



Hrvatsko geotehničko društvo  
Croatian Geotechnical Society




**HRVATSKE VODE**

Radionica 10.02.2015.

Luka Sorić, Geotehnički studio d.d.

1

 HRVATSKO GEOTEHNIČKO DRUŠTVO (HGD)  
CROATIAN GEOTECHNICAL SOCIETY (CGS)  
SOCIÉTÉ CROATE DE LA GÉOTECHNIQUE

**Radionica HRVATSKE VODE  
veljača 2015.**


# GEOTEHNIČKI ASPEKTI PROJEKTIRANJA NASIPA ZA OBRANU OD POPLAVA

Luka Sorić  
Geotehnički studio d.o.o.

## SADRŽAJ

- Uvod
- Priprema projekta
- Planiranje istražnih radova
- Izrada projektne dokumentacije
- Zaključak

L.Sorić

 HRVATSKO GEOTEHNIČKO DRUŠTVO (HGD)  
CROATIAN GEOTECHNICAL SOCIETY (CGS)  
SOCIÉTÉ CROATE DE LA GÉOTECHNIQUE

**Radionica HRVATSKE VODE  
veljača 2015.**

2



**UVOD**

izvor: <a href="http://www.ciria.org/Resources/Free_publications/International_Levee_Handbook.aspx">http://www.ciria.org/Resources/Free_publications/International_Levee_Handbook.aspx</a>	2 uloga nasipa pri upravljanju rizicima kod obrane od poplava	3 Funkcije, oblikovanja, havarije nasipa	4 Upravljanje i održavanje	5 Pregled nasipa, procjena i identifikacija rizika	6 Upravljanje u hitnim situacijama	7 Karakteristike lokacije i potrebni podaci	8 Procesi i alati za procjenu i projektiranje nasipa	9 Projektiranje	10 Izgradnja
Urbanisti (prostorno planiranje)	Red	Red	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green
Izdavači (JPP)	Red	Red	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green
Vlasnik	Red	Red	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green
Upravitelj imovine	Red	Red	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green
Zakonodavac	Red	Red	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green
Geotehničar	Green	Red	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green
Hidrotehničar	Green	Red	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green
Analičar rizika	Green	Red	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green
Projektant	Green	Red	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green
Izdavač	Green	Red	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green
Službe za upravljanje u hitnim situacijama	Green	Red	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green
Udruge i službe za zaštitu okoliša	Green	Red	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green
Obrazovne institucije	Green	Red	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green

Važnost pojedinih poglavlja ovisno o ulozi u sustavu obrane od polava:

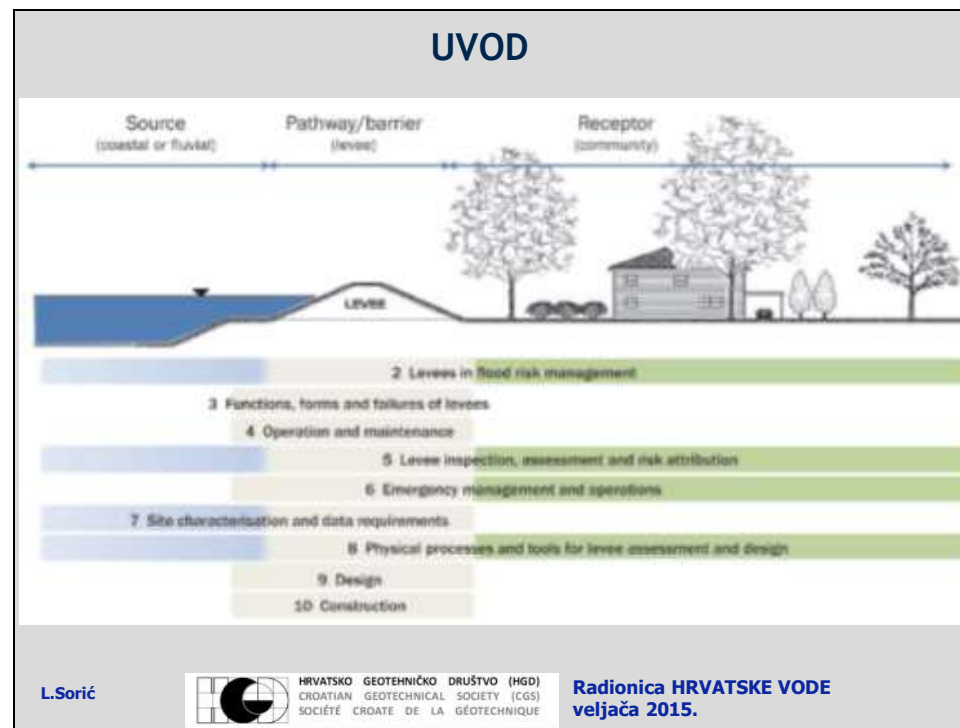
Velika važnost	Red
Srednja do velika	Yellow
Srednja do niska	Green
Niska	Light Green

