

OPASNOST OD ELEKTRIČNOG UDARA

ELEKTRIČNA STRUJA – I [A]

Usmjereno gibanje slobodnih nositelja električnog naboja:

- **Elektrona** u vodičima i čvrstim tvarima
- **Iona** u tekućinama i plinovima
- **Šupljina** i elektrona u poluvodičima

Električnu struju ne vidimo, ali zapažamo njene **učinke**

UČINCI ELEKTRIČNE STRUJE

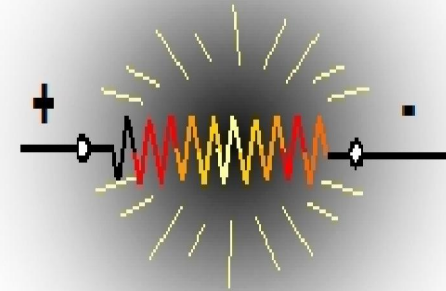
- Toplinski učinak
- Kemijski učinak
- Svjetlosni učinak
- Elektromagnetski učinak
- Mehanički učinak
- Fiziopatološki učinak

TOPLINSKI UČINAK

Prolazak električne struje kroz vodiče ili poluvdiče uzrokuje njihovo zagrijavanje. Taj učinak zovemo **toplinskim učinkom** električne struje, a nastaje kao rezultat sudaranja elektrona sa atomima, koje elektroni izbijaju dalje od ravnotežnog položaja, intenzivirajući njihovo titranje. Ono se ispoljava kroz povišenje temperature, a time i tzv. unutarnje energije. Pojačano titranje atoma osjećamo kao toplinu, a ako se materijal zagrije do usijanja, uz toplinu emitirat će i svjetlost.

TOPLINSKI UČINAK

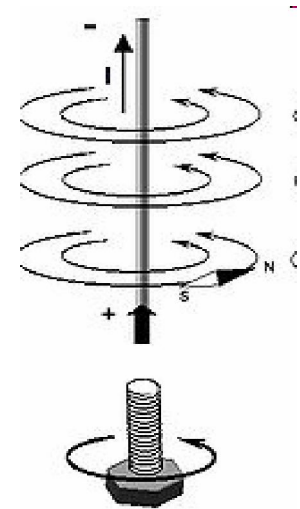
- **Koristan** je kod električnog grijanja, grijalica vode, lemilica, glačala i sl
- **Štetan** je kod nepotrebnog zagrijavanja vodiča, strojeva i elektroničkih komponenata
- **Opasan** je kod djelovanja na žive organizme



MAGNETSKI UČINAK

Magnetski učinak električne struje je pojava da se oko strujnog toka (dakle i oko vodiča kojim teče električna struja) stvara magnetsko polje. Ono oblikuje koncentrične magnetske silnice oko vodiča. Pri tome smjerom silnica zovemo smjer, u koji će se pod utjecajem strujnog toka postaviti kraj magnetske igle, koji normalno pokazuje na sjever (N - eng. north).

Smjer magnetskih silnica određuje se po pravilu desnog vijka, prema gornjim slikama. Ako vrh zamišljenog desnog vijka usmjerimo u smjeru dogovornog toka struje (od + prema - polu izvora), onda se smjer magnetskih silnica podudara sa smjerom u kome treba okretati zamišljeni desni vijak da bi se on "uvrtao" u smjeru toka struje



MAGNETSKI UČINAK

Slijedećom slikom prikazana je žičana petlja. Primjenjujući pravilo desnog vijka na strujni tok kroz petlju, vidimo da ona stvara neku vrstu "magnetskog lista". U slučaju po slici, s donje strane petlje stvara se sjeverni (N), a s gornje južni pol (S).

