

**MULJEVI OD  
PREČIŠĆAVANJA  
KOMUNALNIH OTPADNIH  
VODA – LEGISLATIVA,  
KORIŠĆENJE I TRETMAN  
MULJEVA**

---

ww 2010.

Dr Elvira Karlović, red.prof.

Departman za hemiju, biohemiju i zaštitu životne  
sredine, PMF, Novi Sad



- 
- ❑ Kanalizacija sadrži otpadne vode domaćinstva, otpadne vode iz industrije ili manjih preduzeća, kišnicu i površinske vode.
  - ❑ Pri prečišćavanju komunalnih otpadnih voda nastaje mulj, koji sadrži znatan deo zagađenja iz otpadnih voda, uključujući i bakterije i viruse.
-

## □ Karakteristike mulja:

---

- Velika količina vode (96-99%).
- Suva materija mulja sastoji se od organskih materija (približno oko 75%),
- Sadrži nutrijente (N oko 1,5%, P oko 3%, K),
- Teški metale i organska zagađenja koja potiču iz industrijskih otpadnih tokova koji se ulivaju u kanalizaciju.
- Patogeni mikroorganizmi



- Kanalizacioni mulj je tečnost specifičnog mirisa i sadrži oko 4% čvrstih materija.



- Kanalizacioni mulj (mulj) se odlaže i u sirovom stanju, ali se najčešće tretira prije odlaganja ili reciklaže.



**Granule tretiranog kanalizacionog mulja koji se koristi u poljoprivredi**



- ❑ Mulj sadrži zagađenja iz vode koja se putem odlaganja mulja ponovo vraćaju u životnu sredinu.
- ❑ U Evropi raste interes vezan za produkciju mulja, odlaganje i reciklažu





- Najvažniji razlog za tako veliki interes je zabrinutost za potencijalni rizik za ljudsko zdravlje i životnu sredinu od zagađenja posebno kada se mulj koristi u poljoprivredi.
- U cilju kontrole mogućih rizika uvedena je legislativa na evropskom i nacionalnom nivou.



## Tipičan tretman otpadnih voda gde se produkuje mulj

Rešetke

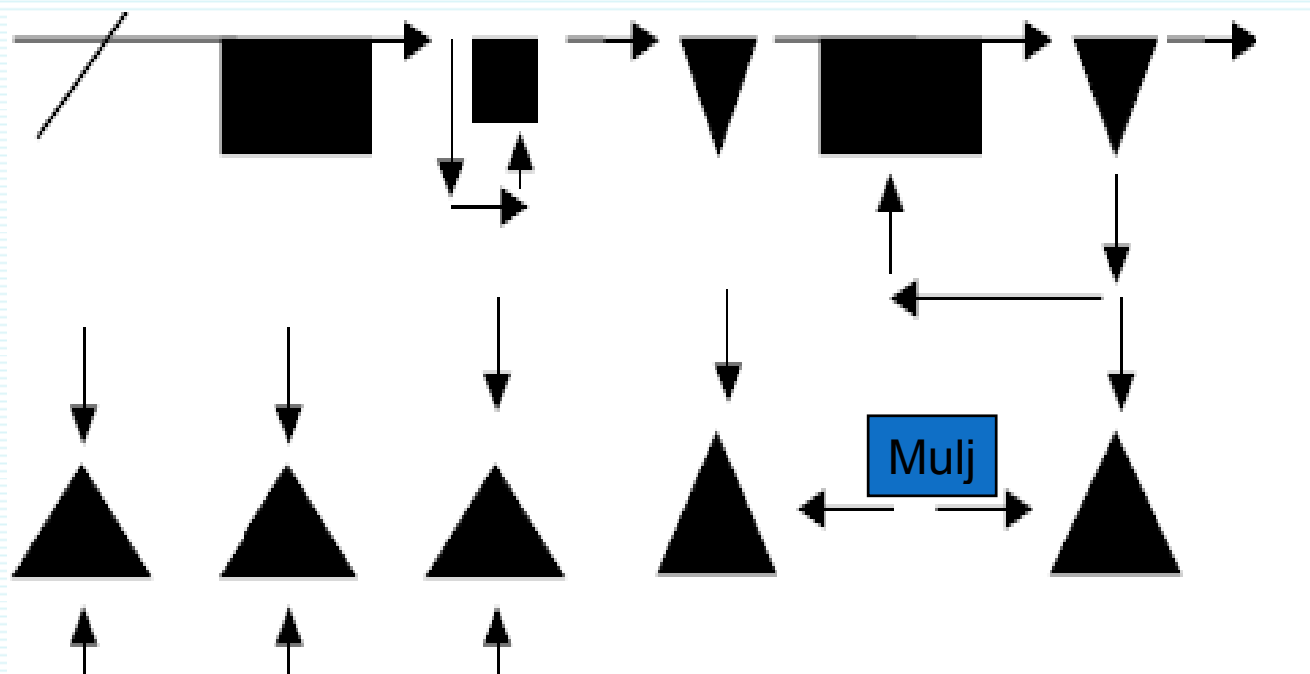
Uklanjanje  
peska

Uklanjanje  
masnoća

Primari  
taložnik

Bazen-aktivni  
mulj

Sekundarni  
taložnik



Ostaci od preliminarog  
tretmana se ne razmatraju kao mulj



Vrsta mulja zavisi od vrste otpadne vode i vrste tretmana i razlikuju se:

---

- 1. Primarni mulj
- 2. Sekundarni mulj
- 3. Mešani mulj
- 4. Tercijarni mulj
- 5. Mulj nakon digestije
- 6. Mulj nakon odvodnjavanja-stabilizovani mulj







- ❑ Muljevi su pri tome čak i veći problem, nego otpadne vode, jer se otpadne vode ispuštaju obično u vodotokove ili u velike akumulacije, njihov uticaj na recipijent je manje vidljiv
- ❑ Muljevi se obično odlažu na zemljište, tako da su i vidljivi, a s obzirom da je zagađenje u muljevima u koncentrovanijem obliku, to je i negativan uticaj po okolinu uočljiviji.
- ❑ Poseban problem su pri tome veliki gradovi, jer su količine i otpadnih voda i muljeva koje se javljaju, praktično na jednom mestu, veoma velike.



