

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

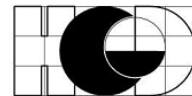
**Radionica HRVATSKE VODE  
veljača 2015.**

# 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



# UVOD

izvor:  
[http://www.ciria.org/Resources/Free\\_publications/International\\_Levee\\_Handbook.aspx](http://www.ciria.org/Resources/Free_publications/International_Levee_Handbook.aspx)

	uloga nasipa pri upravljanju rizicima kod obrane od poplava	Funkcije, oblikovanja, havarije nasipa	Upravljanje i održavanje	Pregled nasipa, procjena i identifikacija rizika	Upravljanje u hitnim situacijama	Karakteristie lokacije i potrebni podaci	Procesi i alati za procjenu i projektiranje nasipa	Projektiranje	Izgradnja
	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Urbanisti (prostorno planiranje)	Red	Red	Green	Green	Yellow	Green	Green	Yellow	Red
Izvođači (JPP)	Yellow	Red	Yellow	Yellow	Green	Yellow	Green	Yellow	Yellow
Vlasnik	Yellow	Red	Red	Red	Red	Yellow	Yellow	Green	Red
Upravitelj imovine	Yellow	Red	Red	Red	Red	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow
Zakonodavac	Yellow	Yellow	Yellow	Red	Yellow	Green	Green	Green	Red
Geotehničar	Green	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red
Hidrotehničar	Green	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red
Analitičar rizika	Yellow	Red	Green	Red	Yellow	Yellow	Yellow	Green	Green
Projektant	Yellow	Red	Yellow	Red	Green	Red	Yellow	Red	Red
Izvođač	Yellow	Red	Yellow	Green	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Red
Službe za upravljanje u hitnim situacijama	Yellow	Red	Yellow	Red	Red	Green	Green	Green	Yellow
Udruge i službe za zaštitu okoliša	Yellow	Yellow	Red	Green	Green	Green	Green	Green	Red
Obrazovne institucije	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow