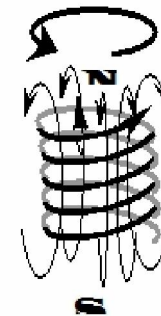
Smotamo li vodič u zavojnicu prema predzadnjoj slici, magnetske silnice će obuhvaćati sve zavoje, te prema pravilu desnog vijka primjenjenog na bilo koji komadić žice izlaziti iz sredine zavojnice na gornjoj, a u nju ulaziti na donjoj strani. Drugim riječima, zavojnica se ponaša kao magnet s polovima na krajevima zavojnice. Budući da ga stvara strujni tok, takav magnet zovemo elektromagnetom.

Određivanje polariteta elektromagneta olakšava pravilo desne ruke (po zadnjoj slici), koje glasi:

Ako omotamo prste šake tako da prsti pokazuju smjer kruženja struje u zavojnici, palac će pokazivati smjer sjevernog pola elektromagnetnog polja koje stvara zavojnica.

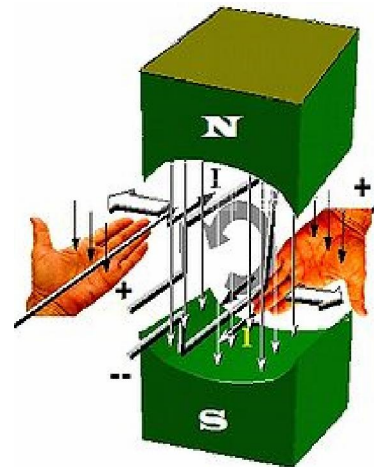
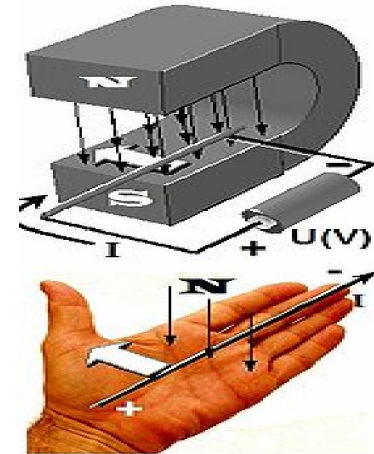
Na ovom principu zasniva se rad generatora, transformatora i elektromagnetskih uređaja

Štetno magnetsko djelovanje moguće je u obliku neželjenog elektromagnetskog zračenja koje izaziva smetnje u radu električnih uređaja



MEHANIČKI UČINAK

- Ako kroz vodič prolazi električna struja, oko vodiča stvara se magnetno polje zbog magnetskog efekta električne struje. Ako je vodič postavljen u magnetsko polje tako da struja teče u pravcu okomitom na tok magnetskih silnica, zbog međusobnog odbijanja istoimenih polova i privlačenja suprotnih, polovi magneta djelovat će mehaničkom silom na vodič u smjeru koji se može odrediti po **pravilu lijeve ruke** prema slici desno.
- Ako se među polove magneta umetne petlja ili namotaj, one stranice petlje ili namotaja koje su okomite na smjer silnica bit će odbijene od jednog i istovremeno privučene prema drugom magnetskom polu, tj. na petlju će djelovati par sila koji uzrokuje zakretanje petlje ili namotaja. Učvrstimo li petlju ili namotaj na neku osovinu na prikladan način, prolazak struje kroz petlju proizvest će okretanje osovine. Pri tome treba na prikladan način privesti i odvesti struju petlji koja se okreće, iz mirujućeg izvora struje.
- Na tom principu se zasniva rad električnih motora koji pretvaraju električnu energiju u mehaničku.

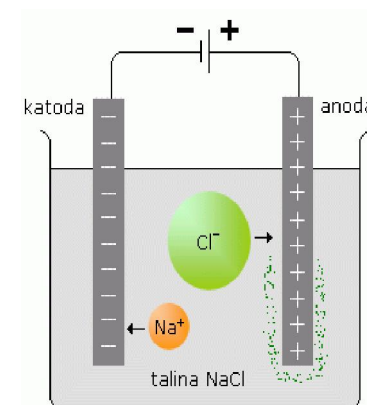


KEMIJSKI UČINAK

Pri prolasku struje kroz električni vodljive, ali nemetalne materijale /tekućine/, one će se razgraditi, odnosno dijelovi tekućine će se odvajati na jednu i na drugu stranu naponskog izvora.

