



Voda kao sredstvo za gašenje požara

Emina Mihajlović

Voda u svemiru i na Zemlji

Osim na Zemlji vode ima i u međuzvezdanim oblacima i u našoj galaksiji, Mlečnom putu. Veruje se da vode ima, u znatnim količinama i u ostalim galaksijama, jer su njeni sastojci vodonik i kiseonik među najrasprostranjenijim elementima u svemiru. Voda može da se nađe na planetama, njihovim prirodnim satelitima i kometama. U našem sunčevom sistemu voda, u obliku leda, je pronađena na:

- Mesecu,
- planetama Merkuru, Marsu, Neptunu i Plutonu i
- planetarnim satelitima kao što su Triton^[1], Evropa^[2] i Encelad^[3].

Prisustvo vode u tečnom stanju poznato je samo na Zemlji, mada postoje prilično jaki dokazi da je u tečnom stanju prisutna ispod površine Saturnovog meseca Enceladua.

^[1] Triton – najveći satelit Neptuna

^[2] Evropa – satelit Jupitera

^[3] Encelad – satelit Saturna

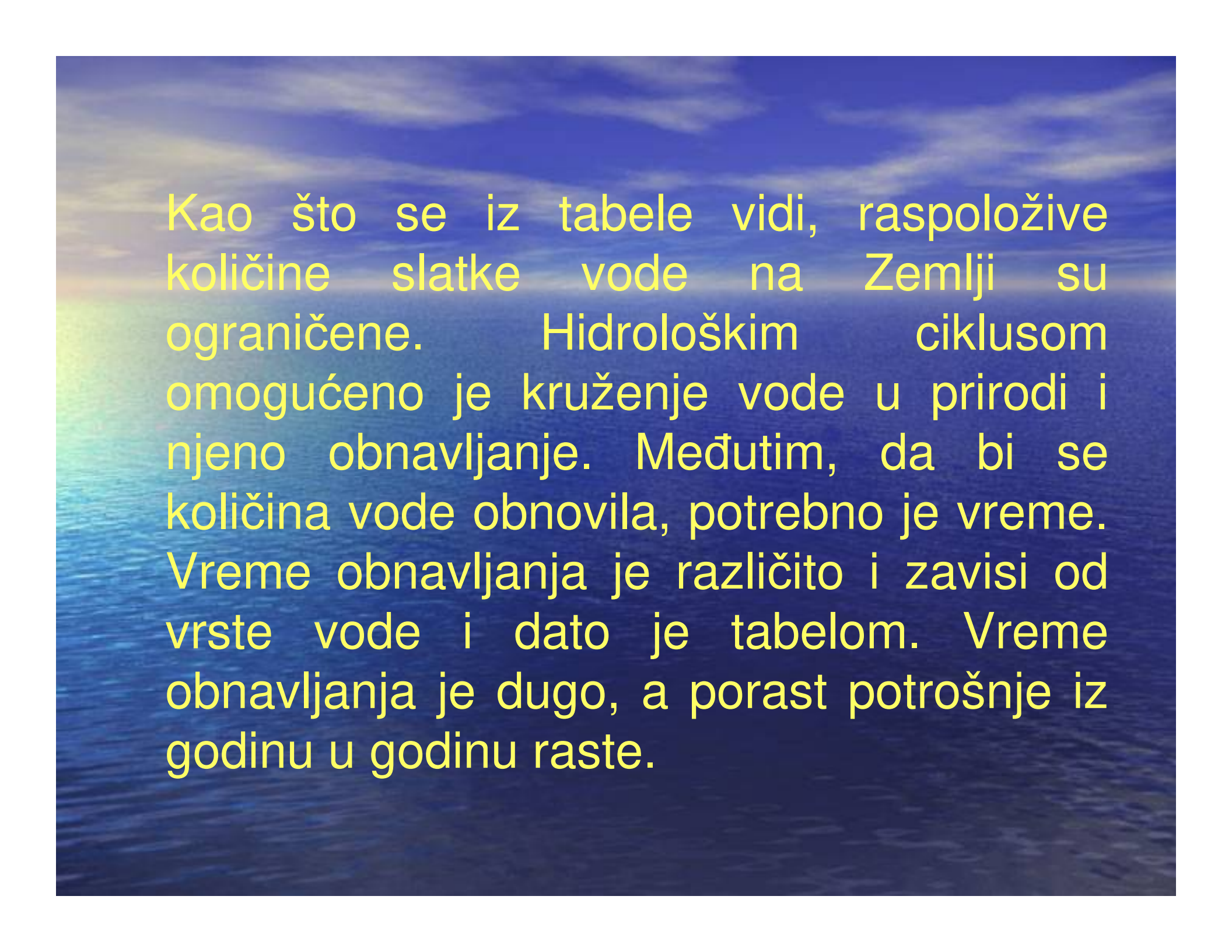
Voda

Najveći deo Zemljine površine, čak 71%, odnosno 365 000 0000 km², zauzima voda. Fizička i hemijska svojstva vode oblikuju lice Zemlje, određuju klimu i omogućuju život kopnenim i vodenim organizmima. Iako nas voda okružuje na svakom koraku, malo je ljudi koji shvataju njenu ulogu u opstanku sveukupnog života na našoj planeti, pa i nas samih.

Pre 4 milijarde godina u Zemljinoj praatmosferi bila je dominantna vodena para. Pošto se Zemlja postepeno hladila vodena para se kondenzovala i voda je padala na površinu planete u obliku kiše i punila udubljenja na površini Zemljine kore. Na taj način nastala su mora i okeani. Prvi jednostavni organizmi nastali su u vodi i bili su početak biološke evolucije koja je usledila i traje već više od 3,5 milijardi godina. Ova dugotrajna evolucija dovela je do velike biološke raznolikosti, pa danas postoje milioni različitih biljnih i životinjskih vrsta, a opstanak svake od njih, bez razlike, zavisi od vode. Procenjuje se da je ukupana zapremina vode na Zemlji oko $1,385 \cdot 10^9 \text{ km}^3$, od čega se u morima i okeanima nalazi čak 96,5%. Slatke vode na Zemlji ima oko $47 \cdot 10^6 \text{ km}^3$, što od ukupne količine iznosi tek 3,43%. Najveće svetske zalihe slatke vode su zarobljene u ledenim kapama na polovima, čak 50,56% ukupne količine slatke vode, dok podzemne vode čini 49% ukupnih svetskih zaliha. Ostatak zaliha slatke vode nalazi se u jezerima, tlu, atmosferi i rekama (tabela 6).

Zapreminske i procentualne količine vode na Zemlji

Zapremina vode [km ³]		Procentat od ukupne vode [%]	Procentat od slatke vode [%]
Okeani i mora	1338000000	96,558775850	-
Slana jezera	91000	0,006567151	-
Ukupno slane vode	1338091000	96,565343000	-
Glečeri	24064000	1,736614635	50,561520
Podzemne vode	23400000	1,688696080	49,166370
Slatka jezera	85400	0,0061630190	0,179436
Reke	2120	0,0001529930	0,004454
Močvare	11470	0,0008277500	0,024100
Vlažna zemlja	16500	0,0011907470	0,034669
Atmosfera	12900	0,0009309480	0,027105
Biološke vode	1120	0,0000808265	0,002353
Ukupno slatke vode	47593510	3,4346569990	100,000000
Ukupno vode na Zemlji	1385684510	100,0000000000	-



Kao što se iz tabele vidi, raspoložive količine slatke vode na Zemlji su ograničene. Hidrološkim ciklusom omogućeno je kruženje vode u prirodi i njeno obnavljanje. Međutim, da bi se količina vode obnovila, potrebno je vreme. Vreme obnavljanja je različito i zavisi od vrste vode i dato je tabelom. Vreme obnavljanja je dugo, a porast potrošnje iz godinu u godinu raste.

Vreme obnavljanja vode na Zemlji

Voda u hidrosferi	Vreme obnavljanja
Okeani i mora	2500 god.
Podzemne vode	1400 god.
Polarni led	9700 god.
Jezera	17 god.
Močvare	5 god.
Vlažnost tla	1 god.
Atmosferska vlaga	8 dana
Biološka voda	nekoliko sati

Potrošnja vode u svetu po ekonomskim sektorima

Sektor	Procena [km ³ /god.]					
	1950	1960	1970	1980	1990	2000
Broj stanovnika 10 ⁶	2542	3029	3603	4410	5285	6181
Poljoprivreda	1080	1481	1743	2112	2425	2605
	722	1005	1186	1445	1691	1834
Industrija	86,7	118	160	219	305	384
	16,7	20,6	28,5	38,3	45,0	52,8
Komunalno korišćenje	204	339	547	713	735	776
	19,1	30,6	51,0	70,9	78,8	87,9
Ukupno	1381,8	1968,2	2526,1	3175	3632	3973
	768,9	1086,4	1341,6	1685,2	1981,8	2182,7

Da bi se izbegla kriza vode u budućnosti, korišćenje mora da bude mnogo racionalnije nego što je danas. Zato o vodenim resursima treba misliti i u okviru oblasti zaštite od požara.

Voda je jednostavno binarno jedinjenje koje bi moglo da se zove **vodonik oksid**, ponekad se, bez potrebe, naziva i "vodonik hidroksid". Međutim, Međunarodna unija za čistu i primenjenu hemiju preporučuje korišćenje trivijalnog imena "voda". Dakle, ime vode je "voda".

Voda je jedina supstanca koja se na Zemlji nalazi u sva tri agregatna stanja.

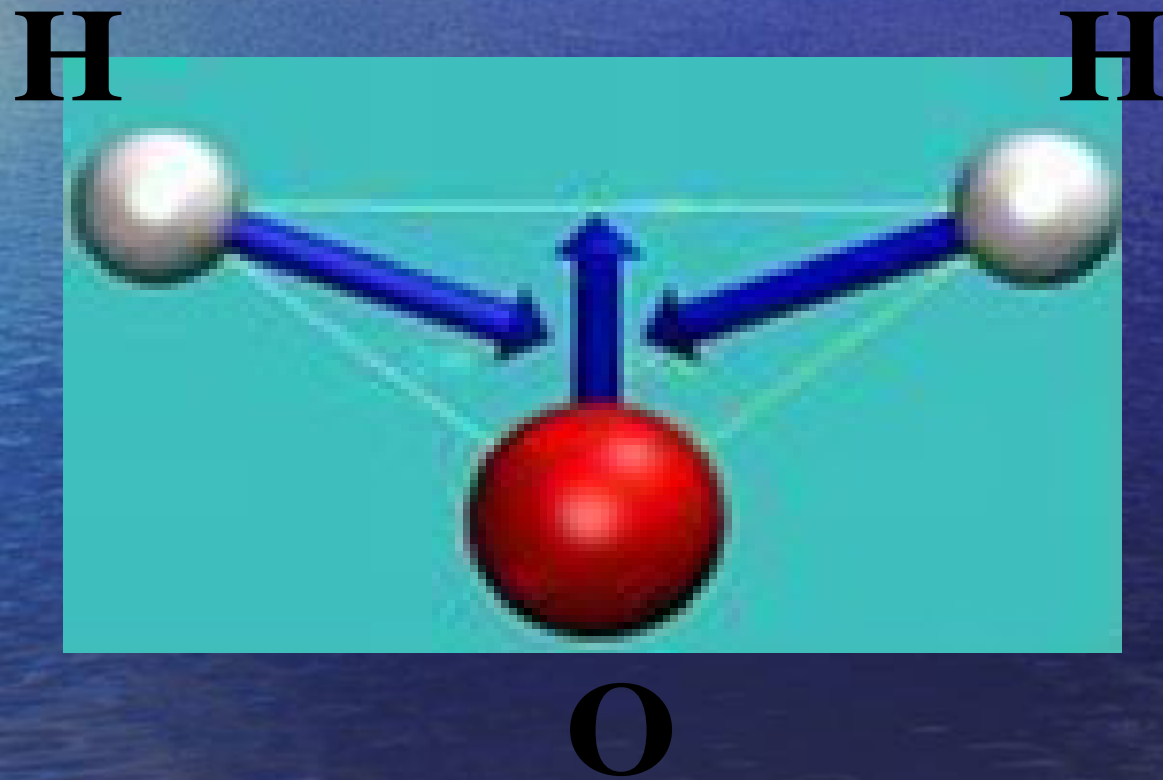
Fizičko – hemijska svojstva vode

Molekul vode vrlo je specifične građe, zbog čega ovu materiju karakterišu jedinstvena fizička i hemijska svojstva. Način na koji su atomi povezani u molekulu vode određuje njena specifična svojstva.

Grada molekula vode

- Hemijski čista voda sastoji se od dva atoma vodonika (H_2) i jednog atoma kiseonika ($1/2O_2$) kao produkta oksidacije vodonika, hemijske formule H_2O . Pod normalnim atmosferskim uslovima voda je u tečnom agregatnom stanju. Kao tečna je kristalno čista, bez mirisa i ukusa i nije štetna za čovekovo zdravlje. Voda se u prirodi nikada ne nalazi hemijski čista. Prirodna voda sadrži mineralne soli, jedinjenja metala i gasove, u zavisnosti od toga iz kakvog zemljišta izvire. Za gašenje požara upotrebljava se slatka i morska voda.

