

### 2/3.1.1 – НАСЛОВНА СТРАНА

### 2/3 – ПРОЈЕКАТ КОЛОВОЗНЕ КОНСТРУКЦИЈЕ

Инвеститор:

**РЕПУБЛИКА СРБИЈА  
РЕПУБЛИЧКА ДИРЕКЦИЈА ЗА ИМОВИНУ РЕПУБЛИКЕ  
СРБИЈЕ  
Краља Милана 16, 11000 Београд**

Објекат:

**Изградња и реконструкција граничног прелаза Хоргош, на кат. парцелама бр. 3465/5, 3461/2, 3462, 3459/3, 3459/4, 3446/1, 3437/1, 3438/1, 3439/1, 3453, 3452, 3451/1, 3450/1, 3449/1, 3448/1, 3447/1, 3430/7, 3403/1, 3402, 3401, 3383/2, 3344/2, 3344/4, 3344/3, 3343/2, 3342/2, 3342/1, 3956/3, 3923/2, 3925/1, 3926/1, 3931/1, 3932/1, 3934/2, 3956/1, 3936/2, 3937/3, 3339/4, 4426/3, 4426/6, 4426/8, 4426/4, 4420/4, 4421/4, 4425/3, 4425/1, 4424/3, 4424/5, 4423/1, 4424/1, 4424/4, 4425/5, 4425/4, 16788/3, 3937/1, 3936/1, 3936/4, 3379/3, 3933, 3934/4, 3929/3, 3930, 3928, 3926/2, 3927/2, 3927/1, 3923/3, 3923/5, 3923/1, 3914, 3411/1, 3375/2, 3375/3, 3349/2, 3349/4, 3379/1, 3376/7, 3376/4, 3420/2, 3915, 3916/1, 3421, 3376/6, 3376/5, 3378/1, 3391/3, 3391/4, 3409/4, 3409/2, 3409/6, 3409/1, 3408/2, 3420/3, 3422, 3433, 3434/1, 3459/2, 3463/4, 3434/4, 3411/2, 3430/3, 3434/2, 3448/3, 3379/2, 3410/3, 3410/1, 3410/2, 3404/2, 3403/2, 4458/3, 4421/1, 4312/2, 16788/2, 3925/3, 3924/1, 3916/2, 3956/2, 3424, 3423, 3430/2, 3434/5, 3456, све у КО Хоргош, на територији општине Кањижа**

Врста техничке документације:

**ПЗИ – Пројекат за извођење**

Назив и ознака дела пројекта:

**2/3 – ПРОЈЕКАТ КОЛОВОЗНЕ КОНСТРУКЦИЈЕ**

За грађење / извођење радова:

**Нова градња и реконструкција са могућношћу фазне изградње**

Пројектант:

**„ШИДПРОЈЕКТ“ ДОО.,**

Одговорно лице пројектанта:

**ул. Кнеза Милоша 2, Шид  
Сања Спасојевић, дипл.инж.арх.**

Потпис:



Одговорни пројектант:

**Никола Логарушић, дипл.инж.грађ.**

Број лиценце:

**ИКС 315 И00678 19**

Потпис:



Број дела пројекта:

**172/21-2/3**

Место и датум:

**Шид, март 2022. године**

### 2/3.1.2 САДРЖАЈ ПРОЈЕКТА КОЛОВОЗНЕ КОНСТРУКЦИЈЕ

2/3.1.1.	Насловна страна
2/3.1.2.	Садржај пројекта коловозне конструкције
2/3.1.3.	Решење о одређивању одговорног пројектанта пројекта коловозне конструкције
2/3.1.4.	Изјава одговорног пројектанта пројекта коловозне конструкције
2/3.1.5.	Текстуална и нумеричка документација
2/3.1.6.	Прилози

### **2/3.1.3 – РЕШЕЊЕ О ОДРЕЂИВАЊУ ОДГОВОРНОГ ПРОЈЕКТАНТА ПРОЈЕКТА КОЛОВОЗНЕ КОНСТРУКЦИЈЕ**

У складу са овлашћењима из члана 38. Статута друштва за пројектовање и инжењеринг „ШИДПРОЈЕКТ“ ДОО Шид, члана 128. Закона о планирању и изградњи ("Службени гласник РС", бр. 72/09, 81/09-исправка, 64/10-одлука УС, 24/11, 121/12, 42/13–одлука УС, 50/13–одлука УС, 98/13–одлука УС, 132/14, 145/14, 83/18, 31/2019, 37/2019-др.закон, 9/2020 и 52/2021) и одредби Правилника о садржини, начину и поступку израде и начин вршења контроле техничке документације према класи и намени објеката ("Службени гласник РС", бр. 73/2019) као:

### **ОДГОВОРНИ ПРОЈЕКТАНТ**

За израду **ПРОЈЕКТА КОЛОВОЗНЕ КОНСТРУКЦИЈЕ**, који је део **Пројекта за извођење за Изградњу и реконструкцију граничног прелаза Хоргош, на кат. парцелама бр. 3465/5, 3461/2, 3462, 3459/3, 3459/4, 3446/1, 3437/1, 3438/1, 3439/1, 3453, 3452, 3451/1, 3450/1, 3449/1, 3448/1, 3447/1, 3430/7, 3403/1, 3402, 3401, 3383/2, 3344/2, 3344/4, 3344/3, 3343/2, 3342/2, 3342/1, 3956/3, 3923/2, 3925/1, 3926/1, 3931/1, 3932/1, 3934/2, 3956/1, 3936/2, 3937/3, 3339/4, 4426/3, 4426/6, 4426/8, 4426/4, 4420/4, 4421/4, 4425/3, 4425/1, 4424/3, 4424/5, 4423/1, 4424/1, 4424/4, 4425/5, 4425/4, 16788/3, 3937/1, 3936/1, 3936/4, 3379/3, 3933, 3934/4, 3929/3, 3930, 3928, 3926/2, 3927/2, 3927/1, 3923/3, 3923/5, 3923/1, 3914, 3411/1, 3375/2, 3375/3, 3349/2, 3349/4, 3379/1, 3376/7, 3376/4, 3420/2, 3915, 3916/1, 3421, 3376/6, 3376/5, 3378/1, 3391/3, 3391/4, 3409/4, 3409/2, 3409/6, 3409/1, 3408/2, 3420/3, 3422, 3433, 3434/1, 3459/2, 3463/4, 3434/4, 3411/2, 3430/3, 3434/2, 3448/3, 3379/2, 3410/3, 3410/1, 3410/2, 3404/2, 3403/2, 4458/3, 4421/1, 4312/2, 16788/2, 3925/3, 3924/1, 3916/2, 3956/2, 3424, 3423, 3430/2, 3434/5, 3456, све у КО Хоргош, на територији општине Кањижа,**

одређује се:

**Никола Логарушић, дипл.инж.грађ.....лиц. ИКС бр. 315 И00678 19**

Пројектант:

**„ШИДПРОЈЕКТ“ ДОО ШИД**  
Ул. Кнеза Милоша 2, Шид

Одговорно лице/заступник:

Сања Спасојевић, дипл.инж.арх.

Потпис:



Број техничке документације:

**172/21-2/3**

Место и датум:

**Шид, март 2022. године**

## 2/3.1.4 – ИЗЈАВА ОДГОВОРНОГ ПРОЈЕКТАНТА ПРОЈЕКТА КОЛОВОЗНЕ КОНСТРУКЦИЈЕ

Одговорни пројектант ПРОЈЕКТА КОЛОВОЗНЕ КОНСТРУКЦИЈЕ, који је део Пројекта за извођење за Изградњу и реконструкцију граничног прелаза Хоргош, на кат. парцелама бр. 3465/5, 3461/2, 3462, 3459/3, 3459/4, 3446/1, 3437/1, 3438/1, 3439/1, 3453, 3452, 3451/1, 3450/1, 3449/1, 3448/1, 3447/1, 3430/7, 3403/1, 3402, 3401, 3383/2, 3344/2, 3344/4, 3344/3, 3343/2, 3342/2, 3342/1, 3956/3, 3923/2, 3925/1, 3926/1, 3931/1, 3932/1, 3934/2, 3956/1, 3936/2, 3937/3, 3339/4, 4426/3, 4426/6, 4426/8, 4426/4, 4420/4, 4421/4, 4425/3, 4425/1, 4424/3, 4424/5, 4423/1, 4424/1, 4424/4, 4425/5, 4425/4, 16788/3, 3937/1, 3936/1, 3936/4, 3379/3, 3933, 3934/4, 3929/3, 3930, 3928, 3926/2, 3927/2, 3927/1, 3923/3, 3923/5, 3923/1, 3914, 3411/1, 3375/2, 3375/3, 3349/2, 3349/4, 3379/1, 3376/7, 3376/4, 3420/2, 3915, 3916/1, 3421, 3376/6, 3376/5, 3378/1, 3391/3, 3391/4, 3409/4, 3409/2, 3409/6, 3409/1, 3408/2, 3420/3, 3422, 3433, 3434/1, 3459/2, 3463/4, 3434/4, 3411/2, 3430/3, 3434/2, 3448/3, 3379/2, 3410/3, 3410/1, 3410/2, 3404/2, 3403/2, 4458/3, 4421/1, 4312/2, 16788/2, 3925/3, 3924/1, 3916/2, 3956/2, 3424, 3423, 3430/2, 3434/5, 3456, све у КО Хоргош, на територији општине Кањижа

Никола Логарушић, дипл.инж.грађ.

### ИЗЈАВЉУЈЕМ

1. да је пројекат у свему у складу са издатим локацијским условима, грађевинском дозволом и пројектом за грађевинску дозволу;
2. да је пројекат израђен у складу са Законом о планирању и изградњи, прописима, стандардима и нормативима из области изградње објеката и правилима струке;
3. да је пројекат у свему у складу са начинима за обезбеђење испуњења основних захтева за објекат прописаних елаборатима и студијама.

Одговорни пројектант ПЗИ: **Никола Логарушић, дипл.инж.грађ.**

Број лиценце: **ИКС 315 И00678 19**

Потпис:



Број техничке документације: **172/21-2/3**

Место и датум: **Шид, март 2022. године**

## **2/3.5   Текстуална и нумеричка документација**

## САДРЖАЈ:

1.	УВОД	3
2.	АНАЛИЗА УТИЦАЈНИХ ФАКТОРА	12
2.1	Саобраћајно оптерећење	12
2.2	Климатски и хидролошки услови	15
2.2.1	Климатске карактеристике	15
2.2.2	Хидролошки услови	17
2.2.3	Процена осетљивости коловозне конструкције на дејство мрза	18
2.3	Геолошка грађа терена и хидролошка својства	18
3.	СТРУКТУРА ПОСТОЈЕЋЕ КОЛОВОЗНЕ КОНСТРУКЦИЈЕ	20
4.	АНАЛИЗА ФУНКЦИОНАЛНОГ И СТРУКТУРНОГ СТАЊА ПОСТОЈЕЋЕ КОЛОВОЗНЕ КОНСТРУКЦИЈЕ	25
4.1	Оцена стања на основу визуелно уочених оштећења на површинама постојећих коловозних конструкција	25
4.2	Оцена носивости постојеће коловозне конструкције	39
4.2.1	Резултати мерења дефлексија на површини коловоза	39
4.2.2	Дефинисање хомогених потеза на основу измерених дефлексија, методом кумулативних разлика	42
4.2.3	Одређивање модула еластичности слојева	44
4.2.4	Оцена ефективне носивости постојеће коловозне конструкције	48
5.	ПРОРАЧУН ПОТРЕБНОГ ОЈАЧАЊА ПОСТОЈЕЋЕ КОЛОВОЗНЕ КОНСТРУКЦИЈЕ ( $D_{01}$ ) БУДУЋЕ ЕКСПЛОАТАЦИОНЕ УСЛОВЕ	3А 51
6.	ПОВРШИНЕ ПОСТОЈЕЋИХ КОЛОВОЗНИХ КОНСТРУКЦИЈА КОЈЕ СЕ РЕХАБИЛИТУЈУ	56
6.1	Ауто-пут А1 од km 0+150.00 до km 1+250.00 - ЗОНА 1.1 и ЗОНА 2.1	56
6.2	Ауто-пут А1 од km 0+000.00 до km 0+150.00 - ЗОНА 1.1	62
7.	ДИМЕНЗИОНИСАЊЕ НОВОПРОЈЕКТОВАНИХ ФЛЕКСИБИЛНИХ КОЛОВОЗНИХ КОНСТРУКЦИЈА	63
7.1	Зона 1.1 од km 0+000 до km 0+150 – десни коловоз	63
7.2	Нова флексибилна коловозна конструкција на проширењима – зона 1.3	72
7.3	Зона 2.4 - Проширења намењена саобраћају аутобуса на десном коловозу пре и после објекта за царинско-пасошку контролу	73
8.	ДИМЕНЗИОНИСАЊЕ КРУТИХ КОЛОВОЗНИХ КОНСТРУКЦИЈА	82
8.1	Нова крута коловозна конструкција намењена кретању теретних возила у смеру ка Мађарској на новим саобраћајним тракама – Зона 1.2	82
8.1.1	Карактеристике материјала у слојевима нове круте коловозне конструкције	83
8.1.2	Димензионисање круте коловозне конструкције	84
8.1.3	Димензије бетонских плоча, спојница и можданика	90
9.	УСВОЈЕНЕ КОЛОВОЗНЕ КОНСТРУКЦИЈЕ	97
9.1	Терминали за путничка возила на улазу и на излазу из земље, аутобуски терминали на улазу у земљу – Зона 2.2	97
9.2	Саобраћајне траке за аутобусе у оквиру царинског прелаза на излазу из земље од km 0+150.00 до km 0+607.10 – Зона 2.3	99
9.3	Паркинг простор намењен аутобусима и одузетим возилима – Зона 2.5	101
9.4	Реконструкција дела службеног пролаза - саобраћајнице на km 0+500 – Зона 3.1, смер: Мађарска - Србија	102
10.	ПРЕГЛЕД ПРОЈЕКТНИХ РЕШЕЊА НОВИХ КОЛОВОЗНИХ КОНСТРУКЦИЈА	103

## 1. УВОД

Предмет пројекта је решење коловозних конструкција за потребе рехабилитације / реконструкције и проширења постојећег граничног прелаза Хоргош.

Постојећи гранични прелаз је грађен у периоду 2005 - 2006. године. Због повећаног обима саобраћаја (путничких и теретних моторних возила), али и начина обављања граничне контроле, изложен је стварању дугачких колона возила која чекају граничну контролу, чиме угрожавају безбедност саобраћаја на ауто-путу А1. С обзиром на повећање интензитета теретног саобраћаја нарочито у време празника и годишњих одмора, постојеће капацитете граничног прелаза Хоргош потребно је проширити.

У смеру ка Мађарској граници, Пројектним задатком је предвиђено да се пројектују две нове траке искључиво за саобраћај теретних возила, да се изврши пренамена постојеће траке за теретна возила у траку за аутобусе, да се изврши реконструкција и пренамена зауставне траке такође у траку за аутобусе, док ће постојеће терминале намењене саобраћају аутобуса користити путнички аутомобили. Предвиђено је повећање броја терминала за путничка возила. Планирана је изградња сасвим новог теретног терминала. У оквиру теретног терминала планирана је изградња паркинг простора за теретна возила са 108 паркинг места, где ће теретна возила, преко система картица, чекати на свој ред за прелазак преко границе, чиме треба да се избегне стварање колона теретних возила на ауто-путу А1. У наставку теретног терминала предвиђене су и две траке преко којих ће теретна возила да напуштају паркинг зону и теретни терминал и укључују се на постојеће траке за излаз из земље и улаз у Мађарску.



Слика 1.1 Приказ зоне граничног прелаза Хоргош (извор: google maps)

На улазу у Србију, на већ постојећем терминалу за тешка теретна возила предвиђено је проширење капацитета паркинг простора за 111 паркинг места, као и проширење постојеће саобраћајне траке за теретна возила за потребе саобраћаја вангабаритних возила. Предвиђено је и проширење путничког терминала и реконструкција и проширење аутобуског терминала.

Поред планираних проширења саобраћајних површина на граничном прелазу, предвиђена је и рехабилитација / реконструкција постојећих саобраћајних површина које задржавају своју намену, уколико се покаже да за то има потребе.

Зона интервенције за десни коловоз (смер из Мађарске) почиње од станицажи km 0+000.00 а завршава се на станицажи km 1+250.00, док зона интервенције за леви коловоз почиње на станицажи km 0+000.00, а завршава се на станицажи km 1+575.00.

У оквиру пројекта извршена је анализа стања постојеће коловозне конструкције, дате су мере рехабилитације / реконструкције тамо где је то на основу анализе постојећег стања било потребно, као и димензионисање нове коловозне конструкције у зонама где је предвиђено да се постојећи коловоз проширује услед потребе за повећањем капацитета граничног прелаза.

Пројектовање коловозних конструкција засновано је на познавању и уважавању карактеристика материјала у тлу и постелници, материјала који се користе за израду слојева коловозне конструкције, врсте и учесталости возила, режима одвијања саобраћаја као и на познавању климатско-хидролошких услова.

Димензионисање коловозних конструкција је урађено у складу са рангом саобраћајница, оптерећењем као и структуром возила која ће се њима кретати.

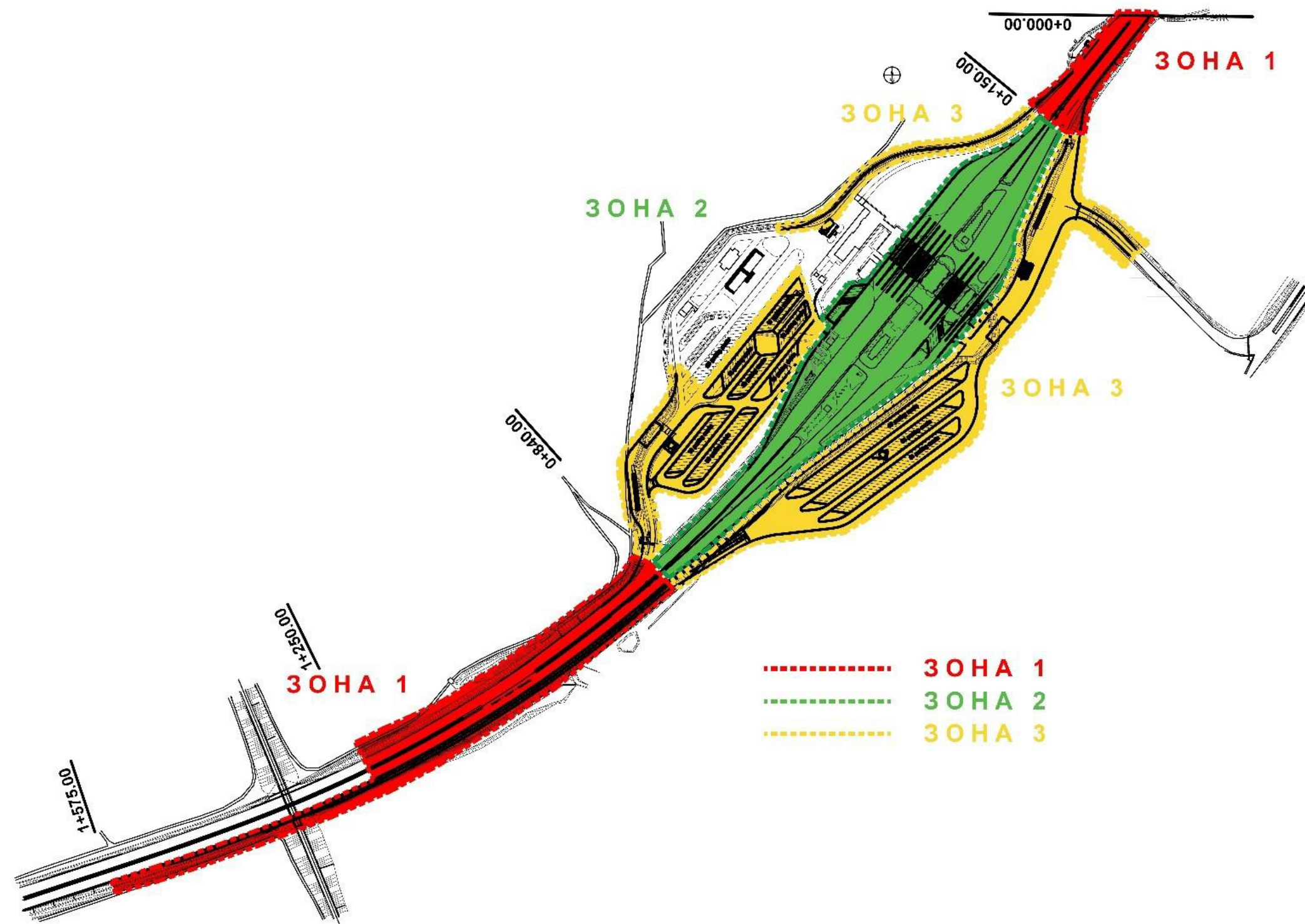
Коловозни застор је у функцији саобраћајнице, подужних и попречних нагиба, као и начина одводњавања застора.

Флексибилна коловозна конструкција је пројектована за пројектни период од 20 година, а крута коловозна конструкција је пројектована за пројектни период од 30 година.

Површине интервенције почев од km 0+000,00 (административна линија са Мађарском) па до km 1+250,00 (десни коловоз), односно km 1+575,00 (леви коловоз) подељене су у оквиру овог пројекта на неколико зона и подзона. Ове зоне су шематски представљене слици 1.2.

- Зона 1: Саобраћајне траке ауто-пута А1 (Е-75) у оквиру Г.П. Хоргош
- Зона 2: Зона граничног прелаза за путничке аутомобиле и аутобусе
- Зона 3: Површине намењене кретању и мировању теретних возила





Слика 1.2 Шематски приказ зона у оквиру ГП Хоргош

## ЗОНА 1: Саобраћајне траке ауто-пута А1 (Е-75) у оквиру Г.П. Хоргош

Зона 1 је подељена на четири подзоне:

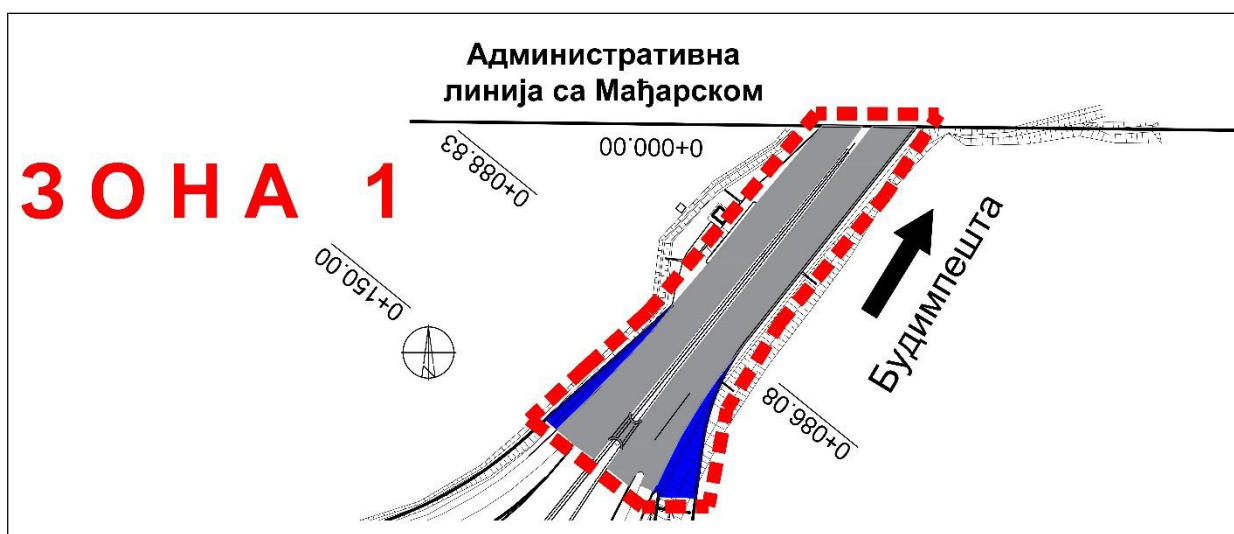
Зона 1.1: Ауто-пут А1 (Е-75) – постојеће саобраћане траке;

Зона 1.2: Нове саобраћајне траке намењене кретању теретних возила у смеру ка Мађарској;

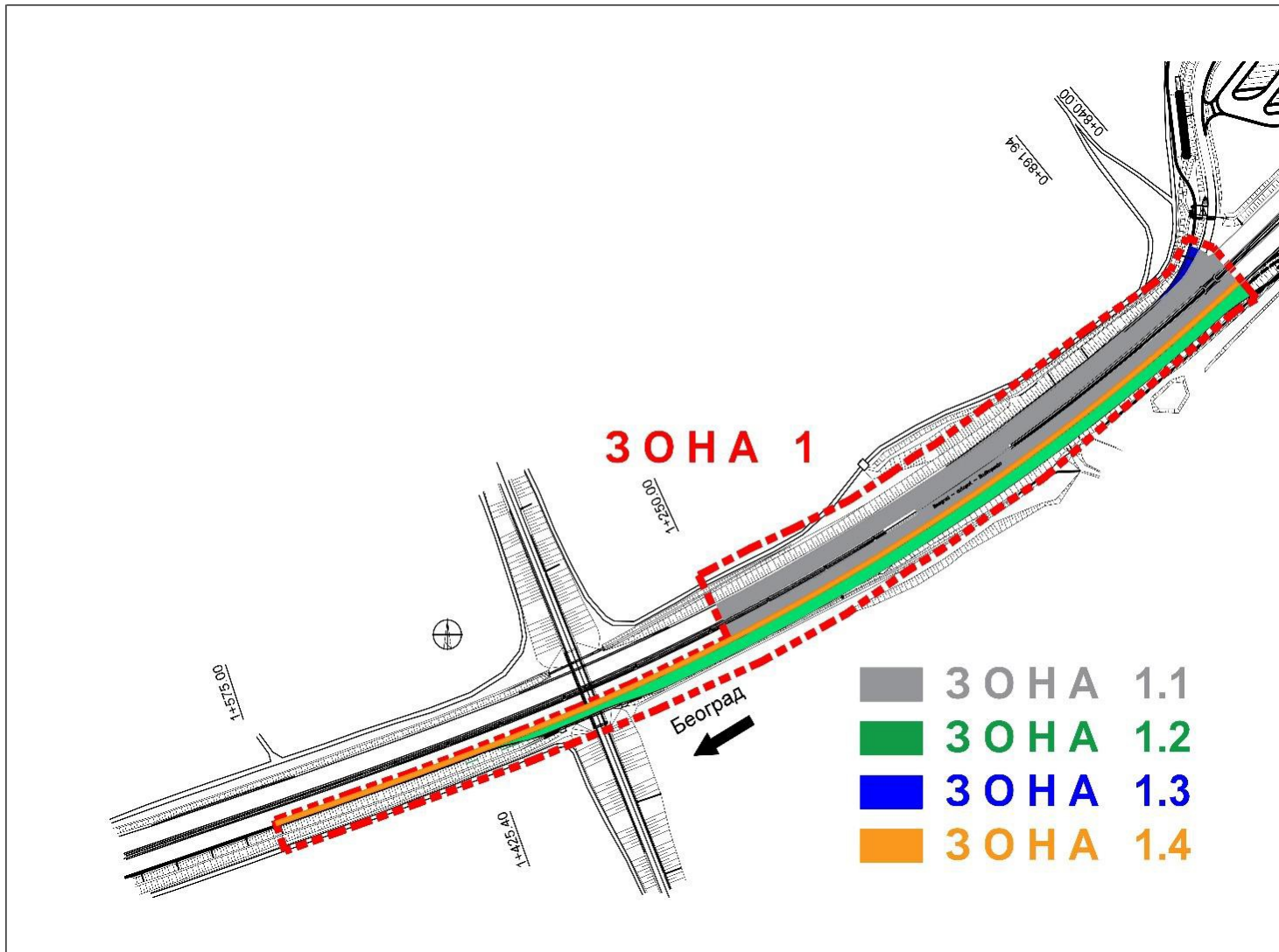
Зона 1.3: Нова флексибилна коловозна конструкција на проширењима саобраћајних трака;

Зона 1.4: Реконструкција зауставне траке ауто-пута у траку за аутобусе, која је уједно и изливна трака са ауто-пута ка новом коловозу за теретна возила.

Ова зона обухвата деонице аутопута А1 (Е-75) од почетка зоне Г.П. Хоргош у Србији, стационажа km 0+000.00 до km 0+150.00, као и после зоне Г.П. Хоргош од km 0+840,00 до km 1+250.00 десни коловоз, односно до km 1+575.00 (новопројектоване траке за теретна возила и трака за аутобусе на левом коловозу). У оквиру ове зоне налазе се две нове саобраћајне траке у смеру ка Мађарској намењене искључиво саобраћају теретних возила, као и проширења на улазу/излазу са теретних терминала. На месту излива са ауто-пута на новопројектоване саобраћајне траке за теретна возила потребно је пројектовати траку за аутобусе уместо зауставне траке, која ће уједно на свом почетку бити и трака за преусмеравање возила са возне на новопројектоване траке.



Слика 1.3. Шематски приказ поделе Зоне 1 на подзоне



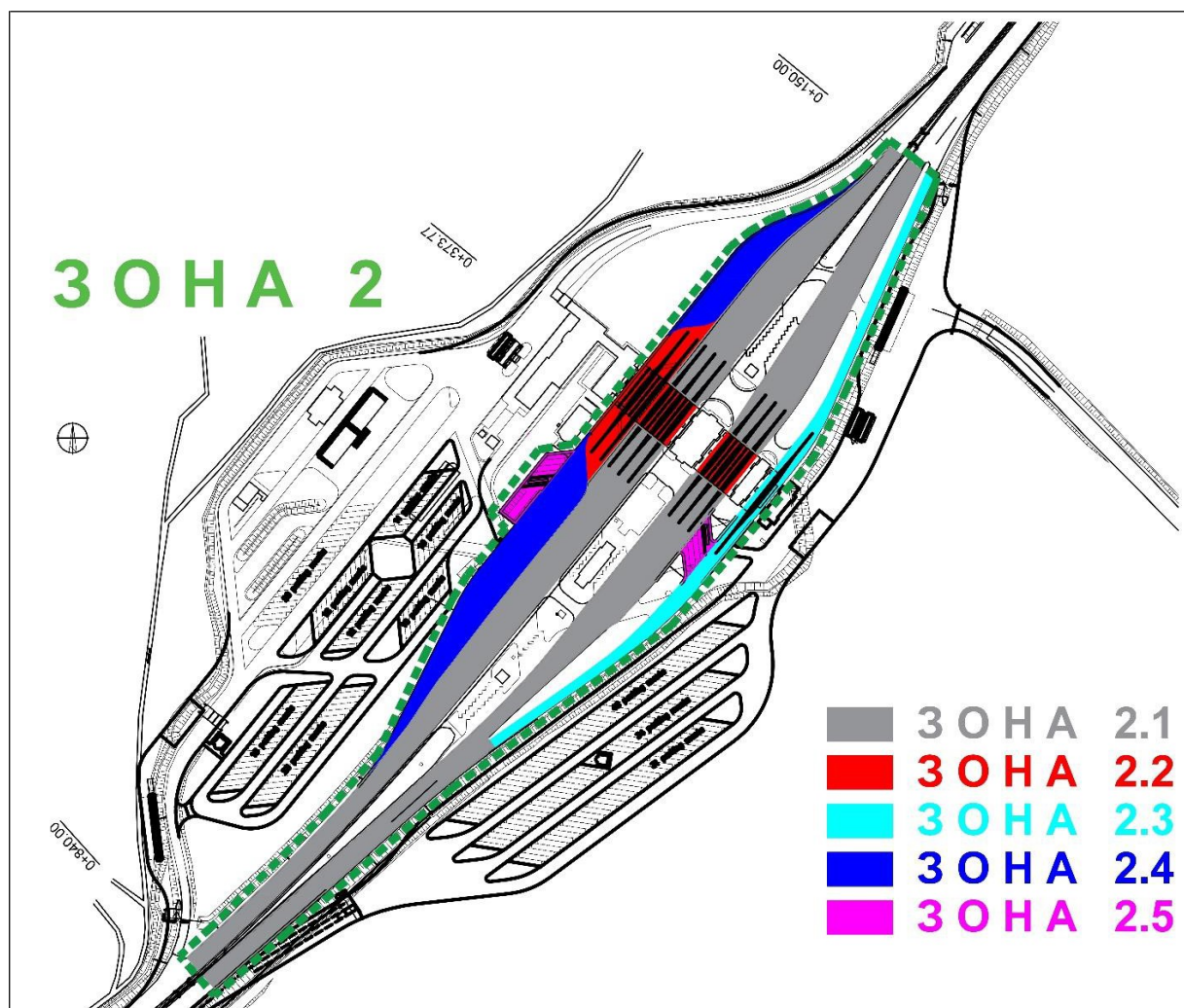
Слика 1.4. Шематски приказ поделе Зоне 1 на подзоне

## ЗОНА 2: Зона граничног прелаза за путничке аутомобиле и аутобусе

У оквиру ове зоне обухваћене су саобраћајне површине на самом граничном прелазу Хоргош, односно: деоница аутопута А1 (Е-75) непосредно пре и после објекта за контролу прелаза границе (царинско - пасошка контрола) и површине у зони терминала за аутобуски и аутомобилски саобраћај. Саобраћајне површине терминала за аутобуски саобраћај на улазу у Србију се проширују како би им се повећао капацитет. На излазу из Србије, аутобуски терминал се измешта на постојећу саобраћајницу за теретна возила, а постојећи аутобуски терминали постају терминали за путничка возила.

Ова зона подељена је на 5 подзона:

- Зона 2.1: Зона аутопута непосредно пре и после путничких терминала;
- Зона 2.2: Терминали за путничка возила на улазу и на излазу из земље, као и аутобуски терминали на улазу у земљу;
- Зона 2.3: Прилаз терминалима за аутобусе на излазу из земље;
- Зона 2.4: Проширење намењено саобраћају аутобуса на улазу у земљу пре и после објекта за граничну контролу;
- Зона 2.5: Паркинг простор намењен аутобусима и одузетим возилима.  
Планирана је изградња новог паркинг простора на улазу у земљу, док се на излазу из земље постојећи паркинг простор реконструише;



Слика 1.5. Шематски приказ поделе Зоне 2 на подзоне

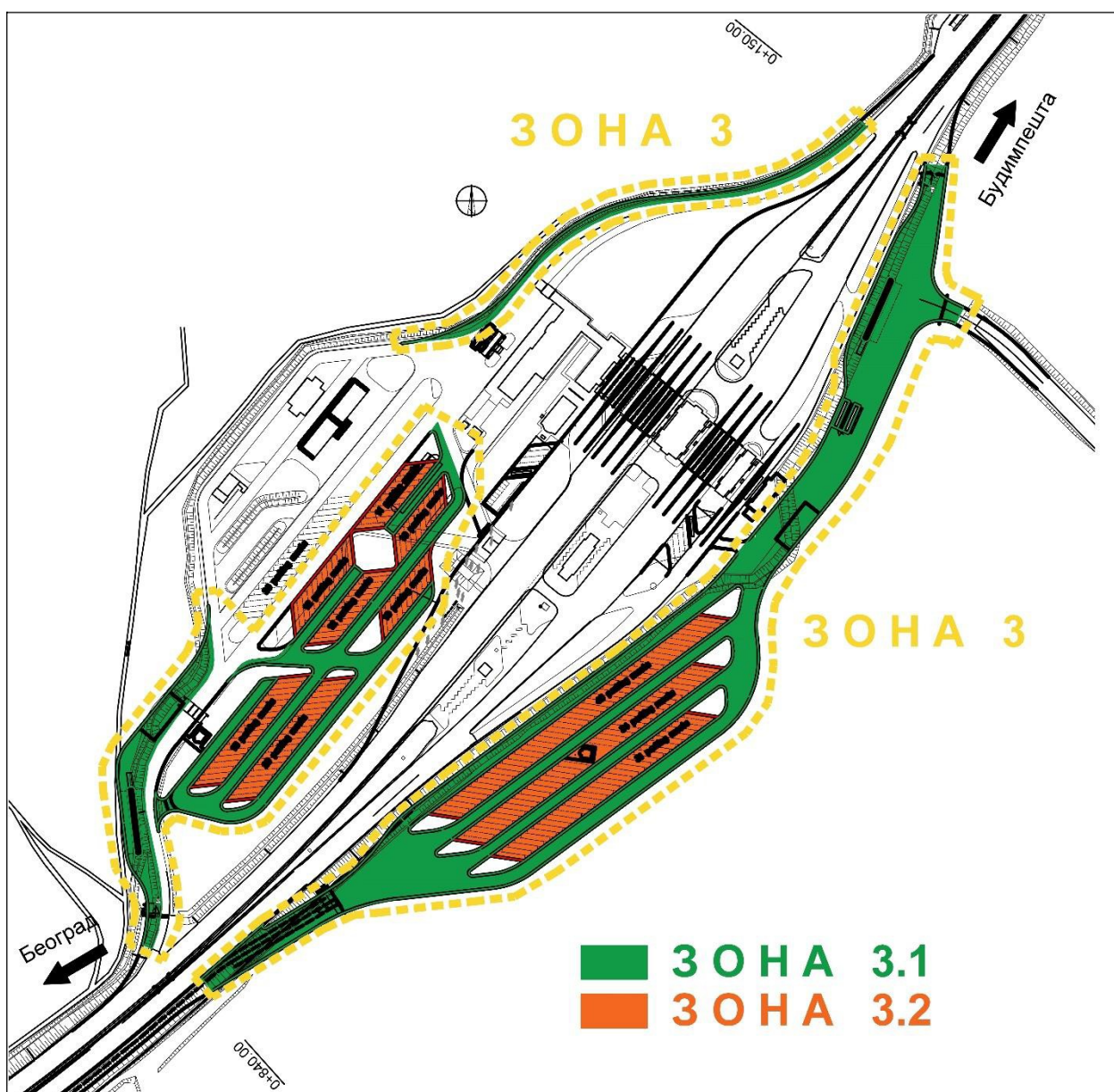
### **ЗОНА 3: Површине намењене кретању и мировању тешких теретних возила.**

Ова зона обухвата површину новог теретног терминала на излазу из земље, као и површину предвиђену за проширење теретног терминала на улазу у Србију.

Ова зона подељена је на две подзоне:

Зона 3.1: Саобраћајнице намењене кретању теретних возила.

Зона 3.2: Паркинг простор намењен мировању теретних возила.



Слика 1.6. Шематски приказ поделе Зоне 3 на подзоне

## **Тренутни режим саобраћаја на Г.П. Хоргош**

### Србија → Мађарска

Леви коловоз у смеру раста стационаже (излаз из Србије), чине зауставна, возна и претицајна трака. На дужини од 500 m пре објеката за царинско-пасошку контролу, гледано из правца Србије (на km 0+875,00<sup>1</sup>), извршена је пренамена саобраћајних трака. Зауставна трака прелази у траку намењену теретним возилима. Преостале две траке намењене су кретању аутобуса (возна трака) и путничких аутомобила (претицајна трака).

На дужини од 225 m пре објеката за царинско-пасошку контролу гледано из правца Србије (на ~km 0+600,00) одваја се трака за теретни саобраћај. На поменутој стационажи флексибилна коловозна конструкција прелази у круту коловозну конструкцију. Постојећа саобраћајна трака за теретна возила се у зони објекта за контролу прелаза границе проширује за још једну траку (крута коловозна конструкција), тако да кроз гранични прелаз пролазе две бетонске коловозне траке за теретни саобраћај.

У зони самог објекта за царинско-пасошку контролу, коловоз се шири и сачињавају га 4 траке/терминала за путничка возила и 2 траке/терминала за аутобусе.

### Мађарска → Србија

Десни коловоз у смеру раста стационаже (улаз у Србију из правца Мађарског граничног прелаза), чине трака за путничка возила, трака за аутобусе и трака за теретна возила - крајња десна трака. На стационажи km 0+150,00 трака за теретна возила се одваја са главне трасе аутопута и постаје трака за теретна возила са крутом (бетонском) коловозном конструкцијом. Капацитети за теретни саобраћај са ове стране граничног прелаза су већи него на излазу из Србије.

У зони самог објекта за царинско-пасошку контролу, на улазу у Србију, коловоз се шири и сачињавају га 6 трака/терминала за путничка возила и 2 траке/терминала за аутобусе.

