



Hrvatsko asfaltno društvo



Croatian asphalt association

GLAVNI PREGLED KOLNIKA NA AUTOCESTI ZAGREB – MACELJ PAVEMENT MAIN INSPECTION AT ZAGREB – MACELJ MOTORWAY

Mladen Krpan, AZM

**Međunarodni seminar ASFALJNI KOLNICI 2017
International seminar ASPHALT PAVEMENTS 2017**

Opatija, 05.–06. 04. 2017.

1. UVOD

1.1. Položaj u mreži autocesta i prometnih koridora

1.2. Projekt, sudionici i vremenski tijek

1.3. Opći podaci o projektu

1.4. Trajanje građenja

2. PROJEKTNI ZADATAK

2.1. Sadržaj i vremenski tijek

2.2. Terenska ispitivanja – nerazorne metode

2.1.1. Vizualni pregled

2.1.2. Mjerenje funkcionalnih svojstava

2.1.3. Ground penetrating radar – GPR

2.1.4. Falling weight deflectometar – FWD

2.3. Terenska i laboratorijska ispitivanja – razorne metode

2.4. Ocjena stanja kolničke konstrukcije

3. PRIJEDLOG OBNOVE

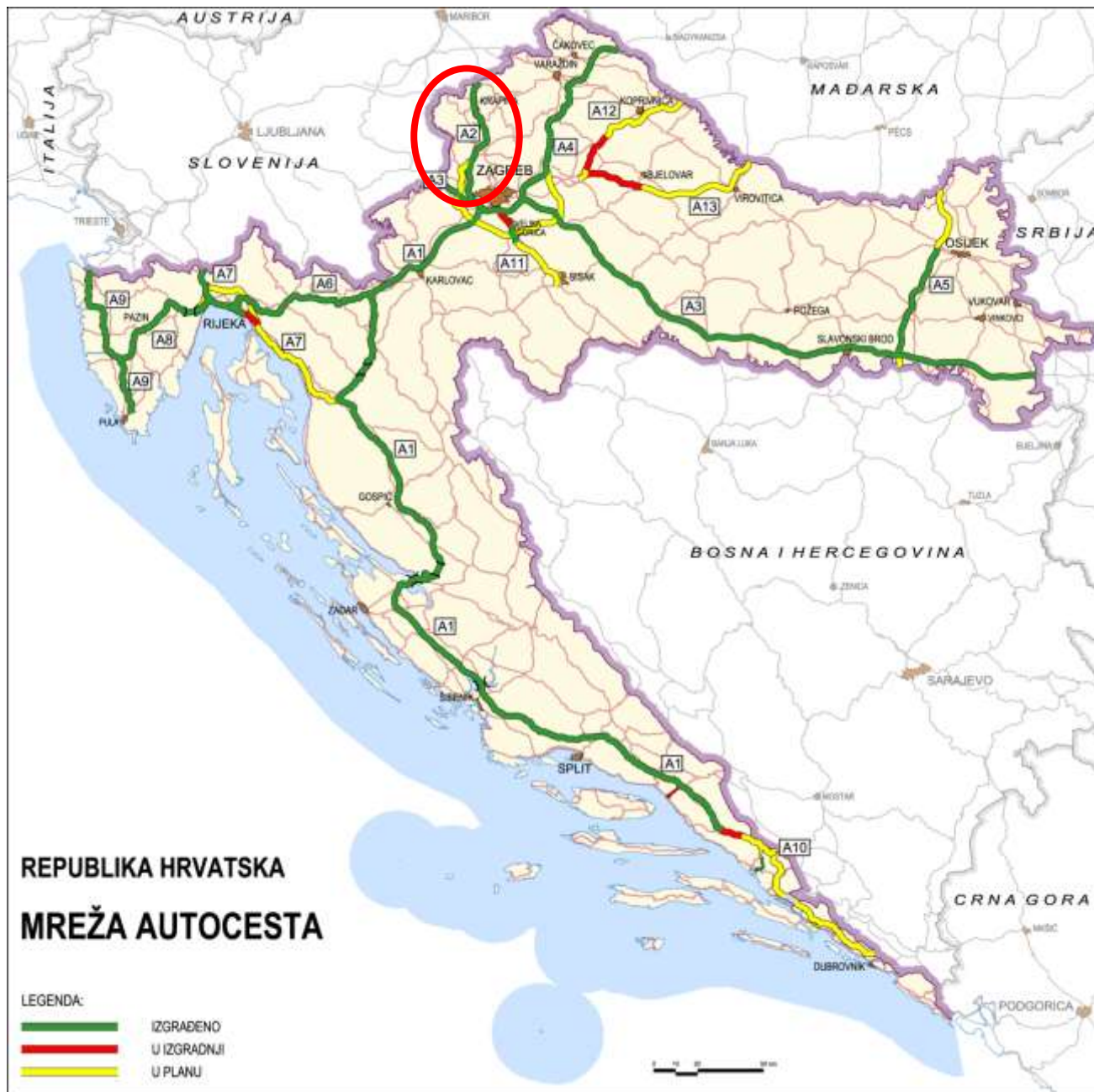
3.1. Tipovi rekonstrukcije

3.2. Značajke tipova rekonstrukcije

3.3. Vremenski raspored radova obnove

4. ZAKLJUČAK

1.1. Položaj u mreži autocesta i prometnih koridora



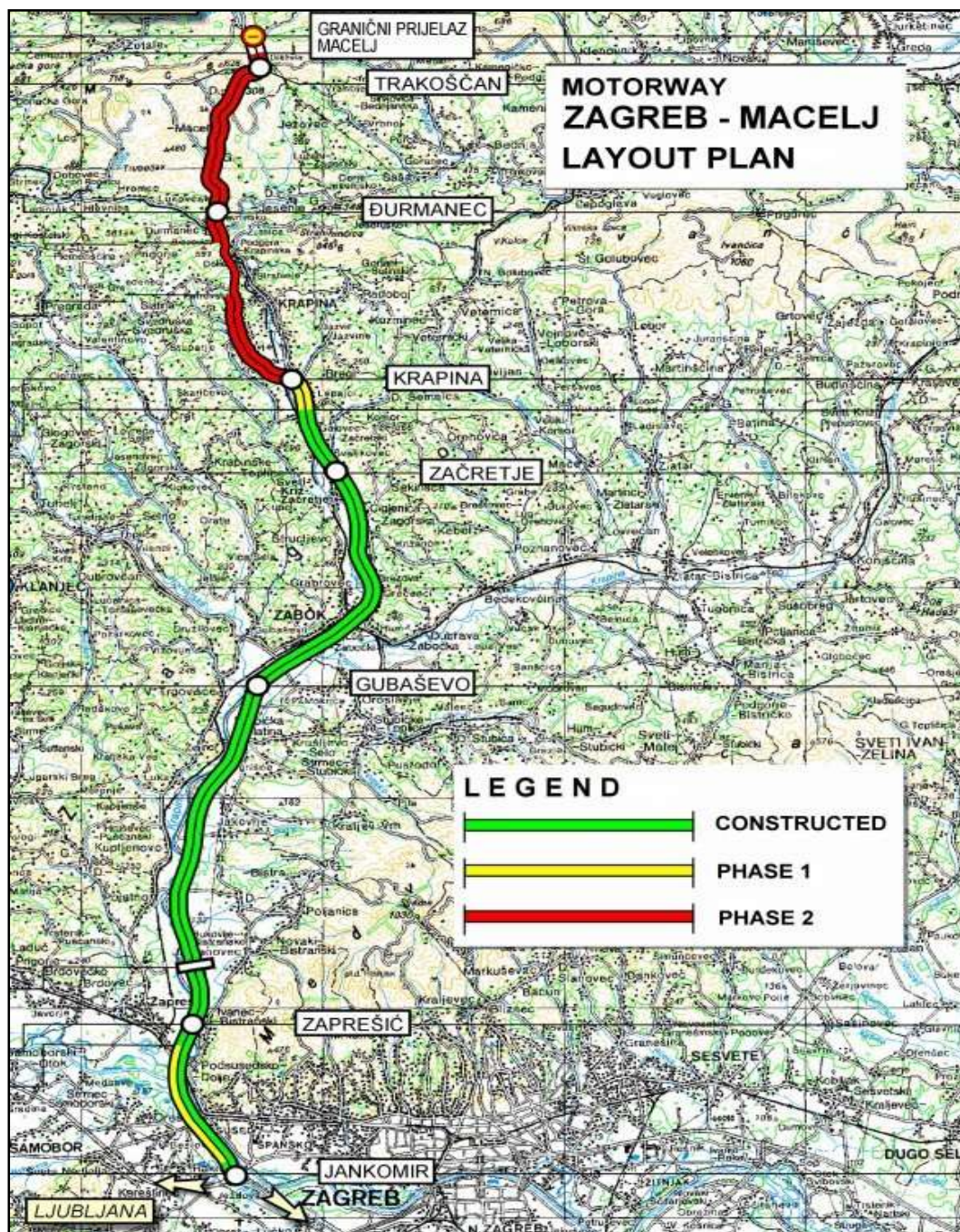
Autocesta Zagreb – Macelj dio je

- mreže autocesta Republike Hrvatske pod oznakom AC A2
- Pyhrnskog cestovnog pravca (Nürnberg – Graz – Maribor – Zagreb - Beograd)
- Europskog prometnog koridora oznake Xa (E59).

Ukupna dužina autoceste od Zagreba (čvor Jankomir) do GP Macelj je 62 km.

Ukupna dužina autoceste pod upravljanjem Autoceste Zagreb – Macelj d.o.o. je 59,3 km.

1.2. Projekt, sudionici i vremenski tijek



Projekt je realiziran prema modelu **javno privatnog partnerstva** u kojem Republika Hrvatska posjeduje 49% udjela dok Pyhrn Concession Holding GmbH (u vlasništvu STRABAG-a) posjeduje 51% udjela

