

SKRIPTA ZA INTERNU UPOTREBU

**SERVISER
NA HEMODIJALIZI**

1.0. SERVISER NA HEMODIJALIZI

Obavlja poslove na aparaturi za pripremu i deionizaciju vode u svrhu dobivanja što kvalitetnije vode neophodne za dijalizu što uključuje rad na postrojenju za pripremu i deionizaciju vode, servis i tekuće održavanje, obavlja poslove na aparatima za dijalizu (monitori), što uključuje njihov servis, dezinfekciju i tekuće održavanje, održava aparaturu za hemodijalizu, održava aparaturu za pripremu i deionizaciju vode, održava aparaturu vezanu za kisik i vakuum u salama, održava ostalu aparaturu vezanu za dijalizu (ekg aparat, defibrilator, monitor, krvne pumpe, heparinske pumpe, infuzomati, sterilizatori), svakodnevno kontrolira električna postrojenja vezana za dijalizu, svakodnevno kontrolira sve aparate za dijalizu (ispravnost i dezinfekciju), svakodnevno kontrolira postrojenje za pripremu i deionizaciju vode, što uključuje: redovito uzimanje uzoraka deionizirane vode radi mikrobiološke ispravnosti, redovita dnevna, tjedna i mjesečna mjerenja kvalitete vode (salinitet, tvrdoća, provodljivost i prisutnost klora), redovito godišnje uzimanje uzoraka vode radi kemijske analize, vrši dezinfekciju postrojenja kao i prstena razvođa deionizirane vode po salama (prema potrebi mjesečno), planira nabavku adekvatne količine i asortimana rezervnih dijelova, vodi evidenciju kvarova i popravaka o svakom aparatu pojedinačno, svakodnevno vodi dnevnik servisa i rada na dijalizi, povremeno obavezan odlaziti na edukaciju o aparaturi vezanoj za dijalizu i pripremu deionizirane vode, za vrijeme rada koristi djelomično i zaštitnu odjeću, odgovoran je pri radu koristiti propisane zaštitne mjere, obavlja i druge poslove po neposrednom nalogu voditelja odjela. Za svoj rad neposredno je odgovoran voditelju odjela.

2.0. DIJALIZA ([gr.](#) διάλυσις *dialysis* – labavljenje), u **medicini** je proces uklanjanja viška vode, otopljenih tvari i toksina iz krvi kod ljudi čiji bubrezi više ne mogu prirodno obavljati te funkcije. To se naziva nadomjesna bubrežna terapija. Prva uspješna dijaliza izvedena je 1943. godine.

Dijalizu je možda potrebno započeti kada dođe do iznenadnog i brzog gubitka funkcije bubrega, poznatog kao akutna ozljeda bubrega (prethodno nazvanog akutno zatajenje bubrega), ili kada postupno opadanje funkcije bubrega, kronična bubrežna bolest, dosegne stadij 5. Stadij 5 kronične zatajenje bubrega se postiže kada je brzina glomerularne filtracije 10-15% normalne, klirens kreatinina manji od 10 ml po minuti i prisutna je uremija.

Dijaliza se koristi kao privremena mjera kod akutnog oštećenja bubrega ili kod onih koji čekaju [transplantaciju](#) bubrega i kao trajna mjera kod onih kod kojih transplantacija nije indicirana ili nije moguća.^[2]

U [Australiji](#), [Kanadi](#), [Ujedinjenom Kraljevstvu](#) i [Sjedinjenim Državama](#), dijalizu plaća država za one koji ispunjavaju uvjete. U istraživačkim laboratorijima tehnika dijalize također se može koristiti za odvajanje [molekula](#) na temelju njihove veličine. Osim toga, može se koristiti za balansiranje pufera između uzorka i otopine "dijalizne kupke" ili "dijalizata" u kojoj se nalazi uzorak.^[4] Za dijalizu u laboratoriju koristi se cjevasta polupropusna membrana izrađena od celuloznog acetata ili nitroceluloze.^[5] Veličina pora varira u skladu s potrebnim odvajanjem veličine s većim veličinama pora koje omogućuju većim molekulama prolaz kroz membranu. Otapala, [ioni](#) i pufer mogu lako difundirati kroz polupropusnu membranu, ali veće molekule ne mogu proći kroz pore. To se može koristiti za pročišćavanje proteina od interesa iz složene smjese uklanjanjem manjih proteina i molekula.