Grada vode

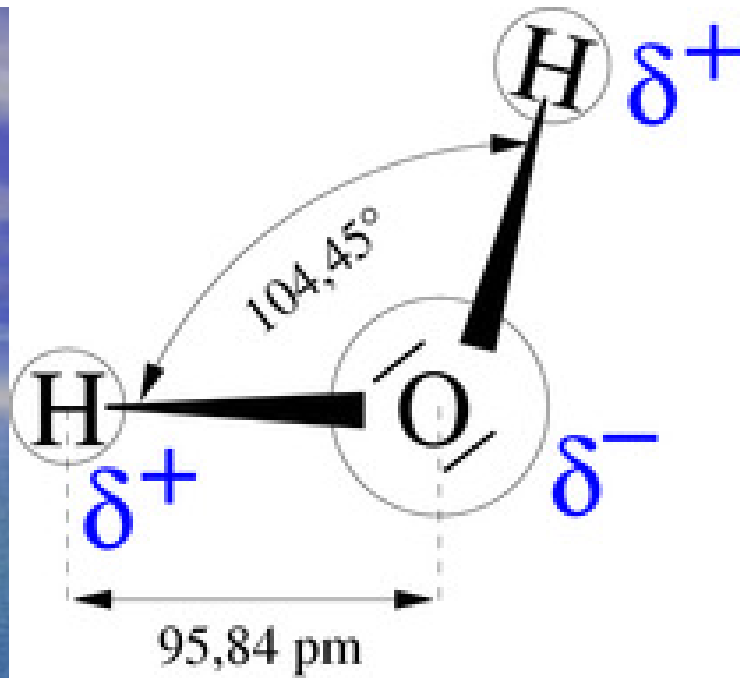


Fizička svojstva vode

Molarna masa	18,01 kg/kmol
Temperatura smrzavanja	273,15 K 0 °C
Temperatura ključanja	373,15 K 100 °C
Gustina na 20 °C	998,2 kg/m ³
Gustina na 0 °C	917 kg/m ³
Toplotni kapacitet vode	4,186 kJ/kgK
Toplotni kapacitet vodene pare	$c_p=1,850$ kJ/kgK $c_v=3,724$ kJ/kgK
Viskozitet na 0 °C	1001,5 10 ⁶ Pa s
Toplota topljenja	332,432 kJ/kg
Toplota isparavanja	2257,0 kJ/kg

Dipolna priroda vode

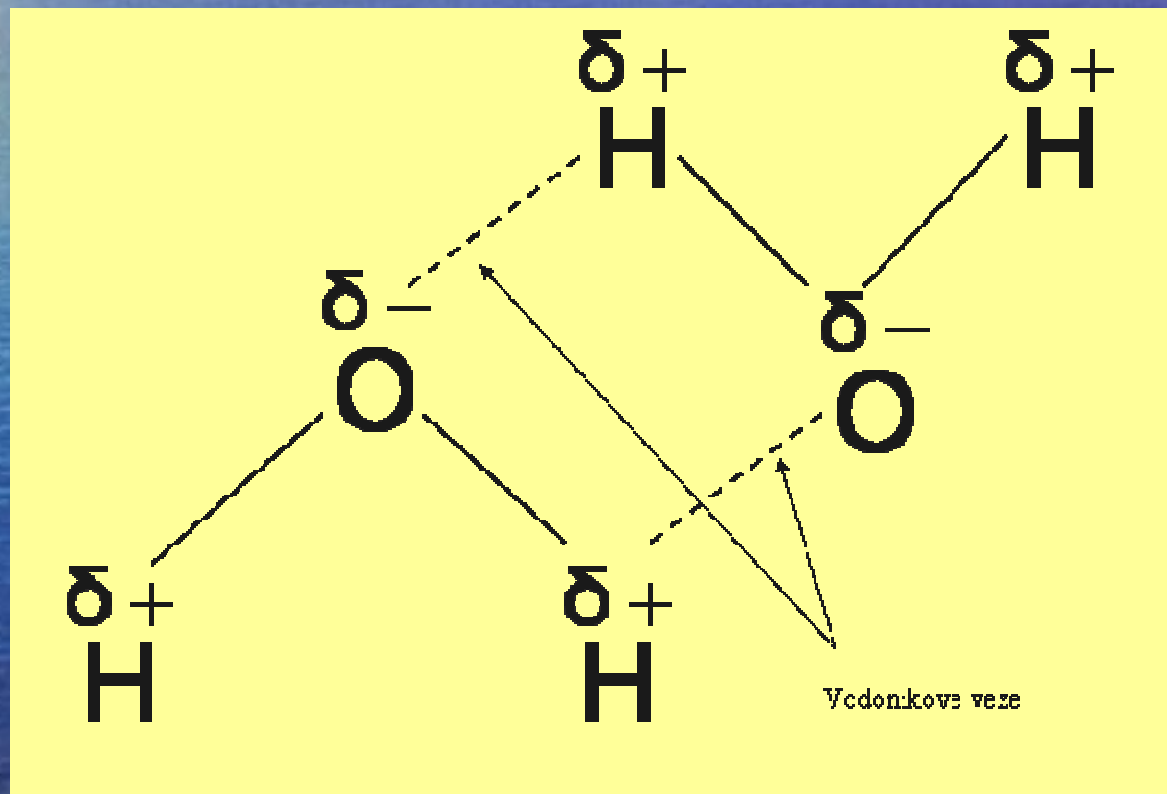
Važna osobina vode je polarnost, dakle, dipolna priroda molekula. Molekul vode je ugaonog oblika gde se atomi vodonika nalaze pod uglom od $104,45^{\circ}$ mereno iz centra atoma kiseonika.



Pošto je kiseonik elektronegativniji od vodonika, sa strane kiseonika molekul je malo negativniji nego sa strane vodonika što dovodi do stvaranja električnog dipola. Znači, molekul vode je s jedne strane malo negativan, a sa druge malo pozitivan (pri čemu je molekul kao celina neutralan).

Pošto se suprotna naelektrisanja međusobno privlače, molekuli vode grupišu se tako da kiseonikov negativno naelektrisan kraj jednog molekula privlači pozitivno naelektrisan kraj susednog vodonikov molekula, što dovodi do dodatnih interakcija među molekulima vode. Veze koje na ovaj način nastaju među molekulama nazivaju se **vodonikovim vezama** i njima se objašnjavaju brojne fizičko-hemijske osobine vode.

Stvaranje vodonikovih veza



Zapreminska masa vode (gustina vode)

Zapreminska masa, odnosno gustina, predstavlja masu supstance po jedinici zapremine:

$$\rho = \frac{m}{V} \left[\frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \right]$$

Gde je:

$$\rho \left[\frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \right]$$

- zapreminska masa (ili gustina),

$$m [\text{kg}]$$

- masa i

$$V [\text{m}^3]$$

- zapremina koju zauzima supstanca mase m .



Posmatranjem može da se utvrdi da je zapreminska masa, odnosno gustina neke supstance u čvrstom agregatnom stanju veća od njene gustine u tečnom, jer komad čvrste faze tone u tečnoj fazi iste supstance. Međutim, voda predstavlja izuzetak tog pravila. Led umesto da tone pliva po površini vode.

- Temperatura mržnjenja vode iznosi 273 K [0°C], a najveća gustina je pri 277 K [4°C].
- Kad je voda u čvrstom stanju, naziva se led, a molekuli međusobno povezani vodonikovim vezama grade čvrstu heksagonalnu kristalnu rešetku. Povećanjem temperature led prelazi u vodu. Daljim povećanjem temperature, molekuli vode se sve slobodnije kreću, pucaju sve vodonikove veze, a tečna faza vode prelazi u gasovitu, vodenu paru pri 100 °C (temperatura ključanja).

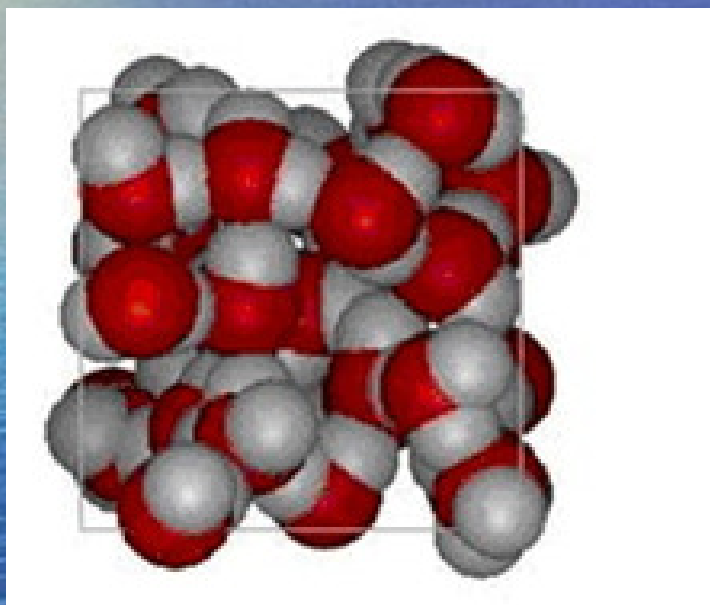
- Fizička svojstva vode vrlo su atipična. Dok se većini supstanci pri hlađenju smanjuje zapremina, a pri zagrevanju povećava, voda pokazuje neke posebnosti.
- Ako vodu sobne temperature postepeno hladimo, njena se gustina (zapreminska masa) povećava do temperature $T=277$ [4°C], što je temperatura na kojoj je voda najgušća, tada je $\rho= 1000 \text{ kg/m}^3$. To je ujedno vrednost za utvrđivanje gustine drugih materija.
- Daljim hlađenjem voda postaje ređa i prelazi u čvrsto stanje na $T=273 \text{ K}$ [0°C] (temperatura očvršćavanja),

Zavisnost gustine vode od temperature pri normalnom atmosferskom pritisku

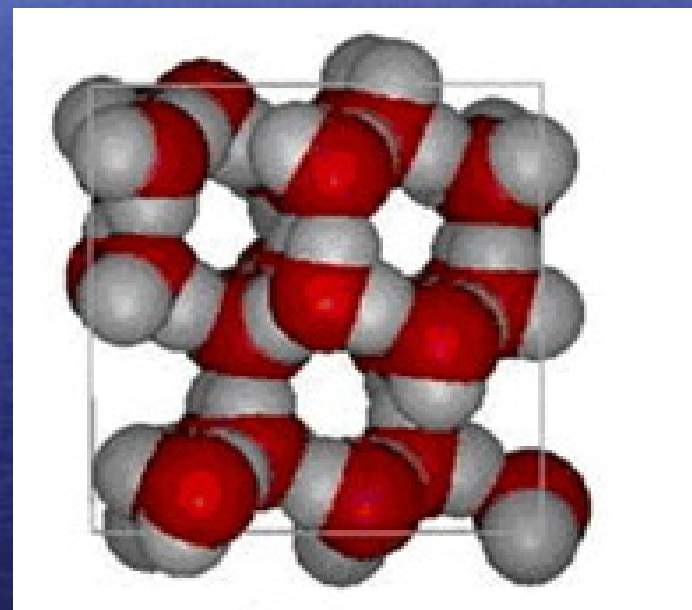
Temperatura [°C]	Gustina vode [g/cm ³]
-30	0,983
-20	0,9935
-10	0,9982
0	0,999868
4	1,000000
10	0,999727
20	0,9982
25	0,997071
30	0,9957

Ova anomalija vode ima u prirodi veliki značaj, jer voda od 4°C zbog svoje gustine pada na dno i potiskuje hladnije slojeve vode naviše, koji se smrzavaju u led, koji pliva na površini i štiti donje slojeva vode od smrzavanja. Dati fenomen je od životne važnosti za živi svet u rekama, jezerima i morima, a od značaja je i sa aspekta zaštite od požara jer omogućuje upotrebu vode iz otvorenih vodenih površina u zimskim uslovima. Pri smrzavanju voda se širi za 11 % svoje zapremine. Ovo povećanje zapremine pri smrzavanju, prati smanjenje gustine, za oko 9%. Upravo zbog toga što je led manje gustine od vode, on na vodi pliva. Ova se pojava naziva anomalija vode. Anomalija vode objašnjava se time da se u tečnom stanju vodonikove veze neprekidno grade i razgrađuju. U čvrstom stanju vodonikove veze se ne ruše, a atomi kiseonika koji su u sredini tetraedra udaljavaju se jedan od drugog težeći da obrazuju pravilan tetraedar.