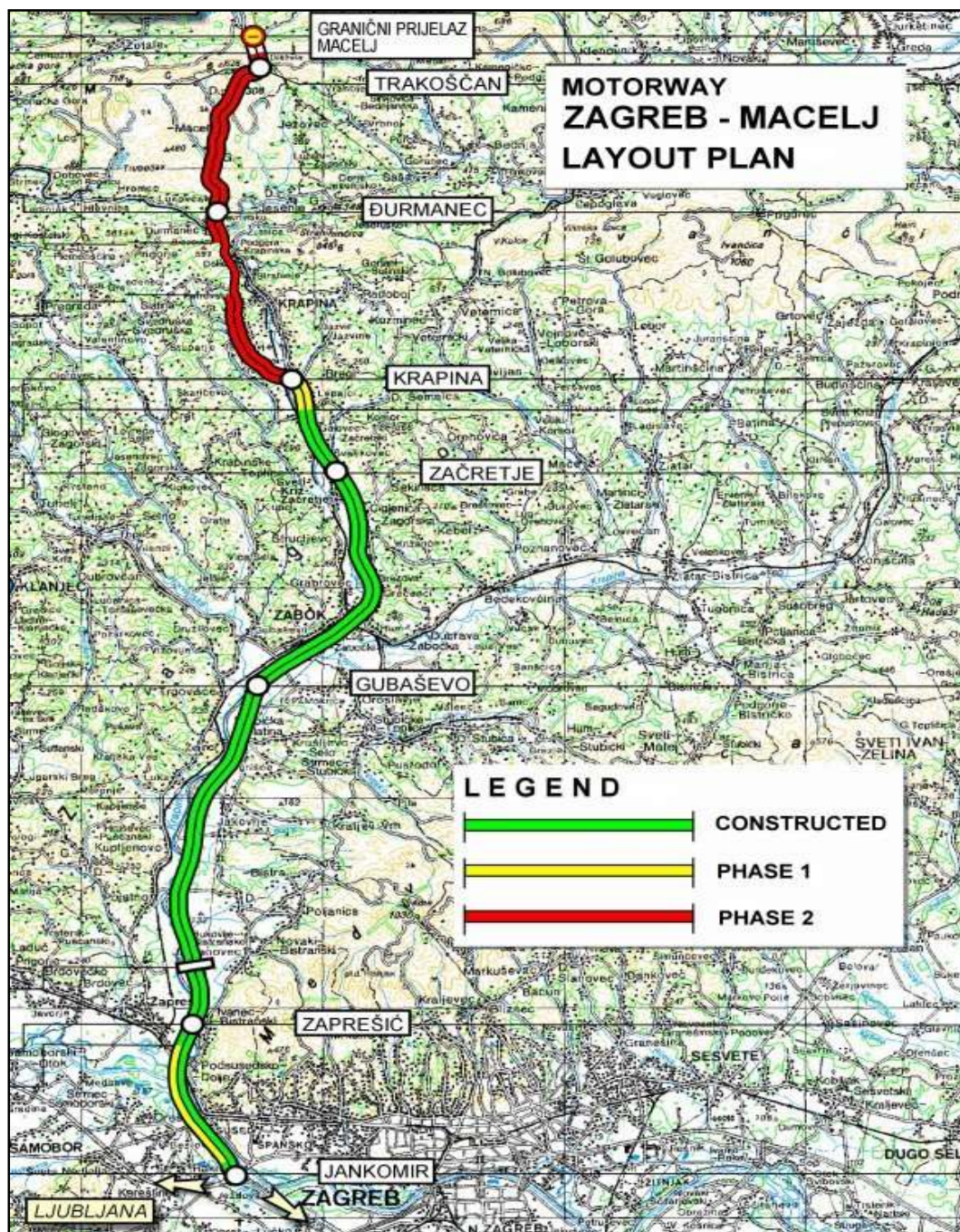
Odlukom Vlade Republike Hrvatske od 27. 03. 2003. godine osnovano je društvo **Autocesta Zagreb – Macelj d.o.o.** za financiranje, građenje, upravljanje i održavanje autoceste Zagreb – Macelj.

Ugovorom o koncesiji od 11. 07. 2003. godine Društvo je steklo pravo nad projektiranjem, financiranjem, građenjem, upravljanjem i održavanjem autoceste u trajanju od 28 godina, tj. do 2032. godine.

Gradnja novih dionica autoceste povjerena je društvu Pyhrn Motorway Company GmbH.

Ugovorom o upravljanju i održavanju Operator autoceste postalo je društvo Egis Road Operation Croatia d.o.o.

1.3. Opći podaci o projektu



Dionica A Jankomir – Zaprešić (7,4 km):

Postojeća autocesta sa jednim kolnikom izgrađena 1990.

Sanacija postojećeg i izgradnja drugog kolnika (11.06.2006.)

Dionica B Zaprešić – Zabok (33,3 km):

Postojeća autocesta sa dva kolnika
Dionica B1 Zaprešić – Zabok (17 km) izgrađena 1991.

Dionica B2 Zabok – Krapina (16,3 km) izgrađena 1996.

Opremanje autoceste sustavom za upravljanje prometom i izgradnja dvije naplatne postaje (09.02.2006.)

Dionica C Krapina – Macelj (18,6 km):

Izgradnja novih dionica autoceste sa centrom za upravljanje i održavanje.

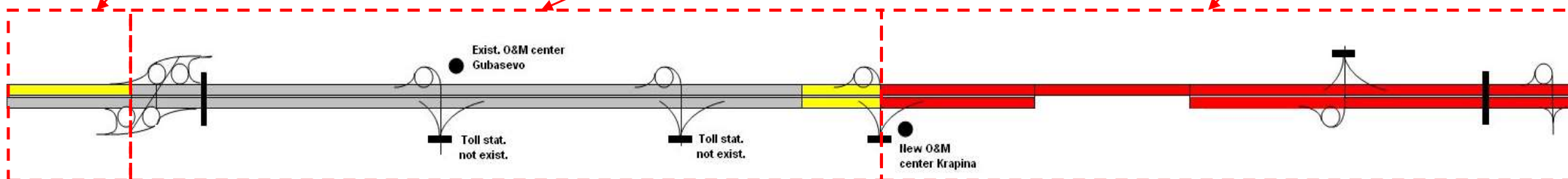
Ukupno 3,7 km izvedeno kao autocesta s jednim kolnikom (29.05.2007.)