## **Планирани режим саобраћаја након реконструкције и проширења Г.П. Хоргош**

### Србија → Мађарска

У смеру ка Мађарској услед пројектом предвиђеног проширења намењеног теретним возилима, извршена је пренамена саобраћајних трака. На ауто-путу А1 од стационаже km 1+540.00, па до поменутог проширења на улазу у теретни терминал km 0+840.00, предвиђена је изградња 2 нове траке искључиво за саобраћај теретних возила. На истом потезу, предвиђено је да се постојећа зауставна трака реконструише тако што ће се уклонити постојећи асфалтни слојеви и извести нови у дебљинама као на возној и претицајној траци. Тиме зауставна трака постаје трака за кретање аутобуса, постојећа возна трака такође постаје трака за кретање аутобуса, а претицајна за кретање путничких возила. У оквиру самог граничног прелаза, постојећи терминали који су били намењени теретном саобраћају, након реконструкције биће намењени за саобраћај аутобуса, док ће постојеће терминале намењене саобраћају аутобуса користити путнички аутомобили. Предвиђено је повећање броја терминала за путничка возила и аутобусе. У зони самог објекта граничног прелаза, број саобраћајних трака се повећава 6 трака/терминала за путничка возила и 2 траке/терминала за аутобусе.

<sup>1</sup> Стационажа km 0+000 се налази на административној линији са Мађарском

На теретном терминалу новим решењем предвиђено је повећање капацитета паркинг места за теретна возила (108 паркинг места).

Мађарска → Србија

У смеру ка Србији предвиђено је повећање капацитета – броја терминала намењених возилима за путнички и теретни саобраћај. Број терминала за путничка возила је већи за 2 у односу на стање пре реконструкције и сада их има 8. Број саобраћајних трака за аутобусе остаје 2.

На улазу у теретни терминал, као и на излазу, предвиђено је проширење постојећег бетонског коловоза, како би се повећала проточност теретног терминала и омогућио лакши пролаз вангабаритних возила.

На теретном терминалу новим решењем предвиђено је повећање капацитета паркинг места за теретна возила (111 паркинг места).

## 2. АНАЛИЗА УТИЦАЈНИХ ФАКТОРА

### 2.1 Саобраћајно оптерећење

На основу Пројектног задатка и планираних саобраћајних токова, са аспекта димензионисања коловозне конструкције потребно је одредити перспективно саобраћајно оптерећење за зону граничног прелаза Хоргош. Перспективно саобраћајно оптерећење неопходно је срачунати посебно за теретни и посебно за путнички терминал с обзиром на одвојене саобраћајне токове у зони Г.П. Хоргош на улазу и на излазу из земље.

У структури саобраћаја заступљени су:

- путнички аутомобили,
- аутобуси,
- теретна возила.

Средње тешка теретна возила су у саобраћајним анализама придодата групи тешких теретних возила, што је са аспекта димензионисања коловозне конструкције на страни сигурности.

При анализи саобраћајног оптерећења меродавна за димензионисање коловоза су моторна возила носивости веће од 30 kN, односно бруто масе веће од 50 kN. За предметне саобраћајне површине у оквиру Г.П. Хоргош за димензионисање коловозне конструкције меродаван је број аутобуса, тешких теретних возила и аутовозова.

Подаци о броју возила преузети су из *Пројекта саобраћајне анализе и прогнозе* које је израдио СИ ЦИП, завод за ЕТС, а све на основу публикације о бројању саобраћаја на мрежи путева ЈП „Путеви Србије“ за предметну деоницу, где су дати подаци последњег бројања саобраћаја које је обављено 2017. године. Структура саобраћајног тока и број возила су приказани у табели 2.1.1.

Табела 2.1.1. Структура саобраћајног тока – број возила

Година	ПГДС - ГП Хоргош				Година	ПГДС - ГП Хоргош			
	ПА	БУС	ТВ	Укупно		ПА	БУС	ТВ	Укупно
2018.	4658	184	811	5653	2030.	6051	231	1156	7438
2019.	4681	185	827	5693	2031.	6233	237	1196	7666
2020.	4728	187	844	5759	2032.	6389	243	1232	7864
2021.	4799	189	865	5853	2033.	6549	249	1269	8067
2022.	4871	192	887	5950	2034.	6713	254	1301	8268
2023.	4968	195	909	6072	2035.	6847	259	1334	8440
2024.	5067	199	936	6202	2036.	6984	263	1361	8608
2025.	5194	203	964	6361	2037.	7124	267	1388	8779
2026.	5324	207	998	6529	2038.	7231	271	1409	8911
2027.	5484	212	1033	6729	2039.	7339	274	1430	9043
2028.	5676	217	1074	6967	2040.	7412	277	1444	9133
2029.	5875	224	1117	7216	2041.	7486	278	1458	9222

За потребе пројектовања коловозних конструкција перспективно саобраћајно оптерећење је прерачунато на број еквивалентних стандардних осовина од 80 kN у сагласности са српским стандардом SRPS U.C4.011 и AASHTO 1993 упутством за пројектовање.



Добијени фактори еквиваленције за анализиране типове возила, приказани су у табели 2.1.2.

Табела 2.1.2 Фактори еквиваленције за поједине врсте возила

Врста возила	$f_e$
Соло аутобус за ванградски саобраћај	2,44
Аутовоз	3,36

Прорачун укупног еквивалентног саобраћајног оптерећења у пројектном периоду од 20 година почев од 2022. године приказан је у табели 2.1.3.

Табела 2.1.3. Прорачун укупног еквивалентног саобраћајног оптерећења на уливним и изливним рампама теретног терминала за пројектни период од 20 година

Година	ПГДС - ГП „Хоргош“	
	БУС	ТВ
2022.	192	887
2023.	195	909
2024.	199	936
2025.	203	964
2026.	207	998
2027.	212	1033
2028.	217	1074
2029.	224	1117
2030.	231	1156
2031.	237	1196
2032.	243	1232
2033.	249	1269
2034.	254	1301
2035.	259	1334
2036.	263	1361
2037.	267	1388
2038.	271	1409
2039.	274	1430
2040.	277	1444
2041.	278	1458
<b>Укупно:</b>	<b>4.752</b>	<b>23.896</b>
x 365	1.734.480	8.722.040
x Fe	4.232.131	29.306.054
x 0,5	2.116.065	14.653.027
<b>ESO</b>	<b>2.116.065</b>	<b>14.653.027</b>

Табела 2.1.4. Прорачун укупног еквивалентног саобраћајног оптерећења на теретном терминалу за пројектни период од 30 година

Година	ПГДС - ГП „Хоргош“
	ТВ
2018	811,00
2019	827,00
2020	844,00
2021	865,00
2022	887,00
2023	909,00
2024	936,00
2025	964,00
2026	998,00
2027	1.033,00
2028	1.074,00
2029	1.117,00
2030	1.156,00
2031	1.196,00
2032	1.232,00
2033	1.269,00
2034	1.301,00
2035	1.334,00
2036	1.361,00
2037	1.388,00
2038	1.409,00
2039	1.430,00
2040	1.444,00
2041	1.458,00
2042	1.472,00
2043	1.486,00
2044	1.500,00
2045	1.514,00
2046	1.528,00
2047	1.542,00
2048	1.556,00
2049	1.570,00
2050	1.584,00
2051	1.598,00
<b>Ukupno</b>	<b>39.246,00</b>
x 365	14.324.790,00
x Fe	48.131.294,40
x 0,5	24.065.647,20
<b>ESO</b>	<b>24.065.647,20</b>

У складу са напред изнетим, усвојена саобраћајна оптерећења меродавна за димензионисање коловозне конструкције по саобраћајним токовима у оквиру Г.П. „Хоргош“ приказана су у следећој табели:

Путнички терминал – ПА и БУС		
Пројектни период 20 година	<b>ESO = 2,1 x 10<sup>6</sup></b>	ст.осовина од 80 kN
Улив / излив са теретног терминала – Флексибилна коловозна конструкција		
Пројектни период 20 година	<b>ESO = 14,7 x 10<sup>6</sup></b>	ст.осовина од 80 kN
Теретни терминал – Крута коловозна конструкција		
Пројектни период 30 година	<b>ESO = 24,1 x 10<sup>6</sup></b>	ст.осовина од 80 kN

## 2.2 Климатски и хидролошки услови

Климатски и хидролошки услови су улазни параметри који се узимају у обзир при одређивању дубине дејства мраза, пројектовању и димензионисању коловозне конструкције. Климатски услови су скуп метеоролошких појава које карактеришу стање атмосфере и њене промене у одређеном временском раздобљу на посматраном подручју кроз који пролази саобраћајница. Хидролошки услови подразумевају ниво дубине подземне воде у близини саобраћајнице, постојање водених џепова и утицај воде са косина на саобраћајницу.

### 2.2.1 Климатске карактеристике

Климатски услови су анализирани са аспекта температуре ваздуха, односно температуре слојева асфалта у коловозу, као и дубине продирања мраза и утицаја на коловозну конструкцију.

За сагледавање климатских услова преузети су подаци о температурама ваздуха за метеоролошку станицу Палић.

#### Одређивање меродавне температуре ваздуха

Одређивање меродавне температуре ваздуха на предметној локацији w- МААТ (°C)

У табели 2.2.1.1 дат је преглед просечних средњих месечних температура ваздуха, добијених на основу мерења у метеоролошкој станици Палић, за референтни период - последњи тридесетогодишњи период од 1988. - 2018. године.

Табела 2.2.1.1. Средње месечне температуре ваздуха - Палић

год.	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
1988.-2018.	0,3	1,4	6,5	12,0	17,1	21,1	22,8	22,2	17,0	11,5	6,1	0,8

Средња годишња температура ваздуха је 11,6 °C.

Меродавне годишње температуре ваздуха меродавне за димензионисање (одређене по методи Shell лабораторије) приказане су у табели 2.2.1.2.

Табела 2.2.1.2. Меродавне годишње температуре ваздуха

Месец	Средња температура ваздуха МААТ (°C)	Фатор утицаја "WF"
Јануар	0,3	0,062
Фебруар	1,4	0,074
Март	6,5	0,156
Април	12,0	0,344
Мај	17,1	0,702
Јун	21,1	1,215
Јул	22,8	1,529
Август	22,2	1,410
Септембар	17,0	0,693
Октобар	11,5	0,320
Новембар	6,1	0,147
Децембар	0,8	0,067
Средња вредност утицајног фактора		0,560
Меродавна средња годишња температура ваздуха w - МААТ (°C)		15

За средњу вредност утицајног фактора  $WF = 0.560$ , одређена је пондерисана средња годишња температура ваздуха  $w\text{-МААТ} = 15$  °C.

Срачуната меродавна средња годишња температура ваздуха биће искоришћена за одређивање температуре слојева асфалта у коловозу.

#### Одређивање индекса мраза

Деловање ниских температура на коловозну конструкцију приказује се вредношћу индекса мраза. Индекс мраза означава трајање интензитета мраза на једном одређеном подручју.

Подаци о индексу мраза односе се на метеоролошку станицу Нови Сад - најближе подручје за које постоје релативно новији подаци о вредности индекса мраза.

Регистроване вредности индекса мраза за период од 1983. до 2014. године за метеоролошку станицу Нови Сад приказане су у табели 2.1.2.1.

Меродавни индекс мраза за пројектни период од двадесет година је просечна вредност три највећа индекса мраза у посматраних 30 година.

Табела 2.2.1.3. Индекс мрза за метеоролшку станицу Нови Сад <sup>2</sup>

Година	Индекс мрза (°C x дани)	Година	Индекс мрза (°C x дани)
1983/84	40	1999/00	71
1984/85	<b>164</b>	2000/01	19
1985/86	35	2001/02	<b>167</b>
1986/87	119	2002/03	127
1987/88	17	2003/04	51
1988/89	17	2004/05	130
1989/90	41	2005/06	100
1990/91	86	2006/07	9
1992/93	112	2007/08	79
1993/94	47	2008/09	125
1994/95	58	2009/10	72
1995/96	110	2010/11	63
1996/97	130	2011/12	<b>182</b>
1997/98	28	2012/13	34
1998/99	101	2013/14	34

Меродавни индекс мрза за пројектни период од 20 година је:

$$IR = 171 \text{ } ^\circ\text{C} \times \text{дана}$$

#### Одређивање дубине дејства мрза

Процена осетљивости коловозне конструкције на дејство мрза одређена је према SRPS U.B9.012.:

- Референтни индекс мрза износи  $IR = 171 \text{ } ^\circ\text{C} \times \text{дана}$ .
- Материјал у постељици према стандарду SRPS U.E1.012 спада у категорију материјала G2 - слабо до средње осетљиви.
- Сува запреминска маса материјала у постељици  $\gamma_d = 1.8 \text{ kg/m}^3$
- Претпостављена дебљина коловозне конструкције 70 до 90 cm.
- Хидролошки услови према стандарду SRPS U.C4.016 су процењени као повољни.

На основу претходних података, а према SRPS U.B9.012 одређена је дубина продирања мрза  $X \sim 80 \text{ cm}$ .

#### **2.2.2 Хидролошки услови**

Хидролошки услови се карактеришу као повољни када је:

- насип висине изнад 1,5m
- плитак усек са добрим условима одводњавања
- ниво подземне воде нижи од дубине смрзавања
- када изнад нивоа подземне воде нема других могућности дотицаја подземне воде

<sup>2</sup> Подаци о индексу мрза преузети су из Студије: "Истраживање температурних промена и дубине дејства мрза у тлу и коловозним конструкцијама путева у Србији", зима 1991./92. год. које је издао Грађевински факултет Универзитета у Београду 1992. год., као и из мастер рада Николе Михајловића - "Вредности индекса мрза за главне метеоролошке станице у Србији у периоду од 1992. до 2014. године."

Хидролошки услови су сагледани и оцењени у складу са SRPS U.C4.016, на основу следећих расположивих података:

- Саобраћајне површине постојећег Г.П. Хоргош, налазе са на насипу од песка. Највећи део новопројектованих површина граничног прелаза гради се такође на насипу од песка.
- Услови одводњавања - предвиђен је затворени систем кишне канализације, док ће прибрежна вода и вода која се слива низ косине насипа да се скупља и одводи ободним каналима.
- Ниво подземне воде је испод зоне смрзавања. Истражним бушењем у новембру 2019. године утврђено је да се подземна вода налази на дубини од 3,7 до 5,0 m мерено од површине терена. У току године, подземна вода се диже на коте ближе површини терена, што нема утицај на хидролошке услове с обзиром да постојећи терен прашинасто - песковитог састава и да се гранични прелаз пројектује на насипу од песка.
- Осетљивост материјала у доњем строју саобраћајнице на смрзавање - материјал је слабо до средње осетљив на смрзавање.
- Постељица коловозне конструкције ће се радити од невезаног каменог материјала (песак, дробљени камен), који није осетљив на дејство мраза.
- Могућност капиларног издизања подземне воде - нема капиларног издизања подземне воде у слоју постељице.

На основу свега наведеног хидролошки услови се оцењују као повољни.

### **2.2.3 Процена осетљивости коловозне конструкције на дејство мраза**

На основу претходно одређених параметара:

- Меродавни индекс мраза  $IR = 171 \text{ }^\circ\text{C} \times \text{дана}$
- Срачуната дубина продирања мраза  $X = 80 \text{ cm}$
- Претпостављена дебљина коловозне конструкције  $d = 70 - 90 \text{ cm}$
- Повољни хидролошки услови

закључак је да постојеће и новопројектоване коловозне конструкције неће бити изложене неповољном дејству мраза.

На постојећем асфалтном коловозу нису уочена оштећења за која се може констатовати да су им узрок настанка климатске карактеристике то јест мраз. На основу претходног може се такође констатовати да дубина продирања мраза неће неповољно утицати на постојеће и новопројектоване коловозне конструкције.

### **2.3 Геолошка грађа терена и хидролошка својства**

На делу трасе државног пута првог А реда А1 (Е-75), у зони граничног прелаза, од km 0+000,00 до km 1+260,00 као и на саобраћајницама у оквиру самог граничног прелаза Хоргош за потребе израде ове пројектне документације изведено је укупно 36 истражних бушотина. Истражни радови су реализовани у периоду од 28.10.2019. године до 06.11.2019. године.

На основу изведених истражних радова у зони граничног прелаза Хоргош утврђена је геолошка грађа терена као и карактеристике постојеће коловозне конструкције. Приказ резултата теренских и лабораторијских истражних радова је детаљно дат у оквиру Геотехничког елабората, који је саставни део пројекта Г.П.

Хоргош, док је у овом и наредном поглављу дат само кратак извод из Геотехничког елабората и параметри од значаја за димензионисање коловозне конструкције.

Истраживани терен припада Суботичко - Хоргошкој пешчари.

Предметна локација изграђена је од млађих квартарних седимената који су представљени еолским прашинастим песковима, ситнозрним песковима, песковитим прашинама. Истражним радовима, на предметној локацији, утврђени су квартарни седименти представљени еолским прашинастим песковима, ситнозрним песковима, песковитим прашинама.

У хидрогеолошком смислу глина и прашина представљају хидрогеолошки изолатор, док некохеренти материјали (песак) представљају хидрогеолошки колектор подземне воде.

Истражним бушењем у новембру 2019. године утврђено је да се подземна вода налази на дубини 3.7-5.0 m од површине терена, што одговара котама 79.30 - 82.10 mm.

### **Геотехничка својства издвојених литолошких чланова**

Истраживани терен изграђен је од насутих материјала (n) и седимената квартарне старости (Q).

**Насип (n)** – Извођењем истражних бушотина на траси постојеће саобраћајнице утврђено је да је насип изграђен од ситнозрног песка, средње збијеног, окержуте боје, дебљине 0.80 - 4.0 m.

Изведеним лабораторијским испитивањима добијени су следеће вредности физичко-механичких параметара:

- према АС класификацији спада у групу SC-SM.

- у гранулометријском саставу преовлађују :

- песак 86.11 - 98.46 %,
- прашина 0.99 - 13.89 %,
- шљунак 0.03 - 2.75 %,

- природна влажност

$w = 5.0 - 22.8 \%$ ,

- оптимална влажност по Proctor-y

$w_{opt} = 9.66 - 12.22\%$ ,

- оптимална запреминска тежина по Proctor-y

$\gamma_{dopt} = 16.89 - 18.72 \text{ kN/m}^3$ ,

- вредност Калифорнијског индекса носивости

**CBR = 13.2 - 14.8 %.**

Испитивањем узорака констатовано је да испитивани материјал нема органских материја.

**Седименти квартарне старости (Q)** представљени су еолским седиментима (песак прашинаст, прашине хумифициране) и алувијалним седиментима (песак прашинаст, прашине песковито-глиновите и глине прашинасте).

Песак прашинаст ( $p^{pr,h}$ ) утврђен на месту проширења граничног прелаза (бушотине В-8, В-9, В-12, В-21, В-24, В-26 и В-27). Прашинасто-песковит материјал, површински слој терена, растресит, финозрн, у почетном интервалу хумифициран, са остацима корења билјака до 0.1 - 0.3m, сивобраон боје.

Прашина песковита ( $pr^{p,h}$ ) хумифицирана, мало глиновита, тврда, ниско пластична мрке до браон црне боје.

Песак (alp<sup>pr</sup>) прашинаст, ситнозрн, збијен, окержуге боје.

Прашина песковито-глиновита (alp<sup>pr,gl</sup>) средње мека, са различитим процентауалним учешћем песка и глине, са дужином се повећава проценат глиновите фракције, распада се под слабиим притиском руке, местимично са прослојцима-ламинама Mn, са остацима шкољкица, местимично са ситним конкрецијама CaCO<sub>3</sub>, окержуге боје.

За песковито-глиновиту прашину, као најслабији материјал који сачињава природно тло на предметној локацији, изведеним лабораторијским испитивањима добијени су следеће вредности физичко-механичких параметара:

- према АС класификацији спада у групу SC-SM.

- у гранулометријском саставу преовлађују :

- песак 11.75 - 37.91 %,
- прашина 60.47 - 86.45 %,
- глина 1.42 - 1.78 %,

- природна влажност  $w = 18.40 - 21.90 \%$ ,

- оптимална влажност по Proctor-у

$$w_{opt} = 12.24 - 13.99 \%$$

- оптимална запреминска тежина по Proctor-у

$$\gamma_{dopt} = 18.12 - 18.96 \text{ kN/m}^3,$$

- вредност Калифорнијског индекса носивости

$$\text{CBR} = 8.2 - 14.6\%.$$

- коефицијент водопрпусности

по Hazen-у

$$K_f = 1.37 \times 10^{-4} - 2.70 \times 10^{-4} \text{ cm/s},$$

по USBR-у

$$K_f = 2.93 \times 10^{-4} - 9.18 \times 10^{-4} \text{ cm/s}.$$

- запреминска тежина

$$\gamma = 17.50 \text{ kN/m}^3$$

- угао унутрашњег трења

$$\phi = 28^\circ,$$

- кохезија

$$c = 0 \text{ kN/m}^2,$$

- модул стишљивости

$$M_s = 7500 \text{ kN/m}^2,$$

Испитивањем узорака констатовано је да испитивани материјал нема органских материја.

Нижи слојеви састављени од глиновито - песковите прашине немају утицај на димензионисање коловозних конструкција.

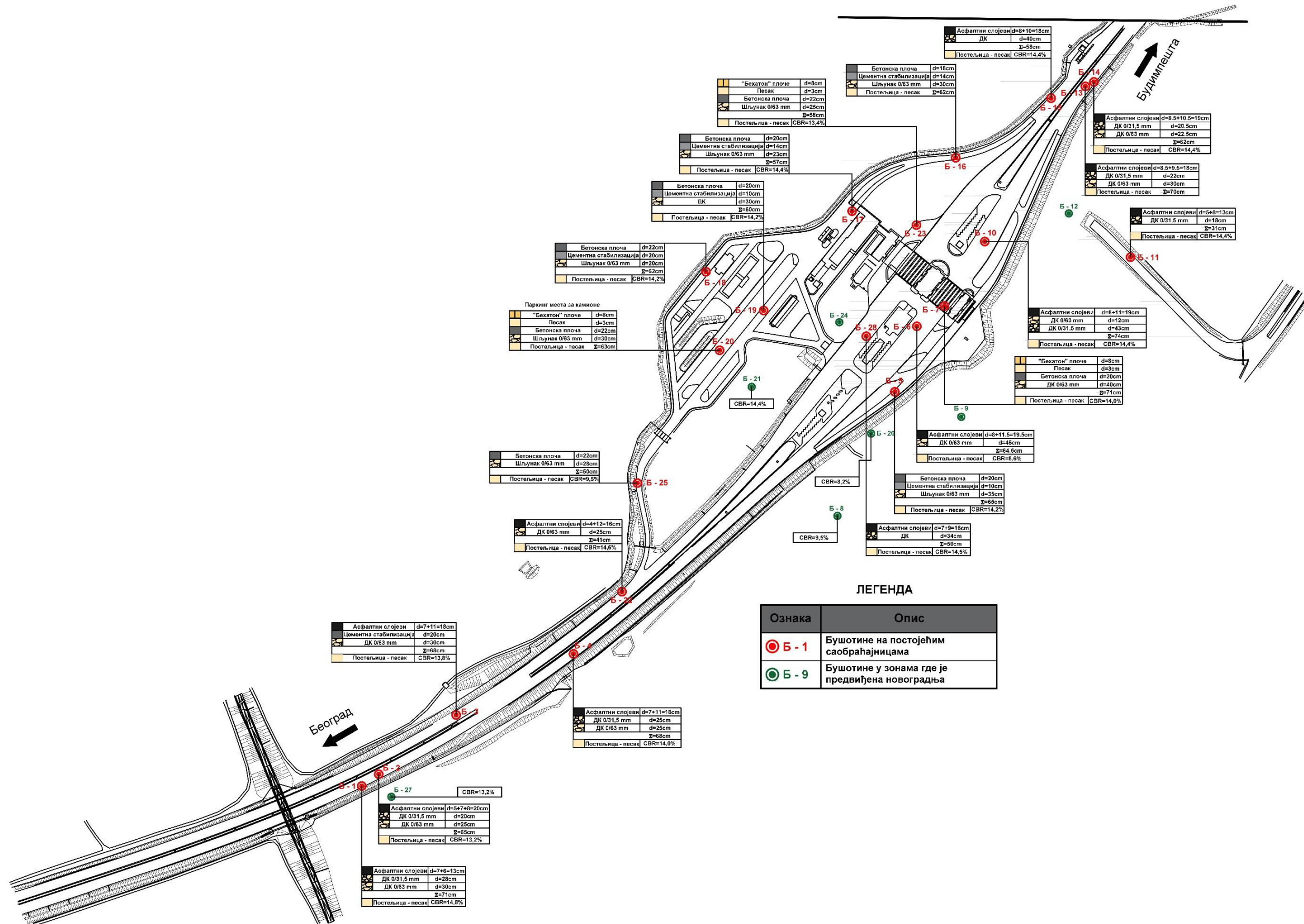
### 3. СТРУКТУРА ПОСТОЈЕЋЕ КОЛОВОЗНЕ КОНСТРУКЦИЈЕ

Подаци о структури коловозне конструкције у зони граничног прелаза Хоргош утврђени су на основу изведених истражних бушотина. Из изведених истражних бушотина утврђене су дебљине слојева и врсте материјала у слојевима постојеће коловозне конструкције на постојећим саобраћајним површинама, као и врсте и карактеристике материјала из подтла где ће се градити нове саобраћајне површине. Прикупљени подаци приказани су детаљно у Прилогу Ia - *Приказ утврђених структура коловозних конструкција*.

У оквиру Прилога Ib приказана је – *Фото-документација узорака из застора постојећих коловозних конструкција добијених извођењем истражних бушотина*.

Распоред истражних бушотина приказан је на слици 3.1.

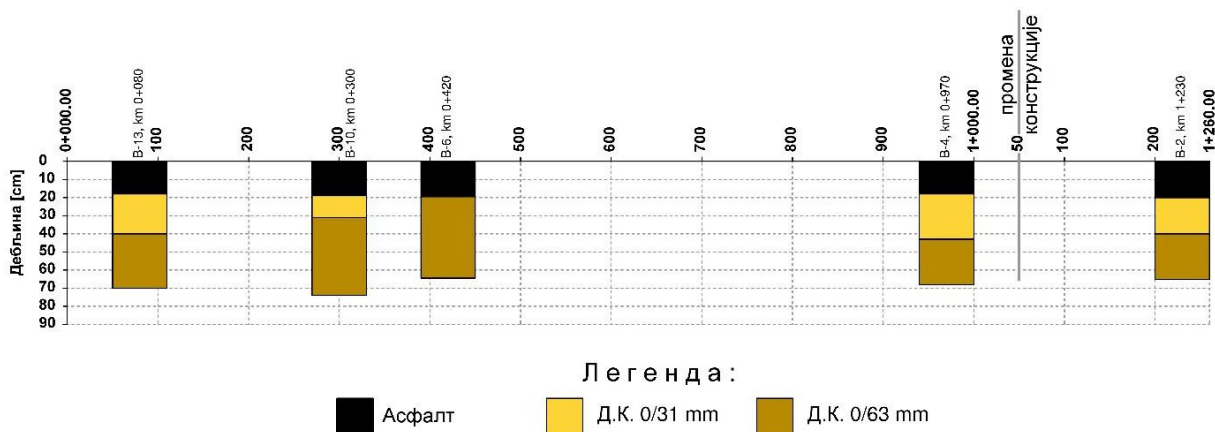




Слика 3.1. Распоред истражних бушотина

- Структура постојеће коловозне конструкције на левом коловозу, за смер Суботица – Хоргош (Зона 1.1 и Зона 2.1)

Структура коловозне конструкције на траси аутопута у зони Г.П. Хоргош, на левом коловозу, добијена из истражних бушотина, приказана је на следећој слици:



Слика 3.2 Структура постојеће коловозне конструкције на левом коловозу

Увидом у податке о структури коловозне конструкције на левом коловозу, добијене из истражних бушотина, као и из постојеће - архивске документације, уочавају се два типа флексибилне коловозне конструкције. Граница између ова два типа је на стационажи km 1+050,00.

Коловозна конструкција у смеру Суботица север – Г.П. Хоргош (леви коловоз) од km 0+000,00 до km 1+050,00 је флексибилног типа са дебљином асфалтних слојева од 18 – 20 cm. Застор је изведен од асфалт бетона АБ16с у дебљини  $d = 8$  cm. Доњи носећи слојеви изведени су од два слоја дробљеног камена (дробљеног камена гранулације 0/63mm и дробљеног камена 0/31.5mm), чија се укупна дебљина креће у границама од 45 до 55 cm. На овом потезу уочава се нехомогеност у погледу дебљине како доњих носећих слојева, тако и целе коловозне конструкције.

Коловозна конструкција зауставне траке се разликује од оне на возној и претицајној траци. Њена структура је утврђена извођењем истражне бушотине Б-1. Флексибилног је типа са дебљином асфалтних слојева од 13 cm. Доњи носећи слојеви изведени су од два слоја дробљеног камена, чија је укупна дебљина 58 cm.

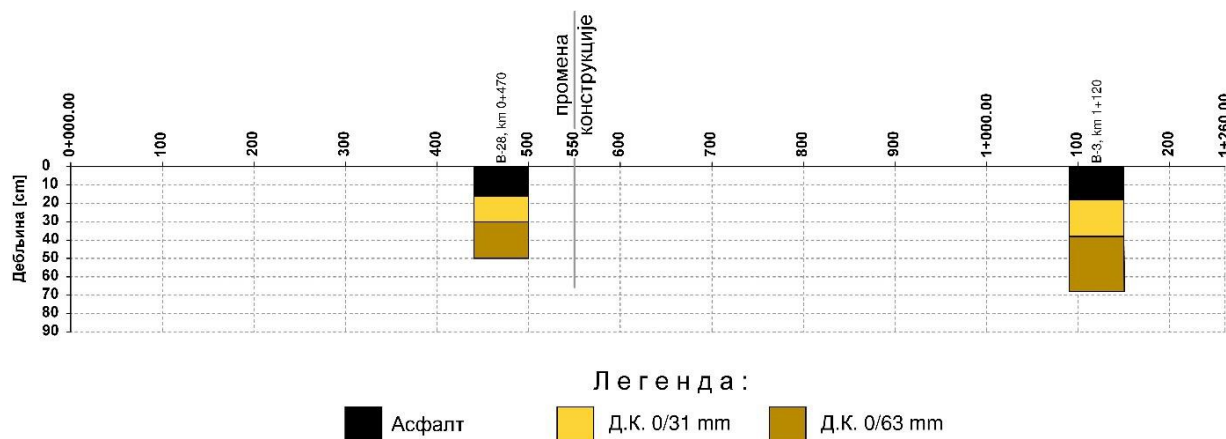
Ова коловозна конструкција је изграђена 2005. - 2006. године у склопу израде граничног прелаза.

Леви коловоз од km 1+050,00 до km 1+250,00 и даље ка Новом Саду је изграђен 2011. године, чиме је полу-аутопут комплетиран у аутопут у пуном профилу. Изведену коловозну конструкцију сачињавају следећи слојеви:

- слој АБ 11с ПмБ у дебљини  $d=5$  cm,
- два слоја БНС 22с А у дебљини  $d=7+8=15$  cm,
- два слоја дробљеног камена укупне дебљине 45cm,
- постелјични слој дуж целог левог коловоза изграђен је од песка.

- Структура постојеће коловозне конструкције на десном коловозу, за смер Хоргош – Суботица (Зона 1.1 и Зона 2.1)

Структура коловозне конструкције на траси аутопута у зони Г.П. Хоргош, на десном коловозу, добијена из истражних бушотина, приказана је на следећој слици:



Слика 3.3 Структура постојеће коловозне конструкције на десном коловозу

Увидом у податке о структури коловозне конструкције на десном коловозу добијене из истражних бушотина, као и из постојеће архивске документације уочавају се два типа флексибилне коловозне конструкције. Граница између ова два типа је на стационажи km 0+550,00.

Коловозна конструкција у смеру Г.П. „Хоргош“ – Суботица север је од стационаже km 0+000,00 до km 0+550,00 м флексибилног типа са асфалтним слојевима укупне дебљине 16 - 17 cm. Застор је изведен од асфалт бетона АБ16с у дебљини  $d = 7 - 8$  cm, док је битуменизирани носећи слој БНС 22сА изведен у дебљини  $d = 9 - 10$  cm. Невезани носећи слојеви су од дробљеног каменог агрегата укупне дебљине  $d = 34$  cm. Ова коловозна конструкција је изграђена 2005. - 2006. године у склопу израде граничног прелаза.

На последњих 700 m предметне деонице (до границе интервенције) од km 0+550,00 до km 1+250,00 евидентирани су асфалтни слојеви дебљине 18 cm. Застор је изведен од асфалт бетона АБ16с у дебљини  $d = 7$  cm, док је битуменизирани носећи слој БНС изведен у дебљини  $d = 11$  cm. Доњи носећи слојеви изведени су од два слоја дробљеног камена укупне дебљине 50 cm. Ова коловозна конструкција је изграђена 1997. године у оквиру израде деонице полу-аутопута Хоргош - Нови Сад.

Поређењем структуре ова две флексибилне коловозне конструкције које су заступљене на десном коловозу, као и вредности измерених дефлексија на ова два потеза, уочава се да је коловозна конструкција на другом делу (од km 0+550,00 до km 1+250,00) веће дебљине него на првом делу, из чега произилазе и мање вредности измерених дефлексија на овом потезу. Такође модул еласичности асфалтних слојева, срачунат на основу измерених дефлексија, на овом потезу има највећу вредност  $E(\text{avg.}) = 7600 \text{ MPa}$ .

- Структура постојеће круте коловозне конструкције на теретном терминалу за смер Суботица – Хоргош (Зона 2.3)

Коловозна конструкција на делу тренутног теретног терминала, а будућег терминала за аутобусе на излазу из земље је крута коловозна конструкција са бетонском плочом од 20 см. Испод бетона је слој цементне стабилизације од 10 - см и слој шљунка од 35 см.

- Структура постојеће круте коловозне конструкције на теретном терминалу за смер Хоргош – Суботица (Зона 3.1)

Коловозна конструкција на делу теретног терминала на улазу у земљу је крута и састоји се из цемент бетонских плоча, цементне стабилизације и слоја шљунка на насипу од песка. Запажају се одступања у дебљинама како бетонске плоче, тако и слоја цементне стабилизације и слоја шљунка.

Застор круте коловозне конструкције је бетонска плоча дебљине од 18 до 22 см. Испод бетонске плоче је слој цементне стабилизације дебљине од 10 до 20 см и доњи носећи слој од шљунка дебљине од 20 до 30 см.

Постељични слој је изграђен од песка (CBR = 13 - 14 %).

- Структура постојеће коловозне конструкције на паркинг површинама у оквиру теретног терминала за смер Хоргош – Суботица (Зона 3.2)

На постојећим површинама намењеним за паркирање камиона у оквиру зоне 3.2, структуру коловозне конструкције чине застор од префабрикованих бетонских „бехатон“ плоча дебљине 8 см које су постављене на слој песка дебљине 3 см, носеће слојеве коловозне конструкције сачињавају бетонска плоча дебљине 22см и испод ње слој шљунка у дебљини од 30см.

Постељични слој је изграђен од песка (CBR = 13 - 14 %).

- Структура постојеће коловозне конструкције на путничким терминалима (Зона 2.2)

Извођењем истражне бушотине Б-7, утврђена је структура постојеће коловозне конструкције на терминалима за путнички саобраћај. Застор коловозне конструкције сачињавају префабриковане бетонске „бехатон“ плоче дебљине 8 см које су постављене на слој песка дебљине 3 - 6 см. Носеће слојеве коловозне конструкције сачињавају бетонска плоча дебљине 20 см испод које је слој дробљеног камена у дебљини 40см.

Такође, у овој зони је изведена још једна бушотина Б-23 – у зони терминала за аутобуски саобраћај за смер Хоргош – Суботица. Увидом у структуру коловозне конструкције добијене из ове бушотине, утврђено је да застор коловозне конструкције сачињавају префабриковане бетонске „бехатон“ плоче дебљине 8 см које су постављене на слоју песка дебљине 3 - 6 см. Носеће слојеве коловозне конструкције сачињавају бетонска плоча дебљине 22 см испод које је слој шљунка у дебљини 25 см.

#### 4. АНАЛИЗА ФУНКЦИОНАЛНОГ И СТРУКТУРНОГ СТАЊА ПОСТОЈЕЋЕ КОЛОВОЗНЕ КОНСТРУКЦИЈЕ

##### 4.1 Оцена стања на основу визуелно уочених оштећења на површинама постојећих коловозних конструкција

Стручњаци Саобраћајног института ЦИП, су октобра 2019. године обишли предметну деоницу и визуелно регистровали типове оштећења на коловозу.

##### Излаз из Србије: смер Србија → Мађарска

- Зрна агрегата у асфалтном застору су крупна, визуелним опажањем констатовано је да је у хабајући слој уграђена асфалтна мешавина АБ 16с.

Између саобраћајних трака изражене су подужне пукотине - подужни спојеви (шлус), настали при асфалтирању, услед лоше изведених подужних спојева асфалта. Током година експлоатације дошло је до његове експанзије, нарочито између траке за путничке аутомобиле и траке намењене аутобусима. Шлус је видљив и између траке намењене кретању аутобуса и теретних возила, али је мањег интензитета. Зону око подужних шлусева одликује присуство и развој прслина и пукотина које су се на многим местима развиле у мрежасте пукотине. Реално је очекивати да ће се временом уколико се не предузме нека мера санације дуж целих подужних пукотина – шлусева, јавити мрежасте пукотине, а у крајњем стадијуму на тим местима ће доћи до појаве ударних рупа.



Слика 4.1.1. Подужни шлус између траке за теретна и путничка возила



Слика 4.1.2. Подужни шлус између возне и претицајне траке

- Зауоставна трака из правца Србије, до 200 m пре одвајања теретних од путничких возила ~ km 1+075 нема значајније изражених колотрага, након чега се они повећавају и како се прилази граничном прелазу постају све израженији.

Велике, километарске колоне теретних возила довеле су до њиховог спорог кретања и мировања и на зауоставној траци, пре преласка зауоставне траке у траку за теретна возила, као и на возној траци. Као последица јавили су се колотрази и на зауоставној и на возној траци, као и на проширењу - изливу са аутопута на теретни терминал.

Уочени су широки колотрази са појавом **мрежастих пукотина**. Широки колотрази су карактеристични за конструкције на којима је слаба носивост носећих слојева. С обзиром на то да је реч о структурном оштећењу, оштећење указује на дефицит у носивости коловозне конструкције и/или слојева испод коловозне конструкције.

На траци намењеној кретању теретних возила у наставку зауоставне траке km 0+875.00, па све до бетонског коловоза km 0+600.00, изражени су уски **колотрази** дубине  $d = 3 - 7$  cm. Ови колотрази настају као последица великог саобраћајног оптерећења. Узрок настанка најчешће је неадекватна асфалтна мешавина, али може бити и недовољна збијеност неvezаних носећих слојева. Осим мрежастих пукотина у оквиру колотрага, присутне су и широке, а плитке **подужне пукотине**.



Слика 4.1.3. Колотрази на траци намењеној саобраћају теретних возила



Слика 4.1.4. Мрежасте пукотине у зони колотрага

Површина асфалта је углачана – хрпавост површине је веома мала са местимичном појавом **испливавања битумена**. Такође су видљиви и трагови машинског уља на површини асфалта.



Слика 4.1.5. Мала хрпавост асфалтног слоја – веома углачана површина

- У претицајној траци, намењеној саобраћају путничких аутомобила приметна је појава **подужних** и **попречних пукотина** које су на више места прерасле у блок пукотине.



Слика 4.1.6. Подужна пукотина по средини претицајне траке



Слика 4.1.7. Попречна пукотина – радни спој

- Стање флексибилне коловозне конструкције пре и после објекта за царинско - пасошку контролу је боље након одвајања теретног од путничког саобраћаја. И даље су присутни лоше изведени подужни шлусеви, као и местимична појава испливавања битумена. Колотрага и даље има, али су знатно мањи, осим у дужини 20 m пре и после прелаза на део поплочан префабрикованим бетонским „бехатон“ плочама, где су средњег до великог интензитета дубине  $d = 1 - 3$  cm, услед честог кочења возила у свим тракама.