Vodonikove veze u tečnoj i čvrstoj fazi vode



Voda



Led

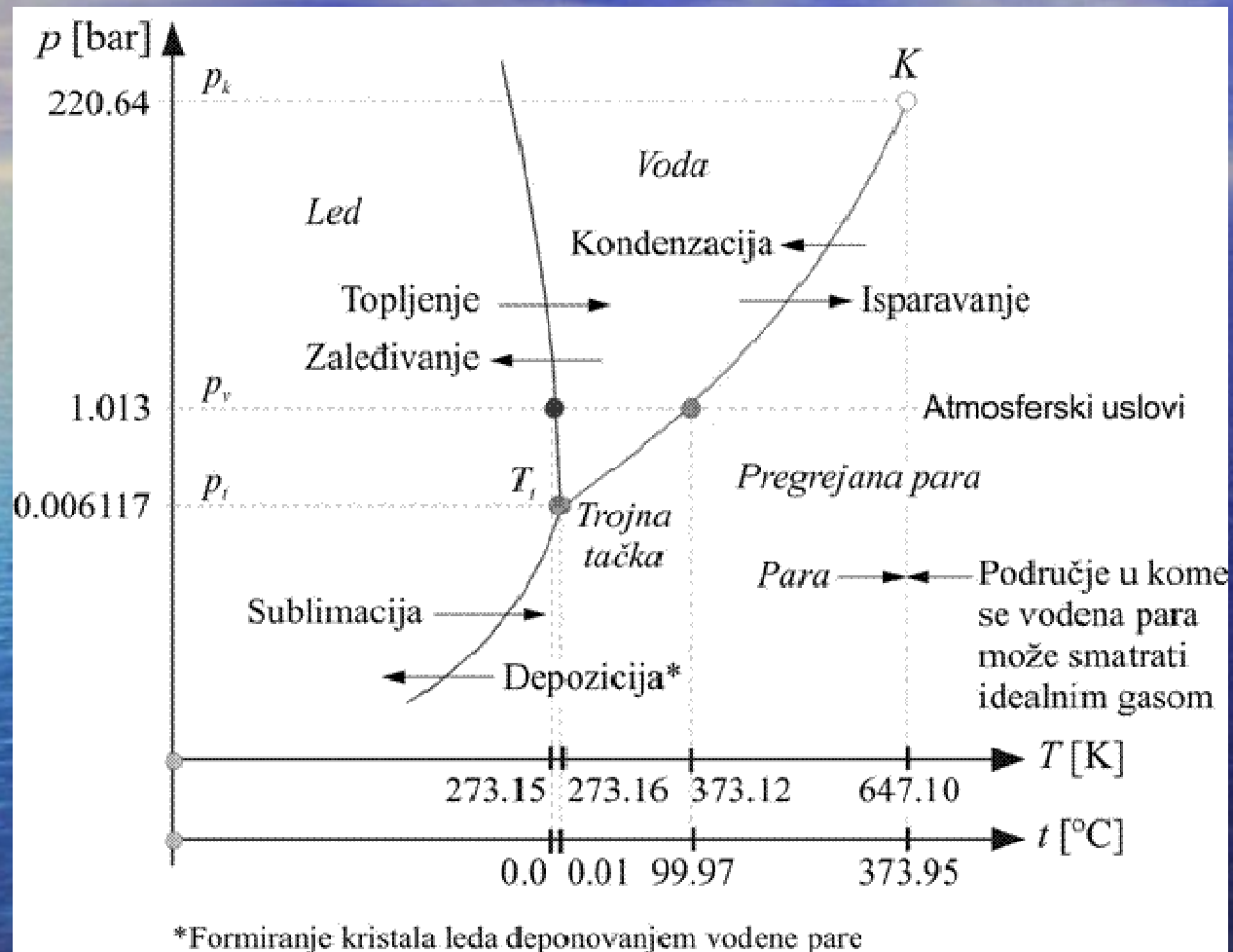
Termodinamička svojstva vode

Voda ima visok toplotni kapacitet, što znači da može da prihvati mnogo toplote, a da joj se istovremeno znatno ne poveća temperatura. U poređenju sa vazduhom ili sa zemljom, vodene mase se sporije greju, ali se i sporije hlade. Područja uz more zbog ovog svojstva vode imaju blagu klimu tokom čitave godine, jer se toplota koju je more primilo tokom leta polako otpušta tokom zime i greje okolni vazduh.

Specifični toplotni kapacitet vode iznosi $C_p = 4,186$ [kJ/kg], kao srednja vrednost u temperaturnom području od 273 do 373 K [od 0 do 100 °C], što je ujedno i komparativna vrednost za druge materije.

- Temperatura ključanja pri pritisku 1 bar iznosi $T_v = 373$ K [100 °C].
- Temperatura smrzavanja pri pritisku 1 bar iznosi $T_L = 273$ K [0 °C].
- Pri pritisku $p = 1$ bar i na temperaturi $T = 373$ K iz jedne litre vode dobije se 1700 l [dm³] vodene pare.

$p - T$ dijagram za vodu i vodenu paru

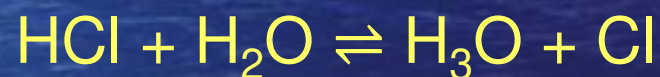


Na dijagramu se uočava trojna tačka u kojoj su prisutne sve tri faze: čvrsta, tečna i gasovita. Trojna tačka vode je na 273,16 K [0,01 °C] i na pritisku 611,73 Pa i ona se uzima za kalibraciju termometara.

Amfoterna priroda vode

Hemijski, voda je amfoterna, što znači da ima osobine i kiseline i baze.

Kada reaguje sa jačom kiselinom, voda se ponaša kao baza, a kada reaguje sa jačom bazom, ponaša se kao kiselina. Na primer, od hlorovodonične kiseline, voda prima proton:



- Ovde, primajući proton, voda deluje kao baza.

U reakciji sa amonijakom, NH_3 , voda odaje H^+ jon, pa, deluje kao kiselina:



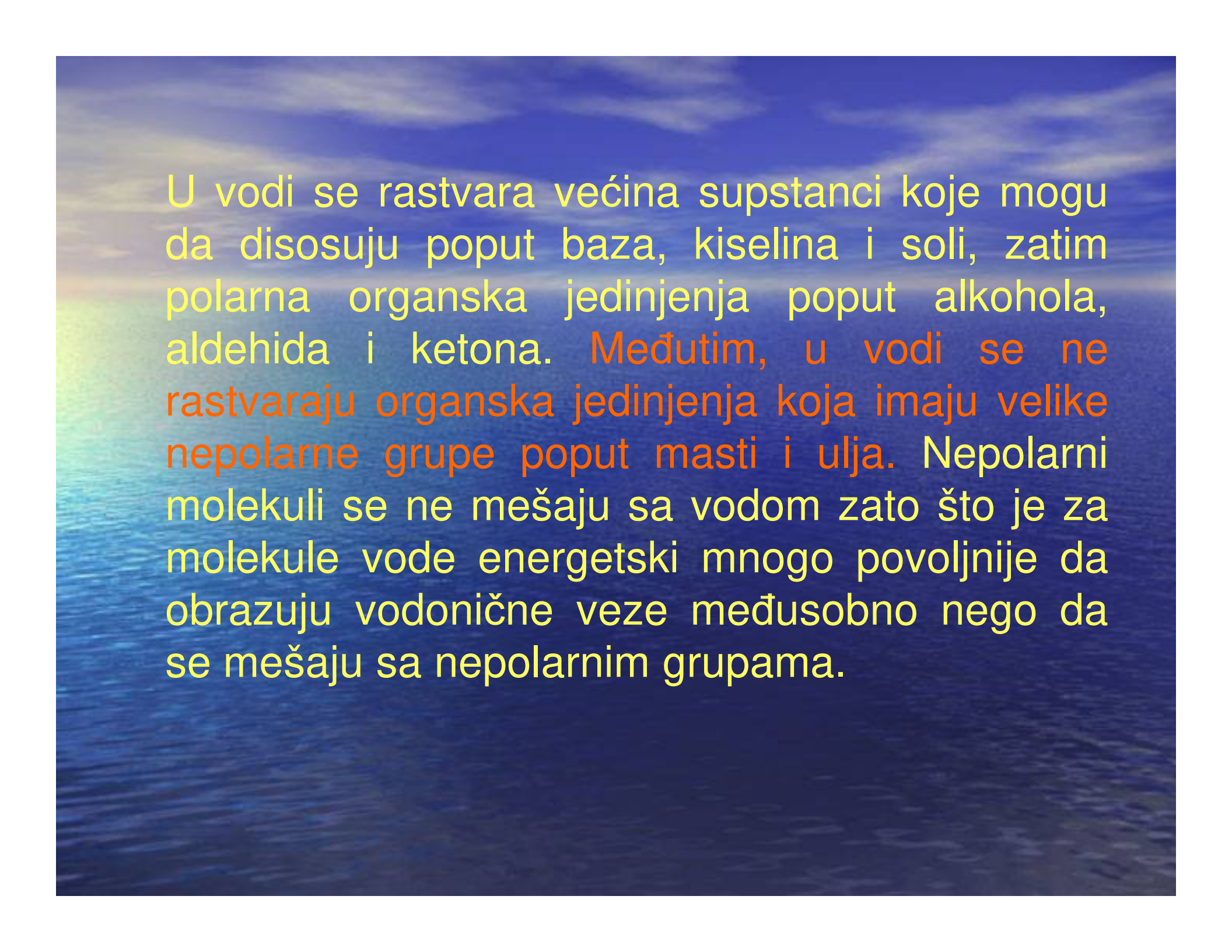
- **Ove reakcije, koje su posledica amfoterne prirode vode, su najčešće burne i egzotermne, pa se vodom ne gase požari u kojima su prisutne kiseline i baze.**

Nestišljivost

Voda je nestišljiva jer su njeni molekuli neelastični. Pomoću cevi može da se lako transportuje na veliku udaljenost i upotrebi za gašenje požara punim i raspršenim mlazom.

Voda kao rastvarač

- Zahvaljujući svojoj polarnosti voda je također odličan rastvarač. Kada se jonska ili polarna jedinjenja nađu u vodi, polarni molekuli vode se grupišu oko čestice, jona ili molekula i tako neutrališu sopstveno naelektrisanje jona ili molekula. Taj proces „rojenja“ molekula rastvarača oko rastvora naziva se solvatacija, a kada je u pitanju voda hidratacija. Pošto je molekul vode relativno mali jedan molekul rastvora okružuje ogroman broj molekula vode stvarajući oko njega hidratacionu sferu.



U vodi se rastvara većina supstanci koje mogu da disosuju poput baza, kiselina i soli, zatim polarna organska jedinjenja poput alkohola, aldehida i ketona. Međutim, u vodi se ne rastvaraju organska jedinjenja koja imaju velike nepolarne grupe poput masti i ulja. Nepolarni molekuli se ne mešaju sa vodom zato što je za molekule vode energetski mnogo povoljnije da obrazuju vodonične veze međusobno nego da se mešaju sa nepolarnim grupama.

Električne osobine

Čista voda je zapravo odličan izolator, odnosno loš provodnik, jer slabo provodi električnu struju. Međutim, pošto je izvanredan rastvarač u vodi uvek ima tragova rastvora, najčešće soli. I najmanja količina takvih primesa vodu čini provodnom jer te soli disosuju na slobodne jone koji svojim kretanjem provode električnu struju.

Poznato je da je maksimalni specifični otpor vode približno $182 \text{ k}\Omega\cdot\text{m}$ (ili $18,2 \text{ M}\Omega\cdot\text{cm}$) na $25 \text{ }^\circ\text{C}$ što se dobro slaže sa eksperimentalnim vrednostima za ultračistu vodu koja se koristi u laboratoriji ili industriji poluprovodnika. Primeše na nivou od čak $1 : 10\,000\,000$ mogu biti detektovane na osnovu porasta električne provodljivosti (pada električne otpornosti) vode.

- Voda povećava provodnost prisustvom soli, kiselina ili baza. Prilikom upotrebe vode za gašenje uređaja ili instalacija pod naponom električne energije, postoji velika verovatnoća povređivanja lica koja usmeravaju vodu ka tim uređajima, naročito ako se radi o kompaktnom mlazu. U tabeli dat je pregled provodnosti vode i nekih rastvora.
- Na opasnost od udara električne struje kod primene vode, uticaj imaju sledeći faktori: vrsta vode, vrsta i koncentracija dodataka vodi, vrsta mlaza, vrsta mlaznice i napon struje.

Pregled specifične električne provodnosti vode i nekih rastvora

Voda, odnosno rastvor	Specifična električna provodnost γ $\left[\frac{S}{m} \right]$
Hemijski čista voda	$4 \cdot 10^{-6}$
Destilovana voda	$4 \cdot 10^{-4}$
Voda za piće	0,073
Rečna voda	0,113
Morska voda	3 – 4 (3,33 Jadranska)
20 % rastvor NaCl	19,57
Voda sa 4% dodatka za stvaranje pene	0,3
Voda iz vodovoda sa 30% dodatka za stvaranje pene	3,95

- Put prelaska struje kroz telo; Električna struja kroz ljudsko telo prolazi najkraćim putem prema zemlji, a efekat zavisi od organa koji su zahvaćeni putem struje. najčešći put je:
 - ruka – ruka ili
 - ruka – noga,
 - dok je u slučaju groma put glava – noga.

Opasnosti od električne struje

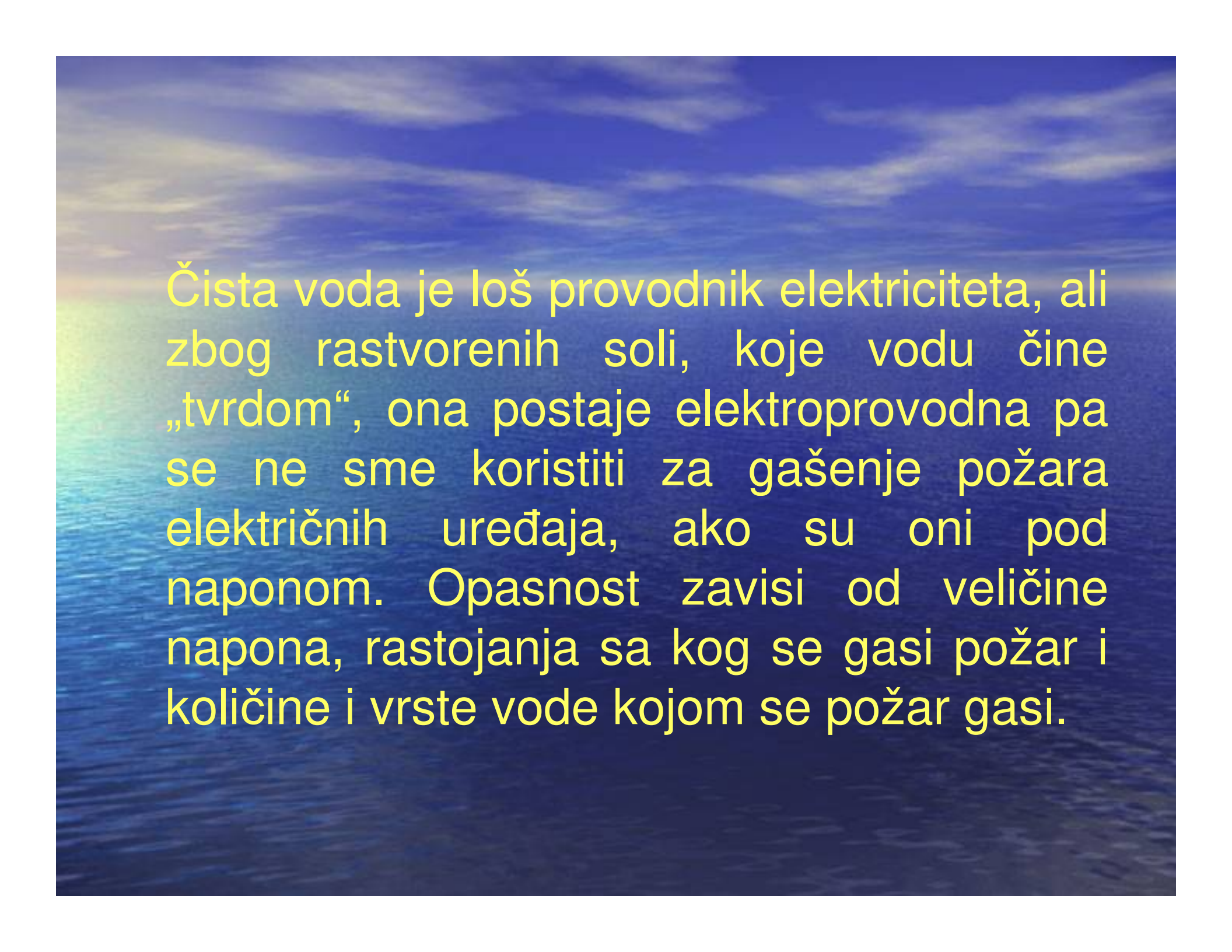
- *Procenat nesreća sa smrtnim ishodom izazvanih visokim naponom je oko 35 %, a niskim naponom samo 5 %. O efektima na čovečijem telu prouzrokovanim prolazom električne struje vršena su mnoga istraživanja. Rezultati istraživanja pokazuju da stepen opasnosti pri izlaganju čovečijeg tela električnoj struji zavise od četiri faktora:*
 - *od puta struje kojim ona protiče, odnosno od organa koji su zahvaćeni strujom,*
 - *od oblika i frekvencije struje,*
 - *od intenziteta struje i*
 - *od vremena proticanja struje.*

