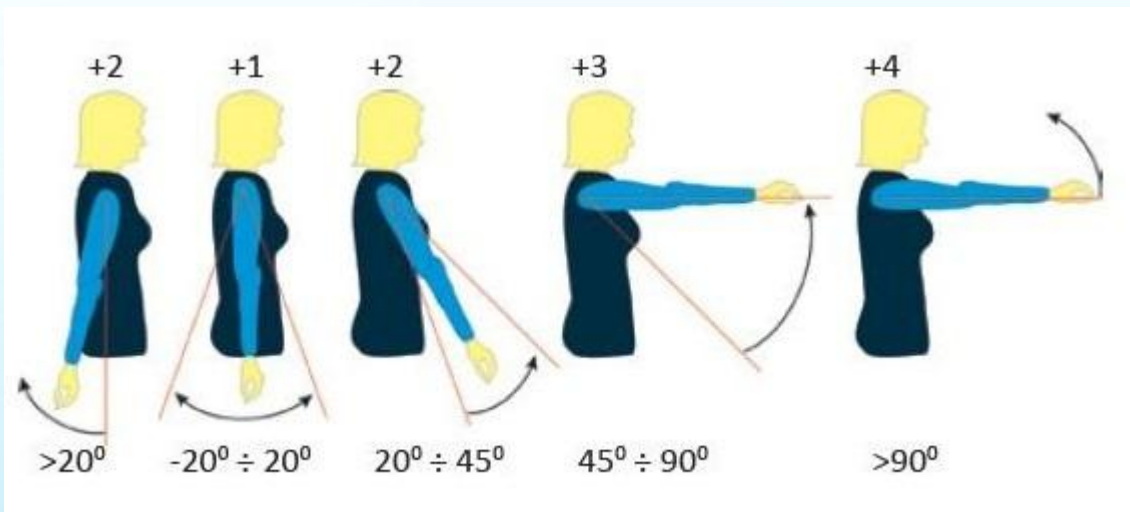


Przykładowe metody oceny obciążenia organizmu:

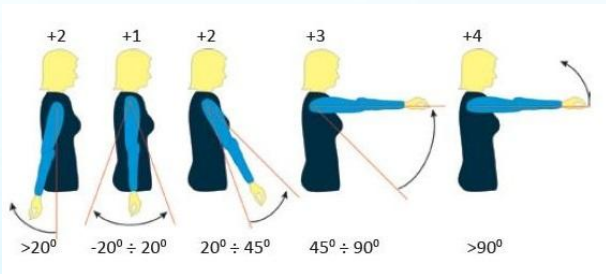
- Metoda Lehmana,
- Metoda OWAS (Ovako Working Posture Analysis System),
- Metoda RULA (Rapid Upper Limb Assessment),
- Metoda REBA (Rapid Entire Body Assessment)



- Metoda RULA (Rapid Upper Limb Assessment)

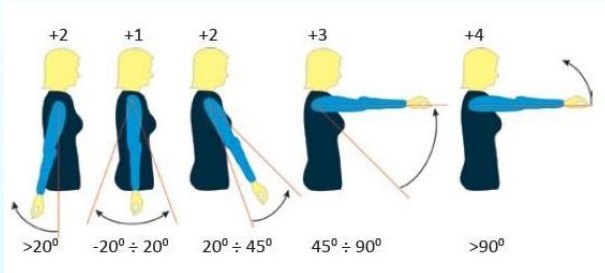


• Metoda RULA (Rapid Upper Limb Assessment)

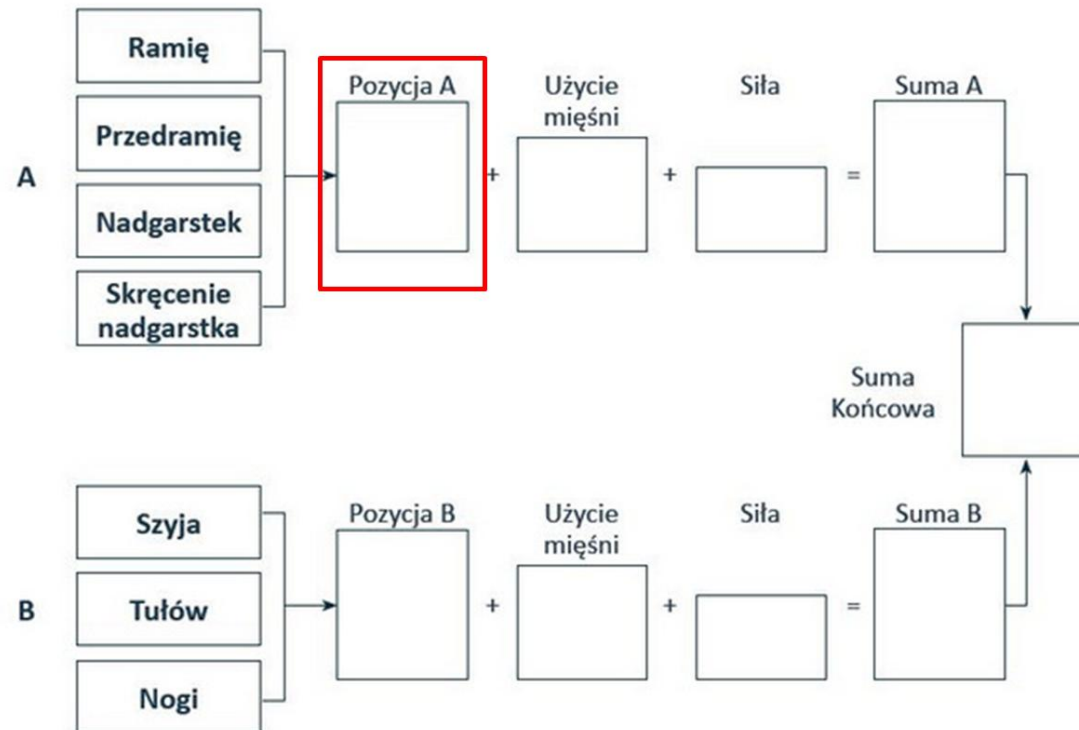


Ramię	Przedramię	Nadgarstek							
		1		2		3		4	
		Skręcenie nadgarstka		Skręcenie nadgarstka		Skręcenie nadgarstka		Skręcenie nadgarstka	
		1	2	1	2	1	2	1	2
1	1	1	2	2	2	2	3	3	3
	2	2	2	2	2	3	3	3	3
	3	3	3	3	3	3	3	4	4
2	1	2	3	3	3	3	4	4	4
	2	3	3	3	3	3	4	4	4
	3	3	4	4	4	4	4	5	5
3	1	3	3	4	4	4	4	5	5
	2	3	4	4	4	4	4	5	5
	3	4	4	4	4	4	5	5	5

- Metoda RULA (Rapid Upper Limb Assessment)



Ramię	Przedramię	Nadgarstek							
		1		2		3		4	
		Skłony nadgarstka	Prosty nadgarstka	Skłony nadgarstka	Prosty nadgarstka	Skłony nadgarstka	Prosty nadgarstka	Skłony nadgarstka	Prosty nadgarstka
1	1	1	2	1	2	1	2	1	2
	2	1	2	2	2	2	2	3	3
	3	2	2	2	2	3	3	3	3
2	1	3	3	3	3	3	3	4	4
	2	1	2	3	3	3	3	4	4
	3	2	3	3	3	3	3	4	4
3	1	3	4	4	4	4	4	5	5
	2	1	3	4	4	4	4	5	5
	3	2	3	4	4	4	4	5	5



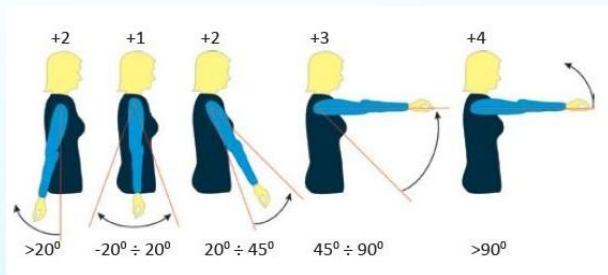
Źródło zdjęć: bhpex.pl

II KONFERENCJA

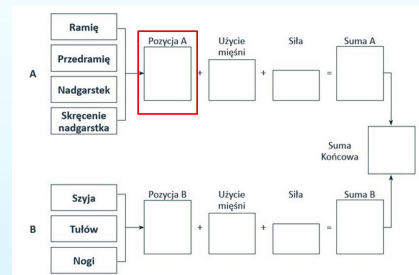
Mobilność
osób o szczególnych
potrzebach

Warszawa, 21-22 października, 2025 r.

