

PLANOVI O SIGURNOSTI VODE ZA PIĆE

Profesor dr Božo Dalmacija
Prirodno-matematički fakultet Novi Sad
Departman za hemiju, biohemiju i zaštitu životne sredine





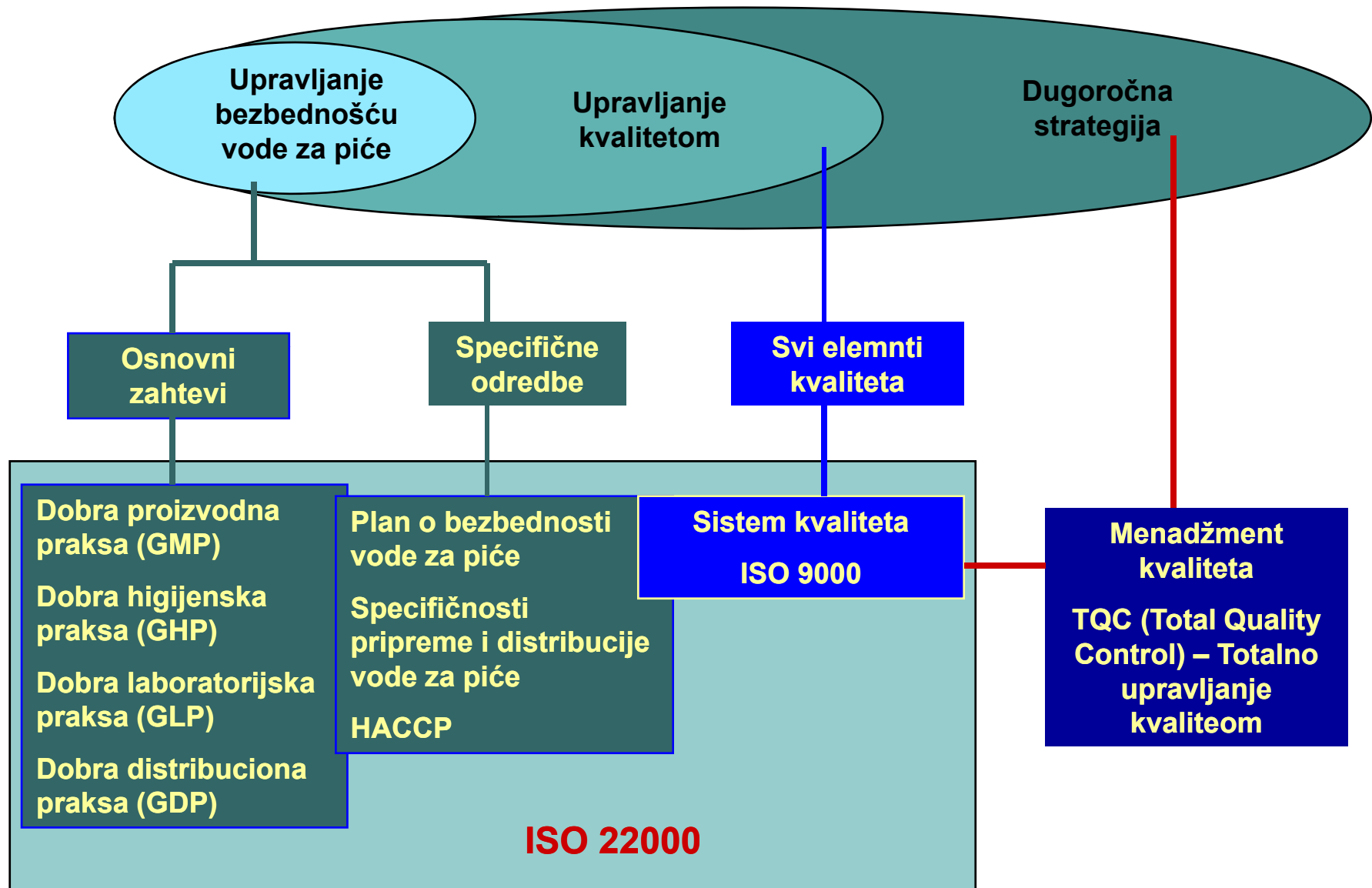
💧 Kvalitet vode za piće može se kontrolisati kombinacijom

- zaštite izvorišta,
- primenom odgovarajuće tehnologije pripreme vode za piće i
- optimalnim upravljanjem distribucionim sistemom.

💧 Kontrola mikrobiološkog i hemijskog kvaliteta vode za piće zahteva

- razvoj planova upravljanja (menadžmenta) vodovodnim sistemom:
 - koji kada se implementira, daje osnovu zaštitu sistema za vodosnabdevanje i način njegove kontrole.