Слика 4.1.8. Колотрази у зони царинско - пасошке контроле

- Постојећа коловозна конструкција на тракама намењеним саобраћају теретних возила је крута - бетонски коловоз. Лева трака је у бољем стању од десне. Ово се објашњава чињеницом да сви камиони користе само десну траку јер је скенер тако позициониран. Бетон је дебљине  $d = 20$  cm, испод кога је слој цементне стабилизације  $d = 10 - 15$  cm. Конструкција је издељена привидним и просторним спојницама на плоче димензија  $3,0 \times 3,0$  m. Како би се спречио продор воде са површине, спојнице су запуњене битуменом. Пренос оптерећења са једне на другу бетонску плочу је омогућен уградњом можданика  $\varnothing 28 - 30$  mm. Приметне су пукотине на неким плочама. Приближно 6 % бетонских плоча има видљиву пукотину.





Слика 4.1.9. Бетонска плоча без оштећења



Слика 4.1.10. Пукотина по средини бетонске плоче



Слика 4.1.11. Лом бетонске плоче у углу



Слика 4.1.12. Лом бетонске плоче у зони просторне спојнице

Површина бетона је обрађена “метлисањем” како би се постигла задовољавајућа хрпавост површине. На површини неких плоча је приметна углачаност и губитак “покорице” до те мере да се виде зрна агрегата од кога је бетон направљен. Крута коловозна конструкција је у нешто бољем стању након објекта за контролу граничног прелаза.

Сам крај саобраћајних трака за теретна возила, након објекта за контролу прелаза границе има флексибилну коловозну конструкцију. На њему су уочљиве мале мрежасте пукотине, лоше изведен подужни шлус са развијеним мрежастим пукотинама, као и колотрази малог интензитета.

- Саобраћајне траке у зони објекта граничне контроле су поплочане префабрикованим бетонским „бехатон“ плочама. Ово важи како за терминале намењене путничким аутомобилима, тако и за терминале намењене аутобусима. На терминалима намењеним саобраћају аутобуса уочљиви су велики **колотрази** од 3 cm до 6 cm, као и **улегнућа**. Површина нема захтевану равност. На преко 80% површине, плоче су одвојене од подлоге и „лабаве“. Улегнућа су уочена на свим терминалима намењеним путничким аутомобилима, али мањег интензитета него на терминалу предвиђеном за саобраћај аутобуса. Спојнице - фуге су попуњаване песком. Већина плоча је одвојена од подлоге – цемент бетонски коловоз на слоју кварцног песка за фину нивелацију плоча.



Слика 4.1.13. Колотрази на терминалу намењеном аутобуском саобраћају



Слика 4.1.14. Улегнуће на терминалу за путничка возила. Плоче су улегле, одвојене и „лабаве“

- За хабајући слој флексибилне коловозне конструкције на тракама намењеним путничком саобраћају испред и иза објекта за контролу преласка границе примењена је асфалтна мешавина АБ16с. У овој зони подужне пукотине су најчешће последица слабо одрађених подужних спојева у асфалту. Лоше изведени подужни шлусеви приликом асфалтирања током година експлоатације претворили су се у 2 - 5 cm широке подужне пукотине.



Слика 4.1.15. Подужне пукотине и слабо одрађени подужни спојеви



Слика 4.1.16. Експанзија подужних пукотина и појава попречних пукотина између њих

На тракама намењеним саобраћају аутобуса приметне су **мрежасте пукотине** у трагу колотрага, као и **попречне, подужне и блок пукотине**. Пре и после прелаза на део поплочан префабрикованим бетонским „бехатон“ плочама, приметни су **колотрази** средњег до великог интензитета услед честог кочења и поновног кретања аутобуса.



Слика 4.1.17 Пукотине на траци за аутобусе



Слика 4.1.18 Колотрази на асфалту непосредно после царинско-пасошке контроле на терминалу за аутобусе

- У близини саме административне линије са Мађарском, након спајања теретног и путничког саобраћаја приметне су мрежасте, блок и подужне пукотине. Приметни су и колотрази малог до средњег интензитета. Набројана оштећења се јављају све до административне граничне линије (дужина целог потеза ~ 150 m).

## Улаз у Србију: смер Мађарска → Србија

- Коловоз на улазу у Србију пре објекта за контролу граничног прелаза сачињавају трака за путничка возила, трака за аутобусе и трака за теретна возила. Хабајући слој изведен је од асфалтне мешавине АБ16с. Уочавају се два подужна, лоше изведена шлуса која се претварају у **подужне пукотине** са развијеном **мрежом малих пукотина** ниског интензитета. Широки **колотрази** дубине од 2 cm до 4 cm присутни су на траци намењеној кретању теретних возила, до 2 cm на возној траци, док их на претицајној траци нема.

Изражени су колотрази и улегнуће асфалтног коловоза на прелазу са асфалтног застора на бетонски застор.



Слика 4.1.19. Оштећење на контакту флексибилне и круте коловозне конструкције

- На дужини од приближно 220 m пре објекта за контролу граничног прелаза (km 0+150,00) са трасе аутопута одваја се трака за теретна возила. Коловозна конструкција саобраћајнице за прилаз теретним терминалима је крута, као и на целом теретном терминалу. Бетонска конструкција је у веома добром стању, како на прилазу теретним терминалима, тако и у теретној зони намењеној тешким камионима и аутовозовима. На бетонским плочама местимично је скинута "цементна покорица". Храпавост површине је веома мала. Бетонска конструкција је спојницама издељена на бетонске плоче претежно димензија 4,0 x 4,0 m. Привидне спојнице су постављене на 4 m док су просторне на 24 m. Како би се спречио продор воде са површине, спојнице су запуњене битуменом.



Слика 4.1.20. Постојећи бетонски коловоз на теретном терминалу



Слика 4.1.21. Постојећи бетонски коловоз на теретном терминалу

- Коловозна конструкција на паркинг местима намењена камионима је крута. Сачињавају је бетонска плоча, слој песка за фину нивелацију и вибропресоване префабриковане бетонске плоче - „бехатон“. На површини намењеној за паркирање камиона нема значајнијих деформација осим у зони контакта са бетонским застором на саобраћајници. Појава улегнућа указује на слабу носивост доњих слојева коловозне конструкције или доњег строја. Могући узрок може да буде и превелика дебљина слоја од песка за фину нивелацију плоча.



Слика 4.1.22. Локално улегнуће на паркинг површини за камионе

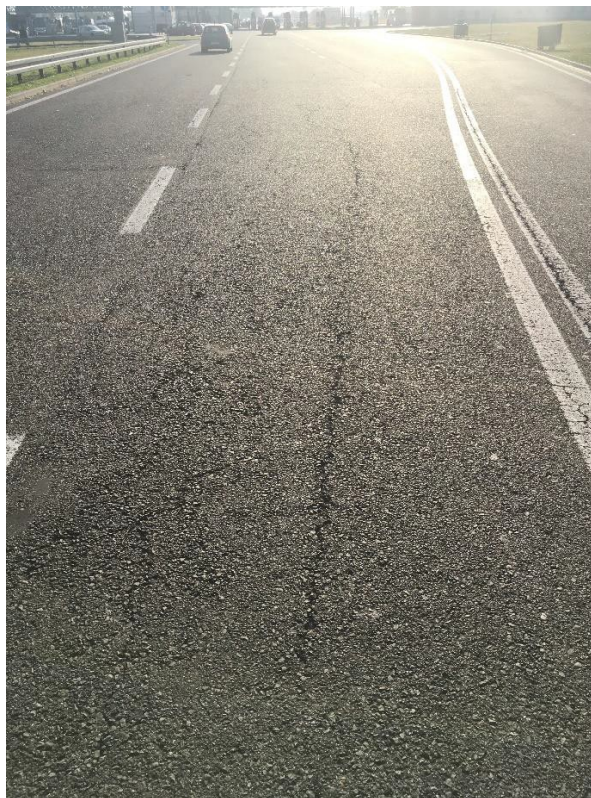


Слика 4.1.23. Локално улегнуће на паркинг површини за камионе

- Хабајући слој флексибилне коловозне конструкције на прилазу путничким терминалима у оквиру објекта за контролу граничног прелаза изведен је од асфалтне мешавине АБ16с. Уочљиве су **подужне пукотине** у зони лоше изведених шлусева са **мрежом малих пукотина** ниског интензитета, као и **блок пукотине** ниског интензитета.



Слика 4.1.24. Подужна пукотина – лоше изведен „шлус“



Слика 4.1.25. Подужна пукотина са разгранатом мрежом малих пукотина

- Саобраћајне траке у зони објекта за контролу граничног прелаза су поплочане префабрикованим бетонским „бехатон“ плочама. Ово важи како за терминале намењене путничким аутомобилима, тако и за терминале намењене аутобусима и проширењу за аутобусе са 4 паркинг места непосредно пре објекта за контролу граничног прелаза. Почетни и крајњи делови терминала за путничке аутомобиле су у задовољавајућем стању, док су на средини (у зони царинско-пасошких пунктова) приметна **улегнућа**. Плоче су одвојене од подлоге и лабаве, држи их само облик („таласасти“). Плоче су црне, као последица капања машинског уља и њихове порозности. Као подлога плочама употребљен је кварцни песак.

На терминалу за аутобусе приметни су **колотрази** дубине од 3 см до 7 см. Распростиру се од почетка и достижу максимум у средишњој зони код царинско-пасошке контроле. Осим колотрага, приметна су и **улегнућа** површине. Као и на терминалима намењеним саобраћају путничких аутомобила, тако и на терминалу за аутобусе приметно је да су плоче одвојене од подлоге и лабаве.



Слика 4.1.26. Површински изглед траке на терминалу за саобраћај аутобуса



Слика 4.1.27. Трака на терминалу за саобраћај аутобуса



Слика 4.1.28. Улегнућа и колотрази на траци за путничка возила



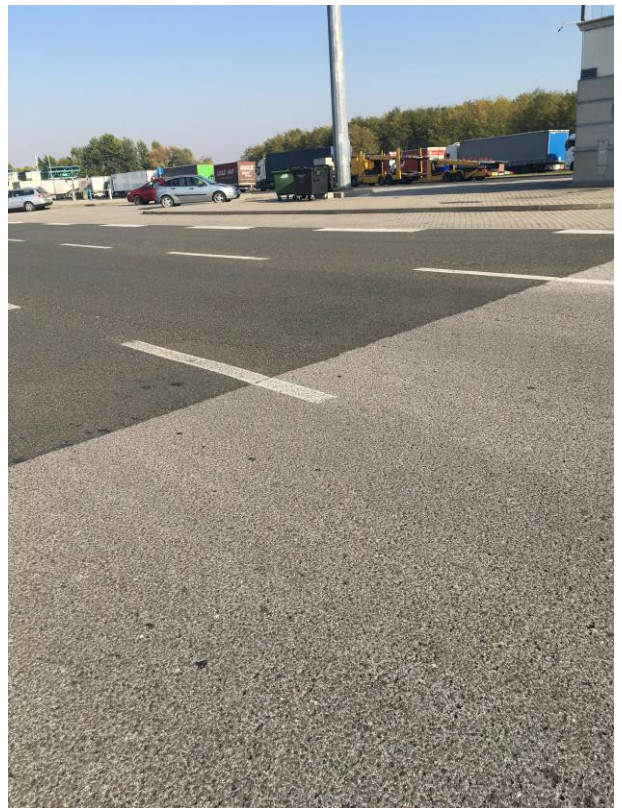
Слика 4.1.29. Колотрази на траци за путничка возила



- Флексибилна коловозна конструкција након објекта за контролу прелаза границе се може разграничити на две зоне. Хабајући слој и коловозна конструкција изведена 2005. - 2006. године карактерише прву зону ближе граничном прелазу (до стационаже ~ km 0+550,00) у дужини од приближно  $L = 185$  m. Запажају се 4 подужна, лоше изведена шлуса који се претварају у **подужне пукотине** ширине 5 cm. Присутне су и **блок и мрежасте пукотине** ниског интензитета. Обиласком терена и визуелни прегледом нису уочени колотрази.
- Након прве зоне од стационаже ~ km 0+550,00 започиње зона старог, „испошћеног“ и „рошаваог“ хабајућег слоја зрна величине 16/22mm. Предметна коловозна конструкција изграђена је 1997. године. Уочена је појава **чупања зрна** агрегата из хабајућег слоја, као и појава **попречних пукотина** на приближно једнаком растојању. Попречне пукотине, с обзиром да је установљено да је коловозна конструкција флексибилног типа, указују на велику крутост и кртост асфалтних слојева. Овај стари хабајући слој се наставља даље на траси аутопута ка Новом Саду.



Слика 4.1.30. Подужна и попречна пукотина



Слика 4.1.31. Радни спој старијег и новијег асфалта на стационажи 0+550,00



Слика 4.1.32. Попречна пукотина



Слика 4.1.33. Попречна пукотина

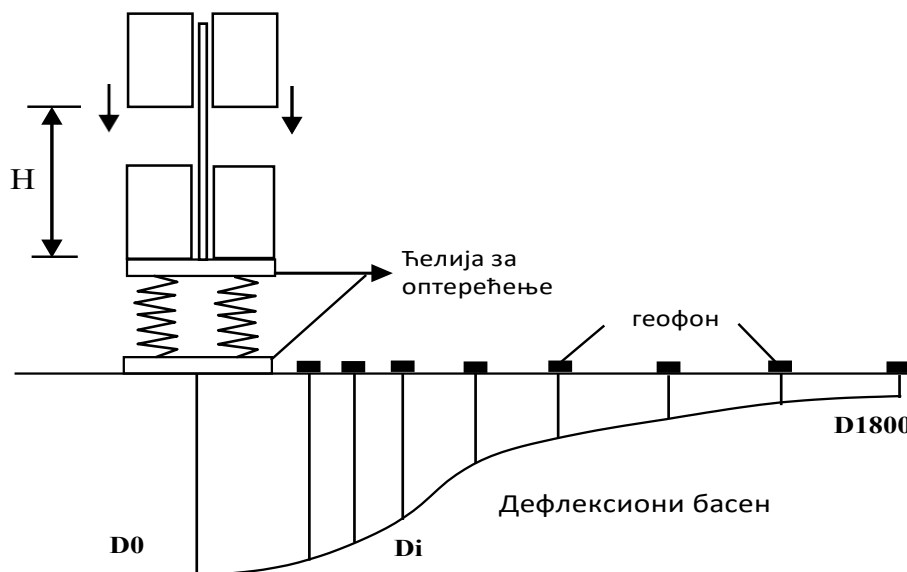
## 4.2 Оцена носивости постојеће коловозне конструкције

Мерење дефлексија (угиба), као и припадајући извештај са оценом стања преостале носивости постојеће коловозне конструкције на основу измерених дефлексија и срачунатим модулима крутости слојева (повратном методом – Backcalculation) за потребе Саобраћајног института ЦИП, урадио је Институт за путеве а.д. из Београда. Цео извештај дат је у Прилогу II – *Извештај о носивости коловозне конструкције на основу измерених дефлексија*.

### 4.2.1 Резултати мерења дефлексија на површини коловоза

Дефлексије, као показатељи структурног стања коловозне конструкције утврђени неструктурним методом, измерене су тешким дефлектометром са падајућим теретом (HWD 8081-Dynatest), у новембру 2019. године.

Избором терета и висине пада, наносена је сила од 50 kN на кружну плочу пречника  $\varnothing 300$  mm, која је била постављена на површину коловоза. Контактна оптерећење је било  $\approx 707$  kPa. На свакој мерној тачки на коловозу, извршена су 3 ударца. Шема мерног уређаја је приказана на следећој слици:



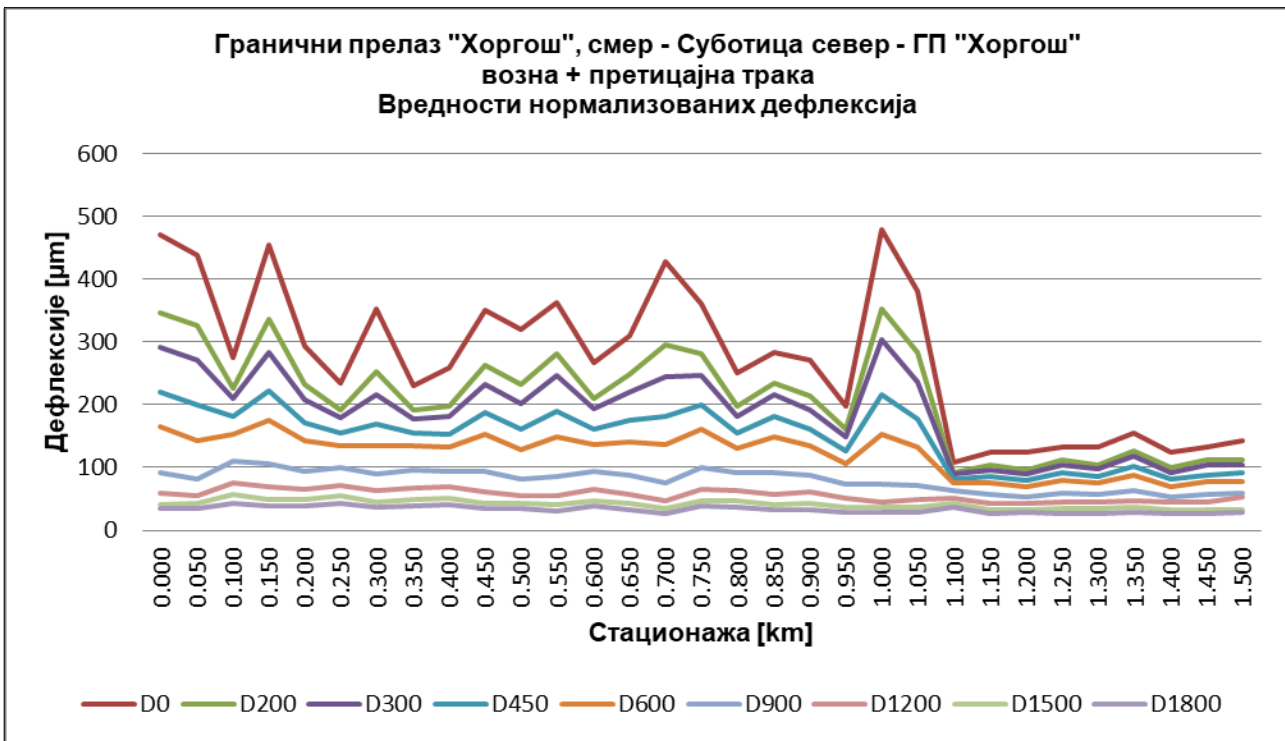
Слика 4.2.1.1. Шема рада HWD-а

Мерење дефлексије при сваком ударцу је вршено геофонима постављеним на следећим удаљењима од центра кружне плоче:  $r=0$  mm, 200 mm, 300 mm, 450 mm, 600 mm, 900 mm, 1200 mm, 1500 mm и 1800 mm.

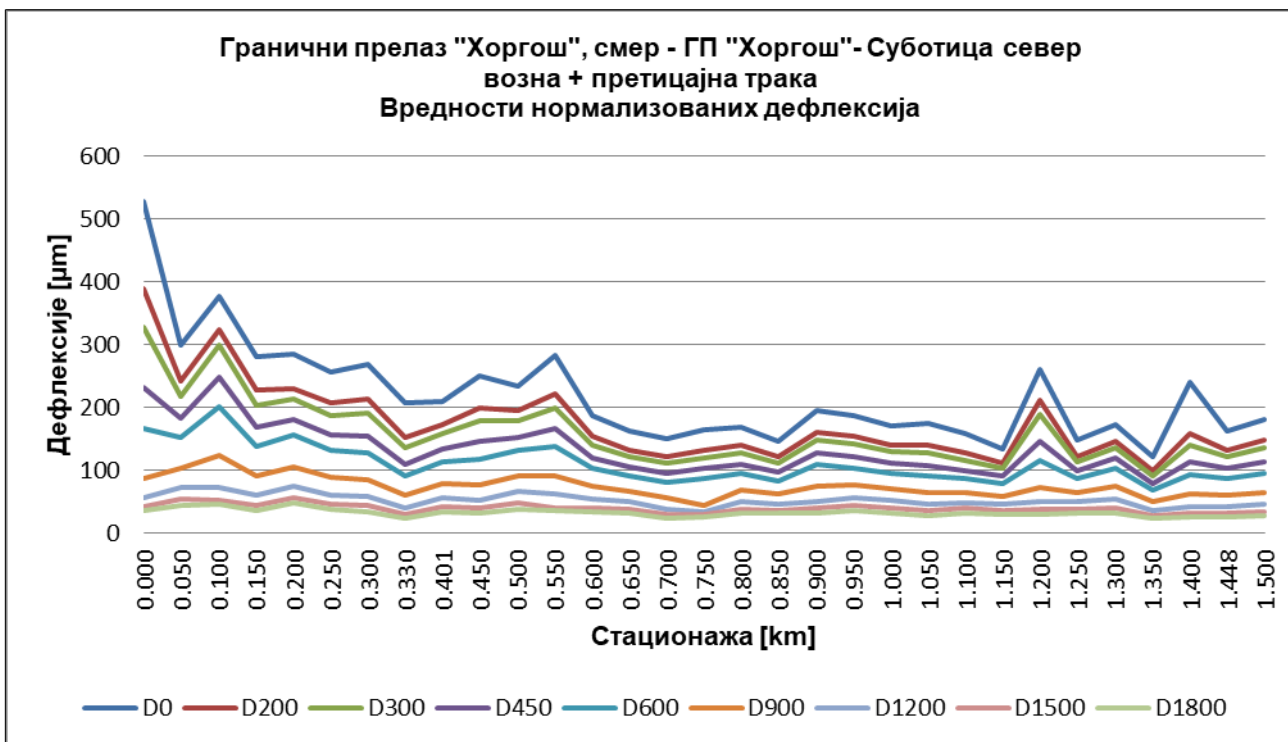
Мерење и резултати мерења су праћени преко процесора и рачунара, а осим параметара под којим је извршено мерење и резултата мерења меморисана је и радна - релативна стационажна која се водила од реперне тачке на деоници, као и температура ваздуха и коловоза.

Мерење је вршено у трагу тачка на сваких 50 m на возној и претицајној траци (смакнуто по тракама) при температури ваздуха  $T_{\text{вазд}} = 11 - 14^{\circ}\text{C}$  и температури асфалта  $T_{\text{асф}} = 11 - 15^{\circ}\text{C}$ .

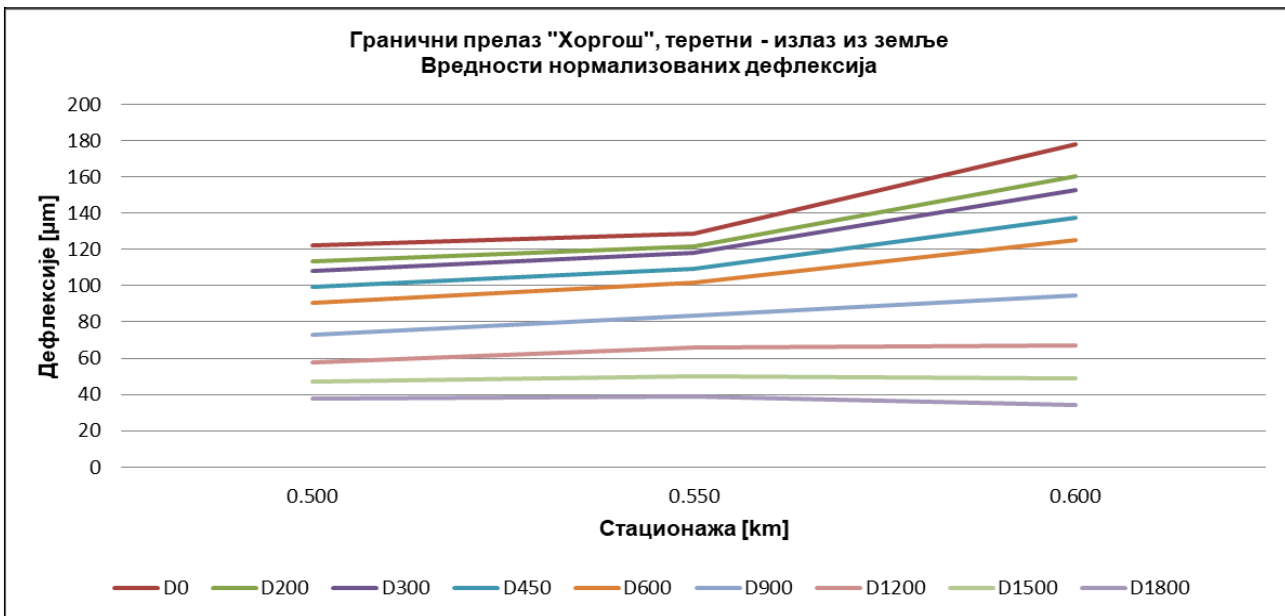
На следећем дијаграму приказане су вредности нормализованих дефлексија - обједињена мерења на обе траке:



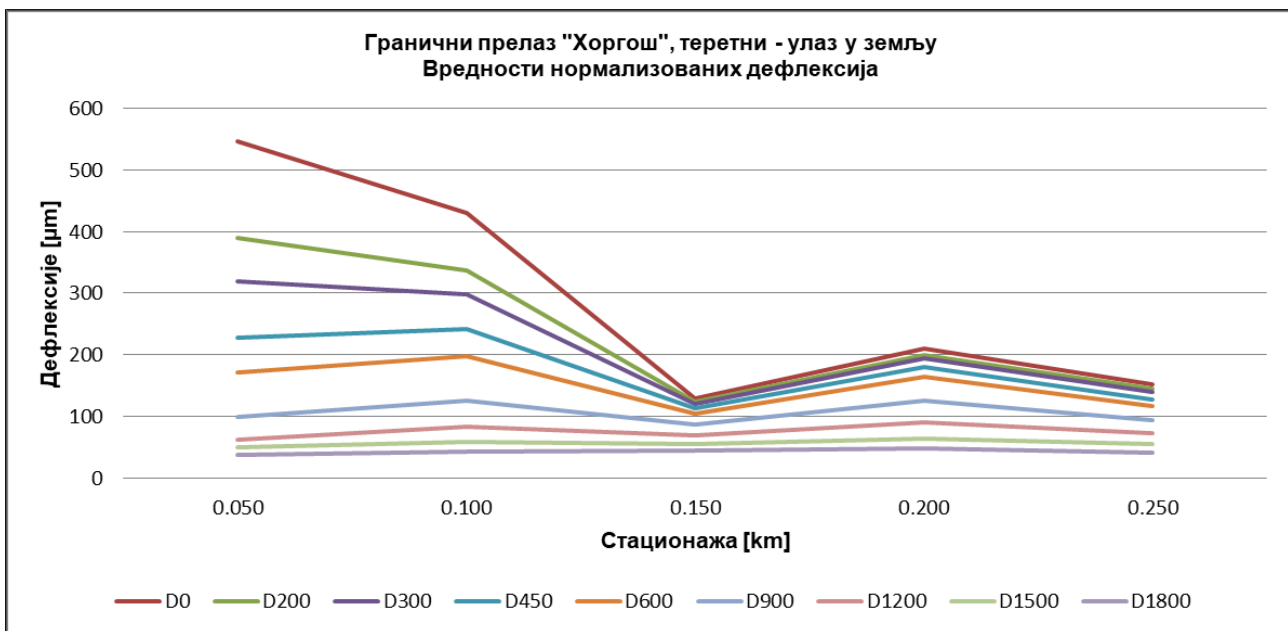
Слика 4.2.1.2. Дијаграм вредности нормализованих дефлексија, смер Суботица север – ГП „Хоргош“ – возна + претицајна трака



Слика 4.2.1.3 Дијаграм вредности нормализованих дефлексија, смер ГП „Хоргош“ – Суботица север – возна + претицајна трака



Слика 4.2.1.4 Дијаграм вредности нормализованих дефлексија, ГП „Хоргош“ – теретни терминал излаз из земље (бетонски коловоз)



Слика 4.2.1.5 Дијаграм вредности нормализованих дефлексија, ГП „Хоргош“ – теретни терминал улаз у земљу (прве 2 тачке на асфалтном коловозу, следеће 3 тачке на бетонском коловозу)

#### 4.2.2 Дефинисање хомогених потеза на основу измерених дефлексија, методом кумулативних разлика

Хомогени потези одређени су методом кумулативних разлика (AASHTO Guide) одвојено по смеровима, и то према следећим параметрима:

- дефлексији D0,
- параметру крутости везаних слојева  $SCI = D0 - D300$ ,
- параметру крутости подлоге  $BCI = D600 - D900$ .

На основу приказаних дијаграма датих у оквиру Прилога II – *Извештај о носивости коловозне конструкције на основу измерених дефлексија*, јасно се издвајају следећи хомогени потези.

смер Суботица север – ГП „Хоргош“	
Потез	Стационажа (km)
1.	km 0+000 – km 1+050 (флексибилна кол.кон.)
2.	km 1+050 – km 1+500 (флексибилна кол.кон.)
смер ГП „Хоргош“ – Суботица север	
Потез	Стационажа (km)
1.	km 0+000 – km 0+550 (флексибилна кол.кон.)
2.	km 0+550 – km 1+500 (флексибилна кол.кон.)
ГП „Хоргош“ – теретни излаз (крута кол.кон.)	
Потез	Стационажа (km)
1.	km 0+145 – km 0+605
ГП „Хоргош“ – теретни улаз	
Потез	Стационажа (km)
1.	km 0+050 – km 0+150 (флексибилна кол.кон.)
2.	km 0+150 – km 0+250 (крута кол.кон.)

Статистичком обрадом података добијене су следеће вредности параметара по потезима:

Табела 4.2.2.1. Вредности параметара носивости по хомогеним потезима

смер Суботица север – ГП „Хоргош“ возна + претицајна трака											
Потез	Стат. подат.	Измерене дефлексије ( $\mu\text{m}$ )									D0(20°C) ( $\mu\text{m}$ )
		d0	d200	d300	d450	d600	d900	d1200	d1500	d1800	
1.	avg	310	253	222	178	142	90	61	44	35	331
	stdev	80	55	41	24	14	10	8	6	5	84
	kv	0,26	0,22	0,18	0,14	0,10	0,11	0,14	0,14	0,13	0,25
	85%	<b>428</b>	<b>322</b>	<b>278</b>	<b>210</b>	<b>157</b>	<b>100</b>	<b>69</b>	<b>51</b>	<b>41</b>	<b>448</b>
2.	avg	144	107	99	87	77	58	46	35	29	131
	stdev	37	10	9	7	5	3	4	3	3	13
	kv	0,26	0,10	0,09	0,08	0,07	0,06	0,08	0,10	0,10	0,10
	85%	<b>199</b>	<b>120</b>	<b>111</b>	<b>96</b>	<b>83</b>	<b>63</b>	<b>52</b>	<b>40</b>	<b>33</b>	<b>149</b>

смер ГП „Хоргош“ – Суботица север возна + претицајна трака											
Потез	Стат. подат.	Измерене дефлексије( $\mu\text{m}$ )									D0(20°C) ( $\mu\text{m}$ )
		d0	d200	d300	d450	d600	d900	d1200	d1500	d1800	
1.	avg	275	231	208	169	139	91	62	45	37	290
	stdev	86	65	55	38	28	16	10	7	6	87
	kv	0,31	0,28	0,26	0,23	0,20	0,17	0,16	0,16	0,17	0,30
	85%	<b>356</b>	<b>328</b>	<b>301</b>	<b>232</b>	<b>169</b>	<b>107</b>	<b>73</b>	<b>55</b>	<b>46</b>	<b>384</b>
2.	avg	163	141	129	109	93	65	47	37	30	174
	stdev	32	25	22	16	12	9	6	4	3	35
	kv	0,20	0,18	0,17	0,14	0,12	0,14	0,13	0,12	0,12	0,20
	85%	<b>199</b>	<b>160</b>	<b>145</b>	<b>125</b>	<b>106</b>	<b>76</b>	<b>54</b>	<b>41</b>	<b>33</b>	<b>215</b>
ГП „Хоргош“ – теретни излаз - бетонски коловоз											
Потез	Стат. подат.	Измерене дефлексије( $\mu\text{m}$ )									D0(20°C) ( $\mu\text{m}$ )
		d0	d200	d300	d450	d600	d900	d1200	d1500	d1800	
1.	avg	143	132	126	115	106	84	63	49	37	
	stdev	30	25	23	20	18	11	5	2	2	
	kv	0,21	0,19	0,18	0,17	0,17	0,13	0,08	0,03	0,06	
	85%	<b>178</b>	<b>160</b>	<b>153</b>	<b>137</b>	<b>125</b>	<b>95</b>	<b>67</b>	<b>50</b>	<b>39</b>	
ГП „Хоргош“ – теретни улаз - флексибилни па бетонски коловоз											
Потез	Стат. подат.	Измерене дефлексије( $\mu\text{m}$ )									D0(20°C) ( $\mu\text{m}$ )
		d0	d200	d300	d450	d600	d900	d1200	d1500	d1800	
1.	avg	456	364	309	235	184	113	73	54	40	489
	stdev	83	38	15	11	18	19	14	6	4	82
	kv	0,18	0,10	0,05	0,04	0,10	0,17	0,19	0,11	0,11	0,17
	85%	<b>515</b>	<b>391</b>	<b>319</b>	<b>243</b>	<b>197</b>	<b>126</b>	<b>83</b>	<b>58</b>	<b>43</b>	<b>547</b>
2.	avg	164	156	151	140	128	102	77	57	44	
	stdev	42	40	39	35	31	20	11	5	3	
	kv	0,25	0,25	0,26	0,25	0,24	0,20	0,15	0,08	0,08	
	85%	<b>210</b>	<b>200</b>	<b>195</b>	<b>180</b>	<b>163</b>	<b>125</b>	<b>89</b>	<b>63</b>	<b>48</b>	

На основу приказаних резултата може се закључити следеће :

- Смер Суботица север – Г.П. „Хоргош“ – флексибилна коловозна конструкција.

Деоница је подељена на два хомогена потеза која су видно различита по питању носивости. Први километар у смеру раста стационаже (зона граничног прелаза) је у знатно лошијем стању  $D0(85\%) = 448 \mu\text{m}$ . Коригована вредност дефлексије D0 је у овој зони три пута већа у односу на последњих 500m у смеру раста стационаже  $D0(85\%) = 149 \mu\text{m}$  (ауто-пут на прилазу граничном прелазу из смера Београда).

- Смер Г.П. „Хоргош“ – Суботица север – флексибилна коловозна конструкција

Деоница је подељена на два хомогена потеза која су видно различита по питању носивости. Приметна је разлика у носивости првих 550 m (зона граничног прелаза)  $D0(85\%) = 384 \mu\text{m}$ , у односу на последњи километар (излаз са граничног прелаза и прелаз на аутопут)  $D0(85\%) = 215 \mu\text{m}$

- ГП „Хоргош“ – теретни излаз из Србије – крута коловозна конструкција

Према вредностима SCI, BDI и BCI које су дате у Прилогу II може се рећи да носивост круте коловозне конструкције није угрожена.

- ГП „Хоргош“ – теретни улаз у Србију

За разлику од теретног излаза, теретни улаз у земљу у првом делу има флексибилну коловозну конструкцију, док је на другом делу крута коловозна конструкција. Флексибилна коловозна конструкција на првом потезу по питању носивости је у најлошијем стању од свих мерених површина,  $D_0(85\%)=547\mu\text{m}$ . На другом потезу је крута коловозна и њена носивост није нарушена.

#### 4.2.3 Одређивање модула еластичности слојева

Одређивање модула еластичности слојева коловозне конструкције и постељице, спроведено је на основу података о дефлексионом базену и структури коловоза, применом рачунарског програма Elmod 6 - Dynatest по принципу фитовања дефлексионог базена (Deflection Basin Fit; Odemark-Bussinesq; теорија линеарне еластичности), уз примену решења за случај нелинеарно еластичног материјала у постељици и доњем строју. Прорачун је изведен тзв. повратном методом – Backcalculation.

Метода подразумева итеративни прорачун модула по слојевима након чега се тражи рачунска дефлексија и пореди са измереним дефлексијама при чему се тражи крива приближна измереном дефлексионом базену.

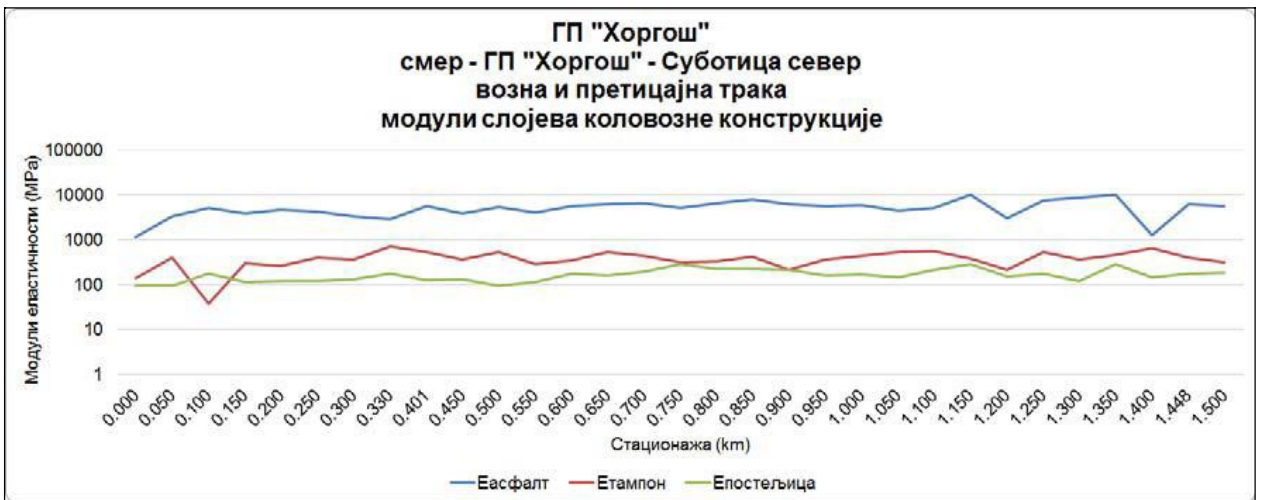
На основу дефлексионог базена (дефлексије  $D_0$ ;  $D_{200}$ ;  $D_{300}$ ;  $D_{600}$ ;  $D_{900}$ ;  $D_{1200}$ ;  $D_{1500}$ ;  $D_{1800}$ ), дебљина слојева ( $h_1, h_2, \dots, h_n$ ) и решења по теорији еластичности за вишеслојне системе, одређени су модули еластичности слојева на температури мерења, као и на меродавној годишњој температури асфалтног слоја ( $20^\circ\text{C}$ ).