Metoda RULA (Rapid Upper Limb Assessment)

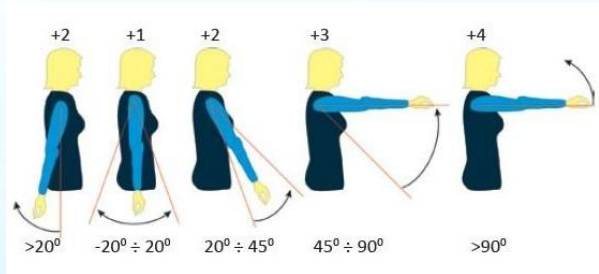


Ramię	Przedramię	Nadgarstek							
		1		2		3		4	
		Skłony nadgarstek	Prosty nadgarstek	Skłony nadgarstek	Prosty nadgarstek	Skłony nadgarstek	Prosty nadgarstek	Skłony nadgarstek	Prosty nadgarstek
1	1	1	2	1	2	1	2	1	2
	2	1	2	2	2	2	2	3	3
	3	2	2	2	2	3	3	3	3
2	1	3	3	3	3	3	3	4	4
	2	3	3	3	3	3	3	4	4
	3	3	3	3	3	3	3	4	4
3	1	3	3	4	4	4	4	5	5
	2	3	3	4	4	4	4	5	5
	3	4	4	4	4	4	4	5	5

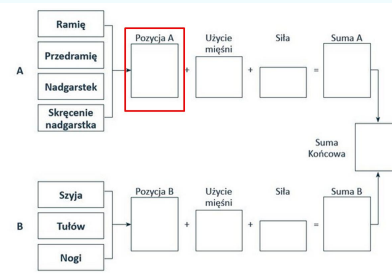


Określenie poziomu działania			
Poziom działania	Suma końcowa	Ryzyko	Działanie
1	1-2	Małe	Pozycja akceptowalna
2	3-4	Średnie	Konieczne jest przeprowadzenie dokładniejszych badań, zmiany mogą być konieczne
3	5-6	Wysokie	Konieczne jest szybkie przeprowadzenie dokładniejszych badań i wprowadzenie zmian
4	>7	Bardzo wysokie	Konieczne są natychmiastowe szczegółowe badania i zmiany

• Metoda RULA (Rapid Upper Limb Assessment)



Wzrost	Nadgarstek			
	1	2	3	4
1	1	2	1	2
2	2	2	2	2
3	3	3	3	3
4	4	4	4	4
5	5	5	5	5
6	6	6	6	6
7	7	7	7	7
8	8	8	8	8
9	9	9	9	9
10	10	10	10	10
11	11	11	11	11
12	12	12	12	12
13	13	13	13	13
14	14	14	14	14
15	15	15	15	15
16	16	16	16	16
17	17	17	17	17
18	18	18	18	18
19	19	19	19	19
20	20	20	20	20
21	21	21	21	21
22	22	22	22	22
23	23	23	23	23
24	24	24	24	24
25	25	25	25	25
26	26	26	26	26
27	27	27	27	27
28	28	28	28	28
29	29	29	29	29
30	30	30	30	30
31	31	31	31	31
32	32	32	32	32
33	33	33	33	33
34	34	34	34	34
35	35	35	35	35
36	36	36	36	36
37	37	37	37	37
38	38	38	38	38
39	39	39	39	39
40	40	40	40	40
41	41	41	41	41
42	42	42	42	42
43	43	43	43	43
44	44	44	44	44
45	45	45	45	45
46	46	46	46	46
47	47	47	47	47
48	48	48	48	48
49	49	49	49	49
50	50	50	50	50
51	51	51	51	51
52	52	52	52	52
53	53	53	53	53
54	54	54	54	54
55	55	55	55	55
56	56	56	56	56
57	57	57	57	57
58	58	58	58	58
59	59	59	59	59
60	60	60	60	60
61	61	61	61	61
62	62	62	62	62
63	63	63	63	63
64	64	64	64	64
65	65	65	65	65
66	66	66	66	66
67	67	67	67	67
68	68	68	68	68
69	69	69	69	69
70	70	70	70	70
71	71	71	71	71
72	72	72	72	72
73	73	73	73	73
74	74	74	74	74
75	75	75	75	75
76	76	76	76	76
77	77	77	77	77
78	78	78	78	78
79	79	79	79	79
80	80	80	80	80
81	81	81	81	81
82	82	82	82	82
83	83	83	83	83
84	84	84	84	84
85	85	85	85	85
86	86	86	86	86
87	87	87	87	87
88	88	88	88	88
89	89	89	89	89
90	90	90	90	90
91	91	91	91	91
92	92	92	92	92
93	93	93	93	93
94	94	94	94	94
95	95	95	95	95
96	96	96	96	96
97	97	97	97	97
98	98	98	98	98
99	99	99	99	99
100	100	100	100	100



Określenie poziomu działania			
Poziom działania	Suma końcowa	Ryzyko	Działanie
1	1-2	Małe	Pozycja akceptowalna
2	3-4	Średnie	Konieczne jest przeprowadzenie dokładniejszych badań, zmiany mogą być konieczne
3	5-6	Wysokie	Konieczne jest szybkie przeprowadzenie dokładniejszych badań i wprowadzenie zmian
4	>7	Bardzo wysokie	Konieczne są natychmiastowe szczegółowe badania i zmiany

Zadanie wydaje się łatwe, ale.... potrzebne są dane:

- Zajmowane pozycje,
- Wartości kątów w stawach,
- Czas trwania utrzymywania danej pozycji.



Wojskowa
Akademia
Techniczna



CENTRUM WIEDZY O DOSTĘPNOŚCI DO TRANSPORTU
I MOBILNOŚCI OSÓB O SZCZEGÓLNYCH POTRZEBACH

65^{lat}



Metody oceny rozwiązań

Rejestracja ruchu

II KONFERENCJA

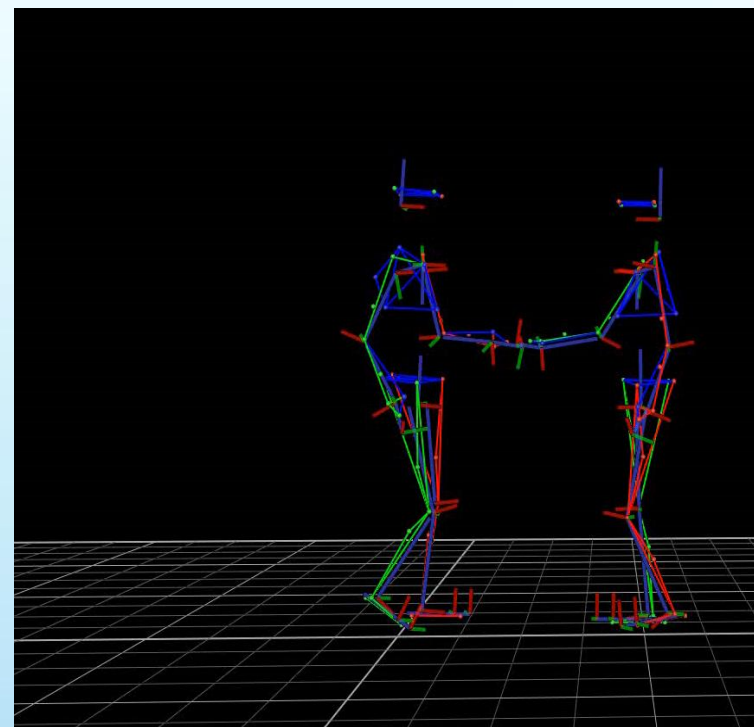


Mobilność
osób o szczególnych
potrzebach

Warszawa, 21-22 października, 2025 r.

