

Sveučilište u Zagrebu

Građevinski fakultet

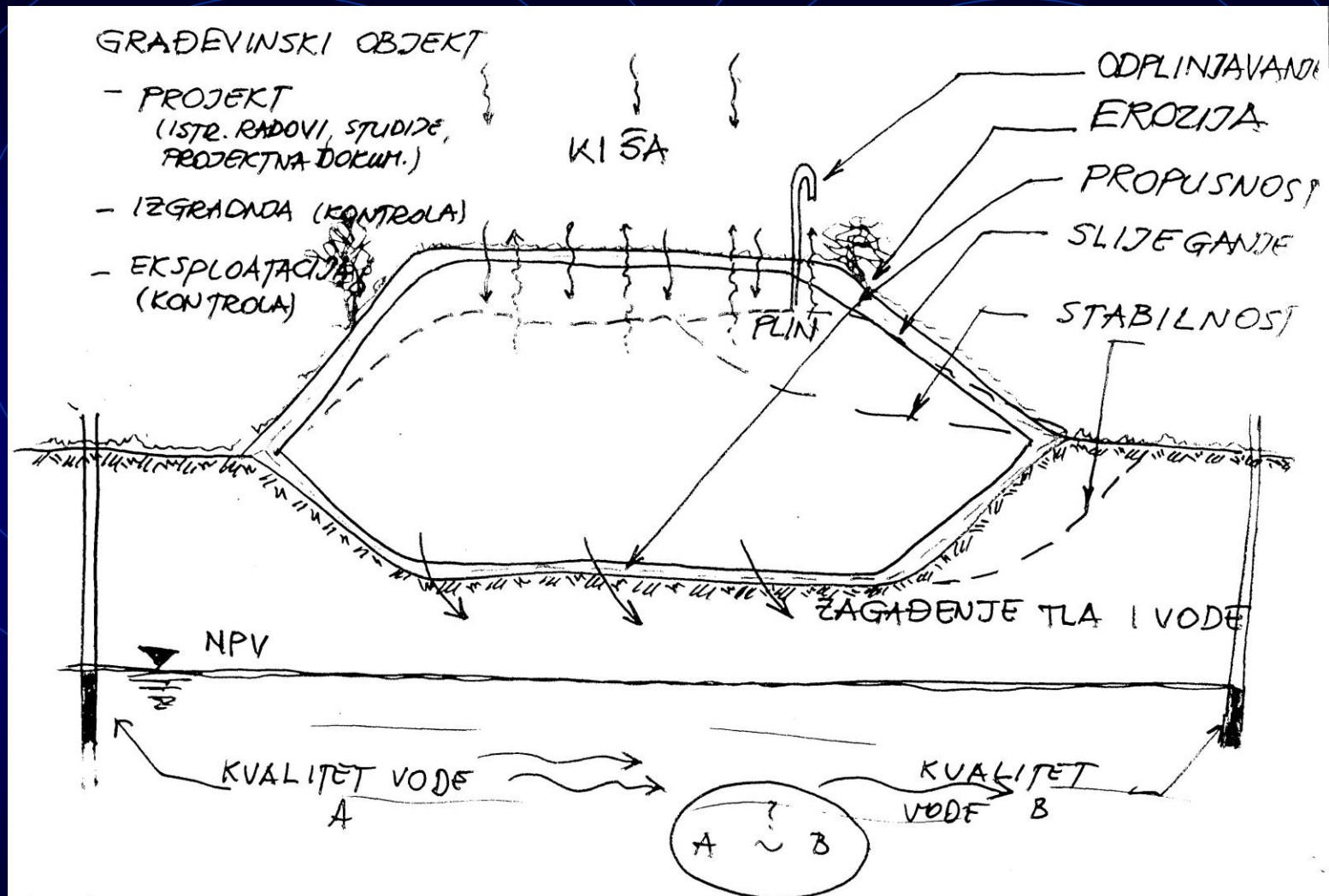
Diplomski sveučilišni studij

Smjer: **GEOTEHNIKA**

# Geotehnika i zaštita okoliša 4

Prof. dr. sc. Tomislav Ivšić  
Građevinski fakultet Zagreb

# UREĐENO ODLAGALIŠTE



# PRIMJER: ODLAGALIŠTE JAKUŠEVEC

6 km od središta Zagreba



400 m od stambenih objekata



neposredno uz južni obrambeni nasip Save



3 km od Črnkovca koji je buduća vodoopskrba Zagreba



od 1965. odloženo oko 7,5 milijuna m<sup>3</sup> otpada



otpad se odlagao

stihijski, bez reda i vođenja evidencije o vrsti i količini



