



MINISTARSTVO ŽIVOTNE SREDINE I PROSTORNOG PLANIRANJA  
REPUBLIKE MAKEDONIJE  
KANCELARIJA ZA OZON I POPs

# BIOREMEDIJACIJA- TEHNOLOGIJA IZBORA (SOPSTVENE TEHNOLOGIJE)

Prof. dr Miroslav M. VRVIĆ, dipl. hem., *direktor*  
([mmvchem@sezampro.rs](mailto:mmvchem@sezampro.rs); [www.bremgroup.com](http://www.bremgroup.com))

*Hemijski fakultet ,  
Centar za hemiju IHTM, Univerzitet u Beogradu i  
BREM GROUP doo, Beograd*



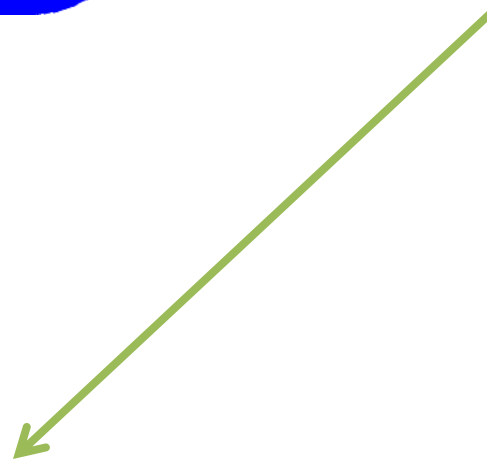
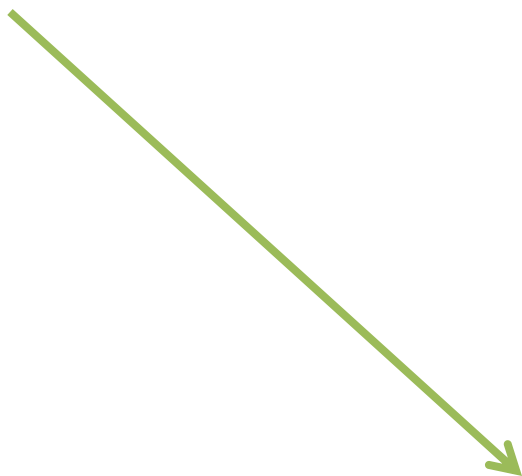
Skopje  
26. 02. 2014.



**NRK  
INŽENJERING  
BEOGRAD®  
Osnovan 1990.**



**Univerzitet u Beogradu  
NU INSTITUT ZA HEMIJU,  
TEHNOLOGIJU I  
METALUGUJU-IHTM  
Osnovan 1962.**



**BREM  ROUP®**

**Osnovan 2006.**





РЕПУБЛИКА СРБИЈА  
МИНИСТАРСТВО ЖИВОТНЕ СРЕДИНЕ,  
РУДАРСТВА И ПРОСТОРНОГ ПЛАНИРАЊА

Омладинских бригада 1  
11070 Нови Београд

Tel: + 381 (011) 31-31-357; 31-31-359 / Fax: + 381 (011) 31-31-394 / www.ekoplan.gov.rs

REPUBLIC OF SERBIA  
MINISTRY OF ENVIRONMENT,  
MINING AND SPATIAL PLANNING

1, Omladinskih brigade Str.  
11070 New Belgrade



По мери природе

Бр/№: 19-00-00730/2010-02

Датум/Date 28.07. 2011. године

П.С.

На основу чл. 51., 59., 60., и 64. Закона о управљању отпадом („Службени гласник РС”, број 36/09 и 88/10) и члана 192. Закона о општем управном поступку („Службени лист СРЈ”, бр. 33/97 и 31/01), а решавајући по захтеву оператера предузећа „BREM GROUP“ д.о.о. из Београда, ул. Његошева 12, за издавање дозволе за третман опасног отпада (наведеног у тачки 4.3.1.) у мобилном постројењу, број предмета 19-00-00730/2010-02 од 08.09.2010. године, Министарство животне средине, рударства и просторног планирања, државни секретар, по решењу о овлашћењу број 021-01-8/2011 од 28.03.2011. године, доноси

**РЕШЕЊЕ  
О ИЗДАВАЊУ ДОЗВОЛЕ ЗА  
ТРЕТМАН ОПАСНОГ ОТПАДА  
У МОБИЛНОМ ПОСТРОЈЕЊУ**

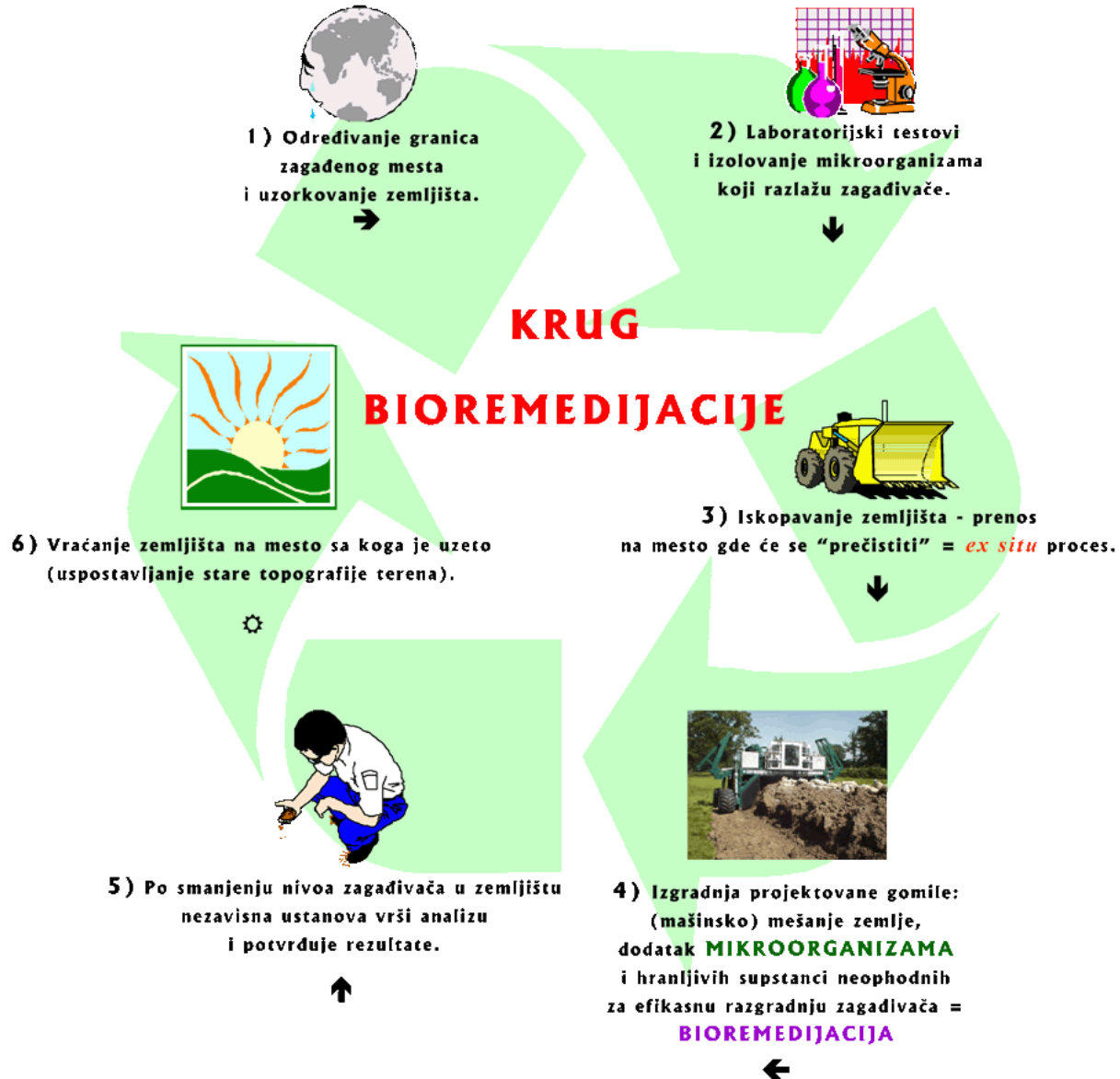
1. Издаје се дозвола за третман опасног отпада (наведеног у тачки 4.3.1.) у мобилном постројењу, оператеру предузећу „BREM GROUP“ д.о.о. из Београда, на локацијама на територији Републике Србије, регистарског броја **580**, и утврђује следеће, и то:



# **BIOREMEDIJACIJA**

proces koji koristi nepatogene mikroorganizme i/ili njihove enzime da životnu sredinu prečisti i vrati u stanje pre zagađenja!

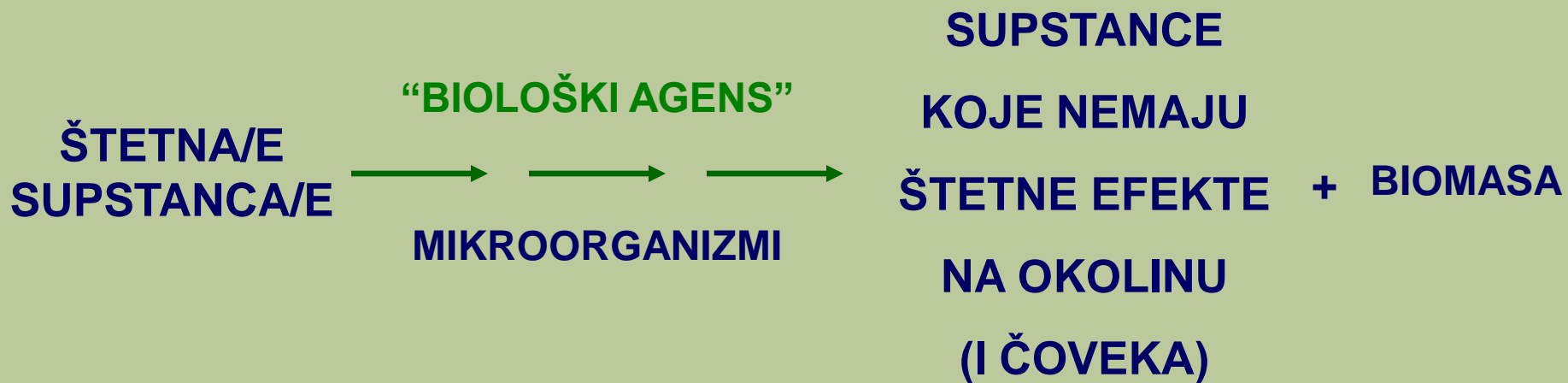




**BIOREMEDIJACIJA**-BIOLOŠKA DEGRADACIJA I DETOKSIKACIJA (NA MESTU ZAGADJENJA-*IN SITU* ILI NA DRUGOM MESTU-*EX SITU*) **ZEMLJIŠTA, POVRŠINSKIH, PODZEMNIH I OTPADNIH VODA I VAZDUHA (PROCESNIH I OTPADNIH GASOVA)** OD ŠTETNIH SUPSTANCI (**I/ILI NJIHOVA TRANSFORMACIJA I RAZGRADNJA PRE ZAGADJIVANJA ŽIVOTNE SREDINE, TJ. DOK SU JOŠ USKLADIŠTENI**), KAO ŠTO SU **ORGANSKI ZAGADJIVAČI** (NAFTA I DERIVATI NAFTE, PESTICIDI, DETERDŽENTI, POLIMERI, FENOLI, ORGANSKI RASTVARAČI,...), **VEŠTAČKA DJUBRIVA, TEŠKI METALI** (NPR. ŽIVA, KADMIJUM, OLOVO,...) I DRUGI TOKSIČNI ELEMENTI I JEDINJENJA (ARSEN, CIJANOVODONIK,...), **TOKSIČNI GASOVI** (RECIMO VODONIK-SULFID) I **RADIONUKLIDI**, NAJČEŠĆE I NAJEFIKASNIJE POMOĆU **MIKROORGANIZAMA**, KAO "BIOLOŠKIH AGENASA"! PRIMENJUJU SE I BILJKE (FITOREMEDIJACIJA)! ISPITUJE SE MOGUĆNOST UPOTREBE PRIMITIVNIH ŽIVOTINJA (ŠKOLJKE I GLIS **ZOOREMEDIJACIJA!**



