



Pokušajte odgovoriti na slijedeća pitanja:

- Što je cesta?
- Kada se (u povijesti) započinju graditi ceste?
- Tko su najpoznatiji graditelji cesta u starom vijeku?
- Da li znate naziv neke od povijesnih cesta u našoj (široj) regiji?



POVIJEST CESTOGRADNJE

- CESTE STAROG VIJEKA – RIMSKE CESTE
- SREDNJOVJEKOVNE CESTE
- ZAČECI GRADNJE SUVREMENIH CESTA (18. i 19. stoljeće)
- POVIJESNE CESTE 18. i 19.st. (od Jadranske obale prema unutrašnjosti)

Dodatna literatura:

Klemenčić, A., Vujasinović, B.: Povijesni pregled razvitka prometa i cestogradnje u Hrvatskoj do kraja 19.st., Građevni godišnjak 2000, HSGI, 2000.

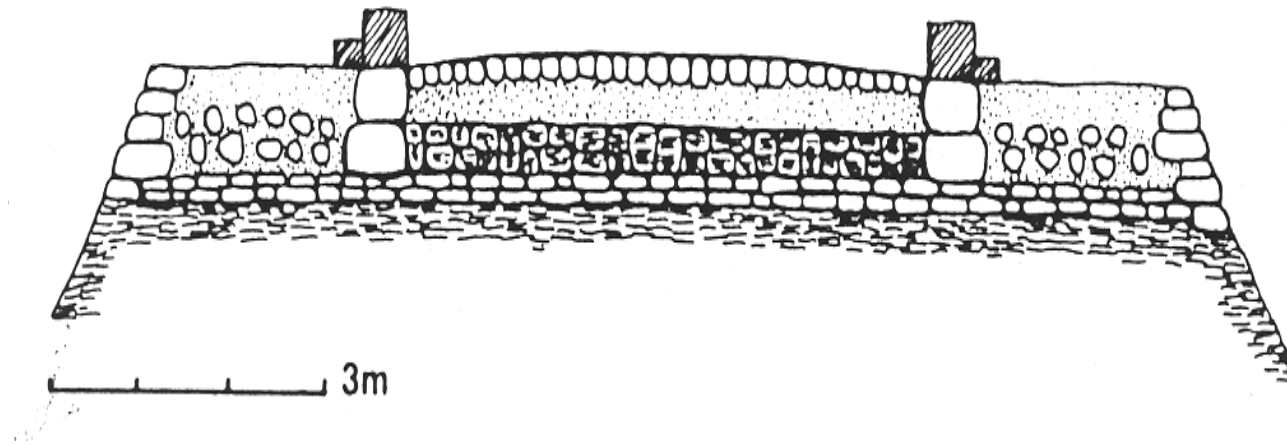
“.....sve ceste vode u Rim”

- Prve ceste u povijesti bili su putovi namijenjeni religijskim procesijama u Babilonu 5.000 g.p.n.e.
- Vrsni graditelji cesta u starom vijeku bili su Asirci, Grci i Etrušćani
- Rimljani su sa organiziranom gradnjom cesta započeli oko 334 g.p.n.e., a do vrhunca moći Carstva sagradili su 90.000 km, a prema nekim podacima i do 150.000 km cesta, od čega 14.000 km na tlu današnje Italije
- Zakone koji su se odnosili na ceste donosio je rimski Senat

Osnovni elementi projektiranja rimskih cesta

- Osnovna karakteristika etrušćanskih i ranih rimskih cesta u smislu vođenja trase bila je «ravna linija».
- Uzdužni nagib na cestama je prosječno iznosio 5 do 7 %, a na dijelovima cesta u posebno nepogodnom terenu su se umetale dionice sa nagibom od 14 do 15 %, ponekad i do 20 % što je za pješake i dvotračna kola bilo prihvatljivo.
- Pješački putovi bili su širine 1,5 m što je i današnji standard uz pretpostavku prolaza dvaju pješaka.

Presjek tipične rimske ceste



- "*statumen*" je naziv za najdonji sloj koji je građen od kamenog granulata veličine barem 5 cm u ukupnoj debljini od 25 do 60 cm;
- "*rudus*" je sloj položen na osnovni sloj, a koji se sastojao od cementom vezanog granuliranog materijala (granulata veličine manje od 5 cm) u ukupnoj debljini od oko 25 cm;
- "*nucleus*" je sloj izvođen samo na važnim prometnicama, a čini ga sitni granulati vezani cementom i ukupne je debljine od oko 30 cm;
- "*summa dorsum*" ili «*summa crusta*» predstavlja kolnički zastor. Sagrađen je od velikih kamenih ploča četverokutnih ili višekutnih oblika debelih dva palca, stabiliziranih cementnom smjesom

Kategorizacija rimskih cesta

- **Via** je bila cesta s velikim prometom, širine od 2,37 m i 4,14 m, a u pravilu širine 2,96 i 3,56 m što je odgovaralo razmaku kotača od 86 cm za dvotračne ceste. Na serpentinama se primjenjivalo proširenje i to na širinu od 4,74 m. Sirinu su određivali mali radijusi horizontalnih krivina te broj teglećih životinja.
- **Actus** je bio jednotračni put širine 1,19 m namijenjen samo za tegleće životinje, a isti je naziv imao i pješački put u gradovima. Sirinu od 1,19 m su imali i svi brdski putovi na kojima je promet bio malog intenziteta te se nisu očekivali susreti više kola istovremeno.
- **Iter** (polovica *actusa*) je bio put širine 60 cm namjenjen kretanju pješaka i jahača.
- **Semita** se naziva međašni put, širine pola *itera* (30 cm), na međi livada, oranica i staza u brdima.
- Gradske prometnice bile su široke 7,0 m ako su imale predviđene pješačke puteve, a 4,15 m ako pješački promet nije bio predviđen. Za pješačke pločnike se predviđala širina od 1,5 m.

Mreža prometnica sagrađenih u Rimsko doba na tlu Hrvatske (glavne ceste)

- Aquilea - Emona(Ljubljana) – Poetovio(Ptuj) – Mursa (Osijek) - Sirmium (Sr.Mitrovica)
- Aquilea – Tarsatica (Trsat) – Senia(Senj) – Salona (Solin) – Epidaurus (Cavtat)-Skadar
- Emona (Ljubljana) – Siscia (Sisak) – Cibalae(Vinkovci)
- Neviodanum(Čatež) – Andautonia(Zagreb) – Siscia (Sisak)
- Salona – Bistue Nova (Zenica)



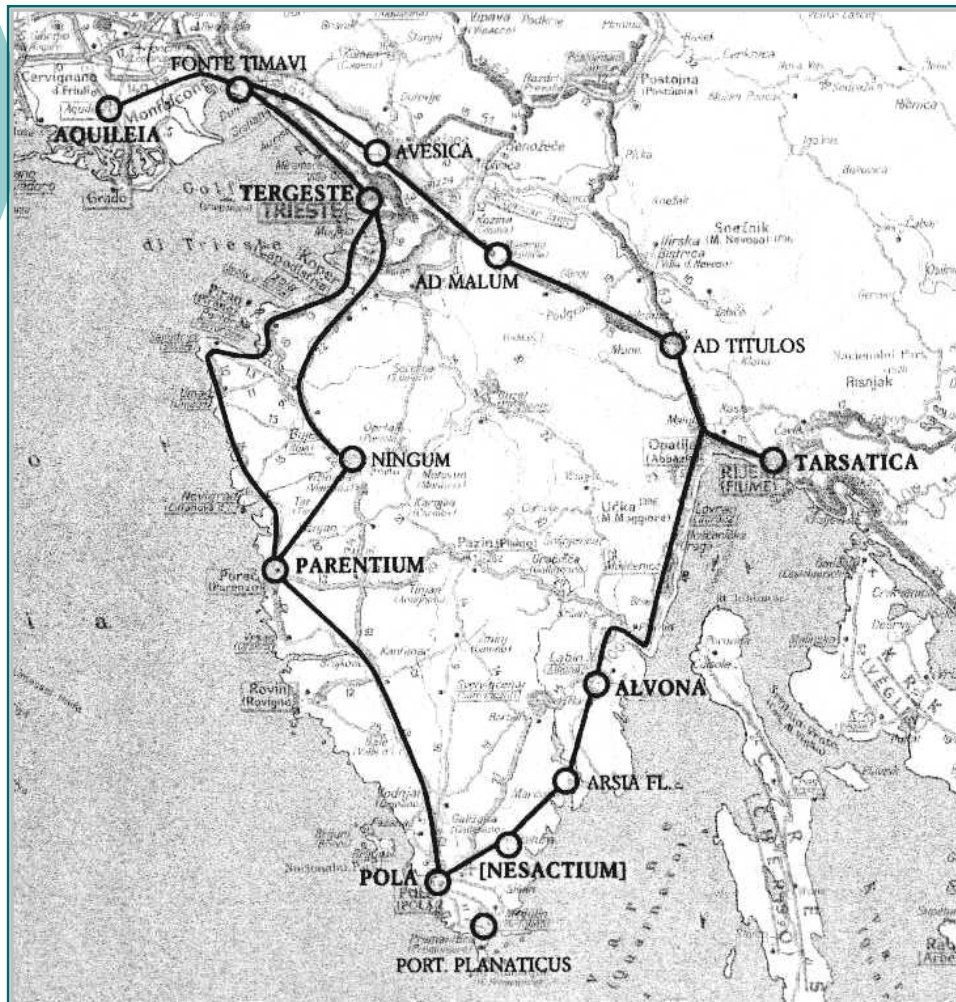
Ostaci rimske ceste unutar Salone – arheološko nalazište u Solinu

