



PLAN OBEZBEĐIVANJA ZDRAVSTVENO BEZBEDNE VODE ZA PIĆE

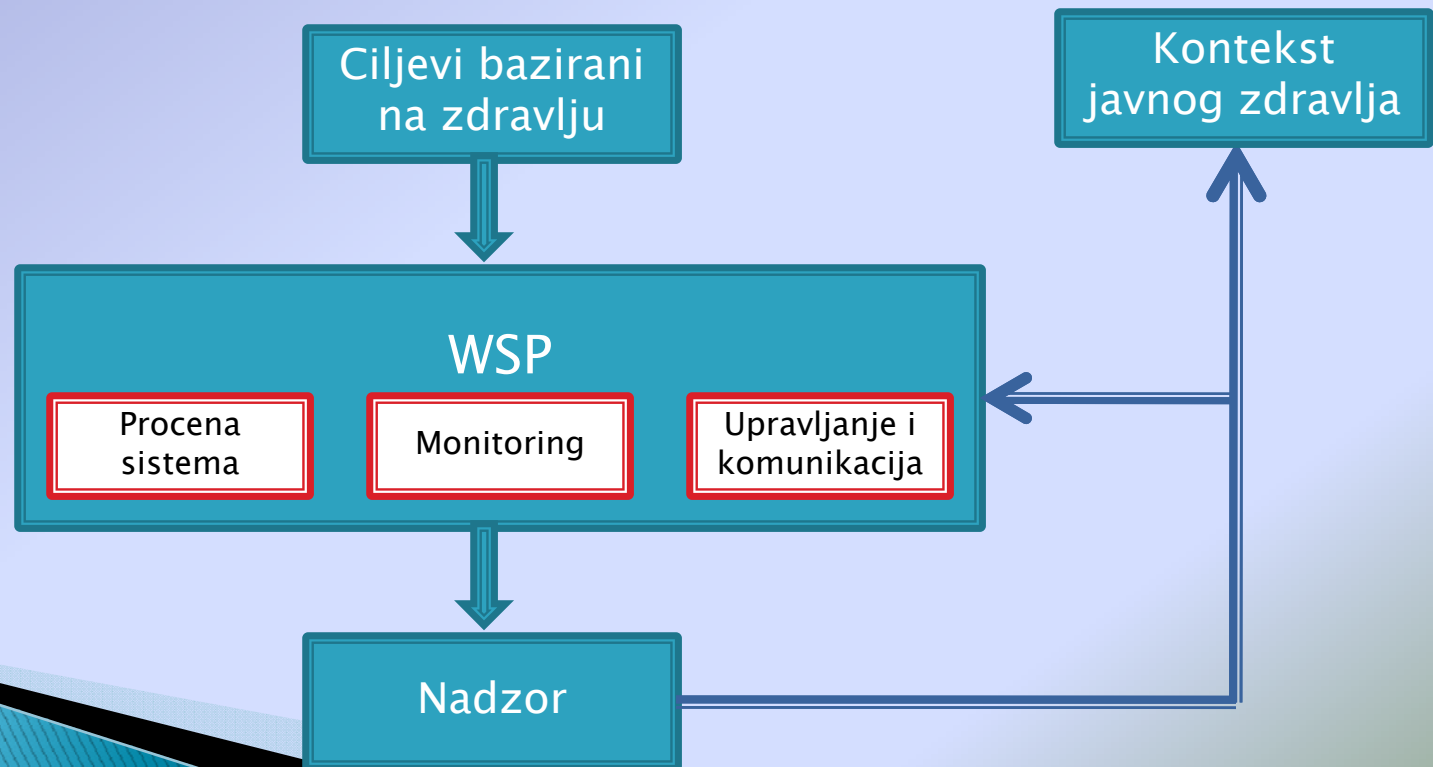
dr Milena Bečelić
Prirodno–matematički fakultet Novi Sad
Departman za hemiju

WW 2008



World Health Organisation Water Safety Plan, 2004

- ▶ Svetska zdravstvena organizacija razvila je plan obezbeđivanja zdravstveno bezbedne vode za piće (WSP)
- ▶ Cilj: uspostavljanje sistematičnog pristupa za obezbeđenje i održanje zdravstveno bezbedne vode za piće
- ▶ WSP se bazira na principima i koracima postavljenim u Analizi hazarda i kontroli kritičnih tačaka (HACCP)-metodologiji prevencije hazarda