Дуж деонице дебљине слојева су усвајане према истражним бушотинама. Резултати прорачуна модула еластичности слојева коловозне конструкције и постељице ( $E_1$  – асфалтни слојеви,  $E_2$  – неvezани слојеви од каменог агрегата,  $E_3$  - постељица) на сваком мерном месту приказани су на наредним дијаграмима:

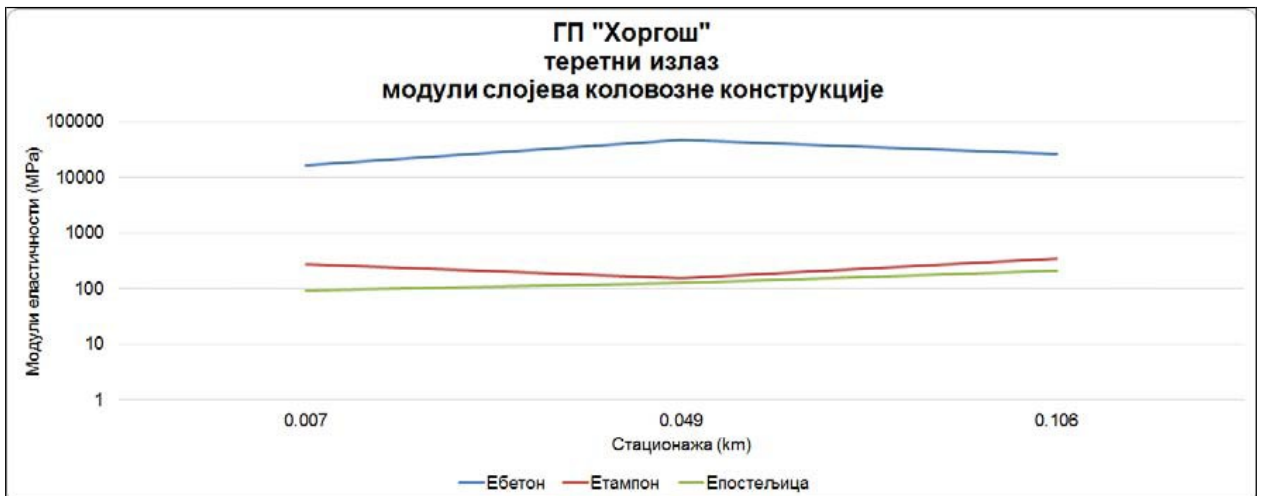


Слика 4.2.3.1 Модули еластичности слојева коловозне конструкције, смер Суботица север – ГП „Хоргош“

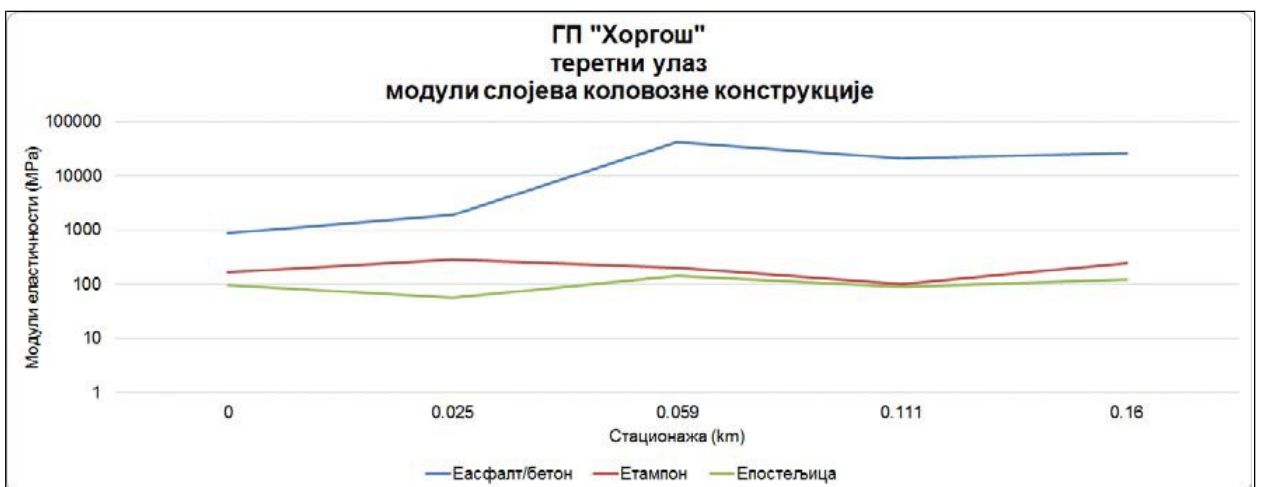




Слика 4.2.3.2 Модули еластичности слојева коловозне конструкције, смер ГП „Хоргош“ - Суботица север



Слика 4.2.3.3 Модули еластичности слојева коловозне конструкције, ГП „Хоргош“ – теретни терминал, излаз из земље - бетонски коловоз



Слика 4.2.3.4 Модули еластичности слојева коловозне конструкције, ГП „Хоргош“ – теретни терминал, улаз у земљу - прва 2 мерења флексибилни коловоз, следећа 3 мерења бетонски коловоз

Статистичком обрадом добијених вредности добијени су следеће вредности модула слојева по дефинисаним хомогеним потезима:

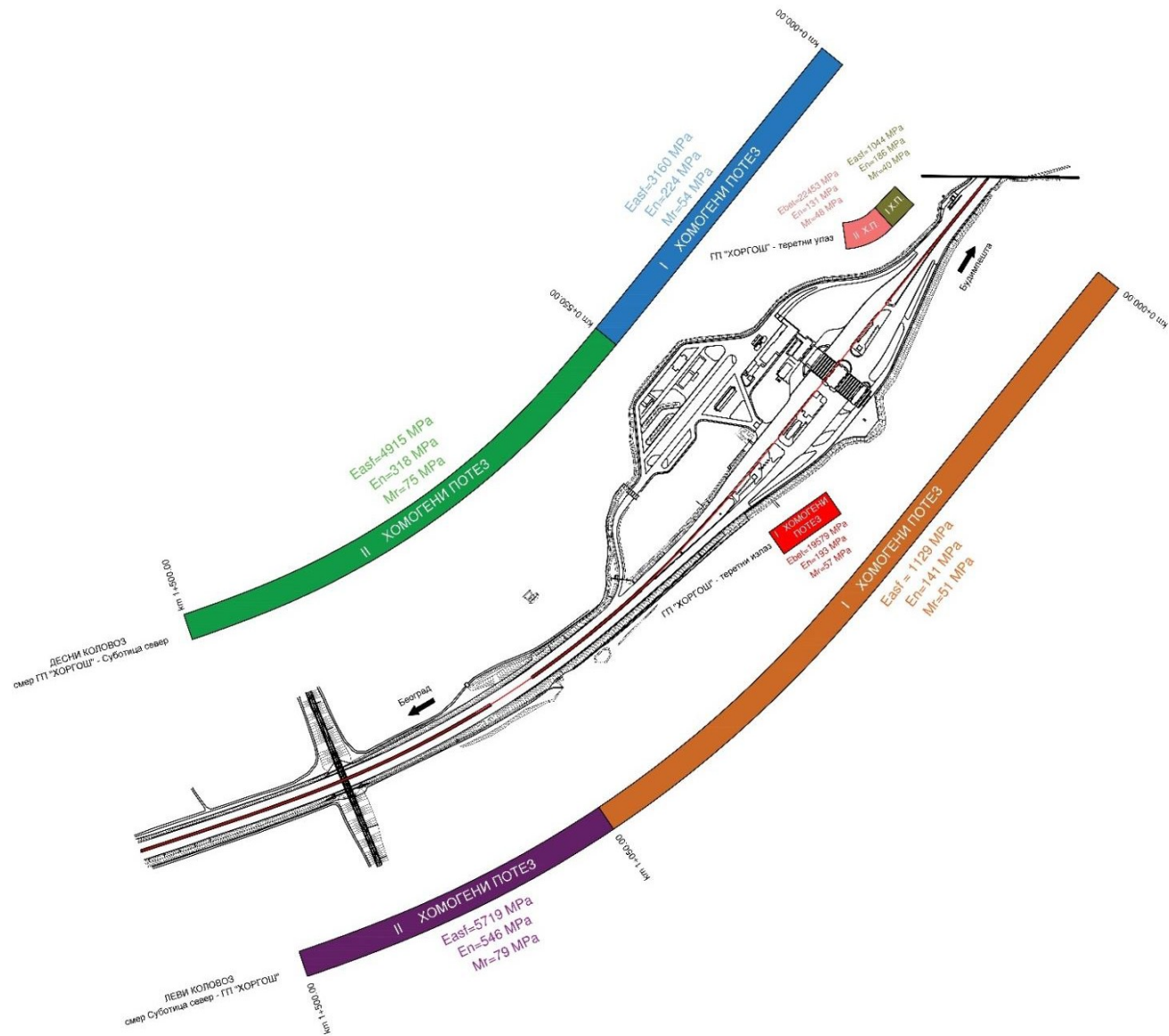
Табела 4.2.3.1 Вредности модула слојева по дефинисаним хомогеним потезима

смер Суботица север – ГП „Хоргош“						
Стационажа (km)	Слој	Е [МПа]	AVG	STDEV	KV	15%
1. потез од km 0+000 до km 1+050	асф.слојеви	Е <sub>асф</sub>	2840	1737	0,61	<b>1129</b>
	невезани слојеви	Е <sub>нев</sub>	215	68	0,32	<b>141</b>
	постељница	Е <sub>пост</sub>	125	42	0,34	<b>96</b>
2. потез од km 1+050 до km 1+500	асф.слојеви	Е <sub>асф</sub>	7607	2694	0,35	<b>5719</b>
	невезани слојеви	Е <sub>нев</sub>	660	159	0,24	<b>546</b>
	постељница	Е <sub>пост</sub>	186	41	0,22	<b>159</b>
смер ГП „Хоргош“ – Суботица север						
Стационажа (km)	Слој	Е [МПа]	AVG	STDEV	KV	15%
1. потез од km 0+000 до km 0+550	асф.слојеви	Е <sub>асф</sub>	3993	1239	0,31	<b>3160</b>
	невезани слојеви	Е <sub>нев</sub>	396	157	0,40	<b>224</b>
	постељница	Е <sub>пост</sub>	126	27	0,22	<b>97</b>
2. потез од km 0+550 до km 1+500	асф.слојеви	Е <sub>асф</sub>	6268	2179	0,35	<b>4915</b>
	невезани слојеви	Е <sub>нев</sub>	417	119	0,28	<b>318</b>
	постељница	Е <sub>пост</sub>	198	50	0,25	<b>154</b>
ГП „Хоргош“ – теретни излаз из земље						
Стационажа (km)	Слој	Е [МПа]	AVG	STDEV	KV	15%
1. потез од km 0+145 до km 0+605	цемент-бетонска плоча	Е <sub>асф</sub>	30337	16046	0,53	<b>19579</b>
	невезани слојеви	Е <sub>нев</sub>	260	96	0,37	<b>193</b>
	постељница	Е <sub>пост</sub>	142	58	0,41	<b>103</b>
ГП „Хоргош“ – теретни улаз у земљу						
Стационажа (km)	Слој	Е [МПа]	AVG	STDEV	KV	15%
1. потез од km 0+050 до km 0+150	асф.слојеви	Е <sub>асф</sub>	1405	729	0,52	<b>1044</b>
	невезани слојеви	Е <sub>нев</sub>	226	81	0,36	<b>186</b>
	постељница	Е <sub>пост</sub>	77	28	0,37	<b>63</b>
2. потез од km 0+150 до km 0+250	цемент-бетонска плоча	Е <sub>асф</sub>	29819	11306	0,38	<b>22453</b>
	невезани слојеви	Е <sub>нев</sub>	182	75	0,41	<b>131</b>
	постељница	Е <sub>пост</sub>	117	26	0,22	<b>99</b>

За меродавне модуле на сваком потезу усвајају се 15%-не вредности.

На основу добијених резултата закључује се да је носивост асфалтних слојева на два хомогена потеза (потез смер Суботица север – ГП „Хоргош“ од km 0+000,00 до km 1+050,00 и потез Г.П. „Хоргош“ – теретни улаз у земљу од km 0+050,00 до km 0+150,00) истрошена с обзиром да су меродавне вредности модула у односу на вредности модула нових слојева опале за више од 50%, док су на осталим хомогеним потезима те вредности карактеристичне за асфалтне слојеве.

Срачунате вредности модула цемент-бетонске плоче указују да на бетонском коловозу није нарушена носивост. Вредности модула неvezаних носећих слојева је карактеристична за примењени материјал (дробљени камен/шљунак) и дебљину слоја. Исто се може рећи и за постељични слој.



Слика 4.2.3.5. Шематски приказ хомогених потеза по тракама на ГП „Хоргош“

#### 4.2.4 Оцена ефективне носивости постојеће коловозне конструкције

Утврђивање постојеће носивости  $S_{Neff}$  урађено је према AASHTO методи на основу измерених угиба.

Ефективна носивост се рачуна према следећем изразу:

$$S_{Neff} = 0,0237 \times D \times E_p^{1/3}$$

где су:

- $D$  - укупна дебљина коловозне конструкције (cm)
- $E_p$  - ефективни модул коловозне конструкције (MPa)

Ефективни модул је срачунао из дефлективног басена на основу израза:

$$\frac{d_0 \cdot M_r}{P} = \frac{1.5}{\pi \cdot a} \left[ \frac{1}{\sqrt{1 + \left( \frac{D}{a} \sqrt{\frac{E_p}{M_r}} \right)^2}} + \frac{1 - \frac{1}{\sqrt{1 + \left( \frac{D}{a} \right)^2}}}{\frac{E_p}{M_r}} \right]$$
$$M_r = \frac{0.24 \cdot P}{d_r \cdot r} \cdot 100$$

где је:

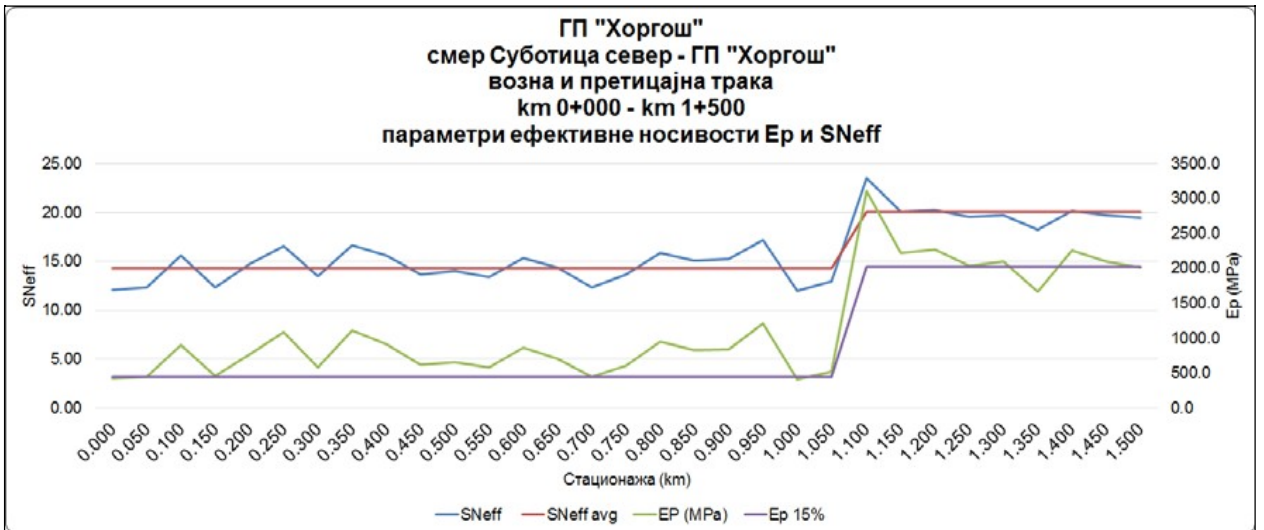
- $d_0$  – дефлексија у центру оптерећења (mm)
- $a$  – радијус контактне плоче ( $a=15$  cm)
- $M_r$  – повратни модуло постељице (MPa)
- $d_r$  – дефлексија на растојању  $r$  од центра оптерећења (mm)
- $P$  – сила угибомера (kN)

При том потребно је задовољити услов:  $r/a_e > 0.7$ , где је  $a_e$  – ефективни радијус купе напона.

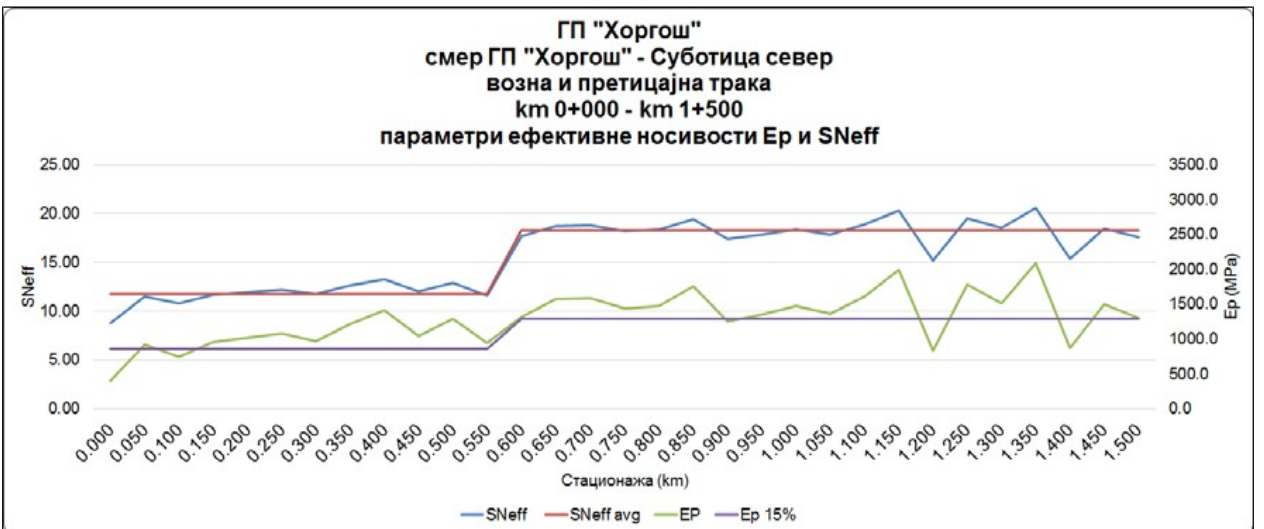
$$a_e^2 = a^2 + \left( D^3 \sqrt{\frac{E_p}{M_r}} \right)^2$$

Срачунате вредности ефективне носивости по хомогеним потезима приказане су графички и табеларно, а преузете су из Прилога II - *Извештај о носивости коловозне конструкције на основу измерених дефлексија*.

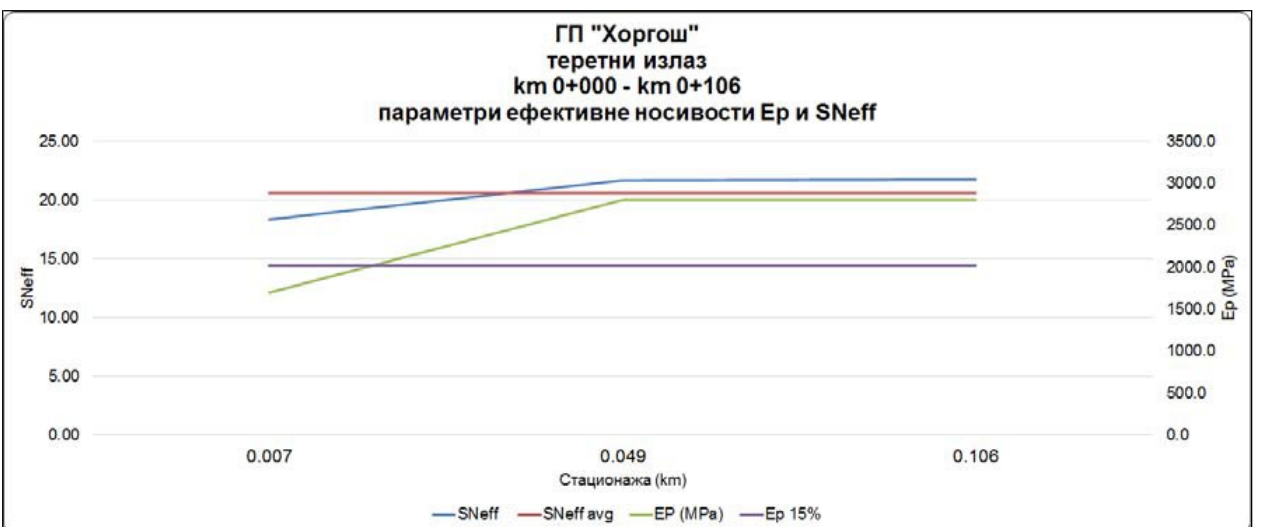
На наредним дијаграмима приказане су вредности параметара ефективне носивости.



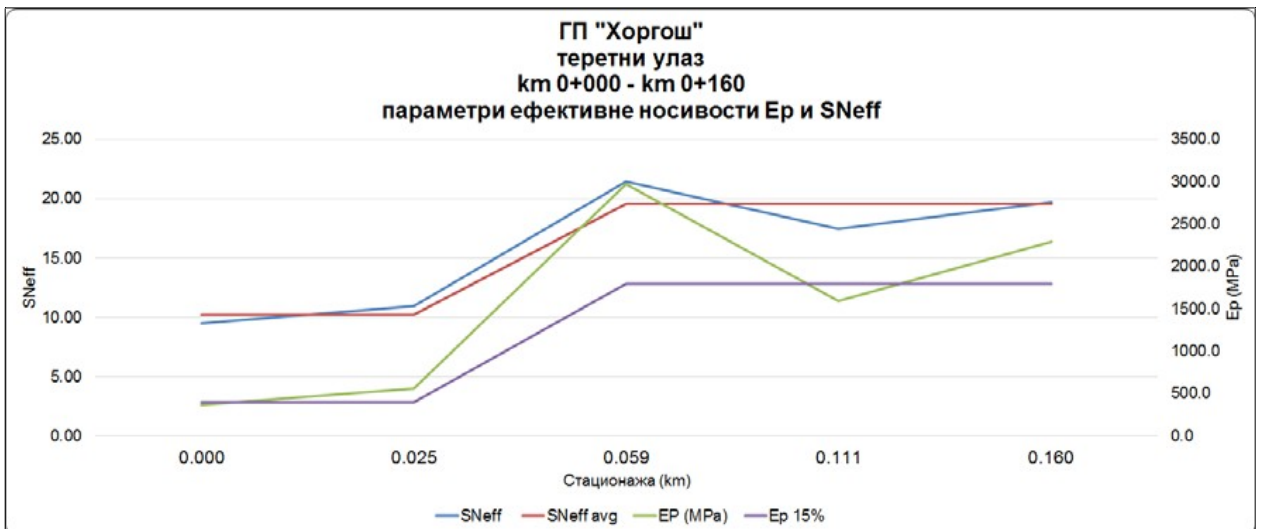
Слика 4.2.4.1 Параметри ефективне носивости, возна и претицајна трака смер Суботица север – ГП „Хоргош“



Слика 4.2.4.2 Параметри ефективне носивости, возна и претицајна трака смер ГП „Хоргош“ - Суботица север



Слика 4.2.4.3 Параметри ефективне носивости, ГП „Хоргош“ – теретни излаз из земље



Слика 4.2.4.4 Параметри ефективне носивости, ГП „Хоргош“ – теретни улаз у земљу

Табела 4.2.4.1 Параметри ефективне носивости

смер Суботица север – ГП „Хоргош“			
Потез	Стационажа (km)	$SN_{eff}$	$E_{p15\%}$ [MPa]
1.	km 0+000 – km 1+050	14.30	451
2.	km 1+050 – km 1+500	20.08	2017
смер ГП „Хоргош“ – Суботица север			
Потез	Стационажа (km)	$SN_{eff}$	$E_{p15\%}$ [MPa]
1.	km 0+000 – km 0+550	11.75	863
2.	km 0+550 – km 1+500	18.26	1287
ГП „Хоргош“ – теретни излаз			
Потез	Стационажа (km)	$SN_{eff}$	$E_{p15\%}$ [MPa]
1.	km 0+145 – km 0+605	20.60	2026
ГП „Хоргош“ – теретни улаз			
Потез	Стационажа (km)	$SN_{eff}$	$E_{p15\%}$ [MPa]
1.	km 0+050 – km 0+150	10.22	397
2.	km 0+150 – km 0+250	19.52	1800

## 5. ПРОРАЧУН ПОТРЕБНОГ ОЈАЧАЊА ПОСТОЈЕЋЕ КОЛОВОЗНЕ КОНСТРУКЦИЈЕ ( $D_{oj}$ ) ЗА БУДУЋЕ ЕКСПЛОАТАЦИОНЕ УСЛОВЕ

Поред анализе измерених дефлексија коју је урадио Институт за путеве а.д. Београд, пројектант је на основу резултата мерења дефлексија извршио и сопствену анализу на основу AASHTO Guide for Design of Pavement Structures 1993. Прорачун модула реакције постелице ( $M_R$ ), ефективне носивости ( $SN_{eff}$ ) и потребног појачања постојеће коловозне конструкције ( $d_{oj}$ ), извршен је за сваки дефлексионски базен појединачно. Резултати прорачуна приказани су табеларно.

### Лева коловозна трака, смер Суботица - Хоргош

Табела 5.1 Срачунате вредности  $M_R$ ,  $SN_{xeff}$  и потребног ојачања  $d_{oj}$  на левој коловозној траци, смер Суботица - Хоргош

Стационажа	$M_R$ [MPa]	Прорачунски		D [m]	$SN_{xeff}$ [cm]	$SN_{potr}$ [cm]	$d_{oj}$ [cm]
		$M_R$ [MPa]	$E_p$ [MPa]				
<b>ESO = 14.7 x 10<sup>6</sup></b>							
0+000	140,6	46	140,6	0,68	12,04	11.13	4,7
0+050	154,7	51	154,7	0,68	12,30	10.76	3,2
0+100	141,9	47	141,9	0,68	15,46	11.10	0,0
0+150	132,9	44	132,9	0,68	12,30	11.36	4,7
<b>ESO = 2.1 x 10<sup>6</sup></b>							
0+200	163,4	54	163,4	0,68	14,65	10.55	0,0
0+250	156,2	52	156,2	0,68	16,46	10.73	0,0
0+300	171,5	57	171,5	0,68	13,40	10.37	0,0
0+350	160,1	53	160,1	0,68	16,54	10.63	0,0
0+400	166,3	55	166,3	0,68	15,51	10.49	0,0
0+450	153,0	50	153,0	0,68	13,62	10.81	0,0
0+500	181,6	60	181,6	0,68	13,91	10.15	0,0
0+550	156,6	52	156,6	0,68	13,36	10.72	0,0
0+600	166,4	55	166,4	0,68	15,28	10.48	0,0
0+650	165,7	55	165,7	0,68	14,27	10.50	0,0
0+700	170,8	56	170,8	0,68	12,30	10.39	0,0
0+750	144,8	48	144,8	0,68	13,55	11.02	0,0
0+800	169,5	56	169,5	0,68	15,72	10.41	0,0
0+850	156,5	52	156,5	0,68	15,01	10.72	0,0
0+900	174,1	57	174,1	0,68	15,11	10.31	0,0
0+950	210,3	69	210,3	0,68	17,05	9.62	0,0
1+000	143,1	47	143,1	0,68	11,93	11.07	0,0
1+050	174,1	57	174,1	0,68	12,92	10.31	0,0
1+100	216,1	71	216,1	0,68	23,25	9.53	0,0
1+150	271,8	90	271,8	0,68	20,65	8.74	0,0
1+200	273,3	90	273,3	0,68	20,66	8.72	0,0
1+250	260,1	86	260,1	0,68	20,08	8.88	0,0
крај зоне интервенције							
1+300	253,7	84	253,7	0,68	20,26	8.97	0,0
1+350	242,6	80	242,6	0,68	18,80	9.12	0,0
1+400	260,1	86	260,1	0,68	20,76	8.88	0,0
1+450	255,0	84	255,0	0,68	20,26	8.95	0,0
1+500	222,5	73	222,5	0,68	19,96	9.42	0,0

На основу измерених дефлексија на левој коловозној траци (смер Суботица – Хоргош), за будуће експлоатационе услове и за пројектни период од 20 година, није потребно предвидети ојачање постојеће коловозне конструкције. На првих 150 m предметне деонице срачунато потребно појачање износи  $d_{oj} = 5$  cm, што је дебљина која се може компензовати делимичним стругањем постојећих асфалтних слојева и уградњом новог асфалта. Треба имати у виду да се предметна табела односи на возну и претицајну траку, док је излив на теретни терминал и проширење коловоза у тој зони третирано посебно.

### **Десна коловозна трака, смер Хоргош - Суботица**

Табела 5.2 Срачунате вредности  $M_r$ ,  $SN_{xeff}$  и потребног ојачања  $d_{oj}$  на десној коловозној траци, смер Хоргош - Суботица

Стационажа	$M_r$ [MPa]	Прорачунски		D [m]	$SN_{xeff}$ [cm]	$SN_{potr}$ [cm]	$d_{oj}$ [cm]
		$M_r$ [MPa]	$E_p$ [MPa]				
<b>ESO = 14.7 x 10<sup>6</sup></b>							
0+000	134,1	44	134,1	0,50	8,72	14.66	<b>13.4</b>
0+050	148,9	49	148,9	0,50	11,43	14.19	<b>6.2</b>
0+100	115,1	38	115,1	0,50	10,67	15.37	<b>10.6</b>
0+150	168,3	56	168,3	0,50	11,56	10.45	<b>4,6</b>
<b>ESO = 2.1 x 10<sup>6</sup></b>							
0+200	146,5	48	146,5	0,50	11,80	10.98	0,0
0+250	172,9	57	172,9	0,50	12,06	10.34	0,0
0+300	181,9	60	181,9	0,50	11,64	10.15	0,0
0+330	253,0	83	253,0	0,50	12,52	8.98	0,0
0+401	194,4	64	194,4	0,50	13,16	9.91	0,0
0+450	195,8	65	195,8	0,50	11,92	9.88	0,0
0+500	168,1	55	168,1	0,50	12,75	10.45	0,0
0+550	169,0	56	169,0	0,50	11,50	10.43	0,0
0+600	209,0	69	209,0	0,68	17,55	9.65	0,0
0+650	226,6	75	226,6	0,68	18,60	9.36	0,0
0+700	276,7	91	276,7	0,68	18,68	8.68	0,0
0+750	264,9	87	264,9	0,68	18,05	8.82	0,0
0+800	227,8	75	227,8	0,68	18,20	9.34	0,0
<b>ESO = 16.8 x 10<sup>6</sup></b>							
0+850	247,4	82	247,4	0,68	19,31	12.02	0,0
0+900	205,0	68	205,0	0,68	17,27	12.80	0,0
0+950	202,8	67	202,8	0,68	17,68	12.85	0,0
1+000	221,5	73	221,5	0,68	18,20	12.47	0,0
1+050	241,6	80	241,6	0,68	17,74	12.11	0,0
1+100	232,7	77	232,7	0,68	18,72	12.27	0,0
1+150	255,6	84	255,6	0,68	20,13	11.88	0,0
1+200	200,9	66	200,9	0,68	15,09	12.89	0,0
1+250	231,6	76	231,6	0,68	19,37	12.29	0,0
<b>крај зоне интервенције</b>							
1+300	204,8	68	204,8	0,68	18,36	12.80	0,0
1+350	310,8	103	310,8	0,68	20,44	11.10	0,0
1+400	247,2	82	247,2	0,68	15,28	12.02	0,0
1+448	252,6	83	252,6	0,68	18,32	11.93	0,0
1+500	239,0	79	239,0	0,68	17,47	12.16	0,0

На основу измерених дефлексија на десној коловозној траци (смер Хоргош – Суботица), за будуће експлоатационе услове и за пројектни период од 20 година, није потребно предвидети ојачање постојеће коловозне конструкције, осим на



првих 150 m возне траке и траке за излив на теретни терминал на самом почетку деонице. Наиме, на основу срачунатог ојачања за сваки дефлексиони базен посебно, хомогени потез од km 0+000,00 до km 1+050,00 добијен на основу методе кумулативних разлика, дели се на 2 хомогена потеза, потез 1 од km 0+000,00 - km 0+150,00 и потез 2 од km 0+150,00 - km 1+050,00. Ово стога што на првих 150 m (смер Хоргош – Суботица), возном и траком за теретна возила саобраћају сва теретна возила и аутобуси, док се на 150 метру теретна возила одвајају на излив за теретни терминал и даље крећу крутом коловозном конструкцијом.

На предметном потезу од ~ km 0+088,83 до km 0+150,00 уз постојећи коловоз дограђује се проширење, нов асфалтни коловоз - излив теретних возила са аутопута на теретни терминал. На постојећој возној и претицајној траци од km 0+000,00 до km 0+150,00 за прогнозирано саобраћајно оптерећење прорачуном је добијено потребно ојачање од 4,6 - 13,4 cm. На траци за теретна возила (зауоставна трака), прорачуном је добијено потребно појачање од 9,3 - 11,0 cm (прорачун појачања је дат у наредном тексту под насловом *Прилаз теретном терминалу на улазу у земљу*). Овако високе вредности појачања, посебно када се узме у обзир да ће и у будућности аутобуси користити претицајну и возну траку, а теретна возила возну и траку за теретна возила, усмеравају пројектанта на тоталну реконструкцију предметног потеза од 150 m, то јест на уклањање постојеће коловозне конструкције и израду нове флексибилне конструкције заједно са планираним проширењем, која ће бити димензионисана за прогнозирано перспективно саобраћајно оптерећење.

Возном траком се од km 0+150,00 - km 0+850,00 крећу само аутобуси и путничка возила, тако да иако је постојећа коловозна конструкција иста испред и иза km 0+150,00, због одсуства теретног саобраћаја, срачунати преостали животни век коловозне конструкције задовољава пројектни период од 20 година са аспекта носивости коловозне конструкције.

Од km 0+850,00 возном такм се опет крећу и теретна возила и аутобуси, али је од стационоаже km 0+550,00 коловозна конструкција дебља то јест преостала носивост на потезу km 0+850,00 - km 1+050,00 - (km 1+550,00 стационоажа до које су мерене дефлексије), је знатно већа него на потезу од km 0+000,00 - km 0+550,00). То се види на основу срачунатих модула везаних и невезаних слојева коловозне конструкције, као и на основу срачунатих вредности параметара ефективне носивости.

Када се у прорачун укључи и прогнозирано саобраћајно оптерећење и на основу њега срачуната потребна дебљина ојачања (doj), види се да на потезу од km 0+150,00 па до km 1+250,00 (стационоажа краја интервенције) није потребно појачавати коловоз новим асфалтним слојевима, већ се као мера рахабилитације намеће стругање у одређеној дебљини старог и уградња новог асфалта.

### Прилаз теретном терминалу на излазу из земље

Сва мерна места на овом потезу су изведена на крутој коловозној конструкцији на прилазу теретном терминалу на излазу из земље. У наредној табели су приказане срачунате вредности  $M_r$ ,  $SN_{xeff}$  и потребног ојачања  $d_{oj}$  за прогнозирано саобраћајно оптерећење од  $14,7 \times 10^6$  стандардних осовина.

Табела 5.3 Срачунате вредности  $M_r$ ,  $SN_{xeff}$  и потребног ојачања  $d_{oj}$  на теретном терминалу на излазу из земље

Релативна стационажа	$M_r$ [МПа]	Прорачунски		D [m]	$SN_{xeff}$ [cm]	$SN_{potr}$ [cm]	$d_{oj}$ [cm]
		$M_r$ [МПа]	$E_p$ [МПа]				
0+007	164,1	54	164,1	0,65	18,19	11,31	0,0
0+049	177,3	58	177,3	0,65	21,47	11,00	0,0
0+106	198,4	65	198,4	0,65	21,49	10,57	0,0

Ова крута (бетонска) коловозна конструкција која почиње на стационачи ~ km 0+600,00 је служила за саобраћај теретних возила, а у будућности ће служити за саобраћај аутобуса. С обзиром на ту чињеницу, прорачун потребног ојачања је извршен у функцији саобраћајног оптерећења које праве аутобуси. На основу измерених дефлексија на прилазу теретном терминалу на излазу из земље за будуће експлоатационе услове и за пројектни период од 30 година, за аутобусе није потребно предвидети ојачање постојеће коловозне конструкције.

У новопројектованом решењу, постојећа трака за теретна возила са флексибилним коловозом, која се наставља на зауставну траку од ~ km 0+875,00 до ~ km 0+600,00 постаје трака за кретање аутобуса. Услед тога прогнозирано саобраћајно оптерећење и утицај агресивности осовина на коловозну конструкцију у наредном периоду ће бити знатно мањи него до сада, што указује на то да на делу саобраћајне траке са флексибилним коловозом неће бити потребно појачање конструкције, већ да ће стругање постојећег и уградња новог асфалта бити довољна техничка мера за будући експлоатациони период.

### Прилаз теретном терминалу на улазу у земљу

Мерење дефлексија на улазу у теретни терминал на улазу у Србију је изведено на 5 мерних места. Дуж деонице предвиђене за снимање дефлексија јавља се промена типа коловозне конструкције. Прва два мерна места су на изливној траци ауто-пута ка теретном терминалу, чија је коловозна конструкција флексибилног типа, па су из тог разлога и вредности дефлексија знатно веће, док су преостала 3 мерна места на крутој (бетонској) коловозној конструкцији на улазу у теретни терминал. Из овога произилазе и два хомогена потеза на овој деоници. У наредној табели су приказане срачунате вредности  $M_r$ ,  $SN_{xeff}$  и потребног ојачања  $d_{oj}$  за прогнозирано саобраћајно оптерећење од  $14,7 \times 10^6$  стандардних осовина.

Табела 5.4 Срачунате вредности  $M_r$ ,  $SN_{xeff}$  и потребног ојачања  $d_{oj}$  на теретном терминалу на улазу у земљу

Релативна стационажа	$M_r$ [МПа]	Прорачунски		D [m]	$SN_{xeff}$ [cm]	$SN_{potr}$ [cm]	$d_{oj}$ [cm]
		$M_r$ [МПа]	$E_p$ [МПа]				
0+050	135,6	45	135,6	0,56	9,47	14,29	11,0
0+100	118,1	39	118,1	0,56	10,83	14,93	9,3
0+150	169,2	56	169,2	0,63	21,22	13,32	0,0
0+200	124,2	41	124,2	0,63	17,24	14,70	0,0
0+250	162,0	53	162,0	0,63	19,46	13,51	0,0

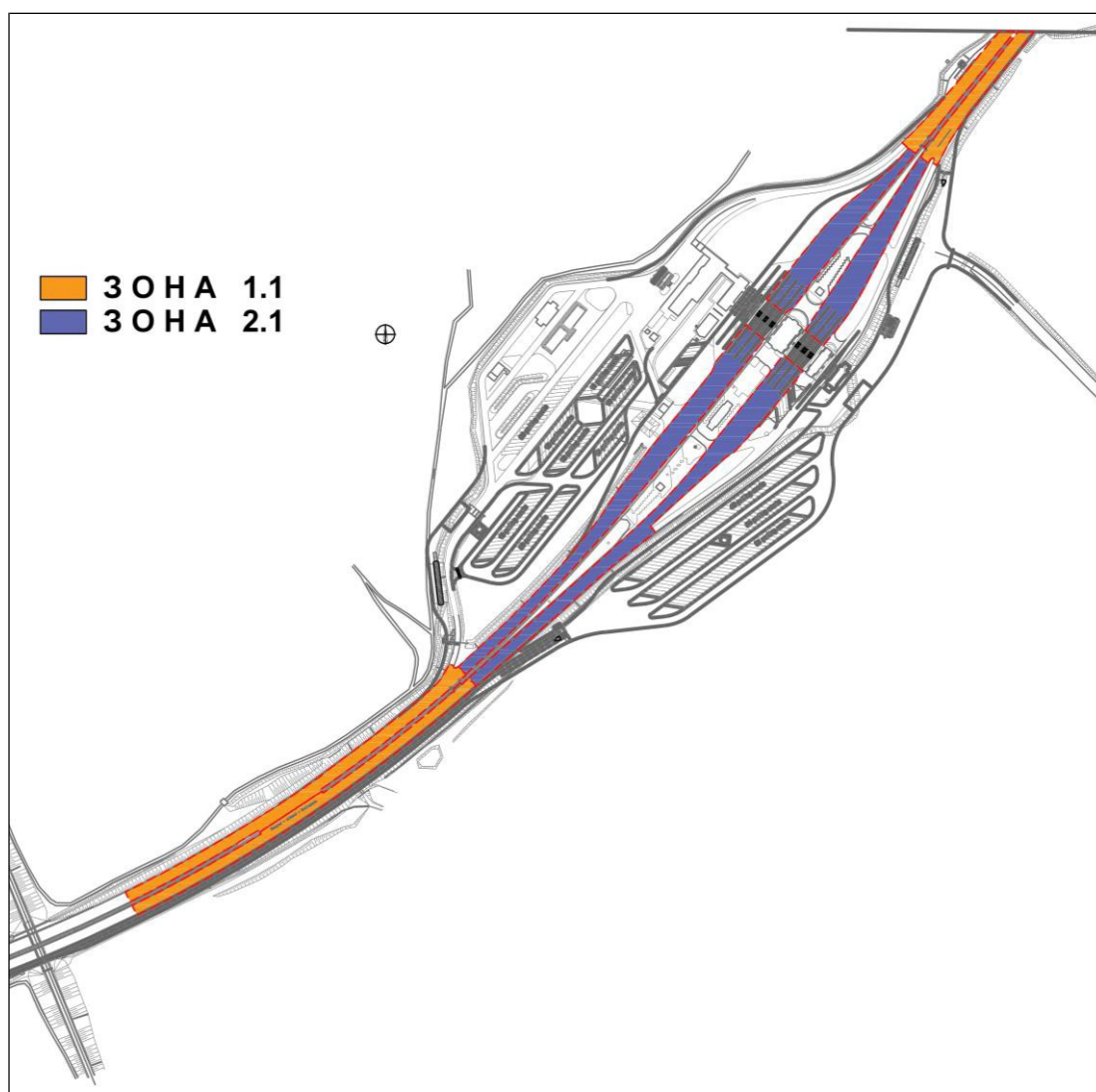
На основу измерених дефлексија на прилазу теретном терминалу на улазу у земљу за будуће експлоатационе услове и за пројектни период од 30 година, није потребно предвидети ојачање постојеће коловозне конструкције на другом хомогеном потезу где је постојећа коловозна конструкција крута.