2.1. Okolnosti

Bubrezi imaju važnu ulogu u održavanju zdravlja. Kad je osoba zdrava, bubrezi održavaju unutarnju ravnotežu vode i minerala (natrij, kalij, klorid, kalcij, fosfor, magnezij, sulfat) u tijelu. Kiseli krajnji produkti metabolizma kojih se tijelo ne može riješiti disanjem također se izlučuju putem bubrega. Bubrezi također funkcioniraju kao dio endokrinog sustava, proizvodeći eritropoetin, kalcitriol i renin. Eritropoetin je uključen u proizvodnju [crvenih krvnih stanica](#), a kalcitriol ima ulogu u formiranju [kostiju](#). Dijaliza je nesavršen tretman za nadomjestak funkcije bubrega jer ne ispravlja ugrožene endokrine funkcije bubrega. Liječenje dijalizom zamjenjuje neke od ovih funkcija difuzijom (uklanjanje otpada) i ultrafiltracijom (uklanjanje tekućine). U procesu dijalize se koristi visoko pročišćena (također poznata kao "ultrapista") voda.

2.2. Princip



Uređaji za dijalizu.

Dijaliza radi na principima difuzije otopljenih tvari i ultrafiltracije tekućine kroz polupropusnu membranu. Difuzija je svojstvo tvari u vodi; tvari u vodi teže premjestiti se iz područja visoke koncentracije u područje niske koncentracije. [Krv](#) teče jednom stranom polupropusne membrane, a dijalizat, odnosno posebna tekućina za dijalizu, teče suprotnom stranom. Polupropusna membrana je tanki sloj materijala koji sadrži rupe različitih veličina, odnosno pore. Manje otopljene tvari i tekućina prolaze kroz membranu, ali membrana blokira prolaz većih tvari (na primjer, crvenih krvnih stanica i velikih [proteina](#)). Ovo ponavlja proces filtriranja koji se odvija u bubrezima kada krv uđe u bubrege i kada se veće tvari odvajaju od manjih u glomerulu.

Dvije glavne vrste dijalize, [hemodijaliza](#) i [peritonejska dijaliza](#), uklanjaju otpad i višak vode iz krvi na različite načine. Hemodijaliza uklanja otpad i vodu cirkuliranjem krvi izvan tijela kroz vanjski filter, nazvan dijalizator, koji sadrži polupropusnu membranu. Krv teče u jednom smjeru, a dijalizat u suprotnom. Protustrujni tok krvi i dijalizata maksimizira gradijent koncentracije otopljenih tvari između krvi i dijalizata, što pomaže u uklanjanju više ureje i kreatinina iz krvi. Koncentracije otopljenih tvari koje se normalno nalaze u urinu (na primjer [kalij](#), [fosfor](#) i [urea](#)) nepoželjno su visoke u krvi, ali su niske ili ih uopće nema u otopini za dijalizu, a stalna zamjena dijalizata osigurava da koncentracija nepoželjnih otopljenih tvari ostane niska s ove strane membrane. Otopina za dijalizu ima razine minerala poput kalija i [kalcija](#) koje su slične njihovoj prirodnoj koncentraciji u zdravoj krvi. Za drugu otopljenu tvar, bikarbonat, razina otopine za dijalizu postavljena je na nešto višu razinu nego u normalnoj krvi, kako bi se potaknula difuzija bikarbonata u krv, kako bi djelovao kao [pH](#) pufer za

neutralizaciju metaboličke kiselosti koja je često prisutna u ovih pacijenata. Razine komponenti dijalizata obično propisuje **nefrolog** prema potrebama pojedinog pacijenta. U peritonejskoj dijalizi, otpadne tvari i voda uklanjaju se iz krvi unutar tijela pomoću peritoneuma kao prirodne polupropusne membrane. Otpad i višak vode kreću se iz krvi, preko peritonejske membrane i u posebnu otopinu za dijalizu, nazvanu dijalizat, u trbušnoj šupljini.

3.0. REVERZNA OSMOZA, POV RATNA OSMOZA ILI OBRNUTA OSMOZA je metoda koja služi za dobivanje pitke vode iz slane vode. Postupak koristi polupropusnu membranu kroz koju prolazi čista voda a zaostaju [soli](#). [Tlak](#) slane vode mora biti oko 25 [bar](#), što ovu metodu čini skupom za proizvodnju većih količina svjež e vode. Kloridi, [amonijak](#) i [ugljičkov dioksid](#) su male [molekule](#) pa prolaze polupropusnu membranu, te ih treba naknadno ukloniti [aktivnim ugljenom](#). Neke [bakterije](#) i [virusi](#) također prolaze polupropusnu membranu, pa i njih treba dezinficirati ([kloriranje](#), [ozon](#), [UV](#) svjetiljka, [sunčeva dezinfekcija](#)).