Przykładowe metody rejestracji ruchu:

- Optyczne markerowe, np. Vicon,



Przykładowe metody rejestracji ruchu:

- Optyczne markerowe, np. Vicon,
- Optyczne bezmarkerowe, np. Noraxon NiNOX,
- Inercyjne – IMU, np. XSENS,



Przykładowe metody rejestracji ruchu:

- Optyczne markerowe, np. Vicon,
- Optyczne bezmarkerowe, np. Noraxon NiNOX,
- Inercyjne – IMU, np. XSENS
- Magnetyczne, np. VOX-Ema.





Przykładowe metody rejestracji ruchu:

- Optyczne markerowe, np. Vicon,
- Optyczne bezmarkerowe, np. Noraxon NiNOX,
- Inercyjne – IMU, np.
- Magnetyczne, np. VOX-Ema.
- Mechaniczne, np. egzoszkielety,
- Fotogrametria/stereo-wizja (obrazy z wielu kamer),
- Skanery 4D, np. F5 Mantis Vision.



- Skanery 4D, np. F5 Mantis Vision.



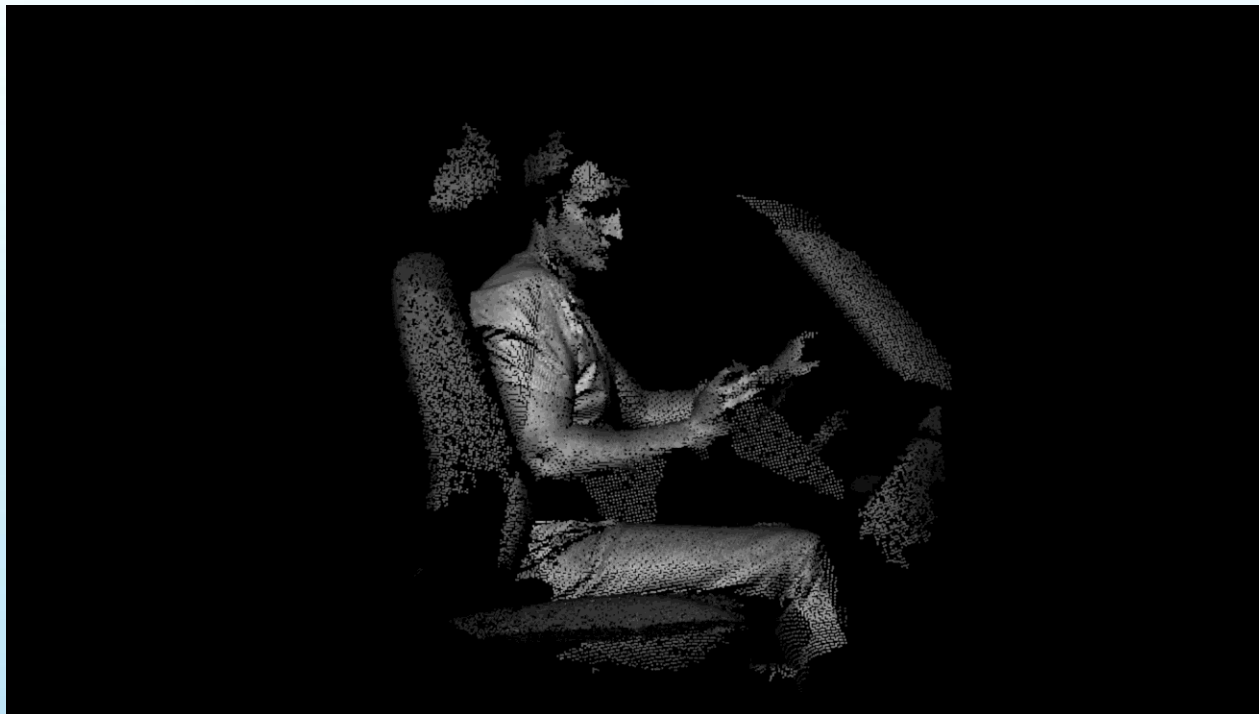
II KONFERENCJA



Mobilność
osób o szczególnych
potrzebach

Warszawa, 21-22 października, 2025 r.

- Skanery 4D, np. F5 Mantis Vision.



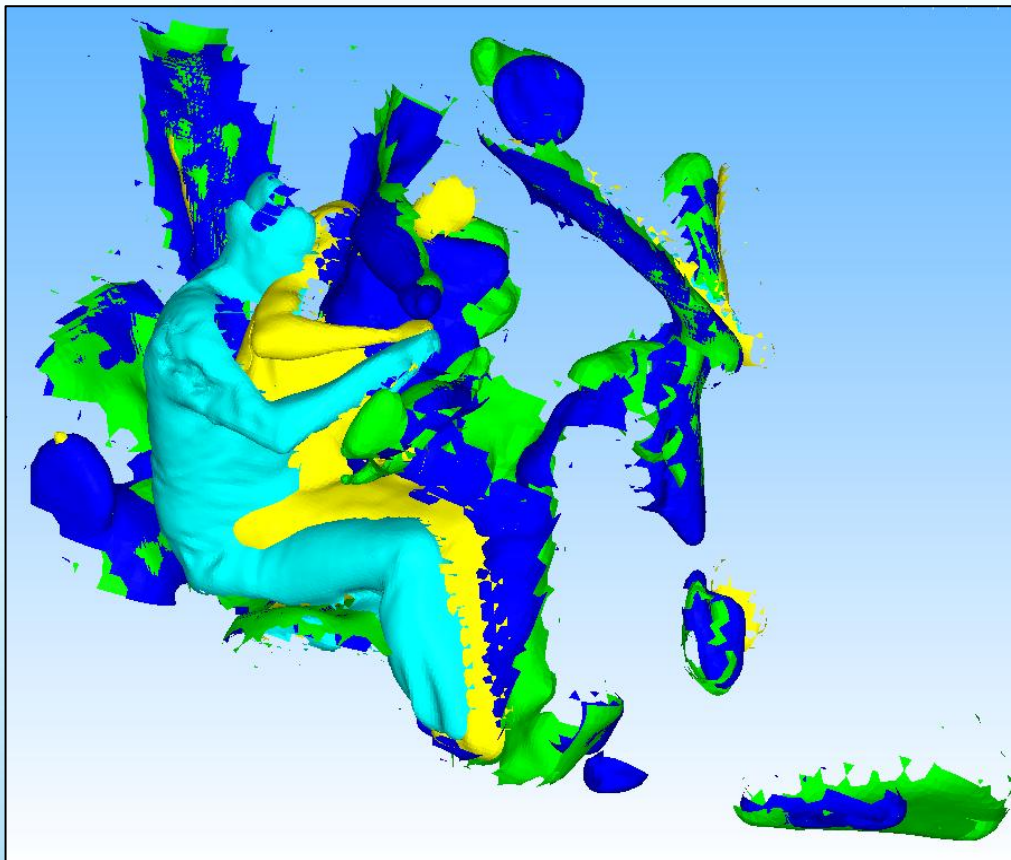
II KONFERENCJA



Mobilność
osób o szczególnych
potrzebach

Warszawa, 21-22 października, 2025 r.

- Skanery 4D, np. F5 Mantis Vision.