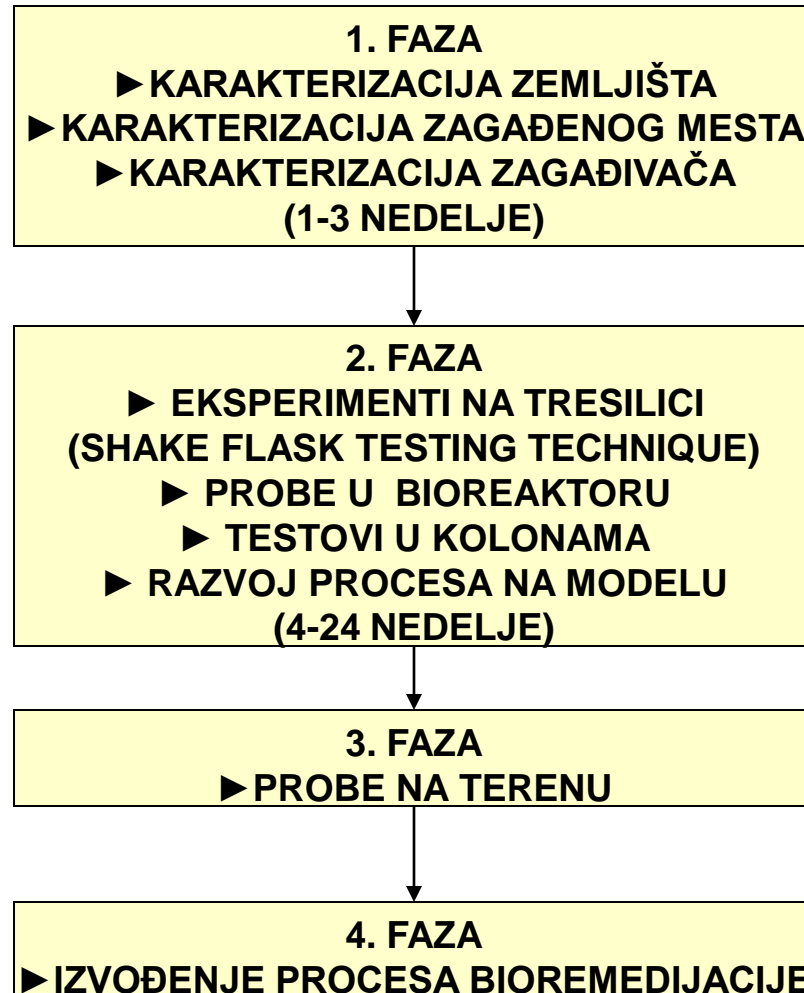
# SUŠTINA BIOREMEDIJACIJE



**PRAVA ZELENA TEHNOLOGIJA!!!**

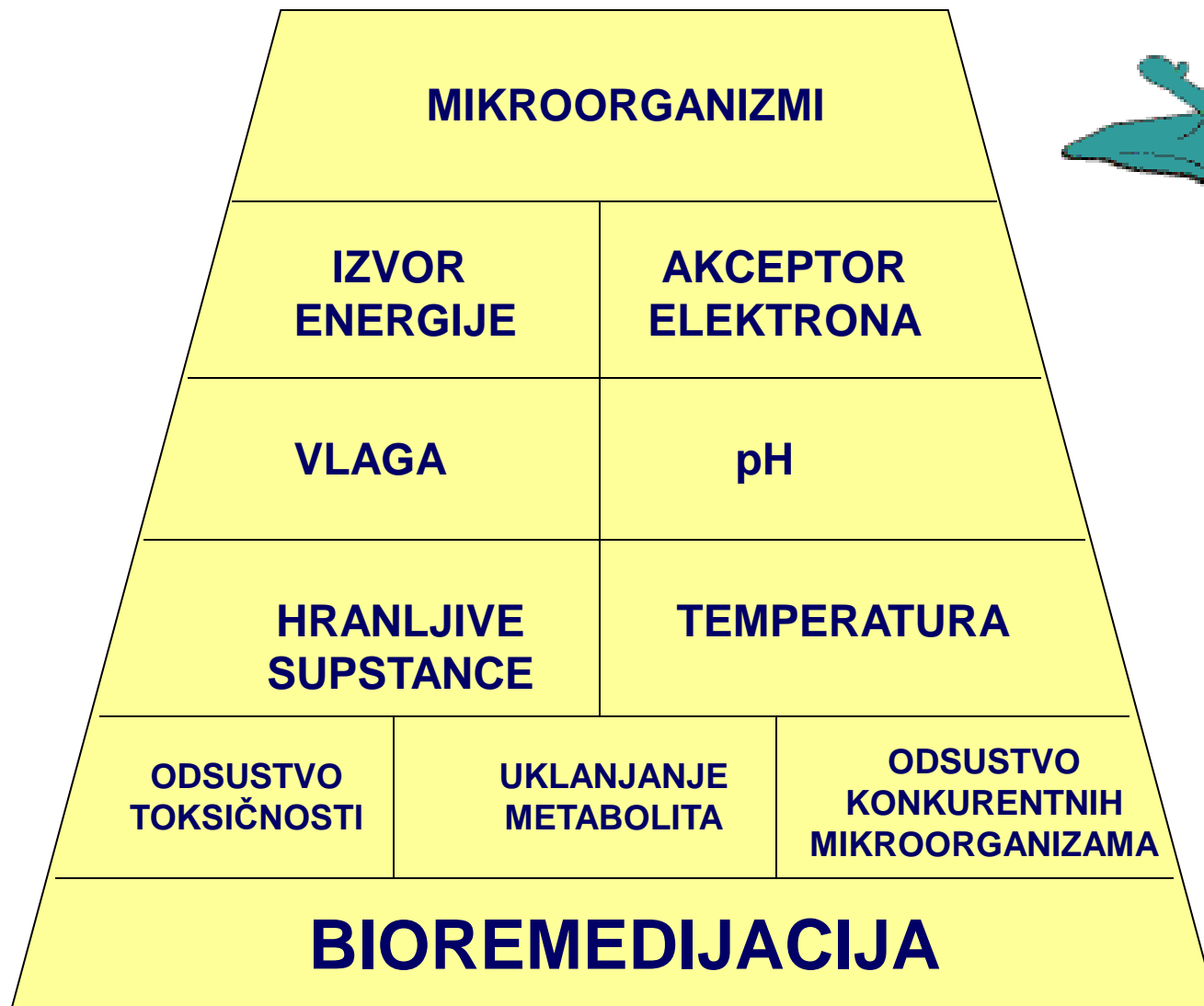


# **SHEMATSKI PRIKAZ METODOLOGIJE RADA PRI BIOREMEDIJACIJI**

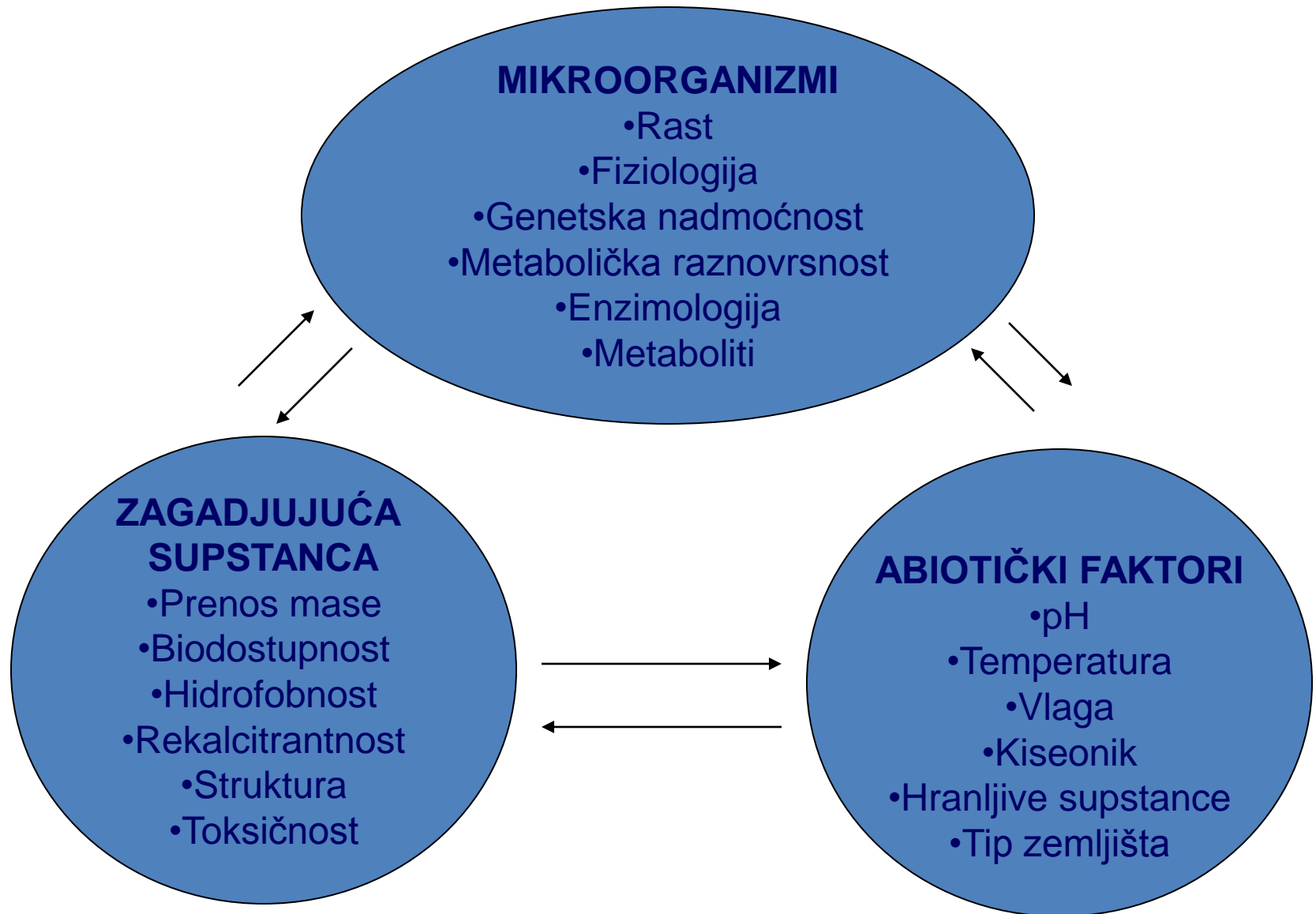


