

# Elektrosauga



- **Elektroauga** (apsauga nuo elektros) - techninių, organizacinių priemonių ir teisinių normų, skirtų žmonėms apsaugoti nuo pavojingų ir kenksmingų elektros srovės, elektros lauko, elektromagnetinio lauko, statinės elektros poveikio, žingsnio įtampos visuma.

# ELEKTROS SROVĖS PAVOJINGUMAS ŽMOGUI

## **Pramoninio elektrotraumatizmo priežastys:**

- nepakankamas elektros srovės pavojingumo įvertinimas;
- netinkamai eksploatuojami elektros įrenginiai;
- neapmokyti arba prastai apmokyti darbuotojai;
- abejingumas, aplaidumas.

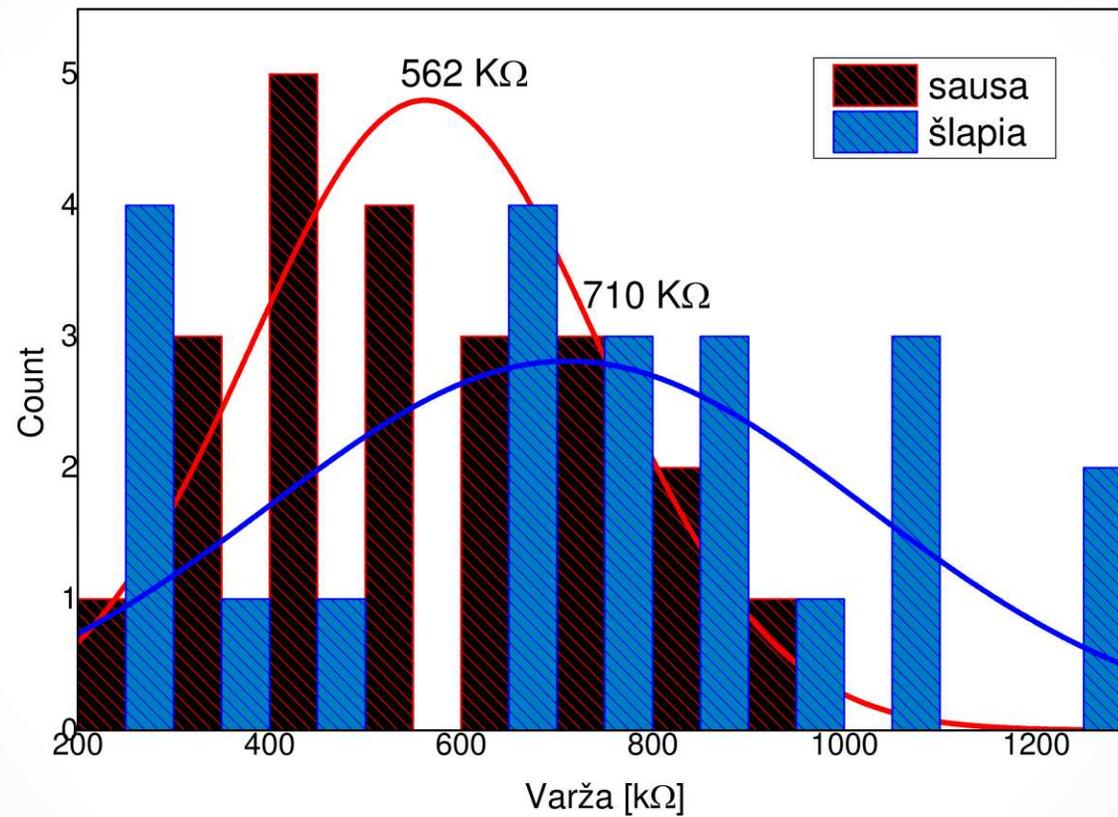
## **Elektros srovės poveikis žmogaus organizmui priklauso nuo:**

- žmogaus kūno elektrinės varžos;
- srovės stiprumo ir dažnio;
- srovės tekėjimo trukmės;
- srovės kelio;
- žmogaus individualiųjų ypatybių.

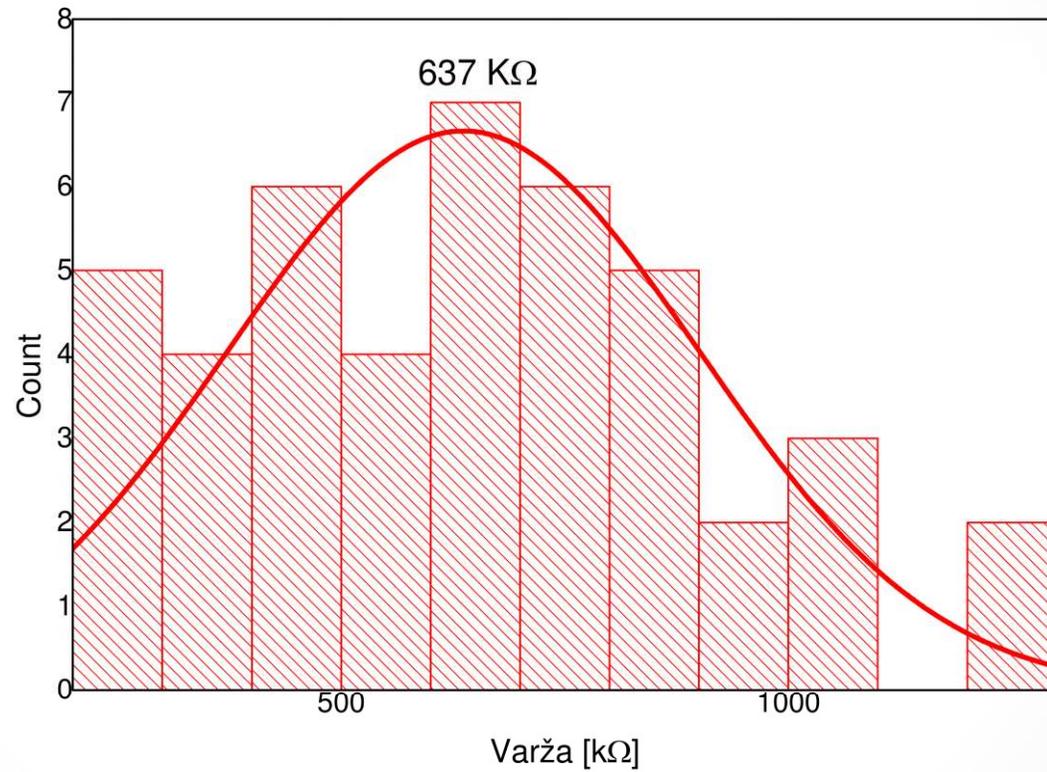
# Žmogaus kūno varža

- Žmogaus kūno elektros varžos dydis priklauso nuo odos storio, drėgnumo, švarumo, odos sužalojimų, paviršiaus kontakto ploto, tekančios srovės dydžio .
- Normaliomis sąlygomis odos varža siekia nuo 10000  $\Omega$  iki 100000  $\Omega$ .
- Įvairių kūno audinių varža yra skirtinga. Didžiausia varža yra odos raginio sluoksnelio. Raumenų, riebalų, nugaros ir galvos smegenų, kraujo varža (palyginus su odos) yra maža.
- Jei sąlyčio vietoje pažeistas raginis sluoksnelis, tai varža sumažės nuo 1000  $\Omega$  iki 5000  $\Omega$ .
- Taigi oda yra tarsi izoliacinis organizmo apvalkalas.
- Užterštos odos varža labai sumažėja.