Znači, struja koja protiče kroz čovečije telo oštećuje organizam tako što:

- stvara duboke lokalne opekotine na koži koje sporo zarastaju,*
- uzrokuje jaku mišićnu kontrakciju,*
- oštećuje zidove krvnih sudova na mestima prolaska, pa dolazi do hemoragije (jakog izliva krvi),*
- izaziva kontrakciju srčanog mišića,*
- izaziva prestanak rada srčanog mišića i*
- oštećuje centralni nervni sistem, dovodi do prestanka disanja, hroničnih grčeva, trovanja krvi, prestanka rada bubrega zbog toksina koji se oslobađaju u oštećenim tkivima, gubitka svesti i refleks.*

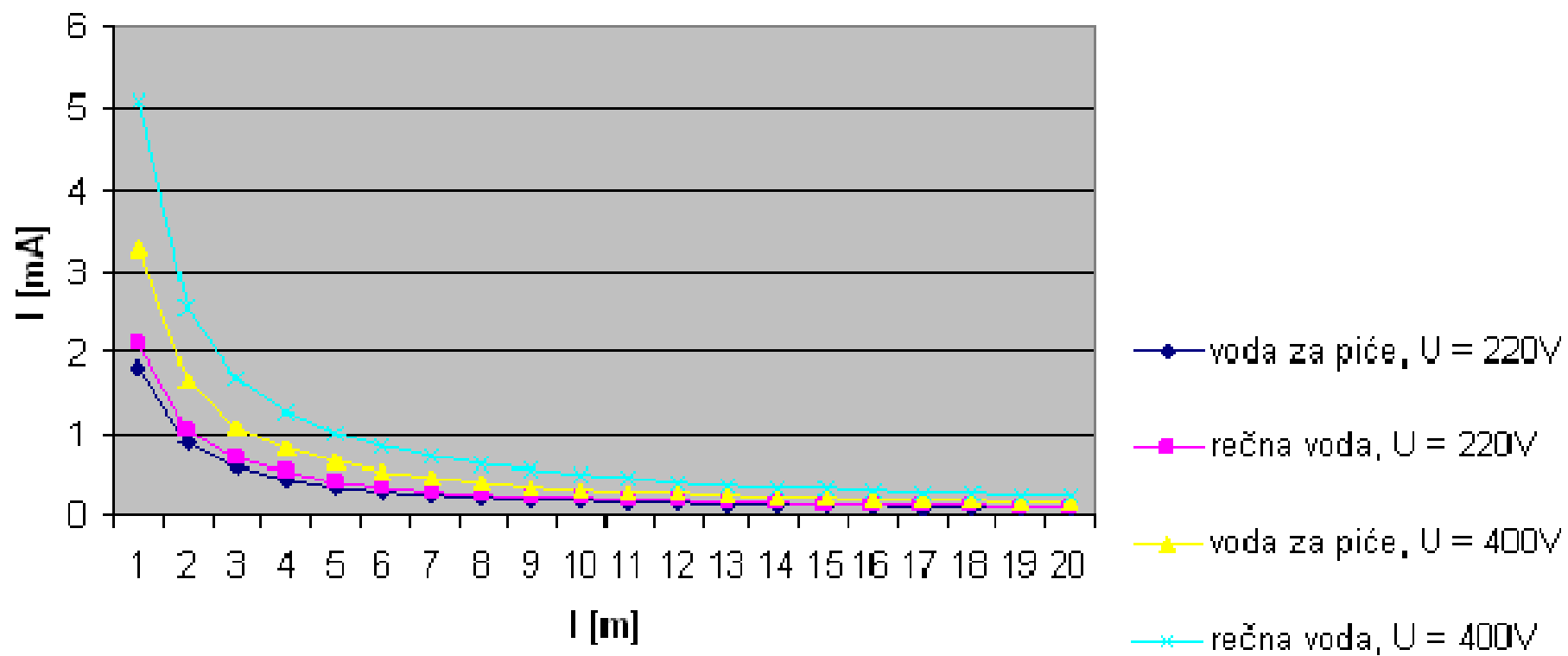
Pregled dejstva jačine električne energije na čoveka

Jačina struje [mA]	Dejstvo
0,05	bezbedno dejstvo
0,6 - 1,5	oseća se na tački dodira
6 - 12	lakša kontrakcija mišića
15	nesnosan bol
20 - 25	otežano disanje
50 - 100	smrt

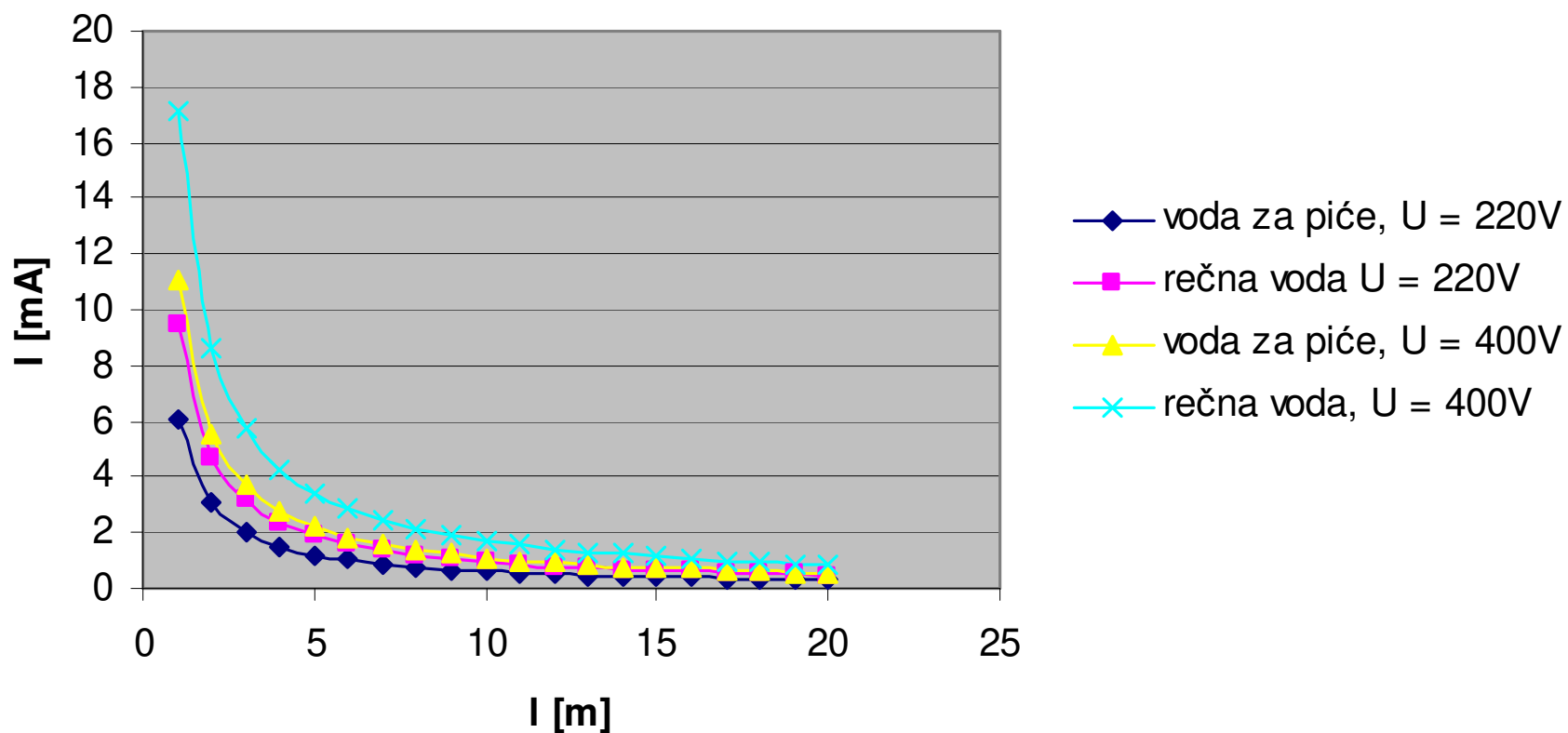


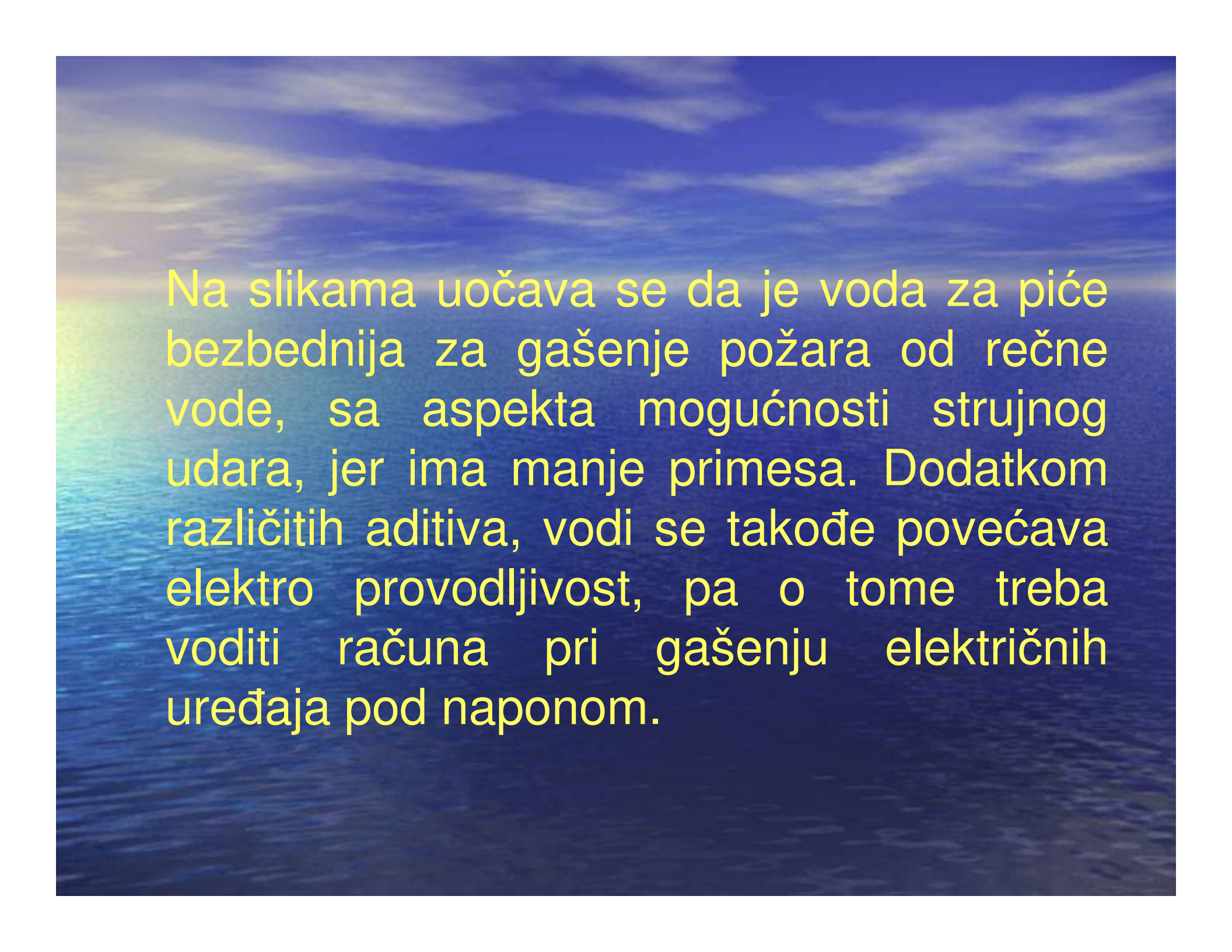
Čista voda je loš provodnik elektriciteta, ali zbog rastvorenih soli, koje vodu čine „tvrdom“, ona postaje elektroprovodna pa se ne sme koristiti za gašenje požara električnih uređaja, ako su oni pod naponom. Opasnost zavisi od veličine napona, rastojanja sa kog se gasi požar i količine i vrste vode kojom se požar gasi.