## Direktive EU koje se odnose na kanalizacioni mulj:

---

- Direktiva o otpadnim vodama urbanih naselja,
  - Direktiva o kanalizacionom mulju,
  - IPPC Direktiva – koja predstavlja princip sprečavanja na izvoru zagađenja postavljajući limitirajuće vrednosti baziranih na najboljoj dostupnoj tehnici (BAT).
-



- 2002.god. Nemačka proizvodi 10 miliona tona mulja sa 30% SM godišnje
- Ova količina je približno jednaka 3,5 puta zapremine piramide (Giseh)





- 
- U Evropi, produkcija suvog mulja po stanovniku je oko 90 g /osoba dan i potiče od primarnog, sekundarnog i tercijarnog tretmana otpadnih voda.
  - Godišnja produkcija u 1992. godini je bila oko 5,5 miliona tona suve materije, da bi ova količina porasla na vrednost oko 9 milona tona do kraja 2005. godine.
  - Ovaj porast je posledica praktične implementacije Direktive za tretman urbanih otpadnih voda (91/271EEC), kao i povećanog broja domaćinstava priključenih na kanalizacionu mrežu, a takođe i većeg udela tercijarnog tretmana otpadnih voda kojim se uklanjaju nutrijenti.
-

# Legislativa

---



- Još davne 1975. godine **Okvirna direktiva za otpad** zahteva od članica EU upravljanje otpadom prvenstveno prevencijom nastajanja otpada, a takođe i njegovog bezbednog odlaganja.
  - **Direktiva 86/278/EEC** se odnosi na upotrebu mulja u poljoprivredi, a reguliše kvalitet mulja na način da se izbegnu i preveniraju štetni uticaji na zemljište, vegetaciju, životinje i ljude.
-

# Legislativa

---



- Naziv Direktive saveta od 12. juna 1986. je ***Direktiva o zaštiti životne sredine, a posebno zemljišta, pri korišćenju kanalizacionog mulja u poljoprivredi.***
  - Cilj ove Direktive je da uredi primenu mulja u poljoprivredi na takav način da se spreče štetni uticaji na zemljište, vegetaciju, životinje i čoveka, podstičući pri tome pravilnu upotrebu tog mulja.
-

# Direktiva 86/278/EEC

---



- Države članice mogu ipak dozvoliti, pod uslovima koje će same postaviti, primenu netretiranog mulja ukoliko se injektira ili ubacuje u zemlju;
  - proizvođači kanalizacionog mulja će redovno snabdevati korisnike svim informacijama na koje se odnosi Aneks IIA (kvalitet mulja)
-

# Direktiva 86/278/EEC

---



- Države članice će zabraniti primenu mulja ili snabdevanje muljem za primenu, na:
  - pašnjacima ili usevima za stočnu ishranu ako se ispaša pašnjaka ili žetva sa polja vrši pre isteka određenog perioda.
  - Ovaj period, koji će države članice utvrditi uzimajući posebno u obzir svoju geografsku i klimatsku situaciju, ni pod kakvim okolnostima neće biti kraći od tri nedelje;
-



# Direktiva 86/278/EEC

---



- Zabrana:
  - Na zemljištu gde se gaji voće i povrće, izuzev za visoke voćnjake;
  - Na zemljištu namenjenom uzgoju voća i povrća koje je normalno u direktnom kontaktu sa zemljom i normalno se jede sirovo, za period 10 meseci pre branja i u toku samog branja.
-

Sledeća pravila će se primenjivati pri upotrebi mulja:



- mulj će se upotrebljavati na taj način da se uzimaju u obzir potrebe biljaka za nutrijentima i da se ne pogoršava kvalitet zemljišta i površinskih i podzemnih voda,





- 
- ako se mulj primenjuje na zemljištima sa pH vrednostima ispod 6, države članice će uzeti u obzir uvećanu mobilnost i pristupačnost teških metala biljkama, i po potrebi, smanjiti granične vrednosti koje su postavile u skladu sa Aneksom I A. Tabela/
-

## Granične vrednosti metala u zemljištu sa nižim pH (Direktiva 1986 EEC, i Radni dokument o mulju-treći nacrt, EC 2000)

---

Elements	Limit values (mg/kg dm)			
	Directive 86/278/EEC 6<pH<7	5<=pH<6	6<=pH<7	pH=>7
Cd	1-3	0.5	1	1.5
Cr	-	30	60	100
Cu	50-140	20	50	100
Hg	1-1.5	0.1	0.5	1
Ni	30-75	15	50	70
Pb	50-300	70	70	100
Zn	150-300	60	150	200



# Legislativa

---



- **Direktiva o hazardnom otpadu iz 1991.** godine je postavila niz pravila kod rukovanja sa takvim tipom otpada.
  - Veoma važan uticaj na standarde kvaliteta otpadnih voda, a time i smanjenje zagađenja u muljevima daje ***Direktiva o urbanim otpadnim vodama (91/271EEC).***
-

# Legislativa

---



- Ova Direktiva je izmenjena sa **Direktivom 98/15/EC, koja se primenjuje od 2005.** godine, u kojoj su postavljeni mnogo strožiji kvaliteti standarda otpadnih voda
  - Ima uticaj na smanjenje sadržaja nepoželjnih polutanata u mulju, koji bi ograničavali upotrebu mulja ili povećali cenu naknadnog tretmana mulja.
-