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

Velika važnost



Srednja do velika



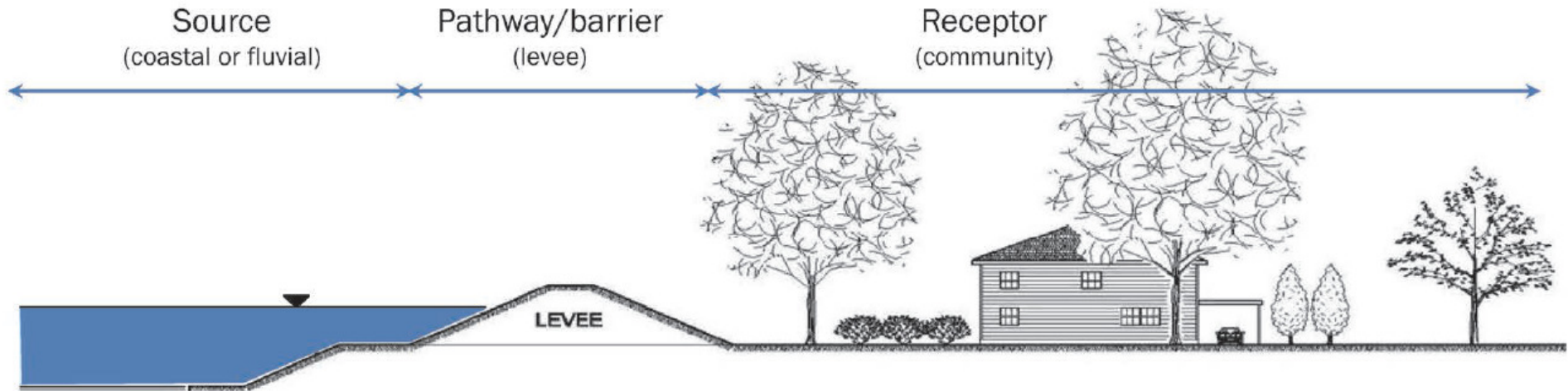
Srednja do niska



Niska



# UVOD



2 Levees in flood risk management

3 Functions, forms and failures of levees

4 Operation and maintenance

5 Levee inspection, assessment and risk attribution

6 Emergency management and operations

7 Site characterisation and data requirements

8 Physical processes and tools for levee assessment and design