prije sanacije zauzeo površinu od oko 80 ha

# ODLAGALIŠTE JAKUŠEVEC

## Stanje 2009

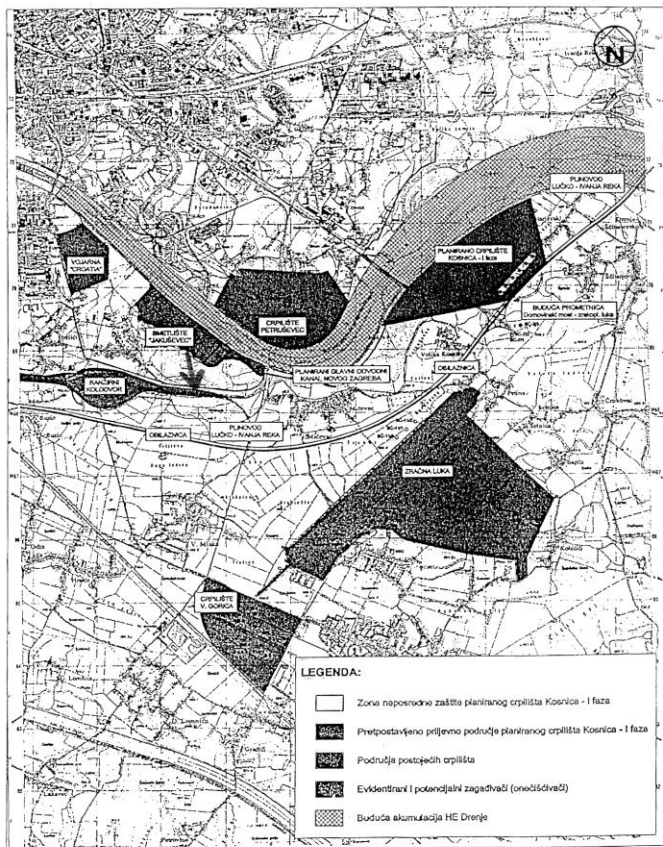




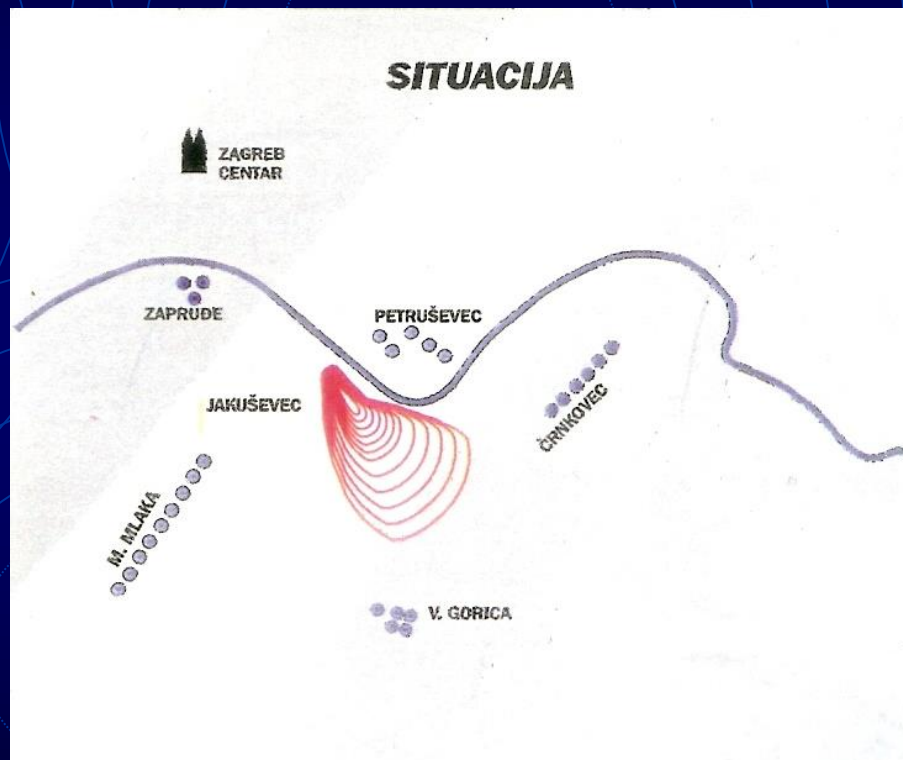
# ODLAGALIŠTE JAKUŠEVEC

## Podloge za projekt sanacije sredinom 1990-tih

Slika 1: Položaj odlagališta otpada "Jakuševac" u odnosu na postojeće i planirane vodozahvate pitke vode, mj. 1 : 60 000



## Zagađenje podzemlja u blizini izvorišta (bunara) pitke vode

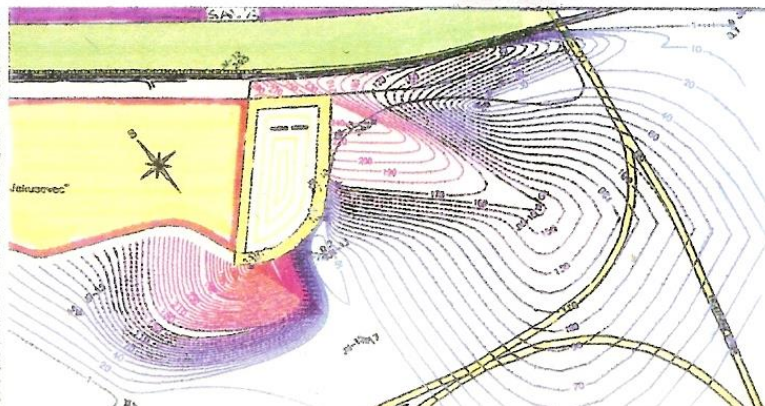


# ODLAGALIŠTE JAKUŠEVEC

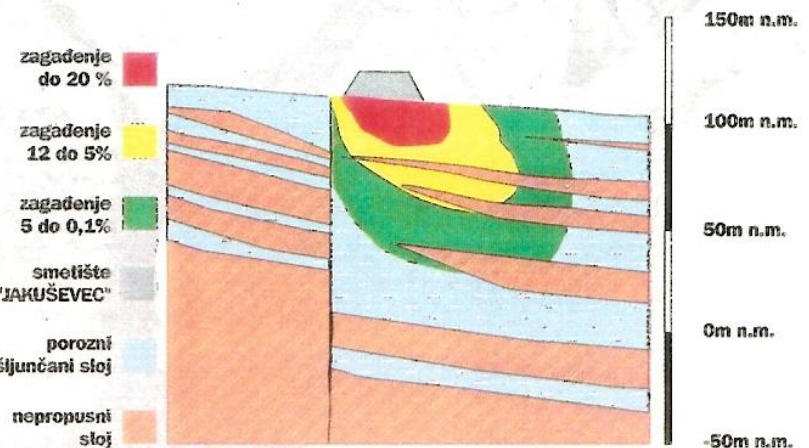
## Podloge za projekt sanacije sredinom 1990-tih 2