# Legislativa

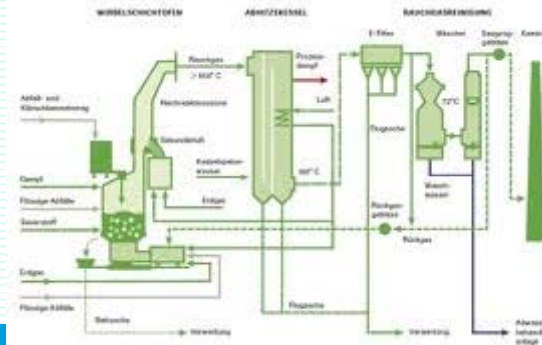
---



- Pored toga preporuka je da se muljevi od prečišćavanja otpadnih voda ponovo iskorišćavaju kada je to moguće
  - Da se odlaganje muljeva u površinske vode ispuštanjem iz brodova, ispuštanjem iz cevovoda ili na drugi način postepeno napusti.
-



# Legislativa

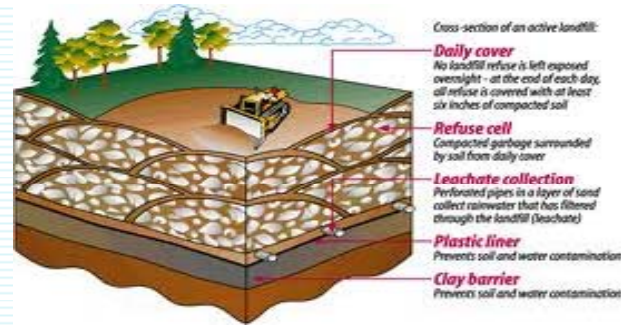


- ❑ **Direktiva koja se odnosi na insineraciju otpada (Directive 2000/76 EC)**
- ❑ daje granične vredenosti emisije polutanata u vazduhu kod spaljivanja otpada (**i muljeva**) što zahteva primenu tehnologija koje emituju minimum zagađenja.
- ❑ Od 2005. godine predviđena je granična vrednost za dioksine koji se emituju tokom spaljivanja – insineracije.





# Legislativa



- **Direktiva 1999/31/EC** Direktiva o deponovanju otpada , odnosno upravljanje sa kanalizacionim muljem,
- zabranjuje odlaganje tečnog otpada (muljeva).
- Ova Direktiva ima za cilj smanjenje konačnog odlaganja biodegradabilnog komunalnog otpada na deponijama
  - do 2006. godine za 75% u odnosu na 1992. godinu,
  - smanjenje od 50% do 2009. godine i
  - dalje smanjenje od 35% do 2016. godine.

## Direktiva 1999/31/EC Direktiva o deponovanju otpada

---



- ❑ Direktivom se zabranjuje odlaganje tečnog i netretiranog otpada na deponiju.
- ❑ Ovakav način rukovanja sa muljem bi omogućio duži vek trajanja deponija na kojima se odlaže komunalni otpad.





- 
- ❑ ***Direktive vezane za otpad*** : Waste Basis Directive (WBD).
  - ❑ Sadrže principe za odlaganje i korišćenje otpada, za upravljanje otpadom, monitoring itd.
  - ❑ WBD prave razliku između otpada za korišćenje i otpada za odlaganje.
  - ❑ Za sada je zadržano mišljenje da **mulj, koji se koristi u poljoprivredi, postaje ekonomska (komercijalna) roba.**
-

# Definicije

---

Definicija mulja koji se javlja kao **referentni mulj** je:

- a) Populacija: 100 000 ES  
(domaćinstvo i mešovita industrija)
  - b) Produkcija mulja 2500 t suve materije (SM) godišnje
-

# Referentni mulj

---

- |   |                                     |
|---|-------------------------------------|
| <input type="checkbox"/> Suva materija    | <input type="checkbox"/> 6%         |
| <input type="checkbox"/> Organskamaterija | <input type="checkbox"/> 75% SM     |
| <input type="checkbox"/> Cink             | <input type="checkbox"/> 1000 mg/kg |
| <input type="checkbox"/> Bakar            | <input type="checkbox"/> 500 mg/kg  |
| <input type="checkbox"/> Nikl             | <input type="checkbox"/> 40 mg/kg   |
| <input type="checkbox"/> Živa             | <input type="checkbox"/> 3 mg/kg    |
| <input type="checkbox"/> Kadmijum         | <input type="checkbox"/> 3 mg/kg    |
| <input type="checkbox"/> Olovo            | <input type="checkbox"/> 200 mg/kg  |
| <input type="checkbox"/> Azot (ukupni)    | <input type="checkbox"/> 3,5% SM    |
| <input type="checkbox"/> P2O5             | <input type="checkbox"/> 3,5% SM    |
| <input type="checkbox"/> K2O              | <input type="checkbox"/> 0,2% SM    |
-

# Evropski katalog otpada (EWC)

---

- Važno je napomenuti, da u listi otpada u kategoriji 1908 - Otpad iz postrojenja za prečišćavanje voda tj. mulj koji potiče od tretmana komunalnih otpadnih voda (190805) **nije uključen u listu opasnog otpada.**
-

- Za kvalitet mulja od velike je važnosti kontrola ispuštanja industrijskih otpadnih voda koje se ulivaju u kanalizaciju.
  - **Članom 14. direktive 91/271/EEC** je predviđeno iskorišćavanje mulja od prečišćavanja, pri čemu je prioritet dat iskorišćavanju u poljoprivredi, ukoliko kvalitet mulja to dozvoljava (*Magoarou, 2000*).
-



## Direktiva 86/276/EEC

---

- daje preporuke o korišćenju mulja u poljoprivredne svrhe i reguliše njegovo korišćenje da bi se sprečio negativan uticaj mulja na zemljište, vegetaciju, životinje i ljude.
  - Podaci do 2002. godine pokazuju da se oko 40% mulja reiskorišćava u poljoprivredne svrhe, a da je u pojedinim zemljama EU zastupljen i tretman insineracijom kao i deponovanje
-



## Direktiva 86/276/EEC- definicije

---



- U Direktivi se definišu tri vrste mulja:
    1. mulj koji nastaje na postrojenju za prečišćavanje komunalnih otpadnih voda iz domaćinstva ili gradskih ili kod drugih postrojenja za tretman voda koje su slične po sastavu navedenim otpadnim vodama,
    2. mulj iz septičkih jama i sličnih instalacija za tretman humanog telesnog otpada
    3. mulj koji nastaje prečišćavanjem i drugačiji je od muljeva pod prvom i drugom stavkom
-