Primjenjuje se kod elektrolize, rada olovnih akumulatora i sl.

Elektroliza je vrlo važna u metalurškom dobivanju mnogih metala iz njihovih ruda, rafiniranja bakra, aluminija i plemenitih metala



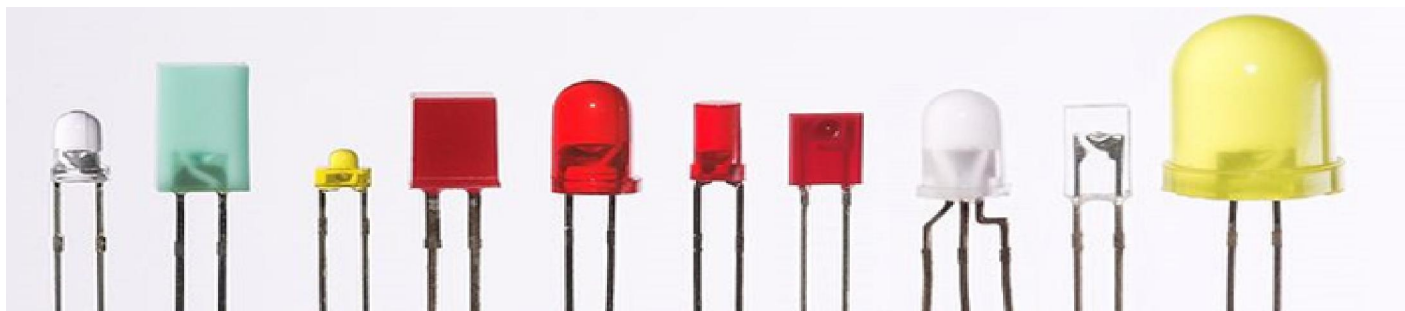
SVJETLOSNI UČINAK

Svjetlosni učinak električne struje je pojava da u nekim slučajevima električna struja izaziva pojavu svjetlosti.

Pojava svjetlosti nije posljedica zagrijavanja žarne niti (kao u električnoj žarulji), nego je posljedica promjene energetske razine pojedinih elektrona u samim atomima materije.

Takva se pojava dešava pri prolasku struje kroz plazmu, ili kroz neke poluvodiče.

Primjena u svjetlećim cijevima, uličnoj rasvjeti (svjetiljke s izbojem), svjetleće diode (LED)