9 Design

10 Construction

# 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...)



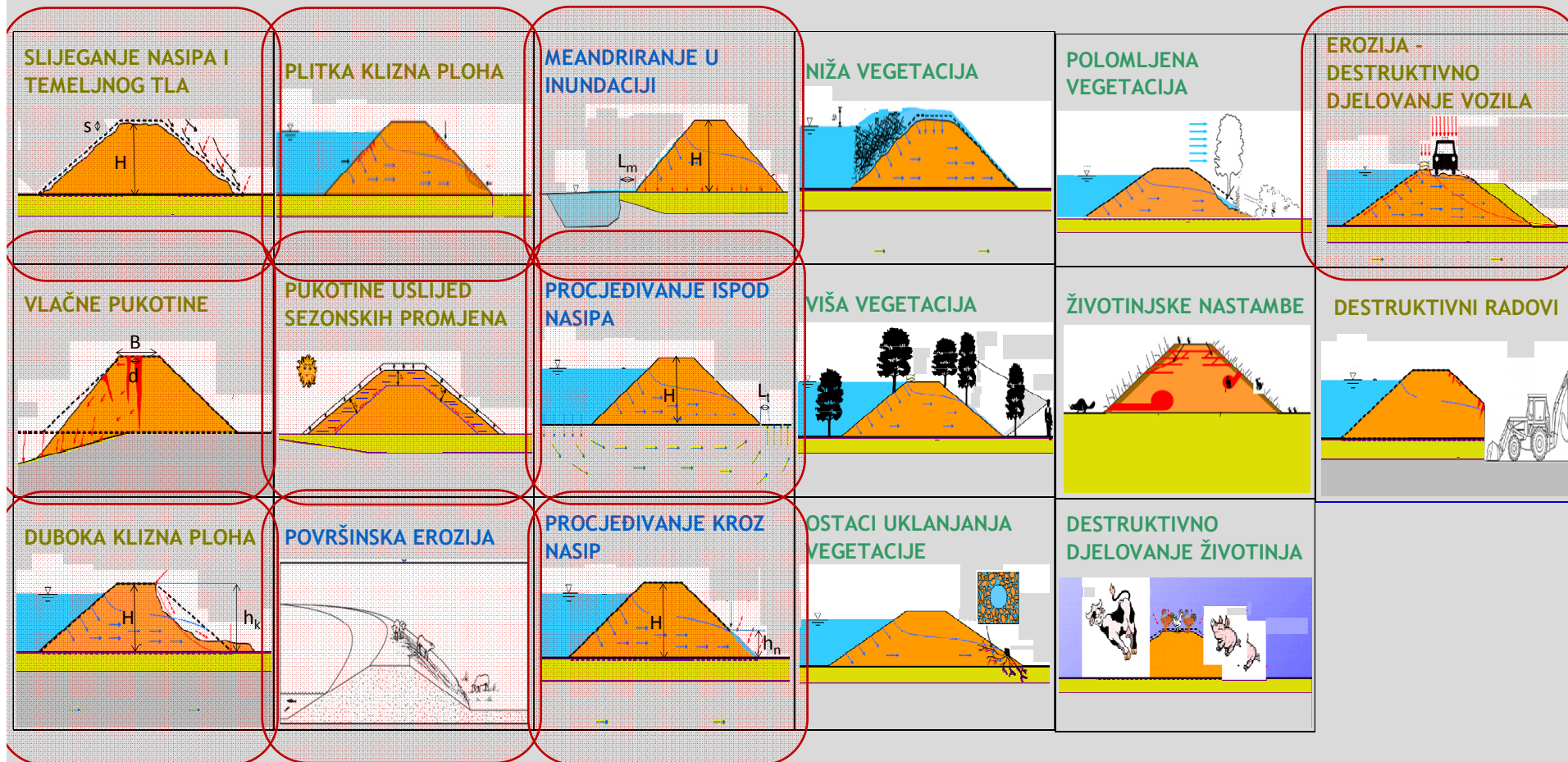
## PROJEKTNI ZADATAK

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



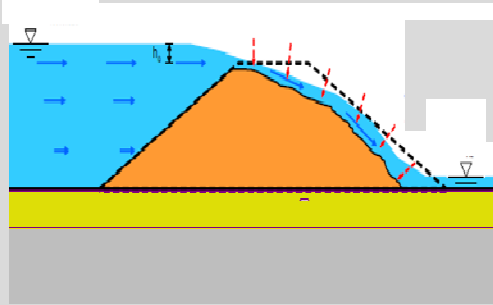
\*Preliminarna i detaljna kategorizacija nasipa - model valorizacije stanja nasipa s aspekta mehaničke otpornosti i stabilnosti, hidrotehnike i održavanja kao pomoć za definiranje potreba - dostupno HV