Na čemu se zasniva kontrola kvaliteta vode za piće



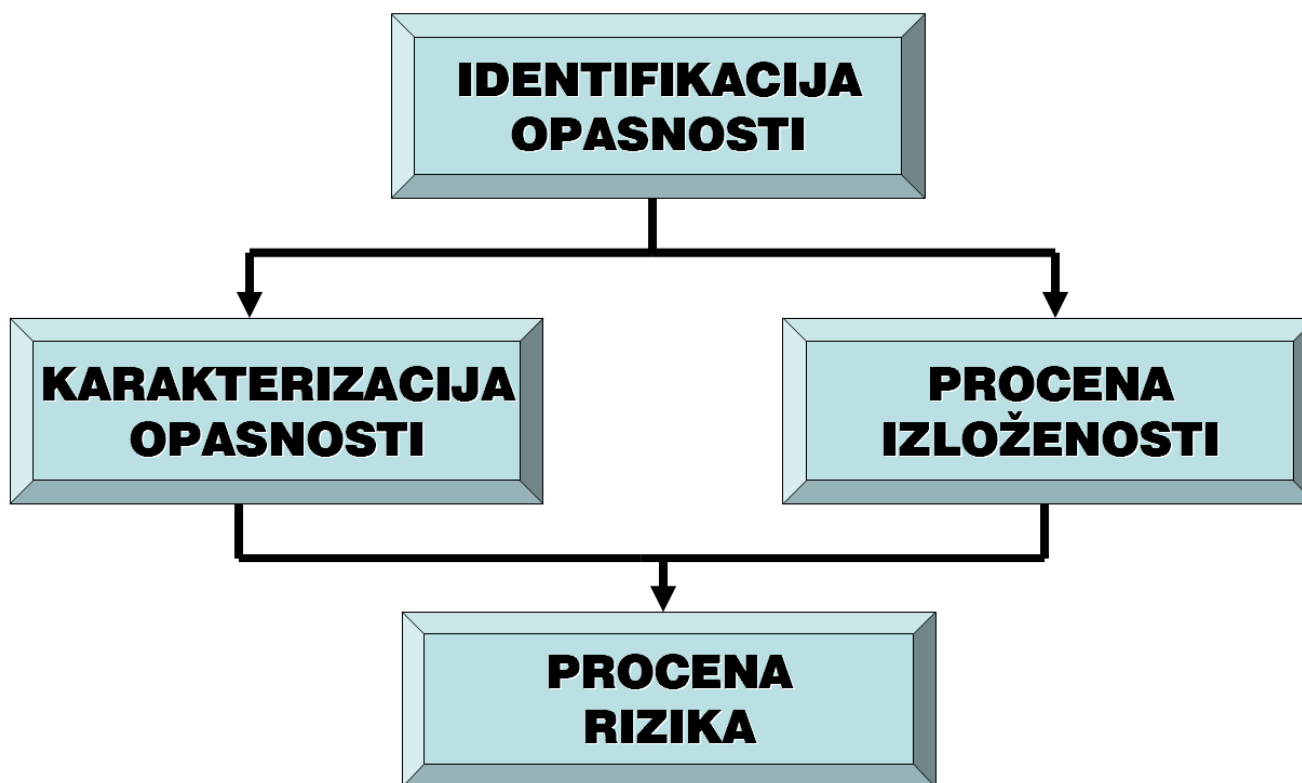


Okvirni zahtevi za kontrolu kvaliteta zdravstveno bezbedne vode za piće



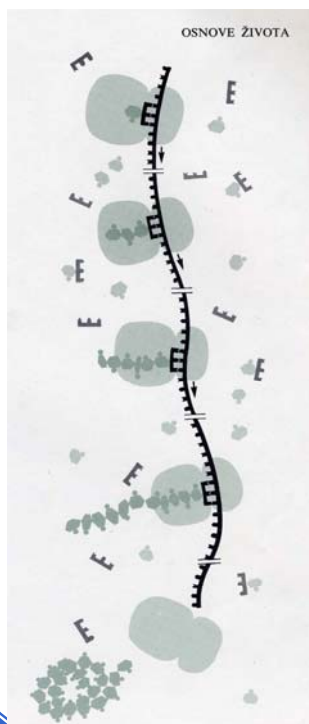


Četiri koraka u proceni rizika u vodosnabdevanju

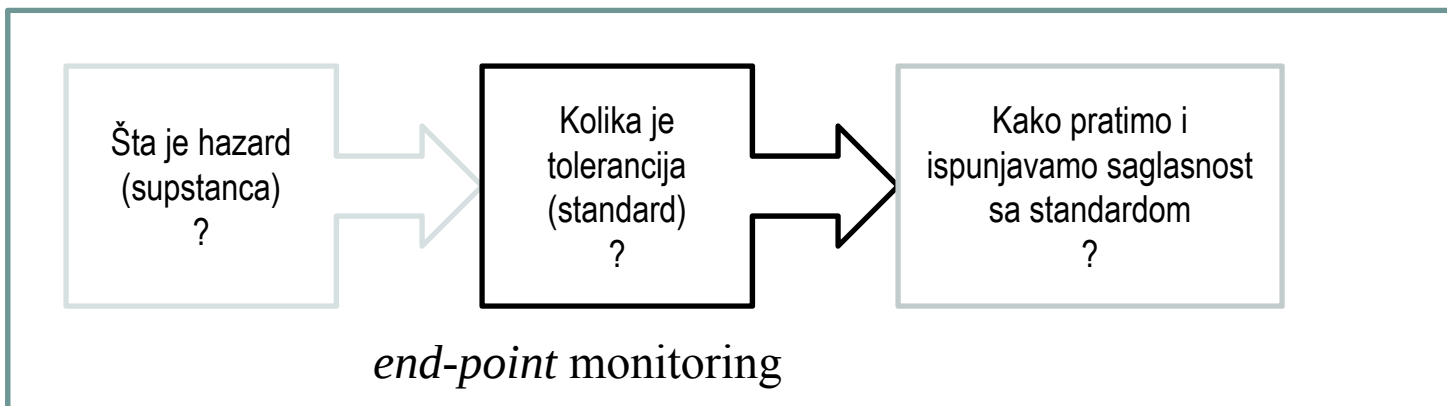




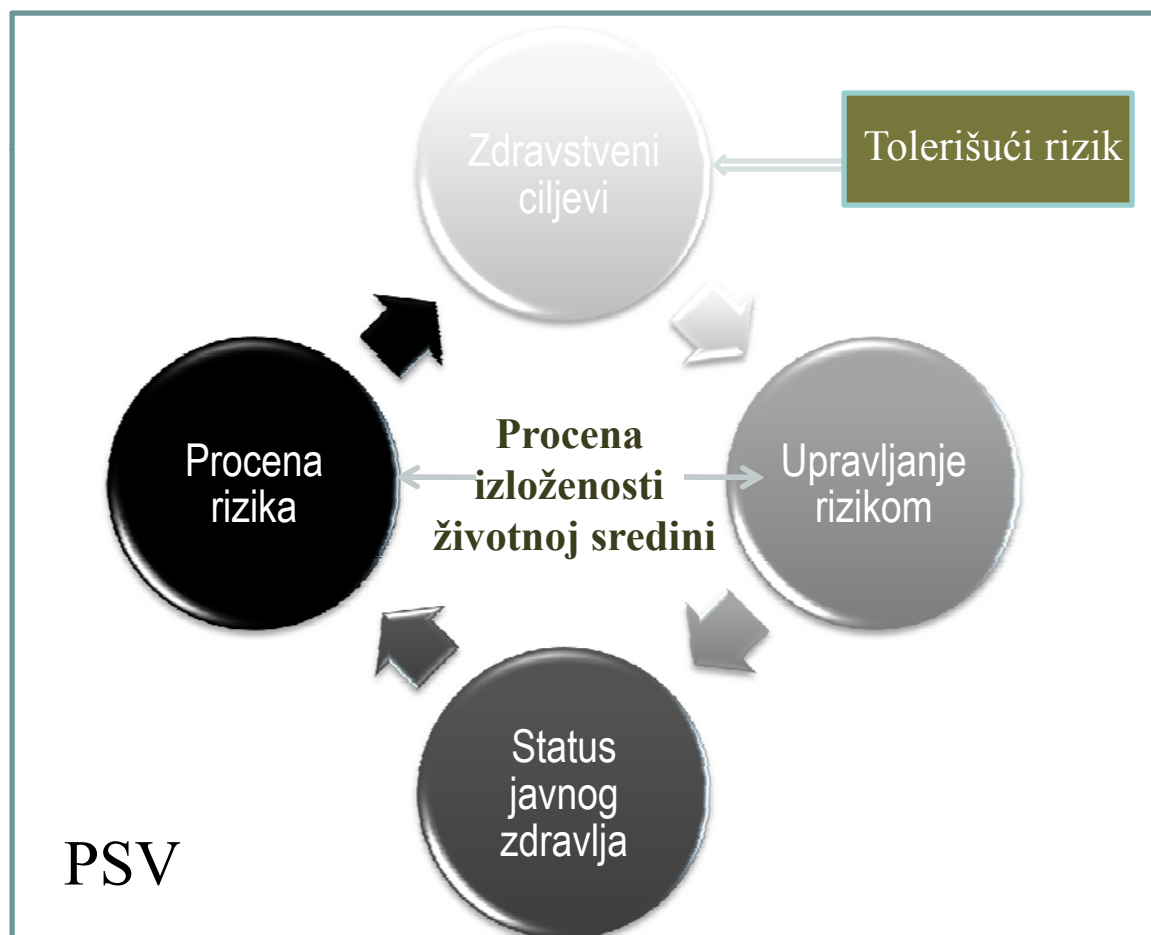
Procena rizika

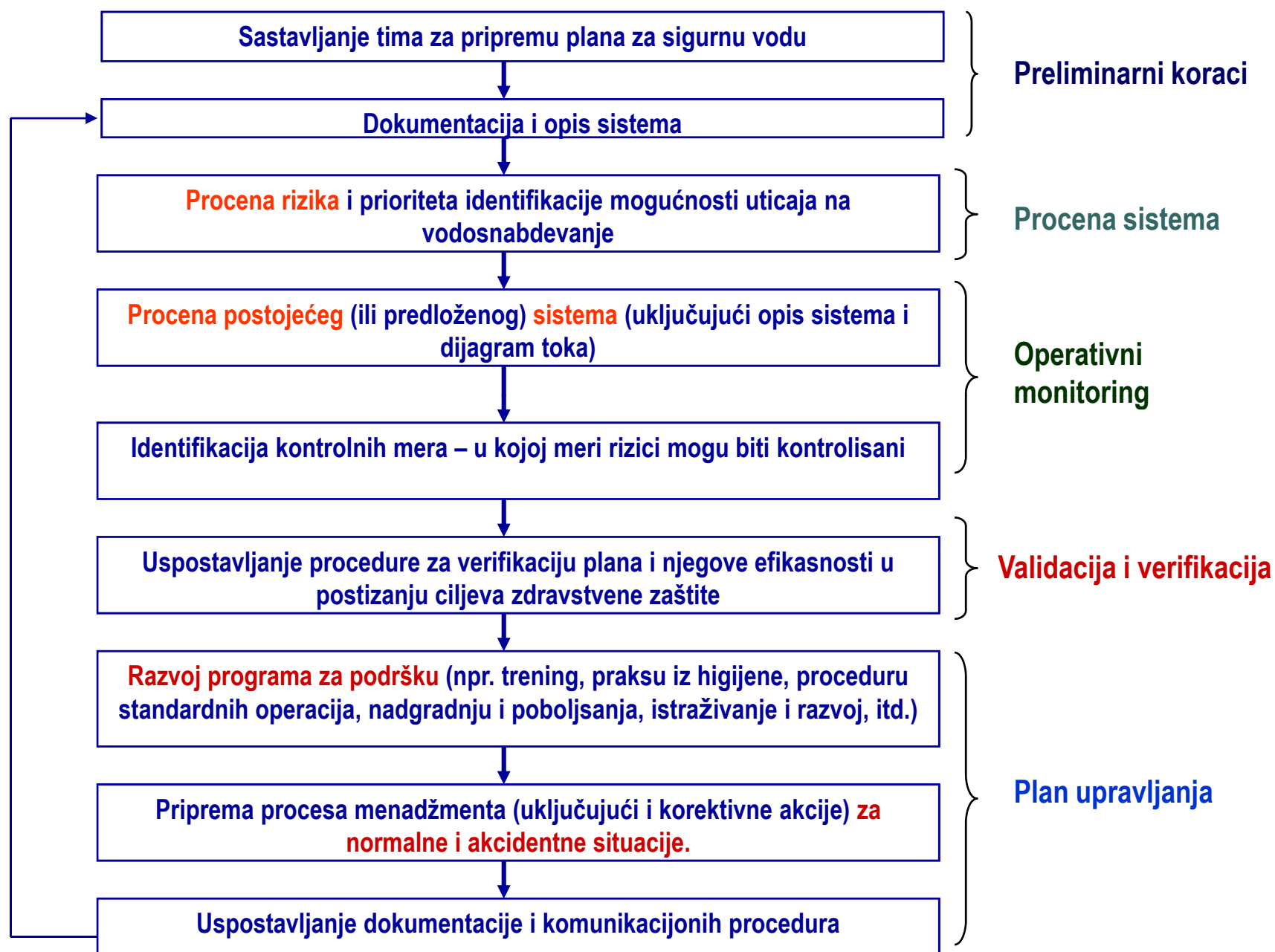


- ❖ Procena rizika štetnih i opasnih hemijskih supstanci prisutnih u vodi za piće na javno zdravlje najčešće se definiše
- ❖ **kao stepen verovatnoće da će se pojaviti negativni efekti na zdravlje nakon izloženosti tim materijama.**



Plan o sigurnosti vode za piće (PSV) obrazuje se **na principu višestepene barijere i analize hazarda i kritičnih kontrolnih tačaka** (HACCP – eng. "*hazard analysis and critical control points*") i ostalih sistematičnih upravljačkih pristupa.







Sastavljanje tima za pripremu PSV



Složene radne grupe :

- Osnovni tim
- Pomoćne radne grupe (izvorište, tretman, distribucija)
- Pri primeni složenih tehnologija, timovi po posebnim tehnologijama
- Eksterni članovi tima (predstavnici vladinih institucija i nezavisni eksperti)

Najčešće, tim uključuje:

- ✓ Menadžere
- ✓ Inženjere (operativnost, održavanje, dizajn i kapitalna ulaganja)
- ✓ Osoblje za kontrolu kvaliteta (hemičare i mikrobiologe)
- ✓ Tehničko osoblje (dnevna operativnost)



Dokumentovanje i opis sistema

Dokumentovanje podataka o kvalitetu sirove vode i sistema koji se koristi za proizvodnju vode određenog kvaliteta

Važnost: obezbeđivanje adekvatne procene i upravljanja hazardom i rizicima

Detaljan opis uključuje:

- 💧 izvorište vode uz hidrotehničke karakteristike;
- 💧 skladištenje i tretman vode;
- 💧 hemikalije koje se koriste u tretmanu vode;
- 💧 način distribucije vode;
- 💧 parametri kvaliteta vode za svaku vrstu tretirane vode ukoliko se menjaju ciljevi kvaliteta vode

Primer, opis procesa

Korak	Opis procesa	Pregled detalja
Izvorište vode	Površinska voda kao izvoriste za vodosnabdevanje. U okolini vodozahvata intenzivna poljoprivreda i urbani razvoj zahtevaju složen tretman.	Podaci GIS-a i izveštaji