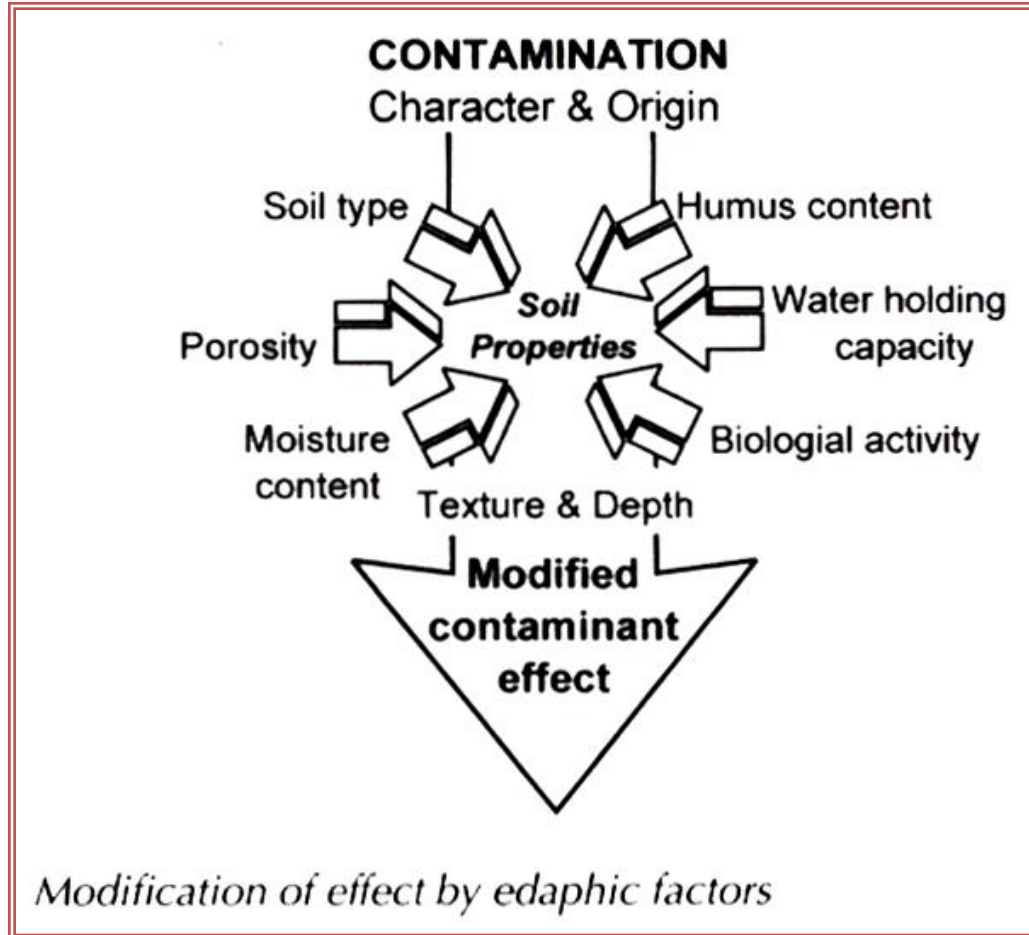


# USLOVI ZA USPEŠNU BIOREMEDIJACIJU



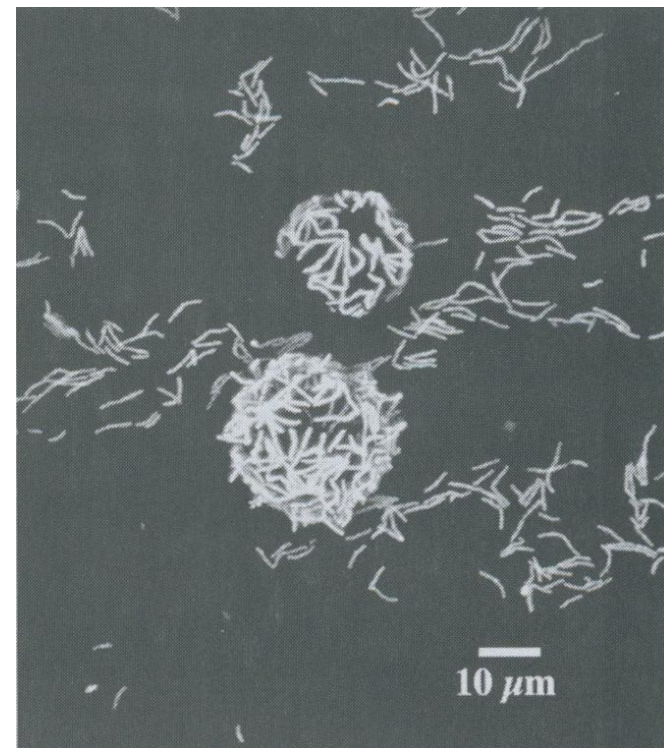
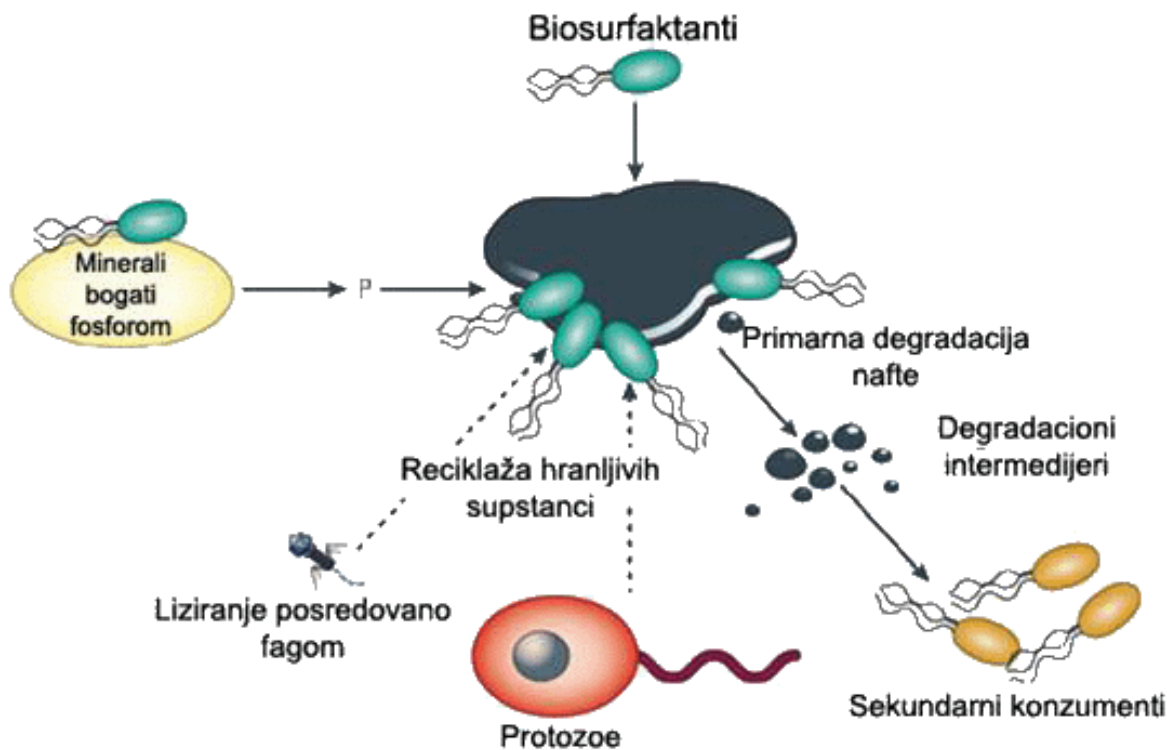
# BIODEGRADACIONI SISTEM U BIOREMEDIJACIJI