# PRIPREMA PROJEKTA

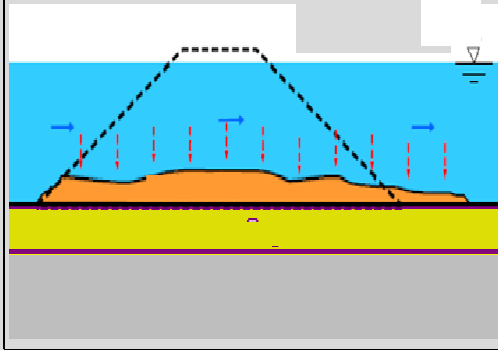


# PRIPREMA PROJEKTA

## PRELJEVANJE PREKO KRUNE NASIPA



## PROBOJ NASIPA



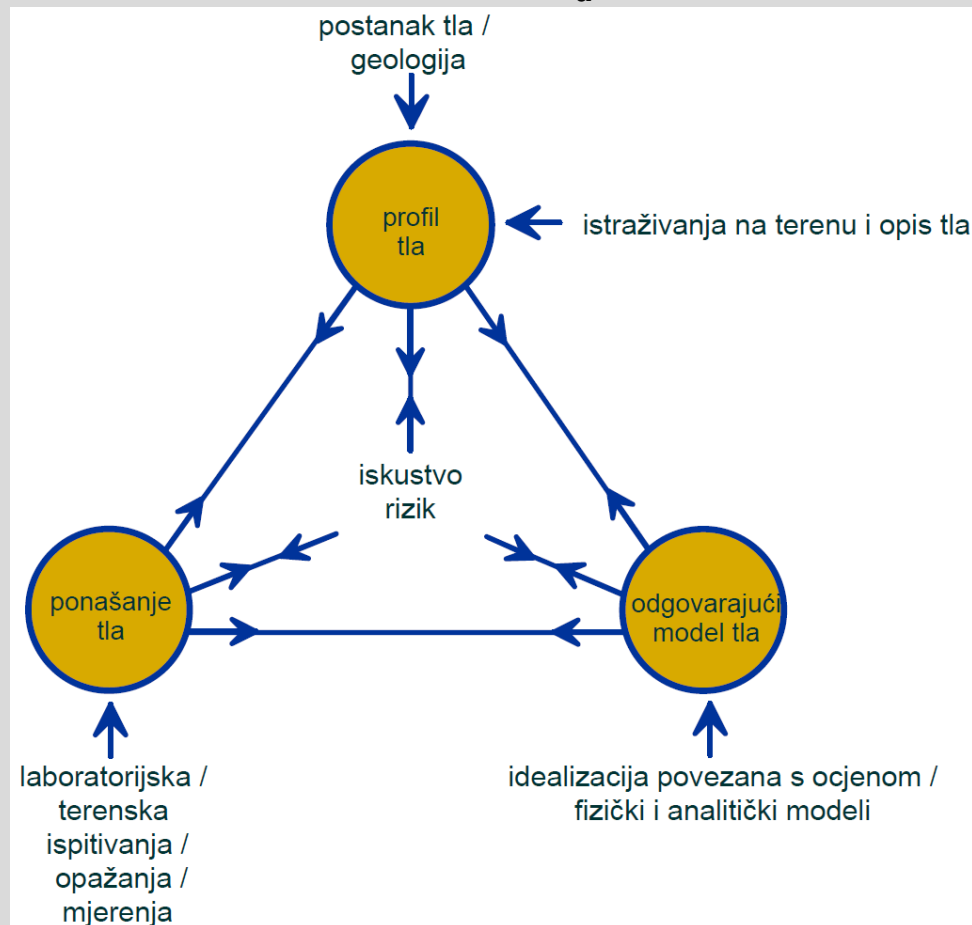
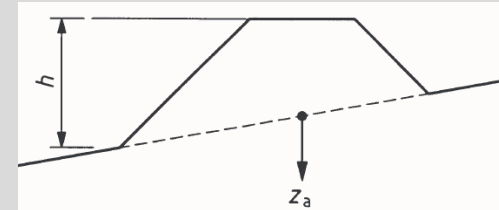
Po štetnom događaju – havariji;  
tema narednog predavanja (gđa. Kratofil)