Dijagram zavisnosti jačine električne struje od dužine vodenog mlaza, vrste vode i napona (prečnika $d=12\text{ mm}$)



Dijagram zavisnosti jačine električne struje od dužine vodenog mlaza, vrste vode i napona (prečnika $d=22\text{ mm}$)





Na slikama uočava se da je voda za piće bezbednija za gašenje požara od rečne vode, sa aspekta mogućnosti strujnog udara, jer ima manje primesa. Dodatkom različitih aditiva, vodi se takođe povećava elektro provodljivost, pa o tome treba voditi računa pri gašenju električnih uređaja pod naponom.

Prilikom upotrebe vode za gašenje uređaja ili instalacija pod naponom električne energije, postoji velika verovatnoća povređivanja lica koja usmeravaju vodu ka tim uređajima, a posebno ukoliko se radi o kompaktnom mlazu. **Požari električnih uređaja niskog napona ne smeju da se gase vodom sa manje od 4 m rastojanja, a električni uređaji visokog napona sa najmanje 15 m rastojanja, uz svu dodatnu opremu za ličnu zaštitu (gumene rukavice i čizme). Ipak, najsigurnije je pri gašenju požara električnih uređaja pod visokim naponom isključiti ih iz mreže.**

Teška voda

Teška voda je prilično slobodan naziv koji se najčešće odnosi na **deuterijum oksid**, D_2O ili $2H_2O$. Njene fizičke i hemijske osobine su veoma slične osobinama lake vode, H_2O . Vodonikovi atomi u molekulu potiču od izotopa veće mase, deuterijuma, čije atomsko jezgro pored jednog protona (koji čini atomsko jezgro lakog vodonika) sadrži i jedan neutron. **Dodatni neutron udvostručuje masu jezgra što dovodi do relativno velikog izotopskog efekta što se ispoljava u promeni fizičkih i hemijskih osobina vode.**

- Teška voda se primenjuje u nuklearno - magnetnoj rezonanciji i kao moderator neutrona u nuklearnim reaktorima.

Fizička svojstva teške vode

Molarna masa	20,03 kg/kmol
Temperatura smrzavanja	276,97 K 3,82 °C
Temperatura ključanja	374,57 K 101,42 °C
Gustina na 20 °C	1105,6 kg/m ³
Temperatura maksimalne gustine	11,6 °C
Viskozitet na 0 °C	1250 10 ⁶ Pa s
Toplota topljenja	300,1 kJ/kg
Toplota isparavanja	2197,5 kJ/kg

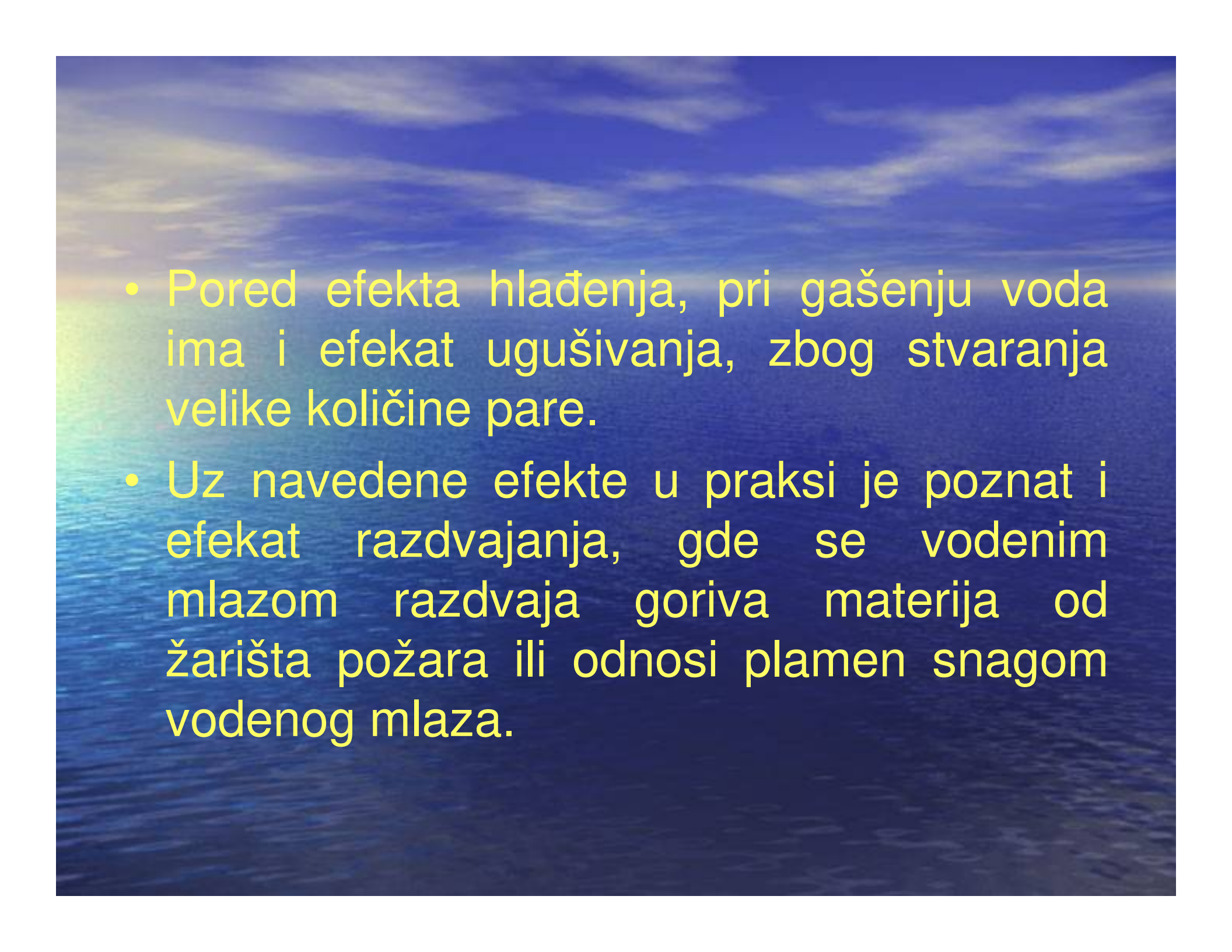
Svojstva vode koja utiču na procese gašenja požara

Osnovni efekat gašenja vodom zasniva se na hlađenju, oduzimanju toplote iz zone gorenja i gorive materije, što dovodi do snižavanja temperature gorenja do ispod temperature paljenja, čime se proces gorenja prekida. Primera radi, specifična toplota vode pri normalnom atmosferskom pritisku iznosi 4,186 kJ, što znači da bi 1 kilogram vode zagrejali za 1°C treba nam 4,186 kJ toplote, a da bi istu količinu vode pretvorili u gasovito stanje potrebno je 2257 kJ. Pored ovog osnovnog - dominirajućeg efekta gašenja za vodu je karakteristično da promenom agregatnog stanja odnosno prelaskom u vodenu paru dolazi do pojave i efekta ugušivanja (sprečavanja dotoka kiseonika u zonu gorenja), gde se uz efekat hlađenja, efektom ugušivanja vreme gašenja smanjuje. Treba napomenuti da 1 litar vode prilikom isparavanja proizvede 1700 l vodene pare.

- Najveći značaj za efekat gašenja vodom ima njena specifična toplota i latentna toplota isparavanja, što vodi daje mogućnost vezivanja velike količine toplote iz žarišta požara i gorive materije.
- Toplota isparavanja vode znatno je veća od toplote isparavanja drugih sredstva za gašenje požar.

Latentne toplote isparavanja nekih sredstava za gašenje požara

Vrsta tečnosti	Latentna toplota isparavanja na tački ključanja [kJ/kg]
Ugljendioksid CO ₂	574
Argon Ar	163
Azot N ₂	199,5
Voda	2257,39
Halon 1301	119

- 
- Pored efekta hlađenja, pri gašenju voda ima i efekat ugušivanja, zbog stvaranja velike količine pare.
 - Uz navedene efekte u praksi je poznat i efekat razdvajanja, gde se vodenim mlazom razdvaja goriva materija od žarišta požara ili odnosi plamen snagom vodenog mlaza.

Prednosti i nedostaci vode kao sredstva za gašenje požara

Voda je pogodno i efikasno sredstvo za gašenje požara čvrstih materija, a može se u posebnim slučajevima, na odgovarajući način, upotrebiti i za gašenje tečnih i gasovitih materija, kao i uređaja i postrojenja pod električnim naponom.

Voda se koristi za gašenje požara:

- tinjajućeg materijala (drvo, tekstil, slama itd.) u obliku punog ili raspršenog mlaza,
- mazuta i drugih zapaljivih derivata nafte sa temperaturom ključanja iznad 80°C u obliku raspršenog mlaza,
- električnih postrojenja, uz preduzimanje mera bezbednosti, uglavnom u obliku raspršenog mlaza ili u obliku vodene magle i
- u zatvorenim prostorijama, na primer u brodskim skladištima u obliku vodene pare ili vodene magle.

U odnosu na druga sredstva za gašenje voda ima sledeće prednosti:

- velika sposobnost hlađenja,
- široko je rasprostranjena i jeftina je,
- lako se transportuje na velike udaljenosti, a u obliku punog mlaza može da se nabaci na udaljena i teško pristupačna žarišta požara,
- hemijski je neutralna i neškodljiva i
- mehanička energija vodenog mlaza može se iskoristiti za odnošenje plamena, rušenje gorivih delova objekta, stvaranje otvora za odvođenje dima i provetravanje.

Međutim, pored navedenih dobrih osobina voda ima i niz nedostataka koji ograničavaju njenu upotrebu kao sredstva za gašenje požara i to :

- pri niskim temperaturama zbog smrzavanja otežana je njena primena,
- ne gasi požare tečnih gorivih materija koje imaju temperaturu ključanja ispod 80°C,
- šteta pričinjena vodom (zgradama, prostorijama, vrednosnim predmetima i td.) može dostići velike razmere,
- mnoge materije u kontaktu sa vodom nabubre i postaju znatno teže što može izazvati razna odronjavanja,
- dobar je provodnik električne struje,
- bez dodatnih sredstava za omekšavanje i kvašenje teško prodire u praškaste materijale (guma, mrki ugalj), bale pamuka, slame i sena,
- ne može se upotrebljavati kod požara lakih metala zbog razgradnje i pojave vodonika (u zaštiti od požara poznat pojam pojave gasa praskavca) i
- ne može da se upotrebi kod požara u kojima su prisutni materijali koji burno reaguju sa vodom, kao i kod jako toksičnih materijala.

Efikasnost vode pri gašenju požara

Efikasnost vode za potrebe gašenja zavisi od:

- veličine kapljice,
- intenziteta dotoka vode pri gašenju,
- prirode gorivih materija u požaru i
- uticaja dodataka - aditiva u vodi.

Veličina kapljice

- Veličina kapljice ima bitan uticaj na efikasnost gašenja. Voda razbijena na kapljice ima veću površinu za razmenu toplote u odnosu na vodu u mlazu, pa je hlađenje brže i efikasnije. Jedan litar vode u kapljicama vodene magle ima veću površinu za oko 125 puta, te će za isto vreme vezivati 125 puta veću količinu toplote, zanemarujući daleko veće rasipanje vode bačene u obliku kompaktnog mlaza.
- Eksperimentalno i teoretskim ispitivanjima došlo se do zaključka, da se, najbolji efekat postiže u slučaju disperzije u kojoj je prečnik kapljice 0,35 mm.

Intenzitet dotoka vode pri gašenju

- Intenzitet dotoka vode pri gašenju je bitan faktor uspešnog gašenja. Da bi se požar uspešno gasio vodom, u zonu sagorevanja potrebno je uvesti potrebnu količinu vode u jedinici vremena na određenu površinu požara. U skladu sa ruskim normativima, potreban intenzitet dotoka vode u zavisnosti od gorive materije kreće se od 0,08 do 1 l/m²s.

Priroda gorivih materija u požaru

- U požarima se susrećemo sa relativno nepoznatom gorivom materijom (sastav, oblik, fizičko-hemijske karakteristike i drugo) te je za proces prekida gorenja bitno izabrati odgovarajuće sredstvo. Svakako da je voda zbog velikog efekta hlađenja najpovoljnija za gašenje požara čvrstih gorivih materija, ali da se pravilnim načinom i taktikom može upotrebiti i za gašenje nekih požara drugih zapaljivih materija.
- Mnogi materijali i predmeti su osetljivi na vodu što može usloviti promenu njihovog sastava i kvaliteta i dovesti do rastvaranja i neupotrebljivosti. Posebno su opasne štete uzrokovane vodom u muzejima, umetničkim galerijama i zbirkama, arhivima, bibliotekama, naučnim institutima, elektronskim postrojenjima i slično, te iz tog razloga za te sredine treba odabrati povoljnije sredstvo.