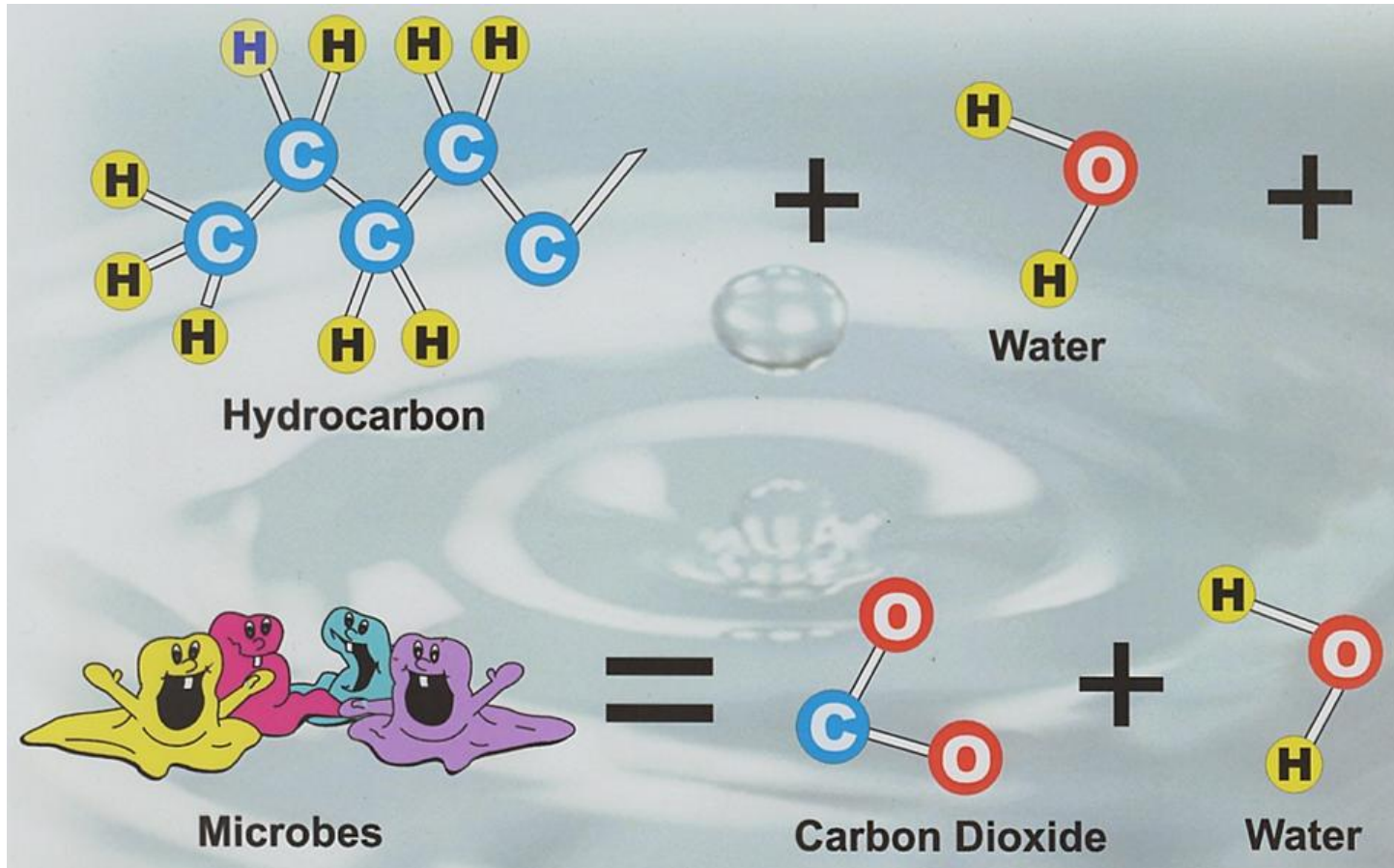




# SLOŽENI ODNOSI TOKOM BIODEGRADACIJE NAFTE I DERIVATA



# ZDRUŽENO DEJSTVO MIKROBNE ZAJEDNICE NA UGLJOVODONIČNI ZAGADJIVAČ

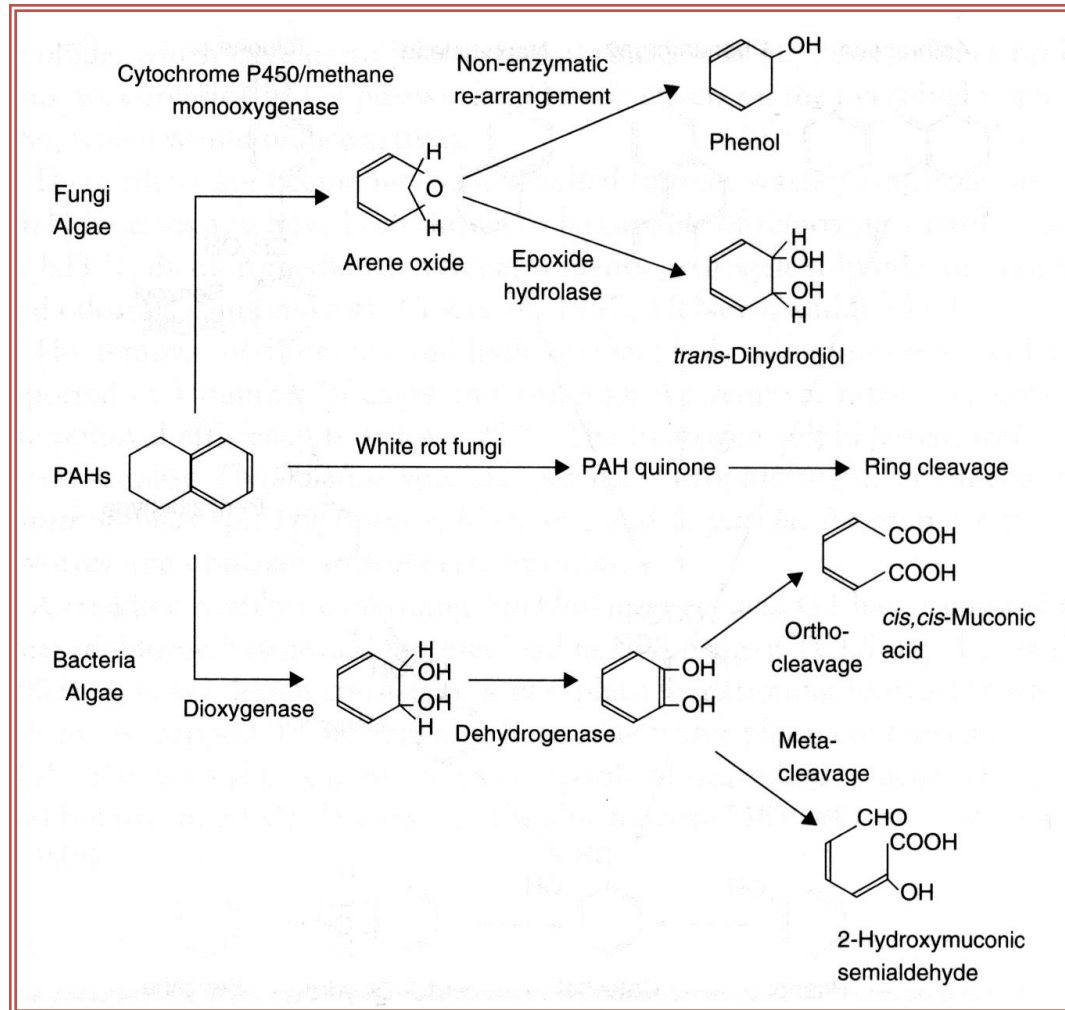


JEDNAČINA MIKROBIOLOŠKE MINERALIZACIJE ORGANSKE SUPSTANCE



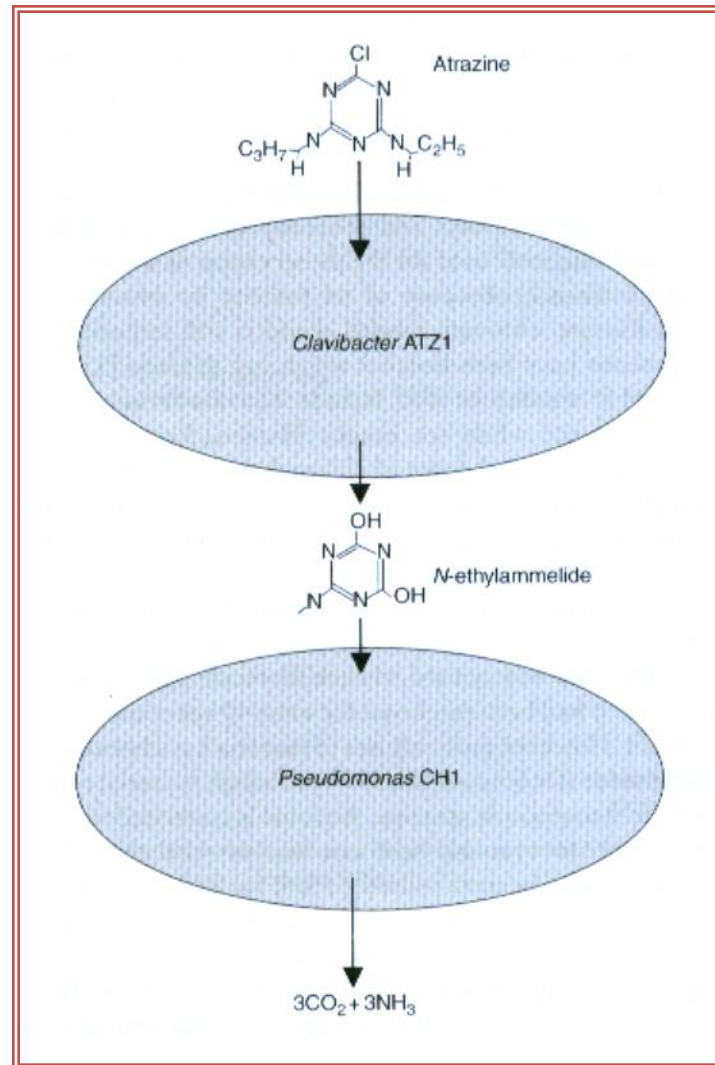


# POČETNI KORACI U RAZGRADNJI POLICIKLIČNIH AROMATIČNIH UGLJOVODONIKA, RAZLIČITIM GRUPAMA MIKROORGANIZAMA



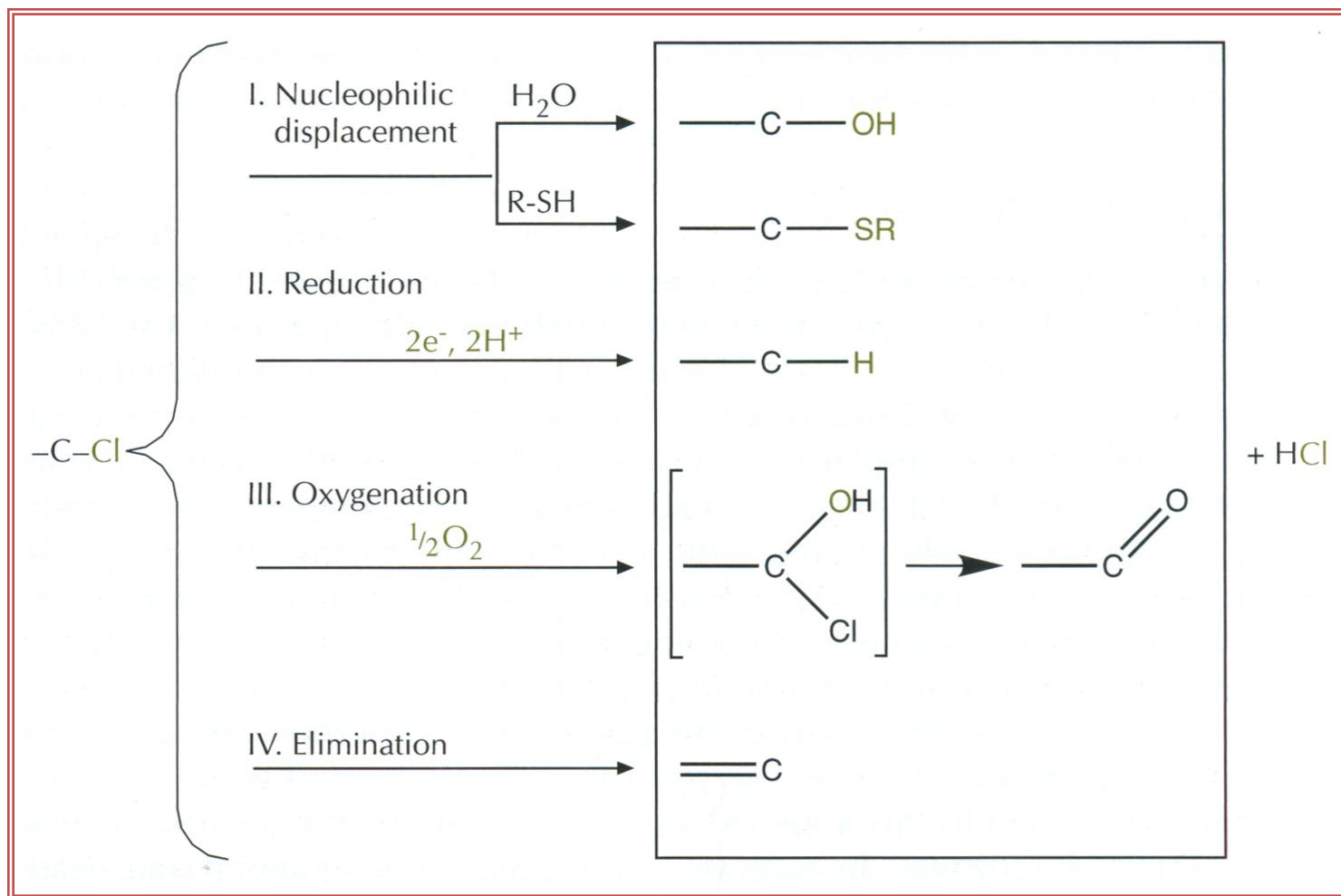