L.Sorić

HRVATSKO GEOTEHNIČKO DRUŠTVO (HGD)  
CROATIAN GEOTECHNICAL SOCIETY (CGS)  
SOCIÉTÉ CROATE DE LA GÉOTECHNIQUE

Radionica HRVATSKE VODE  
veljača 2015.

3





## PRIPREMA PROJEKTA

- **AKCIJE**
  - Preventivne
  - Posljedične
- **GEOTEHNIČKI OBJEKTI**
  - Postojeći nasipi
  - Novi nasipi
- **FAZNOST**
  - Preliminarna faza
  - Idejni projekt
  - Glavni projekt
  - Izvedbeni projekt
  - Izvođenje i kontrola





## PRIPREMA PROJEKTA

### PREPOZNAVANJE POTREBA

- Temeljem vizualnog opažanja vodočuvara/monitoringa/preliminarne kategorizacije\*
- Promjena rubnih uvjeta  
(geometrija, hidrotehnika, zakonska regulativa, štetni događaji...)



### PROJEKTNI ZADATAK

- Prikupljanje dostupnih podloga za predmetnu dionicu
- 
- Definiranje potreba
- 
- Raspis projektnog zadatka prema pravilima struke
    - Geodezija
    - Hidrotehnika
    - Geotehnika
    - Ekologija

\*Preliminarna i detaljna kategorizacija nasipa - model valorizacije stanja nasipa s aspekta mehaničke otpornosti i stabilnosti, hidrotehnike i održavanja kao pomoć za definiranje potreba - dostupno HV





Radionica 10.02.2015.

### PRIPREMA PROJEKTA

 SLIJEGANJE NASIPA I TEMELJNOG TLA	 PLITKA KLIZNA PLOHA	 MEANDRIRANJE U INUNDACIJI	 NIŽA VEGETACIJA	 POLOMLJENA VEGETACIJA	 EROZIJA - DESTRUKTIVNO DJELOVANJE VOZILA
 VLAČNE PUKOTINE	 PUKOTINE USLIJED SEZONSKIH PROMJENA	 PROCJEDIVANJE ISPOD NASIPA	 VIŠA VEGETACIJA	 ŽIVOTINJSKE NASTAMBE	 DESTRUKTIVNI RADOVI
 DUBOKA KLIZNA PLOHA	 POVRŠINSKA EROZIJA	 PROCJEDIVANJE KROZ NASIP	 OSTACI UKLANJANJA VEGETACIJE	 DESTRUKTIVNO DJELOVANJE ŽIVOTINJA	

L.Sorić

HRVATSKO GEOTEHNIČKO DRUŠTVO (HGD)  
CROATIAN GEOTECHNICAL SOCIETY (CGS)  
SOCIÉTÉ CROATE DE LA GÉOTECHNIQUE

Radionica HRVATSKE VODE  
veljača 2015.