Povratna osmoza ili reverzna osmoza je skoro savršen proces [filtriranja](#) vode. Ovaj proces omogućuje odstranjivanje najsitnijih čestica iz vode. Povratna osmoza se koristi za [pročišćavanje vode](#) i odstranjivanje neorganskih [minerala](#), [soli](#) i ostalih nečistoća u cilju poboljšanja izgleda, ukusa i ostalih svojstava vode. Tako se dobija kvalitet voda za piće koji zadovoljava sve [standarde](#) voda za piće. Nakon poznatih načina prečišćavanje vode industrijskom filtracijom (gradski vodovod i tvornice), prokuhavanjem i kloriranjem, došlo se do tehnički skoro savršenog načina filtriranja vode, koji gotovo od svake zagađene vode može načiniti zdravu pitku voda. Osmotske membrane koje se koriste u ovom postupku imaju toliko sitne otvore da kroz njih mogu proći gotovo samo [molekule](#) čiste vode, a sve nečistoće ostaju na membrani i izbacuju se preko odvoda kao tehnička otpadna voda. Ovakvim načinom filtracije vode dobija se voda za piće visoke kvalitete, koja se može koristiti i u [medicinske](#) svrhe (voda za bebe).

[Osmoza](#) je prirodan postupak koji je izvediv i u obrnutom pravcu. Na solnu [otopinu](#) djelujemo s tlakom viših od osmoznog, te iz otopine soli kroz membranu prolazi čista voda. Otopljene soli i primjese kao [koloidi](#), [bakterije](#), [virusi](#) i sl. ostaju u otopini, a na drugoj strani membrane dobijemo čistu vodu. Povratna osmoza je postupak odvajanja otopljenih tvari od otapala ([vode](#)). Sam postupak dobivanja vode, kojoj oduzmemo do 99% nepoželjnih nečistoća, dobijemo na način da vodu pod višim [tlakom](#) usmjerimo na membranu, gdje se odvaja čista voda od kontaminata.

4.0. OSMOZA I POVRATNA OSMOZA

Difuzija je kretanje [molekula](#) iz područja veće [koncentracije](#) u područje niže koncentracije. Osmoza je poseban slučaj difuzije u kojoj molekule vode i koncentracija čestica nastaju preko polupropusne membrane. Polupropusna membrana omogućava prolaz vode, ali ne i [iona](#) (npr. Na^+ , Ca^{2+} , Cl^-) ili veće molekule (npr. [glukoza](#), [urea](#), bakterije). Difuzije i osmoze su [termodinamički](#) povoljne, i to će se nastaviti dok se ne postigne ravnoteža. Osmoza može biti usporena, zaustavljena, pa čak i obrnuta ukoliko se primjenjuje dovoljan [tlak](#) na membranu s "koncentrirane" strane membrane.

Povratna osmoza nastaje kada se voda premješta kroz polupropusnu membranu protiv koncentriranih čestica, od niže do više koncentracije. Vodeni tlak se koristi da tjera molekule vode kroz membranu koja ima jako sitne pore ostavljajući veće kontaminante iza sebe. Pročišćena voda je sakupljena sa čiste strane membrane, a voda koja sadrži koncentraciju kontaminanata ispušta se u odvod s kontaminirane strane. Prosječan sustav reverzne osmoze sadrži filter za talog ([klor](#)), membranu povratne osmoze, spremnik za vodu i filter [aktivnog ugljena](#).

Povratna osmoza se često koristi u [tržišne](#) (komercijalne) i stambene svrhe filtriranja vode. To je također jedna od metoda koja se koristi za [desalinizaciju](#) (odstranjenje soli iz morske vode). Ponekad se povratna osmoza koristi za pročišćavanje tekućina u kojima je voda nepoželjna nečistoća (npr. [etanola](#)). Sustavi povratne osmoze su odlični za gotovo sve potrebe za filtriranje vode. Uglavnom su najbolji izbor za vodu zagađenu (kontaminiranu) s visokim nivoom nitrita, kakvu možemo naći u [poljoprivrednim](#) područjima. [Arsen](#), bakterije i viruse, loš okus i miris, [klor](#), [fluor](#), teške [metale](#), nitrite, naslage, talog, mulj i [željezo](#) - sve ovo učinkovito uklanja sustav povratne osmoze, dok vodikov sulfat, [benzen](#) i trihalometane značajno smanjuje, a jedino [radon](#) minimalno ili nikako ne uklanja. Iako je povratna osmoza učinkovita u uklanjanju bakterija i virusa, u područjima gdje je voda zagađena isključivo virusima i bakterijama, preporuča se UV ([ultraljubičasta](#)) [sterilizacija](#) (UV sterilizator ili UV svjetiljka).