Zagađenje podzemlja u blizini izvorišta (bunara) pitke vode - geološki presjek

**FAKTORI ZAGAĐENJA NA DUBINI 13m  
NA TEMELJU MJERENJA IZ 11.mj.1995.  
- amonijak -**



**OBLAK ZAGAĐENJA PO DUBINI**





# ODLAGALIŠTE JAKUŠEVEC

## Stanje 1995. – početak sanacije



1. SMETIŠTE JAKUŠEVEC
2. NOVO SANITARNO ODLAGALIŠTE

# **ODLAGALIŠTE JAKUŠEVEC**

- **sanacija započela 1995. na 6 ha do 1999. sanirano oko 11 ha**
- **financira grad Zagreb iz vlastitih sredstava**
- **na plohu s brtvenim i drenažnim sustavom premješteno oko 7% starog otpada**
- **1998. sklopljen ugovor o kreditiranju sanacije s Europskom bankom za obnovu i razvoj**
  - **Izrada novog projekta sanacije**



# ODLAGALIŠTE JAKUŠEVAC - I faza

I faza 1995

-Bunari za  
crpljenje vode

-Uređaj za  
pročišćavanje  
vode

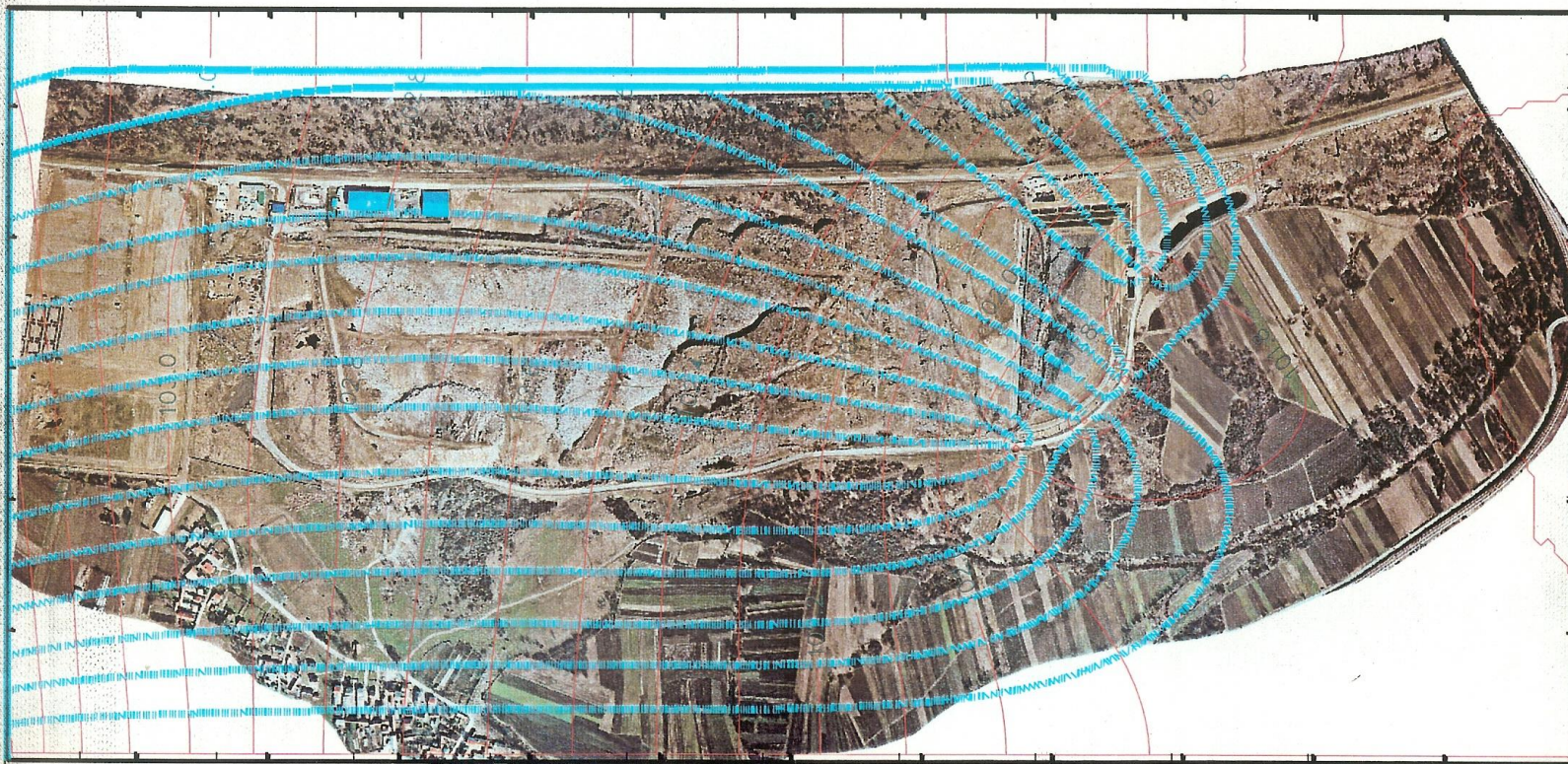
-Ploha 1





# ODLAGALIŠTE JAKUŠEVEC

STRUJNA MREZA PRI RADU SVA 4 ZDENCA  
TRANSMISIBILNOST JE  $T=0.31 \text{ M}^2/\text{S}$ .