# I kurso varža (2016)

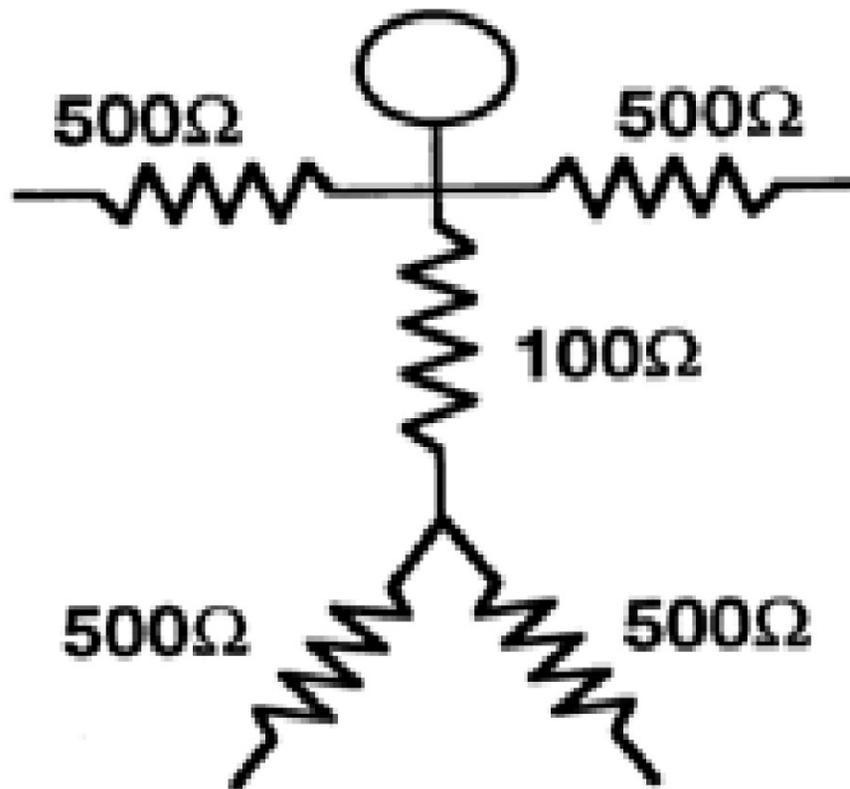


# I kurso varža (2017)

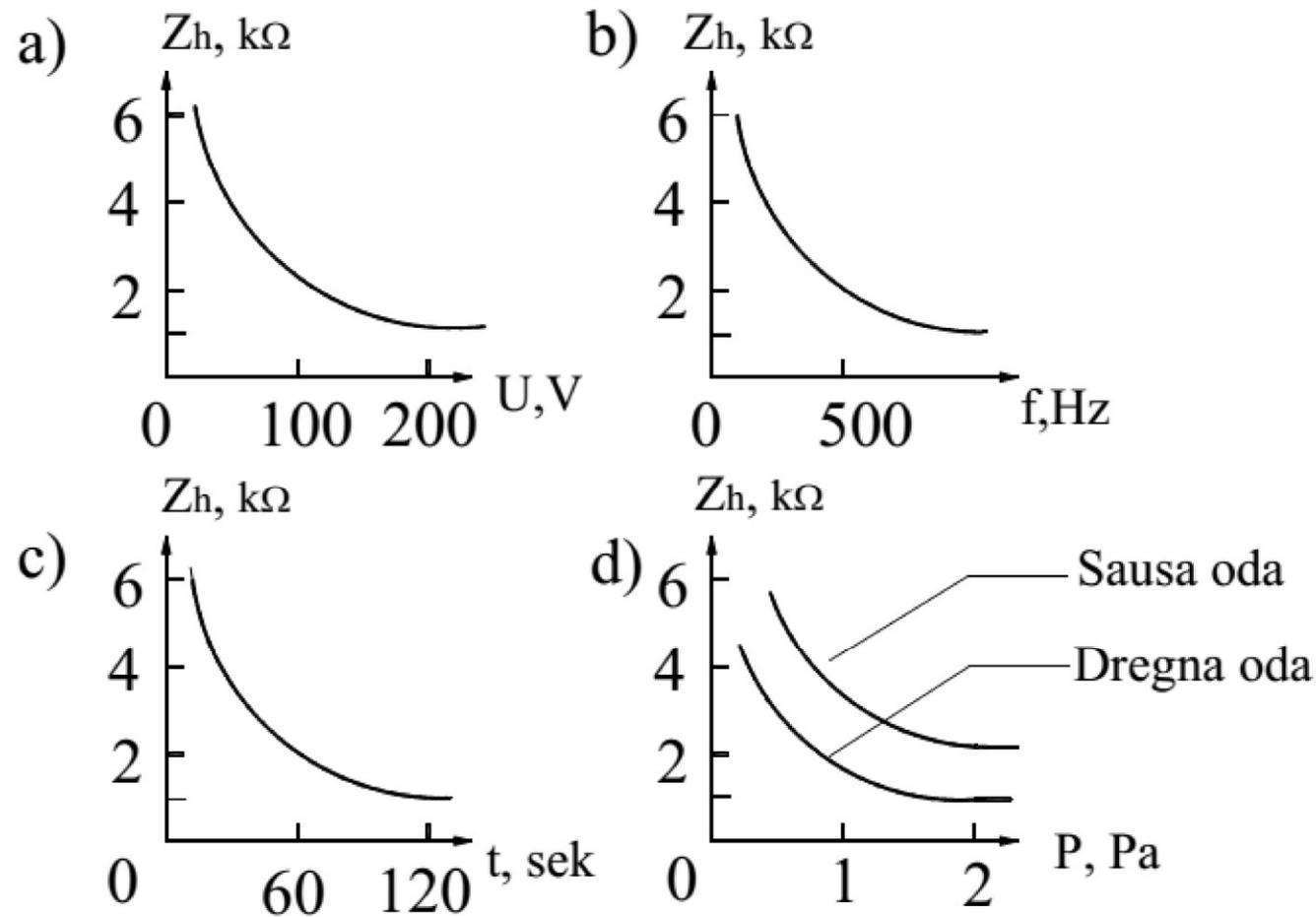


# Žmogau kūno varža

- Atliekant praktinius skaičiavimus, varža  $R_{\check{z}m}$  imama  $1000 \Omega$ .



# Žmogaus kūno varža



2 pav. Žmogaus kūno varža veikiant įvairiems veiksniams.  
a- įtampai, b- dažniui, c- trukmei, d- prispaudimui.