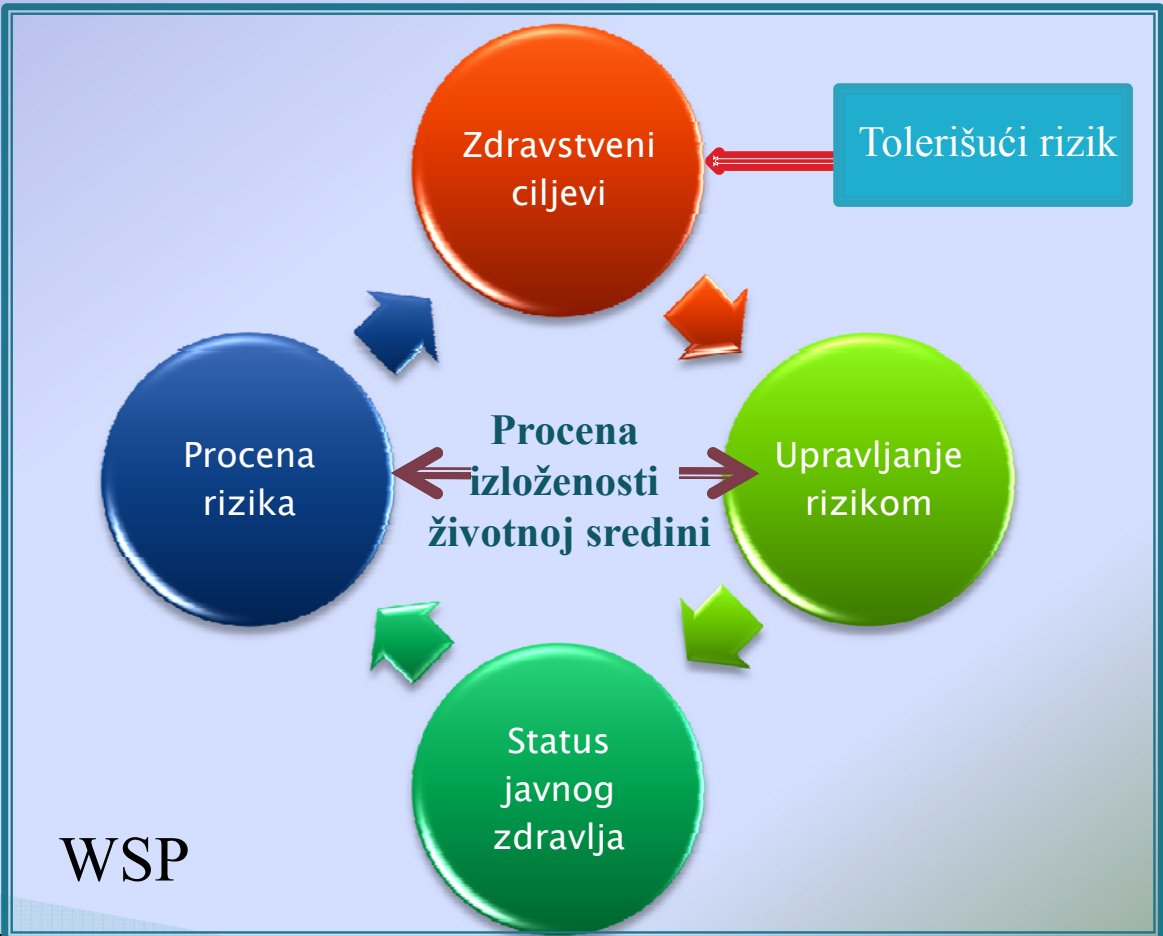


Šta je hazard (supstanca) ?