FIZIOLOGIJSKI UČINCI

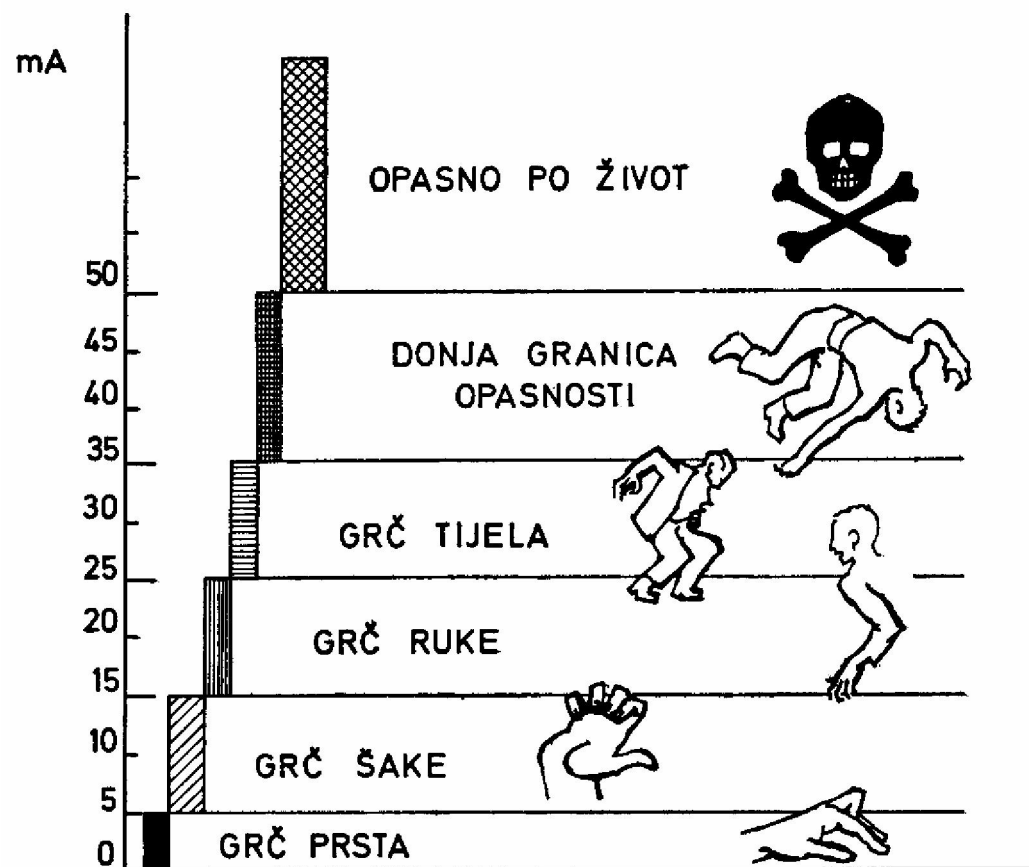
- Električna struja velika je potencijalna opasnost za ljude i životinje. Temelj opasnosti koja prijete ljudima leži u činjenici da čovjek nema nikakvo osjetilo za elektricitet.
- Fiziološki učinak vezan je uz način prijenosa podražaja u ljudskom organizmu, od osjetila k mozgu, ili moždanih signala k mišićima. Posebno je opasno ako vanjska električna struja prolazi kroz srce, u kojem se nalazi i centar za upravljanje njegovim radom. Prolaskom vanjske izmjenične struje od npr. 50 Hz srčani mišić bi se trebao stegnuti 100 puta u sekundi - otprilike 80 puta brže od uobičajenog ritma. Dolazi do površinskog rada srca, koje više ne tlači krv. To je treperenje srca, posljedica kojega je prestanak rada srca. Prolaskom električne struje kroz mozak dolazi do paraliziranja centra za disanje, što također može izazvati smrt.
- Zagrijavanjem tkiva dolazi do opekline različitog stupnja, zgušnjavanja bjelancevina, do rasprskavanja eritrocita, i sl.
- Posljedica kemijskog učinka električne struje je razgradnja stanične tekućine i krvne plazme.

TEŽINA OZLJEDE

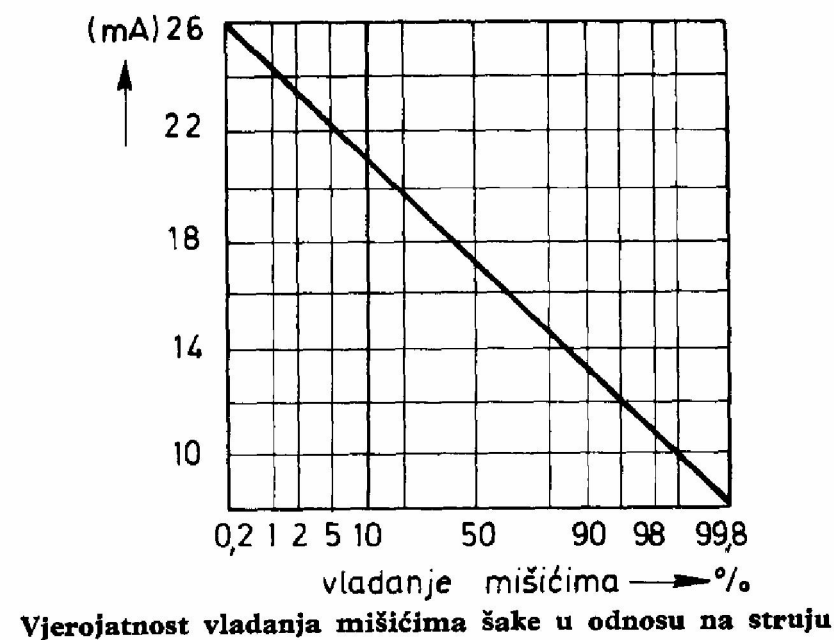
Ovisi o:

