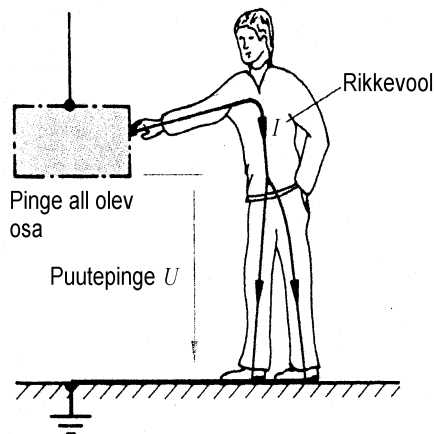
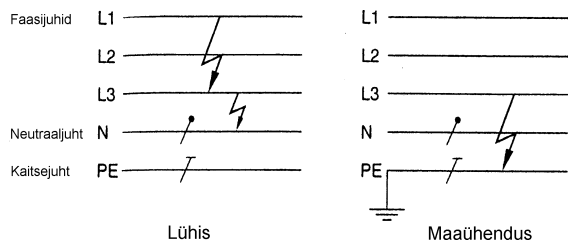


## 9 Voolu toime inimesele

Inimese ja looma keha juhib elektrivoolu. Kui inimene puudutab elektriseadme pinge all olevat osa või isolatsioonirikke tõttu pinge alla sattunud osa, läbib tema keha vool. Seda voolu nimetatakse rikkevooluks.

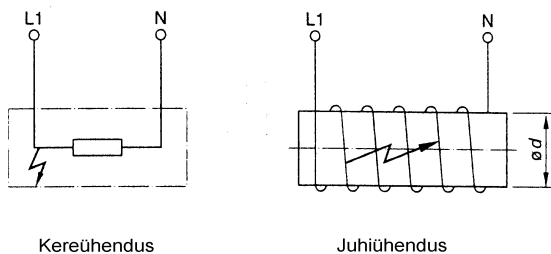


Rikkeid on erinevaid, enamlevinud on lühis, maaühendus, kereühendus ja juhiühendus.



**Lühis** on rikke tagajärjel tekkinud juhtiv ühendus eri pingega juhtide vahel, kui rikkevooluahelas pole tarviti(te) takistust.

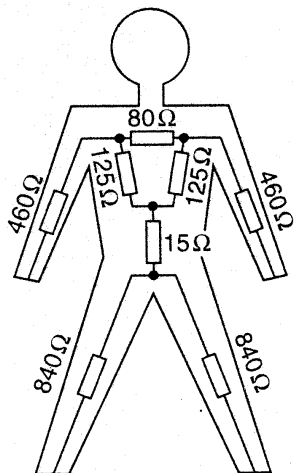
**Maaühendus** on rikke tagajärjel tekkinud juhtiv ühendus elektripaigaldise pingestatud osa ja maa (või maaga ühendatud osa) vahel



**Kereühendus** on rikke tagajärjel tekkinud juhtiv ühendus elektripaigaldise pingestatud ja pingealti (normaalselt pingestamata) osa vahel. Maandatud kere korral on see samaväärne maaühendusega.

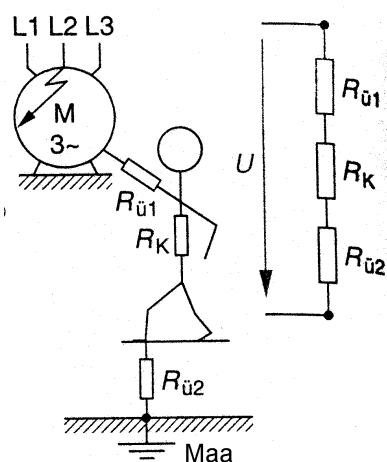
**Juhiühendus** on rikke tagajärjel tekkinud juhtiv ühendus eri pingega juhtide vahel, kui rikkevooluahelas sisaldab tarviti takistust.

Lühise ja maaühenduse korral reageerib lühiskaitse, kereühenduse korral võib tekkida inimkeha läbiv rikkevool. Rikkevoolu suurus sõltub keha elektritakistusest ja voolu kulgemise teest läbi keha.



Joonisel on kujutatud inimese kehaosade näivtakistus.

Pinge all oleva kehaga kokkupuutel lisanduvad inimkeha takistusele  $R_K$  puutekohtade ülemineku-takistused  $R_{ü1}$  ja  $R_{ü2}$ .