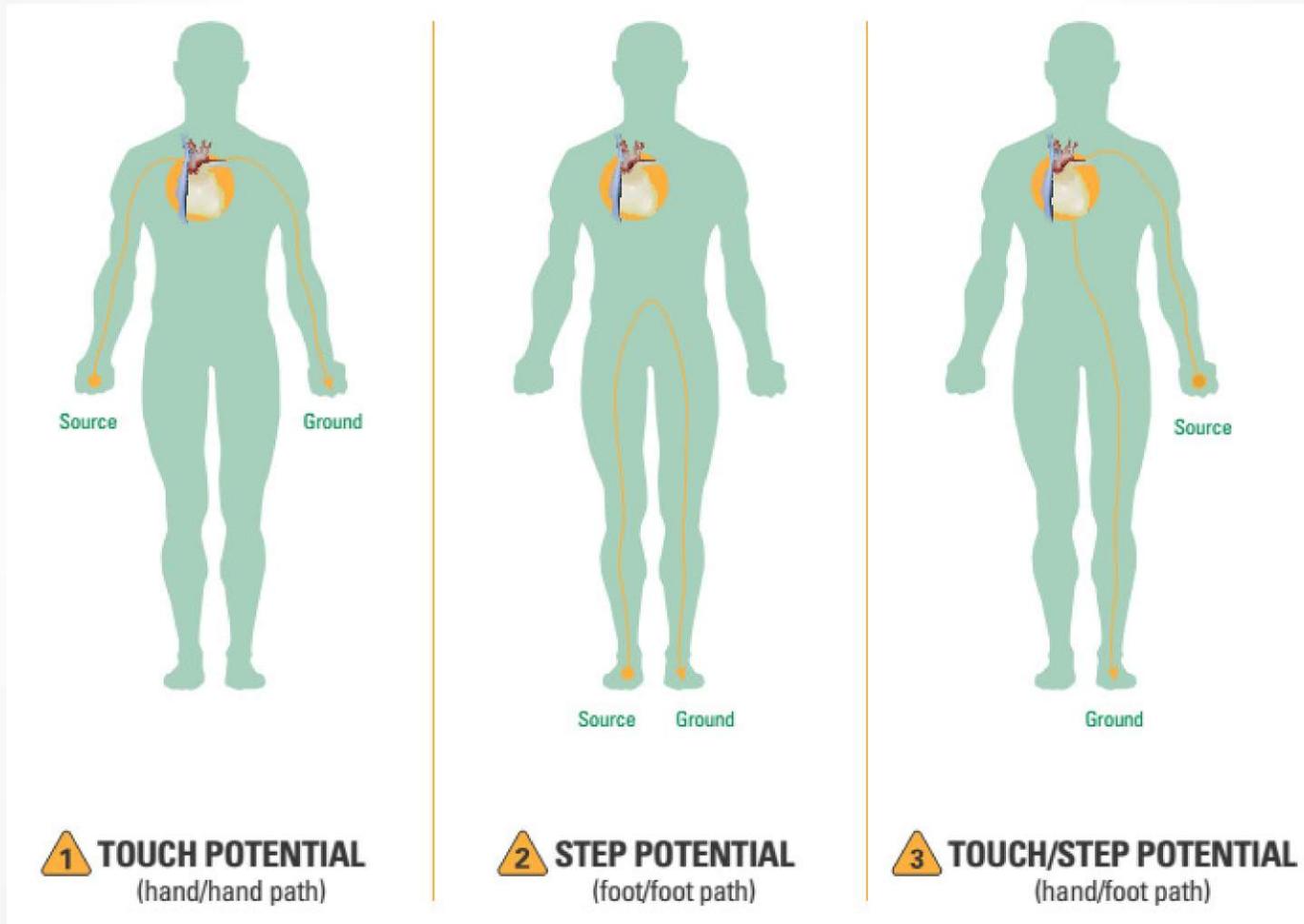
# Srovės poveikis žmogui

- Srovės stiprumas yra svarbiausias veiksnys, nes žmogaus organizmas labai jautrus elektros srovei.
- Kuo stipresnė elektros srovė tekanti per žmogaus kūną, tuo sunkesnės pasekmės.
- Kintama (f) 50Hz srovė veikia žmogų:
  - iki 0,1 mA - visais atvejais nepavojinga;
  - nuo 0,6 -1,5 mA -jaučiama, bet netraumuoja;
  - nuo 2 iki 7 mA - stiprūs pirštų bei rankų traukuliai;
  - nuo 10 iki 15 mA - paralyžuoja rankas;
  - nuo 25 iki 80 mA - paralyžuoja kvėpavimo organus;
  - nuo 80 iki 100 mA - srovei veikiant ilgiau kaip 3s įvyksta širdies paralyžius.
  - 100 mA ir didesnių stiprumo elektros srovei, gali prasidėti širdies fibriliacija. Žmogus miršta.
- Pavojingiausias yra nuo 40 Hz iki 60 Hz dažnio srovės.
- Beveik nepavojinga yra iki 10 mA kintama srovė ir iki 75mA nuolatinė srovė.

# Srovės tekėjimo trukmė

- Nuo srovės tekėjimo trukmės priklauso sužalojimo sunkumas.
- Kuo ilgiau veikia srovė, tuo labiau mažėja žmogaus kūno varža, nes prisilietimo vietoje labiau įkaista oda.
- Nepavojingas kintamos srovės veikimo laikas - 0,01 s, o nuolatinės srovės - iki 0,05 s.

# Srovės kelias



# Srovės poveikis žmogui

Tekėdama žmogaus kūnu, elektros srovė gali:

- nudeginti;
- pažeisti organizmo audinius chemiškai (elektrolizuoti);
- sutrikdyti fiziologinius ir biologinius procesus, dėl to gali įvykti kvėpavimo ir kraujotakos organų paralyžius.

Visi sužalojimai elektros srove skirstomi į:

- **elektros traumas** (išoriniai sužalojimai);
- **elektros smūgius** (vidinius sužalojimus).

# ELEKTROS TRAUMOS

## **Nudegimai:**

- I laipsnio - parausta oda;
- II laipsnio - susidaro pūslės;
- III laipsnio - apmiršta odos audiniai;
- IV laipsnio - audiniai suanglėja.

**Odos metalizacija** - Ji yra tada, kai ant odos paviršiaus patenka elektros lanke ištirpusių smulkiausių metalo dalelių. Dažnai odos metalizacija susijusi su įvairaus laipsnio nudegimais.

**Elektriniai randai (ženklai)** - pilkos arba gelsvai balkšvos dėmės. Jos lieka odos paviršiuje, kai prateka elektros srovė.

**Elektrooftalmija** - akies viršutiniojo apvalkalo uždegimas, sukeltas stipraus ultravioletinių spindulių srauto. Intensyvus ultravioletinis spinduliavimas yra tada, kai dega elektros lankas (trumpas sujungimas arba suvirinimo darbai).

# ELEKTROS TRAUMOS

## **Mechaninis sužalojimas**

Tekant srovei, įvyksta nevalingi raumenų susitraukimai, žmogus išsigąsta, gali nukristi, prisiliesti prie judančių įrenginių ir t.t. Kartais, tekant srovei, gali plyšti odos nervinis audinys, kraujotakos indai, lūžti kaulai.

## **Elektros šokas**

Tai - sunki organizmo reakcija, sukeliama elektros srovės. Jo metu sutrinka kraujo apytaka, medžiagų apytaka, kvėpavimas. Šokas gali trukti nuo keliolikos minučių iki kelių parų.