# 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)

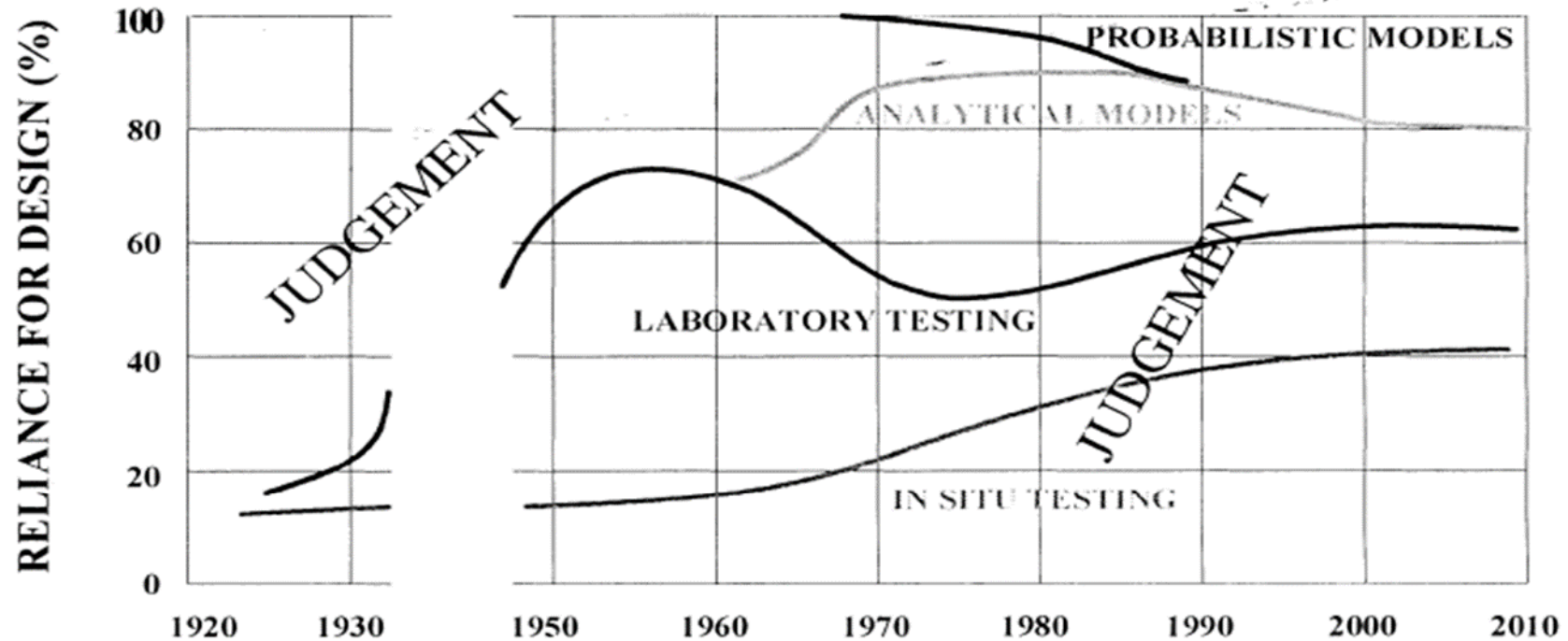
**(IZBOR METODA, lab./in situ/geof., viši nivo projekta–ciljana istraživanja, interpretacija)**

## 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.

# PLANIRANJE ISTRAŽNIH RADOVA



Hypothetical curve of evolution of design parameters in geotechnical practice

Norges Geotekniske Institutt  
 Norwegian Geotechnical Institute



\*ab\div\1998\para.ppt

L.Sorić



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

Radionica HRVATSKE VODE  
 veljača 2015.