LEGED:

- Roman roads in Croatia in the period of roman province Iliric
- Other roman roads in Iliric's period

— Roman roads in Croatia in the period of
 roman province Iliric
 — Other roman roads in Iliric's period

Rimske ceste na području Istre





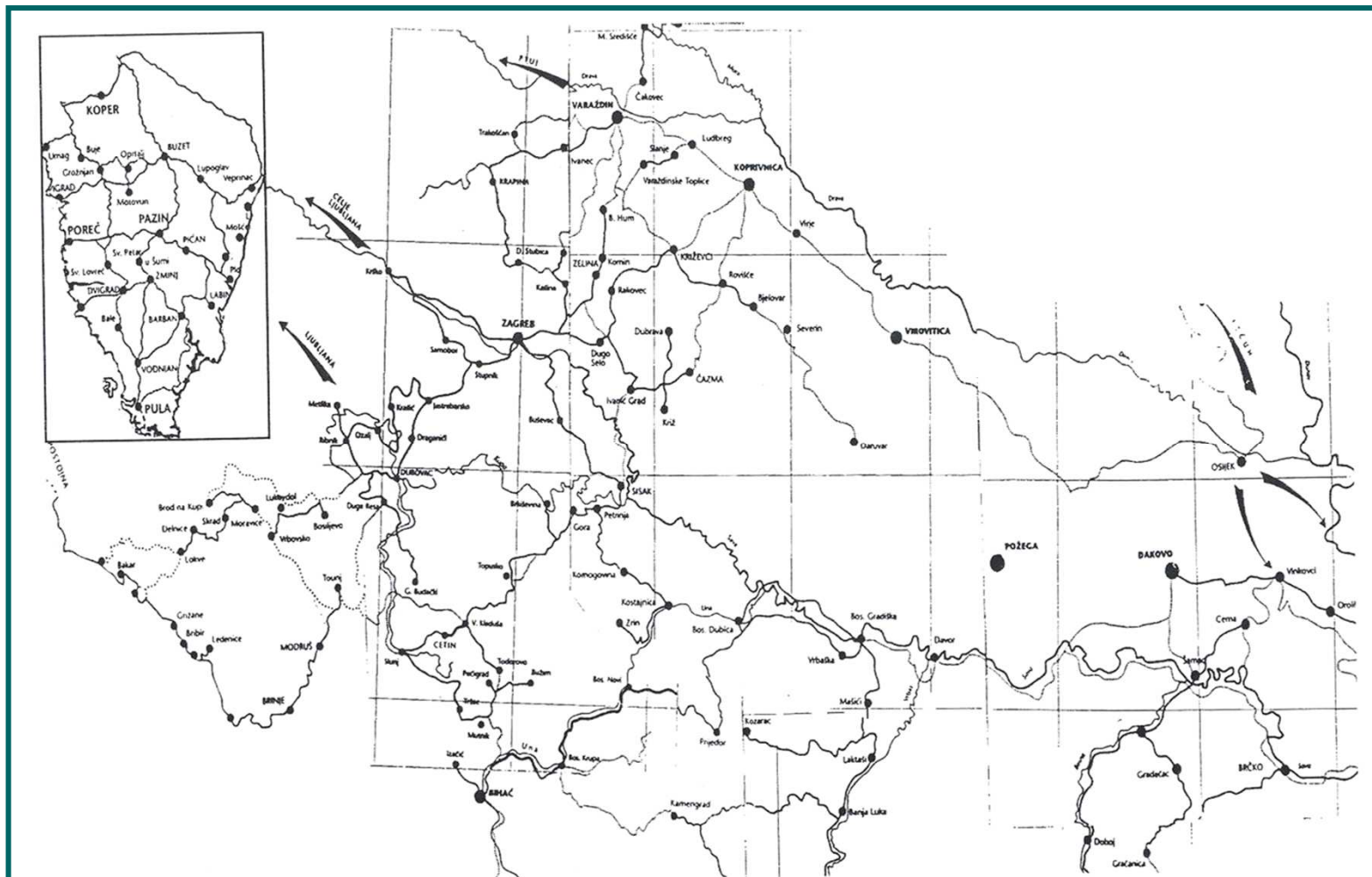
Srednjovjekovne ceste



Srednjovjekovne ceste u Hrvatskoj

- Veći dio srednjovjekovnih cesta je prolazio trasama rimskih cesta (do 14.st.)
- Od 13. do 15. st. jača promet između kontinenta i jadranske obale
- Razvijali su se karavanski putovi i putovi uz doline rijeka:
 - Dubrovnik-Stolac-Mostar-Sarajevo
 - Zadar-Obrovac-Velebit-Lika
 - Zadar-Knin-Lapac(Zrmanja)-Bihać
 - Senj-Vratnik-Žuta Lokva

Srednjovjekovni putovi u Hrvatskoj, Slavoniji i Istri



15.stoljeće

- Razvoj robne razmjene – trgovine između Jadranske obale i zaleđa
- Poznate trase:
 - Senj-Vratnik-Žuta lokva-Brinje-kapela-Josipdol-Zagreb-Varaždin
 - "Put Crne Kraljice": Sv.Rok-Alan-Obrovac-Zadar
 - "Učkarski put": Mošćenice-Učka-Mala Učka



Gradnja cesta 18./19.stoljeće

Razvitak europske cestogradnje u 18.st.(i)

Austrija:

- 1723. Zakon o izgradnji prometnica
- 1728. izgrađena cesta Trst-Beč
- Marija Terezija (1740.-1780.) prva propisala širinu ceste:
 - kolnik: 6,65 – 7,60 m
 - Bankine i jarci: 0,95 m

Francuska

- Francuski inženjer **Pierre Marie Jerome Tresaguet** 1764. kao glavni inženjer gradilišta uvodi nova rješenja:
 - Postepeno savladavanje uspona
 - Odmorišta (na 40m)
 - Širi presjek ceste u ovisnosti o vrsti vozila (prosječno 5,22m)

Razvitak europske cestogradnje u 18.st.(ii)

Njemačka

- **1786.g. izlazi prvi udžbenik za građenje cesta i mostova (*Viebeking*) koji definira:**

- Najveći dopušteni uzdužni nagib 5%
- Umetanje ravnih poteza između različitih nagiba
- Princip da se "osvojena" visina ne smije napustiti
- širina ceste:
 - kola: 3,0m
 - mimoilaženje: 0,7m
 - kočijaš 1,4m sa strane
 - ukupno: 9,5 m

Razvitak europske cestogradnje u 19.st. (i)

- najveći napredak u cestogradnji uočava se do 1850. godine nakon koje se razvija projektiranje i građenje željezničkih pruga

Principi projektiranja/gradnje cesta u 19.st.- geometrijski elementi:

- Manji uzdužni nagibi (0,5 – 0,7% u ravnici ili umetnutim dijelovima)
- uvodi se princip izjednačenja iskopa i nasipa
- grade se nasipi, potporni i uporni zidovi
- kružni lukovi su radijusa 15-18 m (do 50 m)
- koristi se dvostrešni kolnik (odvodnja)
- širina : 5,5 m

Razvitak europske cestogradnje u 19.st. (ii)

Francuska:

- početkom 19.st. započinje se sa ispitivanjem građevnog materijala za ugradnju
- vodi se računa o stabilizaciji tučenca (uporaba teških valjkova 3.000 – 4.500kg od 1829. godine)

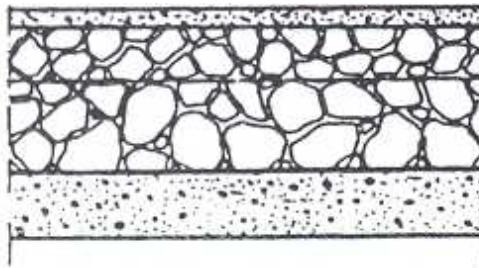
Engleska:

- Nakon pritužbi na stanje cesta 1810. se osniva **Odbor za rješavanje problema u cestogradnji**
- članovi prvog odbora postaju Thomas Telford i John Mac Adam – slavni inženjeri građevinarstva svoga doba

Razvitak europske cestogradnje u 19.st. (iii)



*John Loud Mac Adam
(1756.-1836.)*



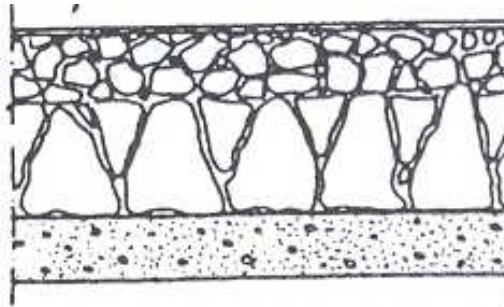
- Kamena sitnež
- tučenac
- lomljeni kamen
- šljunak

- Posebnu pažnju posvećivao održavanju cesta uočivši da intenzivniji promet i teška vozila uništavaju ceste
- zastupa mišljenje da se "cesta mora prilagoditi vozilima" – a ne obrnuto
- zbog uspješne i brze gradnje cesta dobio nadimak "čarobnjak"
- objavio nekoliko radova vezanih za cestogradnju (Praktična rasprava o znanstvenom poboljšanju i održavanju javnih cesta; primjedbe o sadašnjem stanju cestogradnje)

Razvitak europske cestogradnje u 19.st. (iv)



*Thomas Telford
(1757.-1834.)*



... Od 1830. god.