# KOOMETABOLIČKA DEGRADACIJA ATRAZINA BAKTERIJSKIM KONZORCIJUMOM





# MEHANIZMI MIKROBNOG DEHALOGENOVANJA ORGANOHLORNIH JEDINJENJA





# DOMAĆI MIKROORGANIZMI ZA DOMAĆE ZAGADJENJE !!!

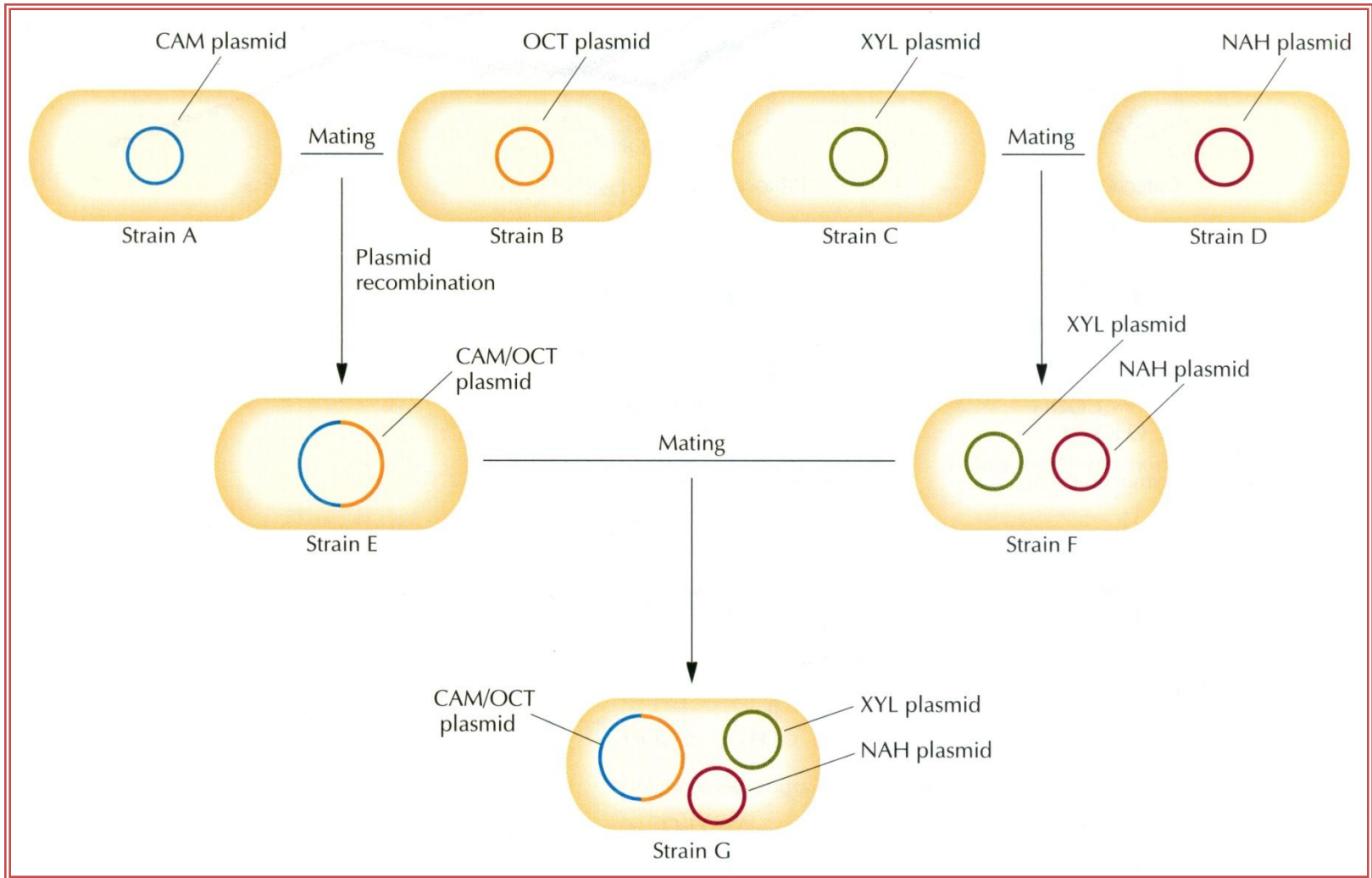


“Konzorcijum mikroorganizama”

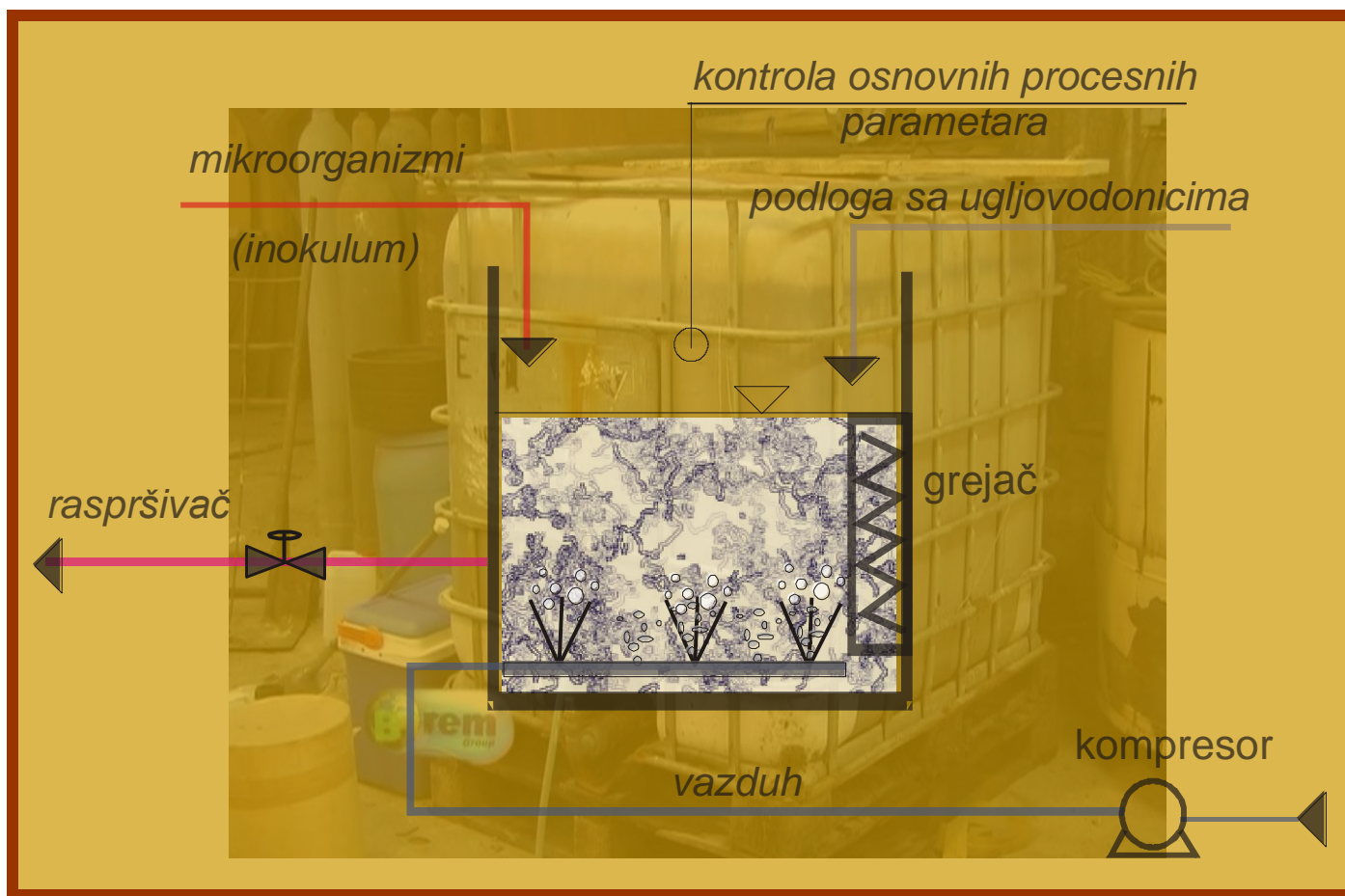


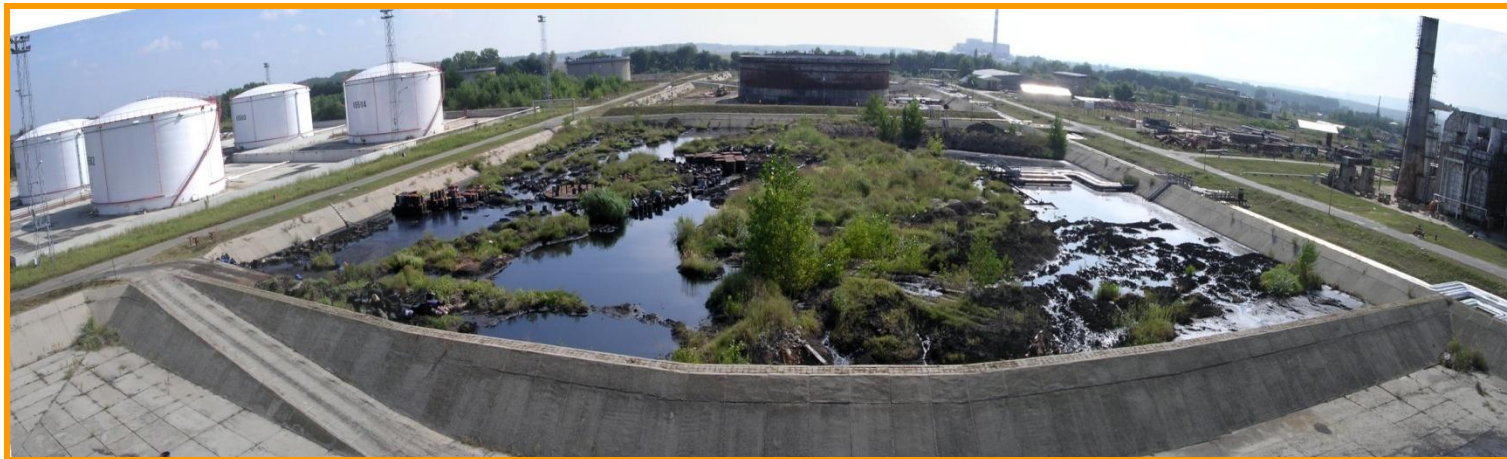
NAJPOTENTNIJI I  
NAJOPTIMALNIJI  
MIKROORGANIZMI ZA  
BIOREMEDIJACIJU SU IZOLOVANI  
**SA SAMOG MESTA ZAGADJENJA**  
ODNOSNO IZ SAMOG  
ZAGADJIVAČA !