## Direktiva 86/276/EEC

---

- **U skladu sa Direktivom 86/278/EEC preporučuje se korišćenje mulja** mulj koji nastaje na postrojenju za prečišćavanje komunalnih otpadnih voda
    - Mulj 2. prema dogovoru država članica EZ na način koji oni smatraju neophodnim da bi se zaštitilo zdravlje ljudi i okoline.
    - Mulj 3. se koristi u poljoprivredi samo ako je to regulisano interesima država članica EZ.
-

## Granične vrednosti za teške metale – **Direktiva 86/276/EEC**



	Soil (mg/kg dm)	Sludge (mg/kg dm)	Load (kg/ha/year)
Cd	1 – 3	20 – 40	0.15
Cu	50 – 140	1 000 – 1 750	12
Hg	1 – 1.5	16 – 25	0.1
Ni	30 – 75	300 – 400	3
Pb	50 – 300	750 – 1 200	15
Zn	150 - 300	2 500 – 4 000	30

## Granične vrednosti za metale u Direktivi i u Radnom dokumentu o mulju EC 2000.- treći nacrt

Elements	Limit values (g/ha/y)	
	Directive 86/278/EEC	Proposed by Working Document of sludge
Cd	150	30
Cr	-	3000
Cu	12000	3000
Hg	100	30
Ni	3000	900
Pb	15000	2250
Zn	30000	7500



## Legislativa u Srbiji

---

- *Maksimalno dozvoljene koncentracije (MDK) opasnih i štetnih materija u zemljištu i vodi za navodnjavanje u Jugoslaviji (Službeni glasnik RS, br. 23, 1994, str. 553)*

Cd
Pb
Hg
As
Cr
Ni
F
Cu
Zn
B



## Direktiva 86/276/EEC - Limiti za teške metale i potreba za tretmanom mulja

---

- ❑ Zabranjeno je korišćenje mulja u slučaju da koncentracija metala u zemljištu dostiže granične vrednosti.
- ❑ Potreban je tretman mulja pre upotrebe u poljoprivredi (i u slučaju injektiranja ili neke druge metode unošenja u zemljište)



## **Direktiva 86/276/EEC - Analiza mulja**

---

1. Svaki 6 meseci
  2. Svaki 12 meseci ako se sastav ne menja
  3. Parametri:
    - SM, organska materija
    - pH
    - N i P
    - Cd, Cr, Cu, Hg, Ni, Pb i Zn
-

## Parametri mulja u Radnom dokumentu o mulju-treći nacrt, EC 2000.

---

- U cilju poboljšanja primene mulja u poljoprivredi i povećanja agronomske vrednosti mulja, a da se spreče neželjeni uticaji na okolinu, predviđa:
  - SM; Organska materija,
  - pH
  - Primarni nutrijenti (N,P,K)
  - Sekundarni nutrijenti (Ca, Mg, S)
  - Mikro nutrijenti: B, Co, Fe, Mn i Mo
-