1.4. Trajanje građenja

Dionica A:
Period građenja od
22,5 mjeseca,
07 / 2004 – 06 / 2006

Dionice B, C1:
Period građenja od
16,5 mjeseca,
07 / 2004 – 12 / 2005

Dionice C2, C3:
Period građenja od
33 mjeseca,
07 / 2004 – 04 / 2007



ZAGREB – MACELJ 59,3 km

2.1. Sadržaj i vremenski tijek

Analiza postojećeg stanja i izrada programa obnove kolničke konstrukcije za sve dionice autoceste u ukupnoj duljini od 60 km za predviđeni period od 2015. do 2032. godine (preostali koncesijski period).

U svrhu analize postojećeg stanja kolničke konstrukcije provedena su detaljna **terenska i laboratorijska ispitivanja** sastava i svojstava svih slojeva kolničke konstrukcije.

Nakon provedbe predviđenih terenskih i laboratorijskih ispitivanja te obrade dobivenih rezultata izrađen je **program obnove** pojedinih dionica.

Program obnove sadržava **plan homogenih dionica** koje, sukladno rezultatima ispitivanja, imaju sličan ili isti sastav odnosno istu razinu funkcionalnih odnosno trajnosnih svojstava.

Program obnove za svaku homogenu dionicu određuje **optimalni način obnove** te period njezine obnove u svrhu održavanja svojstava kolničke konstrukcije unutar predviđenih tehničkih propisa.

Radovi su ugovoreni i započeti u rujnu 2015 godine i dovršeni u veljači 2016. godine.

2.2. Terenska ispitivanja – nerazorne metode

- detaljan **vizualni pregled** površine kolnika koji uključuje izradu detaljnog kataloga uočenih oštećenja postojeće konstrukcije s opisom vrste i obima oštećenja,
- određivanje nosivosti postojeće kolničke konstrukcije interpretacijom rezultata mjerenja uređajem sa padajućim teretom (**Falling Weight Deflectometer - FWD**)
- određivanje debljine i sastava postojeće kolničke konstrukcije nerazornom metodom – metoda elektromagnetskih valova niske energije (**Ground Penetrating Radar – GPR**)
- ispitivanje **uzdužne ravnosti** vozne i preticajne prometne trake (iskazane preko IRI),
- ispitivanje **poprečne ravnosti** (dubine kolotraga),
- ispitivanje **otpornosti na klizanje** (hvatljivosti) i **dubine teksture** postojećeg habajućeg asfaltnog sloja (iskazane preko SRT vrijednosti).

2.1.1. Vizualni pregled

- Detaljni vizualni pregled kompletne autoceste (isključujući objekte – uključujući tunele)
- Mjerenje, evidentiranje i razvrstavanje po tipu svih površinskih oštećenja (pukotine, udarne rupe, slijeganja, delaminacije...)
- Opažanje i registriranje svih vidljivih promjena na asfaltnom kolniku (npr. promjene tipa mješavine u habajućem sloju (AB - SMA))
- Priprema detaljnih izvještaja u kojima su sistematski unesena sva opažanja i foto dokumentacija.



2.1.2. Mjerenje funkcionalnih svojstava

- Mjerenje uzdužne ravnosti vozne i preticajne trake u punoj duljini laserskim profilometrom
- Mjerenje poprečne ravnosti (dubine kolotraga) svakih 50 m vozne i svakih 200 m preticajne trake
- Mjerenje hvatljivosti (izražene preko indeksa SRT) svakih 300 – 500 m
- Mjerenje dubine makroteksture svakih 300 – 500 m