- Jakosti struje
- Trajanju toka struje kroz tijelo
- Putu prolaska struje kroz tijelo
- Vrsti struje

Fiziološko djelovanje električne struje na tijelo čovjeka



Fiziološko djelovanje električne struje na čovječje tijelo



$I > 25 \text{ mA}$ djeluje na ritam rada srca

$I > 30 \text{ mA}$ djeluje na rad zalisaka $\Rightarrow$ donja granica opasnosti

Granični uvjeti opasnosti od električne struje

na opasnost utječe

- otpor tijela čovjeka
 - vjerojatnost uvjeta dodira zbog prostora
 - vjerojatnost dodira zbog izvedbe uređaja
 - karakter struje (vrsta izvora)
- dodir dijelova pod naponom
 - dodir vodljivih dijelova koji su pod naponom zbog greške na izolaciji

Opasnost od pevisokog napona dodira

opasnost od strujnog udara ovisi o

- električnom otporu tijela
- djelovanju struje na tkivo

otpor čovječjeg tijela $R_{\check{c}} = R_t + R_{pr} = f(U)$

R_t - otpor tkiva

R_{pr} - prijelazni otpori ulaska i izlaska struje kroz ekstremitete

U - napon kojemu je izloženo tijelo

IEC - četiri stupnja

BB 1 - potpuno suha koža **kontakt**
BB2 - vlažna koža **ruka - noga**

Napon (V)	25	50	250
Otpor tijela (Ω)	2500	2000	1000

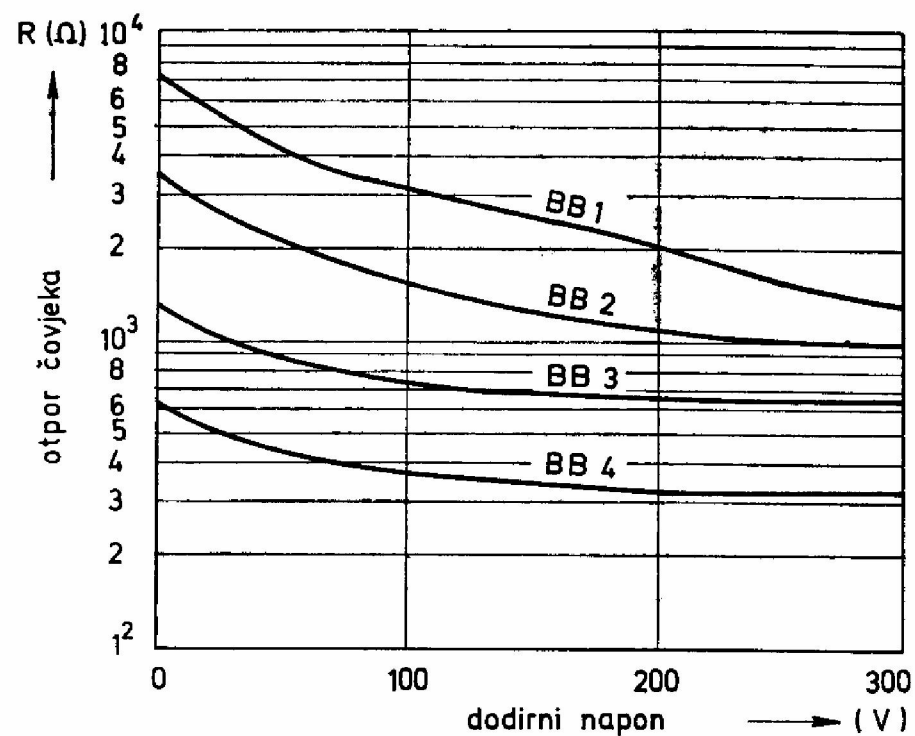