# MOBILNI BIOREAKTOR I MIKROORGANIZMI SPECIFIČNI ZA POJEDINAČNO ZAGADJENJE !!!





## IZOLOVANJE I SELEKCIJA



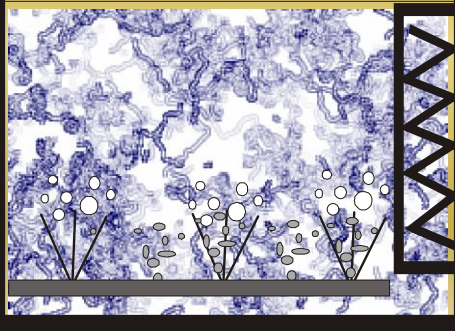
$1 \times 10^6$  CFU/g

$1 \times 10^9$  CFU/mL



## UMNOŽAVANJE MIKROORGANIZAMA

### MOBILNI BIOREAKTOR





## **Notta bene: USPEŠNA BIOREMEDIJACIJA!!!**



**IZOLOVANJE, SELEKCIJA I ADAPTACIJA ZIMOGENIH  
MIKROBA ⇒ AKTIVAN KONZORCIJUM  
(**BIOAUGMENTACIJA**)**

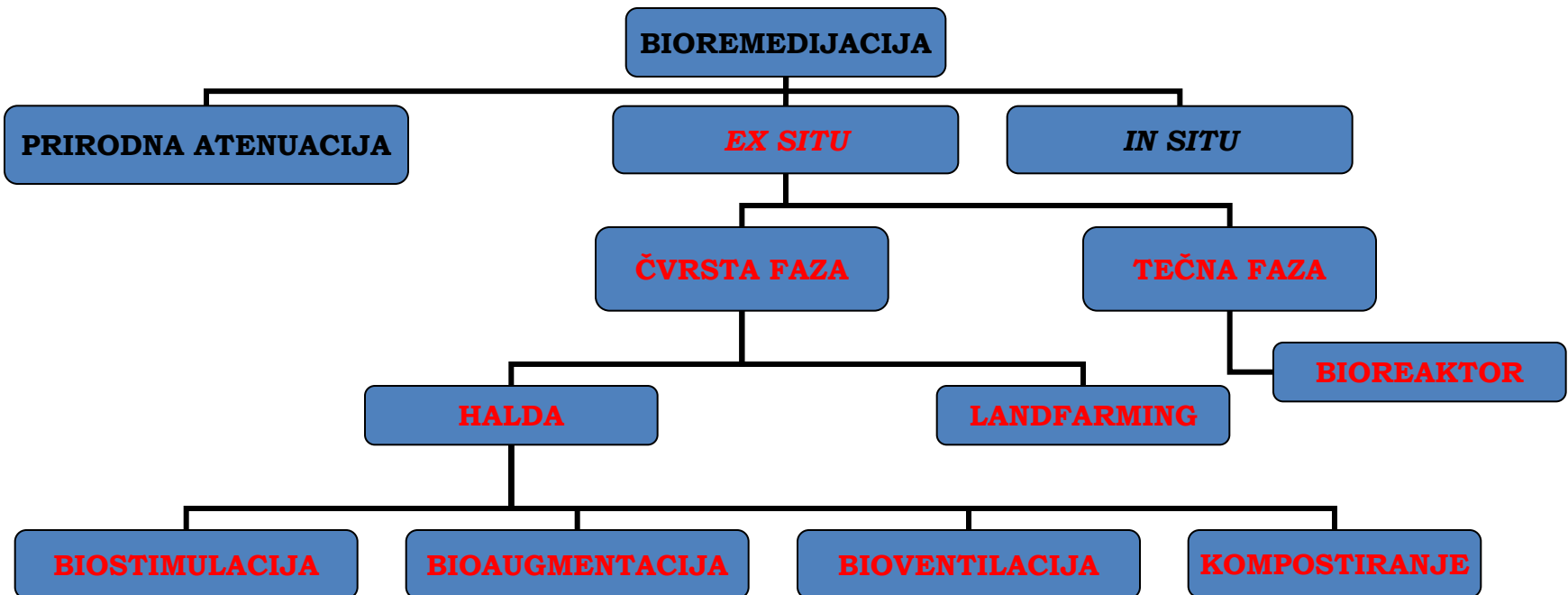
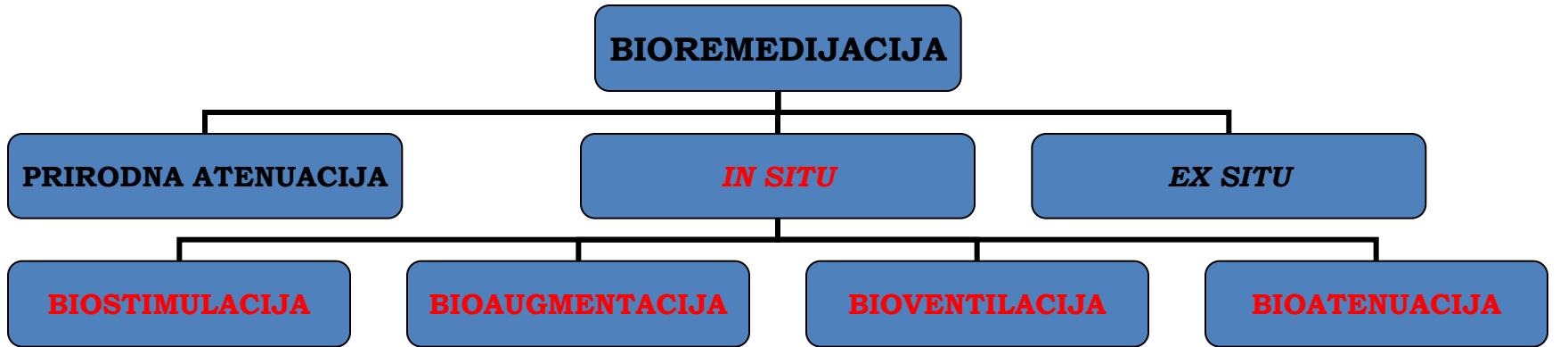


**JOŠ I:**

- ▶ **POSTIZANJE ŠTO VEĆEG STEPENA HOMOGENIZACIJE  
STALNIM MEŠANJEM, ŠTO OBEZBEDJUJE I POTREBNU  
KOLIČINU MOLEKULSKOG KISEONIKA-AERACIJU  
(**BIOVENTILACIJA**)**
- ▶ **ODRŽAVANJE OPTIMALNE VLAŽNOSTI I DODAVANJE  
BIOGENIH ELEMENATA U POTREBNIM KOLIČINAMA, A PRE SVIH  
AZOTA I FOSFORA  
(**BIOSTIMULACIJA**)**

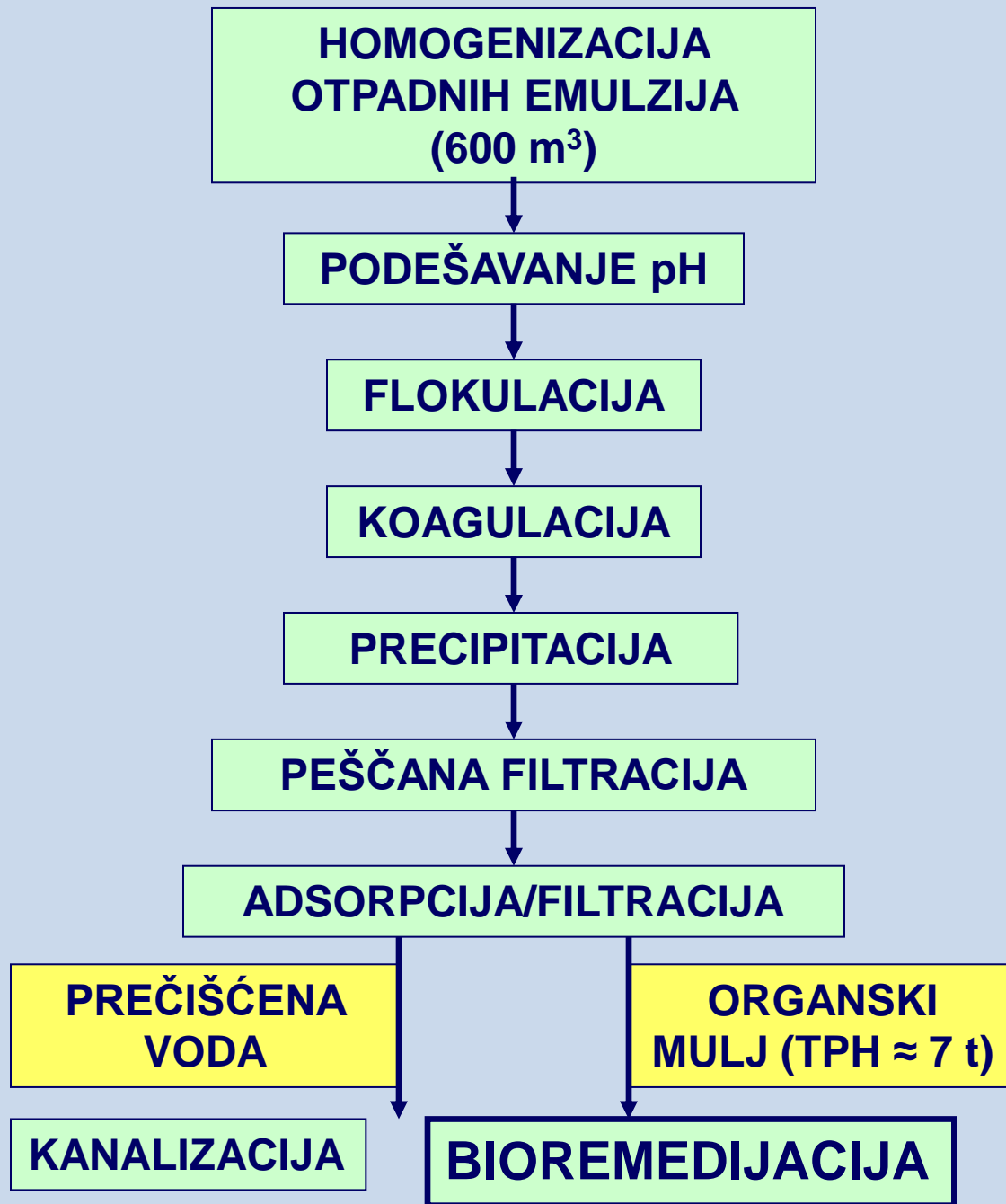


# BIOREMEDIJACIONI ALGORITAM



**VIŠESTEPENA OBRADA VANBILANSKIH EMULZIJA  
METALOPRERAĐIVAČKE INDUSTRIJE UZ PRIMENU BIOREMEDIJACIJE  
ZA POTREBE “FAM” IZ KRUŠEVCA (~ 600 m<sup>3</sup>)**







# VIŠESTEPENA OBRADA VANBILANSKIH EMULZIJA METALOPRERAĐIVAČKE INDUSTRIJE UZ PRIMENU BIOREMEDIJACIJE ZA POTREBE FABRIKE MAZIVA (“FAM”) IZ KRUŠEVCA (~ 600 m<sup>3</sup>)

“Otpadna emulzija”