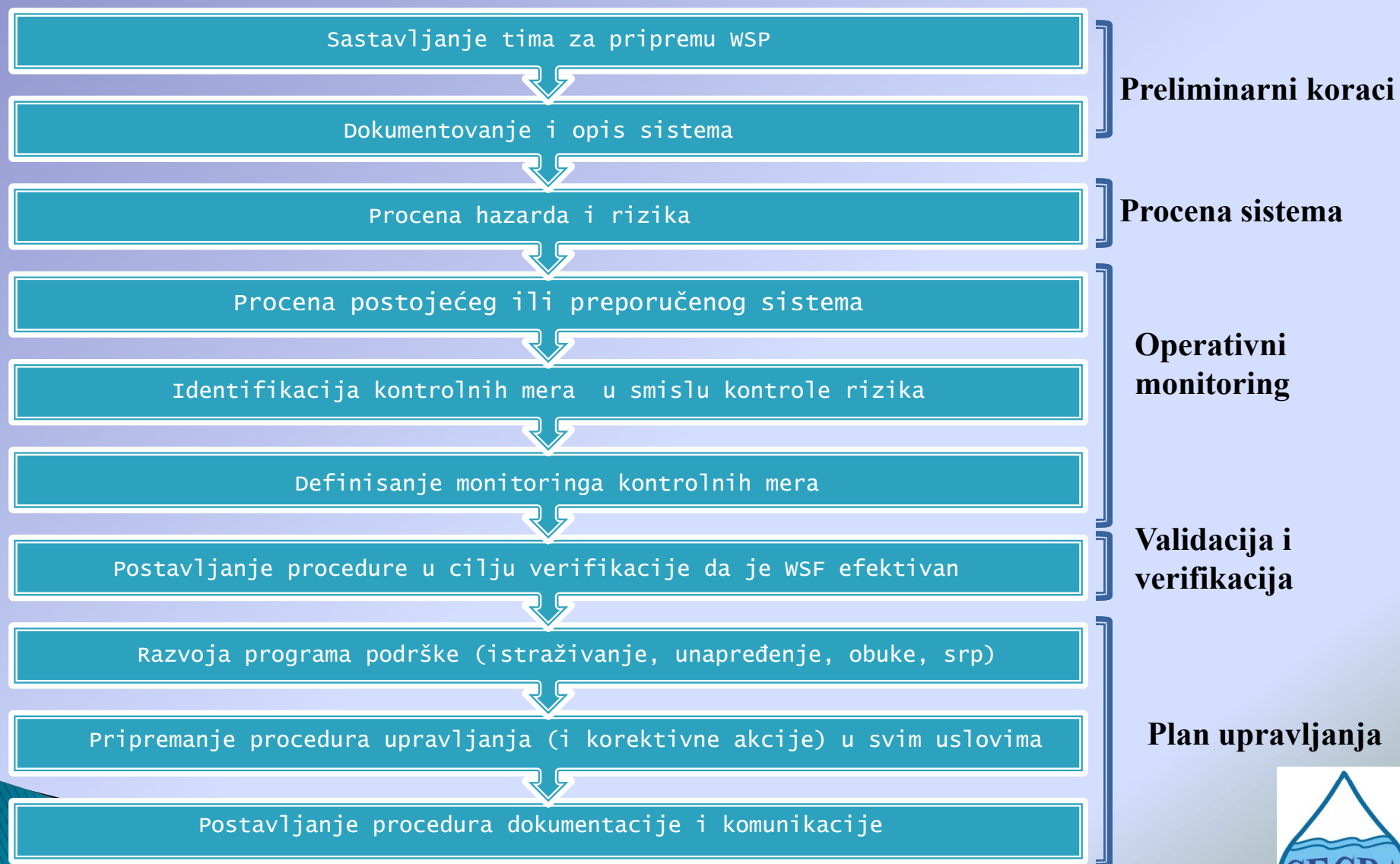
Kolika je tolerancija (standard) ?

Kako pratimo i ispunjavamo saglasnost sa standardom ?

end-point monitoring



Water Safety Plan



Sastavljanje tima za pripremu WSP



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 izvorište 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



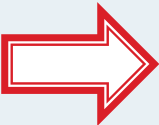

Neophodno u cilju adekvatne procene rizika i određivanja kontrolnih mera

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).



Standardni simboli koji se koriste u procesnoj blok-šemi

Simbol	Definicija simbola
	Operacija
	Kontrola
	Rezervoari
	Transport
	Kombinovane aktivnosti



Definisanje odgovornosti uz simbole

Nije za sve procesne korake odgovoran vodovod!