# Prinos šećera t/ha šećerne trske od količine mulja, i dodatka mineralnih N i P đubriva

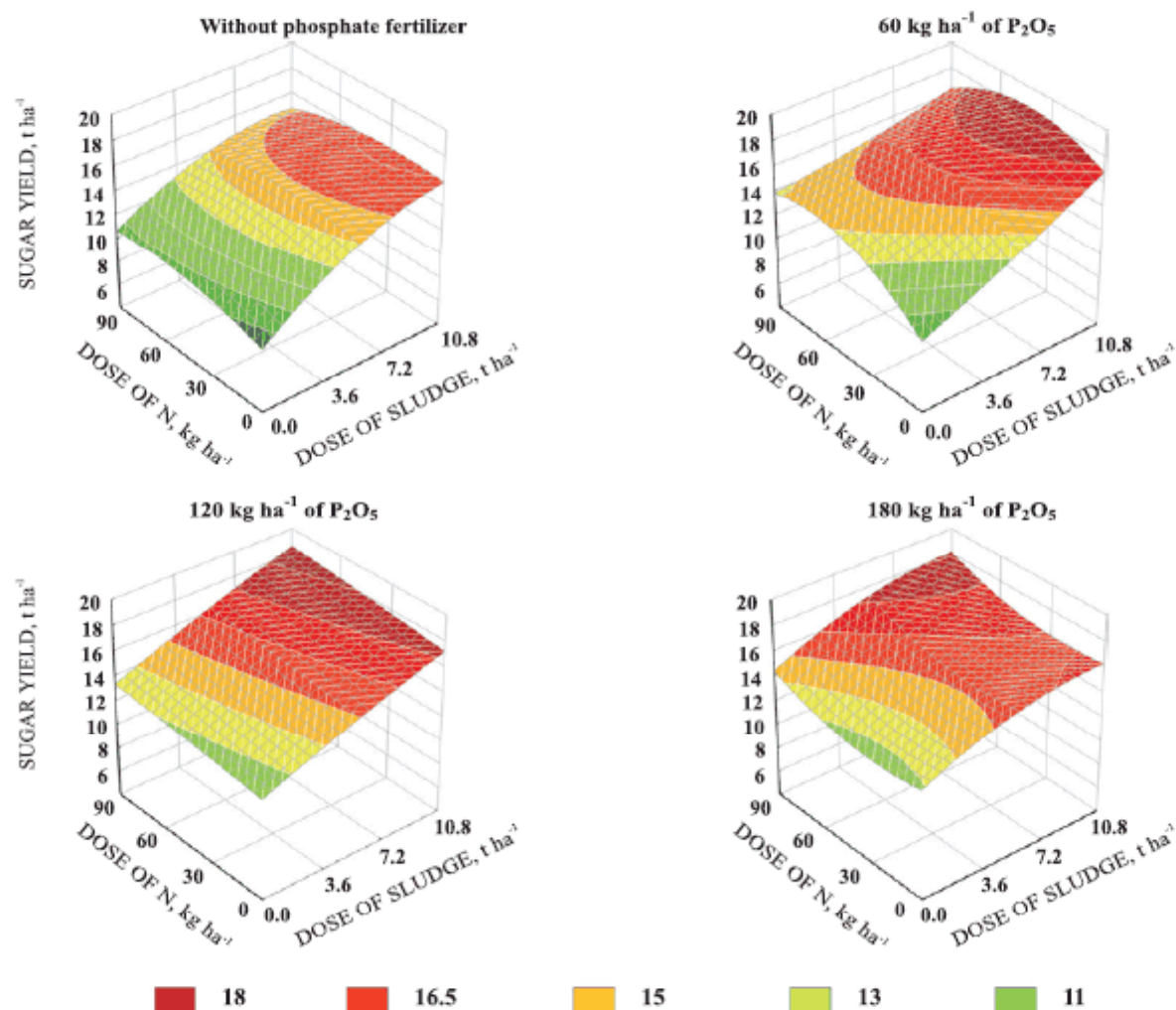


Figure 2. Average sugar yield (tonnes of sugar per hectare – TSH) of cane-plant in function of the sludge, nitrogen and phosphorous rates.

# Analiza zemljišta

---

- pH
  - Sadržaj metala (Cd, Cr, Cu, Hg, Ni, Pb, Zn)
  - Definisan je način uzimanja uzoraka zemljišta
  - Vrsta analize
-

# Patogeni u mulju



- Direktiva 86/278/EEC **nije** postavila specifične zahteve vezane za sadržaj patogena u mulju koji se koristi u poljoprivredi.
- Neke nacionalne regulative su postavile zahteve po pitanju.
- *Salmonella*: Francuska, Italija i Poljska-koja potpuno zabranjuje primenu ako mulj sadrži patogene
- Ostali patogeni: *enterovirus* (Francuska), *Enterobakterija* (Luxenburg), "Paraziti" (Poljska).

- 
- Za postizanje održivog korišćenja mulja je neophodno smanjiti zagađenja na izvoru regulisanjem korišćenja određenih supstanci u industrijskim i drugim aktivnostima.



Direktiva je stara oko 25 godina što zahteva njenu reviziju

Radni dokument o mulju- treći nacrt , EC 2000.



- U slučaju primene mulja u poljoprivredi, predlaže da se uzmu u obzir, pored teških metala i organska zagađenja:
  - 1. AOX – suma halogenovanih organskih jedinjenja
  - 2. LAS, linearni alkilbenzol sulfonati
  - 3. DEHP, dietilheksil ftalat
  - 4. NPE- nonilfenol i nonilfenoletoksilati sa jednom ili dve etoksi grupe
  - 5. PAH polinuklearni aromatični ugljovodonici
  - 6. PCB, polihlorovanibifenili
  - 7. Polihlorovani dibenzo-p-dioksini i furani

1. AOX – suma halogenovanih organskih jedinjenja
2. LAS, linearni alkilbenzol sulfonati
3. DEHP, dietilheksil ftalat
4. NPE- nonilfenol i nonilfenoletoksilati sa jednom ili dve etoksi grupe
5. PAH polinuklearni aromatični ugljovodonici
6. PCB, polihlorovanibifenili
7. Polihlorovani dibenzo-p-dioksini i furani

	<b>AOX</b> mg/kg dm	<b>DEHP</b> mg/kg dm	<b>LAS</b> mg/ kg dm	<b>NP/NPE</b> mg/kg dm	<b>PAH</b> mg/kg dm	<b>PCB</b> mg/kg dm	<b>PCDD/F</b> ng TEq/kg dm
<b>EU Recommendations</b> 2000 (3 <sup>rd</sup> Draft)	500	100	2600	50	6 <sup>1</sup>	0,8 <sup>2</sup>	100
<b>Denmark</b> (Danish Ministerial Order No. 823, 16 Sept. 1996)	-	50	1300	10	3 <sup>1</sup>	-	-
<b>Sweden</b> (LRF & SEPA & VAV; 1996)	-	-	-	50	3 <sup>3</sup>	0.4 <sup>4</sup>	-
<b>Austria</b>	500 <sup>a, b,</sup> c	-	-	-	6 <sup>c</sup>	0.2 <sup>5, a</sup> 0.2 <sup>b, d</sup> 1 <sup>c</sup>	100 <sup>a, b, c</sup> 50 <sup>c</sup>
<b>France</b>	-	-	-	-	2-5 <sup>6</sup> 1.5-4 <sup>7</sup>	0.8 <sup>8</sup>	-
<b>Germany</b> (Sauerbeck & Leschber 1992)	500	-	-	-	-	0.2 <sup>5</sup>	100

# KORIŠĆENJE MULJEVA

---

- Legislativa EU je 1998. god. zabranila odlaganje u more radi zaštite kvaliteta priobalnog mora, a ograničeno je i odlaganje na deponije.
  - Međutim, danas se još oko 18% mulja odlaže na deponije.
  - Glavni metod odlaganja u EU danas je (*Carballa i sar., 2009*):
    - primena u poljoprivredi (oko 45%),
    - insineracijom se tretira oko 17% mulja,
    - 18 % se deponuje,
    - 1% se odlaže u površinske vode (iako je to zabranjeno od 1.1. 1999. godine),
    - korišćenje 19% mulja nije specificirano.
-

# Odlaganje muljeva

---

- Tretirani mulj se odlaže na siguran način i po svim zahtevima zaštite životne sredine.
  - Pre primene na zemljište vrši se stabilizacija mulja npr. :
    - - smanjivanje bakterija i ostalih patogenata se radi digestijom mulja ili stabilizacijom pomoću kreča
-



# Tretman:

---



## □ Digestijom se:

- smanjuje broj i vrsta patogena (virusi, bakterije, gljive, paraziti)
- smanjuje se zapremina materijala
- stabilizuju se organske materije što umanjuje potencijal za miris

