

# Skutki przepływu prądu przez człowieka i dopuszczalne napięcia dotykowe

## 2.1. Impedancja ciała człowieka

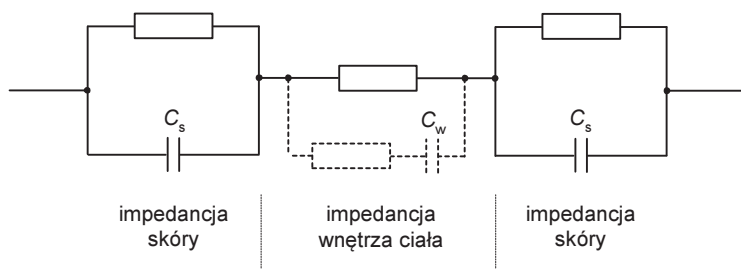
Dotknięcie przez człowieka dwóch punktów o różnych potencjałach wywołuje przepływ prądu przez jego ciało, a więc zachodzi rażenie prądem elektrycznym. Na skutki rażenia wpływają głównie:

- wartość prądu rażeniowego i czas jego przepływu,
- droga przepływu prądu przez ciało człowieka,
- kształt przebiegu i częstotliwość prądu rażeniowego.

O wartości prądu rażeniowego decyduje napięcie, na które jest narażony człowiek, impedancja jego ciała i w pewnych przypadkach rezystancja stanowiska. Impedancję ciała człowieka można przedstawić w postaci modelu jak na rysunku 2.1. Impedancja skóry w miejscu styczności z elektrodą zawiera składową rezystancyjną i pojemnościową, a impedancja wnętrza ciała to w praktyce rezystancja (gałąź ze składową pojemnościową  $C_w$  w zasadzie się pomija – linie kreskowe). W uproszczonych analizach pomija się również składową pojemnościową  $C_s$  związaną z impedancją skóry.

Wartość impedancji ciała jest zależna od wielu czynników, w szczególności od drogi przepływu prądu (np. ręka–stopy, ręka–klatka piersiowa), wartości napięcia dotykowego, czasu trwania przepływu prądu, częstotliwości prądu, stopnia nawilżenia skóry, pola powierzchni styku z elementem pod napięciem lub elementem uziemionym, siły nacisku, a także temperatury.

Impedancja ciała jest dość mocno zróżnicowana przy niższych napięciach dotykowych. Przy wyższych napięciach, gdy przestaje mieć znaczenie pojemność skóry (pojemność ta jest przebita), różnice nie są już tak znaczące. To blokujące działanie pojemności skóry widać wyraźnie przy porównaniu impedancji (rezystancji) dla rażenia prądem przemiennym i rażenia prądem



**Rys. 2.1.** Model impedancji ciała człowieka;  $C_w$ ,  $C_s$  – składowe pojemnościowe odpowiednio wnętrza ciała i skóry

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych z [94]

**Tabela 2.1.** Impedancja ciała człowieka przy prądzie przemiennym (AC) 50 Hz i rezystancja ciała człowieka przy prądzie stałym (DC); droga rażenia ręka–ręka, duża powierzchnia styczności (ok. 10 000 mm<sup>2</sup>) ręki z elektrodą, ręka sucha

Napięcie dotykowe rażeńiowe V	Impedancja/rezystancja ciała człowieka $\Omega$					
	kwantyl 5%		kwantyl 50%		kwantyl 95%	
	AC	DC	AC	DC	AC	DC
25	1750	2100	3250	3875	6100	7275
50	1375	1600	2500	2900	4600	5325
75	1125	1275	2000	2275	3600	4100
100	990	1100	1725	1900	3125	3350
125	900	975	1550	1675	2675	2875
150	850	875	1400	1475	2350	2475
175	825	825	1325	1350	2175	2225
200	800	800	1275	1275	2050	2050
225	775	775	1225	1225	1900	1900
400	700	700	950	950	1275	1275
500	625	625	850	850	1150	1150
700	575	575	775	775	1050	1050
1000	575	575	775	775	1050	1050
wartość asymptotyczna*	575	575	775	775	1050	1050

Objaśnienia:  
kwantyl 5% – tylko 5% populacji ma impedancję mniejszą,  
kwantyl 50% – 50% populacji ma impedancję mniejszą,  
kwantyl 95% – aż 95% populacji ma impedancję mniejszą.  
\* Wartość asymptotyczna jest rezystancją wnętrza ciała.

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych z [94]