# ELEKTROS TRAUMOS

## Elektros smūgiai

Tai - gyvų audinių dirginimas, kai jais teka elektros srovė. Elektros smūgiai, priklausomai nuo padarinių, sąlyginai gali būti keturių laipsnių:

- I laipsnio - konvulsiniai raumenų susitraukimai, kai neprarandama sąmonė;
- II laipsnio - konvulsiniai raumenų susitraukimai, kai netenkama sąmonės, bet nesutrunka širdies ir kvėpavimo organų veikla;
- III laipsnio - netenkama sąmonės, sutrinka širdies ir kvėpavimo organų veikla;
- IV laipsnio - klinikinė mirtis (sustoja kvėpavimas ir kraujotaka, nustoja veikusi širdis).

# Apsaugos nuo elektros kriterijai

- **Veikimo laikas** ir **srovės dydis** – tai pagrindiniai parametrai, nuo kurių priklauso gresiančios elektros traumos sunkumas.
- Todėl jie yra pagrindiniai kriterijai parenkant ir projektuojant apsaugos nuo elektros priemones.
- Apsaugos priemonės ir būdai, saugantys nuo elektros srovės poveikio, turi būti parenkami taip, kad nebūtų viršijamos leistinosios žmogaus kūnu **tekančios srovės** ir jos **tekėjimo trukmės**, arba neturi būti viršyta leistinoji prisilietimo **įtampa** ( $U_p = I_h R_h$ ).

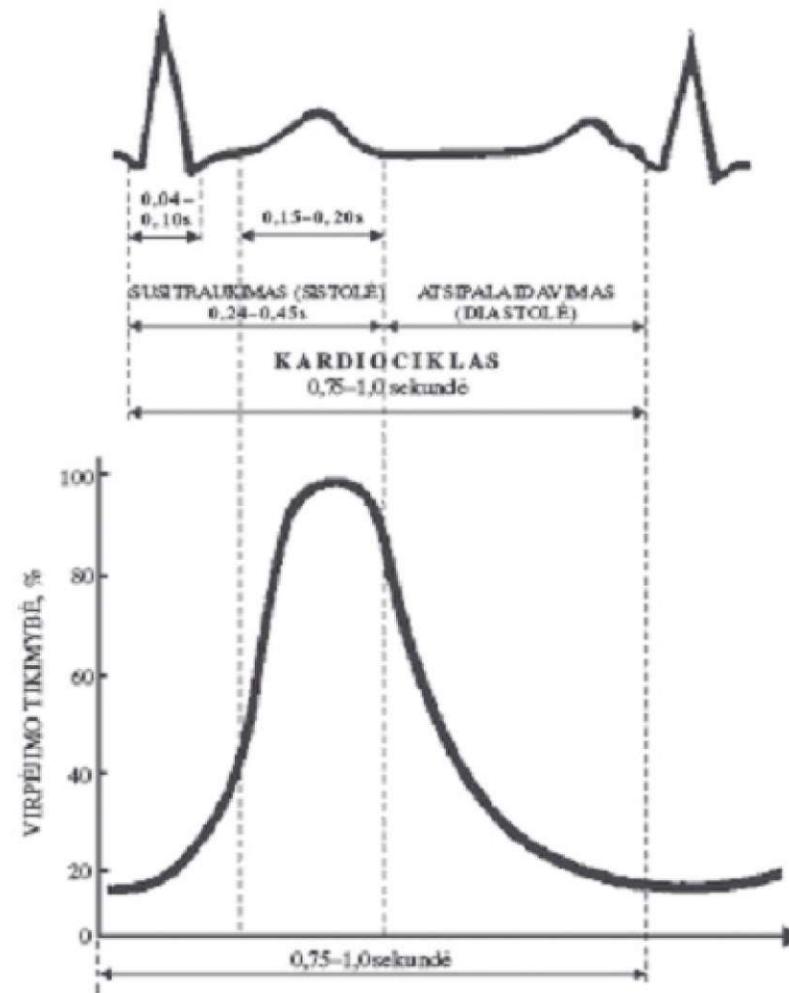
- Lietuvoje šiuo metu galioja leistinosios įtampos ir veikimo trukmės, atitinkančios standartą EN 50179.
- Jos nurodytos “Elektros įrenginių įrengimo taisyklėse” (EĮT) ir galioja kai ilgalaikė saugi įtampa yra 50 V.

2. Lentelė

t, s	0,04	0,08	0,14	0,2	0,29	0,39	0,49	0,64	0,72	1,1	10
U <sub>p</sub> , V	800	700	600	500	400	300	220	150	125	100	80

# Elektros srovės veikimo mechanizmas

- Netikėtai prisilietus prie srovinių dalių yra juntamas skausmas prisilietimo vietoje, prarandama sąmonė, gali įvykti reflektorinis nervų sistemos pažeidimas (sustoja širdis , kraujotaka arba kvėpavimas, arba ir viena ir kita kartu).
- Prisilietimas abiem rankom prie srovinių dalių gali sukelti rankų mėšlungį, jas sunku atitraukti, gali įvykti širdies fibriliacija.
- Po daugelio bandymų su gyvūnais įvairių šalių mokslininkai padarė išvadą, kad dažniausiai žmogaus netikėtos mirties priežastis yra **širdies fibriliacija**.



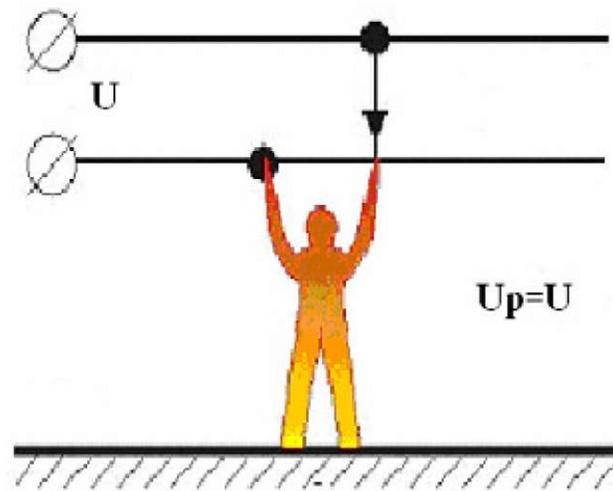
# Leistinoji srovė

- Leistinąją srovę priimta laikyti nefibriliacinę srovę – tai tokia srovė, kuri tekėdama per žmogaus organizmą, su 90 % tikimybe, nesukelia širdies fibriliacijos.
- Neįjuntamos ir atleidžiančios srovės reikšmės buvo gautos bandymuose su dešimtimis tūkstančių savanorių.
- Buvo suformuoti pirminiai elektrosaugos kriterijai, kurie buvo priimti kaip pagrindas įvairių šalių standartuose.

# Įtampa

- Anksčiau buvo laikoma, kad traumos pasekmės priklauso nuo tinklo įtampos: kuo didesnė tinklo įtampa, tuo sudėtingesnės traumos pasekmės.
- Pagal šiuos požymius buvo klasifikuojamos elektros traumos, analizuojami statistiniai duomenys ir atliekami bandymai su gyvūnais.
- Pagal V.E.Manoilovą, toks elektros traumų tyrimas neleidžia teisingai įvertinti įtampos pavojingumą. Pvz., 1985m. buvusioje Tarybų Sąjungoje, tinkle iki 1000V įvyko 76,8%, o tinkle virš 1000V – 23,2% mirtinų traumų.