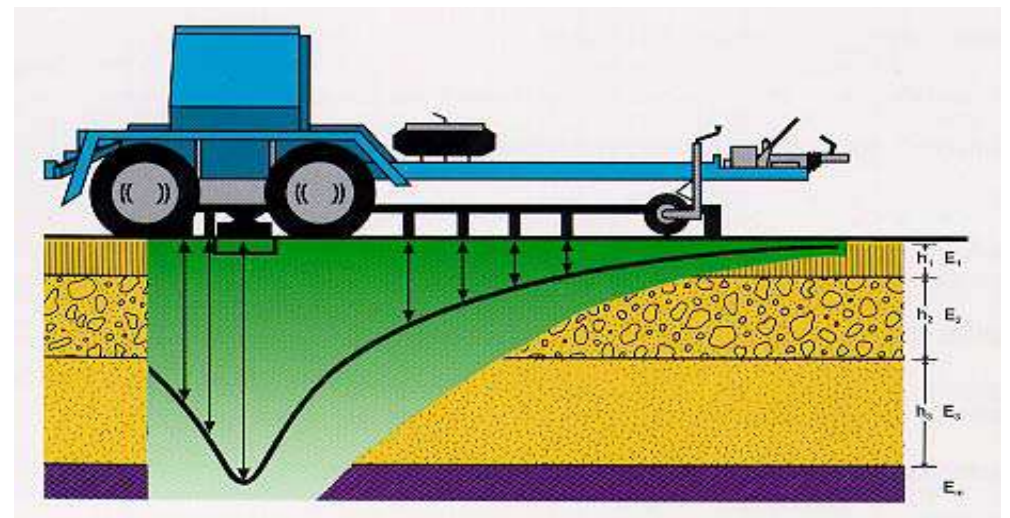
2.1.3. Ground penetrating radar – GPR

- Ground Penetrating Radar (GPR) je nerazorna geofizička metoda mjerenja zasnovana na elektromagnetskim valovima niske energije
- EM impulse kojih prilikom mjerenja sustav emitira dijelom se odbijaju, a dijelom prolaze kroz slojeve materijala različitih EM karakteristika na koje nailaze
- Dio energije koji se odbija od pojedinih slojeva vraća se u antenu pri čemu se bilježi njena veličina, odnosno amplituda i vrijeme potrebno da se vrati do antene
- Karakteristike primijenjene GPR antene omogućuju pouzdano mjerenje do dubine od 70 cm.
- Mjerenje provedeno u punoj duljini vozne, preticajne i zaustavne trake



2.1.4. Falling weight deflectometer - FWD

- Ocjena nosivosti postojeće kolničke konstrukcije nerazornom metodom – uređaj sa padajućim teretom
- Deformacija nastala uslijed impulsnog opterećenja registrira se i mjeri geofonima i to u središtu opterećenja i svakih 30 cm do max udaljenosti 180 cm.
- Mjerenja se provode u tragu desnog kotača vozne i preticajne trake svakih 100 m i na zaustavnoj traci svakih 200 m.
- Nakon prikupljenih mjerenja deformacija i podataka o sastavu i debljini slojeva kolničke konstrukcije (GPR mjerenja debljivna, ispitivanja sondažnih iskopa ...) izvršen je proračun modula elastičnosti E za svaki pojedini sloj kolničke konstrukcije postupkom proračuna unatrag („backcalculation” – ELMOD 6)



2.3. Terenska i laboratorijska ispitivanja – razorne metode

Ukupno izvedeno 8 sondažnih iskopa i 296 istražnih bušotina sa vađenjem jezgri

Terenska ispitivanja na postojećim slojevima

- Ispitivanje dinamičkog modula deformacije cementne stabilizacije
- Ispitivanje dinamičkog modula deformacije i modula stišljivosti tampona i posteljice

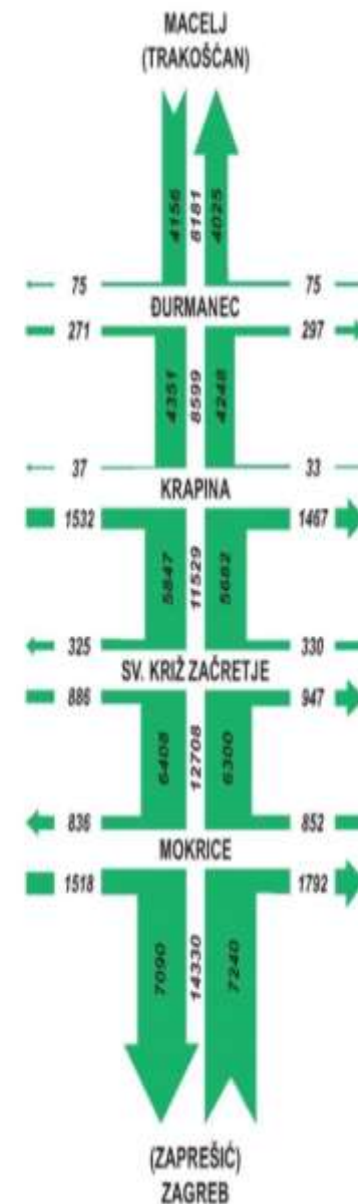
Laboratorijska ispitivanja na uzorkovanim materijalima

- ispitivanje granulometrijskog sastava materijala
- određivanje udjela sitnih čestica (ekvivalent pijeska)
- određivanje otpornosti na drobljenje
- ispitivanje laboratorijske referentne gustoće i udjela vode (Proctor)
- određivanje kalifornijskog indeksa nosivosti
- sastav i fizikalno-mehanička svojstva bitumenskih mješavina
- krutost i zamor asfaltnih slojeva
- ispitivanje svojstava izdvojenog bitumenskog veziva
 - penetracija pri 25°C
 - točka razmekšanja metodom prstena i kuglice