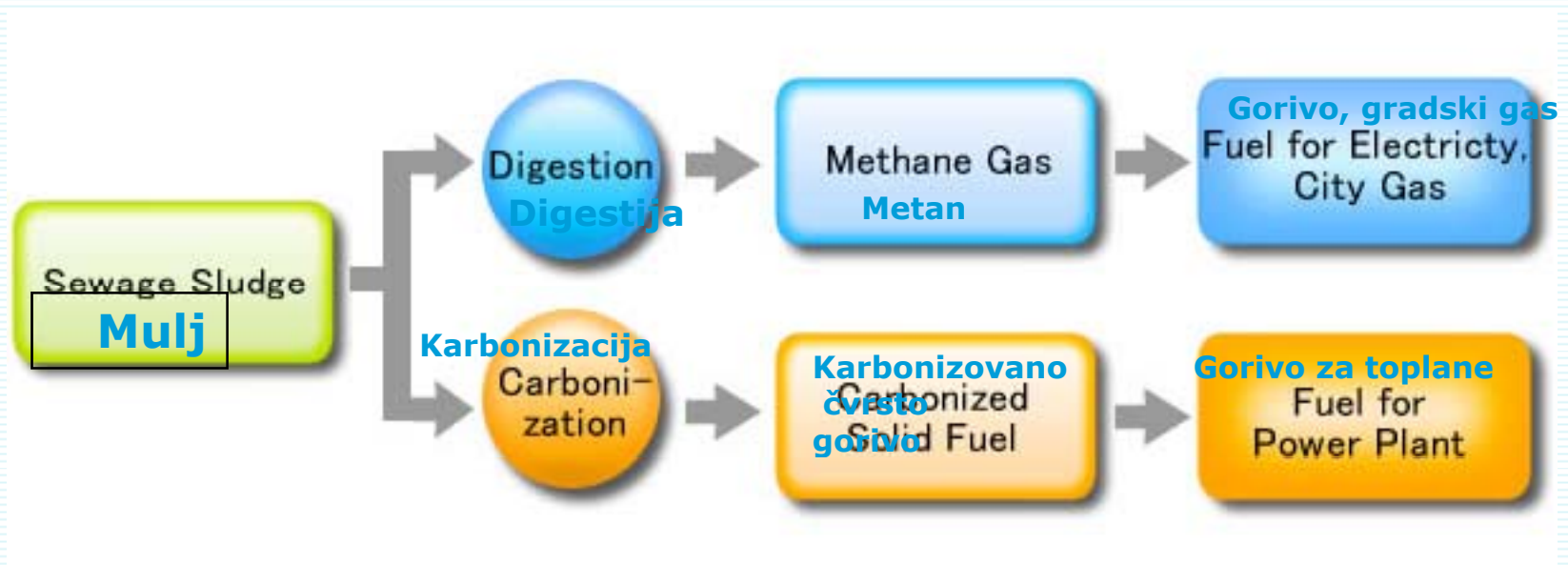




## Korišćenje muljeva

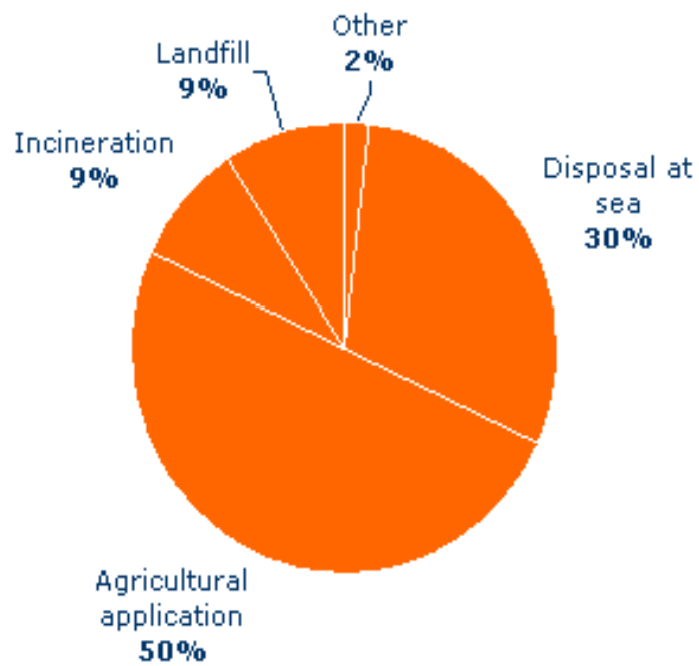
---

- Zbog visokog sadržaja organskih materija (40-70%),
  - fosfora (oko 3%)
  - i azota (oko 1,5%)
  - intencija je da se mulj u EU više iskorišćava u poljoprivredi.
  
  - Kod termičkih procesa je glavni cilj da se iskoristi kalorična vrednost mulja na način da emisija ima minimalni negativni uticaj na okolinu.
-