II KONFERENCJA

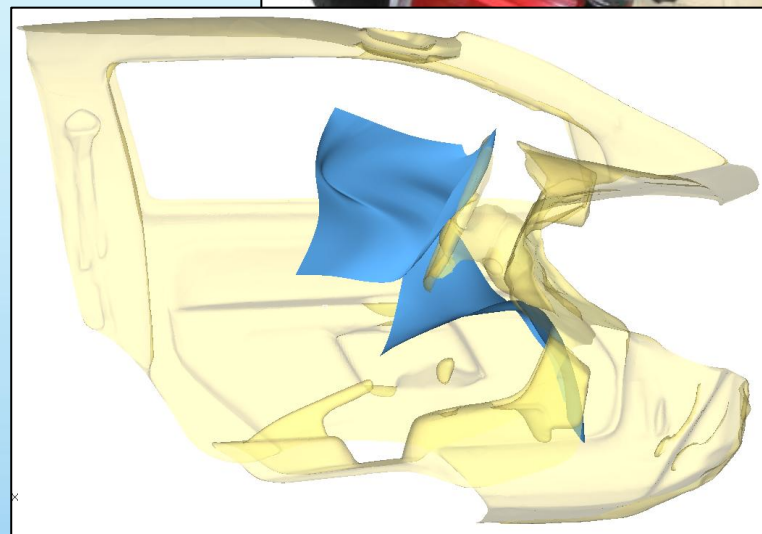
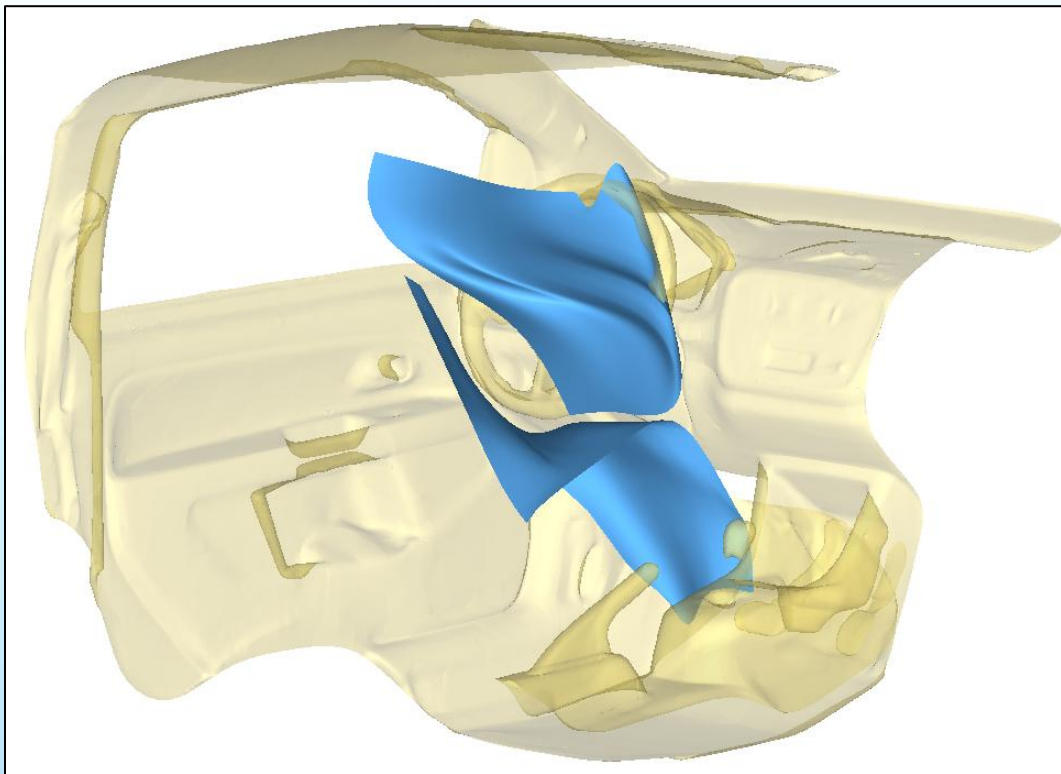


Mobilność
osób o szczególnych
potrzebach

Warszawa, 21-22 października, 2025 r.



- Skanery 4D, np. F5 Mantis Vision.





Wojskowa
Akademia
Techniczna



CENTRUM WIEDZY O DOSTĘPNOŚCI DO TRANSPORTU
I MOBILNOŚCI OSÓB O SZCZEGÓLNYCH POTRZEBACH

65^{lat}



Metody oceny rozwiązań

Manekiny

II KONFERENCJA



Mobilność
osób o szczególnych
potrzebach

Warszawa, 21-22 października, 2025 r.



Rodzaje manekinów:

- Modele płaskie:
 - Statyczne,
 - Dynamiczne,
- Cyfrowe modele przestrzenne (np. Digital Human Modeling),
- Numeryczne manekiny ciała.





Przykłady manekinów cyfrowych:

- Jack (Siemens),
- Ramsis (Humanetics),
- HumanCAD V6 (Nexgen Ergonomics),
- Delmia V5 Human (Dassault Systems),
- Sammie (Sammie CAD LTD).



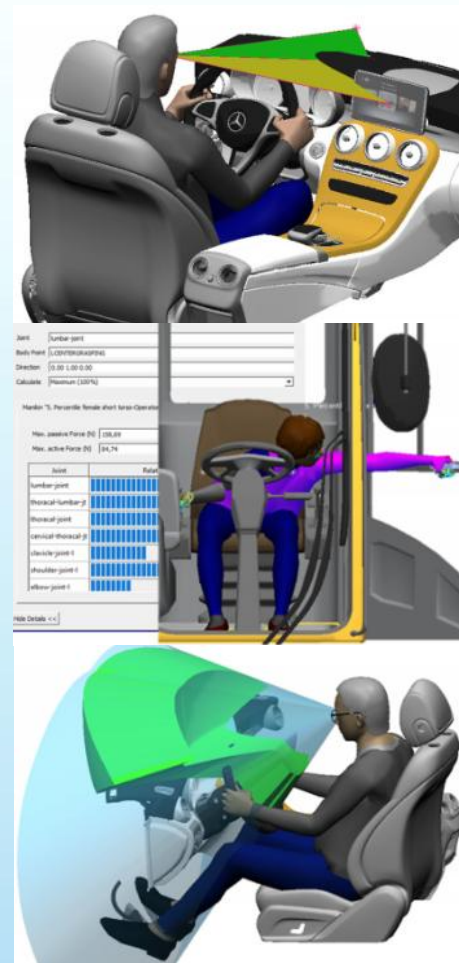
Jack (Siemens)

- Jest częścią pakietu Tecnomatix,
- Pozwala na analizę ergonomiczną,
- 135 stopni swobody,
- Model kręgosłupa
(17 kręgów piersiowych
i 5 lędźwiowych),
- W czasie rzeczywistym wykonuje
analizę NIOSH, OWAS, RULA,
- Współpracuje z Motion Capture.



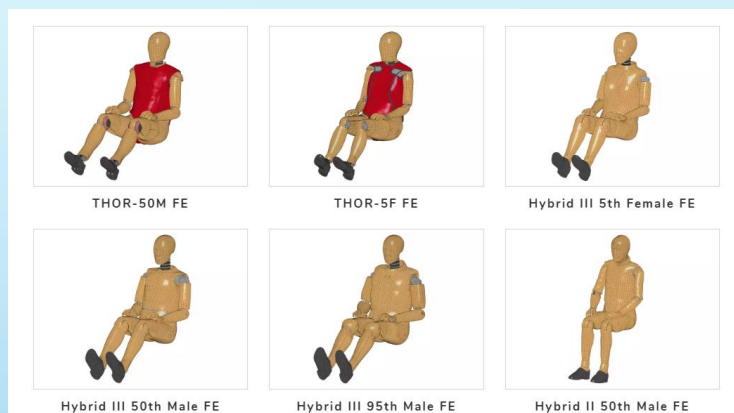
Ramsis (Humanetics)

- Zasięg ruchu i dostępu,
- Zasięg wzroku (bezpośredni i peryferyjny),
- Analiza spostrzegawczości,
- Określenie wymaganej przestrzeni,
- Analiza sił,
- Projektowanie pasów i siedzeń,
- Scenariusze wsiadania i wysiadania,
- Wirtualne postarzanie, otyłość.