4.1. Postupak povratne osmoze

Povratna osmoza nastaje kada se voda premješta kroz polupropusnu membranu protiv koncentriranih čestica, od niže do više [koncentracije](#), svladavajući osmotski tlak. Najvažnija primjena povratne osmoze je izdvajanje slatke vode iz morske vode ili [bočate vode](#). Na morsku vodu ili bočastu vodu se primjenjuje [tlak](#), a kroz polupropusnu membranu prolazi [slatka voda](#). Polupropusna membrana za povratnu osmozu se izrađuje uglavnom od gustih slojeva [polimernih](#) materijala. U većini slučajeva polupropusna membrana dozvoljava prolaz samo slatke vode. Da bi se to omogućilo na bočatu vodu ili zagađenu slatku vodu se primjenjuje tlak od 2 do 17 [bar](#), dok se za morsku vodu primjenjuje od 40 do 82 bar (osmotski tlak je oko 27 bar i on se mora svladati). Danas se povratna osmoza primjenjuje sve više u [medicini](#), [industriji](#), pa i u [kućanstvima](#).

4.2. Povijest

Postupak osmoze kroz polupropusnu membranu prvi je zapazio Jean-Antoine Nollet 1748. Slijedećih 200 godina osmoza je bila pojava koja se promatrala samo u laboratoriju. 1949. počela su istraživanja na Kalifornijskom sveučilištu u Los Angelesu (UCLA) u vezi dobivanja slatke vode iz morske vode korištenjem polupropusne membrane. Istraživači s Kalifornijskog sveučilišta su uspjeli dobiti [pitku vodu](#) iz morske vode, ali količina je bila toliko malena da se nije uspjelo primijeniti na tržištu. Tek sredinom 1950-tih dobiveni su bolji rezultati korištenjem nesimetrične membrane (Loeb i Sourirajan). Do 2001. u radu je oko 15 200 postrojenja u svijetu koji dobivaju slatku vodu iz [morske vode](#) (desalinizacija).

5.0. DEZINFEKCIJA (lat. desinfectio - raskužba) označava postupke usmjerene na uništenje najvećeg broja neželjenih [mikroorganizama](#). U tu svrhu se rabe [fizikalna](#) i kemijska sredstva. Tim se postupkom uništava, inhibira ili uklanja i ostala populacija organizama. Primjenjuje se izvan živog organizma, u vanjskoj sredini (tlu, [vodi](#), zraku, na predmetima i u prostorijama zdravstvenih ustanova, tvornica prehrambenih proizvoda i dr.) Važna je činjenica da se dezinfekcijom ne moraju uništiti i bakterijske [spore](#). [Sunčevom](#) svjetlošću, te procesima taloženja, filtriranja i razrjeđivanja provodi se dezinfekcija u prirodi. Danas je djelatnost zdravstvenih ustanova nezamisliva bez primjene antiseptičkih postupaka i novih dezinfekcijskih sredstava.

Ako je cilj potpuno uništenje svih živih organizama (uključujući [viruse](#) i [spore](#)), govori se o **sterilizaciji**.

5.1. Vrste dezinfekcije

Dezinfekcija se najčešće provodi:

- [mehaničkim postupcima](#)
- [fizikalnim postupcima](#)
- [kemijskim postupcima](#)

5.2. Oprema za dezinfekciju:

Za osobe koje žele dezinficirati neki predmet ili prostor koji je zaražen a da one same ne dođu u kontakt sa zarazom potrebno je: zaštitno odijelo, zaštitne rukavice, zaštitna radna obuća (najčešće gumene čizme) te dezinfekcijsko sredstvo. Uređaj koji se rabi pri dezinficiranju naziva se dezinfekcijski raspršivač.

6.0. TVRDOĆA VODE je uzrokovana prisutnošću rastvorenih [soli kalcija](#) i [magnezija](#) (nekada i željeza). Najveća je koncentracija kalcija, zbog prisutnosti u [Zemljinoj](#) kori kao ključnog počela u mineralima [kalcitu](#), [dolomitu](#), itd. Najočigledniji prikaz tvrdoće vode je taloženje sapuna u tvrdoj vodi. Prolazna (privremena) tvrdoća potječe od kalcija i hidrogenkarbonata i eliminira se kuhanjem:



Stalna tvrdoća se odnosi na [sulfate](#) i [kloride](#) kalcija i magnezija. Tvrdoća vode se određuje [titracijom](#) s [EDTA](#) (etilendiamin-tetraacetatna kiselina) uz indikator (erikrom crno T). Izražava se u $\text{mgCaCO}_3/\text{dm}^3$ ili u stupnjevima - u Hrvatskoj najčešće u njemačkim stupnjevima - °dH (njem. *Deutsche Härte*):

$\text{mgCaCO}_3/\text{dm}^3$	njemački stupanj °dH	francuski stupanj °f	engleski stupanj °e
1,0	0,056	0,1	0,07

6.1. Kvaliteta vode prema ukupnoj tvrdoći

Tvrdoća °dH	Kvaliteta vode
0 - 5	vrlo meka
5 - 10	meka
10 - 15	umjereno tvrda
15 - 25	tvrda
preko 25	vrlo tvrda