7

### PRIPREMA PROJEKTA

PRELJEVANJE PREKO KRUNE NASIPA

Po štetnom događaju – havariji;  
tema narednog predavanja (gđa. Kratofil)

PROBOJ NASIPA

L.Sorić

HRVATSKO GEOTEHNIČKO DRUŠTVO (HGD)  
CROATIAN GEOTECHNICAL SOCIETY (CGS)  
SOCIÉTÉ CROATE DE LA GÉOTECHNIQUE

Radionica HRVATSKE VODE  
veljača 2015.

8

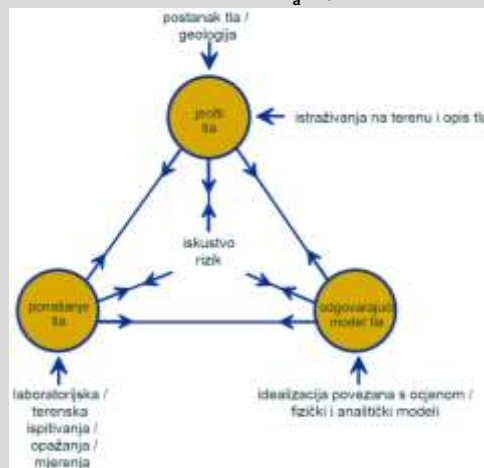


## PLANIRANJE ISTRAŽNIH RADOVA

**EC7; Dodatak B; Planiranje geotehničkih istraživanja**

**Raster istraživanja:** od 20m – 200m istraživanje (ne jedna bušotina, već profil)

**Dubina istraživanja:**  $0,8h < Z_a < 1,2h$   
 $Z_a \geq 6m$



BURLANDOV TROKUT (prema Burland 1987)



## PLANIRANJE ISTRAŽNIH RADOVA

Pri određivanju obima istražnih radova za projekt potrebno je uvažiti **fazu projekta** (idejni, glavni, izvedbeni) kao i **povijest promatrane dionice** (zapise održavanja, opažanja kroz vizualne preglede vodočuvara, zapise kroz provedene oskultacije).

### PRELIMINARNA ISTRAŽIVANJA

(proučavanje postojećih podataka, obilazak lokacije, „prognoziranje“ konstrukcija)

**PLAN ISTRAŽIVANJA ! - IZBOR METODA**

### ISTRAŽIVANJA ZA PROJEKTIRANJE

(proučavanje postojećih podataka, obilazak lokacije za svaku fazu projekta)

**(IZBOR METODA, lab./in situ/geof., viši nivo projekta – ciljano istraživanja, interpretacija)**

### KONTROLNA ISTRAŽIVANJA

**(IZBOR METODA, tehnologija, interpretacija !)**

Geotehničko istraživanje osim kroz „bušenje“ potrebno promatrati kroz druge, brže, ekonomičnije razorne i nerazorne metode (SCPTU, SDMT, DPH, DPL, DPM, geofizičke metode, ...), kao i kroz inženjersku geologiju / hidrogeologiju. Sve navedeno je dopuna bušenju u cilju optimalizacije cijene i kvalitete te roka provedbe istraživanja. Optimalan broj istraživanja – dobri karakteristični parametri – dobar balans kvalitete, cijene i sigurnosti.





Hrvatsko geotehničko društvo  
Croatian Geotechnical Society



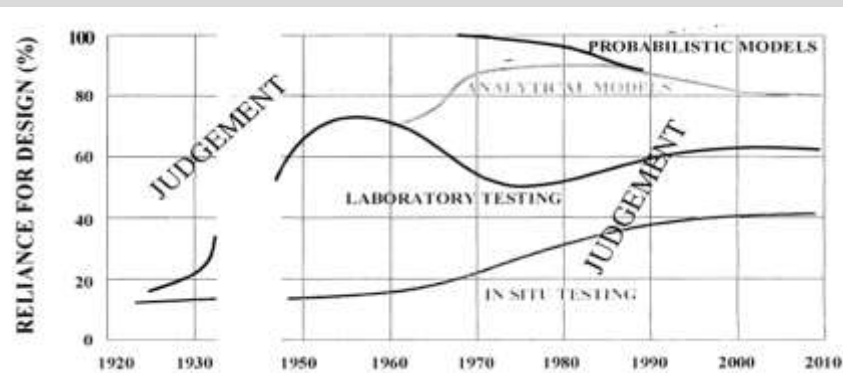
HRVATSKE VODE

Radionica 10.02.2015.