- Kamena sitnež
- tučenac
- podloga od kamenja
- složenog po visini i zalivenog smolom
- šljunak

- Radio na području visokogradnje, cestogradnje i vodogradnje
- unaprijedio gradnju mostova smanjivši im vlastitu težinu (nadimak: "pontifex maximus")
- "telfordov" sustav se u izgradnji cesta u Hrvatskoj koristio do 1960. godine



**Telford's circular-arch
roadbridge in Bannockburn,
Scotland**

Razvitak cestogradnje u Hrvatskoj - 18. i 19.st.

- Uočava se loša cestovna povezanost između Jadrana i zaleđa
- Karolinska cesta – prva planinska cesta(1725. -1727.)
- Cesta preko Učke u Istri (1740. -1785.)
- Stara Karolinska cesta Gospić-Karlobag (1750.-1754.)
- Cesta Karlovac-Senj (1765.-1779.) (Strada Maestra/Jozefina)
- Cesta Senj-Sv.Juraj Novi Vinodolski (1783.-1784.)
- Nova Terezijanska cesta Gospić-Karlobag (1784.-1786.)
- Lujzinska cesta (Rijeka-Karlovac) (1803.-1811.)

KAROLINSKA CESTA (1725(26?) – 1737.):

Projektant: inženjerski potpukovnik **Matija Antun Weiss** – glavni inženjer Unutarnje Austrije

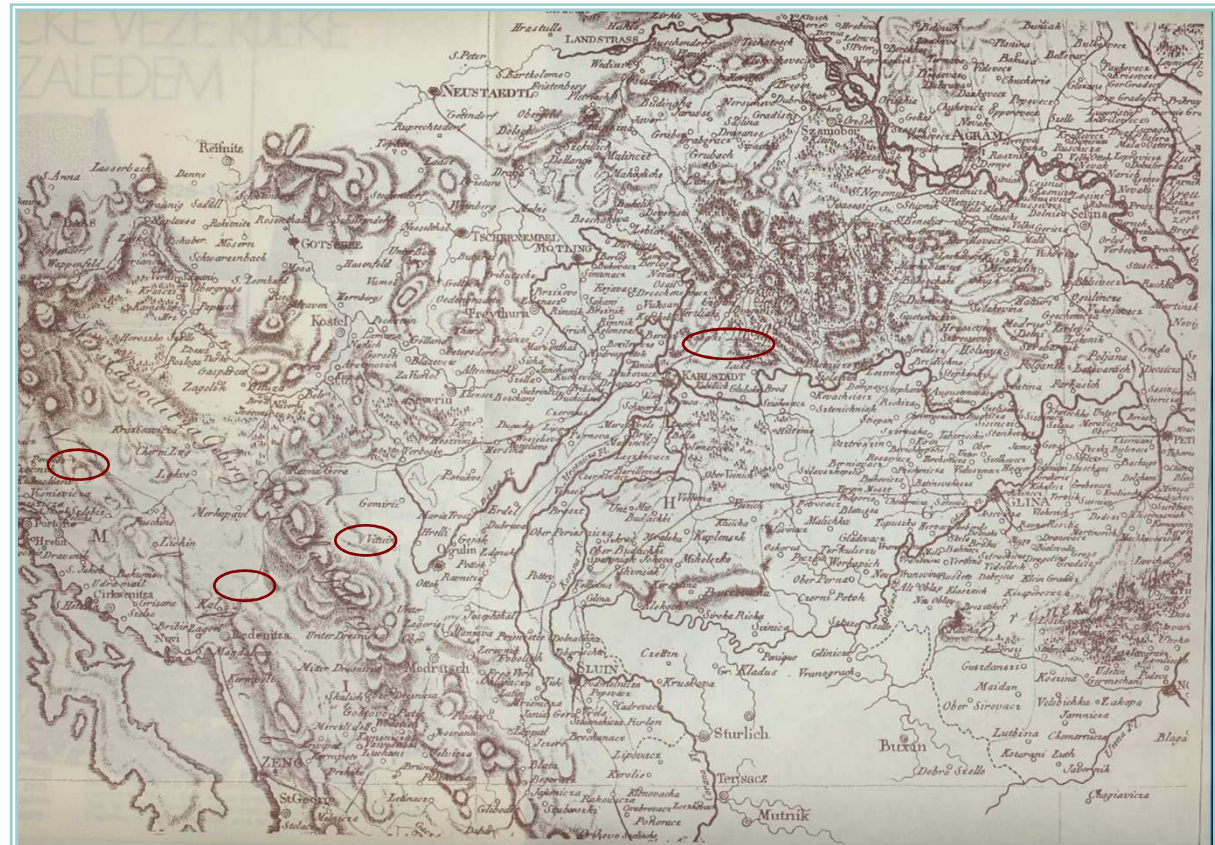
Prijedlozi: - Rijeka-Ljubljana-Plovidba Savom
- Rijeka-Bakar-Podbrežje na Kupi – plovidba Kupom
- **Rijeka – Bakar – Škrljevo – Zlobin – Fužine –
Mrkopalj – Ravna Gora – Vrbovsko – Bosiljevo –
Novigrad na Dobri – Karlovac – usvojen prijedlog!!**

- Weiss je predviđao da bi cesta uz 1500 radnika mogla biti gotova u dvije ljetne sezone rada
- put od Rijeke do Karlovca ovom se cestom prelazio u 3 dana (a ne kao do tada preko Ljubljane 7 dana!)
- cesta je građena djelomično na cijeloj trasi već 1728., a u cijelom profilu 1737.
- cesta je završavala u Rijeci na Piramidi ("Finis Karolina")

KAROLINSKA CESTA (1725(26?) – 1737):

Rijeka – Bakar – Škrljevo – Zlobin – Fužine(730mm) – Mrkopalj – Ravna Gora – Vrbovsko – Bosiljevo – Novigrad na Dobri – Karlovac

- uz cestu su nastala naselja: Vrbovsko, Ravna Gora, Sušica i drugi

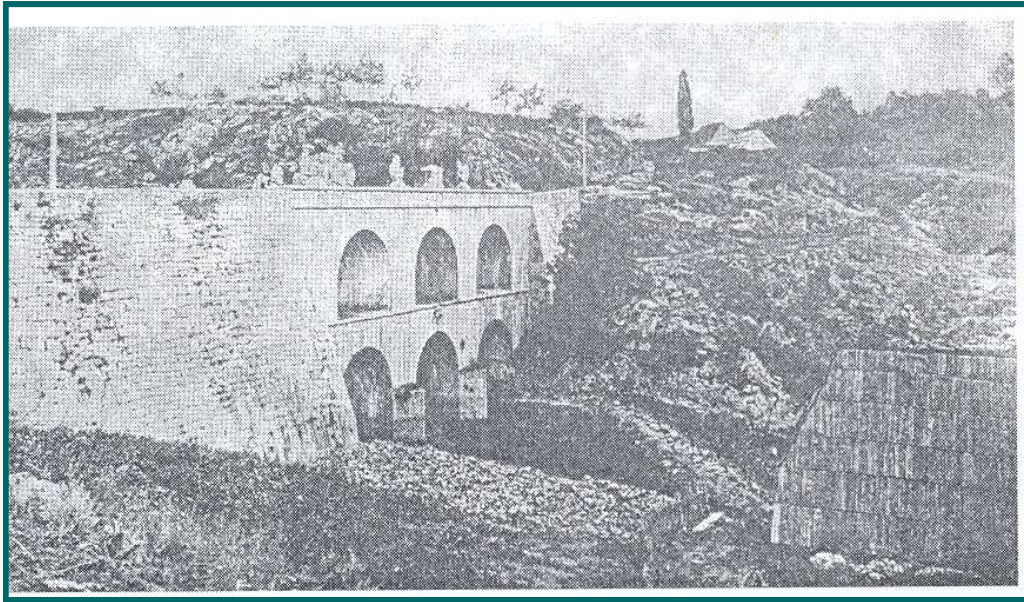




Cesta Karlovac-Senj (1765./1775.-1779.)– *Jozefinska cesta (i)*

- prema prvom prijedlogu cestu je trebao financirati poznati senjski patricij i veletrgovac Marko Sussani koji ju je želio nazvati ***Strada Maestra***
- prijedlog nove trase dali su inženjeri Maksimilijan Fremaut i Vinko Struppi
- cesta se započela graditi nakon što je car Josip drugi (dugo) putovao iz Karlovca u Senj i uvjerio se u stanje postojeće ceste
- usvojena trasa: **Karlovac** - Švarče - Duga Resa – Generalski stol - Mirić – **Tounje** - Josipdol - Vrh Kapele –Križpolje – Brinje - Žuta Lokva – **Vratnik** – **Senj**
- U Karlovcu je na visokom obelisku isklesano "Josephinae principum", a u Senju na velikim vratima "Josephinae finis"

Cesta Karlovac-Senj (1765./1775.-1779.)– Jozefinska cesta (i)



**Struppijev most (donji)
nadograđen – preko
Tounjčice kod Zdenca
(slika iz 1905.godine)**

Osnovni elementi:

- Duljina 100km
- širina ceste: 4,0 – 7,0m
- uzdužni nagibi 20-30% na strmijim dijelovima (!!)