Flokulacija i  
Koagulacija



Filtraciona  
jedinica

Voda



Zauljeni  
materijal



**HPK**

**~ 100,000 mg O<sub>2</sub>/L**

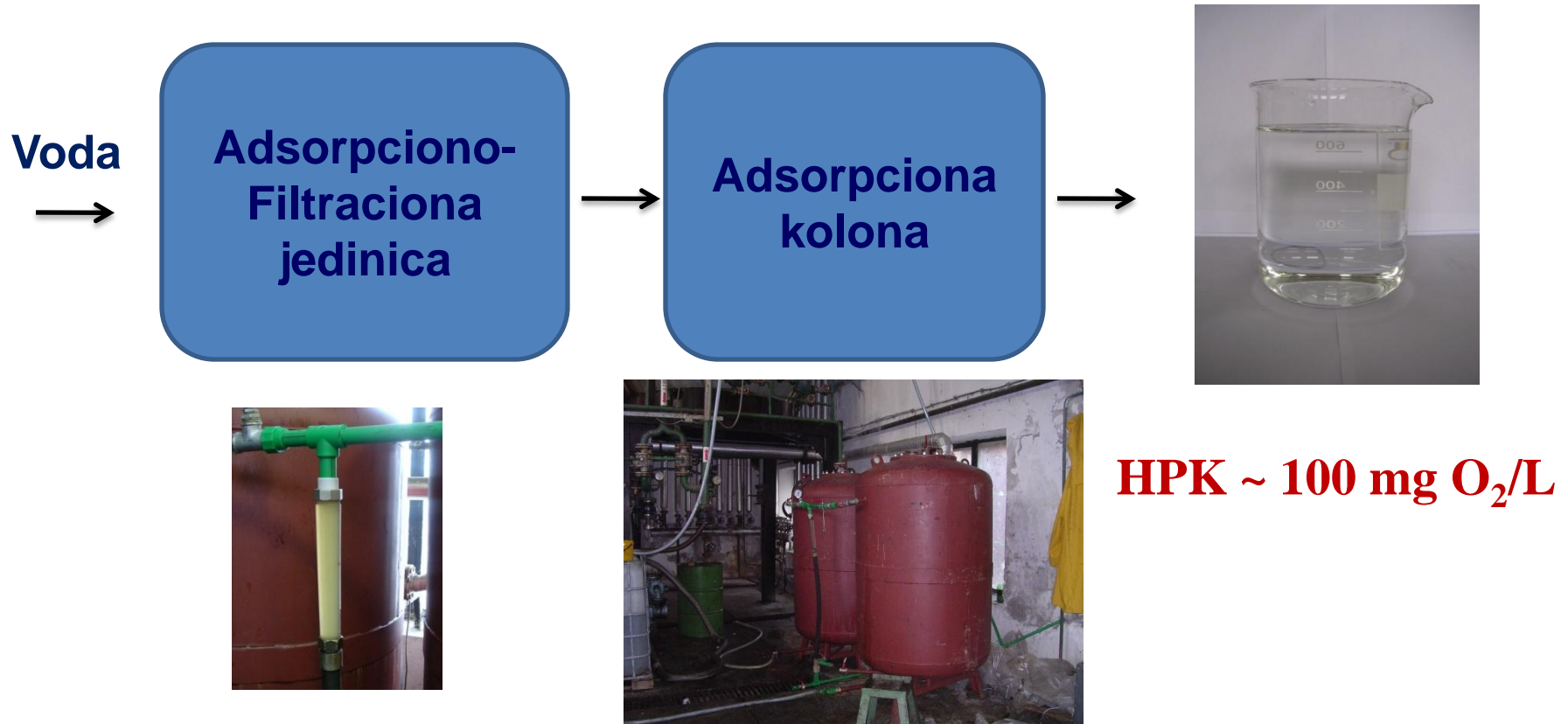


**HPK**

**~ 5,000 mg O<sub>2</sub>/L**



# EFIKASNOST $\approx$ 99 %



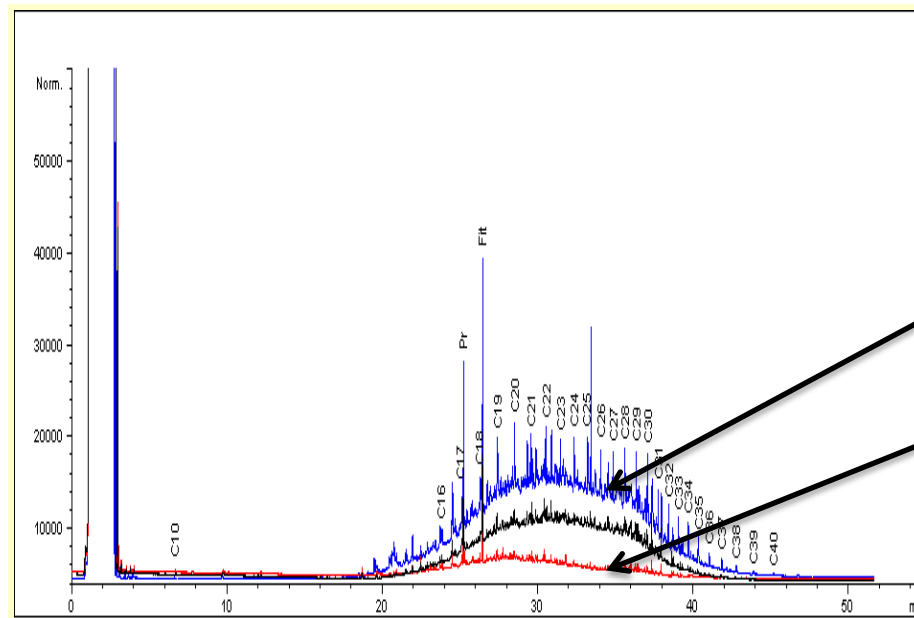
# EFIKASNOST $\approx$ 95 %

Zauljeni  
materijal

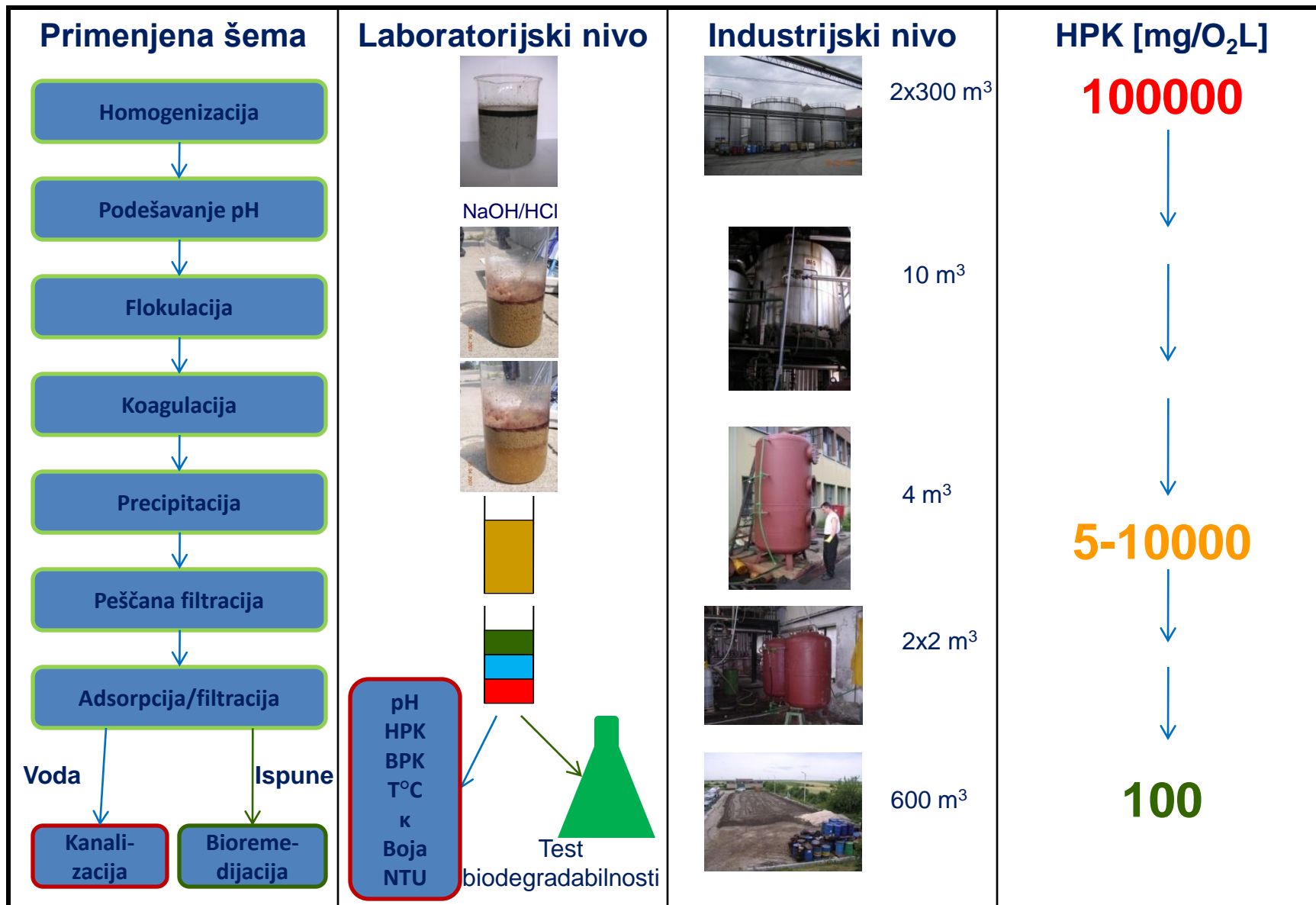


*Ex situ* bioremedijacija

Biostimulacija,  
Bioaugmentacija



# Kombinovana obrada vanbilansnih, procesnih fluida metaloprerađivačke industrije (tzv. “otpadne emulzije” ~ 600 m<sup>3</sup>) za potrebe “FAM” iz Kruševca



# POSTROJENJE KOMPANIJE

BREMROUP®

## U DOBANOVcima

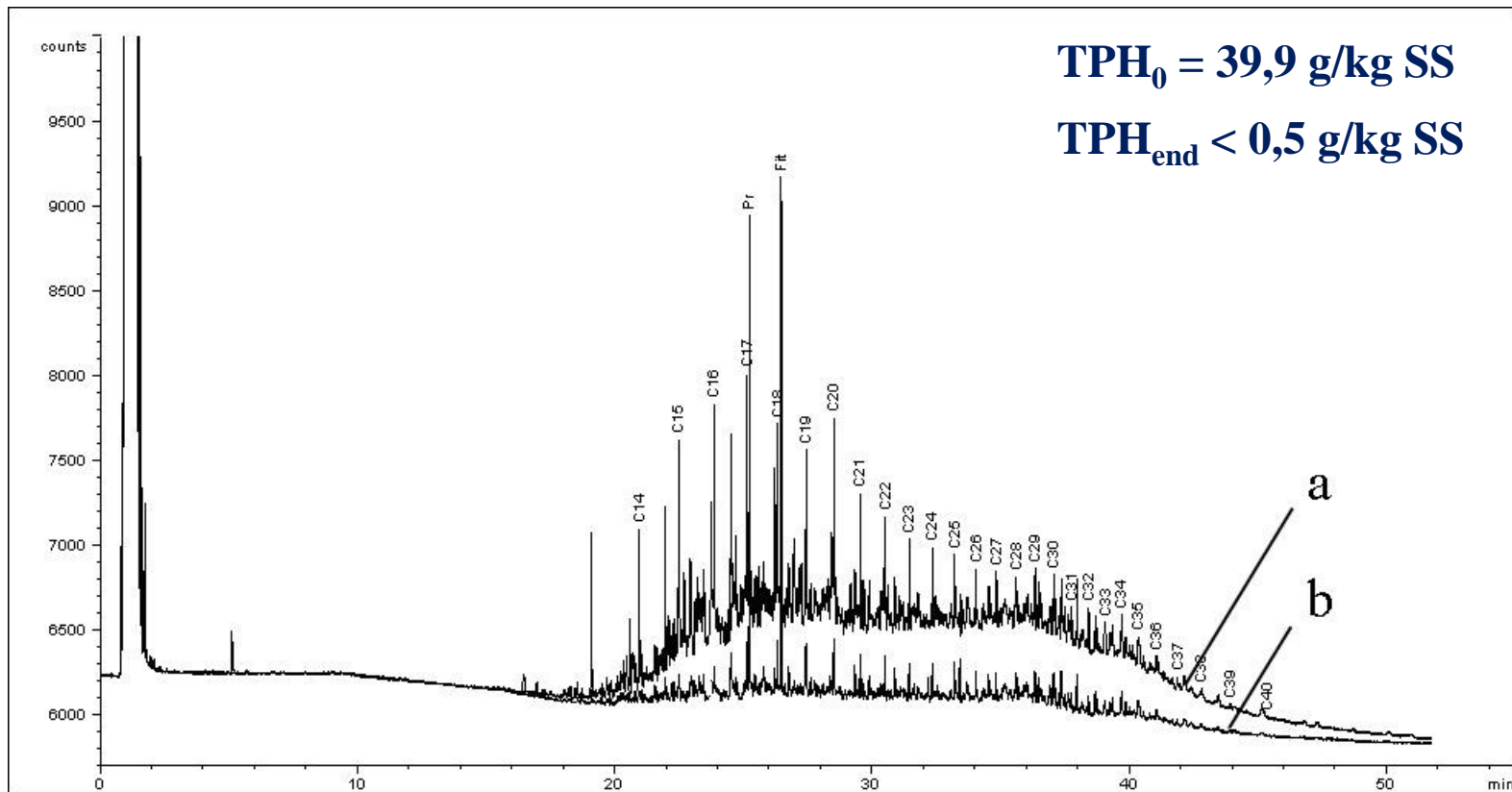


# BIOREMEDIJACIJA VANBILANSNOG UGLJIVODONIČNOG MATERIJALA, TZV. “OTPADNOG MAZUTA” ZA POTREBE JAVNOG KOMUNALNOG PREDUZEĆA BEOGRADSKE ELEKTRANE (JKP BE)