Luka Sorić, Geotehnički studio d.d.

6

### PLANIRANJE ISTRAŽNIH RADOVA



Hypothetical curve of evolution of design parameters in geotechnical practice

Norges Geotekniske Institutt  
Norwegian Geotechnical Institute



L.Sorić



HRVATSKO GEOTEHNIČKO DRUŠTVO (HGD)  
CROATIAN GEOTECHNICAL SOCIETY (CGS)  
SOCIÉTÉ CROATE DE LA GÉOTECHNIQUE

Radionica HRVATSKE VODE  
veljača 2015.

11

### PLANIRANJE ISTRAŽNIH RADOVA

#### BUŠENJE I LABORATORIJ

Skupo  
Sporo  
Točkasti podatak (reprezentativnost)  
Poremećenost uzorka

Kontrola uvjeta na uzorku  
Naponsko-deformacijska krivulja  
Dobra teoretska podloga

#### IN SITU

Jeftino  
Brzo  
Veliki broj podataka  
Ograničena ili mala poremećenost

Naponsko stanje često promijenjeno /  
nejasno  
Stanje sloma – rijetko krivulja  
naprezanja i deformacija  
Empirijska podloga

L.Sorić



HRVATSKO GEOTEHNIČKO DRUŠTVO (HGD)  
CROATIAN GEOTECHNICAL SOCIETY (CGS)  
SOCIÉTÉ CROATE DE LA GÉOTECHNIQUE

Radionica HRVATSKE VODE  
veljača 2015.

12



Radionica 10.02.2015.

7

## IZRADA PROJEKTNE DOKUMENTACIJE

- EC7 – odabir karakterističnih vrijednosti na bazi dostatnog broja podataka dobivenih istraživanjem
- EC7 – definira preporuke i minimalne vrijednosti ovisno o dijelu na koji se odnosi. Faktori sigurnosti propisani Eurokodom 7 su **minimalne vrijednosti**.

**Literatura za nasipe za obranu od poplava prepoznaje faktore sigurnosti 10% do 40% veće od onih propisanih EC7. Preporuke se razlikuju prema nacionalnim normama ali i prema riziku i hazardu.**

**Sigurnost se obuhvaća kroz hidrotehniku (djelovanja, razine vodnih lica) ali i kroz parametre tla i materijala koji izgrađuju nasipe. EC7 ujednačio sigurnost kroz odabir karakterističnih vrijednosti i sveo pouzdanost faktora sigurnosti na pouzdanost istražnih radova**

**Pouzdanost istražnih radova – stručnjaci, oprema, procedure (akreditacija)**



## IZRADA PROJEKTNE DOKUMENTACIJE

Faktor sigurnosti ( $F_s$ ) = novac u izgradnji  
Minimalni  $F_s$  – niža cijena izgradnje – veći rizik od havarije

**Preporuka: do donošenja sveobuhvatnog sustava rizika i hazarda u najranijoj fazi projekta uključiti recenzente/revidente.**





Radionica 10.02.2015.

Luka Sorić, Geotehnički studio d.d.

8

## IZRADA PROJEKTNE DOKUMENTACIJE

### PROJEKTNI ZADATAK

- Geotehnika
  - Istražni radovi
  - Geotehnički projekt (za idejni projekt)
- Istražni radovi
- Geotehnički projekt (za glavni i izvedbeni projekt)

### DRNEK - SUŠA

- 1. projektni zadatak za idejni i glavni projekt dionice od 12,5 km

Podloge	9 pozicija istraživanja na 3 mikrolokacije (dubine 5-8m)
Projektni zadatak	27 pozicija istraživanja duž trase (dubine 10m)



## IZRADA PROJEKTNE DOKUMENTACIJE

### DRNEK - SUŠA

- 2. projektni zadatak na promatranoj trasi za idejni projekt obaloutvrde dužine 150m