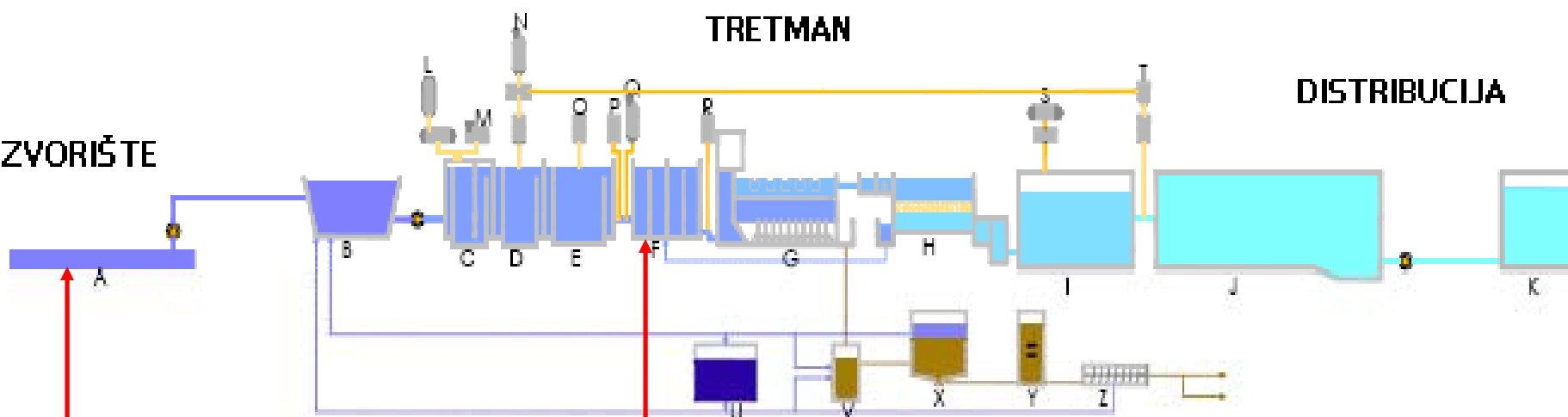
Važno: dokumentovanje primarne odgovornosti ukoliko ta informacija ima uticaj na izbor i efikasnost kontrolnih mera.



IZVORIŠTE

TRETMAN

DISTRIBUCIJA



Površinska voda
Erozija zemljišta
Ispuštanje otpadnih voda
Poljoprivredne aktivnosti

Brzo mešanje/flokulacija
Koagulacija
Aktivan uglj
Flokulacija



Validacija sistema

- ▶ Validacijom se obezbeđuje korektnost informacija koje podržavaju WSP i postizanje ciljeva kvaliteta vode
- ▶ Omogućava povezivanje WSP 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 WHO (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 može “krenuti naopako” u smislu hazarda i pojave hazarda



WSP tim razmatra:

- ▶ varijabilnosti uslovljene klimatskim uslovima
- ▶ kontaminaciju koju prouzrokuju akcidenti
- ▶ praksu kontrole izvora zagađenja
- ▶ procese tretmana otpadnih voda
- ▶ 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