# ODLAGALIŠTE JAKUŠEVEC

Preslagivanje  
starog smeća



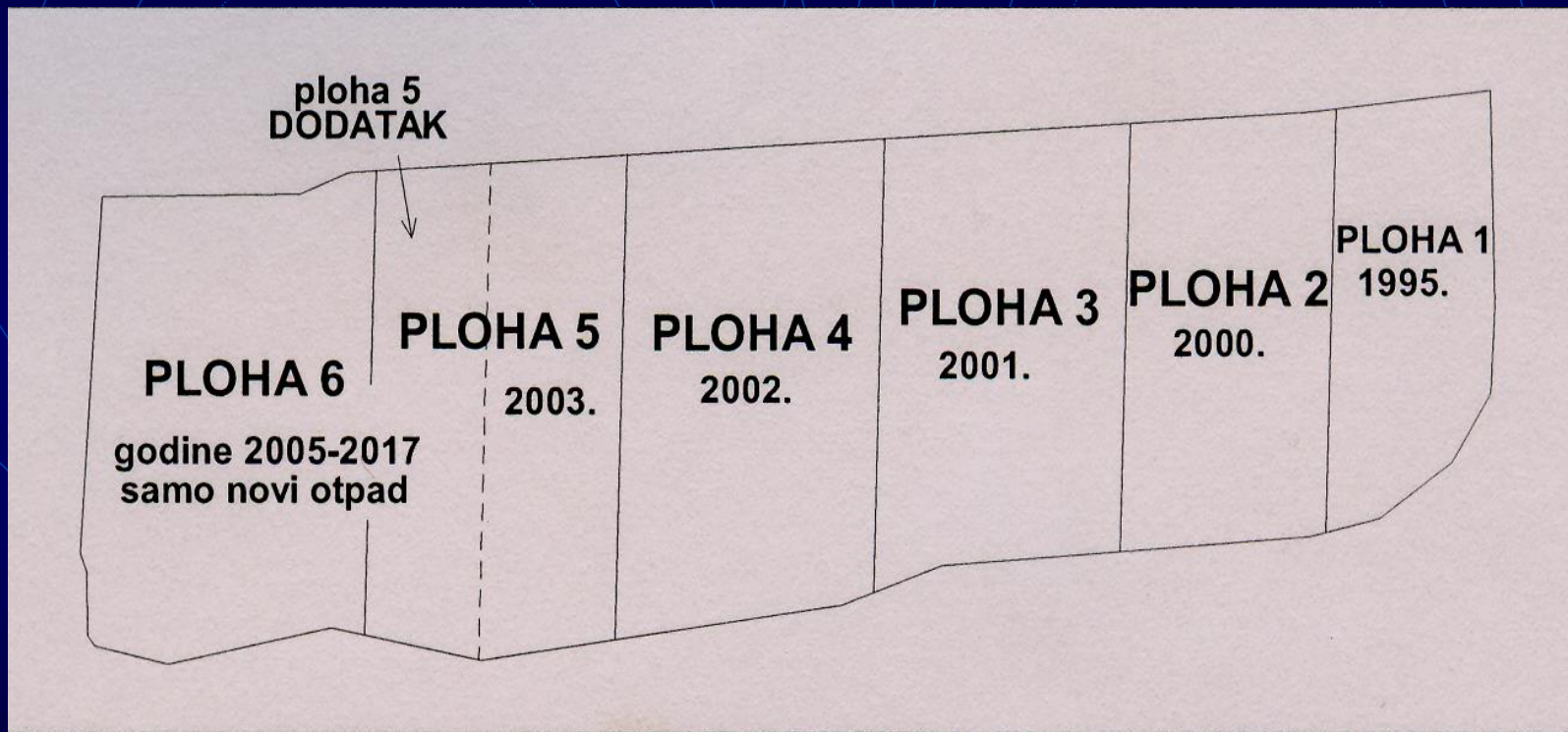
## Priprema donjih brtvenih slojeva za odlaganje starog smeća





- **Novi cjeloviti projekt 1998-2000**

➤ **2000.-2003. intenzivni sanacijski radovi na uređenu površinu od 32 ha prebačeno oko 6,9 milijuna m<sup>3</sup> starog otpada uz istodobni prihvrat 1,15 milijuna m<sup>3</sup> novog otpada (800000 t)**