Podloge	-
Projektni zadatak	5 pozicije istraživanja duž trase (dubine 12m)

- 3. projektni zadatak Drnek – Suša uključivo 4 obaloutvrde za fazu idejnog projekta na dionici dužine 12,5 km

Podloge	$9+31(4-18m)+5(12m) = 45$
Projektni zadatak	44 pozicije istraživanja duž trase (dubine 10 - 12m)

Prema svim projektnim zadacima **za fazu idejnog projekta** će biti istraženo ukupno 89 istražnih sondi na 24 istražna profila nasipa dužine cca 10.800m i 12 istražnih profila na 4 obaloutvrde dužine cca 1.200m.

**NASIP: prosječno 450m – profil**      **OBALOUTVRDE: prosječno 100m – profil**  
**NASIP + OBALOUTVRDE: prosječno 340m - profil**







## IZRADA PROJEKTNE DOKUMENTACIJE

### IDEJNI PROJEKT - PRORAČUNI

**POSTOJEĆE STANJE** - nije nužno ali je korisno projektantu:

1. Globalna stabilnost - vodna strana - niski vodostaj
2. Globalna stabilnost - vodna strana - nestacionarno tečenje - rapid drawdown (proračunska brzina sniženja)
3. Globalna stabilnost - zračna strana - visoki vodostaj - stacionarno tečenje

**BUDUĆE STANJE** - za sve varijante rješenja:

1. Globalna stabilnost - vodna strana - niski vodostaj
2. Globalna stabilnost - vodna strana - nestacionarno tečenje - rapid drawdown (proračunska brzina sniženja)
  - Podvarijante oblikovanja pokosa vodene strane, podvarijante polaganja membrana, oblikovanja iskopa,...
3. Globalna stabilnost - zračna strana - visoki vodostaj - stacionarno tečenje
4. Potres obalne i zaobalne strane (niski vodostaj)
5. Slijeganje (nadvišenje)
6. Proračuni svih elemenata poprečnog presjeka (GCL, armirano tlo, ojačanje krune za vozila,...)

➔ Projektant mora provesti sve proračune kao za glavni projekt za više varijanti - **ZAHTJEVNO I DUGOTRAJNO**, potrebno adekvatno valorizirati vrijeme i novac



## IZRADA PROJEKTNE DOKUMENTACIJE

### GLAVNI PROJEKT

- valorizirati sve provedeno kroz idejni
- ispuniti dodatne zahtjeve prema uvjetima iz lokacijske dozvole
- posebnu pažnju posvetiti mjestima spajanja različitih poprečnih presjeka te početku i završetku dionice (kritična mjesta - novi računski presjeci)
- provesti proračune za veći broj poprečnih presjeka - optimiziranje dionice (novi računski presjeci)
- detaljniji troškovnik, tehnički uvjeti izvedbe
- **Napomena:** kroz projektni zadatak potrebno definirati trajnost konstrukcije obzirom na sve češću upotrebu geosintetika.





Radionica 10.02.2015.