Na gradnji je sudjelovalo oko 1000 radnika te 200 minera i klesara!

Planiranje i izgradnja Lujzinske ceste (početak 19.st.) (i)

- u prvoj fazi (do 1802.) namjera je bila **prokopati plovni put Kupom do Broda na Kupi, a od Broda na Kupi do Rijeke izgraditi novu cestu**, radovima rukovodi francuski inženjer **Henri-Phillipe Charpentier**
- **1802.g. inženjer Filip Vukasović** provodi istražne radove i daje negativno mišljenje o započetoj gradnji kanala i ceste
- **1803.g. Filip Vukasović postaje rukovoditelj (projektant i graditelj!!) izgradnje Lujzinske ceste od Karlovca do Rijeke**



Planiranje i izgradnja Lujzinske ceste (početak 19.st.) (ii)

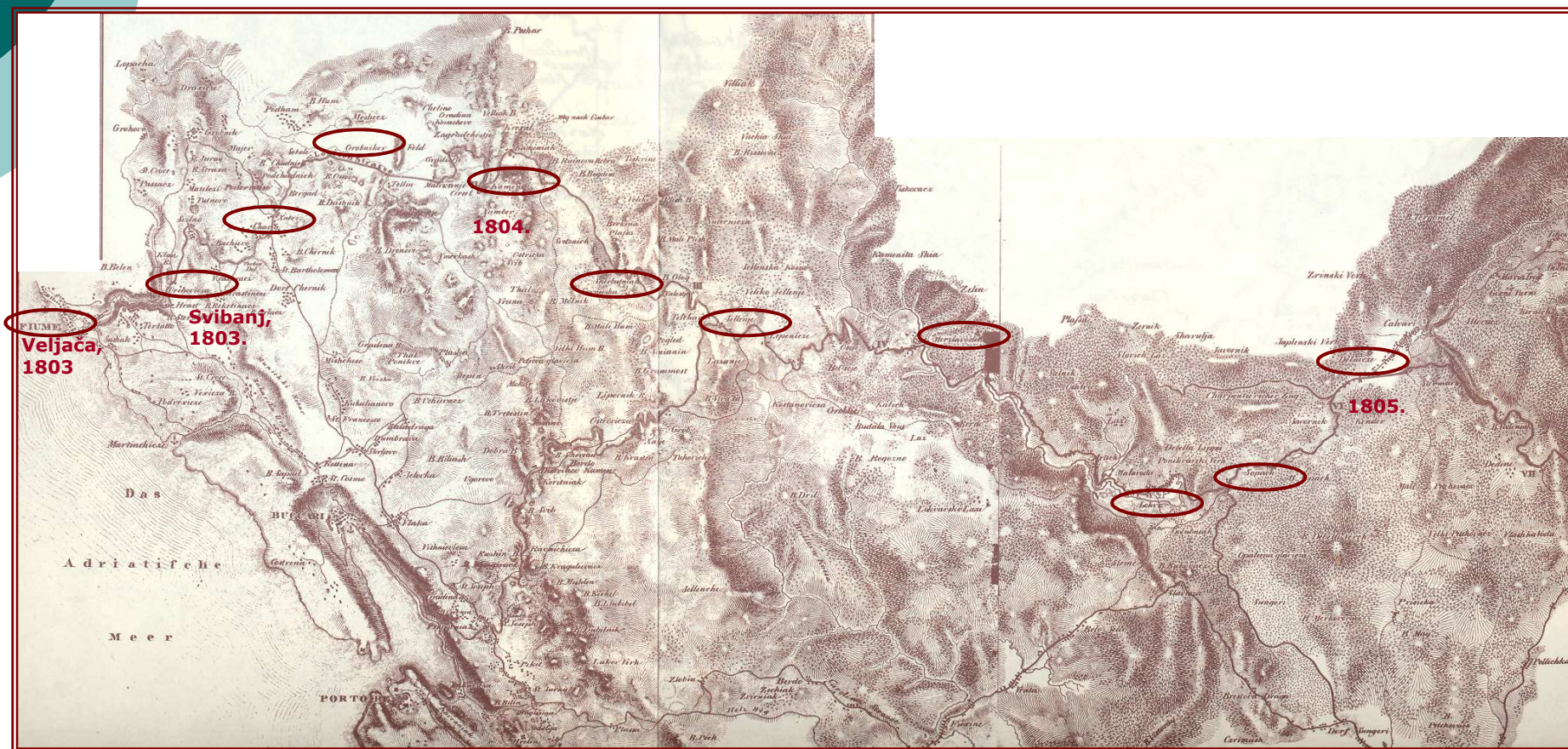
“Grad Rijeka je bila ona točka odakle se imalo započeti gradnjom Lujzinske ceste, bila je ona točka, kamo se imala navrnuti Lujzinskom cestom sva trgovina i sav promet iz Hrvatske”

(Rudolf Strohal, “Uz Lujzinsku cestu”)

- Izgradnja započinje 28.veljače 1803. godine iz Rijeke
- Filip Vukasović postavlja trasu tako da u primorju izbjegava područja jake buse, a u Gorskom kotaru nastoji povezati veća naselja i šumska područja
- 1809. – pogiba Filip Vukasović, a Lujzinska cesta je stigla 4(14?) km od Karlovca
- Lujzinska cesta je otvorena 1.prosinca 1811.godine, dobila je ime Via Ludovicea po imenu supruge Franje I

SITUACIONI PRIKAZ LUJZINSKE CESTE

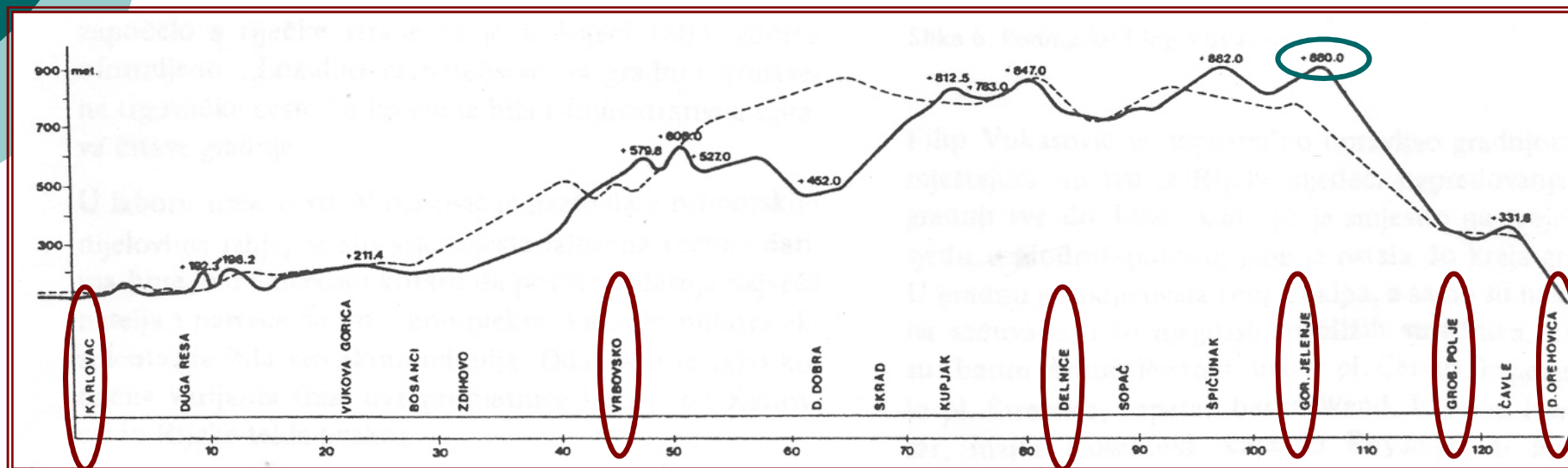
Nacrt izradio David Schonwiesner(1925) u originalu mjerilo 1:57.700



Lujzinska cesta – Uzdužni profil trase

- Cesta je trasirana po principu **izjednačavanja usjeka i nasipa**
- Primijenjeni vrlo povoljni uzdužni nagibi **2- 4%**
- Na kraćim dionicama najveći nagibi iznose **5,5%, iznimno 7%**