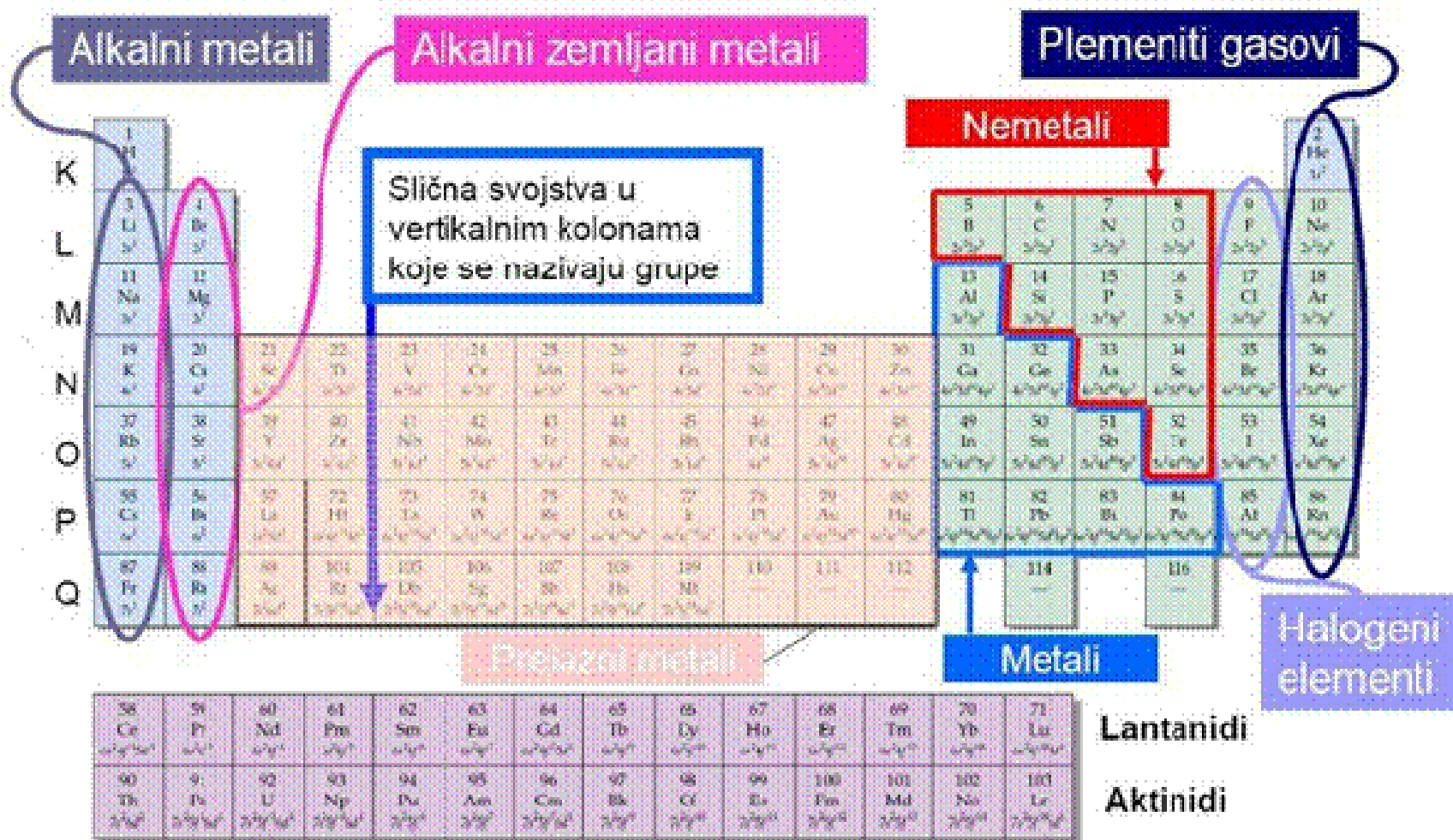
Zbog fizičko - hemijskih karakteristika, kod nekih požara vodu ne treba koristiti, ne samo zato što voda ne bi imala efekat gašenja već i zbog velikih opasnosti koje mogu da nastupe. Voda kao sredstvo gašenja nije upotrebljiva kod:

- požara nekih metala,
- požara dimnjaka, i
- požara hemikalija koje reaguju sa vodom.

Požari u kojima gori metal

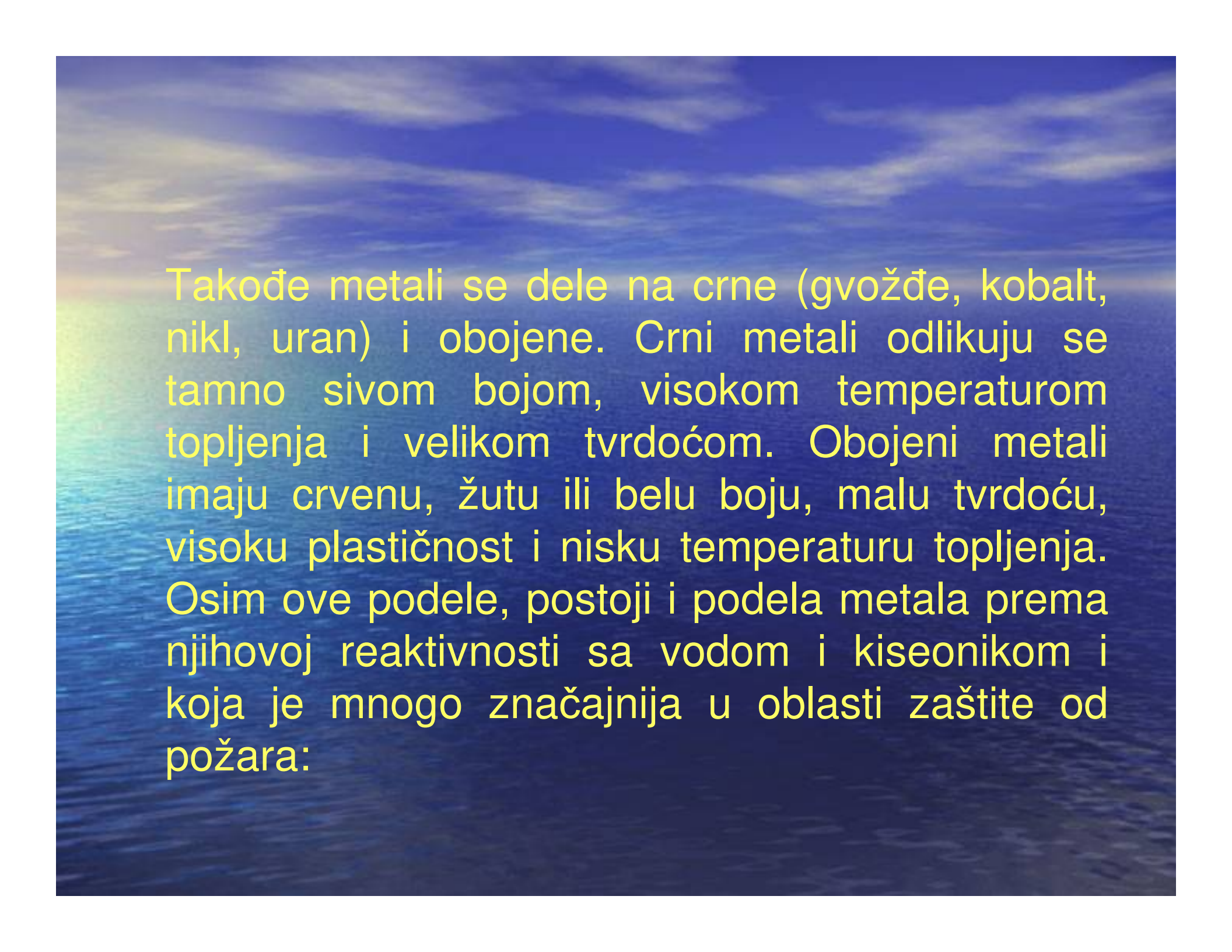
- Metali su hemijski elementi koji se u tablici periodnog sistema nalaze uglavnom na levoj strani, I i II grupu, sem vodonika, zauzimaju metali. Elementi treće grupe, sa izuzetkom bora, su takođe metali. Metali se nalaze i u IV, V, VI, VII i VIII grupi. Prelaz od nemetala ka metalima nije oštar i njega čine elementi: bor, silicijum, arsen, selen, telur i astat (neki autori u ovu grupu ubrajaju i germanijum, antimon i polonijum). Ove elemente neki hemičari svrstavaju u **metaloide**, dok ih drugi, ipak, svrstavaju u metale [11].
- **Zajedničke osobine svih metala su čvrsta, kristalna struktura (osim žive), metalni sjaj, električna provodnost i njihova kovnost.**

Metali u periodnom sistemu elemenata



- Metalna veza može da bude različite jačine (slaba i jaka) usled čega temperature topljenja metala mogu da budu različite. Metali sa temperaturom topljenja iznad $1000\text{ }^{\circ}\text{C}$ nazivaju se teško topivim metalima, a oni sa nižom, lako topivim.
- U zavisnosti od gustine dele se na teške i lake. I u ovoj podeli u literaturi, negde je granica između lakih i teških 5000 kg/m^3 [11], negde 3800 kg/m^3 [7], a negde 2700 kg/m^3 [3].

- Prema obliku nalaženja u prirodi dele se na: plemenite (bakar, srebro i zlato) jer se u prirodi nalaze u elementarnom obliku i alkalne i zemnoalkalne metale. **Alkalni** metali se u prirodi nalaze u obliku: silikata, halogenida, nitrata, sulfata i prisutni su uglavnom u **vodama**, osim silikata, koji su prisutni i u litosferi. **Zemno alkalni** metali uglavnom se nalaze u obliku silikata, sulfata i karbonata i prisutni su u **litosferi**.



Takođe metali se dele na crne (gvožđe, kobalt, nikel, uran) i obojene. Crni metali odlikuju se tamno sivom bojom, visokom temperaturom topljenja i velikom tvrdoćom. Obojeni metali imaju crvenu, žutu ili belu boju, malu tvrdoću, visoku plastičnost i nisku temperaturu topljenja. Osim ove podele, postoji i podela metala prema njihovoj reaktivnosti sa vodom i kiseonikom i koja je mnogo značajnija u oblasti zaštite od požara:

Prema reaktivnosti sa vodom mogu da budu:

- Reaktivni, kada daju hidrokside i oslobađaju vodonik. Među njima razlikujemo:
 - izuzetno reaktivne koji reaguju i sa hladnom vodom i
 - manje reaktivne koji reaguju sa toplom vodom i vodenom parom i
- Nereaktivne.

U reakciji sa kiseonikom mogu da budu:

- Reaktivni, kada daju okside i mogu da sagorevaju i
- Nereaktivni koji ne reaguju sa kiseonikom. Ovde spadaju samo: živa, zlato i platina.

- Kod požara lakih metala temperatura sagorevanja kreće se od 2000 °C do 3000 °C, pri čemu dolazi do termičke disocijacije vode (2 dela vodonika i 1 deo kiseonika sa pojavom eksplozije).



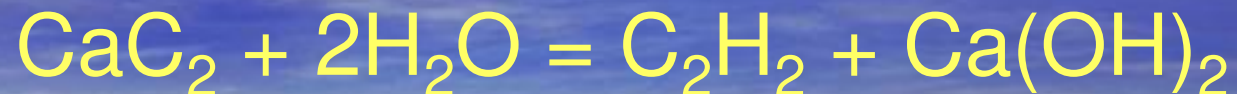
- Iz ovog razloga zabranjena je upotreba vode pri gašenju požara gorivih materija čija je temperatura gorenja veća od 2000 °C.

Požari u kojima gori dimnjak

- Kod požara dimnjaka, u unutrašnjosti se stvara visoka temperatura od 1000 °C, a upotrebom vode za gašenje može da dođe, s jedne strane do stvaranja nadpritiska koji razara dimnjak usled stvaranja i zagrevanja vodene pare i sa druge strane iznenadnog hlađenja zidova dimnjaka vodom, što za posledicu ima pucanje dimnjaka.

- Postoji čitav niz hemikalija koje u dodiru sa vodom burno reaguju (prskaju, eksplodiraju ili se pale). Ove materije pripadaju klasama 4.2 i 4.3. prema ADR propisima. Pre svega ovde pripadaju jedinjenja: natrijuma, kalijuma, kalcijuma, aluminijuma, kalcijuma i td.
- Razlikuju se dve grupe ovih materija:
 1. Materije koje reaguju sa vodom uz oslobađanje toplote kao negašen kreč (CaO) koji reaguje sa vodom egzotermno pri čemu se razvija temperatura do 400 °C (teoretski 730 °C):
$$\text{CaO} + \text{H}_2\text{O} = \text{Ca(OH)}_2 + \text{toplota}$$
- Ako negašeni kreč poprskamo vodom doći će do burne reakcije i isparavanja i prskanja zagrejjane mase svuda okolo što može dovesti do opekotina i povreda, a naročito su u opasnosti oči (odmah pažljivo isprati oči vodom i zatražiti lekarsku pomoć).