- Nevertėtų maišyti liesties įtampos su tinklo įtampa.
- Tik retais atvejais esant dvipoliam prisilietimui, liesties įtampa gali būti lygi tinklo įtampai.
- Visais kitais atvejais ji mažesnė, o kartais ir daug mažesnė.



- Remiantis atliktais tyrimais, galima teigti, kad žmogus neatskiria kintamos įtampos nuo nuolatinės, jei elektrodai yra pritvirtinami prie pečių.
- Visais atvejais žmonės jausdavo aštrų skausmingą dūrį.
- Bet jei elektrodus įduodavo į rankas, tai žmonės lengvai atskirdavo kintamą įtampą nuo nuolatinės.
- Ir, kad pasiekti skausmą, jaučiamą veikiant kintamai įtampai, nuolatinę įtampą reikėjo didinti 1,5-1,8 karto.

# Srovė

- 1936 metais pirmą kart atliko bandymus su gyvūnais siekiant nustatyti mirtinai pavojingos srovės reikšmes, kuri sukelia širdies fibriliaciją.
- Gautus rezultatus prilygino 70 kg žmogui ir gavo 260 mA srovę.
- Tačiau įvertinę, kad žmogus yra žymiai sudėtingesnis organizmas, padarė išvadą, kad srovę virš 100 mA reikia laikyti mirtinai pavojinga.
- Ši reikšmė tapo norma daugelyje pasaulio šalių.

Eil. Nr.	Fiziologinės reakcijos ch-kos	Srovės reikšmės, mA					
		Vėberis	Kovenchovenas	Vezen-tinas	Šveicarijos elektrikų draugija	Velasekas	Dalzielis
1.	Jutimo slenkstis	0,1-1,4	1,0-2,0	-----	0,9-1,6	0,5	0,4-1,9
2.	Stipri raumenų nervinė reakcija	0,8-2,4	6-8 (moterys) 8-22 (vyrai)	6-7 (moterys) 8-9 (vyrai)	3,5-4,5	-----	-----
3.	Prasideda traukuliai, bet žmogus pats dar gali nutraukti grandinę	9-15	-----	-----	13-15	15	10-13
4.	Traukuliai, žmogus negali nutraukti grandinės	19-22	-----	15	15	30	-----
5.	Žmogus atlaiko srovę neprarasdamas sąmonės	22-50	-----	-----	-----	50	-----
6.	Širdies fibriliacija	-----	-----	100	100	100	100
7.	Fiksuoti traukuliai, privedantys prie kvėpavimo sustojimo	-----	Keletas amperų	Keletas amperų	-----	-----	-----

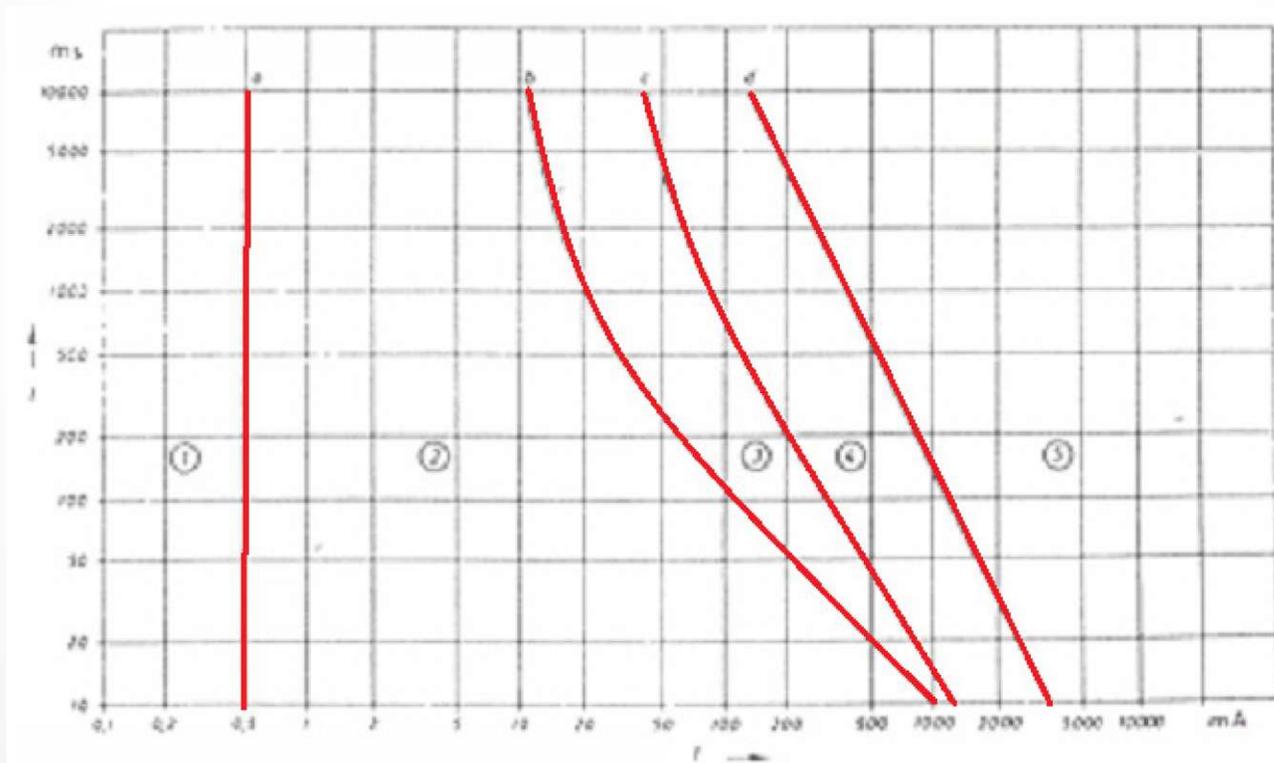
# Trukmė

- 92,5% žmonių gali atlaikyti elektros srovę, kuri nesukelia širdies fibriliacijos priklausomai nuo laiko apskaičiuojama pagal tokia formulę:

$$I = \frac{0,165}{\sqrt{t}};$$

- $t$  – srovės poveikio laikas;
- 0,165 – bandymų keliu nustatytas pastovus koeficientas.

- 1974 metais Tarptautinės elektrotechnikos komisijos standarte IEC 479 pirmą kartą pasirodė išnagrinėtas ryšys tarp srovės dydžio ir žmogaus reakcijos



# Apsaugos nuo elektros galimybės

- 2000 metų EĶ taisyklėse numatomi trys apsaugos lygiai:
  - pagrindinė apsauga,
  - apsauga nuo izoliacijos pažeidimo ir
  - papildoma apsauga veikianti, jeigu pirmieji du apsaugos lygiai neveikė.
- Apsaugos priemonės ir būdus galima suskirstyti į tris dalis:
  - Organizacinės,
  - Organizacinės-techninės
  - Techninės

# Apsaugos priemonės ir būdai

- **Organizacinės**, sumažinančios tikimybę prisiliesti prie elektros įrenginių turinčių įtampą: apmokymas, individualių apsaugos priemonių taikymas, teisinga darbo vietų organizacija ir darbo režimai, įspėjamųjų ženklų panaudojimas, signalizacija, įspėjanti apie įtampos įjungimą ir t.t.;
- **Organizacinės-techninės**, kliudančios įtampos atsiradimui ant elektrai laidžiu elektros įrenginio dalių: aptvertos ir izoliuotos srovinės dalys (pagrindinė, darbo, papildoma, sustiprintoji, dviguba izoliacija) su izoliacijos nuolatinės kontrolės įtaisais, kilnojamųjų įžemiklių, izoliuotų darbo vietų, saugių tinklo darbo režimų panaudojimas;

# Apsaugos priemonės ir būdai

- Techninės, skirtos apsaugoti žmogų prisilietusi prie įtampą turinčių dalių:
  - apsauginis įžeminimas;
  - įnulinimas;
  - apsauginis atjungimas su savikontrole;
  - potencialų išlyginimas, suvienodinimas;
  - mažų įtampų panaudojimas (iki 50V);
  - tinkle sistemų elektrinis išskyrimas;
  - apsauga nuo aukštos įtampos perėjimo į žemos įtampos pusę;
  - talpinių nuotėkio srovių kompensavimas;
  - apsauga nuo įžemėjimo.