На првом хомогеном потезу, где је постојећа коловозна конструкција флексибилног типа, потребна дебљина ојачања износи 11,0 cm и 9,3 cm. Као што је у претходном тексту већ наведено, овако високе вредности ојачања, а имајући у виду и високе вредности потребног ојачања на возној траци и планирану израду проширења прилазу теретном терминалу, упућују на тоталну реконструкцију то јест на уклањање постојеће коловозне конструкције и израду нове флексибилне конструкције на све три траке (претицајна, возна, трака за теретна возила) од km 0+000,00 до km 0+150,00, заједно са планираним проширењем, која ће бити димензионисана за прогнозирано перспективно саобраћајно оптерећење.

## 6. ПОВРШИНЕ ПОСТОЈЕЋИХ КОЛОВОЗНИХ КОНСТРУКЦИЈА КОЈЕ СЕ РЕХАБИЛИТУЈУ

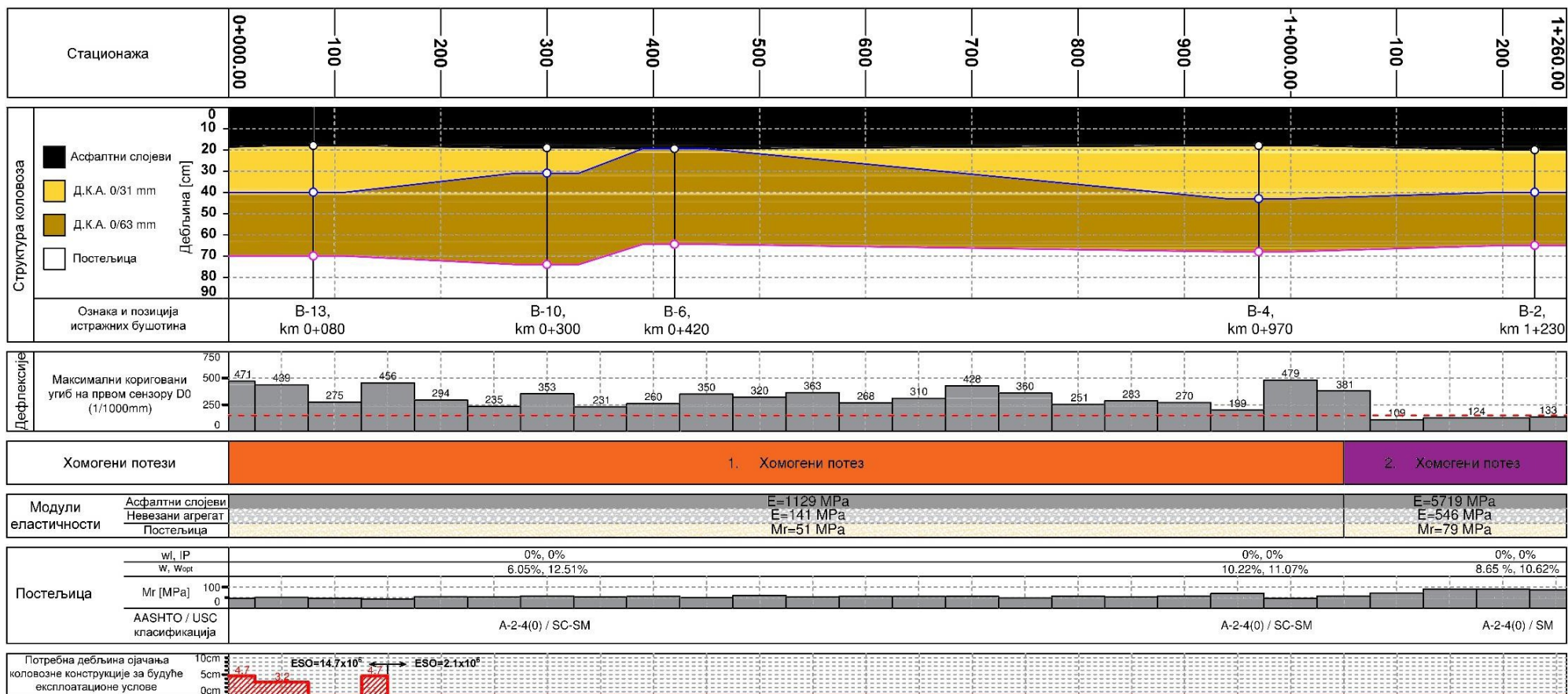
### 6.1 Ауто-пут А1 од km 0+150.00 до km 1+250.00 - ЗОНА 1.1 и ЗОНА 2.1

На предметним деоницама извршена је визуелна оцена стања, лабораторијска анализа узорка из истражних бушотина, анализа носивости постојеће коловозне конструкције на левом и десном коловозу (на основу измерених дефлексија) и на основу будућих експлоатационих услова одређена је потребна дебљина ојачања коловозне конструкције. На основу свега претходно наведеног одређена је мера рехабилитације предметне деонице ауто - пута. Предметне деонице се налазе у зони 1.1 и зони 2.1. и шематски су означене на слици 6.1.1.

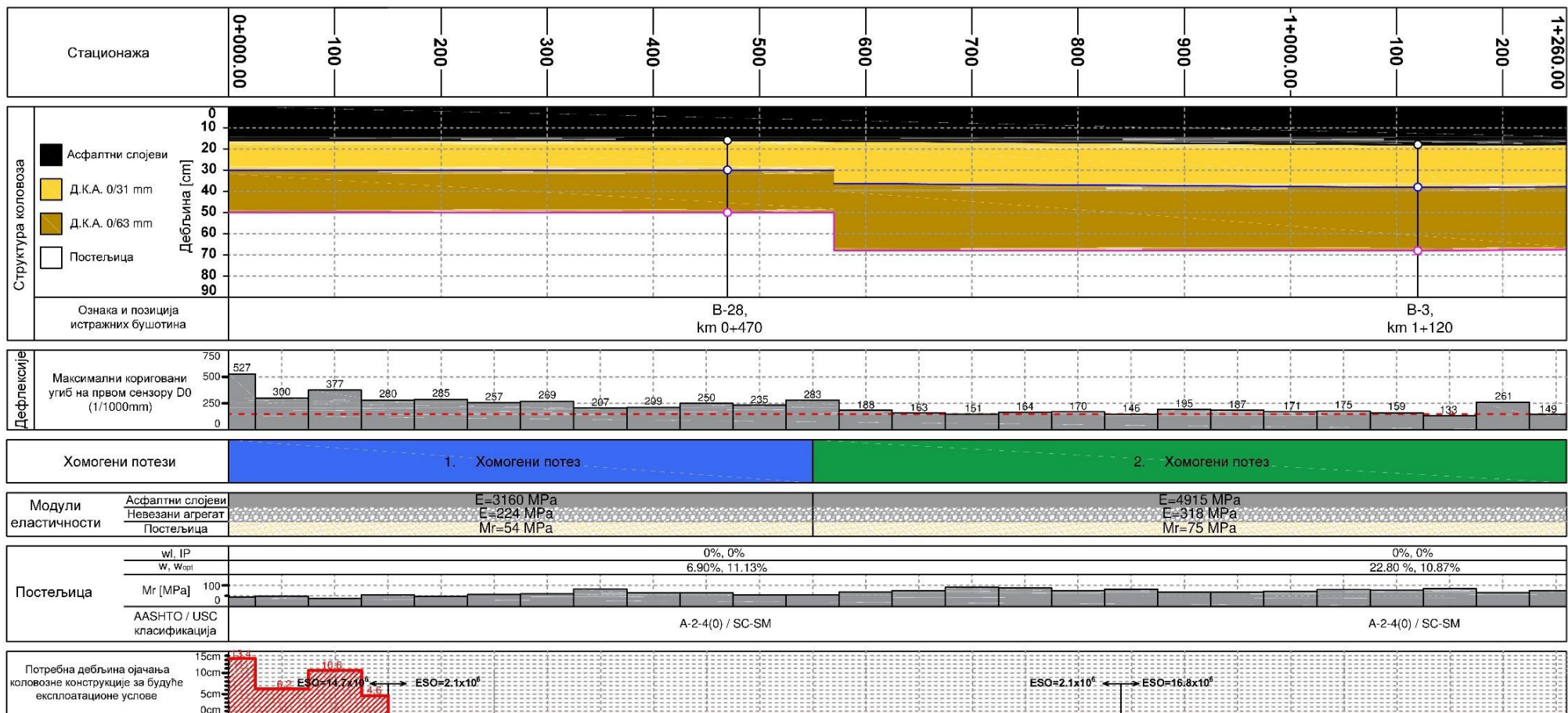


Слика 6.1.1 Шематски приказ зоне 1.1 и зоне 2.5

На сликама 6.1.2. и 6.1.3. приказани су подужни профили предметне коловозне конструкције. У оквиру подужног профила дате су и вредности параметара меродавних за доношење закључка о адекватним мерама рехабилитације/реконструкције добијених на основу извршених анализа у претходним поглављима.



Слика 6.1.2 Подужни профил коловозне конструкције, леви коловоз аутопута Е-75, смер Суботица – Хоргош



Слика 6.1.3 Подужни профил коловозне конструкције, десни коловоз аутопута Е-75, смер Хоргош – Суботица

За потез од км 0+150,00 до км 1+250,00 и на левој и на десној коловозној површини на основу измерених дефлексија и на основу њих одређених модула слојева коловозне конструкције и потребног ојачања, јасно се уочавају по два хомогена потеза.

Хомогени потези се поклапају са коловозним конструкцијама које су грађене по различитим пројектима, са различитим врстама и дебљинама слојева и у различитом временском периоду. Хомогени потези се поклапају са коловозним конструкцијама које се разликују: на самом граничном прелазу, на десном коловозу на аутопуту из правца Мађарске после граничног прелаза и на левом коловозу на аутопуту на прилазу граничном прелазу из правца Србије.

1997. године изграђен је полу-аутопут до станице км 0+550.00 (према архивској документацији до км 1+250.00) - сада је то десни коловоз постојећег аутопута 2005. - 2006. године изграђен је Г.П. Хоргош 2011. године изграђен је леви коловоз (смер Србија - Мађарска) до станице км 1+250.00, чиме је комплетиран аутопут у пуном профилу.

### **Леви коловоз, смер Суботица - Хоргош**

Увођењем нових трака намењених теретном саобраћају, постојећа коловозна конструкција (предметне зоне бр.1.1 - прилаз граничном прелазу из смера Србије и зона бр. 2.1 - сам гранични прелаз лево и десно од царинско - пасошке контроле) ће у будућем периоду бити изложена знатно мањем саобраћајном оптерећењу него у периоду пре реконструкције. Она ће у будућности служити само за саобраћај путничких аутомобила и аутобуса.

- Први хомогени потез - гранични прелаз - км 0+150.00 до км 1+050.00
- Дрги хомогени потез - прилаз граничном прелазу - км 1+050.00 до км 1+250.00 (дефлексије мерене до км 1+550,00).

### **Први хомогени потез - гранични прелаз км 0+150.00 до км 1+050.00**

- $E_{асф(15\%)} = 1129 \text{ МПа}$ ,  $E_{асф(авг)} = 2840 \text{ МПа}$
- $E_{дк} = 141 \text{ МПа}$
- $E_{постељице} = 51 \text{ МПа}$

Први хомогени потез карактеришу ниске вредности модула еластичности асфалтних слојева што указује на исцрпљену носивост асфалтних слојева. Без обзира на ниску вредност модула асфалтних слојева, анализом дефлексија је закључено да постојећа коловозна конструкција има још увек довољну носивост да поднесе прогнозирано саобраћајно оптерећење у наредном пројектном периоду и да јој није потребно појачање. Овај закључак је реалан с обзиром да ће се у будућности овом саобраћајном површином кретати само путничка возила и аутобуси.

Као што је у визуелној оцени стања евидентирано, присутни су колотрази средњег интензитета на зауставној траци  $d=1-2 \text{ cm}$ , траци за теретна возила у продужетку зауставне траке високог интензитета  $d=4-5 \text{ cm}$ , као и на проширењу за скретање теретних возила на бетонски коловоз на теретном терминалу  $d=4-5 \text{ cm}$ . Присутни су колотрази малог до средњег и великог интензитета  $d=1-3 \text{ cm}$  у зони непосредно пре и после објекта за пасошку контролу, присутна су површинска оштећења типа подужних и попречних пукотина, од којих доминирају лоше изведени подужни „шлусеви“.

#### Други хомогени потез - прилаз граничном прелазу од km 1+050.00 до km 1+250.00

- $E_{асф(15\%)} = 5719$  МПа,  $E_{асф(авг)} = 7607$  МПа
- $E_{дк} = 546$  МПа
- Епостељице = 79 МПа

Други хомогени потез (дефлексије мерене од km 1+050.00 до km 1+550.00) карактерише висок модул еластичности асфалтних слојева што указује да је преостала носивост асфалтних слојева више него довољна да прихвати прогнозирано саобраћајно оптерећење у наредном пројектном периоду, с обзиром да ће се њим у будућности кретати путничка возила и аутобуси.

Параметри другог хомогеног потеза указују на боље стање коловозне конструкције у поређењу са првим, што је очекивано с обзиром да је ова деоница изграђена 2011. године и да има дебљу коловозну конструкцију него што је конструкција на самом граничном прелазу.

Узевши у обзир растерећење левог коловоза у погледу саобраћајног оптерећења, прорачуном је добијено да нема потребе за појачањем постојеће коловозне конструкције ни на првој ни на другој деоници предметног потеза.

Узимајући у обзир стање површине коловоза, као и вредности модула асфалтних слојева, као мера санације - рехабилитације на левом коловозу од km 0+150.00\* до km 1+250.00, предвиђено је:

- уклањање – стругање асфалтних слојева у дебљини  $d = 10$  cm,
- санација постојећих пукотина и других оштећења на саструганој површини,
- прскање површине полимер модификованом битуменском емулзијом,
- израда новог асфалтног слоја БНС 22с А ПмБ 45/80-65 у дебљини  $d = 6$  cm,
- израда новог хабајућег слоја од АБ 11с ПмБ 45/80-65 у дебљини  $d = 4$  cm.

\* Напомена: Претходно се не односи на површине у зони пасошко-царинске контроле које припадају зони 2.2 и које су обрађене у посебном поглављу.

#### Десни коловоз, смер Хоргош - Суботица

- Први хомогени потез - гранични прелаз - km 0+150.00 до km 0+550.00
- Други хомогени потез - прилаз граничном прелазу - km 0+550.00 до km 1+250.00 (дефлексије мерене до km 1+550,00).

#### Први хомогени потез - гранични прелаз km 0+150.00 до km 0+550.00

- $E_{асф(15\%)} = 3160$  МПа,  $E_{асф(авг)} = 3993$  МПа
- $E_{дк} = 224$  МПа
- Епостељице = 54 МПа

Први хомогени потез је врло сличан првом хомогеном потезу са леве стране, и по преосталој носивости и по визуелно уоченим површинским оштећењима, што је и логично узимајући у обзир да су и леви и десни коловоз грађени истовремено, да имају исте коловозне конструкције, као и исту намену - опслуживање путничких возила и аутобуса. На десном коловозу теретна возила су већ на стационажи



km 0+150,00 преусмерена на теретни терминал ван предметне површине, тако да у оквиру ове деонице коловоз нигде није био изложен утицају оптерећења од теретних возила. Први хомогени потез карактерише нешто нижи модул еластичности асфалтних слојева и благо повишене вредности дефлексије на нултом геофону ( $d_0$ ), што указује на њихову релативну дотрајалост, то јест релативно исцрпљену носивост. Уочљиве су подужне пукотине у зони лоше изведених шлусева са мрежом малих пукотина ниског интензитета, као и попречне пукотине ниског до средњег интензитета.

Други хомогени потез - удаљавање од граничног прелаза - km 0+550.00 до km 1+250.00 (дефлексије мерене до km 1+550,00)

- $E_{асф(15\%)} = 4915 \text{ МПа}$ ,  $E_{асф(авг)} = 6268 \text{ МПа}$
- $E_{дк} = 318 \text{ МПа}$
- $E_{постељице} = 75 \text{ МПа}$

Параметри другог хомогеног потеза указују на боље стање коловозне конструкције по питању носивости. Асфалтни хабајући слој је стар, „испошћен“ и „рошав“. Уочена је појава чупања зрна агрегата из хабајућег слоја, као и појава попречних пукотина.

У складу са извршеним прорачуном, модули крутости асфалтних слојева имају високу вредност носивости. Потез поред високе крутости асфалтних слојева карактеришу попречне пукотине оштрих ивица на равномерним размацама. У зони пукотина се не развија мрежа пукотина већ се јављају „крти ломови“ карактеристични за коловозне конструкције са застором високих модула. Асфалтни слојеви имају скоро потпуну преосталу носивост, изузимајући локалитете на којима се у зони попречних пукотина оштећење развило у лом асфалтних слојева.

На основу свега претходно наведеног, на десном коловозу од km 0+150,00 до km 1+250,00\* предвиђена је иста мера рехабилитације као и на левом коловозу:

- уклањање – стругање асфалтних слојева у дебљини  $d = 10 \text{ cm}$ ,
- санација постојећих пукотина и других оштећења на саstrуганој површини,
- прскање површине полимер модификованом битуменском емулзијом,
- израда новог асфалтног слоја БНС 22с А ПмБ 45/80-65 у дебљини  $d = 6 \text{ cm}$ ,
- израда новог хабајућег слоја од АБ 11с ПмБ 45/80-65 у дебљини  $d = 4 \text{ cm}$ .

\* Напомена: Претходно се не односи на површине у зони пасошко-царинске контроле које припадају зони 2.2 и које су обрађене у посебном поглављу.

## **6.2 Ауто-пут А1 од km 0+000.00 до km 0+150.00 - ЗОНА 1.1**

### **Леви коловоз, смер Суботица - Хоргош**

на постојећу траку за теретна возила и постојећу возну траку.

На основу измерених дефлексија прорачуном је добијено да постојећу траку за теретна возила и постојећу возну траку треба појачати за  $d_0 \leq 5$  cm, за саобраћајно оптерећење од  $14.7 \times 10^6$  осовина. С обзиром да ће један део теретних возила при напуштању теретног терминала користити и возну, а не само траку за теретна возила, с обзиром да на површини коловоза нису уочена значајнија оштећења која би указивала на слабу носивост постојеће коловозне конструкције (уочени колотрази ниског интензитета), пројектант је става да је стругање 10 cm асфалта (постојећи слој асфалта  $d = 17 - 18$  cm) и пресвлачење са нових 10 cm асфалта са полимер модификованим битуменом (који ће побољшати отпорност новог асфалта на појаву колотрага), довољна мера санације постојећег коловоза за будући пројектни период и предвиђено саобраћајно оптерећење.

На основу претходног, на левом коловозу у целој ширини коловоза од km 0+000,00 до km 0+150,00 предвиђена је следећа мера рехабилитације:

- уклањање – стругање асфалтних слојева у дебљини  $d = 10$  cm,
- санација постојећих пукотина и других оштећења на саструганој површини,
- прскање површине полимер модификованом битуменском емулзијом,
- израда новог асфалтног слоја БНС 22с А ПмБ 45/80-65 у дебљини  $d = 6$  cm,
- израда новог хабајућег слоја од АБ 11с ПмБ 45/80-65 у дебљини  $d = 4$  cm.

### **Десни коловоз, смер Хоргош - Суботица**

Предметни потез се проширује новом флексибилном коловозном конструкцијом - излив на теретни терминал, чија је коловозна конструкција после стационаже km 0+150.00 крута и која се такође проширује.

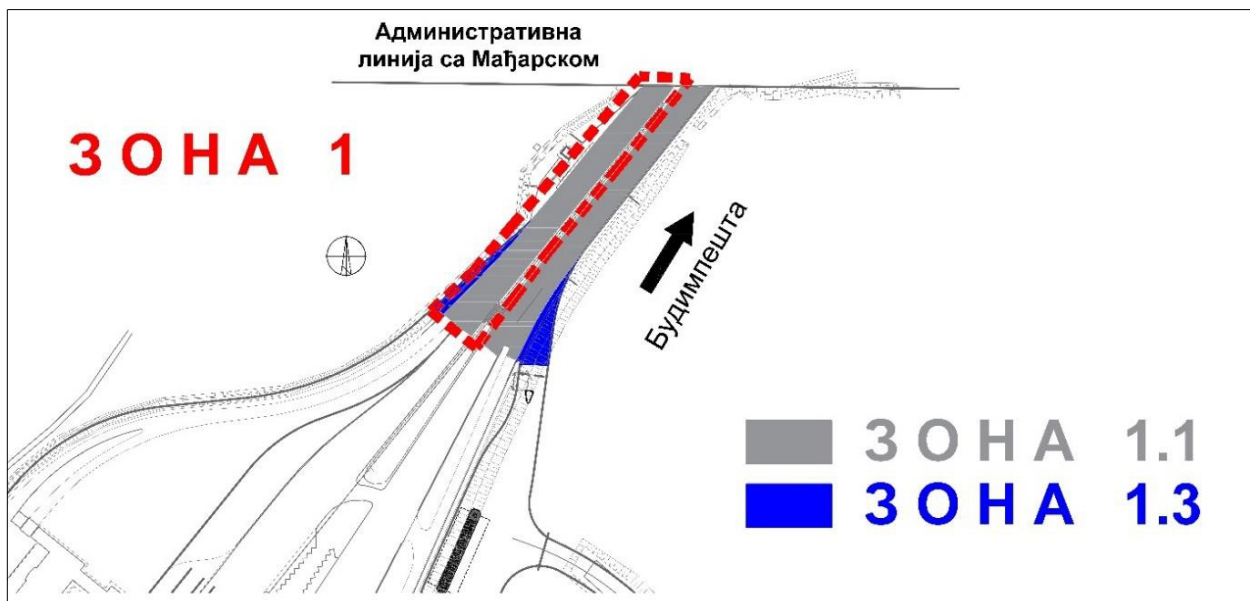
Постојећа возна и посебно трака за теретна возила имају колотраге великог интензитета  $d \geq 7$  cm, а потребно ојачање срачунато на основу измерених дефлексија износи  $d_0 = 4,6 - 13,4$  cm.

На основу претходног пројектант је предвидео да се постојећи коловоз на предметном потезу уклања у потпуности у пуној ширини и поново гради заједно са припадајућим проширењем за излив на теретни терминал. Димензионисање коловозне конструкције за ову деоницу дато је у наредном поглављу - Димензионисање флексибилних коловозних конструкција.

## 7. ДИМЕНЗИОНИСАЊЕ НОВОПРОЈЕКТОВАНИХ ФЛЕКСИБИЛНИХ КОЛОВОЗНИХ КОНСТРУКЦИЈА

### 7.1 Зона 1.1 од km 0+000 до km 0+150 – десни коловоз

У оквиру овог поглавља извршено је димензионисање коловозне конструкције на делу предвиђеном за тоталну реконструкцију - десни коловоз зоне 1.1 од km 0+000 до km 0+150. Предметни потез припада делу зоне 1.1. и шематски је заокружен црвеном испрекиданом линијом и приказан на слици 7.1.1. Коловозна конструкција је флексибилног типа. Укупна дужина предметног потеза је  $L=150$  m.



Слика 7.1.1. Шематски приказ дела зоне 1.1 од km 0+000 до km 0+150

Постојећа коловозна конструкција на предметном потезу састоји се од:

- АБ 16с ПмБ,  $d = 7 - 8$  cm
- БНС 22сА,  $d = 10$  cm
- ДК 0/31.5,  $d = 15 - 20$  cm
- ДК 0/63,  $d = 20$  cm

Постељица је изведена од слоја песка.

На овом потезу присутни су широки колотрази дубине од 2 cm до 4 cm што потенцијално указује на слабу носивост или збијеност подлоге. Дефлексије на овом потезу имају високу вредност и крећу се од  $d_0 = 450 - 550$   $\mu$ m. Обрадом података добијених мерењем дефлексија добијен је прорачунски модул реакције постељице на овом потезу који се креће у границама између  $M_r = 39 - 45$  МПа. Потребна дебљина ојачања коловозне конструкције добијена на основу измерених дефлексија и будућих експлоатационих услова има велике вредности. Потребна дебљина ојачања на возној траци износи  $d_{oj} = 10.6 - 13.4$  cm, на траци за теретна возила - излив на теретни терминал  $d_{oj} = 9.3 - 11.0$  cm, а на претицајној траци  $d_{oj} = 4.6 - 6.2$  cm.

На основу претходно наведеног и извршених анализа из претходних поглавља, закључак је да је неопходно извршити тоталну реконструкцију предметне деонице. Као решење, предвиђено је уклањање постојеће коловозне конструкције и слоја насипа од песка до пројектом дефинисаних кота, а затим ваљање постељице до постизања захтеване носивости и израда нових слојева коловозне конструкције.

## Постељица

Анализом вредности измерених дефлексија у овој зони, прорачуном је добијено да се вредност модула реакције постељице креће у распону од 38 МПа до 56 МПа. За прорачун је усвојена вредност  $M_r = 40$  МПа.

Како би се повећала носивост постељице, пројектним решењем је предвиђена израда слоја од дробљеног каменог агрегата 0/63mm.

Материјал на коти линије ископа потребно је у току извођења радова допунски збити до степена збијености  $D_{pr} \geq 98\%$  по модификованом Прокторовом опиту. Уколико влажност материјала буде знатно изнад оптималне мора се вршити просушивање материјала.

Еквивалентна носивост на плануму постељице која се постиже израдом униформног слоја дробљеног камена дебљине  $d = 25$  cm преко планума постојећег насипа или темељног тла, одређена је на основу поређења угиба површине слоја постељице и површине еластичног полупростора под једнаким оптерећењем. Рачунска анализа је спроведена на симулационом моделу - решењу за вишеслојни еластични систем на чијој површини делује једнако подељено оптерећење ( $Q$ ) преко кружне површине (полупречника " $r$ ").

Прорачун је спроведен рачунским програмом "BISAR" Shell лабораторије са следећим улазним параметрима:

Оптерећење:	$P=40$ kN	$q=0.6$ MPa	$r=0.145$ m
I слој:	$d_1=250$ mm	$E_1=0.2 \times d_1^{0.45} \times E_2=95$ MF	$\nu=0.35$
II слој:	$d_2=\infty$ (полупростор)	$E_2= M_r = 40$ МПа	$\nu=0.40$

Рачунски угиб овог система је  $w = 232/100$  mm.

Еквивалентан овом систему, је једнослојни еластични систем - полупростор са модулом еластичности  $E = 65$  МПа и Поасоновим коефицијентом  $\nu=0.40$ . Угиб еквивалентног система је  $w = 232/100$  mm. Резултати прорачуна су дати у Прилогу 3 - *Прорачун дефлексија ради одређивања ефективне носивости на постељици – ТИП 2.*

Еквивалентна вредност CBR-а која одговара овако добијеном модулу, износи  $CBR_{ekv} = 7.5$  % (на основу  $E = 17,61 \times CBR^{0.64}$ ).

Да би се добила захтевана и трајна носивост током целокупног периода експлоатације, захтева се да приликом контроле квалитета извођења радова степен збијености замењеног материјала – постељице буде  $D_{pr} \geq 100\%$  у односу на модификовани Прокторов опит. Модул деформације на површини постељице треба да буде  $E_{v2} \geq 100$  МПа, а однос  $E_{v2} / E_{v1} \leq 2.5$ .

## Структурна анализа претпостављених пројектних решења за будуће експлоатационе услове

Претпостављена коловозна конструкција на десном коловозу зоне 1.1 од km 0+000 до km 0+150:

### ТИП - 2

Слој	Дебљина (cm)
АБ 11с ПмБ 45/80-65	4
Битуменизирани носећи слој БНС 22сА ПмБ 45/80-65	8
Битуменизирани носећи слој БНС 22сА Бит 50/70	8
Дробљени камени агрегат 0/31.5 mm	15
Дробљени камени агрегат 0/63 mm	20
Постељица	
дробљени камени агрегат 0/63 mm, d=25cm	
Укупна дебљина коловозне конструкције	55

### Карактеристике материјала у слојевима коловозне конструкције

#### Доњи носећи слојеви од неvezаног материјала

Доњи носећи слојеви коловозне конструкције изводе се од неvezаног дробљеног каменог материјала:

- слој дробљеног камена 0/63 mm у дебљини од  $d = 20$  cm,
- слој дробљеног камена 0/31.5 mm у дебљини од  $d = 15$  cm.

Вредност Калифорнијског индекса носивости CBR слоја од дробљеног агрегата треба да је  $CBR \geq 80$  %, а коефицијент замене  $a = 0,14$ .

Модули еластичности ових слојева одређени су на основу повратног модула постељице  $M_r$  (MPa) и дебљине слојева  $d$  (mm):

$$E_{dk1} = 0,2 \times d^{0,45} \times M_r = 0,2 \times 200^{0,45} \times 65 = 141,06 \text{ MPa} \quad \text{усв. } E_{dk1} = 140 \text{ MPa}$$
$$E_{dk2} = 0,2 \times d^{0,45} \times E_{dk1} = 0,2 \times 150^{0,45} \times 140 = 266,93 \text{ MPa} \quad \text{усв. } E_{dk2} = 265 \text{ MPa}$$

Вредност Поасоновог коефицијента за оба слоја је  $\nu = 0,35$ .

При контроли квалитета извођења радова на површини слоја дробљеног каменог агрегата ДК 0/63 потребно је постићи носивост изражену преко вредности модула деформације од  $E_{v2} \geq 150$  MPa, однос  $E_{v2}/E_{v1} \leq 2,2$  и збијеност  $D_{pr} \geq 100\%$ .

При контроли квалитета извођења радова на површини слоја дробљеног каменог агрегата ДК 0/31,5 испод везаних - асфалтних слојева, потребно је постићи вредност модула деформације  $E_{v2} \geq 180$  MPa, однос  $E_{v2}/E_{v1} \leq 2,0$  и збијеност  $D_{pr} \geq 100\%$ .

#### Битуменом везани материјали у горњој подлози и коловозном застору

За флексибилну коловозну конструкцију усвојен је застор од асфалт бетона АБ 11с (ПмБ 45-80/65) у дебљини од 4 cm, битуменизирани носећи слој БНС 22 сА (ПмБ 45-80/65) дебљине 8 cm и битуменизирани носећи слој БНС 22сА (Бит 50/70) дебљине 8 cm.

Меродавне температуре асфалта на различитим дубинама (средина асфалтних слојева) срачунате су на основу израза<sup>3</sup>:

$$MMPT = w - MAAT \cdot \left( 1 + \frac{2,54}{z + 10,16} \right) - \frac{2,778}{z + 10,16} + 3,333$$

где је:

- MMPT - средња годишња температура коловоза (°C),
- w-MAAT - средња годишња температура ваздуха (°C),
- z - дубина од површине коловоза на којој се одређује температура (cm).

Меродавна средња годишња температура ваздуха (w-MAAT), срачуната је у оквиру поглавља 2.2.1. *Климатске карактеристике - Одређивање меродавне температуре ваздуха*, и износи 15 °C.

Средње годишње температуре слојева асфалта у коловозној конструкцији су:

- Асфалт-бетон АБ 11 с (z = 2.0 cm) T = 21,2 °C
- БНС 22 сА (z = 8.0 cm) T = 20,3 °C
- БНС 22 сА (z = 16.0 cm) T = 19,7 °C

Вредност Поасоновог коефицијента за све битуменом везане слојеве износи  $\nu = 0,35$ .

У складу са SRPS EN 12591 карактеристике битумена су следеће:

$$Pen (25 \text{ }^\circ\text{C}) = 60; \quad Trk = 52 \text{ }^\circ\text{C}$$

У прорачун модула крутости битумена уведено је старење битумена. Сходно примењеној методи, добијене су следеће вредности:

$$Pen^* (25 \text{ }^\circ\text{C}) = 39; \quad Trk = 56,4 \text{ }^\circ\text{C}$$

Вредност модула крутости битумена одређена је на основу Van der Poelovog дијаграма за Бит 50/70, за температуру битумена од 19,7 °C и за брзину кретања возила од 40 km/h:  $S_{BIT} = 40,77 \text{ MPa}$

По истом принципу, на основу срачунатих температура у средини асфалтних слојева, добијене су вредности модула крутости битумена за исту брзину кретања, за све асфалтне слојеве.

На основу добијене вредности модула крутости битумена, за исту температуру и брзину кретања одређен је модул крутости асфалтне мешавине. Прорачун је рађен уз претпоставку да је тежинско учешће битумена у мешавини БНС 22сА  $P_b = 3,8\%$  за доњи слој, односно  $P_b = 4,0\%$  за горњи слој, а да је проценат шупљина у мешавини 6%, док је за асфалт бетон тежинско учешће битумена у мешавини  $P_b = 5,3\%$ , а проценат шупљина асфалтне мешавине је 5%.

<sup>3</sup> Research and Development of the Asphalt Institute's Thickness Design Manual (MS-1) Ninth Edition, The Asphalt Institute, 1982.

Табела 7.1.1. Модули крутости асфалтних слојева коловозне конструкције

Мешавина	Температура слоја [°C]	Својства битумена	Модул крутости битумена	Запреминско учешће компоненти у асфалтној мешавини	Модул крутости мешавине за V=30km/h (t=0.033s)
АБ11с	21,2	Pen25=39	33,87 МПа	Vb=12.47 %	4910 МПа
		Трк=56.4		Va=82.53 %	
		PI=-0.29		Vv=5.00 %	
БНС 22сА	20,3	Pen25=39	38,01 МПа	Vb=8,71 %	6600 МПа
		Трк=56.4		Va=85,29 %	
		PI=-0.29		Vv=6.00 %	
БНС 22сА	19,7	Pen25=39	40,77 МПа	Vb=8,94 %	7190 МПа
		Трк=56.4		Va=85,06 %	
		PI=-0.29		Vv=6.00 %	

### **Одређивање димензија нове флексибилне коловозне конструкције применом методе SRPS U.C4.015**

Димензионисање коловозне конструкције извршено је у II фази. Прво су одређене прелиминарне димензије коловозне конструкције применом стандарда SRPS U.C4.015, а затим је извршена провера добијене конструкције преко напонско деформацијске анализе применом програма "BISAR" <sup>4</sup> и утврђен је реалан век трајања предложеног решења с обзиром на вредности критичних дилатација и деформација у коловозној конструкцији.

Улазни параметри за одређивање прелиминарних димензија коловозне конструкције су:

- пројектни период  $n = 20$  година
- пројектна вредност Калифорнијског индекса носивости тла CBR = 7,5 %
- повратни модул постелнице:  $M_r = 65$  МПа
- меродавно еквивалентно саобраћајно оптерећење  $ESO = 16,8 \times 10^6$  s.o.;
- почетни индекс возне способности коловоза  $PSI = 4,2$ ;
- индекс возне способности на крају експлоатационог века коловоза од 20 година је  $PSI = 2,5$ ;
- пад индекса возне способности коловоза од дејства саобраћаја  $PSI = \Delta 1,7$ ;
- нема пада индекса возне способности коловоза због дејства мрза;
- нема пада индекса возне способности коловоза због бубрења доњег строја;
- укупно стандардно одступање  $So = 0,4$ ;
- поузданост  $R = 95\%$ .

Потребна носивост коловозне конструкције за ове параметре је  $SN = 12,35$  cm.

За израду застора усваја се мешавина АБ 11с ПмБ 45-80/65 у дебљини  $d = 4$  cm са коефицијентом замене  $a_1 = 0.42$ . Горња подлога ће се изводити у два слоја, од БНС 22 сА у дебљини 8 + 8 cm, са коефицијентом замене  $a_2 = 0.38$ . Коефицијенти

<sup>4</sup> Shell Pavement Design Manual, Shell International Petroleum Company Ltd, London, 1978.

замене су преузети из смерница "Приручник за пројектовање путева у Р. Србији" - Ј.П. Путеви Србије из 2012. године .

Укупна носивост битуменом везаних слојева је:

$$SN = 4,0 \times 0,42 + 8 \times 0,38 + 8 \times 0,38 = 7,76 \text{ cm}$$

Доња подлога биће урађена у два слоја. Горњи слој биће урађен од невезаног сепарисаног агрегата 0/31.5 mm у дебљини од 15 cm за који је усвојен коефицијент замене  $a_3 = 0.14$ . Доњи слој биће урађен од сепарисаног дробљеног каменог агрегата 0/63 mm у дебљини од 20 cm за који је усвојен коефицијент замене  $a_4 = 0.14$ .

Укупна носивост невезаних слојева је:

$$SN = 15 \times 0,14 + 20 \times 0,14 = 4,9 \text{ cm}$$

Укупна носивост пројектоване коловозне конструкције је:

$$SN = 7,76 + 4,90 = 12,66 \text{ cm}$$

што је веће од захтеване носивости  $SN = 12,35 \text{ cm}$ .

### **Напонско деформацијска анализа коловозне конструкције – структурна анализа**

Напонско - деформацијска анализа прелиминарног решења, дефинисаног и провереног по SRPS U.C4.015, биће извршена са циљем да се кроз механички симулациони модел потврди прелиминарно решење и утврде показатељи понашања пројектоване коловозне конструкције у току експлоатационог периода од 20 година.

Анализа обухвата:

- параметризацију симулационог механичког модела,
- прорачун напона и релативних еластичних деформација у слојевима,
- прогнозу трајности са аспекта замора меродавног слоја под поновљеним саобраћајним оптерећењем.

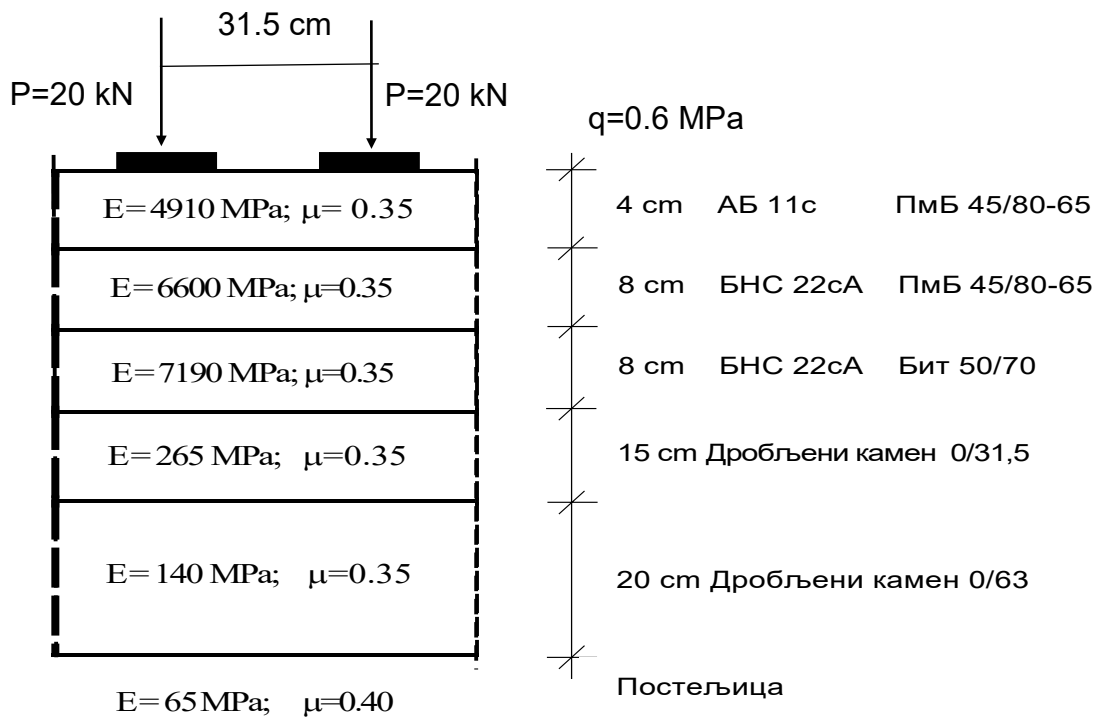
Вредност модула крутости битумена, као и вредности модула крутости асфалтних мешавина АБ 11с и БНС 22сА срачунати су у оквиру овог поглавља.

- |            |                                |
|------------|--------------------------------|
| • АБ 11с   | $E_{AB} = 4910 \text{ MPa}$    |
| • БНС 22сА | $E_{BNS22} = 6600 \text{ MPa}$ |
| • БНС 22сА | $E_{BNS22} = 7190 \text{ MPa}$ |

### **Параметризација симулационог механичког модела**

У оквиру структурне анализе, а за потребе прорачуна напона, деформација и угиба, коловозна конструкција је представљена вишеслојним еластичним системом (као симулационим механичким моделом), на чијој површини делује оптерећење дуплог точка (сила  $P_t = 2 \times 20 \text{ kN}$ ; полупречник једне кружне површине  $a = 10,5 \text{ cm}$ ; размак центара кружних површина  $L = 31,5 \text{ cm}$ ; контактено вертикално оптерећење по свакој кружној површини  $q = 0,6 \text{ MPa}$ ), стандардне осовине (силе  $P_o = 80 \text{ kN}$ ):





Слика 7.1.2. Прорачунски модел коловозне конструкције

### Прорачун напона и релативних еластичних деформација у слојевима

Димензионисање флексибилне коловозне конструкције извршено је по методи Shell-а (применом програма "BISAR")<sup>5</sup>.