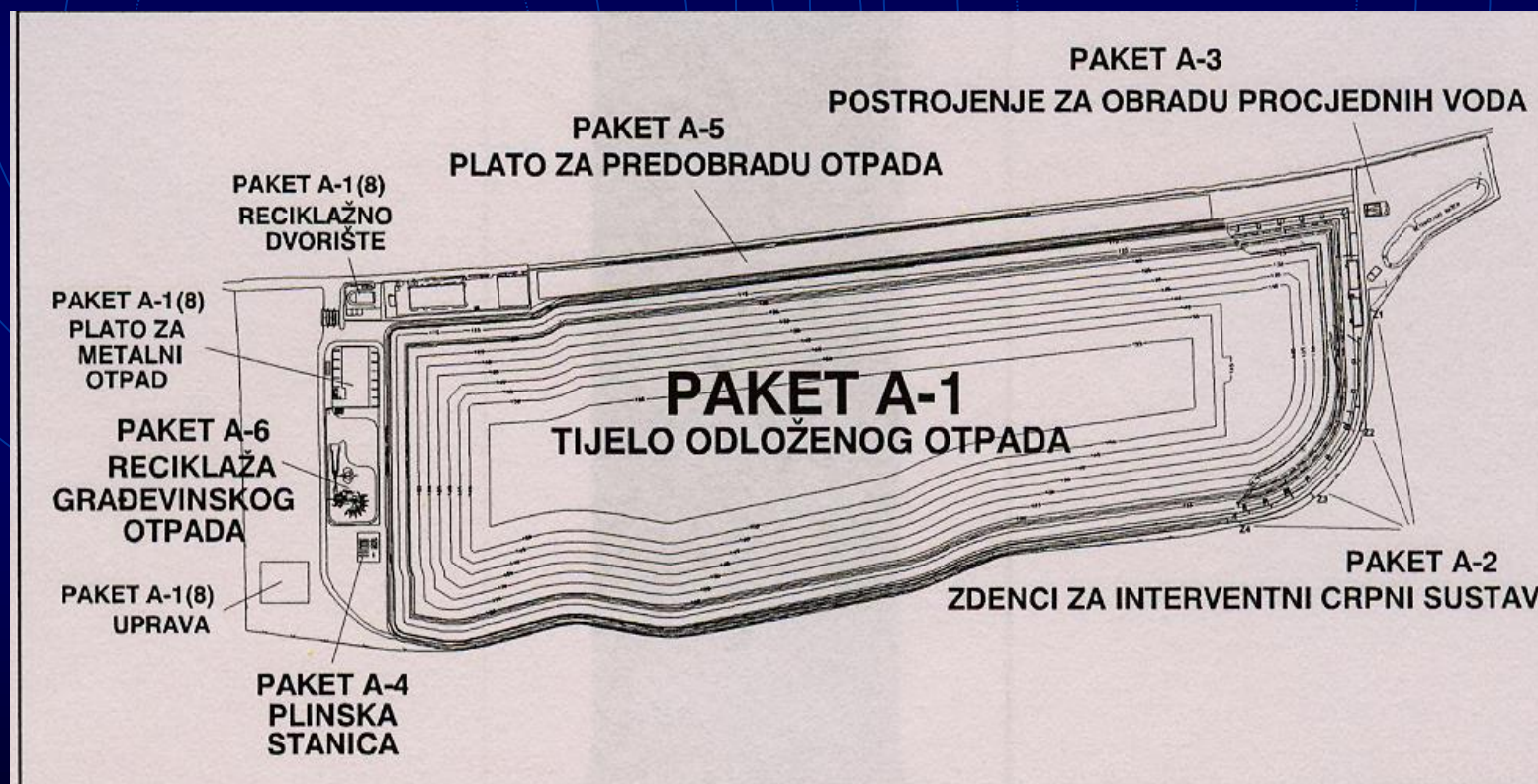


**5,0 milijuna m<sup>3</sup> prostora → predvidivo odlaganje do 2017.**

**smanjena površina na kojoj je odložen otpad  
uključujući prostor za odlaganje otpada u budućnosti**



**sa 80 ha na oko 57 ha  
duljina 1400 m, širina 450 m, visina preko 40m**



# **ODLAGALIŠTE JAKUŠEVEC**

**A1**

**uklanja se zagađenje podzemlja i podzemnih voda**



**prekrivanjem potpuno ispunjenih ploha  
izolacija otpada od okoliša**



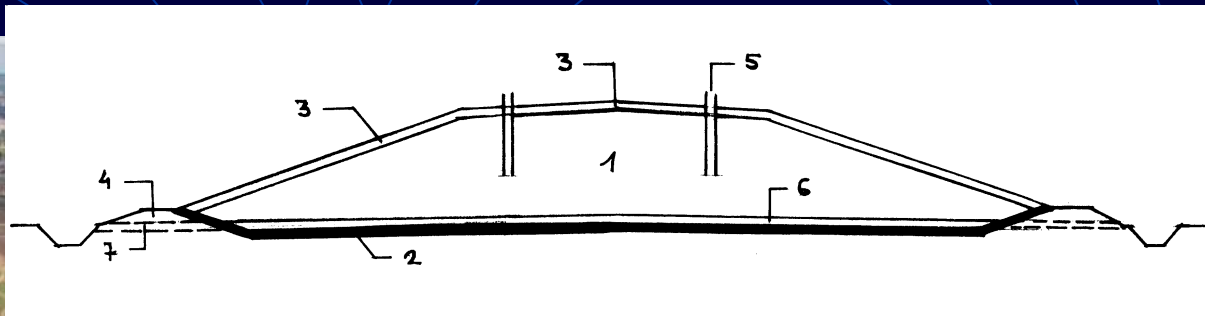
**otpad se nalazi u “oklopu”  
između gornjih i donjih brtvenih slojeva**



**izgrađen sustav odplinjavanja**



## Karakteristični presjek i glavni dijelovi odlagališta Jakuševac



1. Otpad
2. Donji brtveni sloj
3. Pokrovni sloj
4. Obodni nasip
5. Zdenci za otplinjavanje
6. Drenažni tepih (plošni dren)
7. Odvod vode iz plošnog drena



# ODLAGALIŠTE JAKUŠEVEC

## Preslagivanje starog smeća



# **ODLAGALIŠTE JAKUŠEVEC**

## **brtveni sustav**



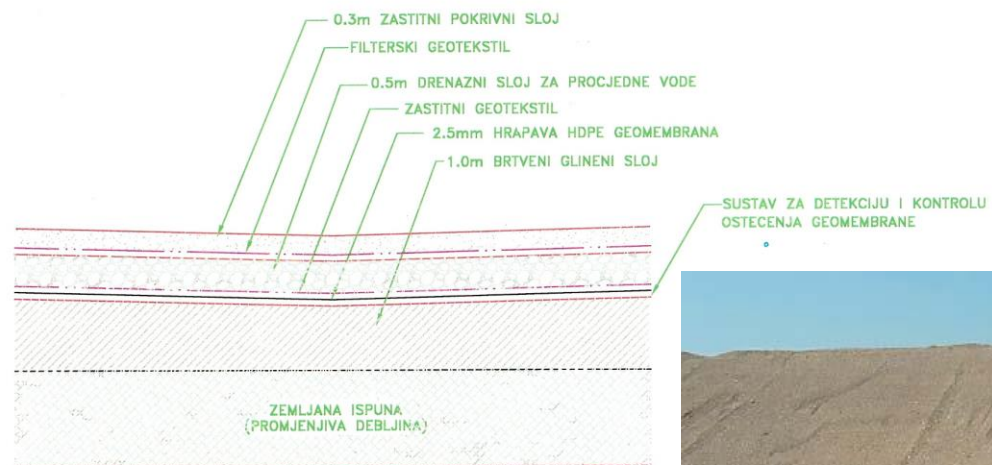
**1,0 m slabo propusne gline  
hrapava geomembrana debljine 2,5 mm**