# Apsaugos priemonės ir būdai

- Šiuos būdus ir priemones naudoja kartu arba atskirai priklausomai nuo tinklo įtampos, srovės rūšies, transformatoriaus neutralės režimo, galimybės žmogui įsijungti į elektros srovės grandinę (dvifazis, vienfazis prisijungimas prie neizoliuotų laidų arba dalių turinčių įtampą, potencialų skirtumas srovės tekėjimo į žemę zonoje ir t.t.). Tačiau, vienaip ar kitaip, turi būti išlaikomas **trijų apsaugos lygių** reikalavimas.

# Pagrindinė apsauga

- **Pagrindinė apsauga** paprastai realizuojama sunkiai pašalinama arba pažeidžiama izoliacija ir atitinkamo IP lygio gaubtais.
- Šios priemonės neleidžia netikėtai prisiliesti prie pavojingų, įtampą turinčių įrenginio dalių.
- Tačiau, jos nepakankamai apsaugo nuo sąmoningo prisilietimo.

# Izoliacijos gedimo apsauga

- **Izoliacijos gedimo apsauga** realizuojama automatinio atjungimo prietaisais atjungiančiais pažeistą dalį arba pašalinančiais prisilietimo pavojų. Tai gali būti:
  - apsauginis įnulinimas,
  - potencialų išlyginimas, suvienodinimas,
  - automatinis apsauginis atjungimas,
  - apsauginis įžeminimas,
  - dviguboji izoliacija,
  - tinklų sistemų išskyrimas,
  - mažųjų įtampų saugos sistemų panaudojimas.

# Papildoma apsauga

- **Papildoma apsauga** gali būti realizuojama skirtuminės srovės apsaugos prietaisais, kurių jautrumas nedidesnis kaip 30 mA.
- Tokia apsauga neleidžia atsirasti širdies virpesiams (fibriliacijai) pratekant elektros srovei.
- Pagrindinė šios apsaugos paskirtis apsaugoti nuo pavojaus netikėto arba sąmoningo prisilietimo prie įtampą turinčių dalių.
- Galima naudoti potencialų išlyginimą arba suvienodinimą, individualias apsaugos priemones, izoliuojančius kilimėlius ir kt.

# Įvykus elektros traumai

- Reikia kuo greičiau atpalaiduoti nukentėjusį nuo elektros srovės, nes nuo jos poveikio trukmės priklauso elektros traumos sunkumo laipsnis.
- Prisilietus prie įtampą turinčių srovinių dalių daugeliu atvejų prasideda savaiminis mėšlungiškas raumenų susitraukimas ir bendras organizmo sudirginimas, dėl ko gali sutrikti arba visai sustoti kvėpavimas ir kraujotakos veikla.
- Jei nukentėjusysis elektros laidą laiko rankose ir jo neįmanoma ištraukti, teikiantysis pagalbą pirmiausia turi greitai atjungti tą įrenginio dalį, kurią liečia nukentėjusysis.
- Atjungti reikia išjungiklio, kirtiklio ar kito atjungiančio aparato pagalba, išsukus kamštinius saugiklius arba ištraukus šakutėiš kištukinio lizdo.

- Jeigu nukentėjusysis yra aukštai, įrenginį atjungus ir atpalaidavus nukentėjusį nuo elektros srovės, jis gali nukristi.
- Tuo atveju reikia imtis priemonių, užtikrinančių nukentėjusiojo saugumą.
- Jeigu įrenginio atjungti pakankamai greitai negalima, reikia imtis priemonių nukentėjusį atpalaiduoti nuo srovinių dalių, kurias jis liečia.
- Visais atvejais liesti nukentėjusį pavojinga teikiančio pagalbą gyvybei, todėl teikiant pagalbą būtina imtis atitinkamų saugumo priemonių

- Nukentėjusiųjų nuo elektros srovės gaivinimas kol atvyksta gydytojas.
- Elektra labai pavojinga, nes ji labai greitai sustabdo kvėpavimą, kraujotaką, paralyžuoja nervų sistemą.
- Elektros traumos pasekmės priklauso nuo srovės stiprumo, o ypač – nuo jos poveikio trukmės.
- Įtakos turi srovės kelias, nukentėjusiojo psichinė ir fizinė būseną.
- Net 12–36 V elektros srovė kartais gali mirtinai traumuoti žmogų, jei nelaimė įvyksta drėgnoje aplinkoje, o srovei labiau teka per ypač jautrias elektrai kūno vietas.

- Pirmoji pagalba priklauso nuo nukentėjusiojo būklės.
- Visais elektros traumų atvejais būtina iškviesti gydytoją arba nukentėjusįjį nuvežti į gydymo įstaigą, nes ir nesunki būklė gali pablogėti.
- Jei nukentėjęs atgavo sąmonę, ritmingai kvėpuoja ir plaka širdis, jį reikia paguldyti ką nors paklojus, atsegti varžančius kvėpavimą drabužius, suteikti jam visišką ramybę.
- Negalima leisti nukentėjusiam vaikščioti, toliau dirbti.

- Viena iš dažnai pasitaikančių elektros traumos pasekmių yra klinikinė mirtis – tai pereinamasis laikotarpis tarp gyvenimo ir tikrosios mirties.
- Labai svarbu sugebėti greitai atpažinti klinikinę mirtį ir, kol ne vėlu, – gelbėti žmogų.

# Klinikinės mirties požymiai

- žmogus nekvėpuoja, neplaka širdis, nėra sąmonės, vyzdžiai išsiplėtę, šviesoje nesiaurėja.
- Sąmonės netekimas – tai pirmasis požymis, kurį pastebi staigios mirties liudininkai.
- Prieš pradedant gaivinimą nebūtina atpažinti visų klinikinės mirties požymių, nes tam sugaištume tiek daug laiko, kad dėl deguonies trūkumo dar labiau nukentėtų galvos smegenys, širdis.
- Todėl po elektros traumos netekusiam sąmonės nukentėjusiajam pirmiausia reikia suteikti pagalbą, o po to – sudarius dirbtinę deguonimi prisotinto kraujo apytaką– bandyti tiksliau įvertinti jo būklę.