Прорачуном се добијају следеће вредности критичних дилатација за оптерећење од стандардне осовине:

- дилатација затезања на дну битуменом везаних слојева

$$\varepsilon_t = 87,6 \times 10^{-6} \text{ (m/m)}$$

- дилатација притиска на површини постељице

$$\varepsilon_v = 207 \times 10^{-6} \text{ (m/m)}$$

Резултати прорачуна дати су у Прилогу IV - Прорачун напона и деформација у вишеслојном еластичном систему за потребе анализе замора у коловозној конструкцији – ТИП 2.

<sup>5</sup> Shell Pavement Design Manual, Shell International Petroleum Company Ltd, London, 1978.

## Анализа коловозне конструкције са аспекта замора - критеријуми за димензионисање

Основни критеријуми за димензионисање су:

1. Хоризонтална дилатација на затезање на дну битуменом везаних слојева  $\varepsilon_t$ . Прекорачење  $\varepsilon_t$  изазива пукотине у битуменом везаним слојевима.
2. Вертикална дилатација на површини постелјице,  $\varepsilon_v$ .  
Прекорачење  $\varepsilon_v$  изазива трајне деформације услед преоптерећења постелјице.

### Хоризонтална дилатација на дну битуменом везаних материјала $\varepsilon_t$

Гранична вредност броја прелаза стандардних осовина преко коловозне конструкције у зависности од дилатације  $\varepsilon_t$ , у највећем броју метода за димензионисање дата је са:

$$N = a \left( \frac{1}{\varepsilon_t} \right)^b$$

где је:

- N - дозвољени број понављања оптерећења,
- a, b - коефицијенти, добијени на основу експеримената,
- $\varepsilon_t$  - дилатација затезања на дну битуменом везаних слојева (mm/mm)

У методи Shell-а, гранична вредност хоризонталне дилатације затезања у функцији броја понављања оптерећења, крутости мешавине и садржаја битумена, дата је изразом:

$$\varepsilon_t = (0.856 \cdot V_B + 1.08) \cdot S_{MIX}^{-0.36} \cdot N^{-0.2}$$

где је:

- $\varepsilon_t$  - дилатација затезања на дну битуменом везаних слојева (mm/mm)
- $V_B$  - запреминско учешће битумена, %
- N - број понављања оптерећења
- $S_{MIX}$  - модул крутости битуменом везаних материјала (MPa)

Критична дилатација затезања дешава се на дну доњег битуменизованог носећег слоја БНС 22сА. За срачунат модул мешавине овог слоја  $S_{mix} = 7190$  МПа и запремински садржај битумена  $V_B = 8.94$  %, добија се дозвољени број понављања оптерећења:

$$N = \left( \frac{(0.856 \cdot V_B + 1.08) \cdot S_{MIX}^{-0.36}}{\varepsilon_r} \right)^5 = 17.8 \cdot 10^6$$

$$N_{doz.} = 17,8 \times 10^6 > 16,8 \times 10^6$$

Дозвољени број понављања оптерећења је већи од предвиђеног саобраћајног оптерећења.

### Вертикална дилатација на површини постелеџице $\varepsilon_v$

Зависност дозвољене вертикалне дилатације на постелеџици од замора дата је изразом:

$$\varepsilon_v = 1 - \left( \frac{1}{N} \right)^m$$

где је:

- N - дозвољени број понављања оптерећења,
- l, m - коефицијенти, добијени на основу екперимената,
- $\varepsilon_v$  - вертикална дилатација притиска на површини постелеџице (mm/mm).

Вредности коефицијената "l" и "m" усвојене у методи Shell-а за ниво поузданости од 95 % износе:

$$l = 2.8 \cdot 10^{-2}$$

$$m = 0.25$$

Дозвољени број понављања оптерећења с обзиром на критеријум дилатације притиска на постелеџици добија се из израза:

$$N = \left[ \frac{2.8 \cdot 10^{-2}}{\varepsilon_v} \right]^4 = 334,77 \cdot 10^6$$

И с обзиром на овај критеријум дозвољени број понављања оптерећења је већи од предвиђеног саобраћајног оптерећења.

На основу извршеног димензионисања коловозне конструкције у складу са SRPS U.C4.015 и на основу резултата напонско-деформацијске анализе која је показала да претпостављена конструкција задовољава са аспекта замора на дну асфалтних слојева и са аспекта вертикалне деформације на површини постелеџице, за задате пројектне параметре, усвојена је следећа коловозна конструкција:

#### **ТИП - 2**

Слој	Дебљина (cm)
АБ 11с ПмБ 45/80-65	4
Битуменизирани носећи слој БНС 22сА ПмБ 45/80-65	8
Битуменизирани носећи слој БНС 22сА Бит 50/70	8
Дробљени камени агрегат 0/31.5 mm	15
Дробљени камени агрегат 0/63 mm	20
Постелеџица дробљени камени агрегат 0/63 mm, d=25cm	
	Укупна дебљина коловозне конструкције
	55

## 7.2 Нова флексибилна коловозна конструкција на проширењима – зона 1.3

Како би се повећали капацитети ГП „Хоргош“, пројектом су предвиђене нове саобраћајне траке. На уклапању ових трака са аутопутем А1 неопходно је проширити постојећи насип и извести нову коловозну конструкцију која ће задовољити будуће експлоатационе услове. Ове површине припадају зони 1.3, обележене су плавом бојом и шематски су приказане на сликама 6.2.1 и 6.2.2.

На проширењима постојеће флексибилне коловозне конструкције (Зона 1.3) пројектом је предвиђена коловозна конструкција коју сачињавају следећи слојеви:

### ТИП - 2

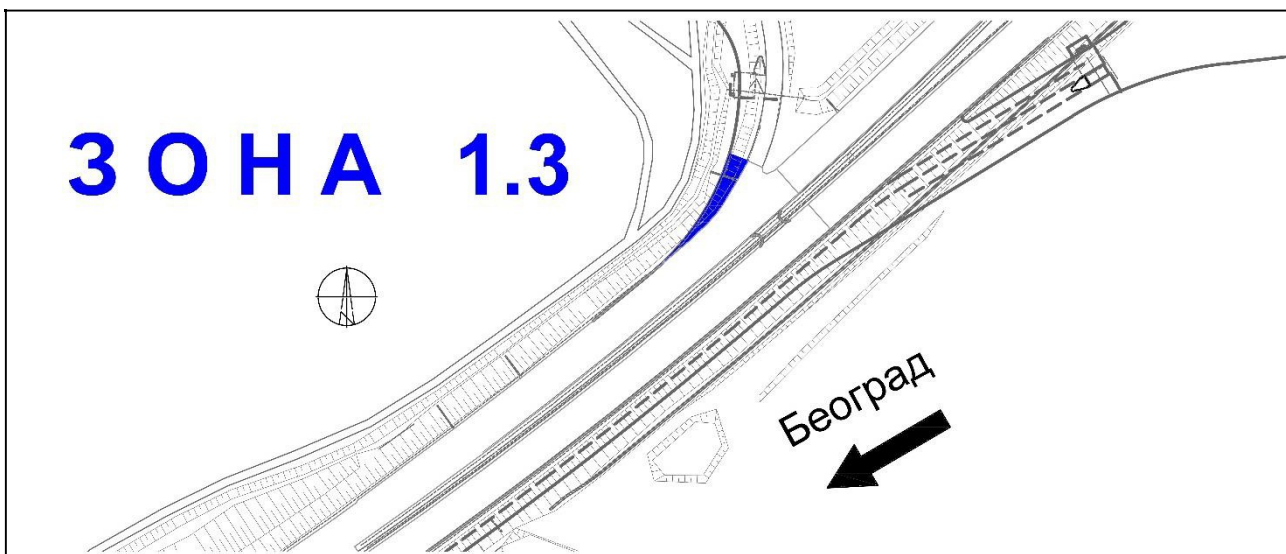
Слој	Дебљина (cm)
АБ 11с ПмБ 45/80-65	4
Битуменизирани носећи слој БНС 22сА ПмБ 45/80-65	8
Битуменизирани носећи слој БНС 22сА Бит 50/70	8
Дробљени камени агрегат 0/31.5 mm	15
Дробљени камени агрегат 0/63 mm	20
Постељица дробљени камени агрегат 0/63 mm, d=25cm	
Укупна дебљина коловозне конструкције	55

Пројектом предвиђена коловозна конструкција на предметним површинама, као и меродавни утицајни параметри, идентични су коловозној конструкцији на зони 1.1 од km 0+000 до km 0+150 (десни коловоз) па је самим тим и димензионисање коловозне конструкције идентично.

Предметне површине служе као изливне, односно уливне траке са аутопута ка теретним терминалима.



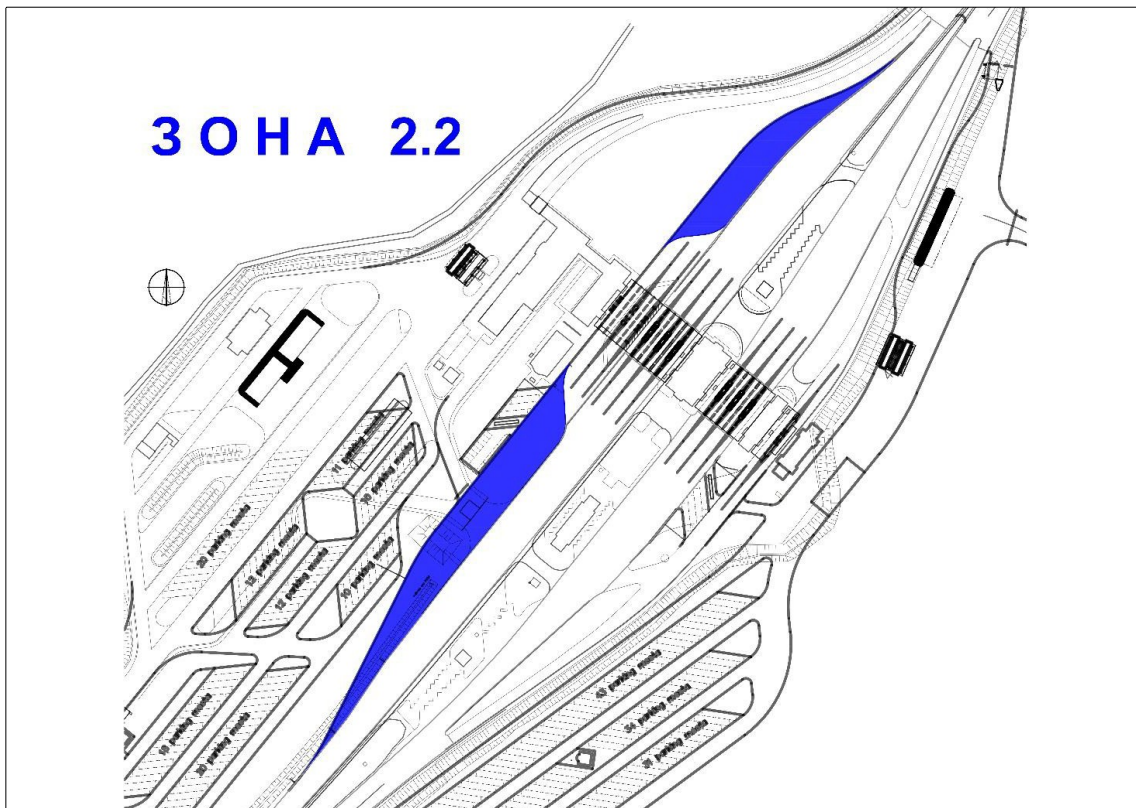
Слика 7.2.1. Шематски приказ дела зоне 1.3 у зони административне линије са Мађарском



Слика 7.2.2. Шематски приказ дела зоне 1.3 на излазу са теретног терминала у смеру ка Београду

### 7.3 Зона 2.4 - Проширења намењена саобраћају аутобуса на десном коловозу пре и после објекта за царинско-пасошку контролу

Ради повећања капацитета путничко – аутобуског терминала, предвиђено је проширење зоне предвиђене за саобраћај аутобуса на улазу у земљу и то непосредно пре и непосредно после објекта за царинско-пасошку контролу од стационаже km 0+180.00 до km 0+333.16 и од km 0+413,83 до km 0+674.68. Како би се реалзовало пројектом предвиђено проширење, неопходно је проширити постојећи насип и изградити нову коловозну конструкцију која ће задовољити будуће експлоатационе услове. Предметна зона 2.4 је шематски обележена плавом бојом на слици 7.3.1.



Слика 7.3.1. Шематски приказ зоне 2.4

Претпостављена коловозна конструкција на проширењу намењеном саобраћају аутобуса на десном коловозу:

### ТИП - 3

Слој	Дебљина (cm)
АБ 11с ПмБ 45/80-65	4
Битуменизирани носећи слој БНС 22сА ПмБ 45/80-65	6
Битуменизирани носећи слој БНС 22сА Бит 50/70	7
Дробљени камени агрегат 0/31.5 mm	15
Дробљени камени агрегат 0/63 mm	25
Постељица: песак	
Укупна дебљина коловозне конструкције	57

### **Карактеристике материјала у слојевима нове коловозне конструкције**

#### Постељица

Пројектом је предвиђена израда постељичног слоја од песка, од кога се гради и насип. За повратни модул постељице од песка усвојена је трајна вредност  $M_r = E_{v2} = 0$  МПа, што одговара вредности  $CBR = 5$  %. Вредност повратног модула постељице усвојена је на основу познавања физичко-механичких карактеристика и познатих параметара носивости песка. Провере ради, извршено је поређење усвојене вредности  $M_r$  са вредностима повратног модула добијеног преко дефлексија у непосредној близини зоне нове коловозне конструкције, с обзиром да је и постојећи коловоз изведен на насипу и постељици од песка. Прорачунска

вредност  $M_r$  срачуната на основу измерених дефлексија се креће у границама  $M_r = 48 - 69$  МПа. При контроли градње потребно је постићи  $E_{v2} \geq 40$  МПа, како би трајна вредност повратног модула постељице била трајна и одржива.

#### Доњи носећи слојеви од невезаног материјала

Доњи носећи слојеви коловозне конструкције изводе се од невезаног дробљеног каменог материјала:

- слој дробљеног камена 0/63 mm у дебљини од  $d=25$ cm,
- слој дробљеног камена 0/31.5 mm у дебљини од  $d=15$ cm.

Вредност Калифорнијског индекса носивости CBR слоја од дробљеног агрегата треба да је  $CBR \geq 80$  %, а коефицијент замене  $a = 0,14$ .

Модули еластичности ових слојева одређени су на основу повратног модула постељице  $M_r$  (МПа) и дебљине слојева  $d$  (mm):

$$E_{dk1} = 0,2 \times d^{0,45} \times M_r = 0,2 \times 250^{0,45} \times 50 = 119,97 \text{ МПа} \quad \text{усв. } E_{dk1} = 120 \text{ МПа}$$

$$E_{dk2} = 0,2 \times d^{0,45} \times E_{dk1} = 0,2 \times 150^{0,45} \times 120 = 228,80 \text{ МПа} \quad \text{усв. } E_{dk2} = 230 \text{ МПа}$$

Вредност Поасоновог коефицијента за оба слоја је  $\nu = 0,35$ .

При контроли квалитета извођења радова на површини слоја дробљеног каменог агрегата ДК 0/63 потребно је постићи носивост изражену преко вредности модула деформације од  $E_{v2} \geq 120$  МПа, однос  $E_{v2}/E_{v1} \leq 2,2$  и збијеност  $D_{pr} \geq 100\%$ .

При контроли квалитета извођења радова на површини слоја дробљеног каменог агрегата ДК 0/31,5 испод везаних – асфалтних слојева, потребно је постићи вредност модула деформације  $E_{v2} \geq 145$  МПа, однос  $E_{v2}/E_{v1} \leq 2,0$  и збијеност  $D_{pr} \geq 100\%$ .

#### Битуменом везани материјали у горњој подлози и коловозном застору

За флексибилну коловозну конструкцију усвојен је застор од асфалт бетона АБ 11с (ПмБ 45-80/65) у дебљини од 4 cm, битуменизирани носећи слој БНС 22 сА (ПмБ 45-80/65) дебљине 6 cm и битуменизирани носећи слој БНС 22сА (Бит 50/70) дебљине 7 cm.

Меродавне температуре коловоза на различитим дубинама срачунате су на основу израза<sup>6</sup>:

$$MMPT = w - MAAT \left\{ 1 + \frac{2,54}{z+10,16} \right\} - \frac{2,778}{z+10,16} + 3,333$$

где је:

- MMPT - средња годишња температура коловоза (°C),
- w-MAAT - средња годишња температура ваздуха (°C),
- z - дубина од површине коловоза на којој се одређује температура(cm).

<sup>6</sup> Research and Development of the Asphalt Institute's Thickness Design Manual (MS-1) Ninth Edition, The Asphalt Institute, 1982.

Меродавна средња годишња температура ваздуха (w-МААТ), срачуната је у оквиру поглавља 2.2.1. *Климатске карактеристике - Одређивање меродавне температуре ваздуха*, и износи 15 °С.

Средње годишње температуре слојева у коловозној конструкцији су:

- Асфалт-бетон АБ 11 с (z = 2.0 cm) T = 21,2 °С
- БНС 22 сА (z = 7.0 cm) T = 20,4 °С
- БНС 22 сА (z = 13.5 cm) T = 19,8 °С

Вредност Поасоновог коефицијента за све битуменом везане слојеве износи  $\nu = 0,35$ .

У складу са SRPS EN 12591 карактеристике овог битумена су следеће:

$$\text{Pen} (25 \text{ }^\circ\text{C}) = 60; \quad \text{Trk} = 52 \text{ }^\circ\text{C}$$

У прорачун модула крутости битумена уведено је старење битумена. Сходно примењеној методи, добијене су следеће вредности:

$$\text{Pen}^* (25 \text{ }^\circ\text{C}) = 39; \quad \text{Trk} = 56,4 \text{ }^\circ\text{C}$$

Вредност модула крутости битумена одређена је на основу Van der Poelovог дијаграма за Бит 50/70, за температуру битумена од 19,8 °С и за брзину кретања возила од 20 km/h:  $S_{\text{БИТ}} = 29,35 \text{ МПа}$

По истом принципу, на основу срачунатих температура у средини асфалтних слојева, добијене су вредности модула крутости битумена за исту брзину кретања, за све асфалтне слојеве.

На основу добијене вредности модула крутости битумена, за исту температуру и брзину кретања одређен је модул крутости асфалтне мешавине. Прорачун је рађен уз претпоставку да је тежинско учешће битумена у мешавини БНС 22с А  $P_b=3.8\%$  за доњи слој и  $P_b=4.0\%$  за горњи слој, а да је проценат шупљина мешавине 6%, док је за асфалт бетон тежинско учешће битумена у мешавини  $P_b=5.3\%$ , а проценат шупљина асфалтне мешавине је 5%.

Табела 7.3.1. Модули крутости асфалтних слојева коловозне конструкције

Мешавина	Температура слоја [°С]	Својства битумена	Модул крутости битумена	Запреминско учешће компоненти у асфалтној мешавини	Модул крутости мешавине за $V=20\text{km/h}$ ( $t=0.05\text{s}$ )
АБ11с	21,2	Pen25=39	22,91 МПа	Vb=12,47 %	4050 МПа
		Trk=56.4		Va=84,59 %	
		PI=-0.29		Vv=5.00 %	
БНС 22сА	20,4	Pen25=39	26,59 МПа	Vb=9,41 %	5620 МПа
		Trk=56.4		Va=84,59 %	
		PI=-0.29		Vv=6,00 %	
БНС 22сА	19,8	Pen25=39	29,35 МПа	Vb=8,94 %	6225 МПа
		Trk=56.4		Va=85,06 %	
		PI=-0.29		Vv=6,00 %	



### **Димензионисање нове флексибилне коловозне конструкције**

Димензионисање флексибилне коловозне конструкције засновано је на претходном дефинисању механичких карактеристика материјала који се користе у појединим слојевима коловозне конструкције и на налажењу оптималних димензија слојева коловозне конструкције.

Димензионисање коловозне конструкције извршено је у II фази. Прво су одређене прелиминарне димензије коловозне конструкције применом стандарда SRPS U.C4.015, а затим је извршена провера добијене конструкције преко напонско деформацијске анализе применом програма "BISAR"<sup>7</sup> и утврђен је реалан век трајања предложеног решења с обзиром на вредности критичних дилатација у коловозној конструкцији.

### **Одређивање димензија нове флексибилне коловозне конструкције применом методе SRPS U.C4.015**

Улазни параметри за одређивање прелиминарних димензија коловозне конструкције су:

- пројектни период  $n = 20$  година
- пројектна вредност Калифорнијског индекса носивости тла  $CBR = 5 \%$
- повратни модул постелнице:  $M_r = 50$  МПа
- меродавно еквивалентно саобраћајно оптерећење  $ESO = 2,1 \times 10^6$  s.o.;
- почетни индекс возне способности коловоза  $PSI = 4,2$ ;
- индекс возне способности на крају експлоатационог века коловоза од 20 година је  $PSI = 2,5$ ;
- пад индекса возне способности коловоза од дејства саобраћаја  $PSI = \Delta 1,7$ ;
- нема пада индекса возне способности коловоза због дејства мрза;
- нема пада индекса возне способности коловоза због бубрења доњег строја;
- укупно стандардно одступање  $S_o = 0,4$ ;
- поузданост  $R = 95\%$ .

Потребна носивост коловозне конструкције за ове параметре је  $SN = 10,40$  cm.

За израду застора усваја се мешавина АБ 11с ПмБ 45-80/65 у дебљини  $d = 4$  cm са коефицијентом замене  $a_1 = 0.42$ . Горња подлога ће се изводити у два слоја, од БНС 22 сА ПмБ 45-80/65 у дебљини  $d = 6$  cm, са коефицијентом замене  $a_2 = 0.38$  и БНС 22 сА Бит 50/70 у дебљини  $d = 7$  cm, са коефицијентом замене  $a_2 = 0.38$ . Коефицијенти замене су преузети из смерница "Приручник за пројектовање путева у Р. Србији" - Ј.П. Путеви Србије из 2012. године .

Укупна носивост битуменом везаних слојева је:

$$SN = 4,0 \times 0,42 + 6 \times 0,38 + 7 \times 0,38 = 6,62 \text{ cm}$$

Доња подлога биће урађена у два слоја. Горњи слој биће урађен од невезаног сепарисаног агрегата 0/31.5 mm у дебљини од 15 cm за који је усвојен коефицијент замене  $a_4 = 0.14$ . Доњи слој биће урађен од сепарисаног дробљеног

<sup>7</sup> Shell Pavement Design Manual, Shell International Petroleum Company Ltd, London, 1978.

каменог агрегата 0/63 mm у дебљини од 25 cm за који је усвојен коефицијент замене  $a_4 = 0.14$ .

Укупна носивост незезаних слојева је:

$$SN = 15 \times 0,14 + 25 \times 0,14 = 5,60 \text{ cm}$$

Укупна носивост пројектоване коловозне конструкције је:

$$SN = 6,62 + 5,60 = 12,22 \text{ cm}$$

што је веће од захтеване носивости  $SN = 10,40 \text{ cm}$ .

### **Напонско деформацијска анализа коловозне конструкције - структурна анализа**

Напонско - деформацијска анализа прелиминарног решења, дефинисаног и провереног по SRPS U.C4.015, биће извршена са циљем да се кроз механички симулациони модел потврди прелиминарно решење и утврде показатељи понашања пројектоване коловозне конструкције у току експлоатационог периода од 20 година.

Анализа обухвата:

- параметризацију симулационог механичког модела,
- прорачун напона и релативних еластичних деформација у слојевима,
- прогнозу трајности са аспекта замора меродавног слоја под поновљеним саобраћајним оптерећењем.

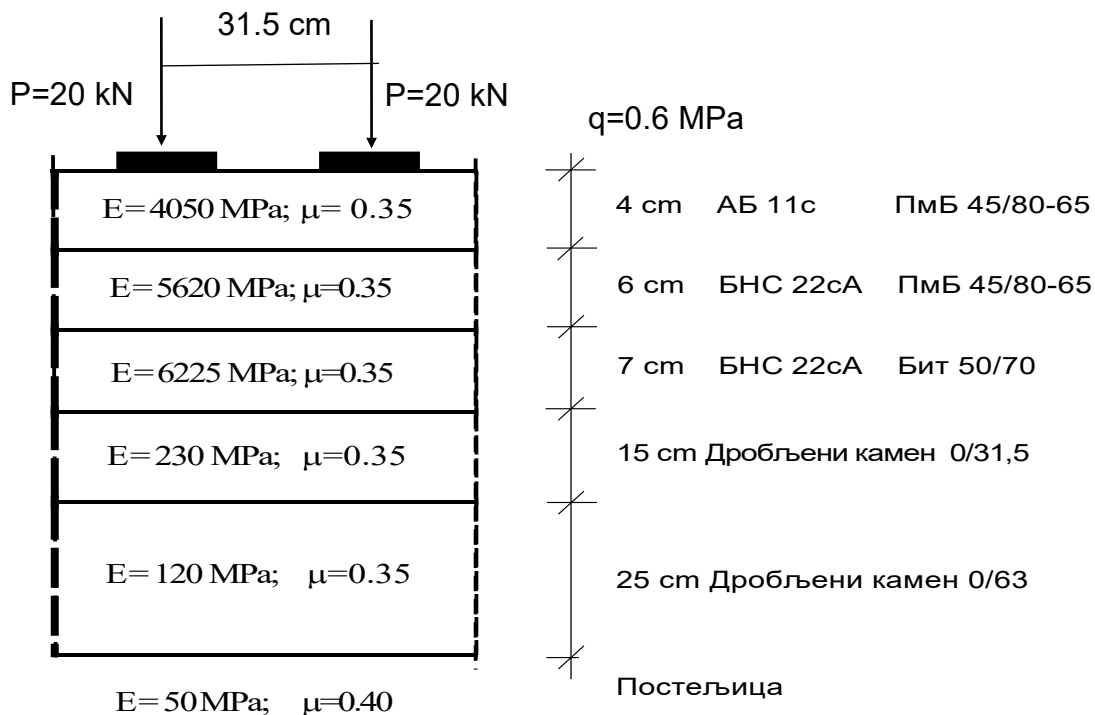
Вредност модула крутости битумена, као и вредности модула крутости асфалтних мешавина АБ 11с и БНС 22сА срачунати су у оквиру овог поглавља.

• АБ 11с	$E_{AB} = 4050 \text{ MPa}$
• БНС 22сА	$E_{BNS22} = 5620 \text{ MPa}$
• БНС 22сА	$E_{BNS22} = 6225 \text{ MPa}$

### **Параметризација симулационог механичког модела**

У оквиру структурне анализе, а за потребе прорачуна напона, деформација и угиба, коловозна конструкција је представљена вишеслојним еластичним системом (као симулационим механичким моделом), на чијој површини делује оптерећење дуплог точка (сила  $P_t = 2 \times 20 \text{ kN}$ ; полупречник једне кружне површине  $a = 10,5 \text{ cm}$ ; размак центара кружних површина  $L = 31,5 \text{ cm}$ ; контактено вертикално оптерећење по свакој кружној површини  $q = 0,6 \text{ MPa}$ ), стандардне осовине (силе  $P_o = 80 \text{ kN}$ ).

Рачунска шема флексибилне коловозне конструкције приказана је на слици 7.3.2.



Слика 7.3.2. Прорачунски модел коловозне конструкције

Прорачун напона и релативних еластичних деформација у слојевима

Димензионисање флексибилне коловозне конструкције извршено је по методи Shell-а (применом програма "BISAR")<sup>8</sup>.

Прорачуном се добијају следеће вредности критичних дилатација за оптерећење од стандардне осовине:

- дилатација затезања на дну битуменом везаних слојева

$$\varepsilon_t = 125 \times 10^{-6} \text{ (m/m)}$$

- дилатација притиска на површини постељнице

$$\varepsilon_v = 294 \times 10^{-6} \text{ (m/m)}$$

Резултати прорачуна дати су у Прилогу V - *Прорачун напона и деформација у вишеслојном еластичном систему за потребе анализе замора у коловозној конструкцији – ТИП 3.*

Анализа коловозне конструкције са аспекта замора - критеријуми за димензионисање

Основни критеријуми за димензионисање су:

1. Хоризонтална дилатација на затезање на дну битуменом везаних слојева

$\varepsilon_t$ . Прекорачење  $\varepsilon_t$  изазива пукотине у битуменом везаним слојевима.

2. Вертикална дилатација на површини постељнице,  $\varepsilon_v$ .

Прекорачење  $\varepsilon_v$  изазива трајне деформације услед преоптерећења постељнице.

<sup>8</sup> Shell Pavement Design Manual, Shell International Petroleum Company Ltd, London, 1978.

### Хоризонтална дилатација на дну битуменом везаних материјала $\varepsilon_t$

Гранична вредност броја прелаза стандардних осовина преко коловозне конструкције у зависности од дилатације  $\varepsilon_t$ , у највећем броју метода за димензионисање дата је са:

$$N = a \left( \frac{1}{\varepsilon_t} \right)^b$$

где је:

- N - дозвољени број понављања оптерећења,
- a, b - коефицијенти, добијени на основу експеримената,
- $\varepsilon_t$  - дилатација затезања на дну битуменом везаних слојева (mm/mm)

У методи Shell-а, гранична вредност хоризонталне дилатације затезања у функцији броја понављања оптерећења, крутости мешавине и садржаја битумена, дата је изразом:

$$\varepsilon_t = (0.856 \cdot V_B + 1.08) \cdot S_{MIX}^{-0.36} \cdot N^{-0.2}$$

где је:

- $\varepsilon_t$  - дилатација затезања на дну битуменом везаних слојева (mm/mm)
- $V_B$  - запреминско учешће битумена, %
- N - број понављања оптерећења
- $S_{MIX}$  - модул крутости битуменом везаних материјала (MPa)

Критична дилатација затезања дешава се на дну доњег битуменизованог носећег слоја БНС 22сА. За срачунат модул мешавине овог слоја  $S_{mix} = 6220$  МПа и запремински садржај битумена  $V_B = 8.94$  %, добија се дозвољени број понављања оптерећења:

$$N = \left( \frac{(0.856 \cdot V_B + 1.08) \cdot S_{MIX}^{-0.36}}{\varepsilon_t} \right)^5 = 3.91 \cdot 10^6$$
$$N_{doz.} = 3,91 \times 10^6 > 2,1 \times 10^6$$

Дозвољени број понављања оптерећења је већи од предвиђеног саобраћајног оптерећења.

### Вертикална дилатација на површини постељице $\varepsilon_v$

Зависност дозвољене вертикалне дилатације на постељици од замора дата је изразом:

$$\varepsilon_v = l \left( \frac{1}{N} \right)^m$$

где је:

- N - дозвољени број понављања оптерећења,
- l, m - коефицијенти, добијени на основу експеримената,
- $\varepsilon_v$  - вертикална дилатација притиска на површини постељице (mm/mm).

Вредности коефицијената "l" и "m" усвојене у методи Shell-а за ниво поузданости од 95 % износе:

$$l = 2.8 \cdot 10^{-2}$$

$$m = 0.25$$

Дозвољени број понављања оптерећења с обзиром на критеријум дилатације притиска на постељици добија се из израза:

$$N = \left[ \frac{2.8 \cdot 10^{-2}}{\varepsilon_v} \right]^4 = 82,3 \cdot 10^6$$

И с обзиром на овај критеријум, дозвољени број понављања оптерећења је већи од предвиђеног саобраћајног оптерећења.

На основу извршеног димензионисања коловозне конструкције у складу са SRPS U.C4.015 и на основу резултата напонско-деформацијске анализе која је показала да претпостављена конструкција задовољава са аспекта замора на дну асфалтних слојева и са аспекта вертикалне деформације на површини постељице, за задате пројектне параметре, усвојена је следећа коловозна конструкција:

### ТИП - 3

Слој	Дебљина (cm)
АБ 11с ПмБ 45/80-65	4
Битуменизирани носећи слој БНС 22сА ПмБ 45/80-65	6
Битуменизирани носећи слој БНС 22сА Бит 50/70	7
Дробљени камени агрегат 0/31.5 mm	15
Дробљени камени агрегат 0/63 mm	25
Укупна дебљина коловозне конструкције:	57

## 8. ДИМЕНЗИОНИСАЊЕ КРУТИХ КОЛОВОЗНИХ КОНСТРУКЦИЈА

Нова крута коловозна конструкција је предвиђена на:

- новим саобраћајним тракама намењеним кретању теретних возила у смеру ка Мађарској – Зона 1.2,
- новим саобраћајницама намењених кретању теретних возила у оквиру теретних терминала – Зона 3.1,
- новом паркингу простору намењеном теретним возилима у оквиру теретних терминала – Зона 3.2,
- проширењу постојећег крутог коловоза на улазу и излазу са теретног терминала из правца Мађарске, за саобраћај теретних возила и лакшу проходност вангабаритних возила - Зона 3.1 .

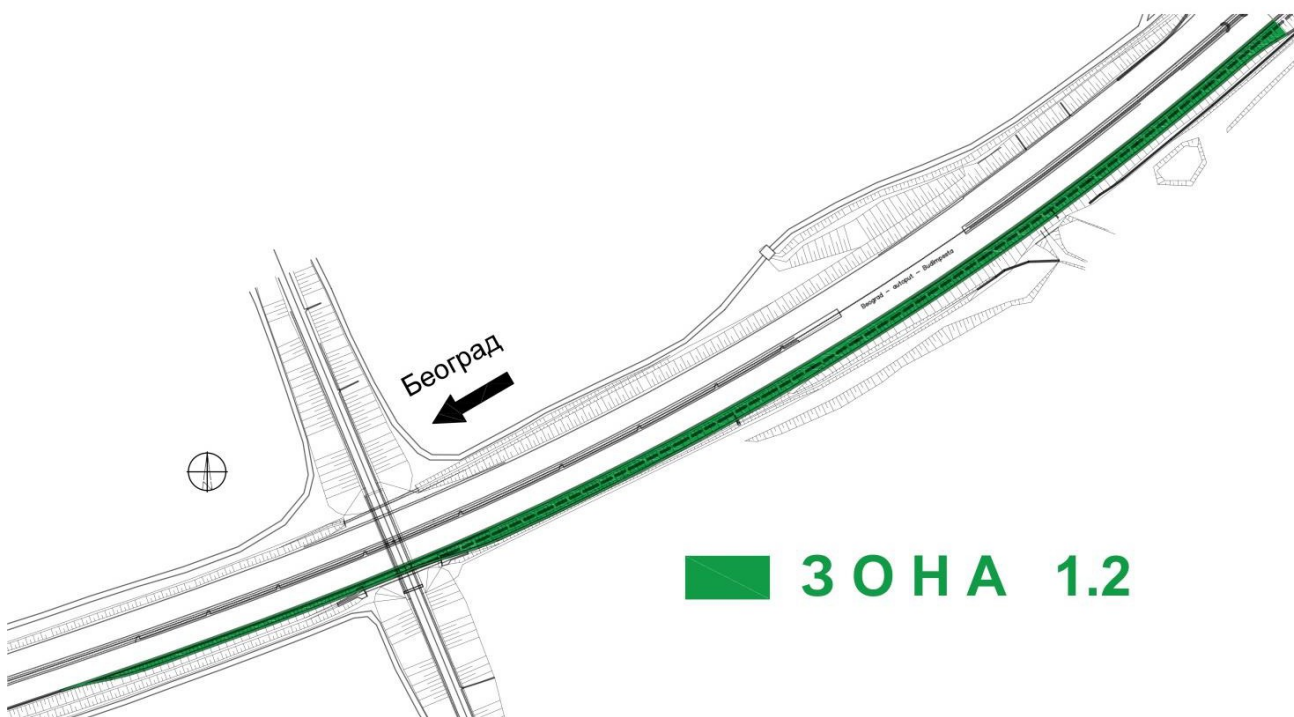
С обзиром на исте експлоатационе услове, структуру возила која ће се њима кретати и исте утицајне параметре меродавне за димензионисање, истим прорачуном је обухваћено димензионисање круте коловозне конструкције на све четири претходно наведене површине.

### 8.1 Нова крута коловозна конструкција намењена кретању теретних возила у смеру ка Мађарској на новим саобраћајним тракама – Зона 1.2

Пројектом је предвиђено да се леви коловоз (смер Србија – Мађарска) на стационажи  $\approx$  km 1+575,00 проширује за једну траку, а на km  $\approx$  1+340 за још једну. Ове нове саобраћајне траке које воде ка новом теретном терминалу на излазу из Србије намењене су за кретање тешких теретних возила. Зона 1.2 у смеру ка мађарској завршава на стационажи 0+840,00.

На овим саобраћајницама пројектом је предвиђена крута коловозна конструкција.

Предметна зона 1.2 је шематски обележена зеленом бојом на слици 8.1.1.



Слика 8.1.1. Шематски приказ зоне 1.2

Претпостављена крута коловозна конструкција на предметној зони се састоји из следећих слојева:

#### ТИП - 4

Слој	Дебљина (cm)
Цемент-бетон С35/45 (МБ 40)	22
Битуменизирани носећи слој БНС 22 А, Бит 50/70	6
Сепарисани дробљени камени агрегат 0/31.5 mm	15
Сепарисани дробљени камени агрегат 0/63 mm	30
Постељница: песак	Укупна дебљина коловозне конструкције:
	73

#### 8.1.1 Карактеристике материјала у слојевима нове круте коловозне конструкције

##### Постељница

Пројектом је предвиђена израда постељичног слоја од песка, од кога се гради и насип. За повратни модул постељнице од песка усвојена је трајна вредност  $M_r = E_{v2} = 50$  МПа, што одговара вредности  $CBR = 5$  %. Вредност повратног модула постељнице усвојена је на основу познавања физичко-механичких карактеристика и познатих параметара носивости песка.

##### Доња подлога од невезаног агрегата

Доњи носећи слојеви коловозне конструкције изводе се од невезаног каменог агрегата:

- слој сепарисаног дробљеног каменог агрегата 0/63 mm у дебљини од 30 cm. Коефицијент замене за дробљени камени агрегат је  $a_3=0,14$ ,
- слој сепарисаног дробљеног каменог агрегата 0/31.5 mm у дебљини од 12 cm. Коефицијент замене за дробљени камени агрегат је  $a_3=0,14$ .

##### Подлога од битуменизираног агрегата БНС 22 А Бит 50/70

Ради повећања крутости подлоге испод цемент-бетонске плоче у циљу смањења напона који се јављају у бетонској плочи, као и ради постизања што равније и уједначеније подлоге у смислу носивости, испод плоче је пројектован слој БНС 22 А у дебљини  $d=6$  cm. Коефицијент замене за битуменизирани носећи слој је  $a_3=0,38$ .

За потребе одређивања вредности модула реакције подлоге слојеви дробљеног каменог агрегата 0/31,5 mm и 0/63 mm испод бетонске плоче су на основу формуле Odemark-а, прерачунати у један слој еквивалентне дебљине.

За усвојени повратни модул постељнице, срачунати модул еквивалентног слоја од невезаног каменг агрегата и његову дебљину, као и за слој БНС-а у подлози бетонске плоче, одређена је вредност модула реакције подлоге на основу "AASHTO 1993 - Упутство за пројектовање". Вредност модула реакције подлоге износи:  $K = 310$  MN/m<sup>3</sup>.

## Цемент-бетон

Крута коловозна конструкција пројектована је од бетона марке С35/45 (МБ 40).

Зрна минералне мешавине треба да су еруптивног порекла.