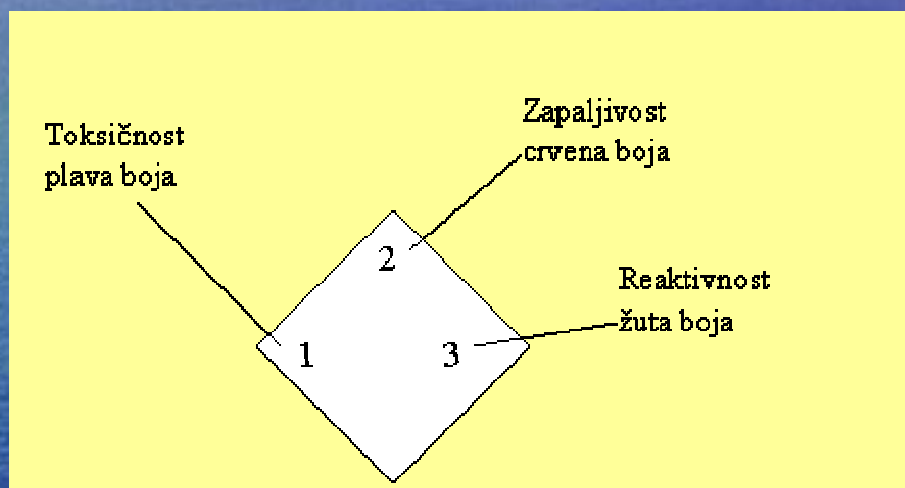
2. Materije koje se u dodiru sa vodom razlažu na zapaljive gasove kao kalcijumkarbid:



Stepen opasnosti materijala označava se grafički i to u pogledu:

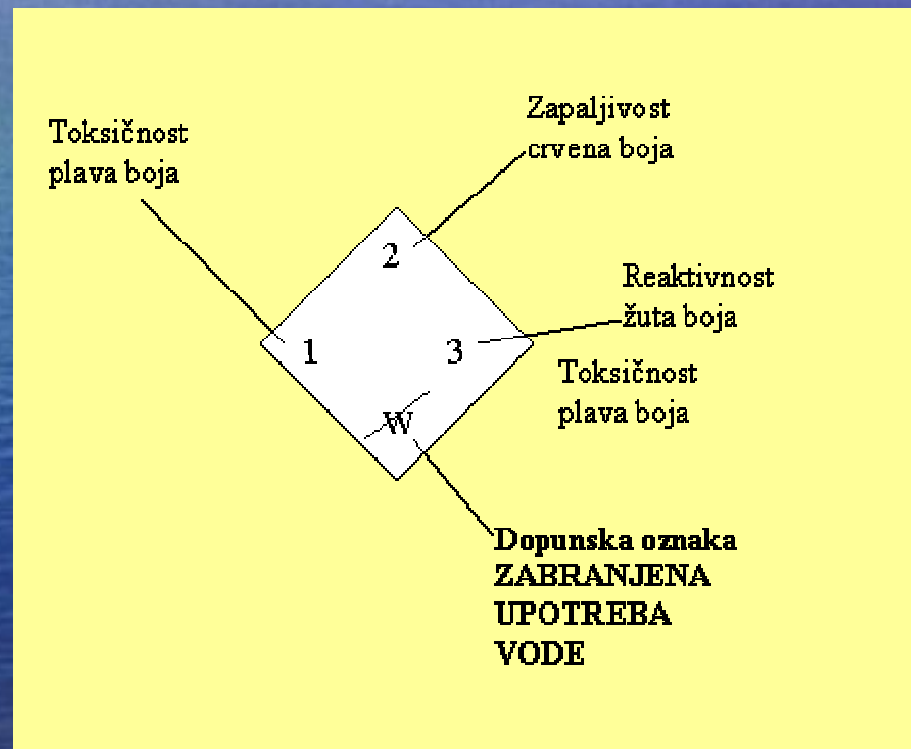
- opasnosti u požaru,
- toksičnosti i
- reaktivnosti.

Označavanje opasnih materija



Brojčane oznake su od 0 do 4,
0 znači da nema opasnosti, dok 4 znači maksimalnu opasnost.
Kod označavanja može da stoji i dopunska oznaka kao na slici i predstavlja da je
zabranjena upotreba vode.

Označavanje materija koje burno reaguju sa vodom



Voda kao sredstvo gašenja požara Klase B

Gašenje gorivih tečnosti (Klasa B) vodom moguće je ako:

- goriva tečnost ima tačku paljenja iznad 80 °C,
 - goriva tečnost može da se meša sa vodom i tako razređuje čime se hladi i
 - goriva tečnost ima veću gustinu od vode, pa može da bude prekrivena vodom.
- Male količine gorivih tečnosti koje nemaju navedene osobine, kao na primer benzin, mogu da se gase hlađenjem plamena uz pomoć raspršenog mlaza.
 - Kod gašenja gorivih tečnosti vodom može da dođe i do takozvane "eksplozije masti" i prelivanja i isticanja iz posude.

Voda kao sredstvo gašenja požara Klase C

Gašenje požara Klase C moguće je ako gas dotiče uz relativno mali pritisak i to:

- punim mlazom pri čemu se preseca plamen i
- raspršenim mlazom pri čemu se požar gasi hlađenjem.

Voda kao sredstvo gašenja požara prašina

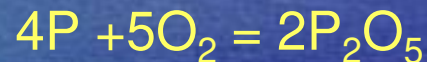
- Čvrste materije u raznim tehnološkim procesima mogu da se nađu u obliku prašine i kao takve predstavljaju specifičnu opasnost zbog sklonosti ka eksplozijama. Prašine se po svojim osobinama znatno razlikuju od materija u kompaktnom obliku zbog visoke reakcione mogućnosti, uslovljene ukupnom površinom svih reagujućih čestica prašine, sklonosti ka kovitlanju i smanjenju sposobnosti provođenja toplote.
- Zabranjena je upotreba punog mlaza vode zbog kovitlanja prašine, može da se koristi samo raspršeni mlaz koji će ugasiti tinjajuću prašinu, a sa druge strane pokvasiće ostatak prašine i tako će da spreči njeno kovitlanje.

Voda kao sredstvo gašenja velikih požara sa žarom u zatvorenim prostorijama

- Kod velikih požara sa žarom u zatvorenim prostorijama, naročito podrumima, upotrebom vode stvoriće se velika količina vodene pare koja može da povredi vatrogasce i druga lica koja se nađu u tom prostoru. Toplotno zračenje u ovim uslovima je veoma jako što može da izazove toplotne udare kod ljudi.
- Ukoliko se gasi koks ili mrki ugalj, postoji i opasnost trovanja ugljenmonoksidom.

Voda kao sredstvo gašenja požara fosfora

Kada govorimo o požarima fosfora, u suštini mislimo na samozapaljivost belog fosfora. Beli fosfor gori svetlo žutim plamenom i oslobađa gust dim jako hidroskopnog fosforpentoksida.



Beli fosfor se čuva bez prisustva vazduha, na temperaturi ispod nule. Fosfor može privremeno da se ugasi upotrebom vode, ali čim voda otekne ili ispari dolazi do ponovnog paljenja.

- Kod gašenja vodom postoje opasnosti:
 - da se fosfor „oduva“ na nepregledna i nepristupačna mesta i da se ponovo upali i
 - da se komadići fosfora, pod uticajem vode, rasprskavaju što može uzrokovati nove požare i povređivanje ljudstva.

Zbog navedenih uslova, vodu bi trebalo upotrebiti samo radi spasavanja ljudi ili za sprečavanje širenja požara, a kao sredstvo gašenja upotrebiti pesak ili zemlju i to prekrivanjem.

Potrebno je znati da delići fosfora izazivaju opasne opekotine na koži i potrebno je povređena mesta na koži isprati vodom i istljati sapunom, a zatim ozleđena mesta potopiti sa 5% rastvorom natrijumbikarbonata.

Voda kao sredstvo gašenja kod vodoapsorbirajućih materija

Određene materije upijaju vodu, a da pri tom znatno ne povećavaju zapreminu i kao takve, zbog povećane mase mogu uzrokovati obrušavanja i rušenje zgrada ili drugih objekata (brodovi, silosi, magacini i sl). Prilikom gašenja, potrebno je obezbediti da voda otiče van zahvaćenog prostora.

Upotreba vode kod požara lagerovanih veštačkih đubriva

Pojedina veštačka đubriva (azotna đubriva, amonijumova šalitra) u slučajevima požara mogu biti veoma opasna jer se na temperaturi od oko 130 ° C razlažu i otpuštaju velike količine otrovnih azotnih gasova. Sa aspekta gašenja požara povoljno je što je za gašenje potrebna mala količina vode, jer se sva đubriva lako gase vodom, ali ovlažena đubriva postaju neupotrebljiva zbog stvaranja grudvi. Takođe krečna đubriva ne smeju nikako da dođu u dodir sa vodom zbog negašenog kreča koji sadrže.

Upotreba vode kod hemijskih udesa

Prilikom hemijskih udesa, treba se postarati da ljudi i životinje ne dođu u dodir sa tim opasnim materijama, da se spreči dalje razlivanje, ograđivanjem peskom ili zemljom. Voda se ne sipa u kiseline i baze zbog opasnosti od velikog zagrevanja sa trenutnim ključanjem i prskanjem okolo, što je naročito izraženo kod koncentrovanih kiselina. Ukoliko nema mogućnosti za brzu neutralizaciju potrebno je izvršiti razređivanje raspršenim mlazom uz preduzimanje mera bezbednosti (otporne gumene čizme, rukavice, zaštitne maske sa naočarima da bi se zaštitile oči, i aparati za disanje u slučaju pojave otrovnih isparenja).

Voda se ne koristi kod gašenja požara u kojima ima toksičnih hemikalija (npr. pesticida) gde može da dođe do oticanja kontaminirane vode što uzrokuje zagađenje voda i zemljišta.

Uticaj dodataka, aditiva

- Prirodna voda ima ograničenja u primeni zbog: zamrzavanja, kapilarnosti i otpora u cevovodima.
- Vodi se dodaju aditivi, hemijska sredstva koja poboljšavaju njene osobine. Aditivi u vodi mogu da budu u obliku:

- Rastvora;

- Rastvori su smeše najmanje dve tečnosti koji u svim svojim delovima imaju iste fizičke i hemijske osobine.

- Emulzija

- Emulzije su mešavine najmanje dve tečnosti koje se ne rastvaraju jedna u drugoj niti se hemijski jedine, nego se sitne kapljice jedne raspršuju u drugoj.

i

- suspenzija.

- Suspenzije su disperzije čvrstih materija u vodi ili nekoj drugoj tečnosti. Dobijaju se mešanjem. Prema veličini čvrstih čestica u smesi, dele se na grube (prečnik čestica $100\ \mu\text{m}$) i fine (prečnik manji od $50\ \mu\text{m}$).

- Zamrzavanje vode uspešno se sprečava dodavanjem antifriz sredstava, najčešće soli K_2SO_3 , $MgCl_2$, $CaCl_2$ i glikola $HOCH_2CH_2OH$. Pri dodavanju glikola treba obratiti pažnju da se ne napravi zapaljiva smeša zbog zapaljivosti glikola. Na ovaj način temperatura mržnjenja se u zavisnosti od vrste i količine antifriza može da snizi i do $-50\text{ }^{\circ}\text{C}$.
- Voda ima sposobnost prodiranja, kvašenja, prolaza kroz sitne pore materijala. Kod gašenja požara materijala kao što su lan ili pamuk koji su skladišteni u balama ni kod kojih je požar nastao usled samopaljenja u jezgru, voda ima nedovoljnu moć kvašenja. Zato se vodi dodaju sapuni pri čemu se dobija „mokra“ voda sa velikom sposobnošću kvašenja. Na ovaj način smanjuje se i količina vode za gašenje požara za $1/3$.

- Kretanjem vode kroz cevi i instalaciju usled trenja dolazi do pada pritiska i manjeg dometa mlaza. Dodavanjem polimera dobija se „klizava voda“, kojom se smanjuje trenje u crevima do 70%, smanjuju se otpori i pad pritiska a istovremeno se povećava domet mlaza i pumpom iste snage izbacuje se veća količina vode. Polimeri se dodaju vodi u količini od 0,02 do 0,04 %.
- Pri gašenju šumskih požara kao aditiv vodi se dodaje karboksimetilceluloza, koja povećava viskoznost vodi jer bubri, pa se voda zadržava i lepi po gorivoj materiji.

- Sprečavanje - smanjenje korozije metalnih posuda ili rezervoara, koji nisu zaštićeni od korozije postiže se dodavanjem vodi inhibitora korozije. Ovi inhibitori mogu biti: neorganski i organski.
- Dodaci za konzerviranje sprečavaju nastanak bakterija, truleži i plesni zbog dužeg stajanja vode u rezervoarima. Za konzervaciju čiste vode koristi se natrijumova so rastvorena u vodi u količini od 0,01-0,05 %.

Načini primene vode kao sredstva za gašenje požara

- Voda se kao sredstvo za gašenje može upotrebiti u više oblika. U početku, voda se pomoću krčaga i kanti bacala na vatru. Početkom 16. veka pronalaskom šmrkova, 1672. godine pronalaskom vatrogasnih creva voda se u obliku kompaktnog mlaza mogla doprema do mesta požara. U 19. veku došlo se do zaključka da je raspršeni mlaz vode dosta efikasniji za gašenje požara, tako da su sada u upotrebi tri načina:
 - pun (kompaktan) mlaz,
 - raspršeni mlaz i
 - vodena magla (magličasti mlaz).

Pun mlaz

karakteriše neprekidno, kompaktno i brzo strujanje vode, što obezbeđuje odgovarajući domet i mehanički udar.

- Koristi se kada vodu treba dobaciti na veću udaljenost, s obzirom da vatrogasci zbog jakog zračenja, odrona i sličnog ne mogu da priđu blizu požara ili kada je potrebno mehaničko dejstvo mlaza. Domet mlaza zavisi od pritiska vode u potisnim crevima. Prilikom upotrebe većih pritisaka vode potrebno je obratiti pažnju na povratno dejstvo mlaza, koje uz zavisnost od prečnika usnika mlaznice (od 4 do 22 mm) i ostvarenog pritiska (od 3 do 10 bara) može da iznosi i 730 N, što u uslovima naglih i iznenadnih oscilacija pritiska može da prouzrokuje povređivanja.

Raspršeni mlaz

- je mlaz kod koga je srednja veličina prečnika kapi vode između 0,5 mm i 1,5 mm čime se omogućuje veći efekat hlađenja, jer sitne kapi brže isparavaju, uz manji utrošak vode.