# 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

# 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.



# 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.

# IZRADA PROJEKTNE DOKUMENTACIJE



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

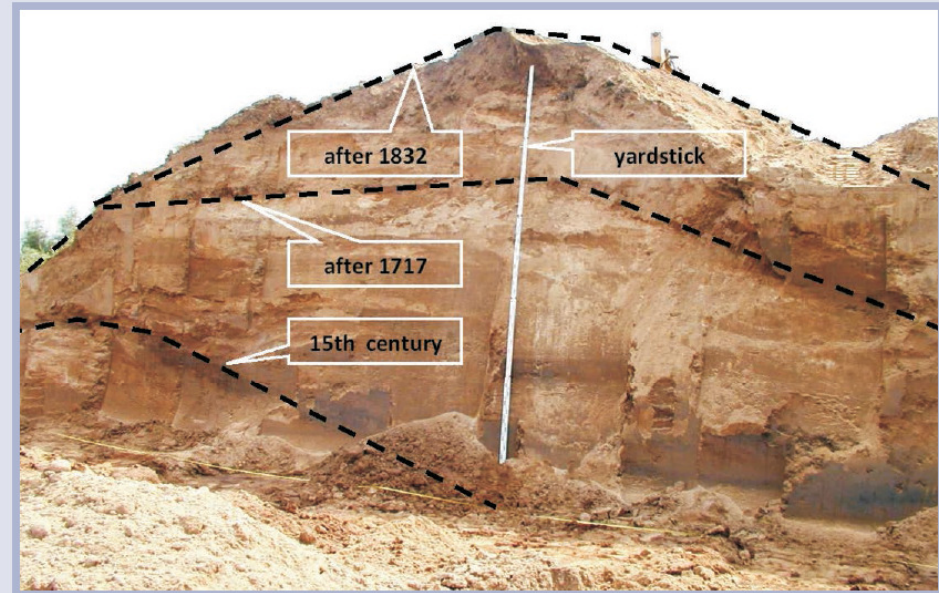
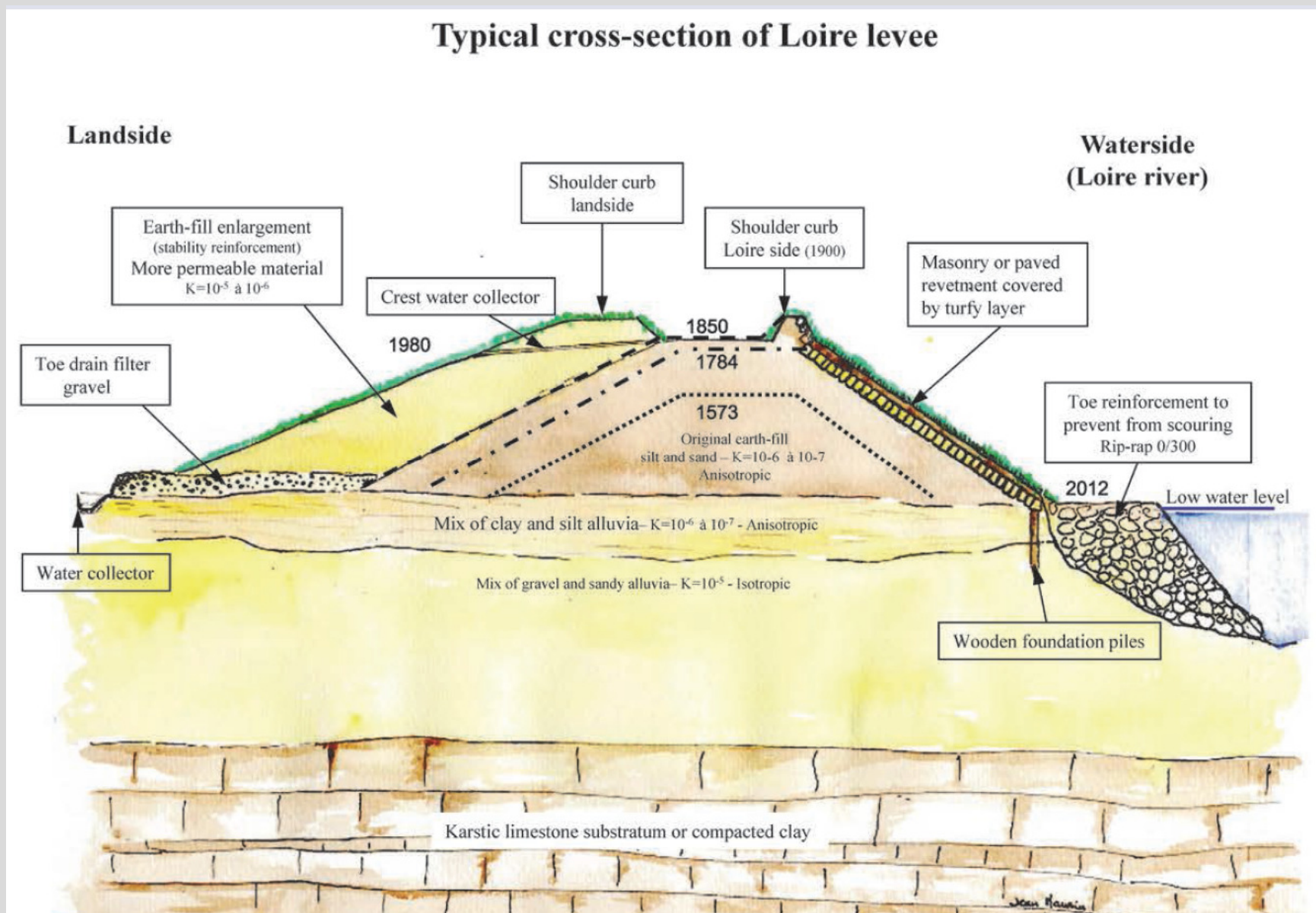