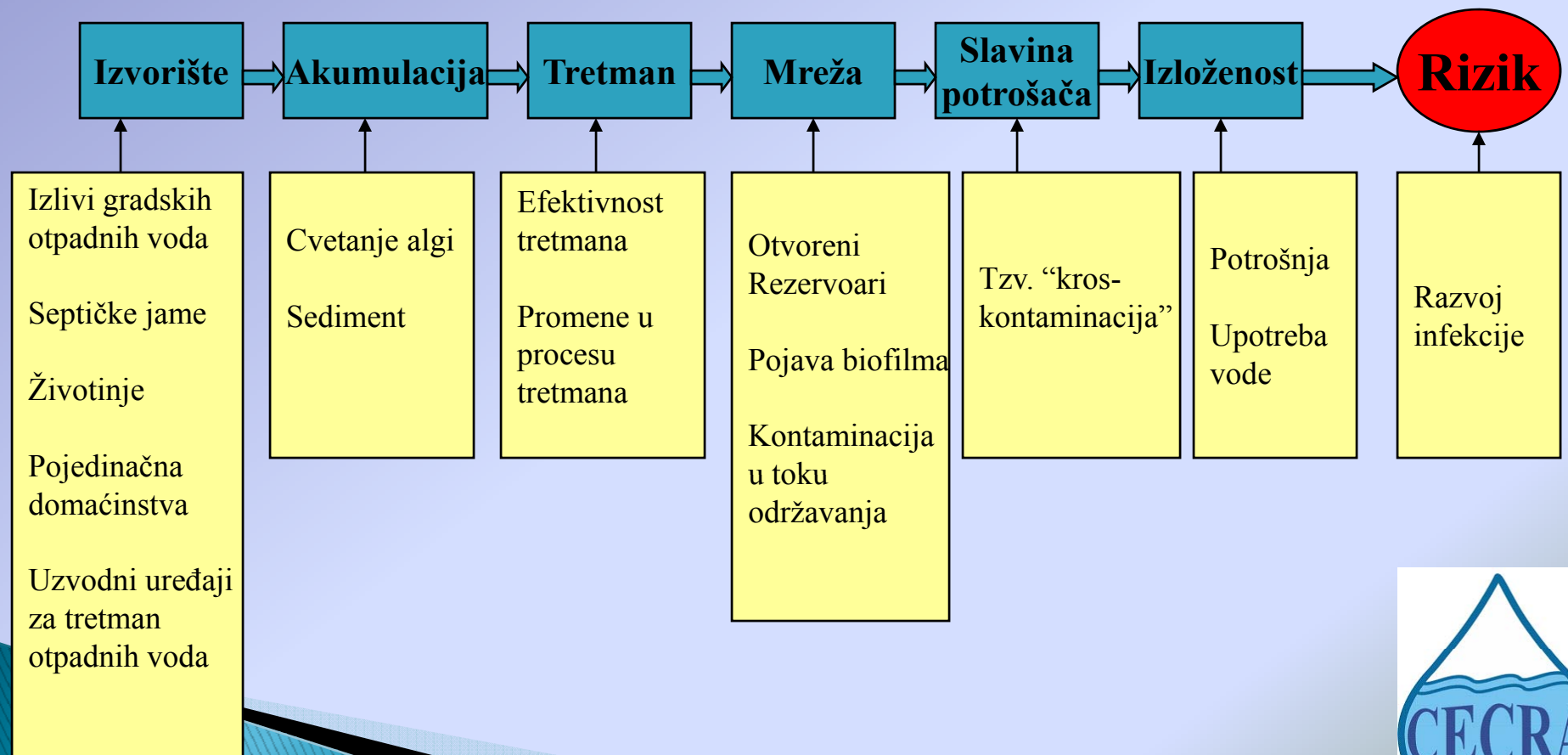
Kontrola izvora zagađenja izvorišta

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 WSP

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 WSP povezan sa odstupanjem pojedinačnih operativnih limita



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 dezifekta nta	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



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
Boja	> 20	mg/L Pt-Co	Nedeljno		
Vreme filtracije	> 80	hour	Kada su dostignuti kriterijumi		Veća doza dezinfektanta
Rezidualni Al	> 0.2	mg/L Al	Dnevno		
Amonijačni N	> 0.6	mg/L NH ₄	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 WSP primenjuje u praksi i da su ciljevi bazirani na zdravlju ljudi dostignuti
- ▶ **Pregled:** podrazumeva proveru da su aktivnosti identifikovane u WSP 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	<ul style="list-style-type: none">▶ Procedure kalibracije▶ Oprema sa automatskom kalibracijom
Preventivno održavanje	Obezbeđenje minimizacije promena u važnim procesima, rezervoari u normalnom radnom režimu	<ul style="list-style-type: none">▶ Program održavanja▶ Program čišćenja rezervoara
Obuka	Obezbeđenje dovoljno informacija zaposlenima o značaju zdravstveno bezbedne vode za piće	<ul style="list-style-type: none">▶ Obuka WSP▶ 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?



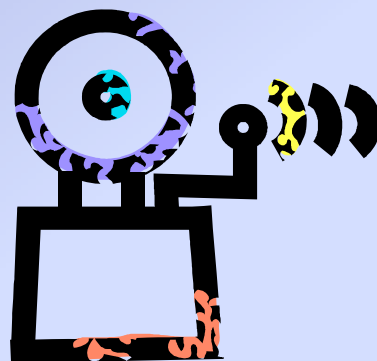
Plan hitnih mera

Selekcija kriterijuma:

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

Uključuje:

- ▶ Prirodne nepogode (zemljotres, poplava)
- ▶ Akcidente (izlivanje akcidentom u izvorište)
- ▶ 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).