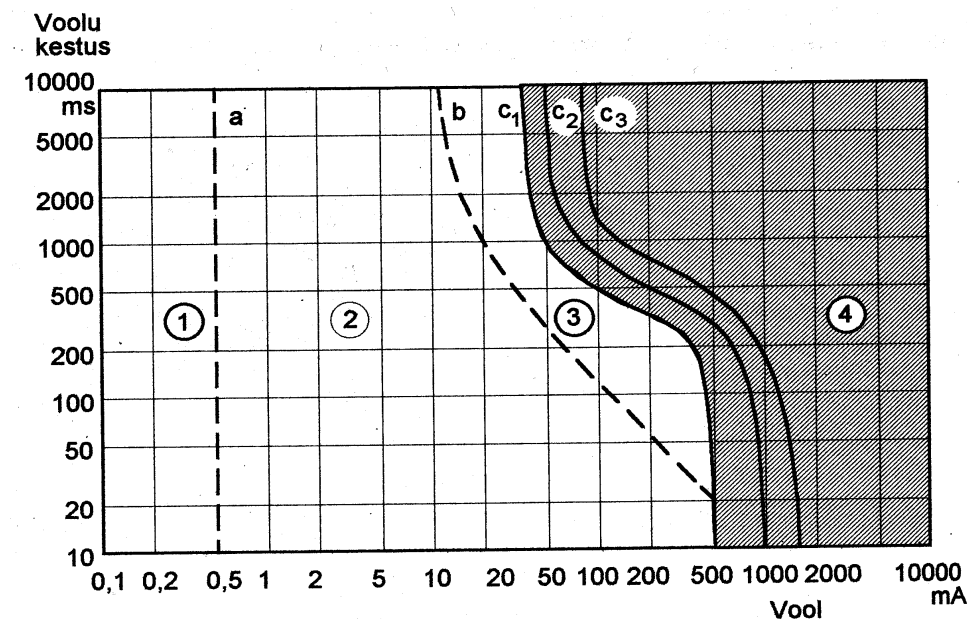
Üldiselt loetakse inimesele ohutuks 10...20 mA voolu. Suurem vool kutsub esile lihaste krampe, hingamishäireid ja halvemal juhul ka südamelihaste värelemise ehk fibrillatsiooni, mille tagajärjel võib lakata vereringe ning aju verevarustus. Kui aju ei saa umbes 5 minutit verd, võib järgneda surm.

Ohtlikkus sõltub voolu suurusest ja kestusest. Kõige ohtlikumaks peetakse voolu läbi parema käe ja vasaku jala, sest see läbib südame piirkonda. Rahvusvaheline Elektrotehnikakomisjon (IEC – *International Electrotechnical Commission*) loeb inimsüdan läbiva voolu ohutuks kestuseks aega

$$t < \frac{10}{I-10}$$

$t$  voolu ohutu kestus sekundites (s)  
 $I$  voolu efektiivväärtus milliamprites (mA)

Alla 10 mA voolu loetakse igal juhul ohutuks, ükskõik kui kaua ta kestab.



Rahvusvahelises standardis IEC 479-1 on joonis, mis selgitab 15...100 Hz sagedusega vahelduvvoolu toimet sõltuvalt voolu suurusest (rõhhtelg) ja kestusest (püsttelg). Sellel on neli piirkonda.

- ① (püstsirgeni a) alla 0,5 mA voolu toime on tavaliselt märkamatu
- ② (sirge a ja kõvera b vahel) voolu toime on tavaliselt kahjutu
- ③ (kõverate b ja  $c_1$  vahel) voolu toime on tavaliselt ohutu
- ④ (kõverast  $c_1$  paremal, viirutatud ala) voolu toime on selgelt ohtlik:

kõver  $c_2$  vastab südamefibrillatsiooni tõenäosusele 5%,

kõver  $c_3$  vastab südamefibrillatsiooni tõenäosusele 50%,

kõverast  $c_3$  paremal on südamefibrillatsiooni tõenäosus üle 50%.

Ettekujutuseks:

Kui inimene puudutab pingestatud või rikke tõttu pingele alla sattunud osi tekib läbi tema keha rikkevool, mille väärtus võrgupingel 400 V ja keha takistusel umbes 1 k $\Omega$  võib olla (sõltuvalt üleminekutakistusest) kuni

$$I = \frac{U}{R} = \frac{400}{1000} = 0,4 \text{ A} = 400 \text{ mA}.$$

Kui vooluahelas on **rikkevoolukaitse**, mille rakendusvool on tavaliselt 10 või 30 mA ja rakendusaeg 20...30 ms, on inimene voolu ohtliku toime eest väga suure tõenäosusega kaitstud.

Vahelduvpinget alla 50 V 50 Hz ja alalispinget alla 120 V nimetatakse **kaitsevääikepingeks**. See pinge on sedavõrd madal, et tema toime inimkeha läbiv vool ei kutsu esile elektrilööki, see tähendab, et ta on kahjutu. Koduloomadele kahjutu pinge on umbes poole väiksem – 24 V 50 Hz ja 60 V alalispinge.

Inimkeha takistus sõltub tegelikult veel puutepingest ja on seda väiksem, mida kõrgem on pinge.