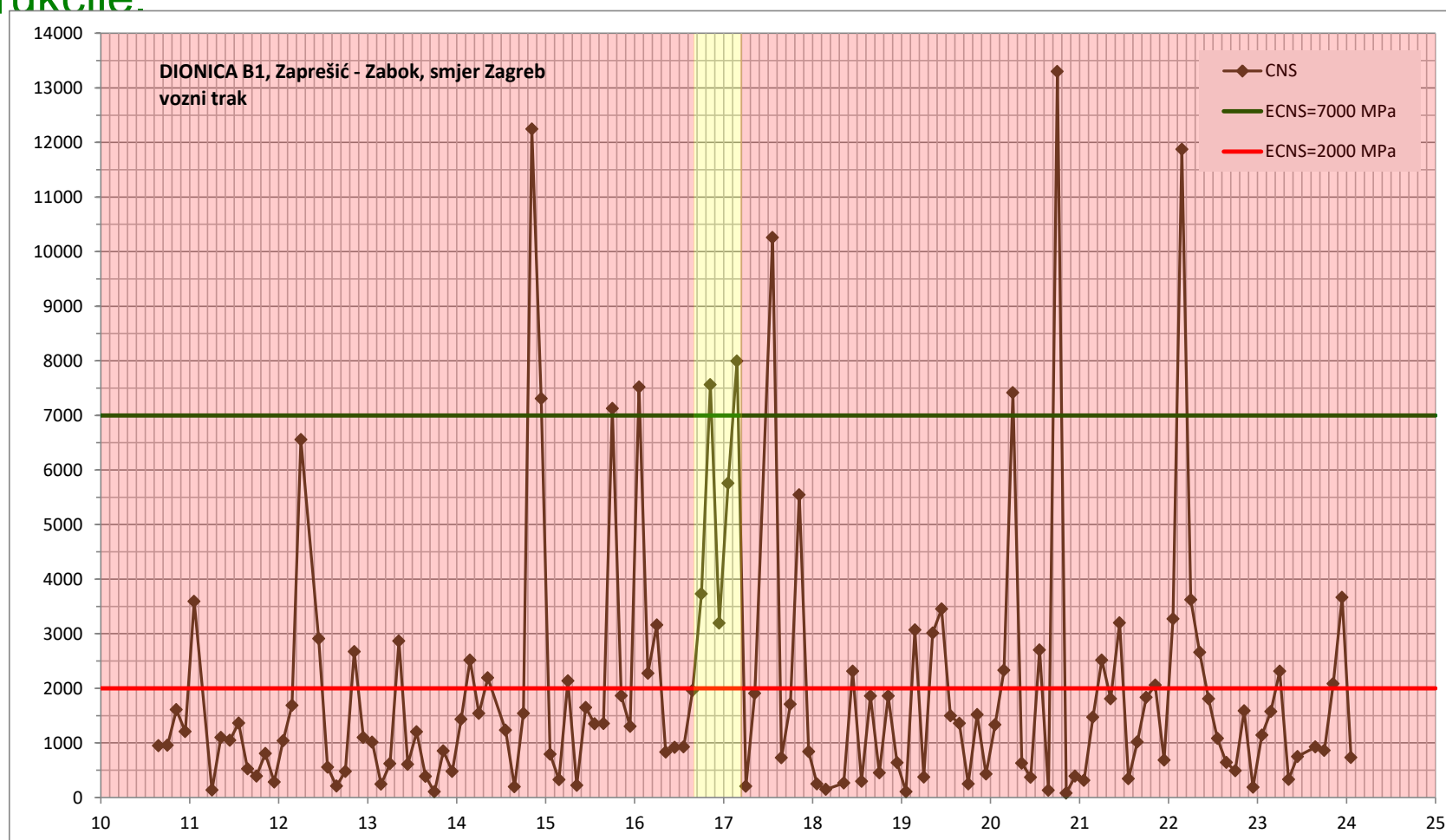
2.4. Ocjena stanja kolničke konstrukcije

- Sukladno dostavljenim mjerenjima prometa za 2014. i usvojeni godišnji rast prometa od 1% proračunat je broj prijelaza standardnog ekvivalentnog osovinskog opterećenja (80 kN) za 20 godišnji period
- Koristeći E-module dobivene interpretacijom rezultata mjerenja deformacija (FWD) i prometno opterećenje izvršen je izračun preostalog životnog vijeka pojedinih slojeva kolničke konstrukcije.
- Sukladno dobivenim rezultatima mjerenja i provedenim izračunima kritični sloj kolničke konstrukcije je **CEMENTNA STABILIZACIJA**



2.4. Ocjena stanja kolničke konstrukcije

- Osim određenog preostalog životnog vijeka konstrukcije (strukturalnog kapaciteta) provedena je homogenizacija dionica u smislu nosivosti.
- Homogenizacija je provedena prema kriteriju ASFINAG-a, na način da se dionica dijelila na segmente prema vrijednostima modula elastičnosti slojeva kolničke konstrukcije.



3.1. Tipovi rekonstrukcije

Uzimajući u obzir dobivene rezultate mjerenja, analize i zaključke predložen je program obnove koji ovisno o stanju cementom stabiliziranog nosivog sloja (CNS) kolničke konstrukcije sadrži 5 različitih načina rekonstrukcije na svim dionicama autoceste:

- I. Rekonstrukcija punog presjeka kolnika autoceste što uključuje potpunu zamjenu CNS-a
- II. Rekonstrukcija punog presjeka kolnika autoceste što uključuje zamjenu CNS-a na voznoj prometnoj traci
- III. Rekonstrukcija punog presjeka kolnika autoceste što uključuje ugradnju geomreže za armiranje na nivou CNS-a na voznoj prometnoj traci
- IV. Rekonstrukcija punog presjeka kolnika autoceste što uključuje ugradnju novog veznog i habajućeg sloja asfalta kao i ugradnju nosivog sloja na 40 % ukupne površine kolnika
- V. Rekonstrukcija punog presjeka kolnika autoceste u tunelima što uključuje ugradnju novih slojeva asfalta

3.2. Značajke tipova rekonstrukcije

Zajedničko svi načinima rekonstrukcije kolničke konstrukcije je:

- Uklanjanje asfaltnih slojeva vozne, preticajne i zaustavne trake (osim u tunelima) u punoj debljini glodanjem
- Ugradnja nosivog sloja tipa AC 22 base 50/70 AG6M1
- Ugradnja veznog sloja tipa AC 16 bin PmB 45/80-65 debljine 50 mm
- Ugradnja habajućeg sloja tipa SMA 11 PmB 45/80-65 debljine 35 mm
- Ugradnja habajućeg sloja zaustavne trake AC 16 surf 50/70 AG4 M4 debljine 50 mm

3.2. Značajke tipova rekonstrukcije

Razlike između predloženih načina rekonstrukcije kolničke konstrukcije su:

TIP I.