$U_d = 50 \text{ V}$

BB3 - mokra koža **noge u vodi kontakt rukom**

BB4 - uronjeno u vodu **samo otpor tkiva**

OTPOR ČOVJEČJEG TIJELA

Napon dodira (V)	UVJETI							
	BB1 (suho)		BB2 (vlažno)		BB3 (mokro)		BB4 (uronjeno)	
	R (Ω)	I (mA)	R (Ω)	I (mA)	R (Ω)	I (mA)	R (Ω)	I (mA)
10	7 000	1,4	3 500	3	1 200	8	600	17
25	5 000	5	2 500	10	1 000	25	500	50
50	4 000	12,5	2 000	25	875	57	440	114
100	3 000	33	1 500	67	750	133	375	267
250	1 500	167	1 000	250	650	385	325	770

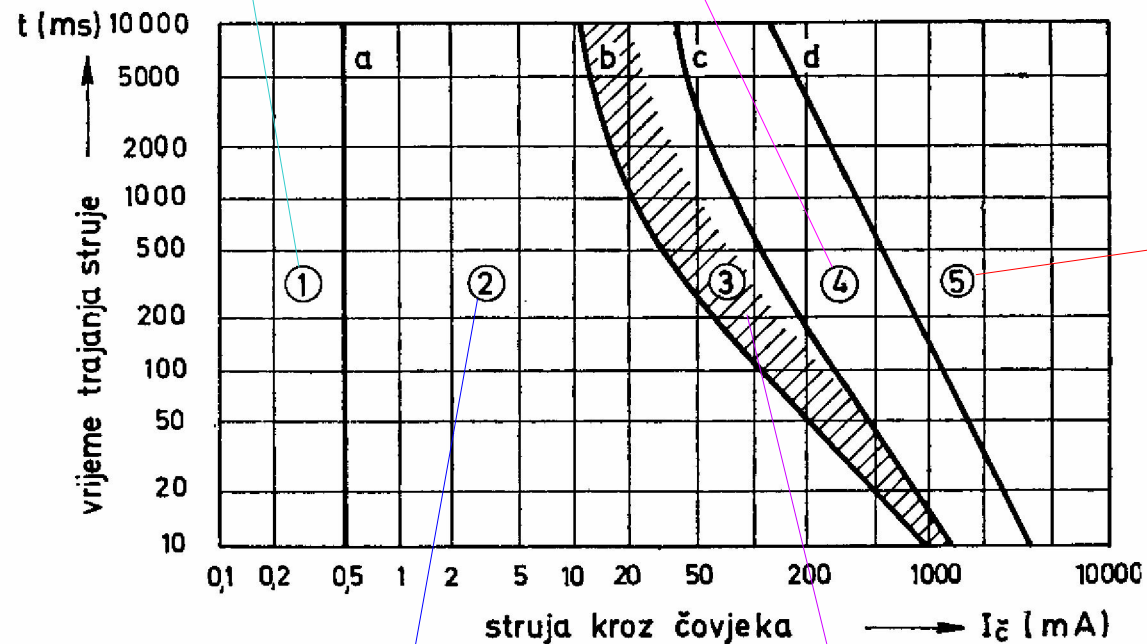


Ovisnost otpora čovječjeg tijela o naponu i uvjetima okoline

djelovanje ovisi o obavljenom radu

nema nikakva utjecaja

fibrilacija srca moguća s 50% vjerojatnosti



opasna fibrilacija srca moguća s više od 50% vjerojatnosti

Opasnosti od izmjenične struje kroz čovjeka

opasnost fibrilacije srca

nema efekta fiziopatološke opasnosti

OPASNI DODIRNI NAPONI

Maksimalno trajanje greške (s)	Struja (mA)	Granica neopasnog napona (V)			
		BB1	BB2	BB3	BB4
5	25	$U_{d1} = 80$	$U_{d2} = 50$	$U_{d3} = 25$	$U_{d4} = 12$
5	25	80	50	25	12
1	43	115	75	40	20
0,5	56	130	90	50	27
0,2	77	170	110	65	37
0,1	120	230	150	90	55
0,05	210	320	220	145	82
0,03	300	400	280	190	110