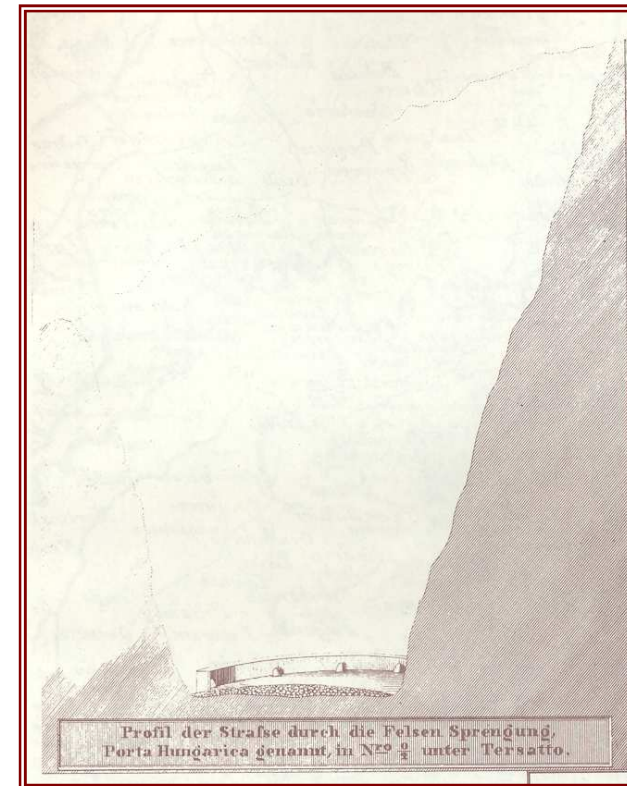
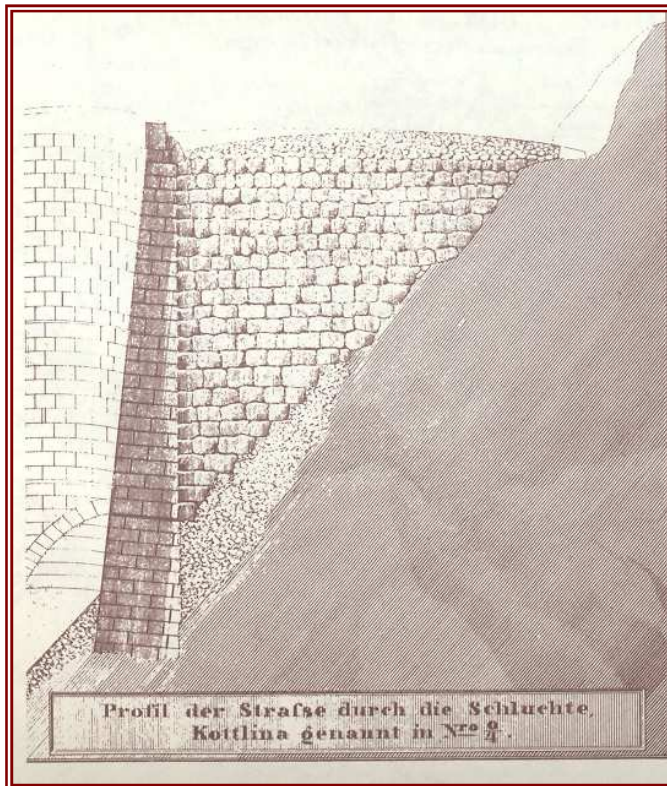
Lujzinska cesta – Uzdužni profil trase

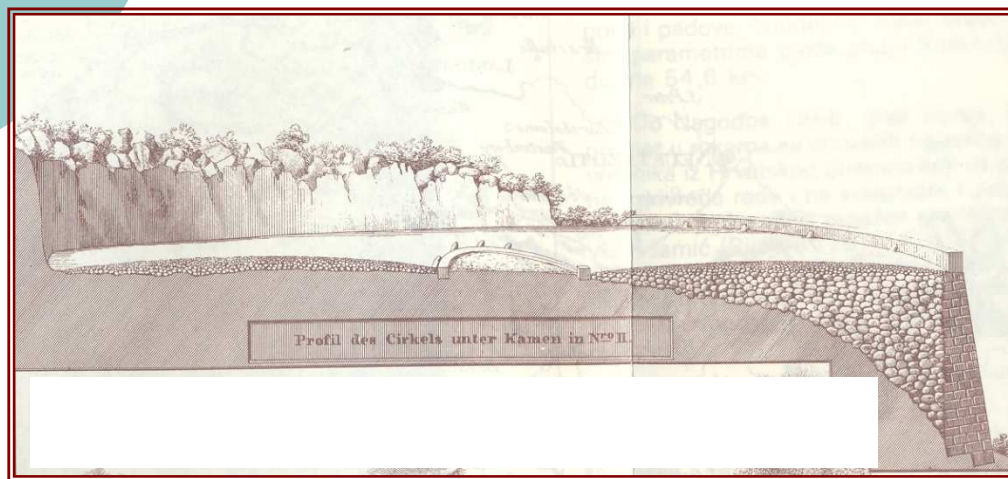


Lujzinska cesta – Poprečni profili na trasi

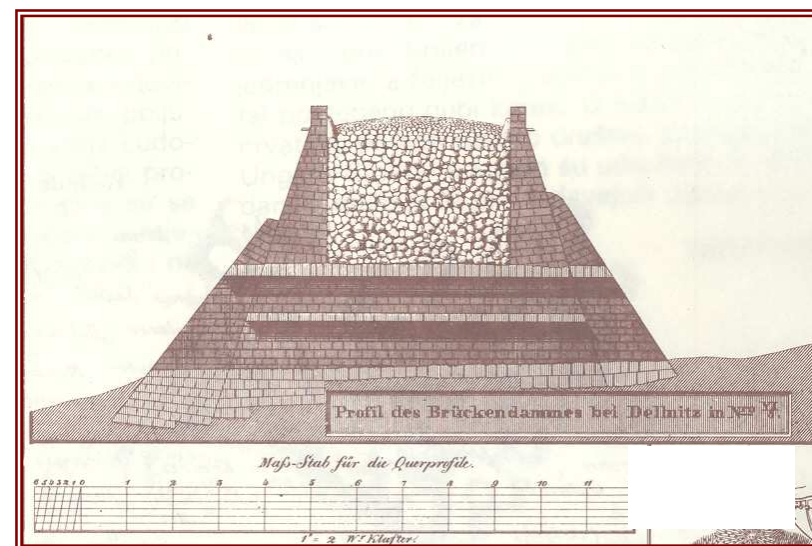
- širina kolnika u pravcu **26 austrijskih stopa** odnosno 8,20 m
- širina kolnika u krivini do 14,50 m
- **dvostrani nagib** sa zaobljenom srednjom trećinom
- **potporni zidovi** izvedeni **slaganjem kamenih blokova "u suho"**
- predviđena odvodnja – propustima kroz trup prometnice