Tretman vode	Filtracija, ozonizacija, BAC, hlorisanje za postizanje ciljeva kvaliteta vode postavljenih od strane nadležnih, specificiranih dizajnom postrojenja za tretman vode i priručnikom za rad. Hemikalije za tretman su dodate.	Dijagram postrojenja i projektna dokumentacija Registar hemikalija koje se koriste
Distribucija	Cevovodi i pumpe u sistemu mreže distribucije predstavljeni u GIS i u papirnoj formi dijagrama.	Sistem mapa i GIS podloga
Skladištenje vode nakon tretmana	Pokriven servis rezervoara kao što je predstavljeno u GIS i u papirnoj formi dijagrama.	Sistem mapa i šeme
Bilo koja zahtevana specijalna kontrola?	Kvalitet hemikalija i materijala korišćenih u proizvodnji i isporuci proizvoda.	Ugovori za nabavke
Zahtevi za kvalitetom vode?	Postojeće nacionalne preporuke ili standardi i specijalni zahtevi if stipulated by the Health Authority. National	Nacionalne preporuke ili standardi



Konstruisanje blok-šeme

Neophodno u cilju adekvatne procene rizika i određivanja kontrolnih mera

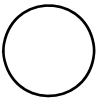
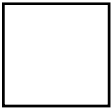
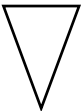
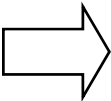
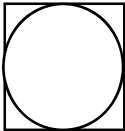
Dobar koncept blok-šeme omogućava:

- **Identifikaciju puteva** kojima posledice hazarda mogu ugroziti potrošače
- **Identifikaciju “kritičnih kontrolnih tačaka”** (na konceptualnom nivou ako ne mogu biti određene kao specifične tačke u vremenu i prostoru).





Simboli za dijagram toka procesa

Simboli u dijagramu	Definicija simbola
	Operacija: Ukazuje da postoje operacije ili grupa operacija koje rezultuju internom promenom vode.
	Pregled: Reprezentuje inspekcijski pregled, npr. vodosnabdevanje je pregledano ili verifikovano.
	Rezervoar: Mesto gde se voda skladišti.
	Transport: Prenos vode sa jednog na drugo mesto.
	Kombinovane aktivnosti: Aktivnosti koje se preduzimaju istodobno na istoj lokaciji ili od istog operatera. Može se koristiti bilo koja kombinacija simbola. Primer pokazuje kombinaciju neke operacije i inspekcije.