Модул еластичности бетона (према ПБАБ 87<sup>9</sup>) је:

$$E = 9250 \cdot \sqrt[3]{MB + 10} = 9250 \cdot \sqrt[3]{50} = 34.077,00 \text{ MPa} = 34,1 \text{ GPa}$$

Чврстоћа бетона на затезање при савијању је усвојена према SRPS U.E3.020 за марку бетона С35/45 (МБ 40):

$$\beta_{zs} = 5.0 \text{ MPa}$$

### **8.1.2 Димензионисање круте коловозне конструкције**

Улазни параметри за одређивање прелиминарних димензија круте коловозне конструкције су:

- Бетонске плоче - максимална димензија: L x D = 6,00 x 5,00 m
- Саобраћајно оптерећење ESO = 24,1 x 10<sup>6</sup> ст.осов.од 80 kN
- Поузданост P = 95 %
- Стандардно одступање S<sub>o</sub> = 0.30
- Почетни индекс употребљивости ρ<sub>o</sub> = 4.5
- Крајњи индекс употребљивости ρ<sub>T</sub> = 2.0
- Модул реакције подлоге K = 310 MN/m<sup>3</sup>
- Модул еластичности бетона E = 34.1 GPa
- Чврстоћа бетона на затезање при савијању β<sub>zs</sub> = 5.0 MPa

На основу улазних параметара, преко дијаграма за димензионисање круте коловозне конструкције дефинисаних стандардом SRPS U.C4.014, добијена је дебљина бетонске плоче d = 22 cm.

### **Провера усвојене конструкције на допуштене напоне**

Прорачун круте коловозне конструкције извршен је по методи Westergaard-а, (за оптерећење које делује у унутрашњости плоче), односно преко модификованог израза (за оптерећење које делује на ивици плоче) у складу са препорукама које даје Ioannides<sup>10</sup> и преко модификованог израза (за оптерећење које делује у углу плоче) у складу са препорукама које даје Sargious<sup>11</sup>.

<sup>9</sup> Правилник о техничким нормативима за бетон и армирани бетон, Службени лист СФРЈ, 1987.

<sup>7</sup> A.M.Ioannides, M.R.Thompson and E.J.Barenberg. Westergaard Solutions Reconsidered, Transportation Research Record 1043, NRC, Washington DC, 1985., pp.13-23.

<sup>11</sup> Sargious, M. Pavements and Surfacing for Highways and Airports, Applied Science Publishers Ltd, London, 1975



Бетон мора да испуни следеће услове:

- Марка бетона треба да је минимално С35/45 (МБ 40);
- Вредност Поасоновог коефицијента за бетонске плоче износи 0,15;
- Затезна чврстоћа при савијању треба да је min. 5.0 МПа, према SRPS U.C4.014/94;
- Модул еластичности бетона  $E = 34,1 \text{ GPa}$
- Радијус релативне крутости бетонске плоче је:

$$l = \sqrt[4]{\frac{E \cdot h^3}{12 \cdot K \cdot (1 - \nu^2)}} = 0.562 \text{ m}$$

Постоје три карактеристична случаја зависно од положаја оптерећења:

- оптерећење је у средини плоче - критичан је напон на затезање при савијању на доњој површини плоче -  $\sigma_i$

$$\sigma_i = \frac{0,275 \cdot P}{h^2} \cdot (1 + \nu) \cdot \left[ \log\left(\frac{E \cdot h^3}{K \cdot b^4}\right) - 54,54 \cdot \left(\frac{1}{L}\right)^2 \cdot Z \right] \quad \text{по методи Westergaard-a,}$$

$$\sigma_i = \frac{3 \cdot P}{2 \cdot \pi \cdot h^2} \cdot (1 + \nu) \cdot \left[ \ln\left(\frac{l}{b}\right) + 0.6159 \right] \quad \text{по методи Huang-a.}$$

- оптерећење делује на ивици плоче - критичан је напон на затезање при савијању на доњој површини плоче -  $\sigma_e$

$$\sigma_e = \frac{0,529 \cdot P}{h^2} \cdot (1 + 0,54 \cdot \nu) \cdot \left[ \log\left(\frac{E \cdot h^3}{K \cdot b^4}\right) + \log\left(\frac{10 \cdot b}{1 - \nu^2}\right) - 1,0792 \right] \quad \text{по методи Westergaard-a}$$

по методи Ioannides-a:

$$\sigma_e = \frac{3 \cdot P}{\pi \cdot h^2} \cdot \frac{1 + \nu}{3 + \nu} \cdot \left[ \ln\left(\frac{E \cdot h^3}{100 \cdot K \cdot a^4}\right) + 1,84 - \frac{4 \cdot \nu}{3} + \frac{1 - \nu}{2} + \frac{1,18 \cdot (1 + 2\nu) \cdot a}{l} \right]$$

- оптерећење делује у углу плоче - критичан је напон на затезање при савијању на горњој површини плоче -  $\sigma_c$

$$\sigma_c = \frac{3 \cdot P}{h^2} \cdot \left[ 1 - \left(\frac{a \cdot \sqrt{2}}{l}\right)^{0.6} \right] \quad \text{по методи Sargious -a}$$

где је:

- $P$  - укупно оптерећење од точка (MN),
- $a$  - радијус контактне површине пнеуматика (m),
- $h$  - претпостављена дебљина бетонске плоче (m),
- $E$  - модул еластичности бетона (MPa),
- $\nu$  - Поасонов коефицијент за бетон,
- $K$  - модул реакције подлоге (MN/m<sup>3</sup>),

$b$  - радијус еквивалентног оптерећења круга контактне површине пнеуматика (m),

$$b = \sqrt{1,6 \cdot a^2 + h^2} - 0,675 \cdot h \quad \text{за} \quad a \leq 1,724 \cdot h_1$$

$$b = a \quad \text{за} \quad a \geq 1,724 \cdot h_1$$

$l$  - радијус релативне крутости бетонске плоче (m),

$L, Z$  - корекциони коефицијенти расподеле реакције тла непосредно након наношења оптерећења. Ако нису детаљније познати, узима се  $Z = 0,2$  и  $L = 5l$

Као меродавно оптерећење за димензионисање бетонске плоче усвојена је половина максимално дозвољене осовине од 115 kN.

Радијус еквивалентног оптерећења од једног точка (подразумевајући да је растојање точкова 37,3 cm и да је контактна површина једнака збиру контактних површина точкова и површине правоугаоника између њих са контактним притиском од 650 kPa) добија се из израза:

$$a = \left( \frac{0,8521 \cdot P}{p \cdot \pi} + \frac{Sd}{\pi} \cdot \sqrt{\frac{P}{0,5227 \cdot p}} \right)^{\frac{1}{2}} = 0,216 \text{ m}$$

$Sd$  - растојање точкова у метрима

Одговарајућа величина  $b$  - радијус еквивалентног круга контактне површине је:

$$b = \sqrt{1,6 \cdot a^2 + h^2} - 0,675 \cdot h \quad \text{за} \quad a \leq 1,724 \cdot h_1 = 0,379 \text{ m}$$

$$b = a \quad \text{за} \quad a \geq 1,724 \cdot h_1$$

$$b = \sqrt{1,6 \cdot a^2 + h^2} - 0,675 \cdot h = \sqrt{1,6 \cdot 0,216^2 + 0,22^2} - 0,675 \cdot 0,22 = 0,202 \text{ m}$$

Напон који у бетонској плочи изазива оптерећење које делује у унутрашњости плоче:

Према решењу Westergaard-a је:

$$\sigma_i = \frac{0,275 \cdot P}{h^2} \cdot (1 + \nu) \cdot \left[ \log \left( \frac{E \cdot h^3}{K \cdot b^4} \right) - 54,54 \cdot \left( \frac{1}{L} \right)^2 \cdot Z \right] = 0,906 \text{ MPa}$$

Према решењу Huanga:

$$\sigma_i = \frac{3 \cdot P}{2 \cdot \pi \cdot h^2} \cdot (1 + \nu) \cdot \left[ \ln \left( \frac{l}{b} \right) + 0,6159 \right] = 1,069 \text{ MPa}$$

Напон у случају дејства оптерећења на ивици плоче је:

$$\sigma_e = \frac{0,529 \cdot P}{h^2} \cdot (1 + 0,54 \cdot \nu) \cdot \left[ \log \left( \frac{E \cdot h^3}{K \cdot b^4} \right) + \log \left( \frac{10 \cdot b}{1 - \nu^2} \right) - 1,0792 \right] = 1,415 \text{ MPa}$$

$$\sigma_e = \frac{3 \cdot P}{\pi \cdot h^2} \cdot \frac{1 + \nu}{3 + \nu} \cdot \left[ \ln \left( \frac{E \cdot h^3}{100 \cdot K \cdot a^4} \right) + 1,84 - \frac{4 \cdot \nu}{3} + \frac{1 - \nu}{2} + \frac{1,18 \cdot (1 + 2\nu) \cdot a}{l} \right] = 1,798 \text{ MPa}$$

Напон затезања на горњој површини плоче услед деловања оптерећења у углу плоче је:

$$\sigma_e = \frac{3 \cdot P}{h^2} \cdot \left[ 1 - \left( \frac{a \cdot \sqrt{2}}{l} \right)^{0.6} \right] = 1,094 \text{ MPa}$$

Уколико се узме у обзир преношење оптерећења са коефицијентом преношења  $j = 0,8$ , добија се следећи напон на ивици плоче:

$$\sigma_e^i = \left( 1 - \frac{1}{2} \cdot j \right) \cdot \sigma_e = 0,80 \times 1,798 = 1.079 \text{ MPa}$$

Напони од температурних разлика (промене температура)

Напони при савијању који се јављају у бетонској плочи (у доњој и горњој зони) услед разлика температуре или разлика влажности доње и горње зоне плоче, срачунати су по методи Bradbury-ја.

- термички градијент:  $G_t = 30 \text{ C/m}$
- температурна разлика између горње (на површини) и доње зоне(на дну) плоче:

$$\Delta t = G_t \cdot h_b = 30 \cdot 0,22 = 6.6^\circ\text{C}$$

$$\Delta t = 6.6^\circ\text{C}$$

- напон затезања на ивици цементно-бетонске плоче:

$$\sigma_t^i = \frac{\alpha_t E_b \Delta t}{2} C$$

- напон затезања у унутрашњости плоче:

$$\sigma_t^s = \frac{\alpha_t E_b \Delta t}{2(1-\nu^2)} (C_1 + \nu C_2)$$

За пројектом дефинисану максималну димензију бетонске плоче  $L \times D = 6,0 \times 5,0 \text{ m}$

- с обзиром на димензије бетонских плоча  $L \times D = 6,0 \times 5,0 \text{ m}$ , коефицијенти  $C_1$  и  $C_2$  (према SRPS U.C4.014) ће имати вредности:

$$\frac{L_x}{l} = \frac{6,00}{0.562} = 10,675 \rightarrow C_1 = 1.06$$

$$\frac{L_y}{l} = \frac{5,00}{0.562} = 8,896 \rightarrow C_2 = 1.08$$

$L_{x,y}$  - одговарајућа слободна дужина, односно ширина плоче,

$C_i$  - коефицијент подужног/попречног правца у коме се тражи напон при савијању (из дијаграма).

- напони у плочи:

$$\sigma_{xx}^s = \frac{\alpha_t \cdot E_b \cdot \Delta t}{2 \cdot (1 - \nu^2)} \cdot (C_1 + \nu \cdot C_2)$$

$$\sigma_{xx}^s = 1.265 \text{ MN/m}^2$$

$$\sigma_{yy}^s = \frac{\alpha_t \cdot E_b \cdot \Delta t}{2 \cdot (1 - \nu^2)} \cdot (C_2 + \nu \cdot C_1)$$

$$\sigma_{yy}^s = 1.283 \text{ MN/m}^2$$

- напони на ивици (доња зона) плоче:

$$\sigma_{xx}^i = \frac{\alpha_t \cdot E_b \cdot \Delta t}{2} \cdot C_1$$

$$\sigma_{xx}^i = 1.073 \text{ MN/m}^2$$

$$\sigma_{yy}^i = \frac{\alpha_t \cdot E_b \cdot \Delta t}{2} \cdot C_2$$

$$\sigma_{yy}^i = 1.093 \text{ MN/m}^2$$

Напони изазвани температурним променама (трење услед ширења и скупљања цементно-бетонске плоче):

$$\sigma_{xx}^t = \frac{\gamma \times L \times f}{2} \cdot 9.81 \cdot 10^{-2}$$

при чему је :

$f$  – коефицијент трења ( $f = 1,5$ )

- напон услед температурних промена:

$$\sigma_{xx}^t = 0.106 \text{ MN/m}^2$$

$$\sigma_{yy}^t = 0.088 \text{ MN/m}^2$$

Суперпонирани напони од оптерећења и температуре у бетонској плочи:

- доња зона плоче:

$$\max \sigma_{xx}^s = \sigma_i + \sigma_{xx}^s + \sigma_{xx}^t = 2.440 \text{ MN/m}^2$$

$$\max \sigma_{xx}^i = \sigma_e' + \sigma_{xx}^i + \sigma_{xx}^t = 2.258 \text{ MN/m}^2$$

$$\max \sigma_{yy}^s = \sigma_i + \sigma_{yy}^s + \sigma_{yy}^t = 2.440 \text{ MN/m}^2$$

$$\max \sigma_{yy}^i = \sigma_e' + \sigma_{yy}^i + \sigma_{yy}^t = 2.260 \text{ MN/m}^2$$

- горња зона плоче:

$$\max \sigma_{xx}^s = \sigma_{xx}^s + \sigma_{xx}^t = 1.371 \text{ MN/m}^2$$

$$\max \sigma_{xx}^i = \sigma_{xx}^i + \sigma_{xx}^t = 1.179 \text{ MN/m}^2$$

$$\max \sigma_{yy}^s = \sigma_{yy}^s + \sigma_{yy}^t = 1.371 \text{ MN/m}^2$$

$$\max \sigma_{yy}^i = \sigma_{yy}^i + \sigma_{yy}^t = 1.181 \text{ MN/m}^2$$

$$\max \sigma_{xx}^u = \sigma_c + \sigma_{xx}^t = 1.200 \text{ MN/m}^2$$

Максимални суперпонирани напони (оптерећење + температура) у бетонској плочи 6,00 x 5,00 m:

- доња зона плоче:  $\sigma_{\max} = 2,440 \text{ MPa}$

- горња зона плоче:  $\sigma_{\max} = 1,371 \text{ MPa}$

$$\sigma_{\max} = 2,440 \text{ MPa} < \sigma_{sz, doz} = 5,0 \text{ MPa}$$

Бетонска плоча дебљине 22 cm, марке бетона C35/45 (МБ40) са минералном мешавином еруптивног порекла задовољава потребну носивост, односно вредност максималног напона који може да се јави у плочи услед оптерећења и термичких утицаја не прекорачује вредност допуштеног напона на затезање при савијању.

#### Контрола бетонске плоче на замор

За потребе прорачуна замора у бетонској плочи, користи се модификован фактор еквиваленције којим се прерачунава стварно у стандардно осовинско оптерећење од 80 kN по осовини. Фактор еквиваленције за цемент бетонску конструкцију садржи у себи експонент  $\alpha = 14$ . Применом овог експонента, за потребе прорачуна замора у конструкцији добијено је саобраћајно оптерећење од 112.377.977 стандардних осовина од 80 kN за пројектни период од 30 година.

Дозвољени број понављања оптерећења одређује се општим изразом:

$$\log N = f_1 - f_2 \cdot \left( \frac{\sigma_{\max}}{\sigma_{dop}} \right)$$

Према Darter-у и Varenberg-у:<sup>12</sup>

$$\log N = 16.71 - 17.71 \cdot \left( \frac{\sigma_{\max}}{\sigma_{dop}} \right)$$

$$\log N = 16.71 - 17.71 \cdot \left( \frac{2,44}{5,00} \right)$$

$$N = 116,4 \cdot 10^6 > 112,4 \cdot 10^6$$

Такође, однос максималног напона који се јавља у бетонској плочи и допуштеног напона на затезање савијањем за примењену марку бетона, износи 0,488. Утврђено је да када овај однос износи  $\leq 0,45$  (0,50) бетонска плоча може да поднесе "бесконачан број" циклуса оптерећења, па се и по овом критеријуму закључује да је плоча добро димензионисана.

С обзиром да ни једна вредност напона у бетонској плочи, не прекорачује допуштени напон, и с обзиром да је дозвољени број понављања оптерећења већи од претпостављеног, бетонска плоча C35/45 (МБ40), дебљине 22 cm задовољава предвиђено саобраћајно оптерећење за пројектни период од 30 година.

---

<sup>12</sup> Darter, M.I. and E.J. Varenberg. Zero-Maintenance Pavement: Field Studies on the Performance Requirements and Capabilities of Conventional Pavement Systems, Report FHWA RD-76-105, FHWA, 1976.

На основу претходног, за све 4 зоне на којима је предвиђена крута коловозна конструкција (наведене на почетку тачке 8), усвојено је исто пројектно решење које је доказано претходним димензионисањем.

Пројектована крута коловозна конструкција на предметним зонама се састоји из следећих слојева:

#### ТИП - 4

Слој	Дебљина (cm)
Цемент-бетон С35/45 (МБ 40)	22
Битуменизирани носећи слој БНС 22 А, Бит 50/70	6
Сепарисани дробљени камени агрегат 0/31.5 mm	15
Сепарисани дробљени камени агрегат 0/63 mm	30
Постељица: песак	Укупна дебљина коловозне конструкције: 73

Бетон мора бити справљен у складу са стандардом SRPS U.M1.206:2013 и мора задовољити следеће параметре:

$$XD3 + XM3 + XF4$$

Да би се спречио развој прслина, на 2/3 висине бетонске плоче уградити арматурну мрежу Q188.

#### 8.1.3 Димензије бетонских плоча, спојница и можданика

Пројектним решењем на новопроектованим тракама за приступ теретном терминалу за смер Србија – Мађарска предвиђене су бетонске плоче димензија 4.00 x 3.50 m. Попречне привидне спојнице предвиђене су на 4m. Између две новопроектоване траке предвиђена је подужна привидна спојница. За пренос оптерећења између плоча у попречним привидним спојницама треба уградити можданике Ø25mm, дужине 600 mm, на међусобном растојању од 300mm. На пресеку привидних и просторних - дилатационих спојница прва котва до дилатационе спојнице поставља се на растојању 500 mm од дилатационе спојнице. Котве Ø18mm, дужине 1000 mm треба уградити у подужним привидним спојницама, на међусобном растојању од 500 mm.

За смер Србија - Мађарска, на делу где се две новопроектоване траке шире како би се омогућио приступ теретних возила паркинг површинама у оквиру теретног терминала, посебну пажњу при дефинисању распореда спојница треба обратити на то да попречне спојнице буду оријентисане управно на правац кретања возила а подужне да не буду у трагу кретања точка, што је више могуће. Како је на предметном проширењу, као и на осталим бетонским површинама у оквиру теретног терминала ово врло тешко испоштовати у потпуности, предвиђена је уградња можданика Ø25mm, дужине 600mm на међусобном растојању 300mm како у просторним, тако и у привидним спојницама (подужним и попречним) у оквиру целог новопроектованог терминала за теретни саобраћај.

Оптимална димензија плоча на теретном терминалу је 4.00 m x 4.00 m и при одређивању положаја спојница треба тежити што више овој димензији плоча. Максимална допуштена димензија бетонске плоче је 6.00 m x 5.00 m и за ову плочу је извршено димензионисање. Плоче максималних димензија треба избегавати, или ако није могуће да се избегну, онда их треба постављати на површинама на којима је мали саобраћај теретних возила. Однос димензија свих бетонских плоча треба да се налази у распону 1,0 – 1,5.

При дефинисању распореда спојница треба обратити пажњу да угао који заклапају две спојнице не буде мањи од  $90^{\circ}$ .

Пројектним решењем је предвиђена крута коловозна конструкција на проширењу постојећег бетонског коловоза на улазном и излазном делу теретног терминала за смер Мађарска – Србија. Постојећи коловоз се проширује чак до 19,25 m на појединим местима. Попречне спојнице предвидети на  $\approx 4$  m и што је више могуће уклопити са већ изрезаним спојницама на постојећем бетонском коловозу тако да се постојеће и нове спојнице настављају. На местима где је то неопходно да би се испоштовао однос димензија бетонских плоча (који треба да се налази у распону 1,0 – 1,5), предвидети подужну привидну спојницу. За пренос оптерећења између плоча у попречним привидним и просторним – дилатационим спојницама уградити можданике  $\varnothing 25\text{mm}$ , дужине 600 mm и на међусобном растојању 300 mm.

Пре уградње бетона на проширеном делу, контактну површину постојеће бетонске плоче са новопроектваном, неопходно је очистити и избушити рупе за уметање можданика. Како би се спречило евентуално одвајање новопроектваног бетонског коловоза од постојећег, а уједно и обезбедио пренос оптерећења са једне на другу плочу пројектним решењем је предвиђена уградња можданика  $\varnothing 25\text{mm}$ , дужине 600mm и на међусобном растојању од 300mm.

У подужне привидне спојнице на новопроектваним бетонским плочама (уколико се јављају) предвидети уградњу котви. Како би се спречило евентуално одвајање плоча, пројектним решењем је предвиђена уградња котви - RA  $\varnothing 18\text{mm}$ , дужине 1000mm и на међусобном растојању 500mm.

#### **Растојање просторних - дилатационих спојница, ширина отвора просторне спојнице у бетону**

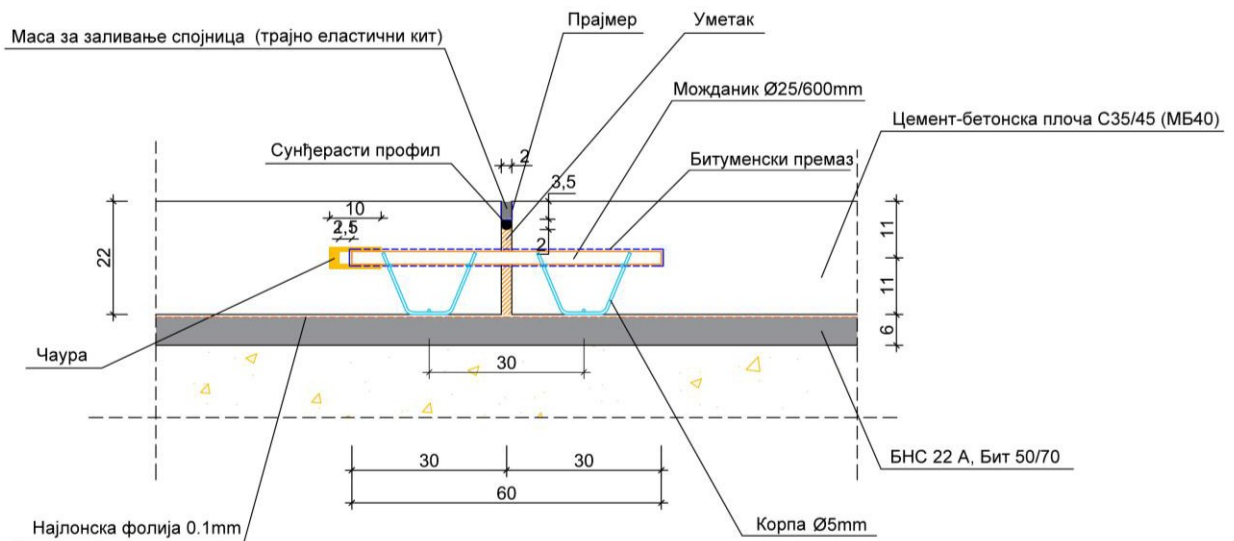
Отвор дилатационих спојница између бетонских плоча је урађен према стандарду за димензионисање бетонских коловоза (SRPS U.C4.014 - 1994.), за услов да је отвор спојница такав да обезбеди несметано хоризонтално померање бетонских плоча услед дејства температурних утицаја.

$$\Delta L = C \cdot L \cdot (\alpha_T \cdot \Delta T + \varepsilon_s)$$

УЛАЗНИ ПОДАЦИ		
C - фактор трења		
0,65 за стабилизовану подлогу	C =	0,8
0,80 за подлогу од невезаног агрегата		
L - отвор спојнице или дужина плоче	L =	28000 [mm]
$\alpha_t$ - термички коефицијент ширења бетона	$\alpha_t =$	9 $\times 10^{-6}$ [1/°C]
$\Delta T$ - температурна разлика	$\Delta T =$	40 [°C]
$\varepsilon$ - коефицијент ширења бетона током сушења	$\varepsilon =$	2 $\times 10^{-4}$

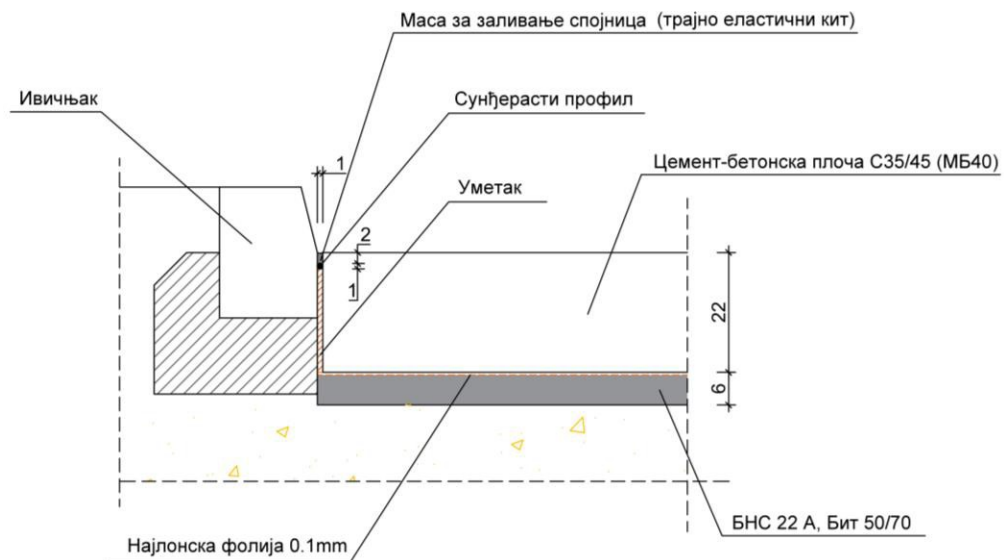
ШИРИНА СПОЈНИЦЕ
$\Delta L = C \cdot L \cdot (\alpha_t \cdot \Delta T + \varepsilon) = 12,544 \text{ mm}$

Усвојена ширина просторних-дилатационих спојница за растојање између спојница  $\leq 28$  m је 20 mm.



Слика 8.1.3.1 Детаљ просторне спојнице

На споју између паркинг места за теретна возила и припадајућих саобраћајница као и на контакту са елементима за оивичење коловоза потребно је предвидети изолационе - дилатационе спојнице ширине 10 mm, како би се просторно одвојиле круте коловозне конструкције различите намене.



Слика 8.1.3.2 Детаљ изолационе спојнице

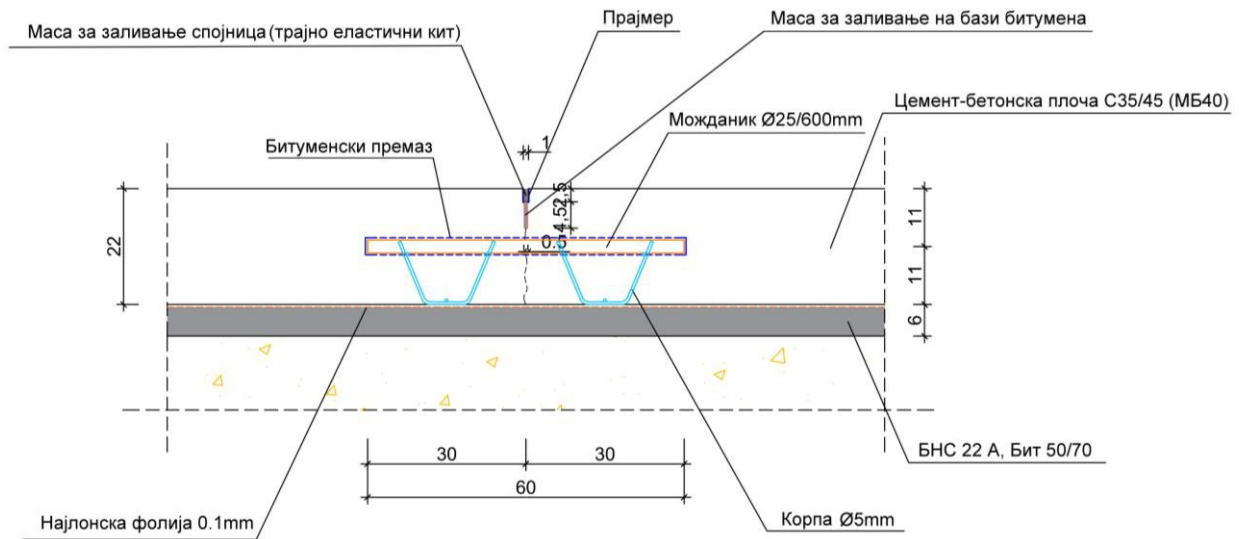
### **Растојање и ширина привидних спојница у бетону**

Привидним спојницама осигурано је да при прекорачењу затезне чврстоће бетона у цементно - бетонском коловозу пукотине настају на контролисаном месту.

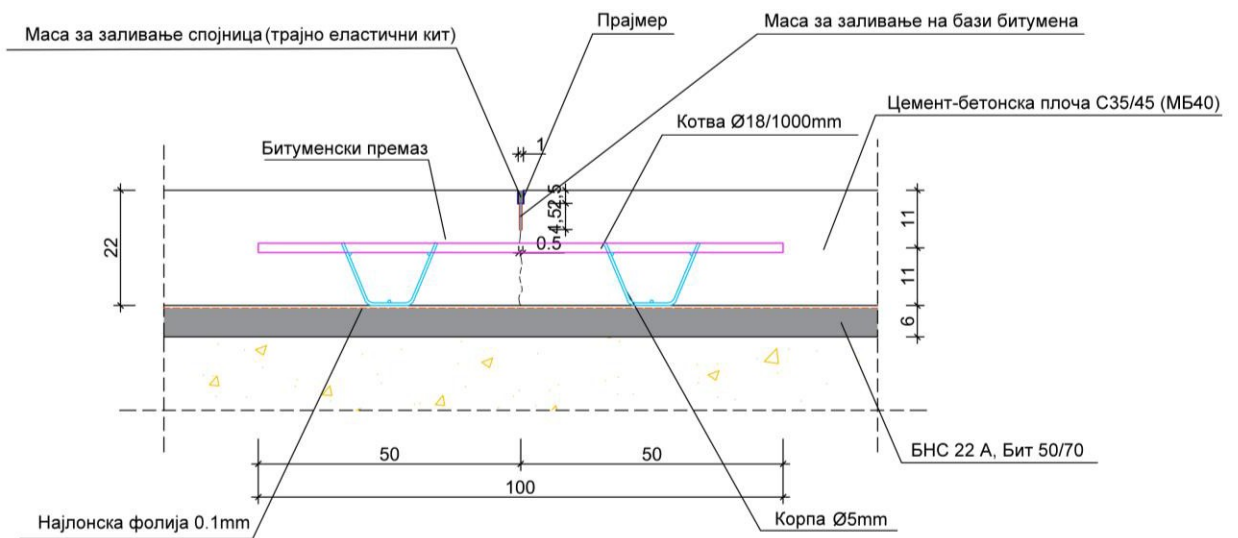
Ширина привидних спојница је 4 mm (ширина реза тестрере за бетон). Спојнице се режу у првих 24 сата од уградње, док бетон није очврнуо.

Спојнице се пуне масом за заливање спојница.





Слика 8.1.3.3 Детаљ попречне и подужне спојнице са мождаником



Слика 8.1.3.4 Детаљ подужне спојнице са котвом

### **Можданици и котве**

Димензије можданика су усвојене према дебљини бетонске плоче ( $d_{pl} = 22 \text{ cm}$ ):

Материјал..... GA 240/360

Пречник арматуре.....  $d = \varnothing 25 \text{ mm}$

Дужина шипки . . . . .  $l = 60.00 \text{ cm}$

Размак шипки.....  $e = 30.00 \text{ cm}$

Можданици се уграђују на  $D/2 \pm 2.0 \text{ cm}$ .

Котве се постављају у подужним привидним спојницама, а њихове димензије су усвојене према дебљини бетонске плоче ( $d_{pl} = 22 \text{ cm}$ ):

Материјал..... RA 400/500

Пречник арматуре.....  $d = \varnothing 18 \text{ mm}$

Дужина шипки . . . . .  $l = 100.00 \text{ cm}$

Размак шипки . . . . .  $e = 50.00 \text{ cm}$

Изузетно у подужној спојници на контакту старог и новог бетона предвиђена је уградња можданика:

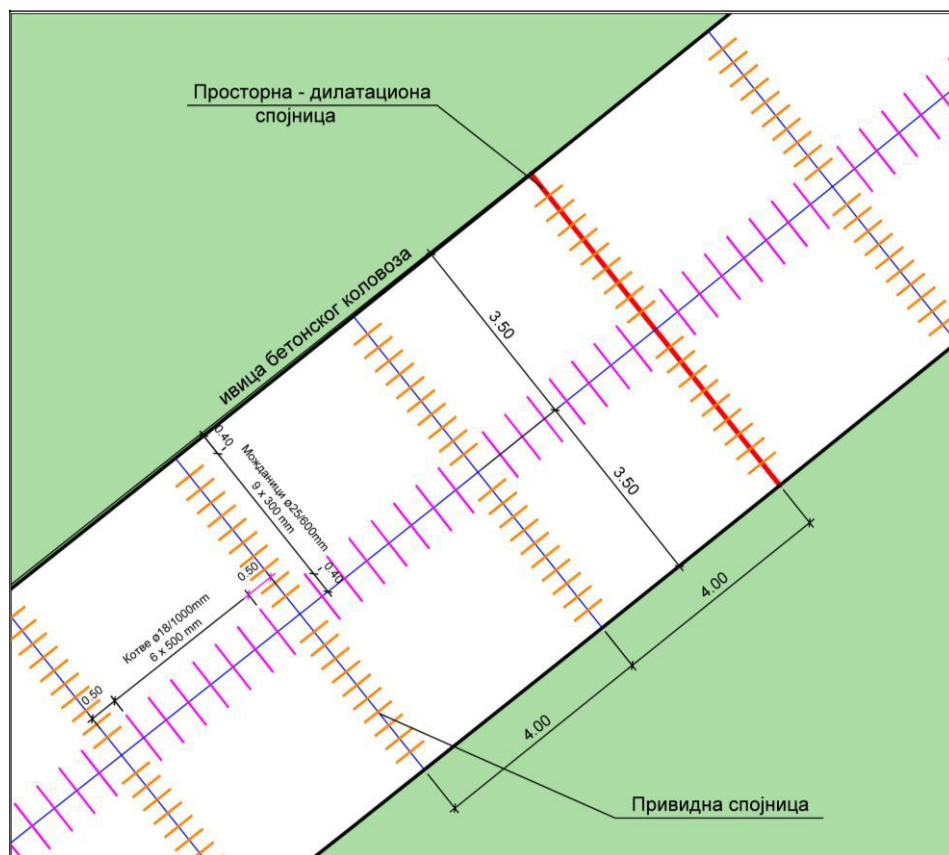
Материјал..... GA 240/360

Пречник арматуре.....  $d = \varnothing 25 \text{ mm}$

Дужина шипки . . . . .  $l = 60.00 \text{ cm}$

Размак шипки.....  $e = 30.00 \text{ cm}$

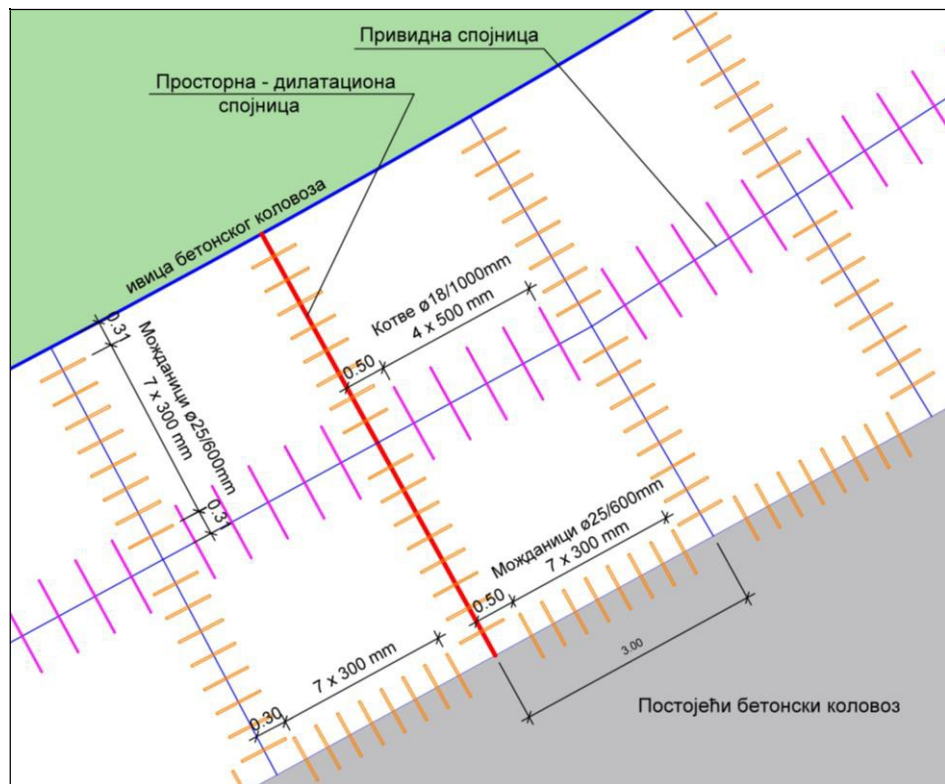
Шематски приказ положаја можданика и котви на делу круте коловозне конструкције на новим тракама за приступ теретном терминалу, тракама за напуштање теретног терминала, као и на самом терминалу, приказан је на сликама 8.1.3.5, 8.1.3.6 и 8.1.3.7. Детаљ споја постојећег и новопроектваног застора од бетона приказан је на слици 8.1.3.8.