Poprečni profili na trasi : dionica Rijeka-Orehovica





**Poprečni profili na trasi – Kamenjak
– lokacija "Cirkular"**

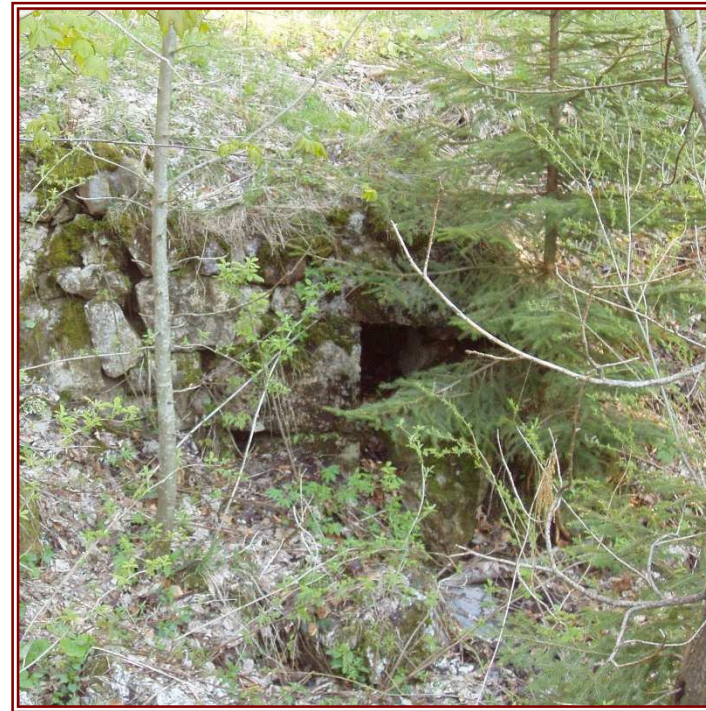


Poprečni profili na trasi – Delnice

Detalji rješenja odvodnje kroz trup prometnice

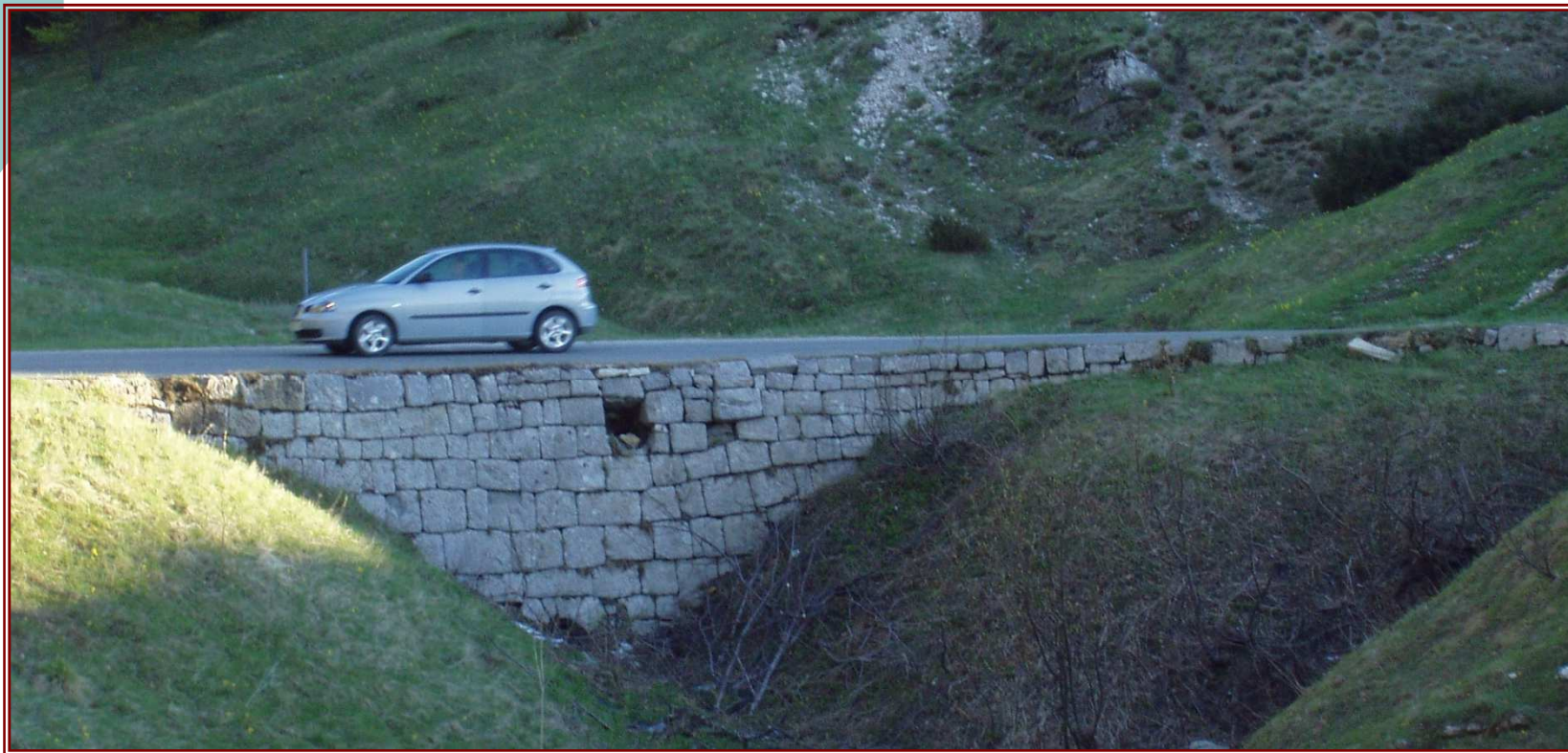


Mrzla Vodica

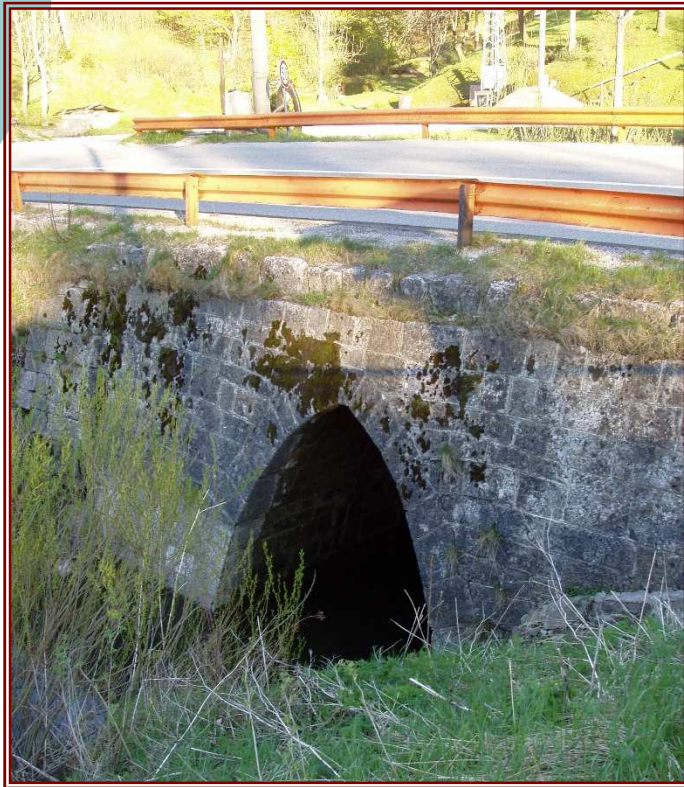


Napušteni dio trase – blizina Mrzle Vodice

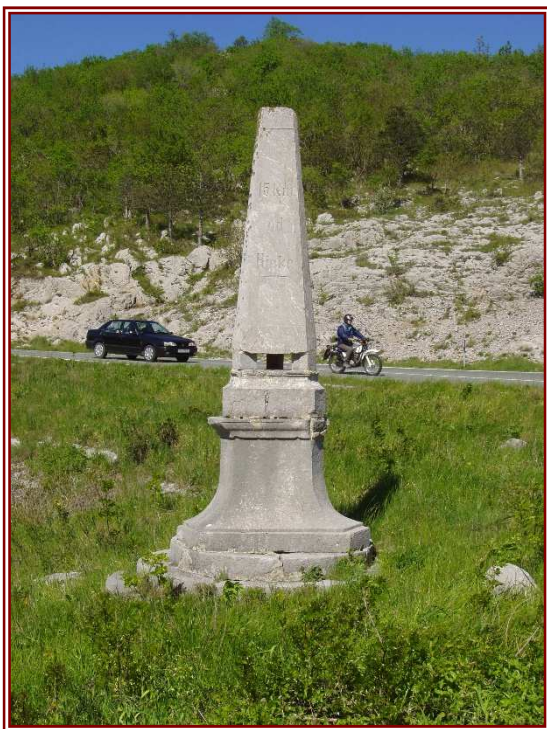
Detalji rješenja odvodnje kroz nasip prometnice



Oprema i objekti : SVOĐENI MOST U MRZLOJ VODICI



Oprema i objekti - MILJOKAZI



Kamenjak – lokacija “Cirkular”



Podolje-vododjelnica

Oprema i objekti – CISTERNA NA KAMENJAKU

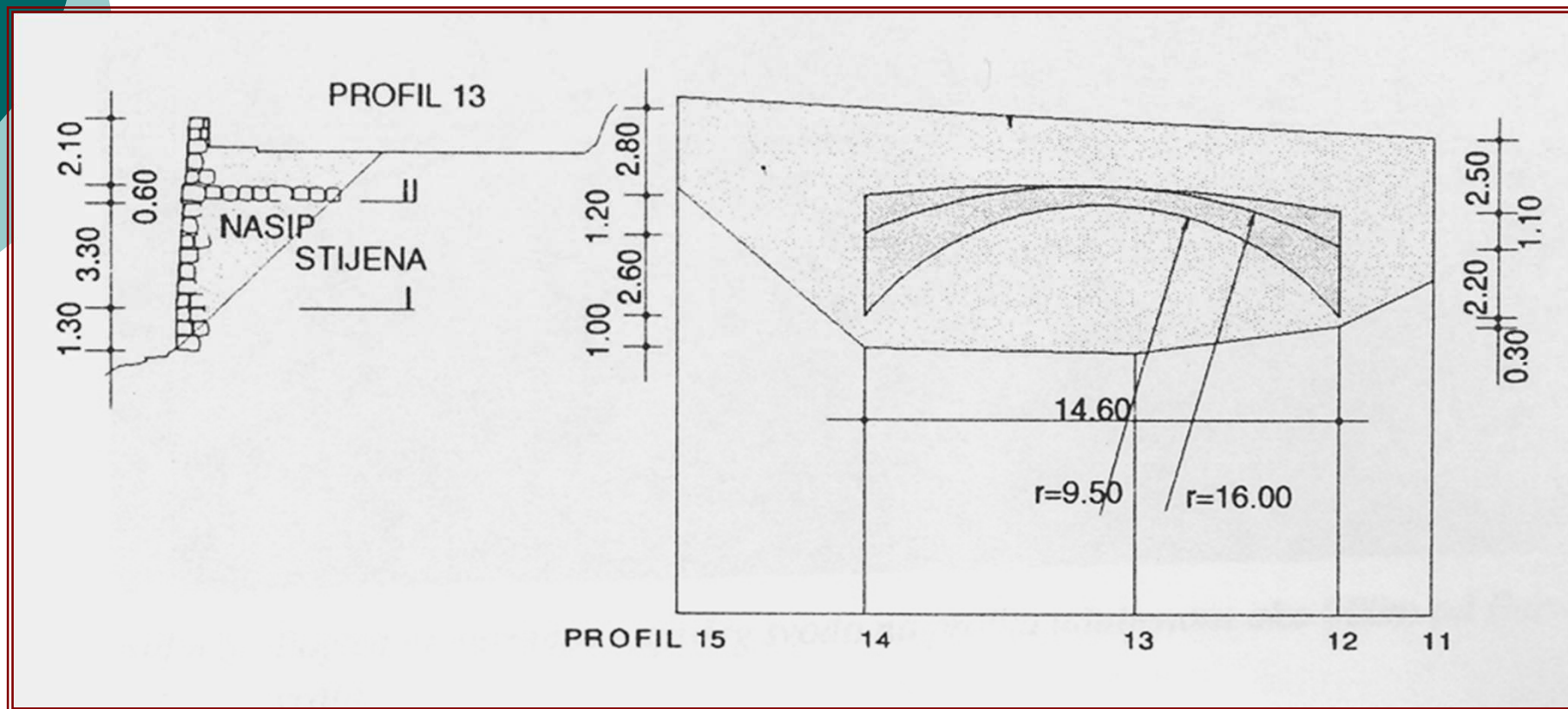


Oprema i objekti : BUROBRAN NA PODRUČJU KAMENJAKA



[illegible]