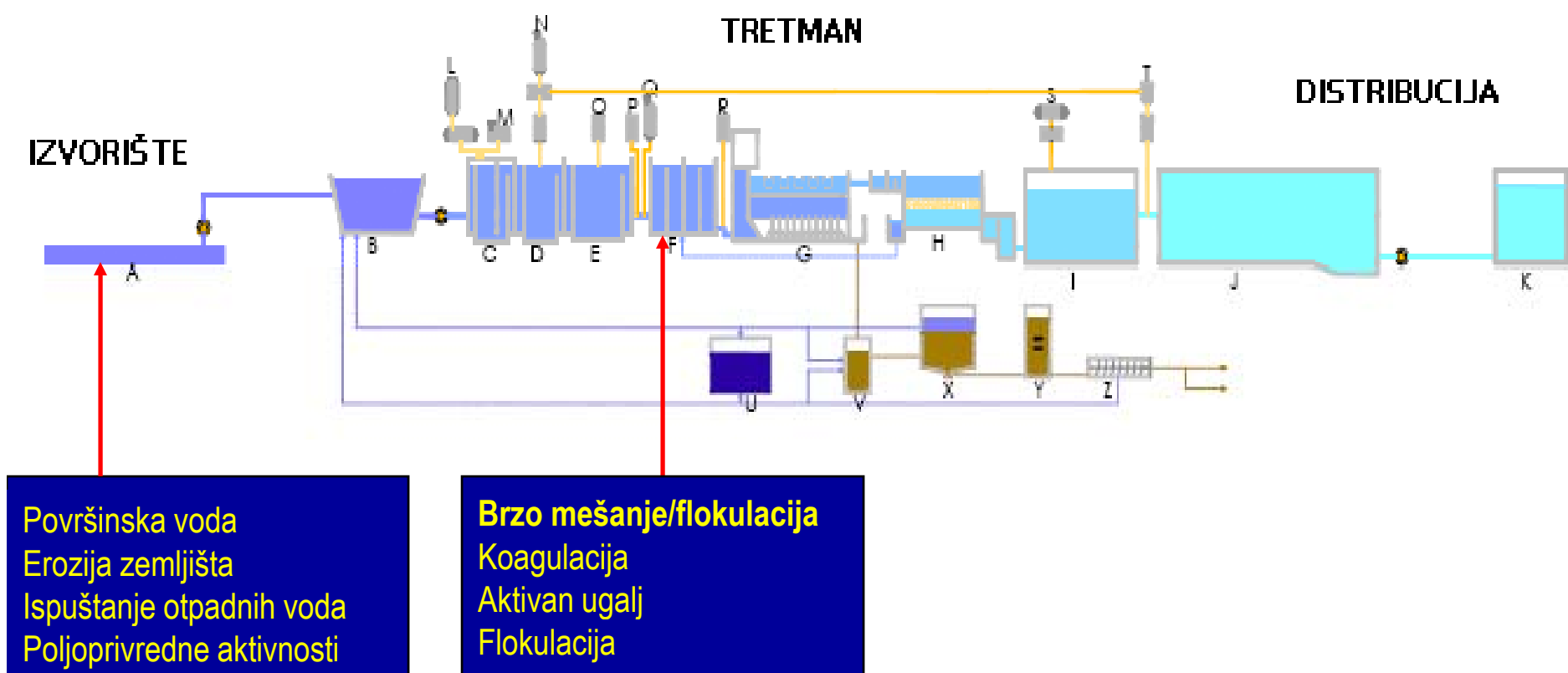
Definisanje odgovornosti uz simbole

Nije za sve procesne korake odgovoran vodovod!

Važno: dokumentovanje primarne odgovornosti ukoliko ta informacija ima uticaj na izbor i efikasnost kontrolnih mera.



Primer





Validacija sistema

- 💧 Validacijom se obezbeđuje
 - korektnost informacija koje podržavaju PSV i
 - postizanje ciljeva kvaliteta vode
- 💧 Omogućava povezivanje PSV sa naučnim i tehničkim informacijama i dostignućima
- 💧 Korišćenje **empirijskih zaključaka izvedenih iz pilot istraživanja**, testova kvaliteta vode, objavlje tehničke literature i ekspertskih mišljenja.
- 💧 Primer:

Kritična granična vrednost reziduala hlora

Validacija: 99% redukcija *Giardia* se zahteva dezinfekcijom kako bi se postigli ciljevi kvaliteta vode bazirani na zdravlju potrošača.
Postignuta Ct vrednost 250 mgmin/L.
Odgovara preporukama SZO (230 mgmin/L)



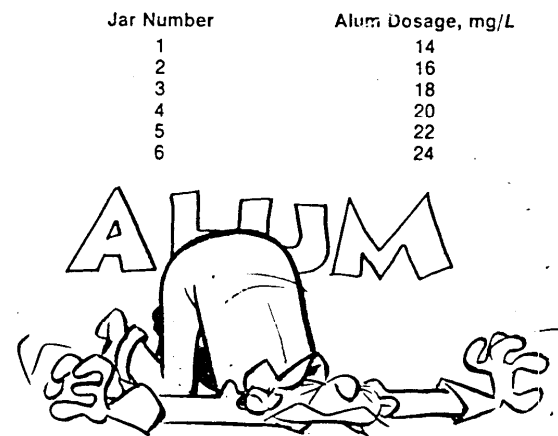
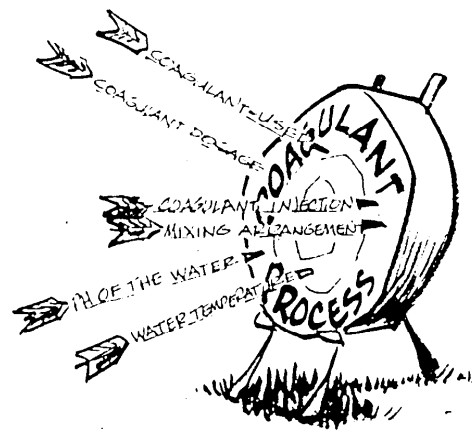
Lista validacije-kritični limiti: Koagulacija, flokulacija

Kritični ili operativni limit	Validacija	Komentar
Rastvoreni Mn<0.02 mg/l u tretiranoj vodi	Eksperimentalni podaci u izveštaju: "Investigation into biological manganese oxidation and deposition in the Gold Coast Water Distribution system"	Preporuka: tretirana voda <0,01 mg/l rastvoreni Mn-pod normalnim operativnim uslovima se postiže. 0.02 mg/l-u kraćem vremenskom periodu i osnov je za korektivne akcije



Identifikacija hazarda i procena rizika

- **Hazard**: fizički, hemijski, biološki agensi koji prouzrokuju štetu po ljudsko zdravlje
- **Pojava hazarda**: pojava u toku koje deluju agensi ili nemogućnost njihovog uklanjanja iz sistema
- U verifikovanom procesnom blok dijagramu definiše se šta i gde može “krenuti naopako” u smislu hazarda i pojave hazarda





Tim za PSV razmatra



- varijabilnosti uslovljene klimatskim uslovima
- kontaminaciju koju prouzrokuju akcidenti
- praksu kontrole izvora zagađenja
- procese tretmana otpadnih voda (uzvodno od izvorišta)
- procese tretmana vode za piće
- rezervoare vode
- sanitaciju i higijenu
- praksu održavanja i zaštite distributivne mreže
- namenu korišćenja vode



Vrste hazarda

💧 **Biološki:**

Bakterije, virusi, protozoe

💧 **Hemijski:**

Nitrati, arsen, fluoridi, pesticidi, metali, herbicidi, rotenticidi (u slivu, izvorištu)

Toksini algi, sredstva za čišćenje, sredstva za podmazivanje (u rezervoarima)

Flokulanti, sredstva za podešavanje pH, dezinfekcioni nusprodukti, nečistoće u hemikalijama (iz procesa tretmana)

Bakar, olovo, sredstva za čišćenje (iz distributivne mreže)



💧 **Fizički:**

Sediment

💧 **Radiološki:**

Prirodni radioaktivni izotopi u izvorištu, kontaminacija vode rudarenjem, radionuklidi iz medicinske i industrijske upotrebe radioaktivnog materijala

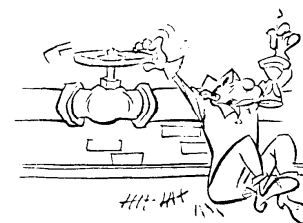
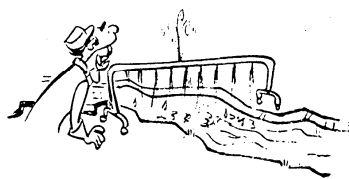


Definisanje kontrolnih mera

- ♦ **Kontrolne mere** (“barijere kontaminaciji”): aktivnosti i procesi kojima se direktno utiče na kvalitet vode i vrši prevencija pojave hazarda

Tipične kontrolne mere:

- ♦ Prevencija dospevanja kontaminanata u vodu
- ♦ Uklanjanje hazarda
- ♦ Inaktivacija patogena u vodi
- ♦ Održavanje kvaliteta vode u toku distribucije



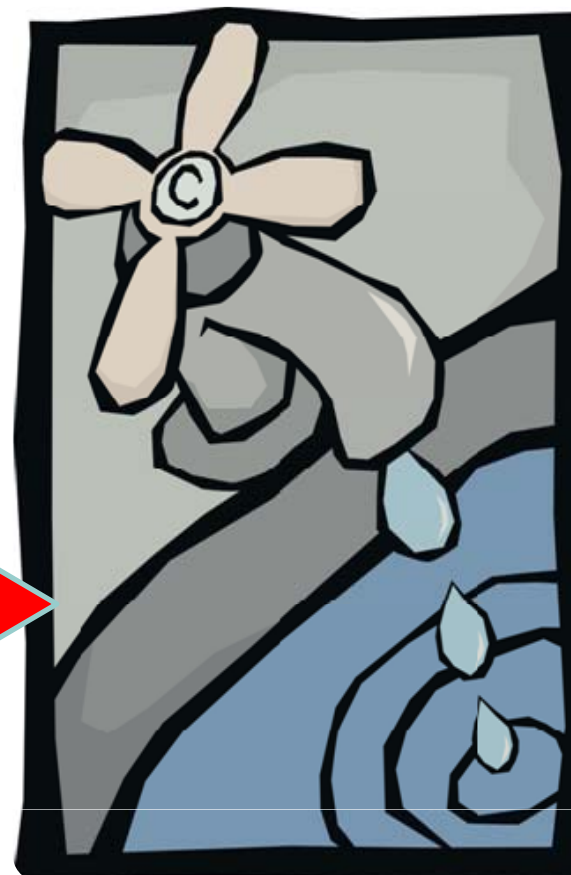
Primer hemijskih hazarda i kontrolnih mera

Hazardi:

Dezinfekcioni
nusprodukti, hemikalije
nedovoljne čistoće,
sredstva za čišćenje,
pesticidi....