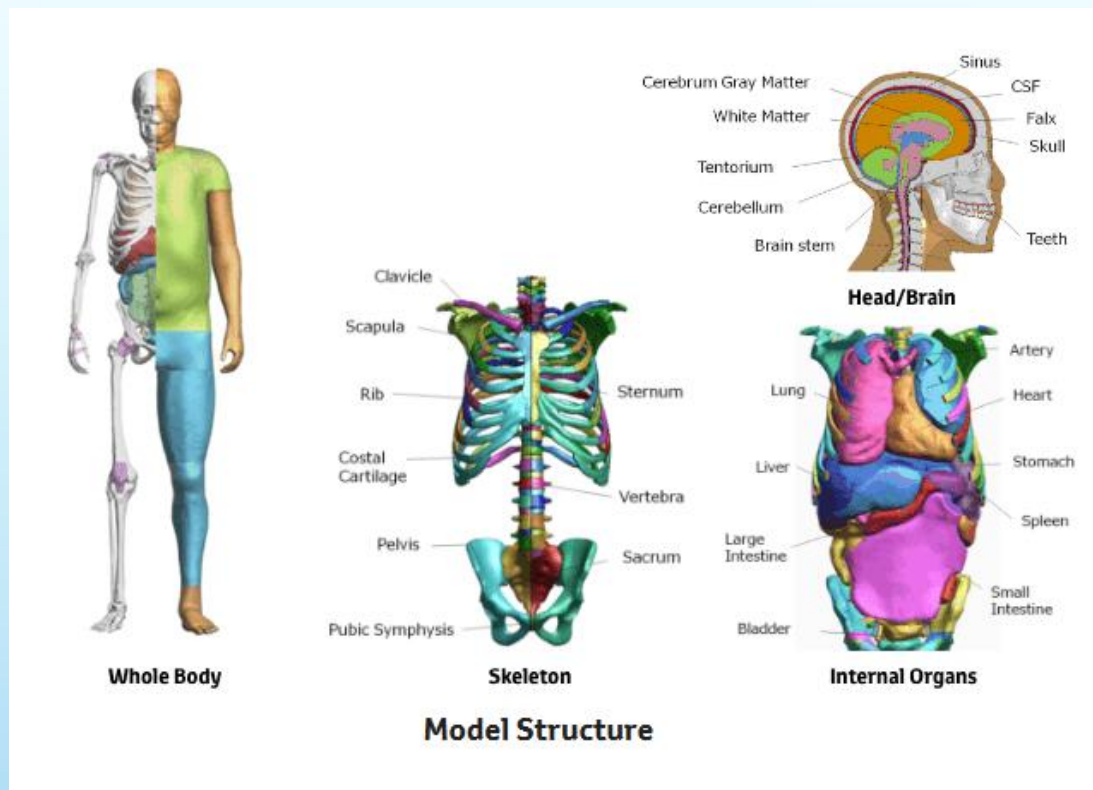


Przykłady manekinów numerycznych:

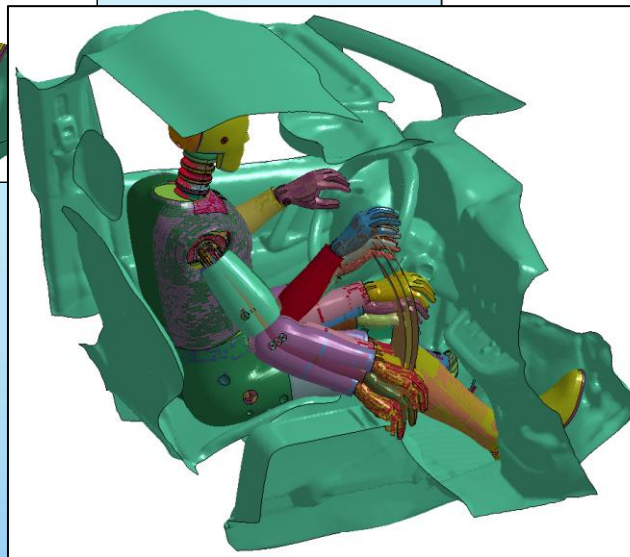
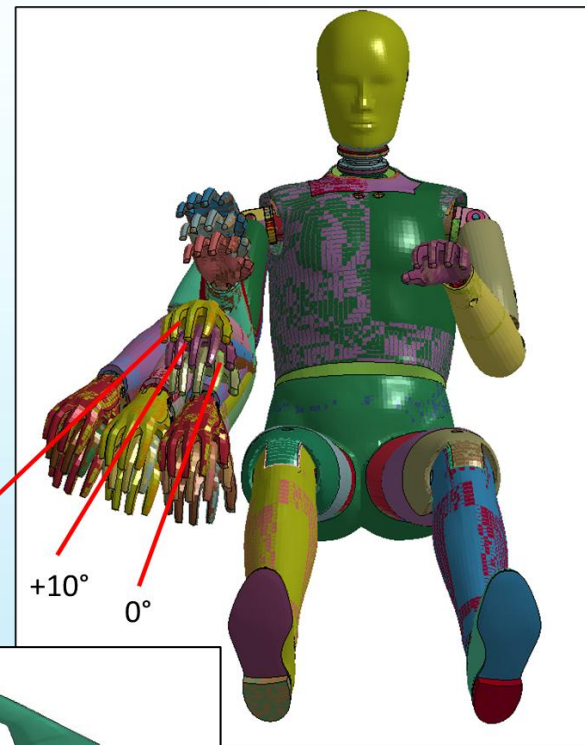
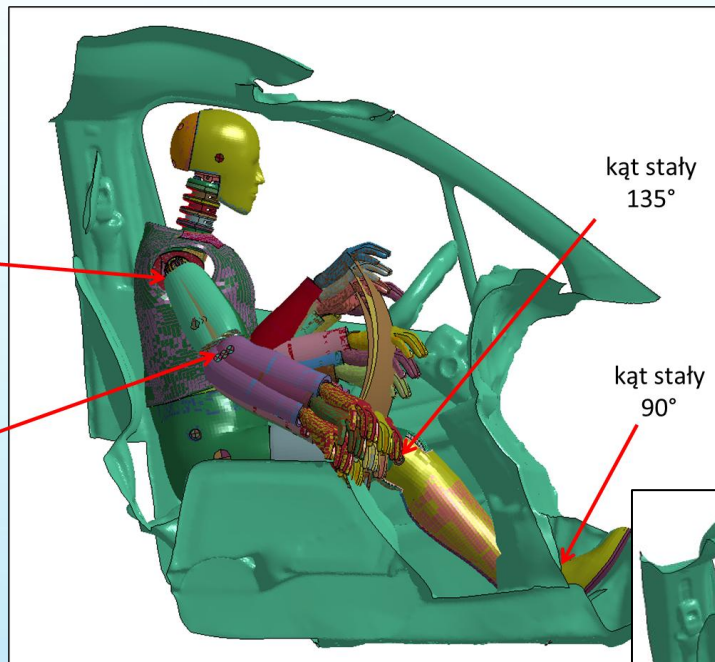
- Hybrid III,
- THOR,
- EuroSID,
- Dummy Hybrid III,
- HBM, THUMS.