- Ugradnja novog sloja cementom stabiliziranog nosivog sloja vozne i preticajne trake i dodatno u širini 35 cm zaustavne trake

TIP II.

- Ugradnja novog sloja cementom stabiliziranog nosivog sloja vozne trake i dodatno u širini 35 cm zaustavne trake
- Postavljanje geomreže u širini od 100 cm preko uzdužnog spoja cementom stabiliziranog nosivog sloja preticajne i vozne trake (spoj staro - novo)

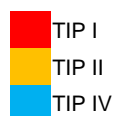
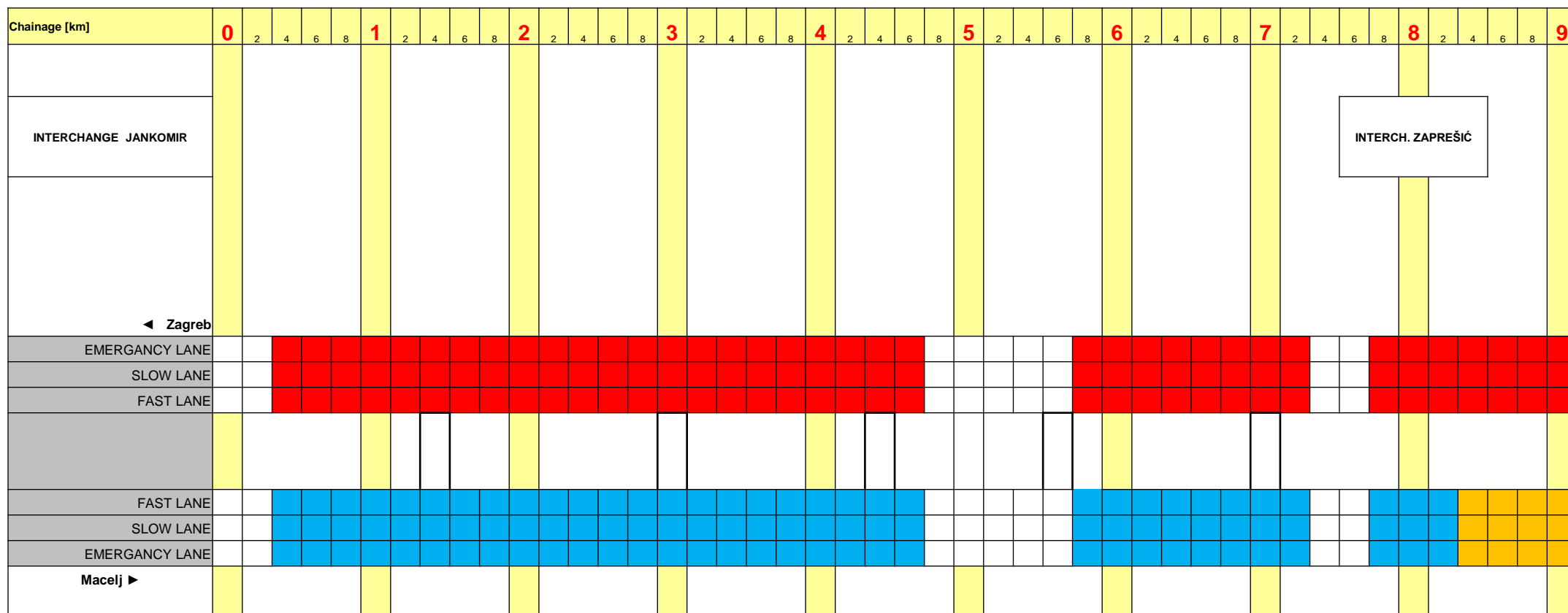
TIP III.

- Postavljanje geomreže preko cijele širine vozne trake, 20 cm preticajne trake i tamponskog sloja zaustavne trake u širini od 35 cm, te preko izrazitih poprečnih reflektirajućih pukotina na preticajnom traku u širini od 50 cm

TIP IV.

- Zamjena strukturalno oštećeni dijela nosivog sloja asfalta ugradnjom novog nosivog sloja do max 40% površine
- Ugradnja geomrežu na dijelovima na kojima je došlo do propadanja dijela cementne stabilizacij do max 10% površine