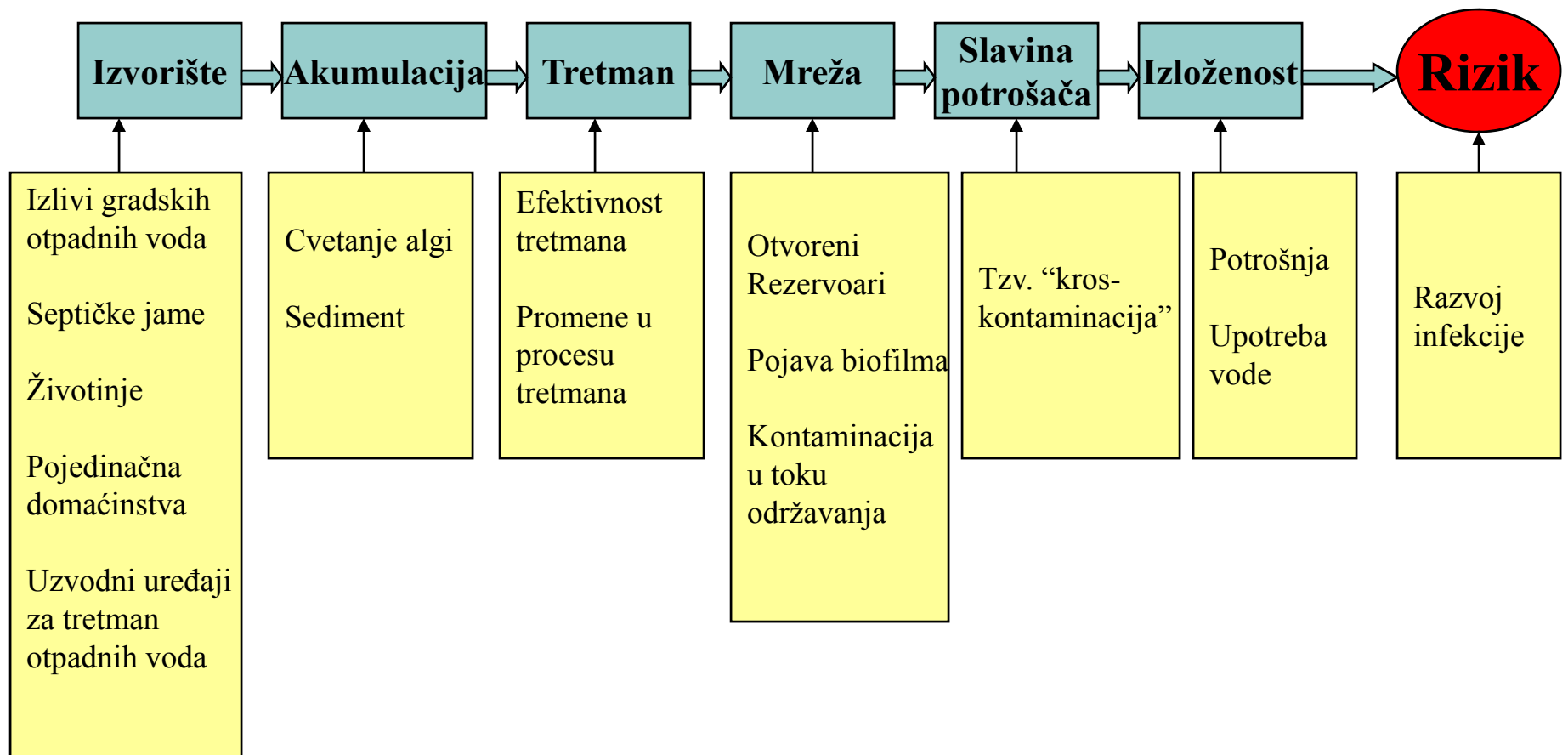
Kontrolne mere:

Nove procedure i oprema za
doziranje hemikalija
Određivanje optimalne doze hlora
u cilju redukcije THM
Uklanjanje prekursora u cilju
redukcije THM
Izolovanje sistema od mogućih
izlivanja
Kontrola izvora zagađenja
izvorišta
Novi cevovodi/materijali i
rezervoari



Procena rizika

💧 **Rizik:** mogućnost da identifikovani hazard prouzrokuje negativan uticaj po zdravlje izložene populacije u određenom vremenskom periodu uključujući i značaj uticaja i/ili posledica





Metode procene rizika

Relativno manji
sistemi

**pristup kroz
donošenje odluka
od strane tima**



Veći, složeniji
sistemi

**semi-kvantitativni
metode procene
rizika**

Pristup kroz donošenje odluka od strane tima

Opis	Značenje	Beleška
Značajno	Prioritet	Rizik se posmatra od strane tima u cilju definisanja ▪ kada se zahtevaju dodatne mere i ▪ kada se poseban procesni segment smatra kao ključna tačka u sistemu
Neizvesno	Neizvesno da li je pojava značajan rizik ili nije	Rizik može da zahteva posebne studije da bi se dobila informacija da li je pojava značajan rizik ili ne
Manje značajno	Nije prioritet	Rizik se opisuje i dokumentuje kao deo transparentnog i radnog programa i vrši se revizija kao deo PSV

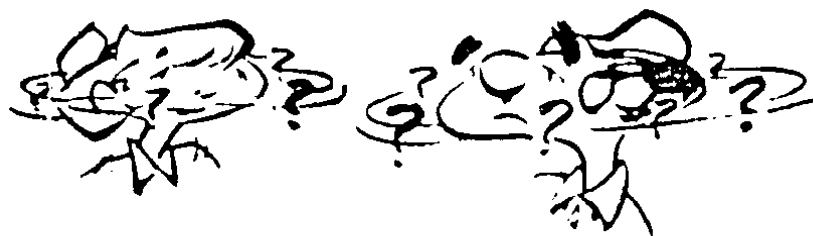
Semi-kvantitativan metod procene rizika

Matrix faktora rizika		Ozbiljnost ili posledice				
		Neznačajne Bez uticaja/nije detektovan 1	Male Saglasan uticaj 2	Srednje Estetski uticaj 3	Velike Uticaj/re gulativa 4	Katastrofalne Uticaj na javno zdravlje 5
Učestalost ili frekvencija	Skoro konstantno Jednom dnevno 5	5	10	15	20	25
	Često Jednom nedeljno 4	4	8	12	16	20
	Ponekad Jednom mesečno 3	3	6	9	12	15
	Retko Jednom godišnje 2	2	4	6	8	10
	Jako retko Jednom u pet godina 1	1	2	3	4	5



Operativni monitoring/podrška upravljanju rizikom

- **Operativni monitoring:** praćenje izvodljivosti kontrolnih mera u tačno određenom vremenskom periodu, na kontrolnim tačkama
- Zahteva odgovore na pitanja:
 - Šta će se pratiti?
 - Kako će se pratiti?
 - Gde će se pratiti?
 - Kada će se pratiti?
 - Ko će pratiti?