## Metode iskorišćavanja energije iz mulja

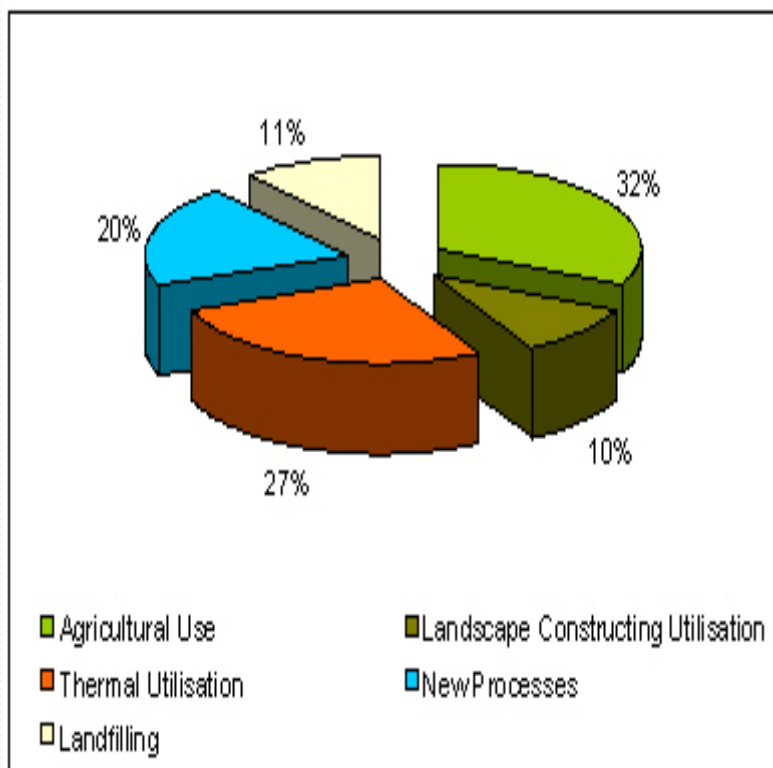
---



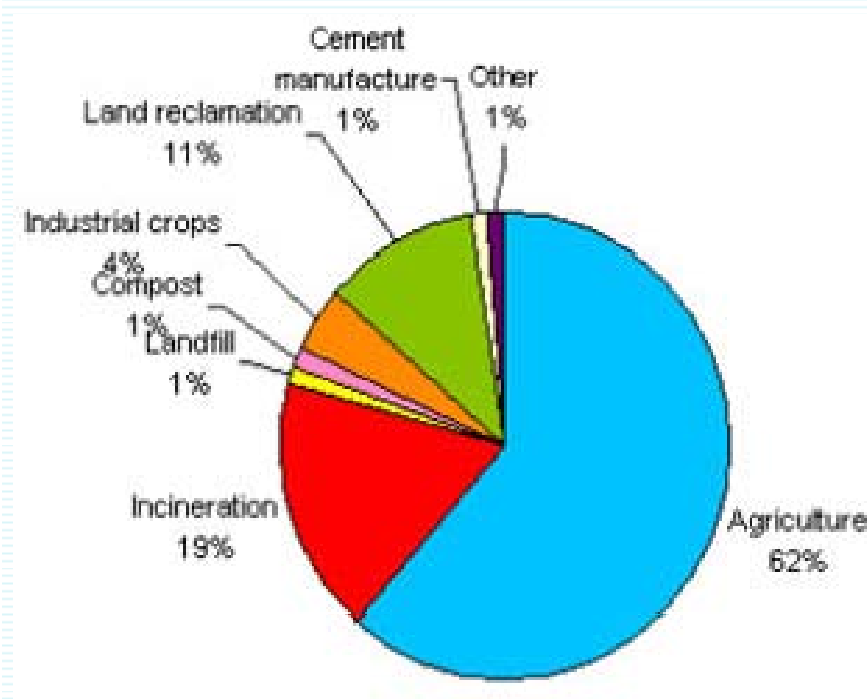
□ Pre 1998.god oko 30% mulja je odlagano u more

EPA 2000.

# Korišćenje muljeva



**Nemačka, 2002.god.**



**UK,  
2004.god.**

## Korišćenje muljeva

---

- ❑ U slučaju da se **ne može** koristiti u poljoprivredi:
  - ❑ - konverzija mulja u čvrsti filterski „kolač“ nakon čega se odlaže na deponiju,
  - ❑ - konverzija mulja u čvrsti oblik i njegovo spaljivanje uz neophodno odlaganje pepela na deponiju.
-

## *Ograničenja kod upravljanja muljem zasnovanih na principima održivosti*

### **Metod upravljanja**

- Primena u poljoprivredi (slično i u šumarstvu i hortikulturi)**

- Odlaganje na zemljište**

### **Ograničenje**

- Komponente u mulju (teški metali, organske toksične materije, patogeni)**
  - Dodatak nutrijenata i metala u zemljište**
  - Prihvatanje od strane prehrambene industrije i stanovništva**
  - Tehničke restrikcije (rukovanje muljem i ostalo)**
  - Maksimalni sadržaj organskih materija u mulju**
  - Cena zasnovana na troškovima**
  - Zahtevi kod reciklaže (npr. patogeni)**
-

## Korišćenje muljeva

---

- ❑ Kod termičkih procesa treba uzeti u obzir:
  - ❑ višak energije koji je potreban za postizanje visokih temperatura,
  - ❑ visoke troškove,
  - ❑ potrebu za postrojenjem za tretman gasova.
  - ❑ dodatna kontrola radi prisustva polutanata koji potiču od alternativnih goriva.
-



## *Kalorična vrednost muljeva*

<input type="checkbox"/> Vrsta mulja	<input type="checkbox"/> Kalorična vrednost MJ/kg suvog mulja
<input type="checkbox"/> Sirovi mulj	<input type="checkbox"/> 23-29
<input type="checkbox"/> Aktivni mulj	<input type="checkbox"/> 16-23
<input type="checkbox"/> Anaerobno digestiran primarni mulj	<input type="checkbox"/> 9-13
<input type="checkbox"/> Sirovi primarni mulj nakon hemijske precipitacije	<input type="checkbox"/> 14-18
<input type="checkbox"/> Mulj sa biološkog filtra	<input type="checkbox"/> 16-23

---

## *Alternativna goriva u cementnoj industriji*

---

### **Tečni otpad**

- Katran, hemijski otpad, destilacioni ostaci, otpadni rastvarači, korišćena ulja, suspenzije voska, petrohemijski otpad, asfaltni muljevi, otpad od boja, zauljeni muljevi

### **Čvrst otpad**

- Otpadni papir, otpaci od guma, delići od plastike i drva, iskorišćeni derivati goriva, ljuske od oraha, kanalizacioni mulj

### **Gasoviti otpad**

- Deponijski gas, pirolitički gas
-

## Korišćenje muljeva u cementnoj industriji

---

- da brzina doziranja ne bude veća od 5% od kapaciteta proizvodnje klinkera, što npr. znači da se u peć koja proizvodi 2000 tona klinkera/dan koristi maksimalno 100 t/dan osušenog mulja.
  - Važno ograničenje postoji i kod supstituisanja dela uglja sa kanalizacionim muljem (kod odnosa mulj/ugalj), koje se odnosi na **emisiju štetnih supstanci kao što su teški metali i prašina.**
  - Njihovo prisustvo u otpadnom gasu mora zadovoljiti granične koncentracije koje su propisane za emisije.
-