Prijedlog obnove dionica A

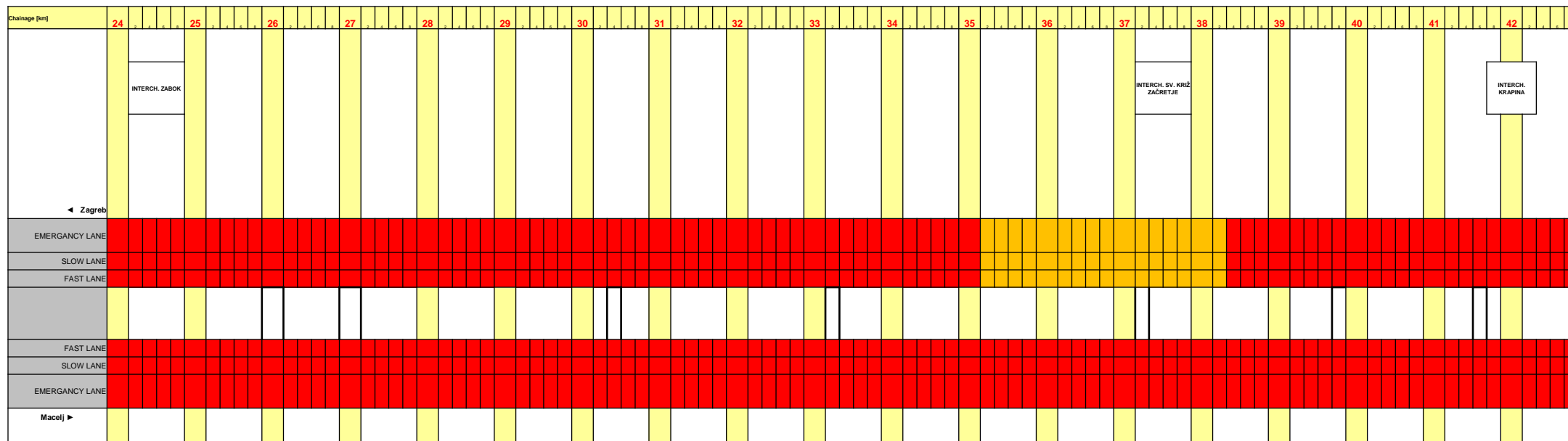


Prijedlog obnove dionica B1

Chainage [km]	9				10				11				12				13				14				15				16				17				18				19				20				21				22				23				24			
INTERCHANGE ZAPREŠIĆ																																																																
← Zagreb																																																																
EMERGANCY LANE																																																																
SLOW LANE																																																																
FAST LANE																																																																
FAST LANE																																																																
SLOW LANE																																																																
EMERGANCY LANE																																																																
Maclej ►																																																																

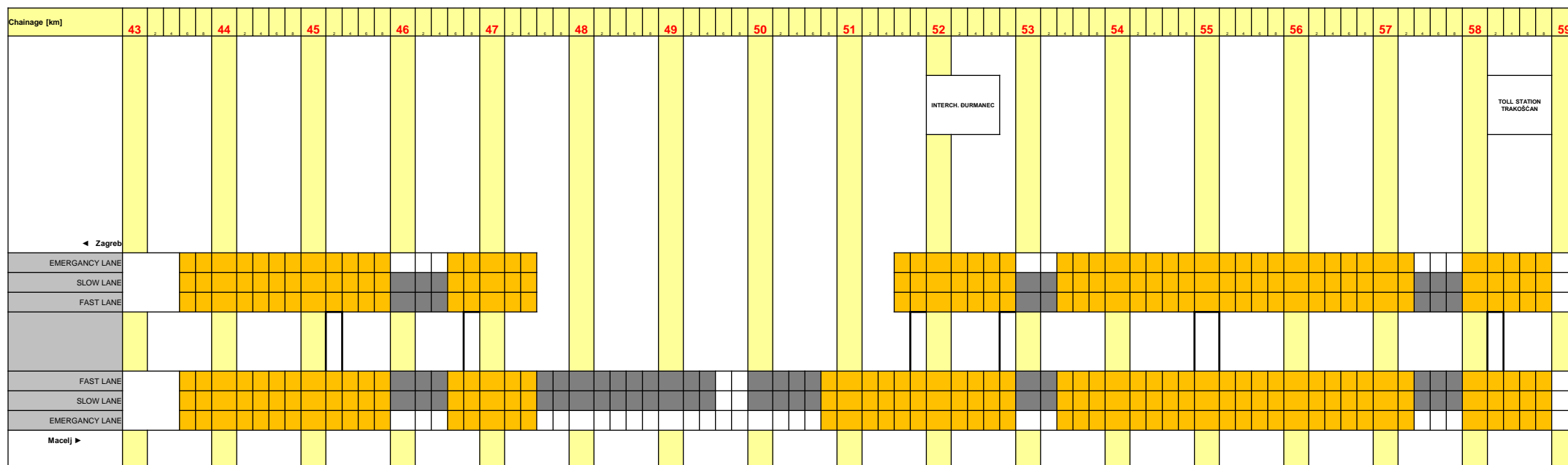


Prijedlog obnove dionica B2



■ TIP I
■ TIP II

Prijedlog obnove dionica C



TIP II
 TIP V

3.3. Vremenski raspored radova obnove

- Kratki rok (3 – 5 godina) - Dionica B1 , Dionica A (smjer Zagreb)
- Srednji rok (5 – 8 godina) – Dionica B2, Dionica A (smjer Macelj)
- Dugi rok (8 – 12 godina) – Dionica C

Kroz prethodno opisani postupak glavnog pregleda kolničke konstrukcije:

- Provedeni su istražni radovi kojima je dobiven detaljan uvid u stanje kolničke konstrukcije
- Pripremljene podloge za izradu programa obnove u zadanom periodu
- Izrađeno je projektno rješenje obnove i vremenski raspored radova na homogenim dionicama
- Izračunati su pripadajućih troškovi prema tipovima obnove
- Omogućeno je dugoročno planiranje radova i proračuna radova izvanrednog održavanja
- Dobiveni su podaci kojima se argumentirano mogu objasniti potrebe za radovima i sredstvima