**osigurano dreniranje i odvodnja  
procjednih voda**

# ODLAGALIŠTE JAKUŠEVAC

## TIPICNI DETALJ SUSTAVA BRTVENOG SLOJA





# ODLAGALIŠTE JAKUŠEVEC-izrada brtvenih slojeva





# ODLAGALIŠTE JAKUŠEVEC-izrada brtvenih slojeva





# ODLAGALIŠTE JAKUŠEVEC -izrada brtvenih slojeva





# ODLAGALIŠTE JAKUŠEVEC – detalji izvedbe podloge



# ODLAGALIŠTE JAKUŠEVEC – usidrenje obloge pokosa





# ODLAGALIŠTE JAKUŠEVEC – usidrenje obloge pokosa



T.Ivsic GIZ 4



studem 2019

## **ODLAGALIŠTE JAKUŠEVEC**

- **sustav prekrivanja**



**geosintetski glineni tepih i drenažni kompozit**



**manja debljina umjetnih materijala osigurava dodatni volumen za oko 500000 m<sup>3</sup> otpada**

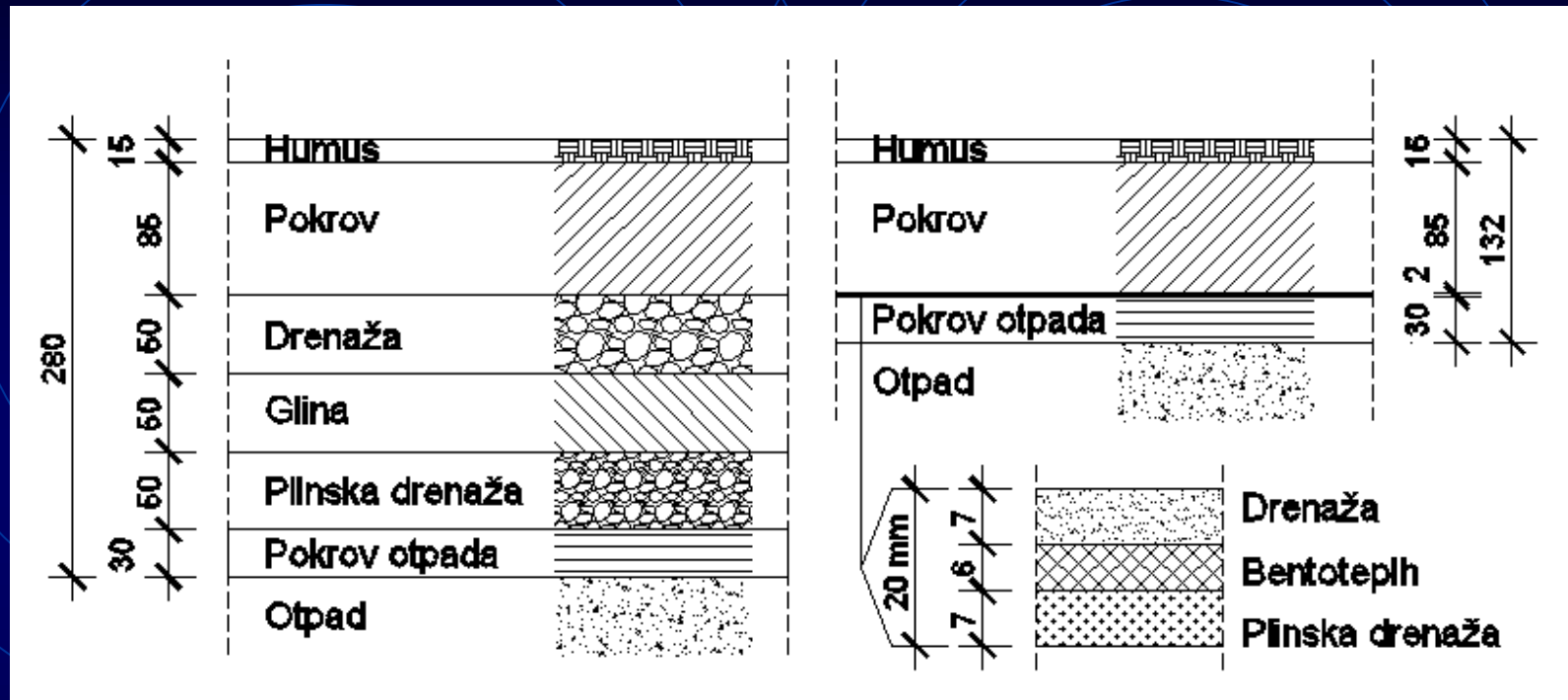


**količina otpada koja se odloži za 1,5 godinu**



# ODLAGALIŠTE JAKUŠEVEC

## Presjek kroz slojeve prekrivke odlagališta



### a) "stari" sustav

- prirodni zemljani materijali za drenažne slojeve (šljunak) i nepropusni sloj (glina)

### b) Izvedeno

- Umjetni materijali – geosintetici za drenažne slojeve i brtveni sloj ukupne debljine 2 cm

# ODLAGALIŠTE JAKUŠEVEC - prekrivanje pokosa





# ODLAGALIŠTE JAKUŠEVEC - prekrivanje pokosa



# ODLAGALIŠTE JAKUŠEVEC – završni zemljani sloj





# ODLAGALIŠTE JAKUŠEVEC

## zazelenjena ploha 1 i konačna visina ploha 2 i 3



# **ODLAGALIŠTE JAKUŠEVEC**

**A 2**

**crpni sustav 4 zdenca dubine 50 m  
sa ugrađenim crpkama kapaciteta 100 l/  
(odgovara protoku podzemne vode u zoni odlagališta)**