Primer parametara operativnog monitoringa

Rezidual hlora

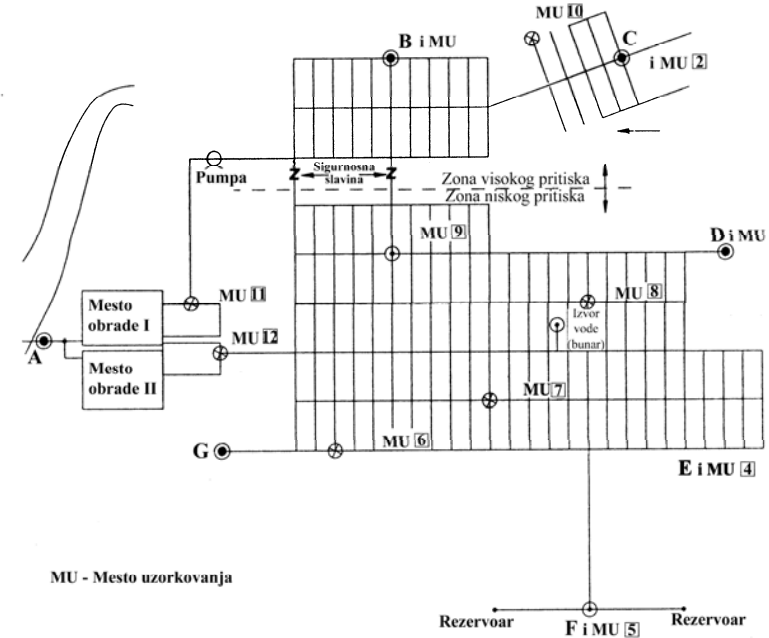
pH

Mutnoća



Plan monitoringa

- Parametri koji se prate
- Lokacija i frekvencija uzorkovanja
- Oprema za uzorkovanje
- Listu za uzorkovanje
- Metode kontrole kvaliteta i validacije uzorkovanja
- Zahteve za proveru i interpretaciju rezultata
- Odgovornosti i neophodna kvalifikacija osoblja
- Zahtevi za dokumentacijom i upravljanje podacima
- Zahtevi za izveštavanje i komunikaciju





Operativni i kritični limit

- 💧 **Operativni limit (limit upozorenja ili akcioni limit):** kriterijum koji ukazuje kada kontrolne mere funkcionišu onako kako je predviđeno.
- 💧 **Kritični limit:** najčešće u PSV povezan sa odstupanjem pojedinačnih operativnih limita





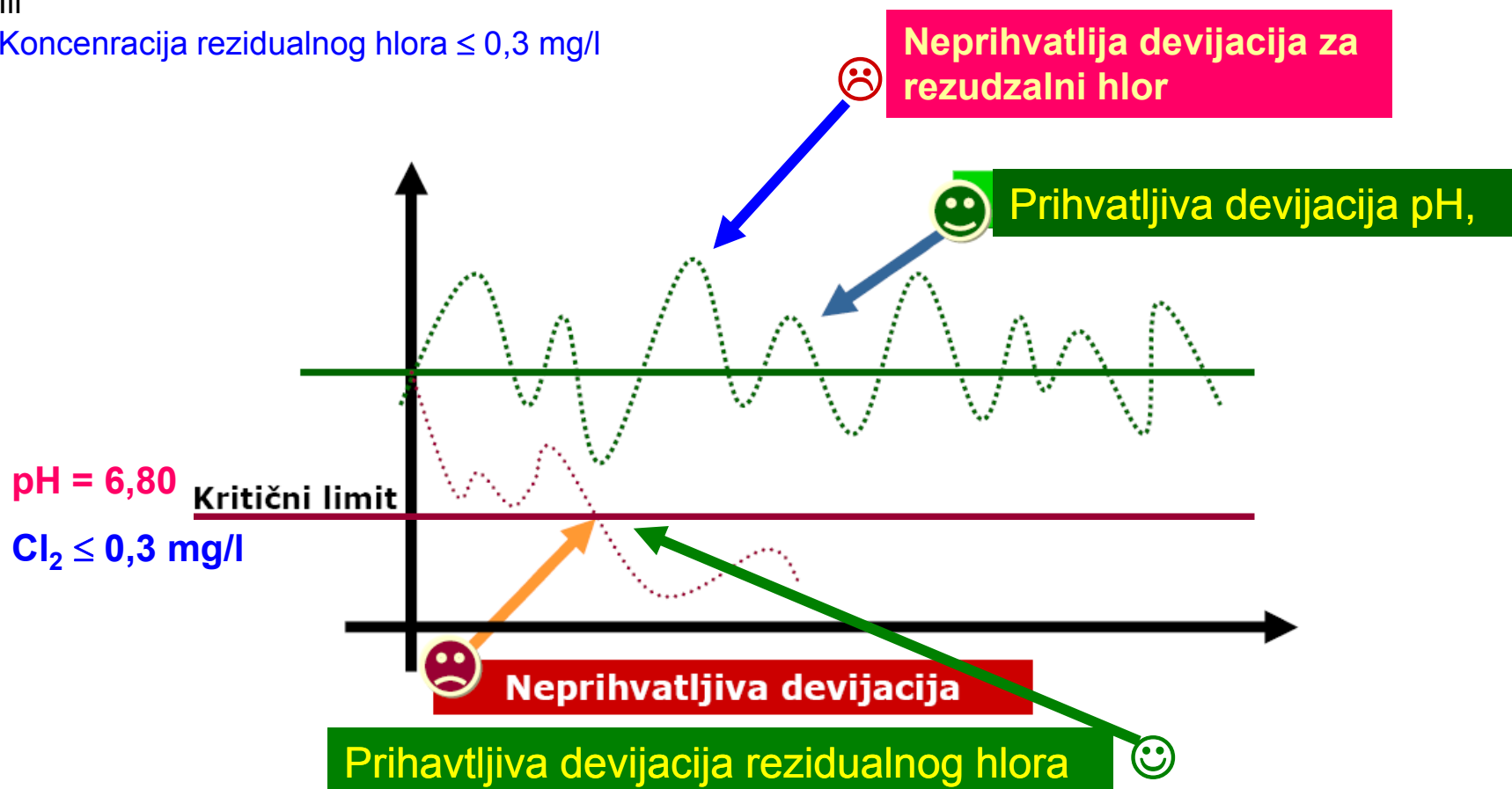
Šta su kritični limiti (CL) ?

Primer:

pH < 6,8, pojava korozije distribucionog sistema

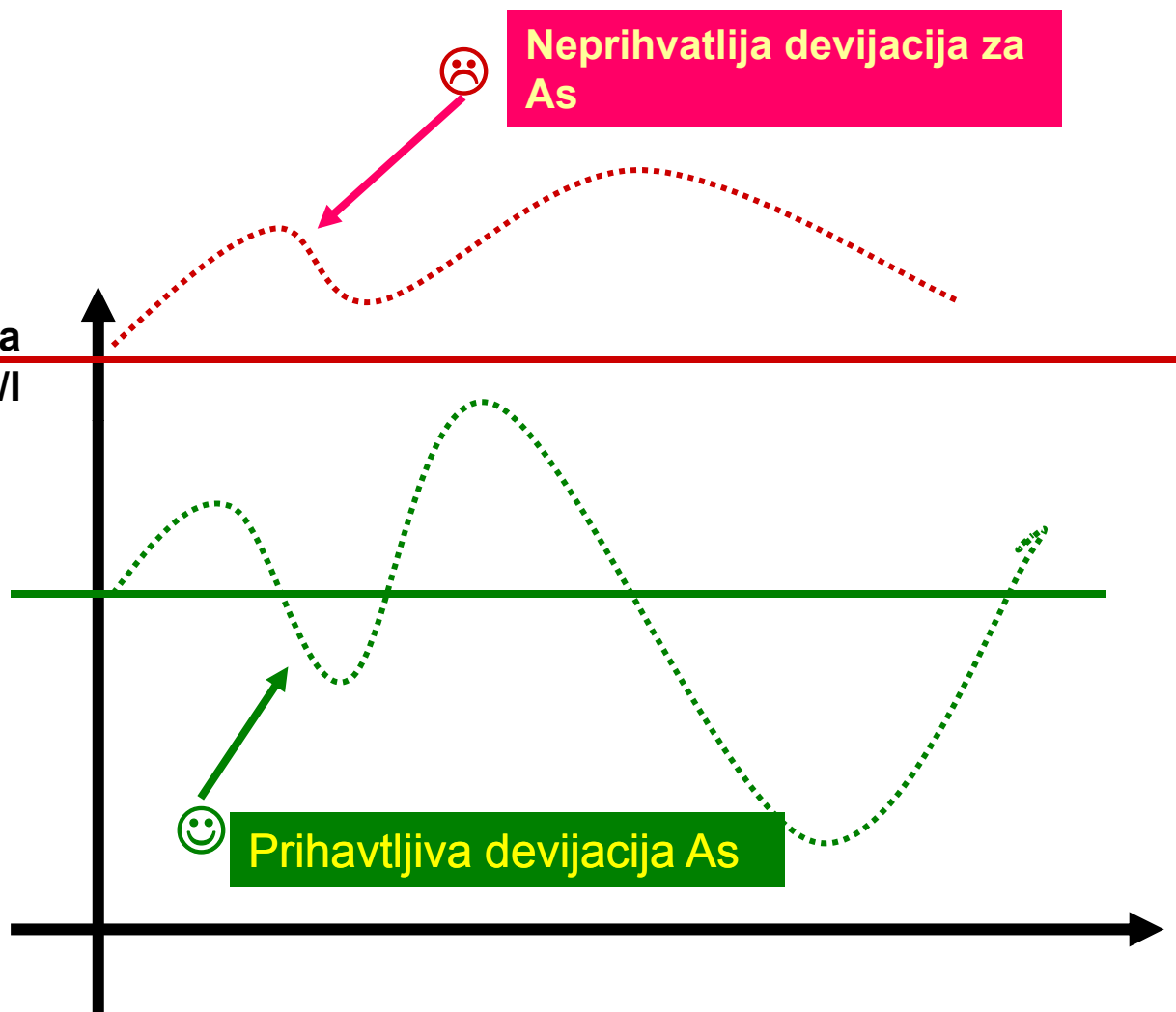
Ili

Koncentracija rezidualnog hlora $\leq 0,3$ mg/l





Kritični limit za
As = 10 µg/l





Postavljanje korektivnih akcija nakon monitoringom ustanovljenih devijacija

- **Korektivne akcije:** akcije koje se preduzimaju kada rezultati monitoringa na kontrolnim tačkama ukazuju na gubitak kontrole
- **Tačno određene unapred zbog pravovremenog delovanja**

Procesni korak/kontrolna mera	Operativni limit	Monitoring					Korektivne akcije
		šta	gde	kada	kako	ko	
Tretman/hlorisanje vode	Koncentracija hlora na izlazu iz postrojenja >0.5 i <1.5 mg/l	Rezidual dezinfektanta	Na tački ulaza u sistem	On-line	Analizator hlora	Sektor kontrole kvaliteta	Protokol pri prevazilaženju graničnih vrednosti



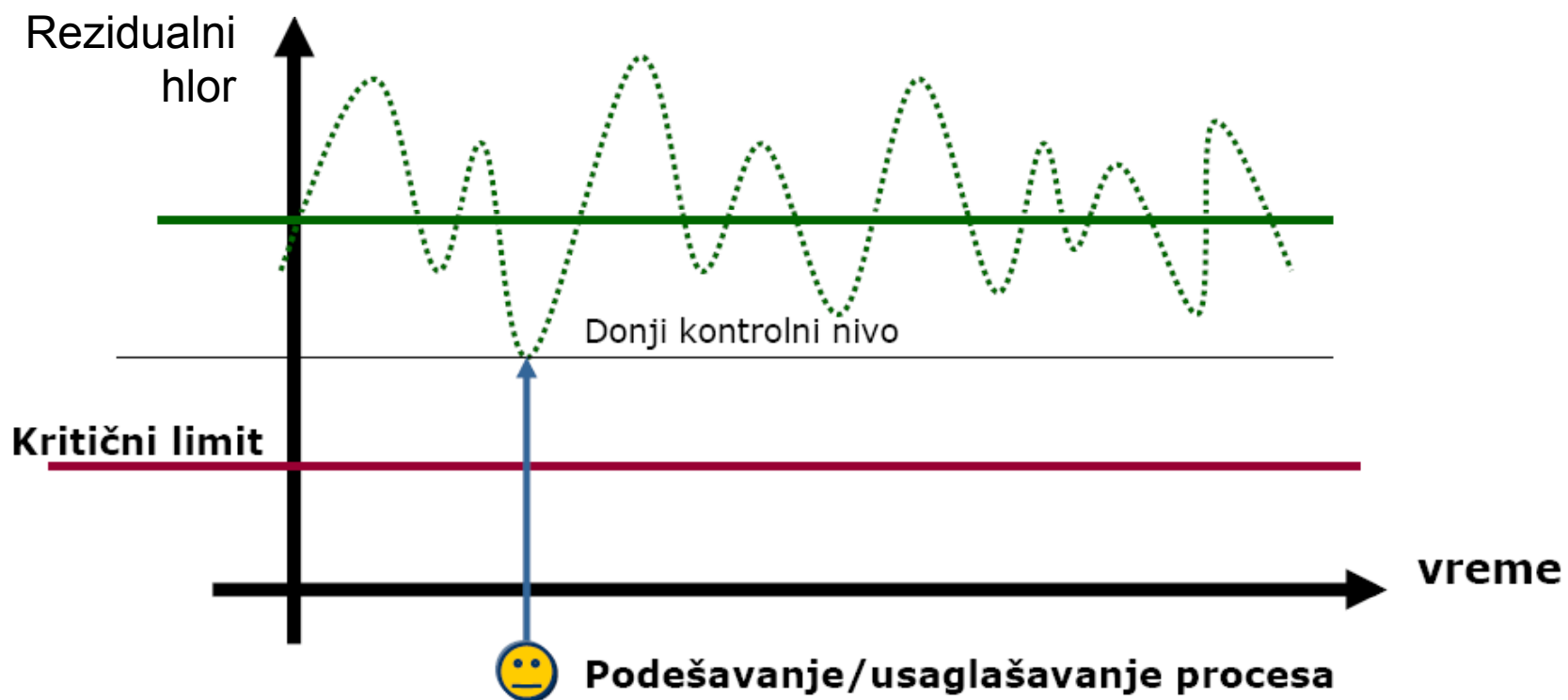
Primer devijacija-pojava koje zahtevaju korektivne akcije

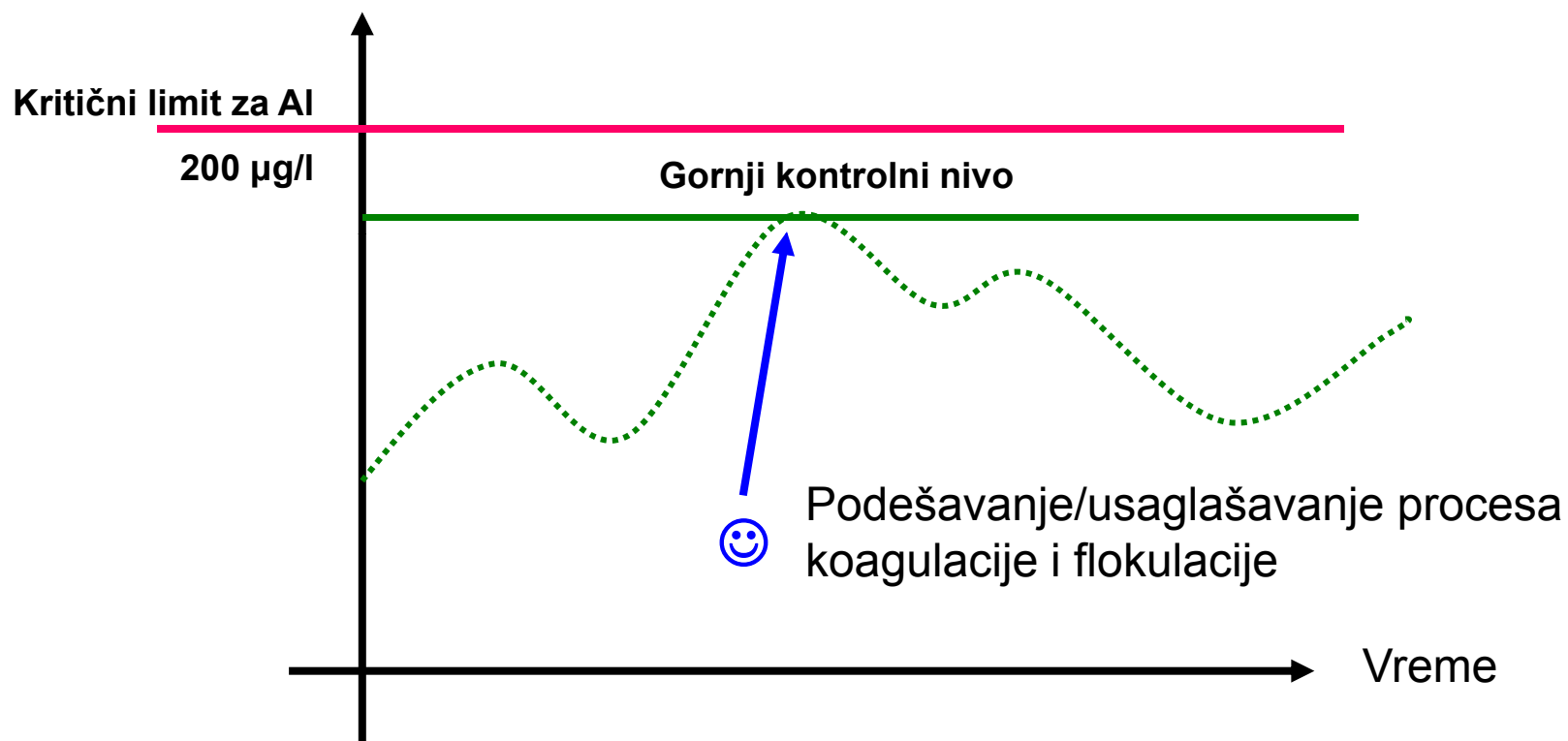
- ne zadovoljavanje kriterijuma postavljenih operativnim monitoringom
- neadekvatan tretman otpadnih voda uzvodno od izvorišta
- izlivanje hazardnih supstanci u izvorište vode
- ekstremne padavine u slivu
- neuobičajen miris, vidljive materije u izvorištu