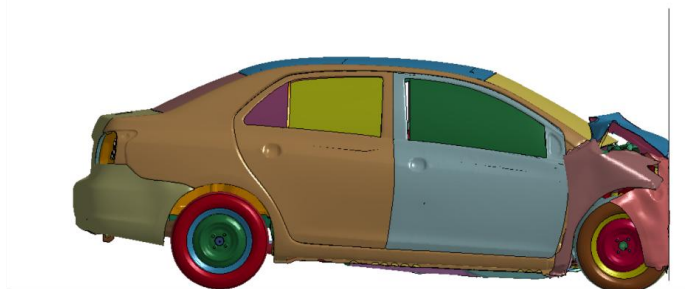
II KONFERENCJA



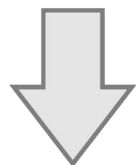
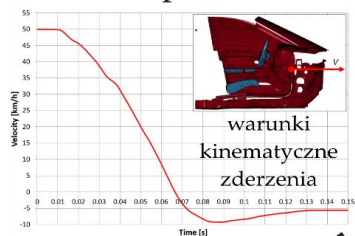
Do czego wykorzystywane są manekiny numeryczne?



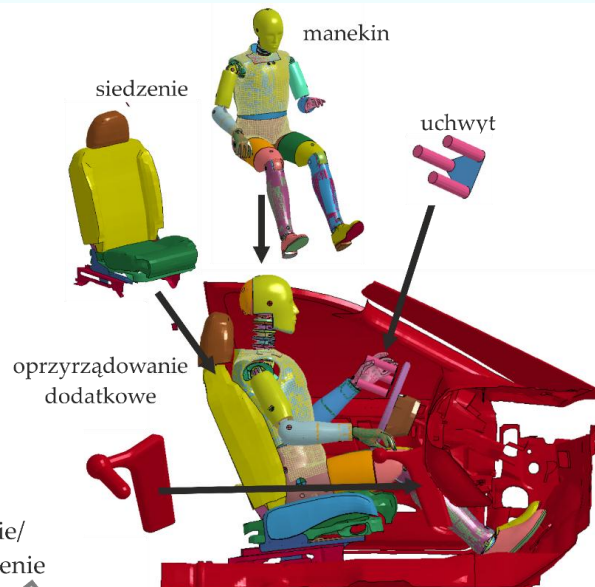
Do czego wykorzystywane są manekiny numeryczne?



Etap 1 - zderzenie czołowe ze sztywną ścianą

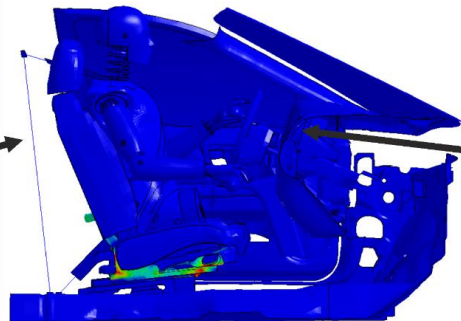
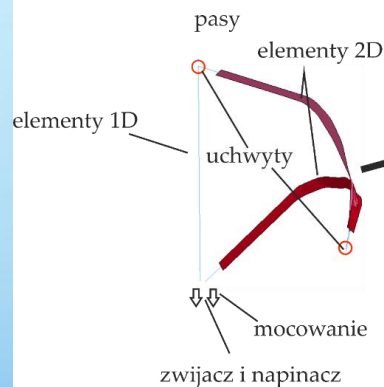


warunki początkowe

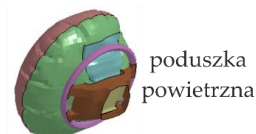


Etap 2 - osiadanie manekina pod wpływem gravitacji

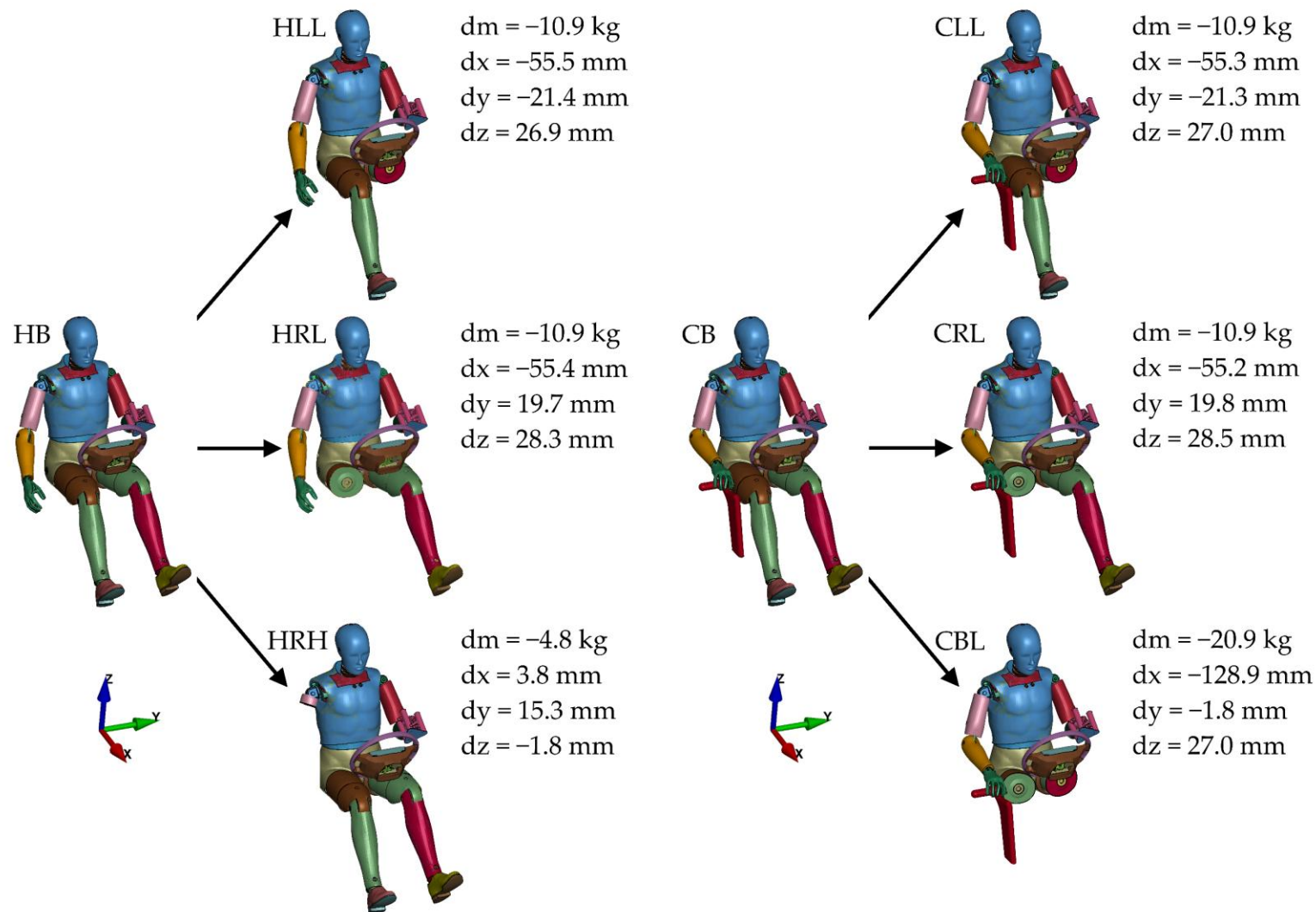
naprężenie/
odkształcenie



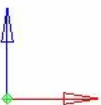
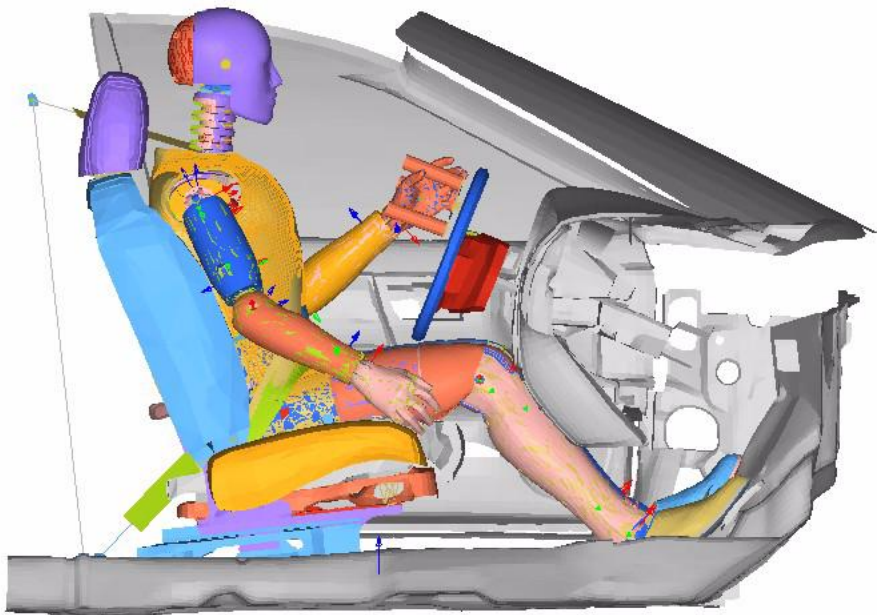
Etap 3 - symulacja zderzenia czołowego