Univerzalne mlaznica za kompaktni mlaz i raspršeni mlaz

Vodena magla ili magličasti mlaz

- se dobija u specijalnim mlaznicama, gde je voda pod dejstvom visokog pritiska od 30 do 40 bara. Tako se na izlazu iz mlaznice dobijaju veoma sitne kapljice oko 0,05 mm, čime se obezbeđuje još veći efekat hlađenja uz veoma male ili pak nikakve štete, sa izuzetno malim utroškom vode. Nedostatak ovog mlaza je mali domet i činjenica da vatrogasci ukoliko nisu adekvatno opremljeni mogu da zadobiju opekotine na koži zbog brzog isparavanja vodene magle ako se nalaze na ulazu prostorije u kojoj gase požar u poodmakloj fazi gde su temperature gasova vrlo visoke. Međutim razvojem tehnike i zaštitne opreme ovaj mlaz nalazi sve veću primenu u gašenju požara kako u zatvorenim prostorima tako i u otvorenim (transformatorska postrojenja), uz napomenu da je kod lica - vatrogasaca teško razbiti psihološki efekat straha prilaska žarištu požara, jer je primera radi kompaktni mlaz neuporedivo bezbedniji, ali istovremeno i mnogo neefikasniji jer se samo jedan mali deo bačene vode iskoristi za hlađenje odnosno za odvođenje toplote, dok veći deo vode se slije i čini štetu zgradama, stvarima i opremi koja nije zahvaćena požarom.



Mlaznica za raspršeni mlaz i vodenu maglu (monsun mlaznica)

Vodena para kao sredstvo za gašenje

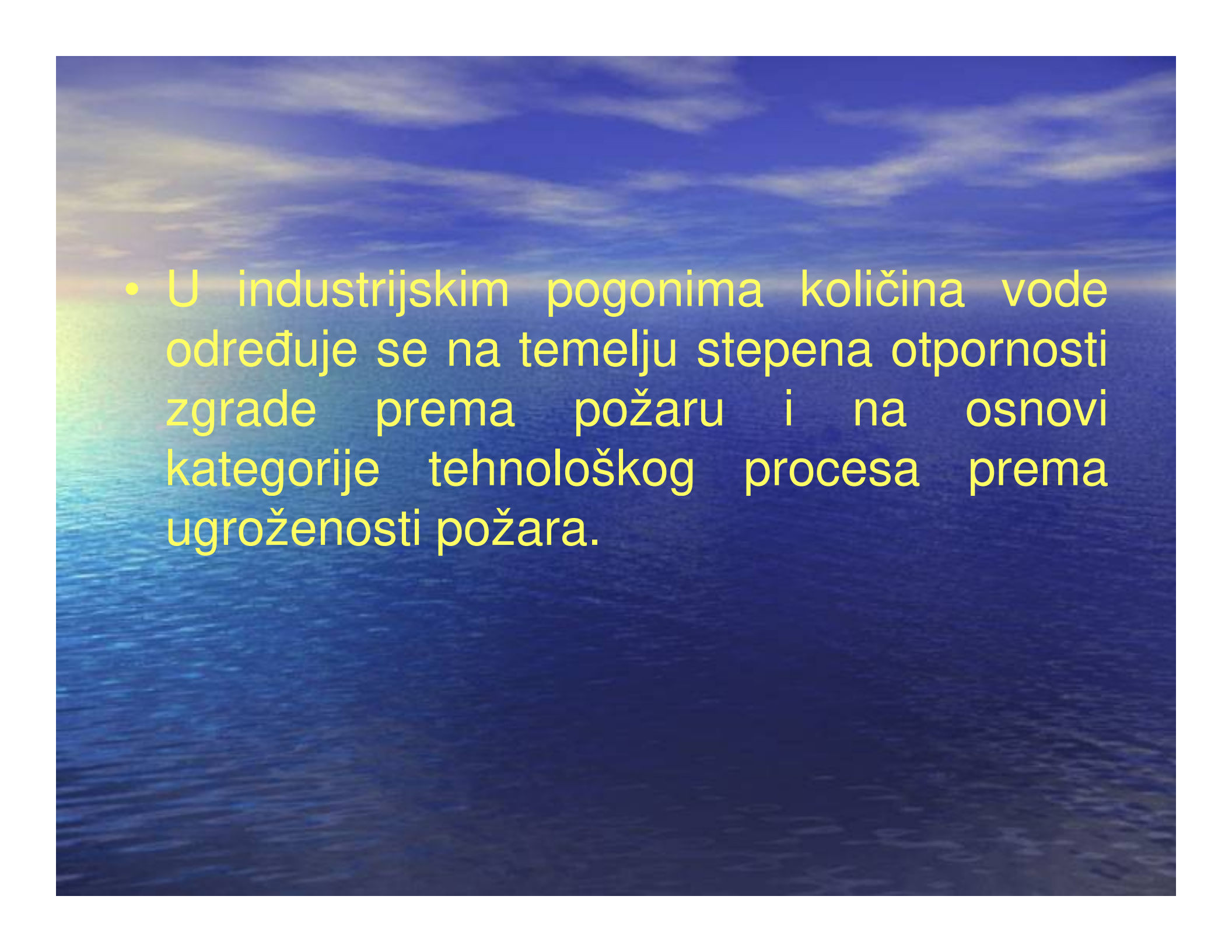
- Za gašenje požara efektom ugušivanja - podefekt razređivanja, u zatvorenim prostorima, koristi se i vodena para. Efekat gašenja vodenom parom zasniva se na smanjenju postotka kiseonika u vazduhu koji ulazi u zonu gorenja, na način koji je sličan gašenju ugljendioksidom. Za uspešno gašenje potrebno je stvoriti koncentraciju vodene pare u vazduhu od 35 %.

- Vodena para se proizvodi u parnom kotlu (generatoru pare), fizičkim procesom, pri kome se voda zagrijavanjem, prevodi iz tečnog stanja u parno stanje. U primeni su sledeće vrste vodene pare.
 - mokra para,
 - suvozasićena para i
 - pregrijana para.

- Mokra para je para čija je temperatura jednaka temperaturi tečnosti, odnosno zasićenja. To je para koja sadrži sitne kapljice vode.
- Suvozasićena para je ona u kojoj ispari i poslednja kap vode, a ona još ima temperaturu zasićenja.
- Pregrijana para je para čija je temperatura iznad temperature zasićenja.
- U praksi se najčešće upotrebljava pregrijana vodena para i to za gašenje požara u objektima koji raspolažu velikim rezervama pare i onda kada tehnološki postupak to omogućuje.

Snabdevanje vodom za gašenje požara

- Uspešno gašenje požara i operativna zaštita od požara urbanih sredina, industrijskih objekata i postrojenja zavisi o toga kako je rešeno snabdevanje vodom za gašenje požara. Potrebne količine vode za gašenje požara određuju se na osnovu požarnog opterećenja, vrste i namene objekta i predviđenih mobilnih i stacionarnih sistema za gašenje požara. Način proračuna potrebne količine vode za gašenje požara različit je u pojedinim zemljama sveta. Kod nas se snabdevanje vodom proračunava na osnovu svetski priznatih standarda i metoda. Količina vode za gašenje požara za naseljena mesta proračunava se na temelju broja stanovnika i statistički utvrđenog broja istovremenih požara u tri uzastopna sata.

- 
- U industrijskim pogonima količina vode određuje se na temelju stepena otpornosti zgrade prema požaru i na osnovi kategorije tehnološkog procesa prema ugroženosti požara.

- Da bi se obezbedile dovoljne količine vode za gašenje požara treba preduzeti sve neophodne mere i ispitati sve mogućnosti kako bi se voda osigurala u dovoljnim količinama. Tako izabrani postupak snabdevanja obezbeđuje dovoljne količine vode bez obzira na doba dana i godišnje doba.
- Snabdevanje uređaja za gašenje požara vodom obavlja se iz površinskih vodenih tokova (reke, kanali), iz prirodnih površinskih akumulacija (jezera, mora), iz podzemnih akumulacija (bunari) i iz veštačkih akumulacija (otvoreni bazeni, nadzemni i podzemni bazeni i rezervoari).

- Na vodu iz gradskog vodovoda ne sme da se računa kao na sigurnu vodu, jer su česte pojave smanjenja pritiska u određenim periodima dana i godišnjih doba kada je povećana potražnja za vodom.
- Voda iz reka i jezera se pumpnim postrojenjima potiskuje do hidrantske mreže. Za pokretanje pumpnih agregata, pored električne energije, radi sigurnosti, treba predvideti i dizel agregate. Pomoću specijalnih releja obezbeđuje se da dizel agregat za desetinu sekundi po nestanku električne energije, stupi u dejstvo. Na ovaj način obezbeđuje se siguran dotok vode i u slučaju nestanka struje.

Umesto zaključka – Voda kao osnovni element opstanka života na Zemlji

- Danas je reč globalizacija prisutna skoro u svim aspektima čovekovog života. Ovde će sa aspekta zaštite biti reči o globalnoj ugroženosti. Globalna ugroženost je stanje u kojem su istovremeno ugroženi planeta Zemlja i svaki njen dio. Ona nastaje pojavom globalnih izvora ugrožavanja. Globalna ugroženost može da bude u obliku realne pretnje ili kao realno stanje. Globalni izvori prirodnog porekla postoje oduvek (prirodne sile, svemirska tela...). Globalni izvori ljudskog, antropogenog porekla javili su se sredinom 20. veka, kada je čovjek ovladao nuklearnom energijom i počeo da proizvodi atomsko oružje. Od tada do danas, stvoreno je više drugih izvora globalnog ugrožavanja: hemijskog, biološkog, biohemijskog, genetskog, tehnološkog...

- Voda, pored toga što predstavlja jedan od osnovnih uslova života, ima i važnu ulogu u zaštiti i sigurnosti. Ona svojim prirodnim svojstvima, dinamikom kretanja (strujanje, plima i oseka, talasi...) i delovanjem živih organizama, pročišćava veliki deo zagađenih voda, zemljišta i vazduha i time omogućava održanje ravnoteže u ekosistema. Voda se koristi i kao važno sredstvo u zaštiti od različitih vrsta ugrožavanja, kao što su **zaštita od požara**, sprečavanje suše, dekontaminacija ljudi i zatrovanih područja, zaštita bilja... U nekim slučajevima tako primenjena voda ulazi u zemljište i dospeva u podzemne vode i vodotoke i zagađuje ih.

Sigurnosni aspekti vode obuhvataju:

- vodu kao prirodni, egzistencijalni ambijent živoga sveta,
- vodu kao građu živih organizama,
- vodu kao sredstvo održanja života (voda za piće i hranu),
- vodu kao sredstvo za održavanje higijene i zdravlja,
- vodu kao sredstvo za zadovoljavanje kulturnih potreba (za sport, zabavu, odmor, ukrašavanje životnog ambijenta...),
- vodu kao komunalnu potrebu,
- vodu kao sredstvo za različite namene u proizvodnji, građevinarstvu, saobraćaju,
- **vodu kao sredstvo za gašenje požara i dekontaminaciju i**
- vodu za naučno istraživačke potrebe.

Antropogene katastrofe

- Skup najučestalih i najpogubnih antropogenih katastrofa sačinjavaju: požari i eksplozije, industrijske i saobraćajne nesreće, trovanja, kvarovi nuklearnih reaktora i zagađivanje čovečije okoline.
- Posledice antropogenih katastrofa po svojim obeležjima mogu biti identične ili vrlo slične prirodnim i biološkim nesrećama.

Utjecaj katastrofa na vodu

- Katastrofe dovode do brojnih negativnih posljedica koje zavise od više različitih međusobno povezanih činioca: vrste katastrofa, stepena iznenađenja (učestalosti, lokace i prostorne proširenosti, brzine razvoja), mogućnosti predviđanja i preduzimanja efikasnih mera zaštite i spremnosti društvene zajednice za rad u vanrednim situacama.
- Katastrofe imaju svoje opšte i specifične posljedice na vodu. Detaljno poznavanje svih mogućih opštih i specifičnih posljedica katastrofa na vodu preduvslov je uspešne organizacije zaštite voda od katastrofa.

Opšta obeležja katastrofa

U opšta obeležja katastrofa se ubrajaju:

- iznenadni nastanak,
- potpuna nepredvidljivost, otežano ili nepouzđano prognoziranje,
- zahvaćanje relativno ograničenog područja,
- intenzivno i po pravilu kratko trajanje,
- ogromna materijalna razaranja,
- pogoršani uslovi života,
- dugotrajnost posledica,
- pojava ljudskih žrtava,
- izloženost dodatnim psihofizičkim opterećenjima i stresnim poremećajima,
- opšta kriza na pogođenom prostoru i
- potreba organizovanja i angažovanja dopunskih snaga društva na sanaciji posledica katastrofe i **snabdevanje vodom**.

Specifična obelježja katastrofa

- Svaka pojedina katastrofa na vrlo različit način, s različitim intenzitetom i trajanjem štetnih posljedica, neposredno ili posredno djeluje na vodu. Katastrofe delomično ili potpuno, privremeno ili trajno **ugrožavaju kontinuitet snabdevanja stanovništva optimalnim količinama vode.**
- Otežano funkcionisanje sistema **snabdevanja vodom** kao i brojne poteškoće na prostoru događanja katastrofe za određeno vreme menjaju **uslove i način života i pogoršavaju higijensko - epidemiološku situaciju** i povećavaju opasnost od izbanja zaraznih i drugih, najčešće parazitskih bolesti među stanovništvom.

- Ukratko, specifične posledice katastrofa na vodu mogu da se iskažu i kao:
 - **povećane potrebe, nedostatak ili neupotrebljivost vode za piće.**
 - **nužnost organizovanja privremenog dopunskog snabdevanja vodom iz udaljenih krajeva,**
 - **povećana opasnost od kontaminacije vode, trovanja i izbanja epidemija,**
 - **potreba intenzivnog praćenja higijenske ispravnosti vode i**
 - **nužnost organizovanja posebne grupe stručnih ljudi čiji bi jedini zadatak bio briga o vodi.**