10

### IZRADA PROJEKTNE DOKUMENTACIJE

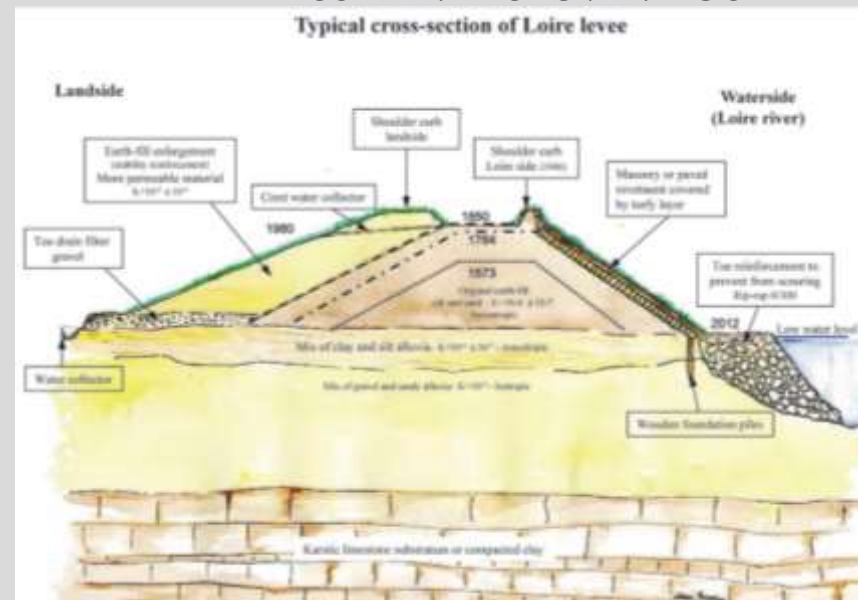


Figure 3.90  
Old levee cross-section at km 3 (courtesy F Krueger, Frankfort on Odra)



Figure 3.91  
Old levee cross-section at km 3.2 (courtesy F Krueger, Frankfort on Odra)

### IZRADA PROJEKTNE DOKUMENTACIJE



L.Sorić



20

L.Sorić



19



Hrvatsko geotehničko društvo  
Croatian Geotechnical Society

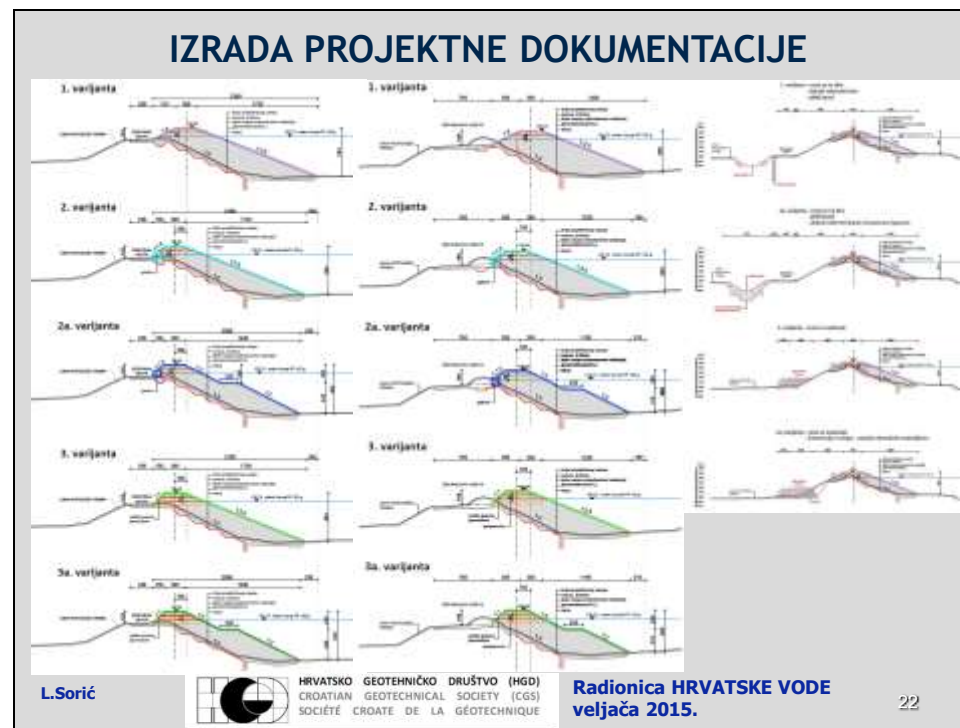
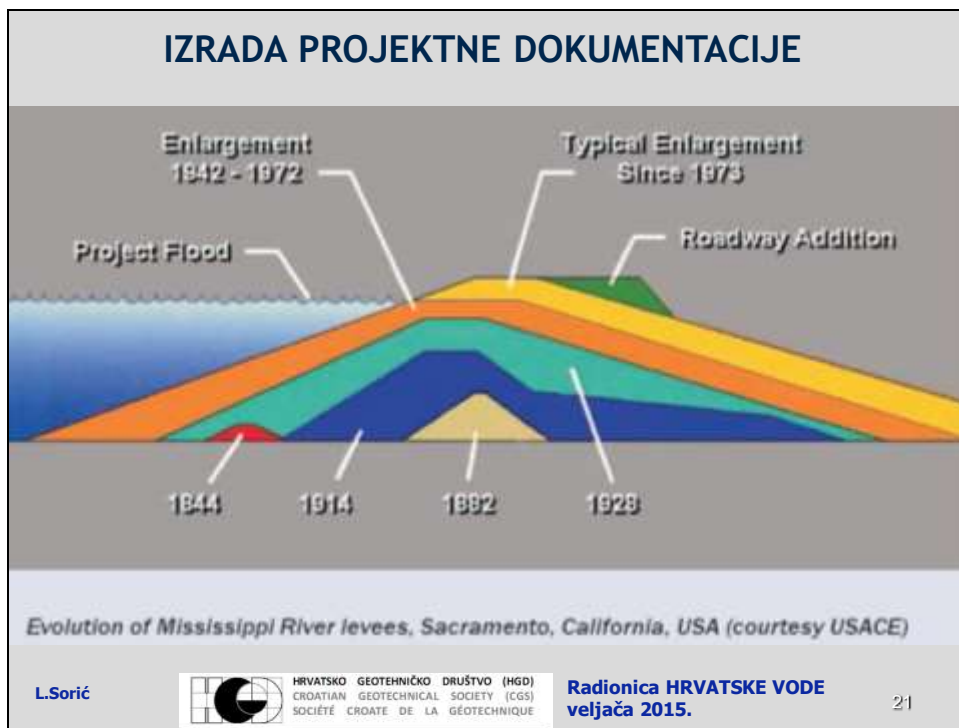
Luka Sorić, Geotehnički studio d.d.