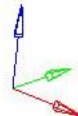
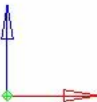
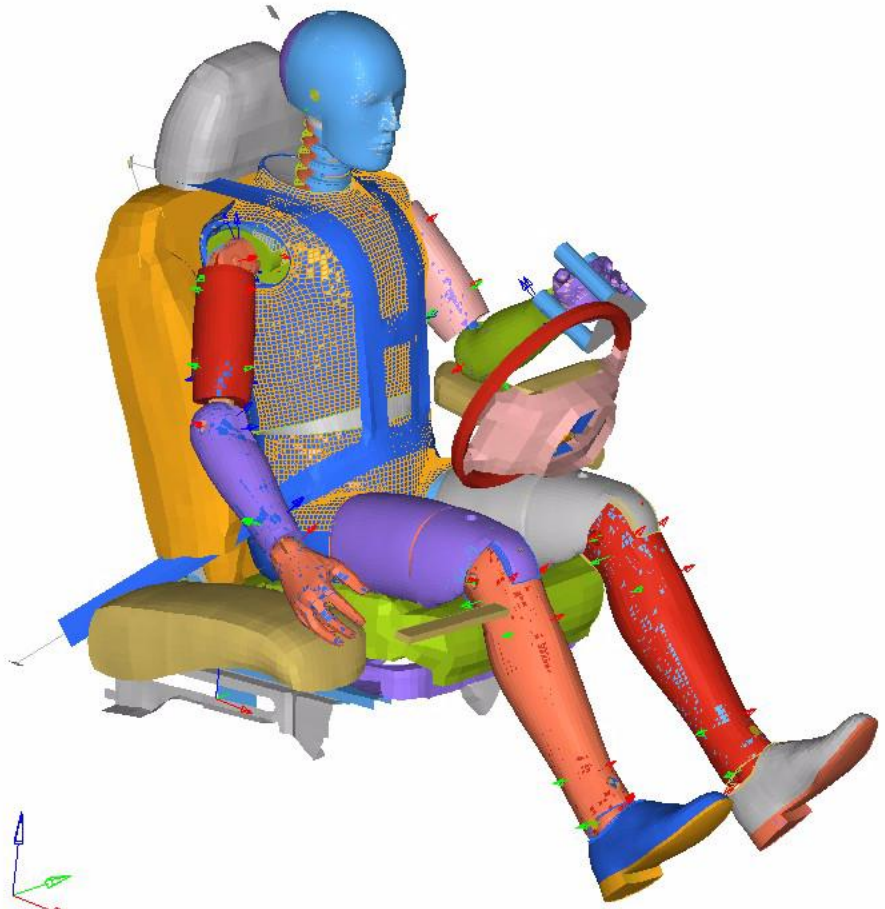
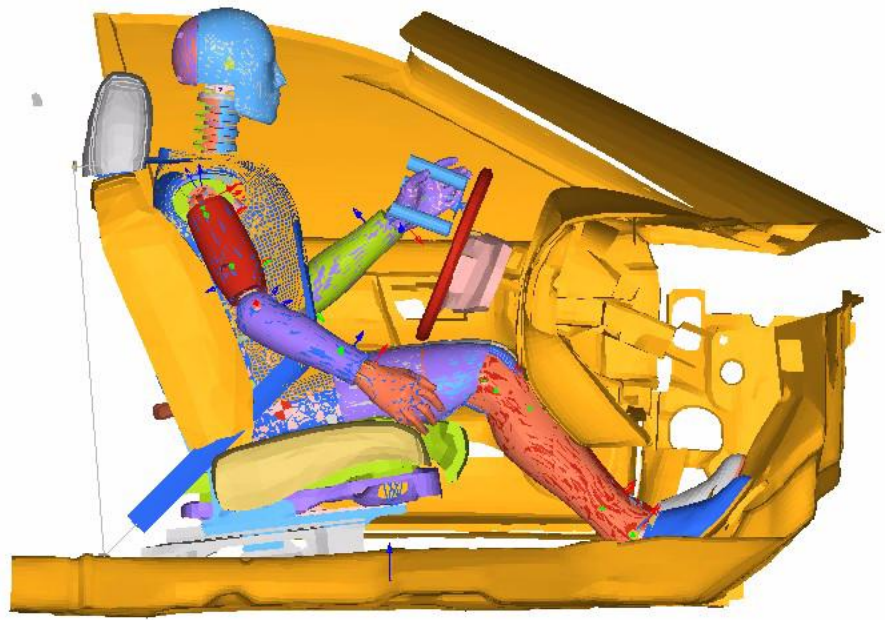
Do czego wykorzystywane są manekiny numeryczne?



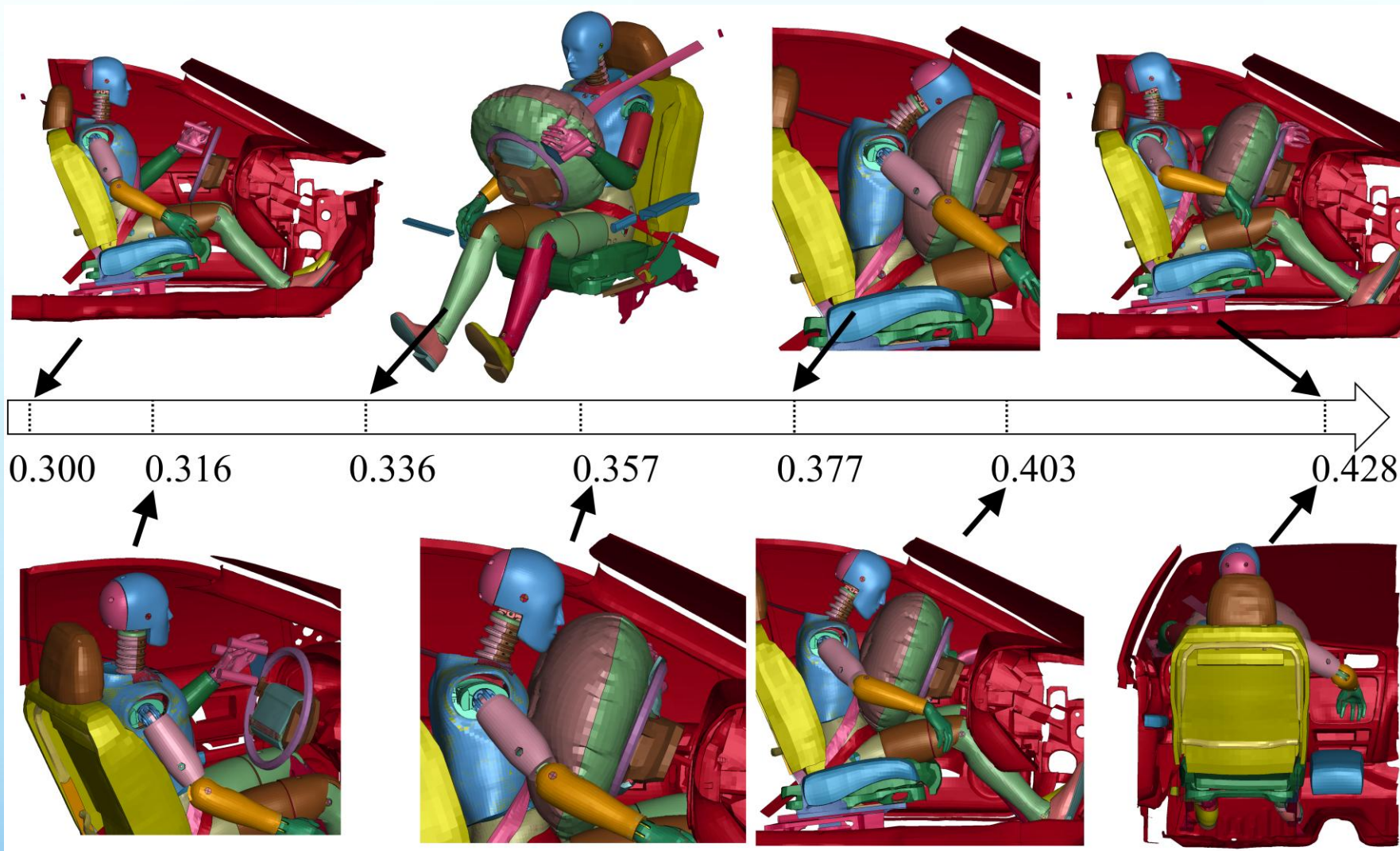
Do czego wykorzystywane są manekiny numeryczne?