**širina zone crpenja znatno veća od širine odlagališta**



**sprječavanje strujanja onečišćenih podzemnih voda  
u nizvodno područje**



**sustavno smanjenje postojećeg onečišćenja  
podzemnih voda**



# **ODLAGALIŠTE JAKUŠEVEC**

**A 3**

**skupljanje i dovođenje procjednih voda  
do automatiziranog  
mehaničko biološkog uređaja za pročišćavanje  
procjedna voda pročišćena do razine kvalitete  
za ispuštanje u kanalizacijski sustav**

# **ODLAGALIŠTE JAKUŠEVEC**

## **A 4**

**iskorištavanje odlagališnog plina za  
proizvodnju električne energije  
otplinjavanjem je onemogućena  
emisija odlagališnog plina u atmosferu  
stvaranje neugodnih mirisa  
opasnost od eksplozije**



# ODLAGALIŠTE JAKUŠEVEC –plinski bunari



# ODLAGALIŠTE JAKUŠEVEC –plinski bunari





# **ODLAGALIŠTE JAKUŠEVEC**

**A 5**

**kompostana-obrađa biorazgradivog otpada**

**otpad s tržnica (voće, povrće)  
odvojeno skupljen kućni biootpad  
prerađivački i sav ostali zeleni otpad**

**aeroban proces**

**homogeniziranje, presijavanje, odvajanje željeznog  
materijala**

**kvalitetan humusni materijal za poljodjelstvo i vrtlarstvo**

# ODLAGALIŠTE JAKUŠEVEC

**A 6**

**reciklaža građevinskog otpada  
lomljeni beton, opeka, keramičke pločice i ostala keramika,  
zemljani otpad**

**izdvajanje i skladištenje dobivenih frakcija agregata**





# ODLAGALIŠTE JAKUŠEVEC

**A 7**

**monitoring - utjecaj odlagališta na okoliš  
zaštita zdravlja ljudi i prirode**

**praćenje kvalitete**



**podzemnih voda**

**vode koja se crpi interventnim crpnim sustavom**

**oborinske vode prije ispusta u Savu**

**procjedne vode prije i nakon pročišćavanja**

**kvaliteta zraka**

**meteoroloških podataka**

# ODLAGALIŠTE JAKUŠEVEC





# ODLAGALIŠTE JAKUŠEVEC



# ODLAGALIŠTE JAKUŠEVEC – stanje od 2008.... Odlaganje i zbijanje novog otpada





# ODLAGALIŠTE JAKUŠEVEC – stanje 2008 - 2010

## Početak pripreme podloge preostalih ploha 5 i 6



# ODLAGALIŠTE JAKUŠEVEC – stanje nakon sanacije

**5. Lipanj 2008.**

**Bandić: Jakuševac je saniran!**

Suvremena biokompostana godišnje će moći prerađivati oko 32.000 tona biootpada  
Otvaranjem biokompostane količina otpada na Jakuševcu  
smanjit će se između sedam i deset posto





# ODLAGALIŠTE JAKUŠEVEC – stanje nakon sanacije

Datum objave: 4.8.2009 u 14:36h  
Gradonačelnik Bandić u  
obilasku odlagališta Jakuševac

**Jakuševac može izdržati još tri godine, a onda....**



**Kad smo započinjali s projektom sanacije odlagališta, kad sam govorio da ću se spaliti ako to ne bude obavljeno, mi smo dnevno proizvodili 900 tona otpada. Sad dnevno proizvodimo 1.200 tona, upozorava gradonačelnik.....**

2018-2019

- Tijekom proteklih desetak godina odlagalište Jakuševac je predmet političkih prepucavanja (vidi: videoklipovi nekih tadašnjih vijesti)
- Još uvijek nije jasno „što poslije Jakuševca” tj. kakav je plan zbrinjavanja komunalnog otpada u Zagrebu nakon zatvaranja Jakuševca. Spalionica najavljena krajem 2000-tih godina je (više puta??) otkazana, a lokacije novih mogućih odlagališta su još u domeni špekulacija

# ODLAGALIŠTE JAKUŠEVAC – današnje stanje

## Odlagalište otpada Prudinec-Jakuševac među najuređenijima u RH

Autor: Poslovni.hr , 04. veljača 2019. u 14:33

Ministarstvo zaštite okoliša i energetike 9. siječnja 2019. donijelo je Odluku o redoslijedu i dinamici zatvaranja odlagališta otpada u Republici Hrvatskoj.

Dokument: „[Dinamika zatvaranja odlagališta neopasnog otpada na području Republike Hrvatske](#)“.

U dokumentu je navedeno da je Odlagalište „Prudinec – Jakuševac“ sanirano odlagalište koje ispunjava kriterije i zahtjeve za odlaganje otpada dane Pravilnikom. Otpad se odlaže na sanitaran način te odlagalište ispunjava uvjete za nastavak rada do otvaranja regionalnog centra za gospodarenje otpadom. Kako je vidljivo iz rezultata detaljne analize koja je navedena u dokumentu odlagalište Jakuševac se nalazi u kategoriji najuređenijih odlagališta u Republici Hrvatskoj.