POTPORNE – SVOĐENE KONSTRUKCIJE DIONICA RIJEKA – OREHOVICA



Svod I, 160 m od Banskih vrata, Presjek i pogled

POTPORNE – SVOĐENE KONSTRUKCIJE DIONICA RIJEKA – OREHOVICA



Karakteristični presjek potpornog zida

POTPORNE – SVOĐENE KONSTRUKCIJE DIONICA RIJEKA – OREHOVICA



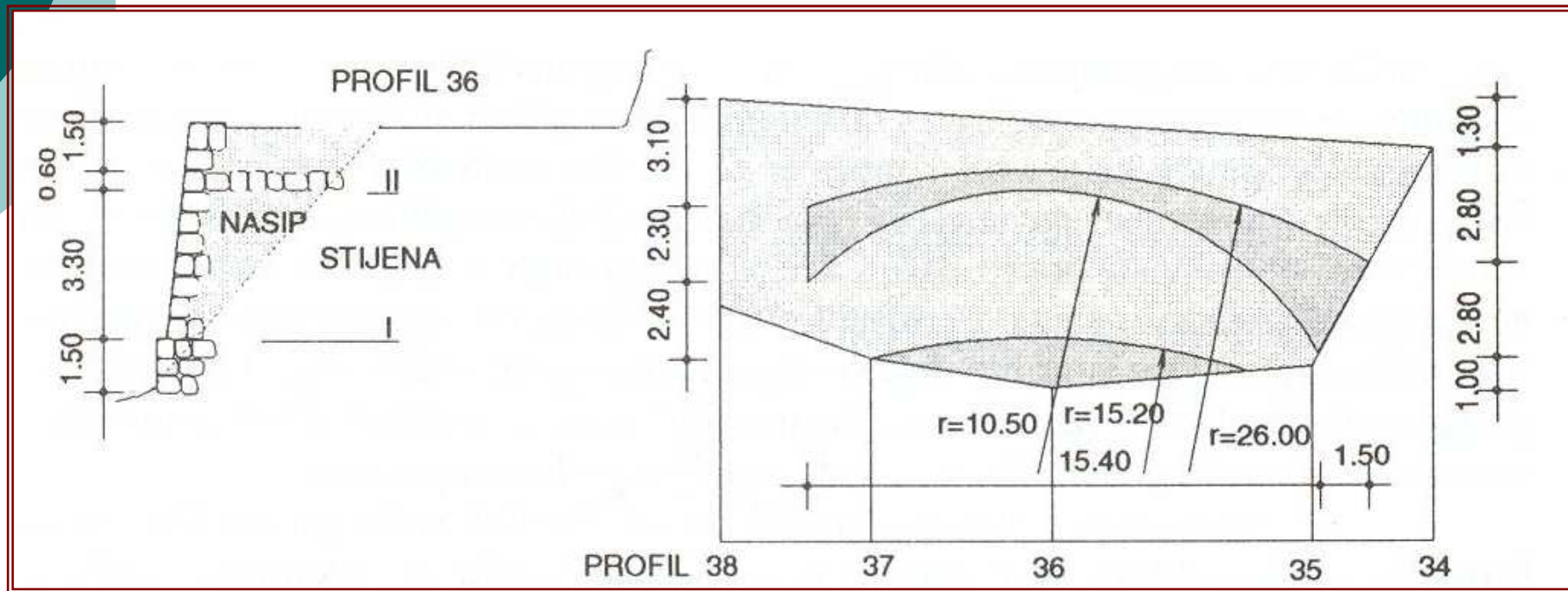
Svod I

POTPORNE – SVOĐENE KONSTRUKCIJE DIONICA RIJEKA – OREHOVICA



Svod I

POTPORNE – SVOĐENE KONSTRUKCIJE DIONICA RIJEKA – OREHOVICA



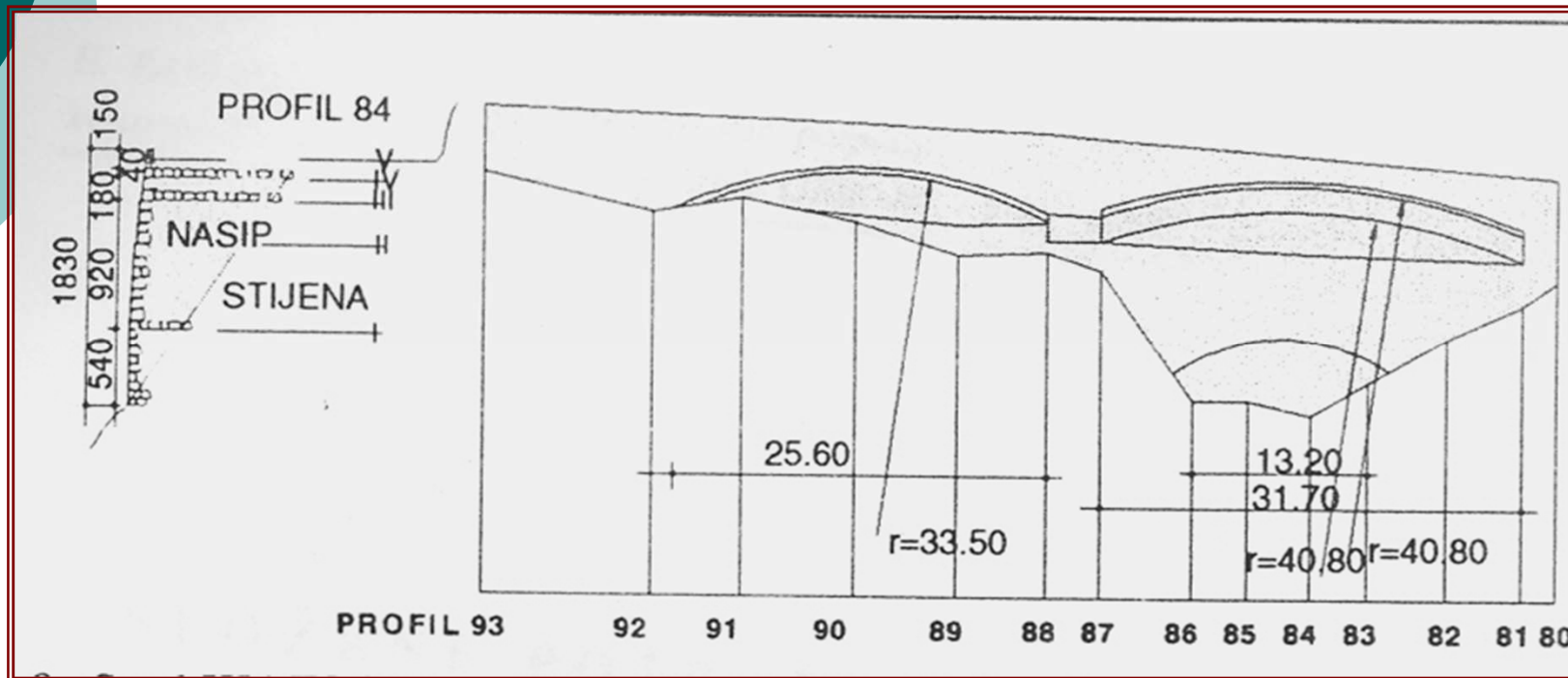
Svod II, 369 m od Banskih vrata, Presjek i pogled