- Gaivinimą būtina pradėti kuo anksčiau, nelaukiant, kol visai išnyks kvėpavimas ir sutriks kraujotaka.
- Negalima ilgai svarstyti, kokiais būdais gaivinti – vien dirbtiniu kvėpavimu, vien išoriniu širdies masažu, ar abiem būdais kartu.
- Tik prasidėjus organizmo sistemų pokyčiams, nukentėjusiajam atgaivinti gali pakakti vien dirbtinio kvėpavimo arba vien išorinio širdies masažo, bet taip greitai pradėti gaivinimą retai kada įmanoma.
- Išgelbėti gyvybę dažniausia pavyksta tada, kai gaivinama abiem būdais, pavaduojant sutrikusią plaučių ir širdies veiklą.

- Kvėpavimo ir kraujotakos sutrikimai priklauso vienas nuo kito.
- Jei pirmiausia išnyksta kvėpavimas, o širdis nuo elektros poveikio nėra labai nukentėjusi, ji dar gali minutę kitą plakti, bet dėl deguonies stokos silpnėdama – būtinai sustos.
- Jei pirma nustoja plakusi širdis (prasideda skilvelių virpėjimas arba širdis visai sustoja), beveik tuoj pat išnyksta kvėpavimas.
- Po keliolikos sekundžių ar kiek vėliau žmogus netenka sąmonės.
- Sekundės lemia gaivinimo sėkmę.
- Tam, kad būtų išvengta galvos smegenų pakenkimo, geriau tuojau pat pradėti gaivinimą ant šlapios šaltos žemės, nei po minutės kitos šiltoje patalpoje.

# Gaivinimo veiksmų seka.

- Visais atvejais tinka tokia nukentėjusiųjų nuo elektros gaivinimo veiksmų seka:
- 1. Atlošti galvą;
- 2. Stuktelėti kelis kartus kumščiu per krūtinkaulį širdies plote;
- 3. Kelis kartus įpūsti oro;
- 4. Jei nukentėjusysis neatsigavo, daryti išorinį širdies masažą, derinant jį su dirbtiniu kvėpavimu.

## Dirbtinis kvėpavimas iš burnos įburną(nosį)

- Gelbstint nukentėjusįjį, pirmiausia būtina atlošti galvą, išvalyti burną, pašalinti svetimkūnį, jeigu toks yra burnoje.
- Nukentėjusiojo padėtis dirbtinio kvėpavimo metu galėtų būti įvairi, priklausomai nuo to, kokiomis sąlygomis tenka pradėti gaivinimą – ant žemės, elektros tiekimo linijos atramoje, automobilyje, vandenyje.
- Tačiau, kai yra galimybė, nukentėjusįjį visada reikia guldyti ant nugaros, būtinai ant kieto pagrindo – žemės, grindų, kad galima būtų daryti ne tik dirbtinį kvėpavimą, bet ir išorinį širdies masažą.
- Jei paguldyti neįmanoma, gaivinti būtina bet kurioje padėtyje.

- Dirbtinį kvėpavimą darant, kiekvieną kartą reikia įpūsti apie vieną litrą oro.
- Per pusę sekundės įpūsti ir tuoj pat atitraukti burną, atleisti nosį, kad įpūstas oras galėtų išeiti.
- Tuoj pat įpūsti dar tris kartus per 3–4 sekundes.
- Šių įpūtimų metu nepastebėjus gyvybės požymių, būtina tęsti gaivinimą, darant ne tik dirbtinį kvėpavimą, bet ir išorinį širdies masažą.
- Vaikams reikia pūsti silpniau 15–18 kartų per minutę.
- Mažiems vaikams pučiama per burną ir nosį kartu.

## Išorinis (netiesioginis) širdies masažas

- Per širdį pratekėjusi nestipri elektros srovė gali sukelti širdies skilvelių virpėjimą – širdies ritmo sutrikimą, kai dėl netvarkingų, nevienalaikių skilvelių dalių susitraukimų sustoja kraujotaka.
- Aukštos įtampos elektros srovės poveikis dažniausiai visai sustabdo širdį.
- Abiem atvejais kraujotaka sustoja.
- Suspaudžiant širdį tarp krūtinkaulio ir stuburo, kraujas išstumiamas į aortą bei plaučių arterijas, o atleidus spaudimą širdis vėl išsiplėsdama prisiurbia kraujo iš venų.
- Laiku pradėtas išorinis širdies masažas ir dirbtinis kvėpavimas gali padėti ne tik išvengti širdies virpėjimo, bet ir nutraukti jį.

- Kartais sustojusios širdies veikla gali būti atstatyta vos keliais stuktelėjimais kumščiu per krūtinkaulį širdies plote arba įnugarą tarp kairiosios menties ir stuburo.
- Tačiau tokia smūgio energija gali būti veiksminga tik visai neseniai sustojusiai širdžiai, kol jos raumuo dar nepažeistas dėl deguonies trūkumo.
- Atliekant išorinį (netiesioginį) širdies masažą ant krūtinkaulio dedama viena ranka, ant jos – kita.
- Svarbu nespauti šonkaulių.
- Spaudimo jėga priklauso nuo krūtinės ląstos apimties, žmogaus ūgio, amžiaus, lyties.
- Gaivinant suaugusį žmogų, krūtinkaulį reikia įspausti link stuburo 4–5 cm (stambesnių žmonių – 5–6 cm).
- Tam reikia panaudoti maždaug 40–50 kg jėgą.

# Dirbtinio kvėpavimo ir išorinio širdies masažo derinimas

- Kai gaivinti tenka **vienam**, po 2 įpūtimų ( jie turi trūkti ne ilgiau 4 s) reikia atlikti 15 širdies suspaudimų ( per 10 ar net 9 s, t.y. 90–100 kartų per minutę dažniu).
- **Iš viso per vieną minutę būtina atlikti ne mažiau kaip 10 įpūtimų ir 60 širdies suspaudimų.**
- Tai padaryti sunku, bet įmanoma.
- Jei po pirmojo įpūtimo, orui dar neišėjus iš nukentėjusiojo plaučių, tuojau pat pučiama antrą kartą, dirbtinio kvėpavimo veiksmingumas mažėja.
- Todėl reikia stengtis, kad ne tik kiekvienas įpūtimas, bet ir kiekvienas iškvėpimas būtų pilnavertis.

- Kai gaivinama dviese, po vieno įpūtimo, truncančio 1 s seka 5 širdies suspaudimai per 5 s.
- **Iš viso per vieną minutę būtina atlikti ne mažiau kaip 12 įpūtimų ir 60 širdies suspaudimų.**
- Įpūtimai ir širdies suspaudimai turi būti tiksliai suderinti.
- Negalima spausti krūtinės ląstos, jai kylant įpūtimo metu.
- Paspausti galima tik jai leidžiantis. Jei tarp kas sekundę atliekamų širdies suspaudimų gaivintojas nespėja įpūsti, leistina vieno įpūtimo-iškvėpimo trukmę pailginti iki 1,3 sekundės.
- Tokiu atveju penkis širdies suspaudimus reikėtų atlikti per 4 sekundes, o kai gaivintojai ištvėringi – per 3,5 sekundes.
- Kiekvieną įpūtimą būtina pradėti tuoj pat po penktojo širdies suspaudimo.