Nadalje se navodi i da je odlagalište otpada Jakuševac- Prudinec jedan od rijetkih objekata u Republici Hrvatskoj koji ima funkciju usporedivu s Centrom za gospodarenje otpadom u cjelokupnom opsegu predviđenom projektnom dokumentacijom te ispunjava kriterije potrebnih objekata te obavljanja aktivnosti koje treba imati CGO, a vezanih uz sakupljanje, obradu te propisno deponiranje otpada kako je navedeno u Planu gospodarenja otpadom Republike Hrvatske za razdoblje 2017.-2022. godine (reciklažno dvorište, reciklaža građevinskog otpada, prikupljanje i energetska iskorištavanje odlagališnog plina, postrojenje za obradu biootpada – kompostanu, pročišćavanje procjednih voda, odlaganje komunalnog otpada).



# ODLAGALIŠTE JAKUŠEVEC – planirani konačni izgled



# ODLAGALIŠTE JAKUŠEVEC – tijekom izvedbe Klizanje na obodnom nasipu - ploha 3



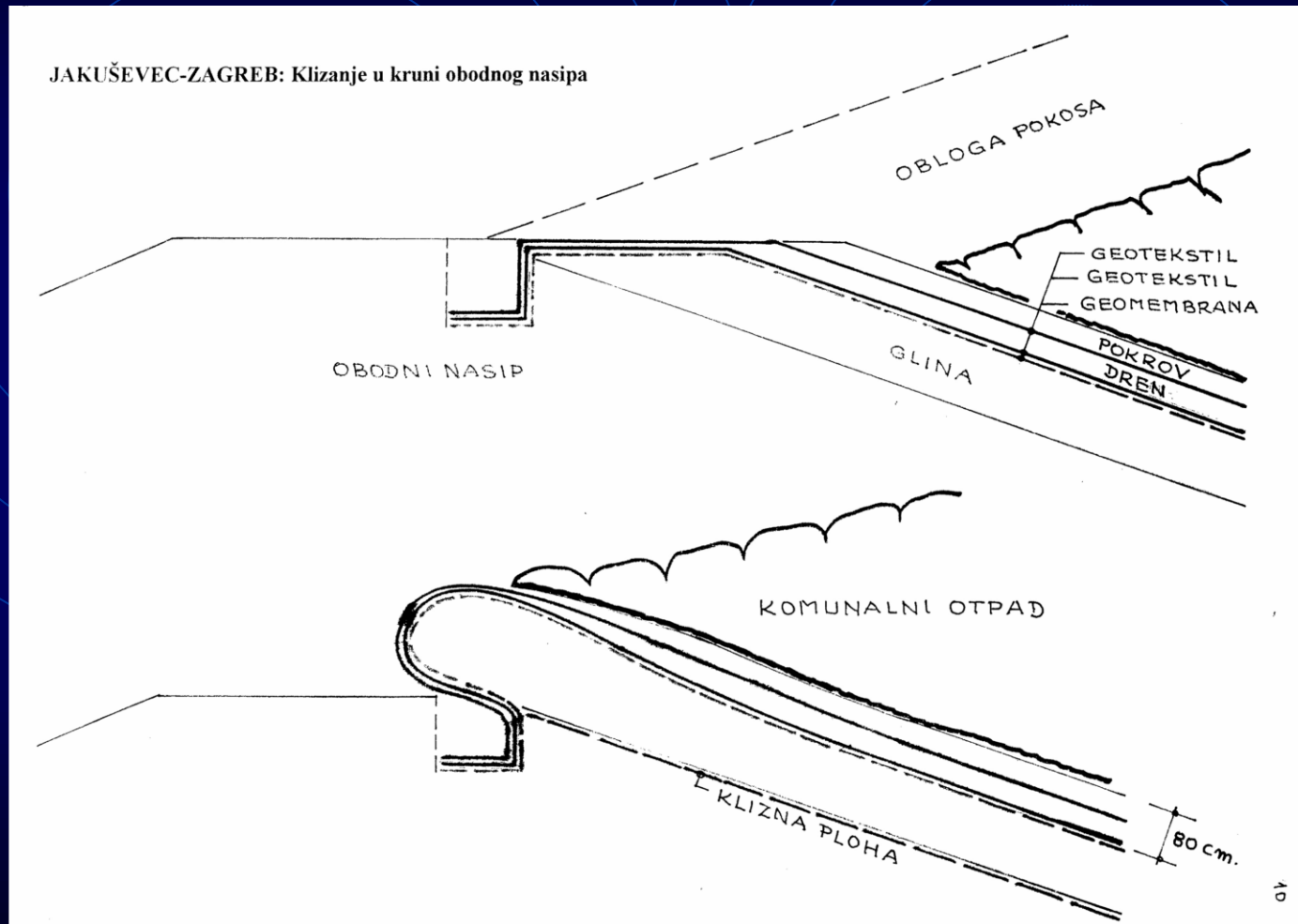


# ODLAGALIŠTE JAKUŠEVEC – tijekom izvedbe Klizanje na obodnom nasipu - ploha 3



# ODLAGALIŠTE JAKUŠEVEC

## Klizanje tijekom izvedbe - Ploha 3





# ODLAGALIŠTE JAKUŠEVAC – tijekom izvedbe Puknuće geomembrane na plohi 4





# ODLAGALIŠTE JAKUŠEVEC – tijekom izvedbe Puknuće geomembrane na plohi 4





# ODLAGALIŠTE JAKUŠEVEC – tijekom izvedbe Puknuće geomembrane na plohi 4



# Video o odlagalištu Jakuševac:

Naslov: Sanacija smetlišta i gradnja uređenog odlagališta za neopasni otpad Prudinec – Jakuševac, 1994-2017

Objavljeno 2017:

[https://www.youtube.com/watch?v=sjwkDBbffG8&ab\\_channel=Zagrebačkicentarzagospodarenjeotpadom](https://www.youtube.com/watch?v=sjwkDBbffG8&ab_channel=Zagrebačkicentarzagospodarenjeotpadom)

Zagrebački centar za gospodarenje otpadom: <https://www.zgos.hr/>