mogućnost dodira s potencijalom zemlje

BC1 - nema dodira

BC2 - dodir moguć

BC3 - dodir čest

BC4 - trajni dodir

Izvori električne struje koji ne predstavljaju opasnost od strujnog udara

- ograničen napon
- ograničena energije izboja
- ograničeno trajanja greške

PRUŽANJE PRVE PPOMOĆI

- Ako je unesrećeni još uvijek u strujnom krugu, treba ga što prije osloboditi. Spasilac mora paziti i na vlastitu sigurnost. Ovisno o situaciji strujni krug se prekida izvlačenjem utikača iz utičnice, vađenjem osigurača ili odvajanjem električnog vodiča od tijela pomoću predmeta od izolirajućeg materijala (plastika, guma, suho drvo, debeli sloj suhe tkanine ili papira). Dobro je koristiti gumene rukavice i čizme. Eventualni požar na mjestu nezgode ne smije se gasiti vodom.
- Ako je unesrećeni bez svijesti, provjerite disanje i krvotok i po potrebi započnite mjere oživljavanja. Onesviještenog koji diše okrenite u bočni položaj.
- S opeklinama i prijelomima postupite kao što je opisano u odgovarajućim poglavljima.

OPEKLINE

- **POSTUPAK:**
- Skinuti odjeću natopljenu vrućom tekućinom ili kemikalijom. Komadi tkanine koji su zaljepljeni za kožu ne smiju se nasilno odvajati već ih treba obrezati škarama.
- Brzo hlađenje opečene površine vodom najvažnija je mjera prve pomoći koja bitno poboljšava konačni ishod ozljede. Opečeni dio tijela treba što prije uroniti u vodu ili tuširati. Voda mora biti hladna, ali ne ledena. Hlađenje treba trajati najmanje deset minuta. Malu djecu ne ostavljajte predugo u hladnoj vodi jer može doći do pothlađivanja tijela.
- S opečene ruke odmah skinuti prstenje, narukvice i sat, prije nego koža natekne. Ako se zbog otekline prsten više ne može skinuti, treba ga prerezati.
- Opekline se pokrivaju gazom i zavojem vrlo labavo, bez zatezanja.
- Ako je opečena velika površina ruke ili noge, imobilizirajte ozlijeđeni ud.
- Ako je prijevoz do bolnice dugotrajan, dajte ozlijeđeniku da pije tekućinu (aklohol je zabranjen).

PRIJELOMI

- **POSTUPAK:**
- Ako je slomljeni ud deformiran, pokušajte ga izravnati uzdužnim istežanjem. Povlačite lagano dva susjedna zgloba u suprotnim smjerovima. Ovaj postupak ne smije biti nasilan i treba ga prekinuti ako nađete na otpor ili jaču bol. Nepravilna manipulacija slomljenim udom može dovesti do oštećenja krvnih žila, živaca i ostalih tkiva ili pretvoriti zatvoreni prijelom u otvoreni.
- Slomljena kost se mora imobilizirati prije prenošenja ili prijevoza ozlijeđenika. Ako je hitna medicinska pomoć dostupna, najbolje je imobilizaciju i transport prepustiti stručnim osobama. Ozlijeđeni mora mirovati do dolaska pomoći.
- Kod otvorenih prijeloma pokrijte ranu sterilnom gazom. Na gazu stavite jastučić od pamuka (vate) ili vune i sve skupa učvrstite zavojem. Ako slomljena kost viri iz rane, ne smije se istežanjem uda vraćati u prirodni položaj, nego se nakon previjanja rane imobilizira u zatečenom položaju.