## Korišćenje muljeva - Pepeo iz insineratora za kanalizacioni mulj se koristi:

---

- cigle
  - inkorporira se u smešu betona,
  - koristi se kao fini agregacioni materijal u malteru.
  - iskorišćava se i kod dobijanja portland cementa.
-

## Korišćenje muljeva

---

- Trenutno, važeća je regulativa o konstrukcionim materijalima (**Direktiva 89/106/EEC**) koja se odnosi na korišćenje letećeg pepela kao aditiva u konstrukcionim materijalima (cementu i betonu).
-

## Korišćenje muljeva

---

- ❑ Specifikacija za korišćenje letećeg pepela kao konstrukcionog materijala je sadržana u EN 450 i EN 197-1 za beton i cement
  - ❑ Oba standarda ograničavaju maksimalnu vrednost:
    - ❑ slobodnog kreča,
    - ❑ reaktivnog CaO,
    - ❑ sulfata,
    - ❑ hlorida i
    - ❑ gubitak žarenja.
-

## Korišćenje muljeva

---

- Drugi štetni sastojci koji nisu predviđeni ovim standardom:
  - alkalije, MgO,
  - fosfati (pri sadržaju većem od 0,3%  $P_2O_5$  inhibira stvaranje cementne faze koja je od velike važnosti za konačnu čvrstoću),
  - kao i **teški metali** koji u količini većoj od 0,1% inhibiraju postavljanje cementa, jer obrazuju zaštitni sloj oko čestica cementa.
-

## TRETMAN MULJEVA

---

- Na velikim centralizovanim postrojenjima za tretman komunalnih otpadnih voda u Evropi, pre odlaganja, mulj se tretira u cilju eliminisanja bakterija, virusa i organskih polutanata.
-



## Tretman muljeva

---

- preliminarni tretman (sita i rešeta, gravitaciono odvajanje peska i dr.),
  - primarno zgušnjavanje (gravitaciono, flotaciono, centrifugalno, odvodnjavanje na trakastim filterima),
  - stabilizacija tečnog mulja (anaerobna digestija, aerobna digestija, dodatak kreča),
  - sekundarno zgušnjavanje (gravitaciono, flotaciono, drenažno, centrifugalno, odvodnjavanje na trakastim filterima),
-

# Centrifugal dekanteri za uklanjanje vode iz mulja, sušenje mulja i pelete mulja



## Tretman muljeva

---

- kondicioniranje (hemijsko, termičko, u fluid bed sistemu),
  - odvodnjavanje (presovanje, centrifugovanje, sušenje u nepokretnom sloju),
  - konačni tretman (kompostiranje, sušenje, dodatak kreča, insineracija, vlažna oksidacija, piroliza, dezinfekcija),
-

# Tretman muljeva

---

- skladištenje (tečnog mulja, suvog mulja, komposta, pepela),
  - transport (cestom, cevovodom, morskim putem),
  - konačna destinacija (deponija, poljoprivreda/hortikultura, šumarstvo, građevinarstvo i ostale namene).
-

## *Primenjeni procesi tretmana mulja u Evropi danas*

---

- **Pasterizacija**
    - Minimalno 20 min na 70 °C ili minimalno 4 h na 55°C nakon čega sledi u svim slučajevima primarna mezofilna anaerobna digestija
  - **Mezofilna anaerobna digestija**
    - Period zadržavanja najmanje 12 ili 24 dana primarne digestije pri temperaturi  $35\pm 3^{\circ}\text{C}$  ili  $25\pm 3^{\circ}\text{C}$ , nakon čega sledi retencioni period u navedenom trajanju, a najmanje 12 dana.
  - **Termofilna aerobna digestija**
    - Ovaj period se odvija u 7 dana digestije. Svi muljevi se podvrgavaju zrenju pri temperaturi od 55°C u cilju da se proces kompostiranja potpuno završi
  - **Kompostiranje u gomilama**
    - Kompostiranje se odvija najmanje 5 dana pri 40°C, a da je pri tome temperatura u telu gomile u trajanju 4 h, nakon čega sledi neophodan period sazrevanja da se proces kompostiranja završi
-

## *Primenjeni procesi tretmana mulja u Evropi danas*

---

- **Stabilizacija tečnog mulja pomoću kreča**
  - **Dodatak kreča da pH bude iznad vrednosti pH 12, radi sigurnosti, da se pH mulja ne snizi najmanje u toku 2 časa. **Mulj se nakon toga može koristiti direktno.****
  - **Skladištenje tečnosti**
  - **Skladištenje retretiranog tečnog mulja minimalno u toku 3 meseca**
  - **Odvodnjavanje i skladištenje**
  - **Kondicioniranje netretiranog mulja sa krečom nakon čega sledi odvodnjavanje i skladištenje filter kolača u toku minimalnog perioda od 3 meseca. Skladištenje u periodu od 14 dana u slučaju da se planira primarna mezofilna anaerobna digestija.**
-

## ZAKLJUČAK

---

- Usled implementacije Direktive o prečišćavanju urbanih otpadnih voda 91/271/ EEC nastaje sve veća količina mulja
  - Dominira primena mulja u poljoprivredne svrhe, a svega nekoliko država je fokusirano na insineracioni proces tretmana (Holandija, Austrija)
  - Direktiva 86/278/EEC je postavila granične vrednosti za specifične teške metale, ali ne za organske polutante i patogene
-

## ZAKLJUČAK

---

- Direktivom 86/278/EEC se promovira rukovanje muljem u smislu korišćenja mulja i iskorišćavanja njegove agronomske vrednosti.

Problemi vezani za ovaj način iskorišćavanja mulja:

- prihvatanje od strane stanovništva
  - kvalitet mulja
  - pogodnost zemljišta
  - cena alternativnih metoda odlaganja mulja
-