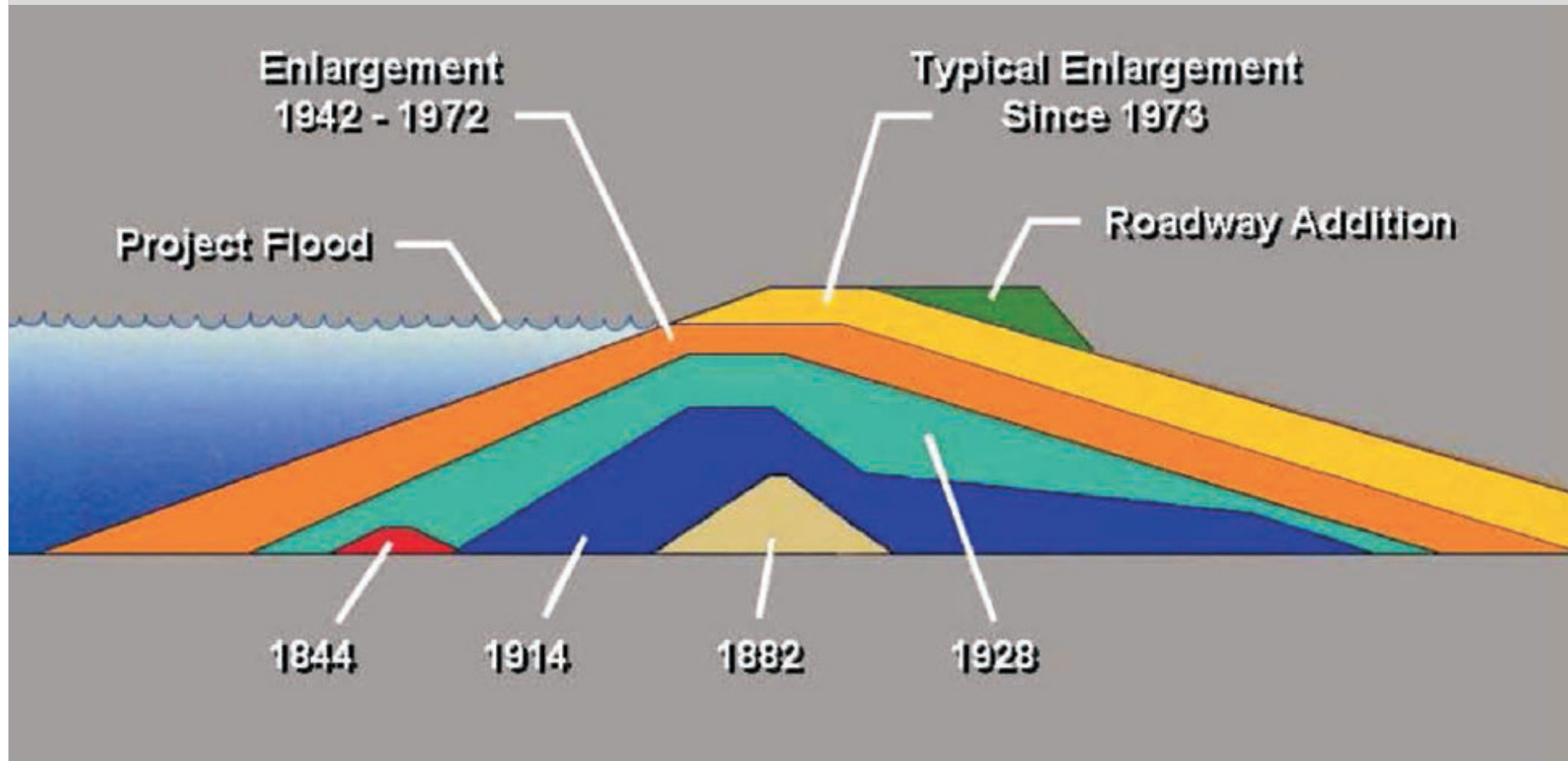
Figure 3.91  
Old levee cross-section at km 3.2 (courtesy F Krueger,  
Frankfort on Odra)