# BIOREMEDIJACIJA VANBILANSNOG MAZUTA ZA POTREBE JKP BE

## EFIKASNOST $\approx 99\%$



# BIOREMEDIJACIJA (SANACIJA) PRIMARNE ISPLAČNE JAME NA NAFTNOM POLJU TURIJA SEVER KOD ZATVORNE BUŠOTINE 69

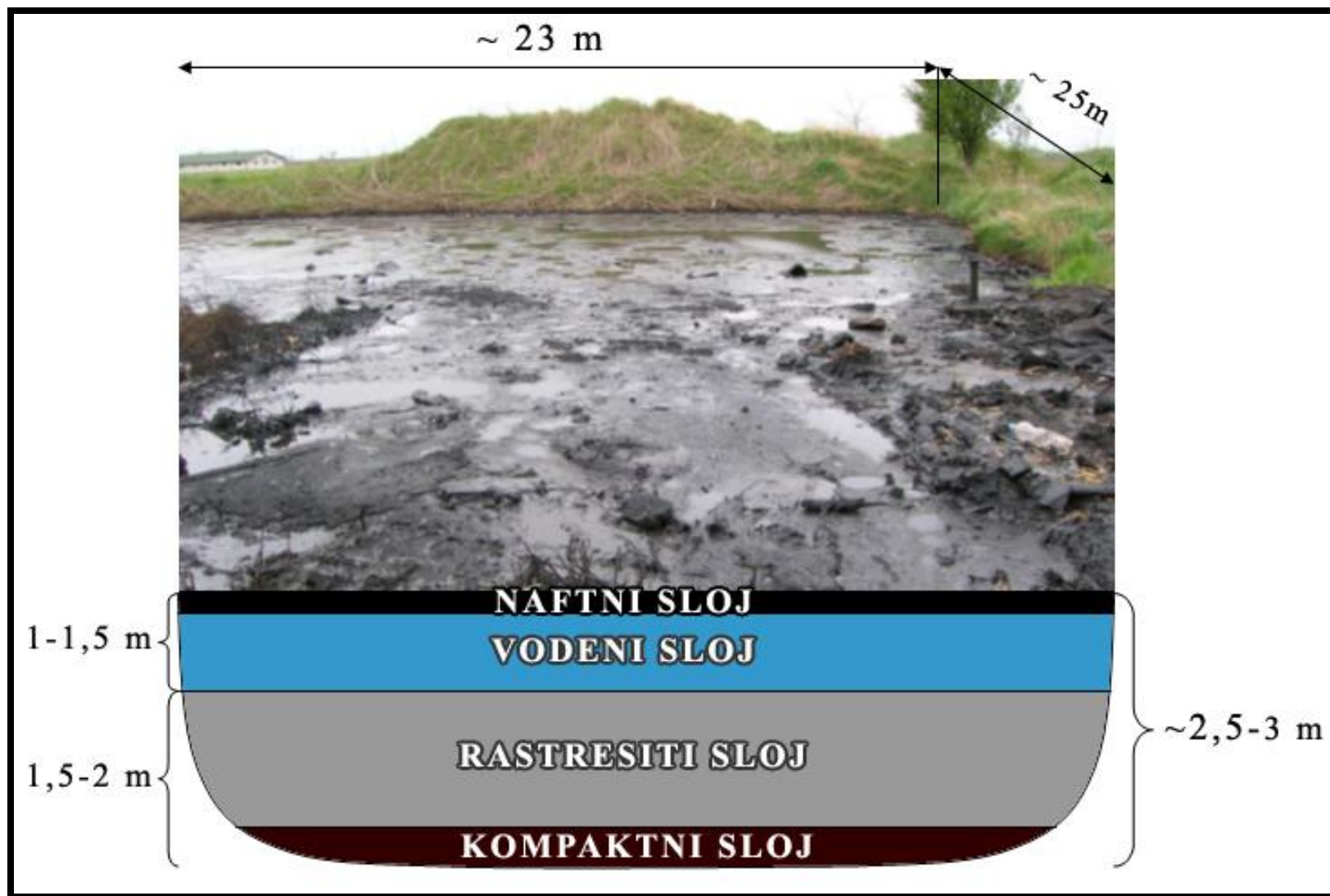




# BIOREMEDIJACIJA (SANACIJA) PRIMARNE ISPLAČNE JAME NA NAFTNOM POLJU TURIJA SEVER KOD ZATVORNE BUŠOTINE-TuS 69-13. 04. 2011.



# BIOREMEDIJACIJA (SANACIJA) PRIMARNE ISPLAČNE JAME NA NAFTNOM POLJU TURIJA SEVER KOD ZATVORNE BUŠOTINE-Tus 69



# BIOREMEDIJACIJA (SANACIJA) PRIMARNE ISPLAČNE JAME NA NAFTNOM POLJU TURIJA SEVER KOD ZATVORNE BUŠOTINE-TuS 69-09. 11. 2012.



**STANJE PROSTORA-"NJIVE" NA MESTU PRIMARNE  
ISPLAČNE JAME NA NAFTNOM POLJU TURIJA SEVER KOD  
ZATVORNE BUŠOTINE-TuS 69 POSLE BIOREMEDIJACIJE I  
SANACIJE-13. 04. 2012.**



**STANJE NA SANIRANOJ PRIMARNOJ ISPLAČNOJ JAMI KOD  
ZATVORENE BUŠOTINE Tus-69 POSLE PROLEĆNE SETVE  
KUKURUZOM-20. 04. 2012.**



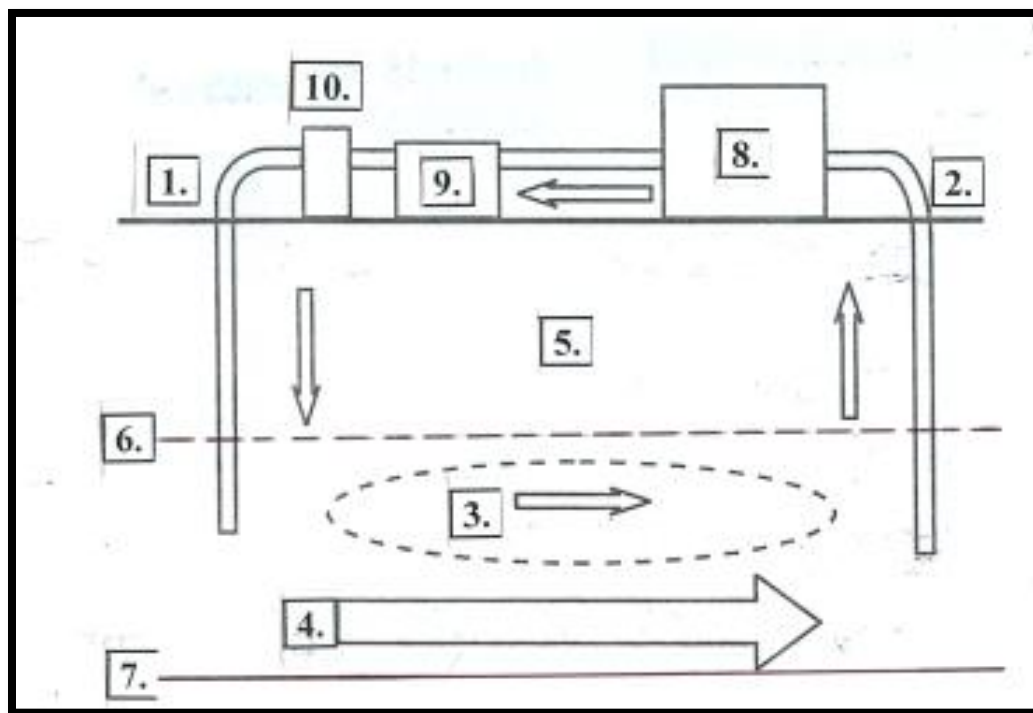
# STANJE NA SANIRANOJ ZAULJENOJ PRIMARNOJ ISPLAČNOJ JAMI KOD ZATVORENE BUŠOTINE TuS-69 POSLE PROLEĆNE SETVE KUKURUZOM-28. 05. 2012.



**EX SITU POSTROJENJE ZA BIOREMEDIJACIJU ZEMLJIŠTA  
ZAGADJENOG UGLJOVODONICIMA SA LOKALITETA "NITEKS"/"BENETTON" U  
NIŠU KAPACITETA OKO 5000 KUBNIH METARA, KOJE JE USPEŠNO TRETIRANO  
(DECEMBAR 2011.-JULI 2012.)**



# **IN SITU BIOREMEDIJACIJA IZDANSKIH I PODZEMNIH VODA NA LOKACIJI “NITEKS”/”BENETTON” U NIŠU, KOJOM JE USPEŠNO TRETIRANO OKO 2500 + 2300 KUBNIH METARA (MART-JUNI 2012. GODINE)**



**ŠEMA *IN SITU* BIOREMEDIJACIONOG TRETMANA ZAGADJENIH PODZEMNIH  
VODA U “BIPOLARNOM” MODELU**





# ANALIZA USPEŠNOSTI BIOREMEDIJACIJE:

- **I do 30x brža** od prirodnog procesa samoprečišćenja.
- **Čini oko 20-25 % ukupnih** remedijacionih **postupaka** u svetu, što se procenjuje da je trenutno na svetskom **tržištu vredno oko 20 milijardi EUR!**
- **Prosečna cena** samog procesa **bioremedijacije** u Evropi je oko **115 €/t** (za nivo kontaminacije do 5 gTPH/kgSS!
- **Mobilni bioreaktor** za bioremedijaciju **štedi vreme**, **štedi prostor** pošto nema skladištenja, **štedi transport, ŠTEDI NOVAC !!!**

## NE ZABORAVITI:

😊 **BIOREMEDIJACIJA JE TEHNOLOGIJA KOJA NE GENERIŠE OTPAD VEĆ GA U POTPUNOSTI REŠAVA !!!**

😊 **PRAKTIČNO NE POSTOJI ZAGADJUJUĆA SUPSTANCA KOJU MIKROBI NE MOGU DA RAZLOŽE UKLJUČUJUĆI I ZLOGLASNE POPs !!!**



**HVALA NA PAŽNJI !**