HRVATSKE VODE

Radionica 10.02.2015.

11





Hrvatsko geotehničko društvo  
Croatian Geotechnical Society



HRVATSKE VODE

Luka Sorić, Geotehnički studio d.d.

Radionica 10.02.2015.

12

## ZAKLJUČAK

- ❑ Projektni zadaci trebaju biti prema „novim“ pravilima struke za svaku fazu projekta adekvatno vrednujući i vrijeme i novac ovisno o razini očekivanog rezultata (EN7 je stupio na snagu 01.07.2013.)
- ❑ Jasna distinkcija idejnih i glavnih projekata kako kroz istraživanje tako i kroz projektiranje
- ❑ Uključivanje „Projektanata“ u fazi izrade projektnog zadatka obzirom da je isti prema EC7 odgovoran za istraživanje, projektiranje, kontrolna i tekuća ispitivanja i monitoring
- ❑ Povećanje obima istražnih radova prema „novim“ preporukama diže cijenu istraživanja manje od 1% vrijednosti investicije – treba naći pravu mjeru (izbor metoda)
- ❑ Pojavom umjetnih materijala u nedostatku pozajmišta, potrebno definirati projektiranu trajnost objekata
- ❑ Uključivanje revidenata/recenzenata u ranoj fazi projekta rasterećuje voditelje projekata, ubrzava proces, doprinosi razvoju struke, smanjuje mogućnost greške i vraćanje projekta na početak.

L.Sorić



HRVATSKO GEOTEHNIČKO DRUŠTVO (HGD)  
CROATIAN GEOTECHNICAL SOCIETY (CGS)  
SOCIÉTÉ CROATE DE LA GÉOTECHNIQUE

Radionica HRVATSKE VODE  
veljača 2015.

23

# HVALA NA PAŽNJI!

L.Sorić



HRVATSKO GEOTEHNIČKO DRUŠTVO (HGD)  
CROATIAN GEOTECHNICAL SOCIETY (CGS)  
SOCIÉTÉ CROATE DE LA GÉOTECHNIQUE

Radionica HRVATSKE VODE  
veljača 2015.

32