# IZRADA PROJEKTNE DOKUMENTACIJE

Typical cross-section of Loire levee



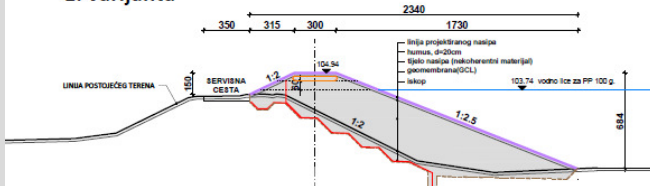
# IZRADA PROJEKTNE DOKUMENTACIJE



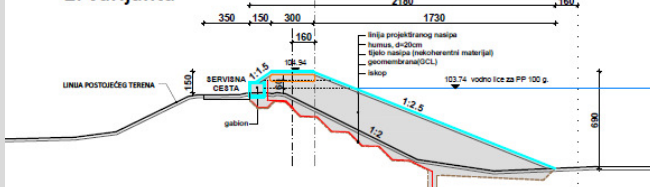
*Evolution of Mississippi River levees, Sacramento, California, USA (courtesy USACE)*

# IZRADA PROJEKTNE DOKUMENTACIJE

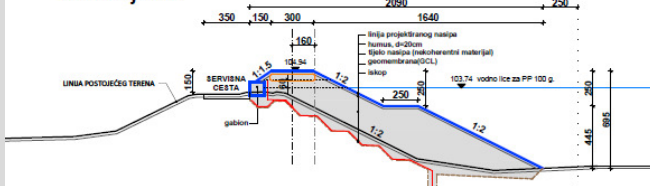
1. varijanta



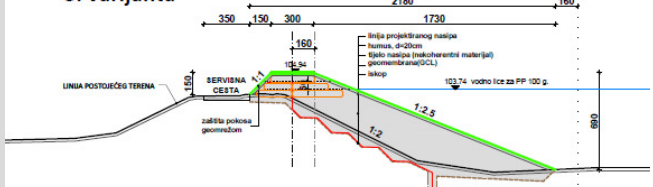
2. varijanta



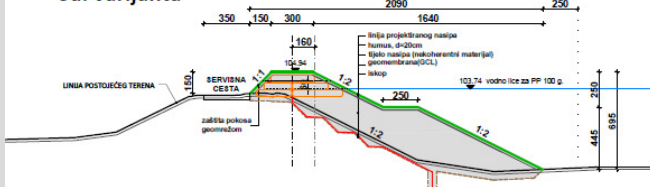
2a. varijanta



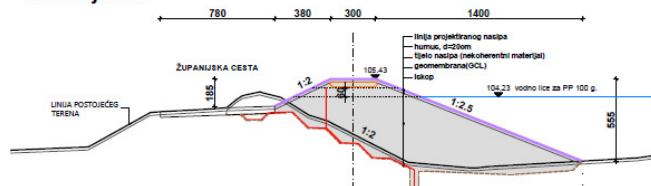
3. varijanta



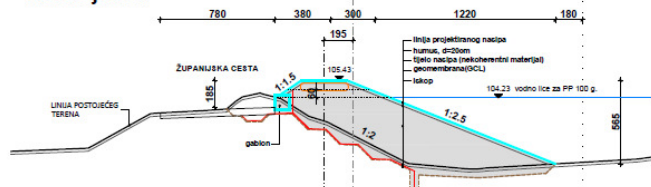
3a. varijanta



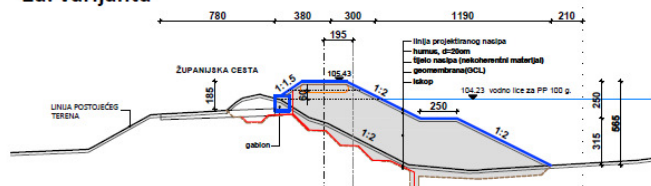
1. varijanta



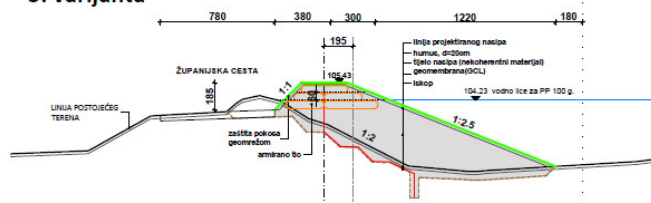
2. varijanta



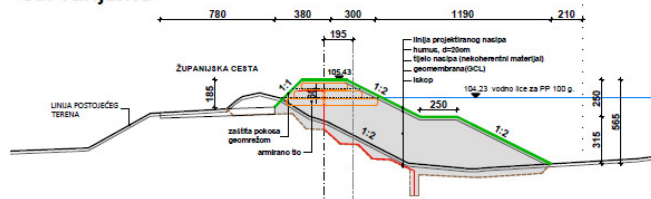
2a. varijanta



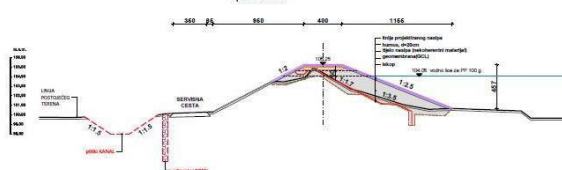
3. varijanta



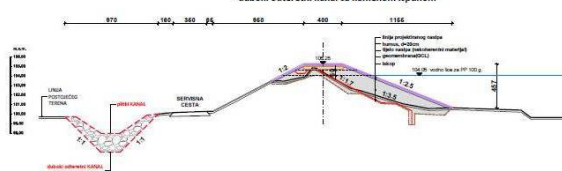
3a. varijanta



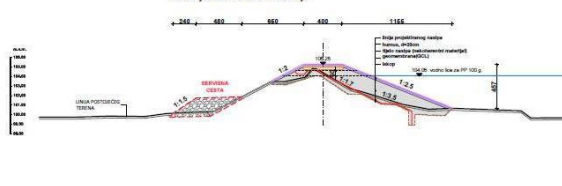
1. varijanta - cesta se ne dira  
- duboki odteretni dren  
- plitki kanal



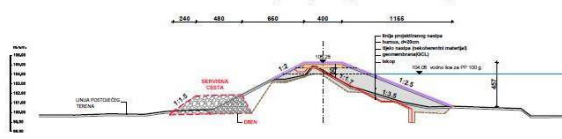
1a. varijanta - cesta se ne dira  
- duboki odteretni kanal sa kamenom ispunom



2. varijanta - cesta se nadvisuje



2a. varijanta - cesta se nadvisuje  
- intervencija u nasipu - zamjena drenažnim materijalom



# 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.

# HVALA NA PAŽNJI!