Primer: podešavanja/usaglašavanja procesa deinfekcije vode za piće





Pojava: kvalitet vode nakon filtracije van kontrole

CCP 14

Hazard: fizički, mikrobiološki

Nivo rizika: visok

Hazard: organske materije i mutnoća nisu uklonjeni

Kontrolne mere:

Plan održavanja filtera. Podesiti broj filtera protoku vode koja se tretira. Kontrola recirkulacije vode za pranje filtera. Procedura kalibracije opreme.

Operativni monitoring

Šta?	CL	Jedinica	Kada?	Ko?	Korektivne akcije
Mutnoća tretirane vode	> 0.7	NTU	On-line		Optimizovati predhodne segmente tretmana Veća doza dezinfektanta
Boja	> 20	mg/L Pt-Co	Nedeljno		
Vreme filtracije	> 80	hour	Kada su dostignuti kriterijumi		
Rezidualni Al	> 0.2	mg/L Al	Dnevno		
Amonijačni N	> 0.6	mg/L NH4	Dnevno		
<i>Cryptosporidium</i>	> 0	n./100 mL	Nedeljno		
<i>Giardia</i>	> 0	n./100 mL	Nedeljno		



Verifikacija i pregled

- 💧 **Verifikacija:** podrazumeva monitoring kvaliteta vode u cilju dokazivanja da se PSV primenjuje u praksi i da su ciljevi bazirani na zdravlju ljudi dostignuti
- 💧 **Pregled:** podrazumeva proveru da su aktivnosti identifikovane u PSV primenjen u praksi sa propratnom dokumentacijom o tome

Aktivnost	Opis	Frekvencija	Odgovornost	Beleška
Pregled kalibracije	Kalibracija se vrši na svim mestima na instrumentima koji prate ključne kontrolne tačke	Najmanje kvartalno	Kontrolor kvaliteta	Dokumentacijska beleška

Pojava hazarda	Uzrok	Rizik	Kontrolna mera	Kritični limit		Monitoring			Korektivna akcija
				Cilj	Akcija	Šta	Kada	Ko	
Odvajanje biofilma u vodu za piće	Razvoj biofilma usled višeg sadržaja AOC i nedostataka u kontrolnoj strategiji Promene u hidraulici dovode do odvajanja biofilma	Srednji	Minimiziranje formiranja biofilma (hlorisanje ili upotreba biološki stabilne vode)	Smanjen razvoj biofilma i njegovog odvajanja u vodu.	Povećanje mutnoće, promena boje i smanjen sadržaj hlora	Rezidual hlora, boja, mutnoća, miris, primedbe potrošača, korozija	Dnevno	Nadležni za operativne akcije	Odstranjivanje materijala sa visokom moći vezivanja, obezbeđenje biološke stabilnosti kroz optimizovan tretman, obezbeđenje konstantnog protoka

Plan verifikacije

Ko vrši verifikaciju?

- Vodovod
- Institucije ili agencije koje vrše nadzor



Koliko često?

- Regularan
- Dodatni, intenzivniji testovi većom frekvencijom
- Kasnije, jednom godišnje



Broj uzoraka?

- ISO (mikrobiološka analiza)
- <5000: 12
 - 5000-100 000: 12 na 5000
 - >100 000-500 000: 12 na 10 000 + dodatnih 120
 - >500 000: 12 na 100 000 + dodatnih 180

Parametri verifikacije?

- Rutinski test: E.coli, mutnoća, Clostridium perfringens
- Testovi validacije kontrolnih mera: Cryptosporidium, E.coli, rotavirus, bakteriophage
- Specifični hemijski parametri: arsen, fluoridi, nitrati, selen
- Verifikacioni test: Elektroprovodljivost, redox pot.
- Testovi validacije: test traga, modeli protoka, AOC



Program podrške i procedure upravljanja

- ♦ **Program podrške:** program u okviru cele organizacije koji podržava isporuku zdravstveno bezbedne vode za piće

Program	Cilj	Primer
Kalibracija	Obezbeđenje da su kritični limiti pouzdani i sa dovoljnom tačnošću	♦ Procedure kalibracije ♦ Oprema sa automatskom kalibracijom
Preventivno održavanje	Obezbeđenje minimizacije promena u važnim procesima, rezervoari u normalnom radnom režimu	♦ Program održavanja ♦ Program čišćenja rezervoara
Obuka	Obezbeđenje dovoljno informacija zaposlenima o značaju zdravstveno bezbedne vode za piće	♦ Obuka PSV ♦ Procedure nadležnosti



- ◆ **Procedure upravljanja:** obuhvataju procedure za uslove rada u normalnim uslovima i uslovima pojave incidenta
- ◆ **Pitanja koja zahtevaju odgovore:**
 - koji su uzročnici problema?
 - kako je problem prvi put identifikovan ili prepoznat?
 - koje se najvažnije akcije zahtevaju?
 - kako nastaju problemi komunikacije?
 - koje su trenutne i dugoročne posledice?
 - kako funkcioniše plan hitnih mera?

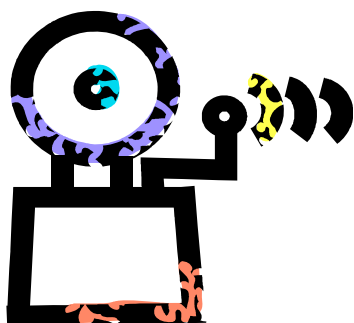




Plan hitnih mera

Selekcija kriterijuma:

- Vreme pojavljivanja efekta
- Populacija pod uticajem
- Priroda očekivanog hazarda



Uključuje:

- Prirodne nepogode (zemljotres, poplava)
- Akcidente (izlivanje akcidentom u izvoriste)
- Oštećenja u fabrici i distributivnom sistemu
- Sabotaže...



Dokumentovanje

- 💧 **Dokumentovanje:** svih aspekata upravljanja kvalitetom vode za piće.
- 💧 **Dokumenti** opisuju preduzete aktivnosti.
- 💧 Pored toga:
 - procena sistema vode za piće (uključujući blok-šeme i potencijalne hazarde)
 - kontrolne mere, operativni monitoring, verifikacioni plan
 - procedure rutinskih operacija i upravljanja
 - incidenti i plan hitnih mera
 - mere podrške (programi obuke, istraživanje i razvoj, procedure prezentovanja rezultata i izveštavanje, protokoli komunikacije, odnosi sa korisnicima).



HVALA NA PAŽNJI!