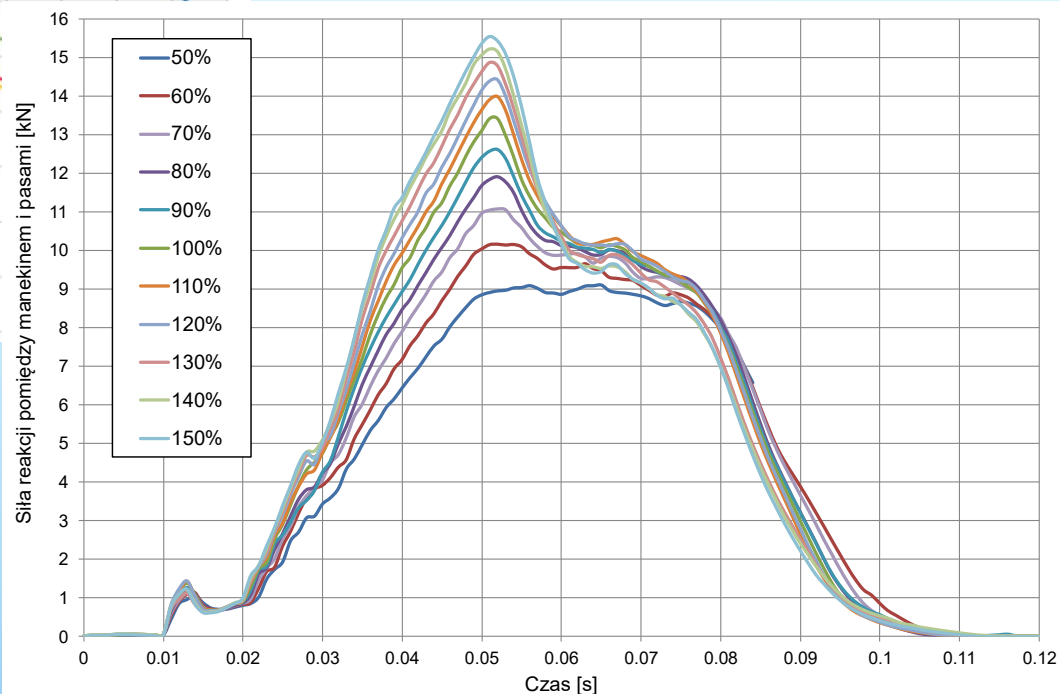
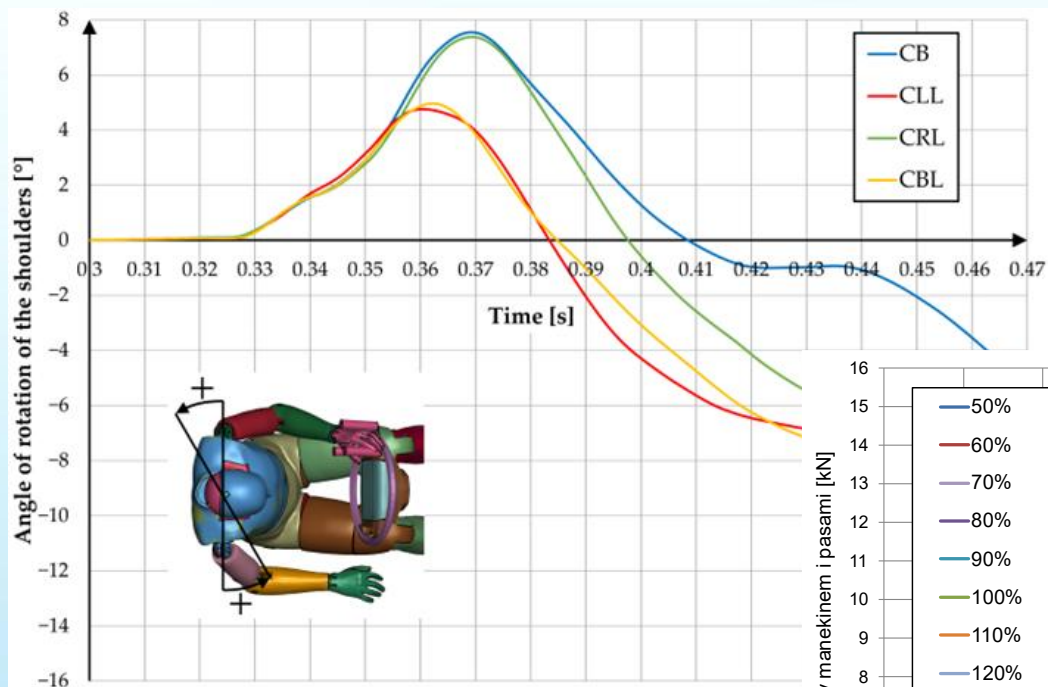
Do czego wykorzystywane są manekiny cyfrowe?



Do czego wykorzystywane są manekiny numeryczne?



Do czego wykorzystywane są manekiny numeryczne?

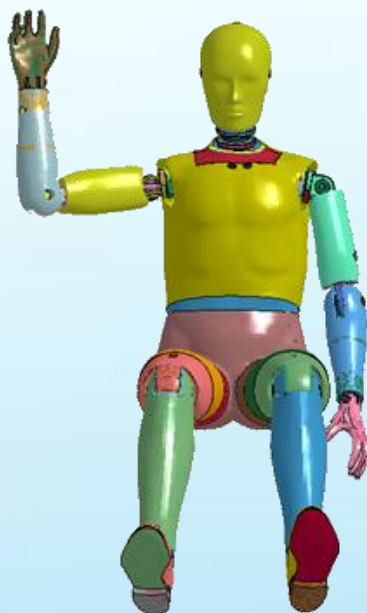




Wojskowa
Akademia
Techniczna



CENTRUM WIEDZY O DOSTĘPNOŚCI DO TRANSPORTU
I MOBILNOŚCI OSÓB O SZCZEGÓLNYCH POTRZEBACH



Dziękuję za uwagę!

II KONFERENCJA



Mobilność
osób o szczególnych
potrzebach

Warszawa, 21-22 października, 2025 r.