POTPORNE – SVOĐENE KONSTRUKCIJE DIONICA RIJEKA – OREHOVICA



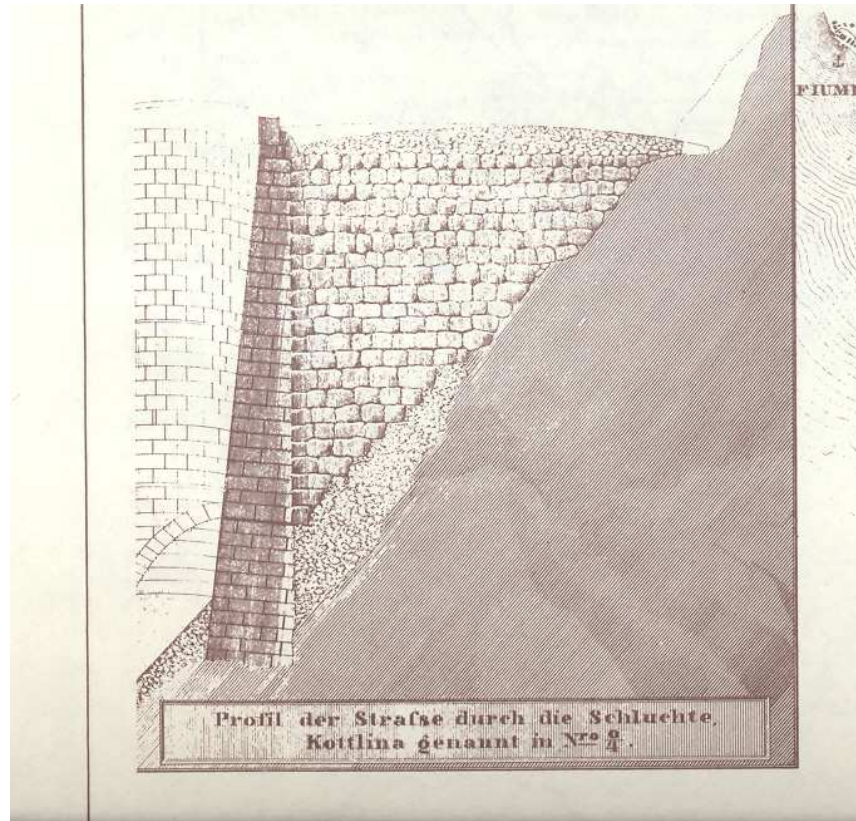
Svod II

POTPORNE – SVOĐENE KONSTRUKCIJE DIONICA RIJEKA – OREHOVICA



Svod III i IV, 890 m od Banskih vrata, Presjek i pogled

POTPORNE – SVOĐENE KONSTRUKCIJE DIONICA RIJEKA – OREHOVICA



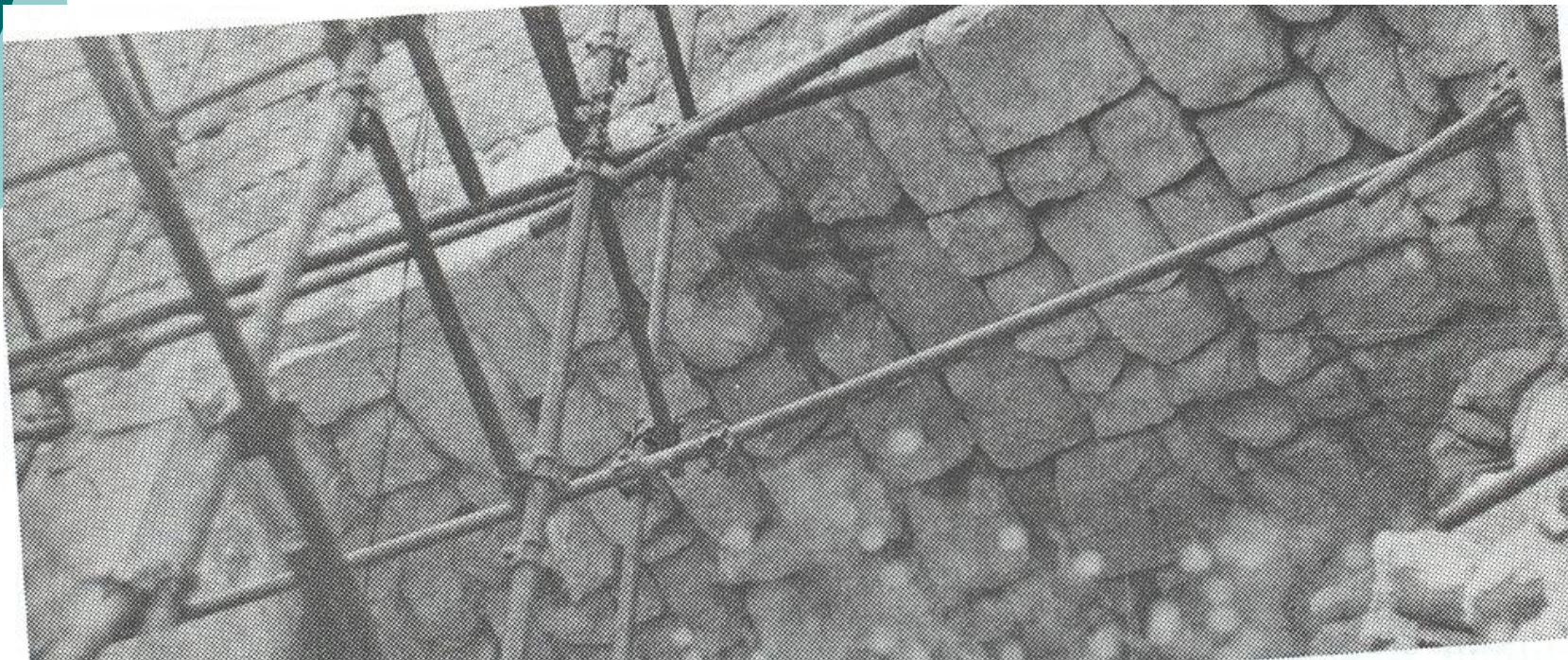
Svod III i IV, 890 m od Banskih vrata, Presjek i pogled

POTPORNE – SVOĐENE KONSTRUKCIJE DIONICA RIJEKA – OREHOVICA



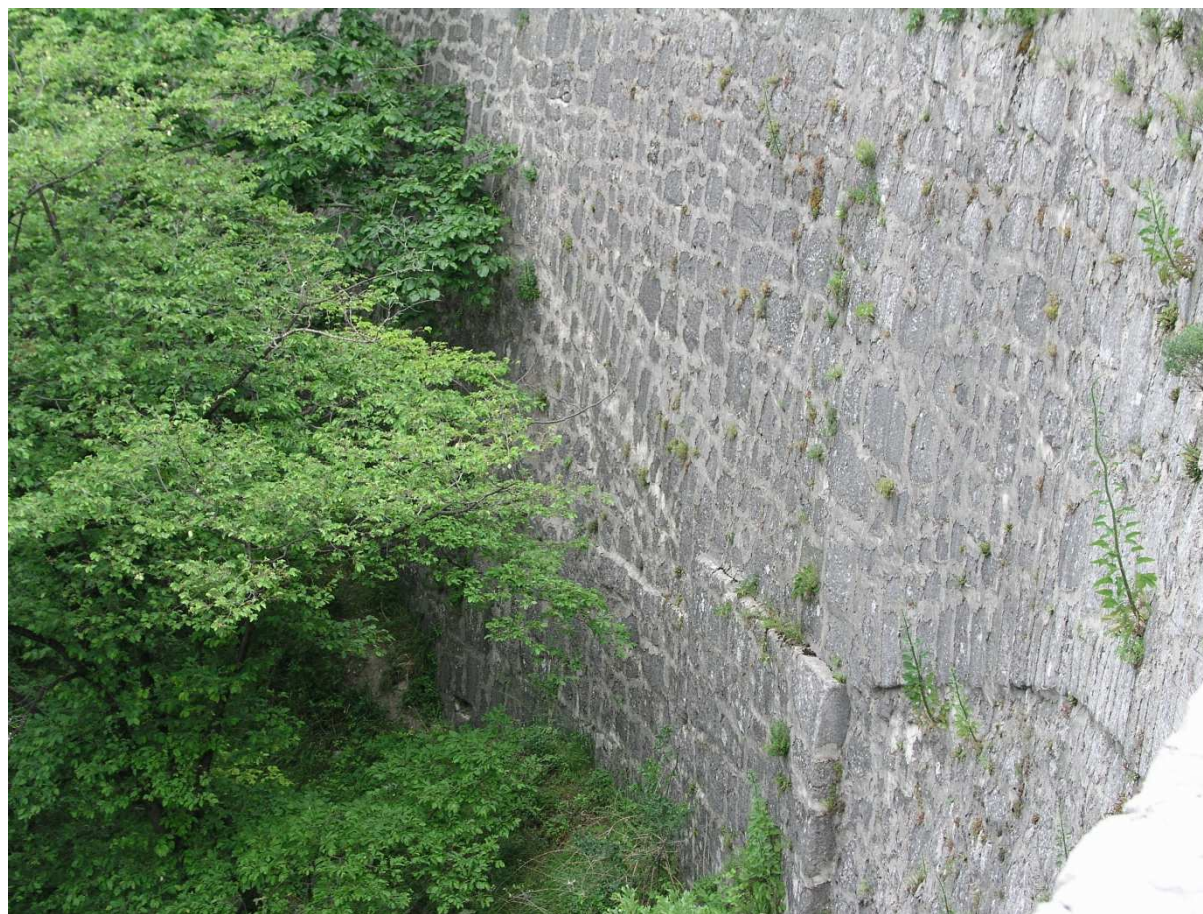
Svod III i IV, 890 m od Banskih vrata

POTPORNE – SVOĐENE KONSTRUKCIJE DIONICA RIJEKA – OREHOVICA



Svod III i IV, 890 m od Banskih vrata

POTPORNE – SVOĐENE KONSTRUKCIJE DIONICA RIJEKA – OREHOVICA



Svod III i IV, 890 m od Banskih vrata

POTPORNE – SVOĐENE KONSTRUKCIJE DIONICA RIJEKA – OREHOVICA



Svod III i IV, 890 m od Banskih vrata

Da ponovimo....

1. **Koliko su km cesta sagradili Rimljani?** 90.000 km
2. **Koliko je slojeva imala tipična rimska cesta?** 4
3. **Što je bilo vezivo u slojevima kolnika rimske ceste?** Pucoli-cement
4. **Navedite trasu jedne rimske ceste u Hrvatskoj?**
Aquilea-Tarsatica-Senia-Salona-Epidaurus
5. **Što su najvažnija dostignuća cestogradnje 19.st?**
Ispitivanje materijala, izjednačavanje masa, kolničke konstrukcije, blaži uzdužni nagibi, veći radijusi, veće širine kolnika, dvostrešni nagib
6. **Tko su Mac Adam i Telford?**
Škotski inženjeri-cestograditelji sa početka 19.st., dali rješenje kolničke konstrukcije od tučenca i lomljenog kamena

Da ponovimo....

- 
1. **Koja je prva "planinska" cesta u Hrvatskoj? Kada je građena? Tko joj je bio projektant/graditelj?**

Karolinska cesta, 18.st., Weiss

2. **Što povezuje Jozefinska cesta? Kada je građena? Tko je njezin projektant?**

Karlovac i Senj preko Josipdola i Vratnika, kraj 18.st., Vinko Struppi

3. **Kada je započela izgradnja Lujzinske ceste, kada je završena? Kuda prolazi trasa Lujzinske ceste? Tko je projektirao/gradio najveći dio Lujzinske ceste**

1803.-1811.; Rijeka, Jelenje, Lokve, Delnice, Skrad, Karlovac; Filip Vukasović