- Gaivinimo trukmė priklauso ne tik nuo traumos sunkumo, bet ir nuo to, kaip greitai ir kokybiškai sudaroma dirbtinė kraujotaka ir atliekamas dirbtinis kvėpavimas.
- Patirtis rodo, kad kartais atgaivinti pakanka vos kelių minučių, o daugumos nukentėjusiųjų gaivinimas trunka ne ilgiau 30 min.
- Tačiau reikia būti pasirengusiam gaivinti nukentėjusįjį tol, kol pavyks atgaivinti.
- Tik atsiradus aiškiems biologinės mirties požymiams – lavondėmėms ir kūnui pradėjus stingti, gaivinimą leistina nutraukti.

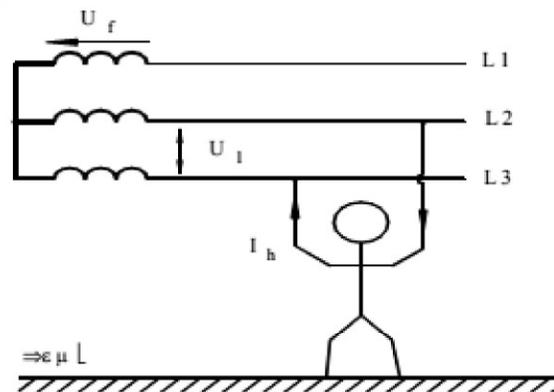
- ***Visais atvejais, suteikus pirmajā pagalbā būtina kviesti medikus.***

# Dvifazis įsijungimas

- **Dvifazis įsijungimas** trifaziame tinkle, žmogus tuo pačiu momentu prisiliečiama prie dvejų fazių.
- Šiuo atveju žmogus prisijungia prie linijinės įtampos, kuri ir nulemia kokio didumo srovėtekės per jį.
- Žemos įtampos tinkluose linijinė įtampa 400V, tuomet srovė, kuri teka per žmogaus kūną:

$$I_h = \frac{U_l}{R_h} = \frac{400}{1000} = 400mA .$$

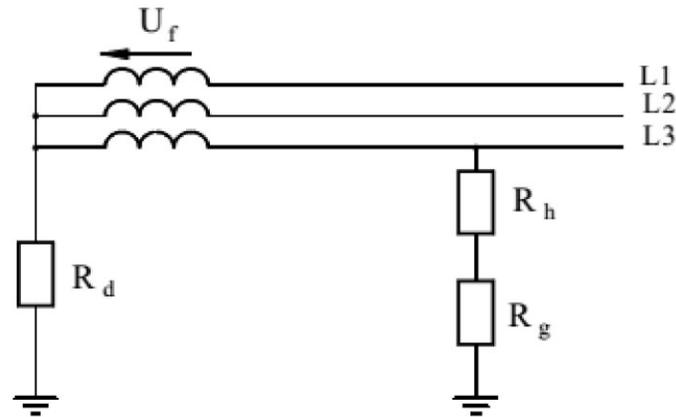
- Tokia srovė, tekanti per žmogų ilgiau kaip 0,20 s pavojinga gyvybei (EN 50179).



- Tai pats pavojingiausias žmogaus įsijungimas į elektros grandinę.
- Realiomis sąlygomis toks įsijungimas galimas bet kokiame tinkle, kuriame yra mažiausiai 2 fazės.

# Vienfazis prisilietimas

- Vienfazis prisilietimas tinkle su įžeminta neutrale.



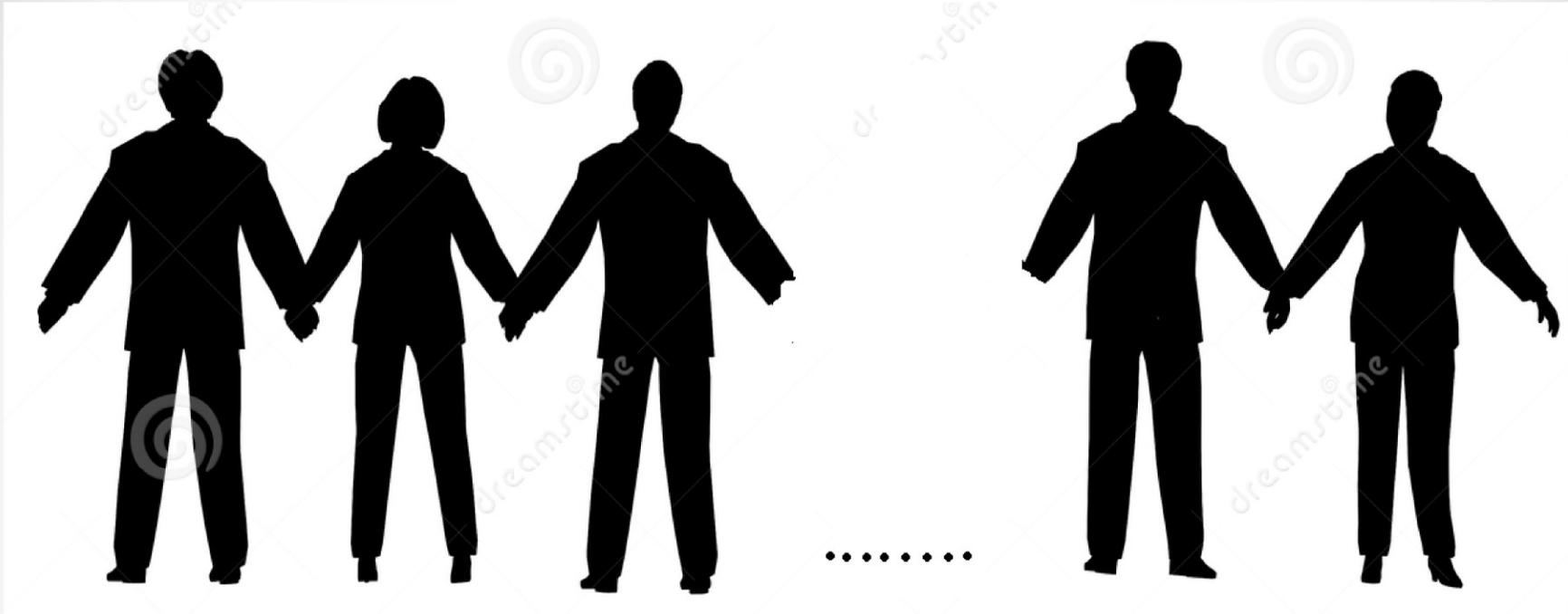
- Jei nevertinti grindų ir avalynės varžų, pvz. grindys metalinės,  $R_g=0$ ; batai šlapi,  $R_b$  labai maža, tuomet srovė, pratekanti per žmogų

$$I_h = \frac{U_f}{R_h} = \frac{230}{1000} = 230mA.$$

- Tokia elektros srovė yra pavojinga, tik jeigu įtampa veikia ilgiau kaip 0,5 s

- Vienfazis prisilietimas prie trifazio tinklo su izoliuota neutrale pavojingas tik tuo atveju jeigu yra galvaninis ryšys tarp tinklo ir žemės.
- Pratekanti srovė šiuo atveju priklauso nuo aktyviosios ir talpiosios laidų izoliacijos varžų, o taip pat ir nuo žmogaus kūno varžos.

# Uždavinys



Kiek turi būti žmonių grandinėje, kad per juos tekėtų nemirtina srovė.

- a) prisijungę prie žemės ir fazės
- b) tarp dviejų fazių