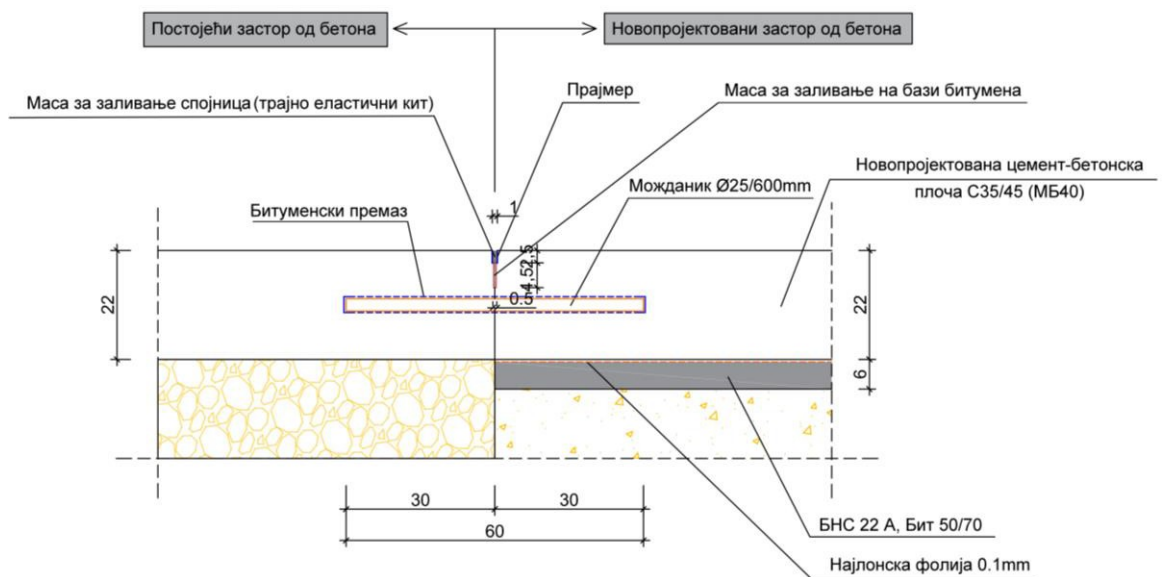
Слика 8.1.3.5 Шематски приказ распореда спојница и можданика на две нове траке за приступ теретном терминалу у смеру Србија - Мађарска



Слика 8.1.3.6 Шематски приказ распореда спојница и можданика у зони проширења у оквиру теретног терминала за смер Србија - Мађарска



Слика 8.1.3.7 Шематски приказ распореда спојница и можданика на проширењу бетонског коловоза за приступ теретном терминалу у смеру Мађарска – Србија

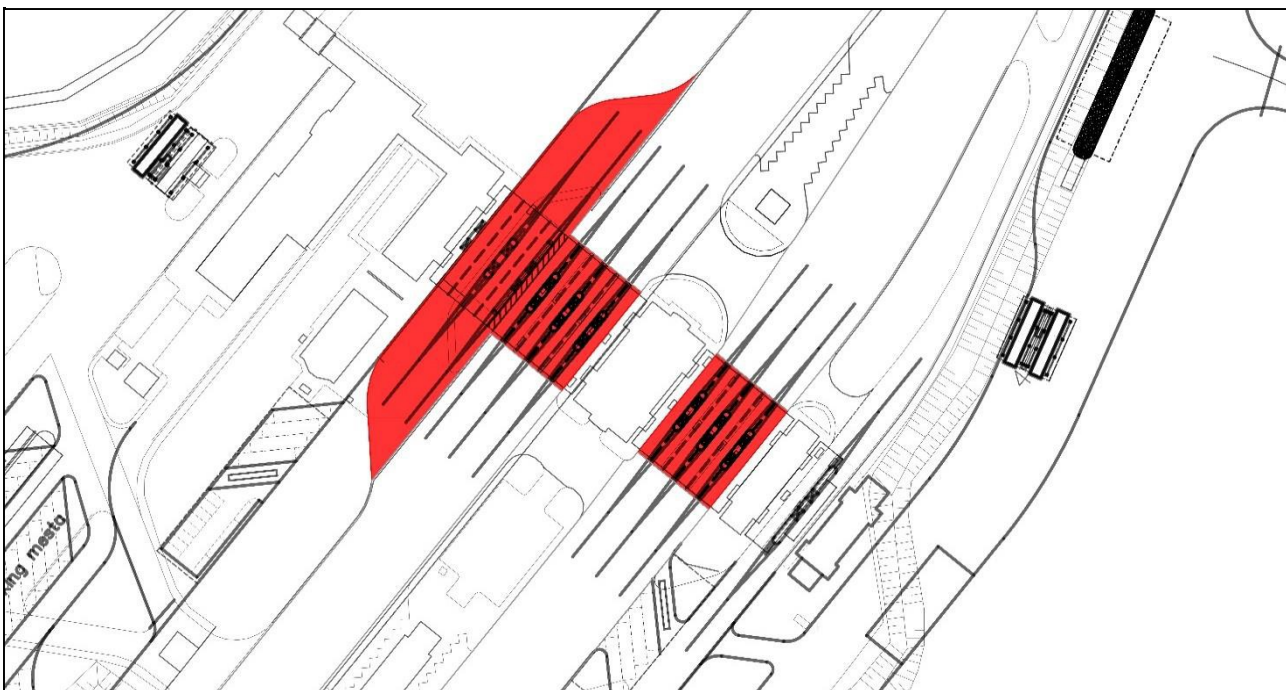


Слика 8.1.3.8 Детаљ споја постојећег и новопроектованог застора од бетона

## 9. УСВОЈЕНЕ КОЛОВОЗНЕ КОНСТРУКЦИЈЕ

### 9.1 Терминали за путничка возила на улазу и на излазу из земље, аутобуски терминали на улазу у земљу – Зона 2.2

Предметне површине се налазе у зони самог објекта за контролу прелаза границе и служе за саобраћај путничких аутомобила у оба смера и аутобуса само у смеру Мађарска – Србија. У смеру Мађарска – Србија ова зона се простире од станице км 0+301.89 до км 0+440.00, односно од км 0+357.20 до км 0+390.45. У смеру ка Мађарској ова зона се простире од станице км 0+357.20 до км 0+390.45. На слици 9.1.1. шематски је црвеном бојом означена предметна зона 2.2.



Слика 9.1.1. Шематски приказ зоне 2.2

Истражним радовима за потребе израде ове пројектне документације утврђена је структура постојеће коловозне конструкције. Структура коловозне конструкције на терминалу намењеном путничким аутомобилима добијена из истражне бушотине Б – 7:

Префабриковане бетонске плоче „Бехатон“	d = 8 cm
Песак	d = 3 cm
Бетонска плоча	d = 20 cm
<u>Дробљени камени агрегат 0/63 mm</u>	<u>d = 40 cm</u>
Укупна дебљина коловозне конструкције	d = 71 cm

Саобраћајне траке у зони објекта за контролу граничног прелаза су поплочане префабрикованим бетонским „бехатон“ плочама. Спојнице су попуњаване песком. Улегнућа и колотрази су уочени на свим терминалима намењеним путничким аутомобилима. Већина плоча је одвојена од подлоге, која је изведена од песка. Испод слоја песка изведена је бетонска плоча дебљине d = 20 cm на слоју дробљеног камена. Постељични слој је изведен од песка.

Структура коловозне конструкције на терминалу намењеном аутобусима на улазу у земљу добијена из истражне бушотине Б – 23:

Префабриковане бетонске плоче „Бехатон“	d = 8 cm
Песак	d = 3 cm
Бетонска плоча	d = 22 cm
Песковити шљунак 0/63 mm	d = 25 cm
<hr/>	
Укупна дебљина коловозне конструкције	d = 58 cm

Саобраћајне траке намењене саобраћају аутобуса у зони објекта за контролу граничног прелаза су поплочане префабрикованим бетонским „бехатон“ плочама. Бетонске плоче су постављене и на проширењу за аутобусе са 4 паркинг места непосредно пре објекта за контролу граничног прелаза. Плоче су одвојене и лабаве, држи их само облик („таласасте“). Плоче су црне, као последица капања машинског уља, горива и тд. а услед њихове порозности. Као подлога плочама употребљен је кварцни песак. На терминалу за аутобусе приметни су колотрази дубине од 3 cm до 7 cm. Распростиру се од почетка и достижу максимум у средишњој зони код кућица за царинско - пасошку контролу. Осим колотрага, приметна су и улегнућа. Површина нема захтевану равност. Испод слоја песка изведена је бетонска плоча дебљине d = 22 cm на слоју шљунка дебљине d = 25cm. Постељични слој је изведен од песка.

Увидом у тренутно стање коловозне конструкције, закључак је да постојећи застор од префабрикованих бетонских плоча на слоју песка треба уклонити. Такав тип застора се није у пракси показао као технички исправно решење на предметној површини, где је заступљена висока ферквенција возила уз присуство учесталих динамичких утицаја и хоризонталних аксијалних сила изазваних кочењем и кретањем возила. Последица претходног је појава колотрага и улегнућа на овим површинама.

На основу претходно наведеног, ново решење на предметним површинама састоји се из уклањања префабрикованих бетонских плоча и слоја песка и уградње нових асфалтних слојева на постојећој бетонској подлози.

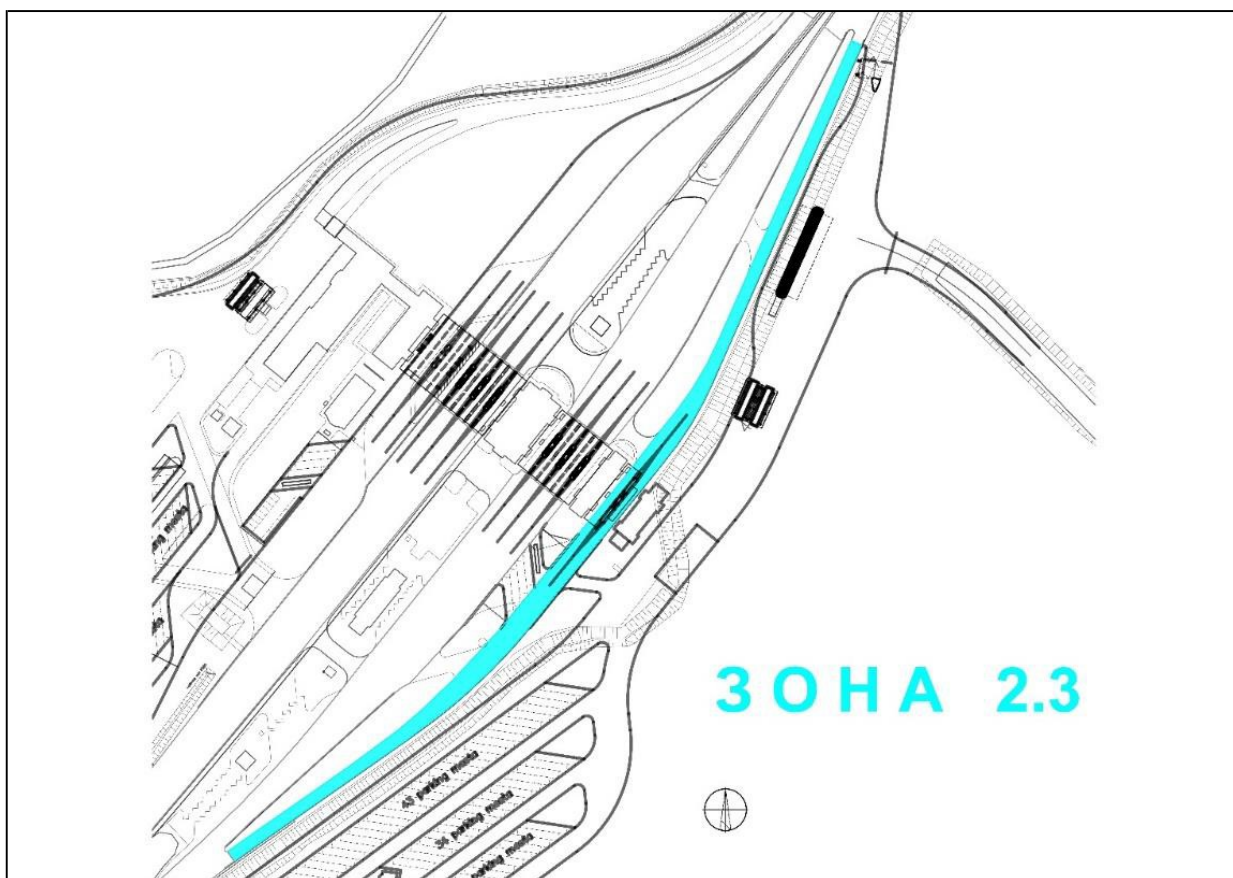
Како би се спречило рефлектовање пукотина са постојеће бетонске подлоге на нове асфалтне слојеве, преко бетонске плоче треба прво уградити асфалтну арматурну мрежу на битуменској подлози.

Пројектовани застор коловозне конструкције:

	Слој	Дебљина (cm)
НОВО	АБ 11с ПмБ 45/80-65	4
	Битуменизирани носећи слој БНС 22сА Бит 50/70	7
	Асфалтна арматурна мрежа	-
ПОСТОЈЕЋЕ	Бетонска плоча	22 / 20
	Шљунак / Дробљени камени агрегат 0/63 mm	25 / 40
	Укупна дебљина коловозне конструкције	58 - 71
	постељница: песак	

## 9.2 Саобраћајне траке за аутобусе у оквиру царинског прелаза на излазу из земље од km 0+150.00 до km 0+607.10 – Зона 2.3

На слици 9.2.1 приказан је положај две постојеће траке које тренутно служе за саобраћај теретних возила. Пројектним решењем, а у складу са Пројектним задатком и локацијским условима извршена је пренамена ове површине. У будућности овом саобраћајном површином ће се кретати само аутобуси. За теретна возила пројектован је сасвим нови прилаз теретном царинском терминалу као и сам теретни терминал који ће у будућности бити одвојен од саобраћајних површина за путнички саобраћај - путнички аутомобили и аутобуси.



Слика 9.2.1. Шематски приказ зоне 2.3

Предметна саобраћајница има круту коловозну конструкцију која се састоји из следећих слојева:

- цемент бетонске плоче, најчешћих димензија 3,5 x 5,5 m, d = 20 cm
- цементна стабилизација, d = 10 cm
- песковити шљунак 0/63 mm, d = 35 cm

Укупна површина под бетонским плочама је  $\approx 3195 \text{ m}^2$ . Иако је овај коловоз изграђен 2006. године, визуелном оценом стања на терену је уочено да је највећи број плоча и даље у добром стању, док су на неким плочама уочена оштећења првенствено попречене пукотине или лом ивица плоче. Површина под плочама, на којима су уочена оштећења, је  $180 \text{ m}^2$  или око 6%. Овом саобраћајницом убудуће ће се кретати само аутобуси, чије је прогнозирано саобраћајно оптерећење за наредни пројектни период много мање него саобраћајно оптерећење које су у прошлости стварала теретна возила. На основу измерених дефлексија срачунато је да бетонске плоче које нису пукле имају задовољавајућу

носивост за прогнозирано саобраћајно оптерећење. На основу претходног, пројектант је става да постојећу коловозну конструкцију треба задржати, уз замену напуклих бетонских плоча новим бетонским плочама истих димензија.

Мере рехабилитације предметне саобраћајне површине су следеће:

- разбијање и уклањање бетона тј. свих плоча које су пукле и изгубиле носивост,
- издувавање ваздухом под притиском одломљених делова цементне стабилизације у подлози бетонске плоче,
- постављање најлонске фолије на цементну стабилизацију,
- бушење рупа у постојећим плочама за уметање можданика, како би се оне повезале са новоуграђеним бетонским плочама тј. како би се обезбедио бољи пренос оптерећења са старих на нову плочу,
- постављање можданика,
- изливање бетонских плоча од бетона С35/45 (МБ 40) са еруптивним агрегатом,
- површинска обрада нових као и постојећих плоча машинама за обраду површине. На великом броју плоча које су у добром стању, површина је запрљана (уље, нафтни деривати, трагови пнеуматика), па је потребно извршити обраду површине како би се уклонила нечистоћа и како би плоче добиле одређену храпавост.



### 9.3 Паркинг простор намењен аутобусима и одузетим возилима – Зона 2.5

Нова флексибилна коловозна конструкција на паркинг простору намењеном аутобусима и одузетим возилима на улазу у земљу – Зона 2.5

Предметним пројектом, предвиђене су две површине за паркинг аутобуса и одузетих возила, приказане на слици 9.3.1.



Слика 9.3.1. Шематски приказ зоне 2.5

На улазу у земљу из смера Мађарска - Србија, гради се нова паркинг површина за аутобусе на тренутно постојећој зеленој површини. Паркинг површина налази се непосредно након царинско - пасошке контроле, са десне стране. Усвојена је иста коловозна конструкција као и на деловима саобраћајне траке за аутобуски саобраћај, непосредно пре и после пасошке контроле за исти смер.

Конструкција се састоји из следећих слојева:

- АБ11с ПмБ 45-80/65,  $d = 4 \text{ cm}$
- БНС22сА ПмБ 45-80/65,  $d = 6 \text{ cm}$
- БНС22сА Бит 50/70,  $d = 7 \text{ cm}$
- Дробљени камен 0/31,5 mm,  $d = 20 \text{ cm}$
- Дробљени камен 0/63 mm,  $d = 25 \text{ cm}$

## Нова коловозна конструкција на паркинг простору намењеном аутобусима и одузетим возилима на излазу из земље – Зона 2.5

У смеру Србија - Мађарска, врши се пренамена постојећег паркинга за теретна возила, у смислу промене оријентације паркинг места ради лакшег маневрисања аутобуса приликом паркирања. Приликом пренамене доћи ће до рушења углова постојеће паркинг површине и израде нових коловозних површина у супротним угловима, услед поменуте промене оријентације. На паркингу се задржава постојећи застор од префабрикованих бетонских елемената. На површинама које се дограђују усвојена је конструкција идентична постојећој.

Конструкција ове површине састоји се од следећих слојева:

- префабриковани бетонски елементи "бехатон",  $d = 8 \text{ cm}$
- дробљени камени агрегат фракција 4/8 mm,  $d = 3 \text{ cm}$
- цемент бетонска плоча, С 35/45 (МБ 40),  $d = 22 \text{ cm}$
- дробљени камен 0/31,5 mm,  $d = 20 \text{ cm}$
- дробљени камен 0/63 mm,  $d = 20 \text{ cm}$

Слој за фину нивелацију префабрикованих вибропресованих бетонских плоча извести од дробљеног каменог агрегата фракције 4/8 mm у дебљини  $d = 3 \text{ cm}$ .

Спојнице - фуге запунити песком фракције 0/2 mm.

За цемент бетонске плоче може се користити дробљени камени агрегат кречњачког порекла, с обзиром да површина бетонске плоче није газна површина.

### **9.4 Реконструкција дела службеног пролаза - саобраћајнице на km 0+500 – Зона 3.1, смер: Мађарска - Србија**

Због пренамене дела постојећег службеног пролаза у склопу теретног терминала, који се укључује на путнички терминал, потребно је уклонити постојећи бетонски застор у дужини од око 50 m и изградити нови застор од префабрикованих бетонских "бехатон" плоча, поштујући нови пројекат партерног уређења и коте дате у пројекту саобраћајница.

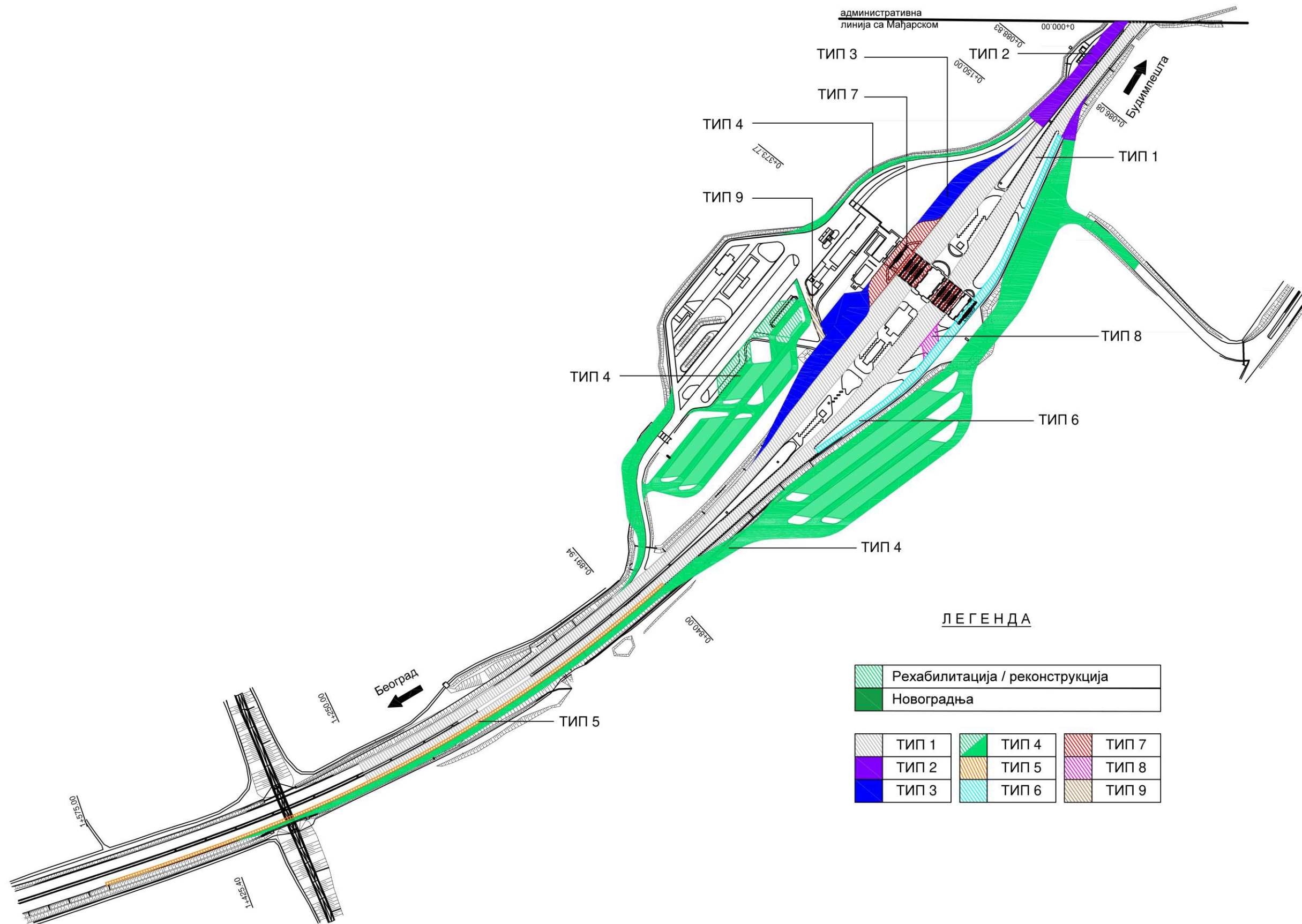
Новопроектована коловозна конструкција на службеном пролазу одговара конструкцији **ТИП - 9**, из овог пројекта. Подлога бетонским "бехатон" плочама је дробљени камени агрегат 0/31.5 mm, који се уграђује на већ постојећи слој дробљеног каменог агрегата 0/31.5 mm из постојеће конструкције.

Слој	Дебљина (cm)
Бетонске плоче „Бехатон“	8
Камен фракције 4/8 mm (фина нивелација)	3
Дробљени камени агрегат 0/31.5 mm	10
Постојећа конструкција - слој дробљеног камена 0/31.5 mm	

## 10. ПРЕГЛЕД ПРОЈЕКТНИХ РЕШЕЊА НОВИХ КОЛОВОЗНИХ КОНСТРУКЦИЈА

Табела 10.1. Табеларни приказ по зонама интервенције и типовима пројектних решења

	Подзона	Рехабилитација/реконструкција или новоградња	Тип конструкције	Стационажа	Смер	ЕСО	Према локацијским условима
Зона 1	1.1	рехабилитација новоградња	ТИП 1 ТИП 2	0+000,00 → 0+150,00 0+000,00 → 0+150,00	Србија→Мађарска Мађарска→Србија	16,8x10 <sup>6</sup> 16,8x10 <sup>6</sup>	Државни пут IА реда број А1 (Е - 75)
		рехабилитација	ТИП 1	0+840,00 → 1+250,00	Србија→Мађарска Мађарска→Србија	2,1x10 <sup>6</sup> 16,8x10 <sup>6</sup>	
	1.2	новоградња	ТИП 4	0+840,00 → 1+575,00	Србија→Мађарска	14,7x10 <sup>6</sup>	
	1.3	новоградња	ТИП 2	0+086,08 → 0+146,36	Србија→Мађарска	14,7x10 <sup>6</sup>	Саобраћајне површине - излаз из земље
				0+088,84 → 0+150,59 0+846,69 - 0+891,94	Мађарска→Србија Мађарска→Србија	14,7x10 <sup>6</sup>	
1.4	реконструкција	ТИП 5	0+840,00 → 1+575,00	Србија→Мађарска	2,1x10 <sup>6</sup>	Државни пут IА реда број А1 (Е - 75)	
Зона 2	2.1	рехабилитација	ТИП 1	0+150,00 → 0+840,00	Србија→Мађарска Мађарска→Србија	2,1x10 <sup>6</sup>	Саобраћајне површине - излаз из земље
	2.2	реконструкција	ТИП 7	0+357,20 → 0+390,45	Србија→Мађарска		
				0+301,89 → 0+440,00	Мађарска→Србија		
				0+357,20 → 0+390,45	Мађарска→Србија		
	2.3	реконструкција	ТИП 6	0+150,00 → 0+607,10	Србија→Мађарска		
	2.4	новоградња	ТИП 3	0+180,00 → 0+333,16 0+413,83 → 0+674,68	Мађарска→Србија		
2.5	реконструкција / ново новоградња	ТИП 8	0+400,00 → 0+450,04	Србија→Мађарска	БУС паркинг	Паркинг за аутобусе	
		ТИП 3	0+429,05 → 0+488,87	Мађарска→Србија			
Зона 3	3.1	новоградња	ТИП 4	0+150,00 → 0+840,00	Србија→Мађарска	14,7x10 <sup>6</sup>	Саобраћајне површине - излаз из робно - царинског терминала
		новоградња		0+150,00 → 0+442,40 0+467,43 → 0+840,00	Мађарска→Србија Мађарска→Србија		
		реконструкција	ТИП 9	0+500,00	Мађарска→Србија	-	Службени пролаз
	3.2	новоградња	ТИП 4	0+447,21 → 0+662,27	Србија→Мађарска	ТВ паркинг 108 ПМ	Паркинг за теретна возила
новоградња		0+485,68 → 0+754,16		Мађарска→Србија	ТВ паркинг 111 ПМ		



1. **Пројектно решење коловозне конструкције на левом коловозу (Србија – Мађарска) од km 0+000.00 до km 1+250.00 и на десном коловозу (Мађарска – Србија) од km 0+150.00 до km 1+250.00, изузев површине у зони путничких терминала.**

### ТИП 1

	d=4cm	АБ 11с, ПмБ 45/80-65
	d=6cm	БНС 22сА, ПмБ 45/80-65
постојећа коловозна конструкција		

#### Опис пројектног решења:

- Стругање постојећих асфалтних слојева у дебљини  $d \approx 10$  cm до кота назначених у попречним профилима.
- Чишћење површине ваздухом под притиском.
- Поправка подужних пукотина и других оштећења на асфалту.
- Израда нових асфалтних слојева.
- Пре уградње сваког асфалтног слоја подлогу треба испрскати полимер - модификованом битуменском емулзијом.

2. **Пројектно решење коловозне конструкције на десном коловозу (Мађарска - Србија) од km 0+000.00 до km 0+150.00, као и на новопроектованим проширењима (улив / излив са теретног терминала).**

### ТИП 2

	d=4cm	АБ 11с, ПмБ 45/80-65
	d=8cm	БНС 22сА, ПмБ 45/80-65
	d=8cm	БНС 22сА, Бит 50/70
	d=15cm	Дробљени камен 0/31.5 mm
	d=20cm	Дробљени камен 0/63 mm
	d=25cm	Постељица: дробљени камен 0/63 mm

#### Опис пројектног решења:

- Уклањање постојеће коловозне конструкције на десном коловозу до кота назначених у попречним профилима. Асфалтне слојеве уклонити стругањем.
- Збијање насипа на линији ископа.
- Израда постељичног слоја од дробљеног камена 0/63mm.
- Израда нових доњих носећих слојева од дробљеног камена.
- Израда нових асфалтних слојева.
- Пре уградње сваког асфалтног слоја подлогу треба испрскати битуменском, односно полимер битуменском емулзијом.
- На новопроектованим проширењима за улив/излив са теретних терминала (Зона 1.3) на природно тло – подтло поставити сепарациони неткани геотекстил тежине  $300 \text{ g/m}^2$  како би се природно тло одвојило од техногеног материјала.

**3. Пројектно решење флексибилне коловозне конструкције на површинама намењеним аутобуском саобраћају испред и иза објекта царинско-пасошке контроле, смер Мађарска - Србија**

**ТИП 3**

	d=4cm	АБ 11с, ПмБ 45/80-65
	d=6cm	БНС 22сА, ПмБ 45/80-65
	d=7cm	БНС 22сА, Бит 50/70
	d=20cm	Дробљени камен 0/31.5 mm
	d=25cm	Дробљени камен 0/63 mm
постељица: песак min. 30cm		

Опис пројектног решења:
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Планирање и ваљање постељице.</li> <li>- Израда доњих носећих слојева од дробљеног камена.</li> <li>- Израда асфалтних слојева.</li> <li>- Пре уградње сваког асфалтног слоја подлогу треба испрскати битуменском, односно полимер битуменском емулзијом.</li> <li>- На новопроектваним површинама (Зона 2.4 и Зона 2.5), намењених аутобуском саобраћају, на природно тло (подтло) поставити сепарациони неткани геотекстил тежине 300 g/m<sup>2</sup> како би се природно тло одвојило од техногеног материјала.</li> </ul>

**4. Пројектно решење круте коловозне конструкције на новим тракама за приступ теретном терминалу из правца Србија – Мађарска.**

**Пројектно решење на саобраћајницама у оквиру теретних терминала.**

**Пројектно решење на паркинг површинама у оквиру теретних терминала.**

**Пројектно решење на проширењима постојеће круте коловозне конструкције на теретном терминалу из правца Мађарска - Србија.**

**ТИП 4**

	d=22cm	Цемент бетонска плоча, С35/45 (МБ40)
	d=6cm	БНС 22 А, Бит 50/70
	d=15cm	Дробљени камен 0/31.5 mm
	d=30cm	Дробљени камен 0/63 mm
постељица: песак min. 30cm		

Опис пројектног решења:
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Планирање и ваљање постељице.</li> <li>- Израда доњих носећих слојева од дробљеног камена.</li> <li>- Израда асфалтног слоја БНС 22 А.</li> <li>- Пре уградње асфалтног слоја подлогу треба испрскати бит. емулзијом.</li> <li>- Застор коловозне конструкције извести од цемент бетона, марке С35/45 (МБ40) са еруптивним агрегатом и арматурном мрежом Q188 против развијања прлина. Бетон мора задовољити следеће параметре: XD3+XM3+XF4.</li> <li>- На новопроектваним површинама (Зона 3.1 и Зона 3.2) у оквиру теретног терминала, на природно тло (подтло) поставити сепарациони неткани геотекстил тежине 300 g/m<sup>2</sup> како би се природно тло одвојило од техногеног материјала.</li> </ul>

**5. Пројектно решење коловозне конструкције на зауставној траци на левом коловозу од km 0+840.00 до km 1+575.00, Србија – Мађарска**

**ТИП 5**

	d=5cm	АБ 11с, ПмБ 45/80-65
	d=7cm	БНС 22сА, ПмБ 45/80-65
	d=8cm	БНС 22сА, Бит 50/70

постојећа коловозна конструкција

Опис пројектног решења:
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Уклањање постојећих асфалтних слојева у дебљини 5+7=12cm и слоја невезаног агрегата у дебљини 8cm на зауставној траци на левом коловозу до ката назначених у попречним профилима. Асфалтне слојеве уклонити стругањем.</li> <li>- Планирање и збијање материјала на линији ископа.</li> <li>- Израда нових асфалтних слојева: БНС 22сА Бит 50/70 у дебљини d=8cm, БНС 22сА ПмБ у дебљини d=7cm и АБ 11с ПмБ у дебљини d=5cm.</li> <li>- Пре уградње сваког асфалтног слоја подлогу треба испрскати битуменском, односно полимер битуменском емулзијом.</li> </ul>

**6. Пројектно решење коловозне конструкције на будућем терминалу за аутобусе за смер Србија – Мађарска (претходно: терминал за теретни саобраћај) од km 0+150.00 до km 0+607,10**

**ТИП 6**

	d=20cm	Цемент бетонска плоча, С35/45 (МБ 40)
--	--------	---------------------------------------

постојећа коловозна конструкција

Опис пројектног решења:
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Разбијање и уклањање бетона тј. свих плоча које су пукле и изгубиле носивост.</li> <li>- Издувавање ваздухом под притиском одломљених делова цементне стабилизације у подлози бетонске плоче.</li> <li>- Постављање најлонске фолије на цементну стабилизацију.</li> <li>- Бушење рупа у постојећим плочама за уметање можданика и уградња можданика.</li> <li>- Изливавање бетонских плоча С35/45 (МБ 40) са еруптивним агрегатом.</li> </ul>

**7. Пројектно решење коловозне конструкције у зони царинско-пасошке контроле на путничком терминалу**

**ТИП 7**

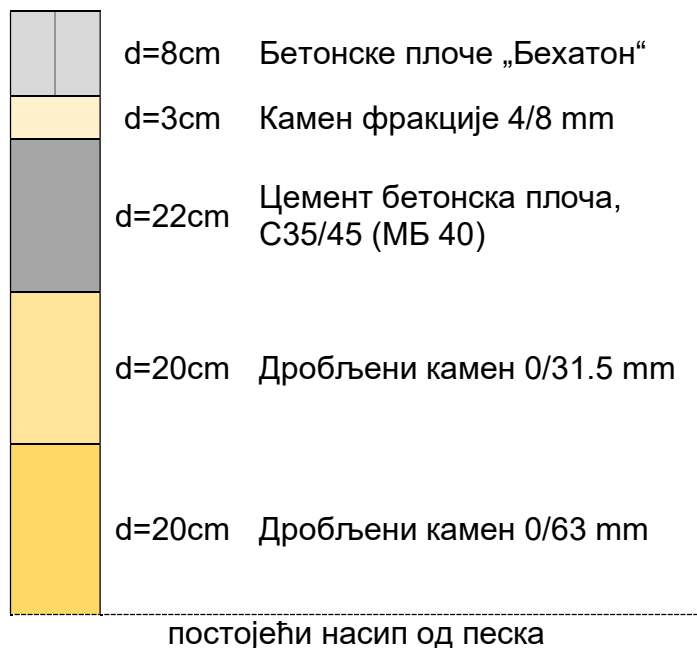
	d=4cm	АБ 11с, ПмБ 45/80-65
	d=7cm	БНС 22сА, ПмБ 45/80-65 Асфалтна арматурна мрежа

постојећа коловозна конструкција

Опис пројектног решења:
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Уклањање застора од „бехатон“ плоча и слоја песка у укупној дебљини 11cm.</li> <li>- Чишћење површине постојећег бетона челичним четкама и издувавање ваздухом под притиском.</li> <li>- Уградња асфалтне арматурне мреже.</li> <li>- Израда нових асфалтних слојева.</li> <li>- Пре уградње сваког асфалтног слоја подлогу треба испрскати полимер - модификованом битуменском емулзијом.</li> </ul>

**8. Пројектно решење коловозне конструкције на површини намењеној за паркирање аутобуса из смера Србија – Мађарска.**

**ТИП 8**

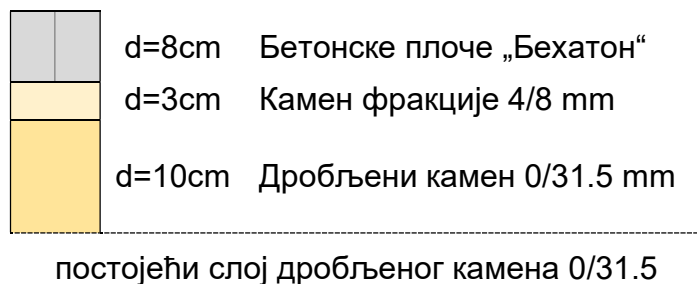


**Опис пројектног решења:**

- Планирање и ваљање постелице.
- Израда доњих носећих слојева од дробљеног камена.
- Носећи слој извести од цемент бетона, С35/45 (МБ 40).
- Застор извести од префабрикованих бетонских елемената.
- На новопроектваној површини (Зона 2.5), на природно тло – подтло поставити сепарациони неткани геотекстил тежине 300 g/m<sup>2</sup> како би се природно тло одвојило од техногеног материјала.

**9. Пројектно решење коловозне конструкције на површини намењеној за службени пролаз из смера Мађарска – Србија.**

**ТИП 9**



**Опис пројектног решења:**

- Уклањање постојећег бетонског застора. Риперовање постојећег слоја дробљеног камена 0/31,5 mm испод уклоњеног бетонског застора, како би се везао постојећи и новоуграђени дробљени камен.
- Израда доњег носећег слоја од дробљеног камена.
- Застор извести од префабрикованих бетонских елемената.

**Одговорни пројектант:**

Никола Логарушић, дипл. грађ. инж.  
лиценца бр. 315 И00678 19



## **2/3.6 Прилози**

## **СПИСАК ПРИЛОГА**






<b>Прилог Ia:</b>	Приказ утврђених структура коловозних конструкција .....	111
<b>Прилог Ib:</b>	Фотодокументација узорака из застора постојећих коловозних конструкција добијених извођењем истражних бушотина .....	123
<b>Прилог II:</b>	Извештај о носивости коловозне конструкције на основу измерених дефлексија .....	133
<b>Прилог III:</b>	Прорачун дефлексија ради одређивања ефективне носивости на постељици – ТИП 2 .....	196
<b>Прилог IV:</b>	Прорачун напона и деформација у вишеслојном еластичном систему за потребе анализе замора у коловозној конструкцији – ТИП 2 .....	199
<b>Прилог V:</b>	Прорачун напона и деформација у вишеслојном еластичном систему за потребе анализе замора у коловозној конструкцији – ТИП 3 .....	202

**Прилог Ia: Приказ утврђених структура  
коловозних конструкција**

Утврђене дебљине слојева и врсте материјала из постојеће коловозне конструкције дефинисане из изведених истражних бушотина на постојећим саобраћајним површинама приказани су табеларно:






### Истражна бушотина Б-1,

Табела П1а.1 Попречни пресек коловозне конструкције из истражне бушотине Б-1

Слојеви	Дебљина слоја [m]	Визуелна класификација
	d = 0.13	Асфалтни слојеви (7cm АБ11 + 6cm БНС 22)
	d = 0.28	Дробљени камени агрегат 0/31.5 mm
	d = 0.30	Дробљени камени агрегат 0/63.0 mm
	d = 2.30	Насип од песка – прашинаст, ситнозрн (лабораторијски CBR=14,8%)
	d = 0.70	Прашина – песковито глиновита






### Истражна бушотина Б-2,

Табела П1а.2 Попречни пресек коловозне конструкције из истражне бушотине Б-2

Слојеви	Дебљина слоја [m]	Визуелна класификација
	d = 0.20	Асфалтни слојеви (5cm АБ11 + 7cm БНС 22 + 8cm БНС 22)
	d = 0.20	Дробљени камени агрегат 0/31.5 mm
	d = 0.25	Дробљени камени агрегат 0/63.0 mm
	d = 2.10	Насип од песка – прашинаст, ситнозрн (лабораторијски CBR=13,2%)
	d = 0.70	Прашина – песковито глиновита


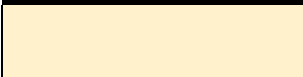



### Истражна бушотина Б-3,

Табела П1а.3 Попречни пресек коловозне конструкције из истражне бушотине Б-3


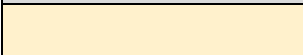



Слојеви	Дебљина слоја [m]	Визуелна класификација
	d = 0.18	Асфалтни слојеви (7cm АБ16 + 11cm БНС 32)
	d = 0.20	Дробљени камени агрегат 0/31.5 mm
	d = 0.30	Дробљени камени агрегат 0/63 mm
	d = 2.32	Насип од песка – прашинаст, ситнозрн (лабораторијски CBR=13,8%)
	-	Прашина – песковито глиновита

### Истражна бушотина Б-4,

Табела П1а.4 Попречни пресек коловозне конструкције из истражне бушотине Б-4





Слојеви	Дебљина слоја [m]	Визуелна класификација
	d = 0.18	Асфалтни слојеви (7cm АБ16 + 11cm БНС 22)
	d = 0.25	Дробљени камени агрегат 0/31.5 mm
	d = 0.25	Дробљени камени агрегат 0/63.0 mm
	d = 2.32	Насип од песка – прашинаст, ситнозрн (лабораторијски CBR=14,0%)
	d = 0.60	Прашина – песковито глиновита

Табела П1а.5 Попречни пресек коловозне конструкције из истражне бушотине Б-5

Слојеви	Дебљина слоја [m]	Визуелна класификација
	d = 0.20	Бетонска плоча
	d = 0.10	Цементна стабилизација
	d = 0.35	Шљунак 0/63.0 mm
	d = 0.70	Насип од песка – прашинаст, ситнозрн (лабораторијски CBR=14,2%)
	d = 3.15	Прашина – песковито глиновита

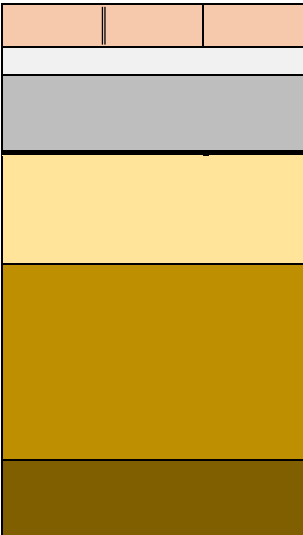
### Истражна бушотина Б-6,

Табела П1а.6 Попречни пресек коловозне конструкције из истражне бушотине Б-6

Слојеви	Дебљина слоја [m]	Визуелна класификација
	d = 0.195	Асфалтни слојеви (8cm АБ16 + 11.5cm БНС 22)
	d = 0.45	Дробљени камени агрегат 0/63.0 mm
	d = 1.57	Насип од песка – прашинаст, ситнозрн
	d = 0.90	Прашина – песковито глиновита (лабораторијски CBR=8,6%)

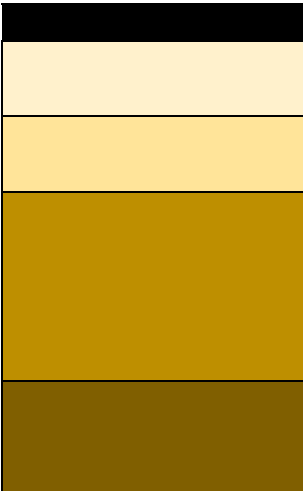
## Истражна бушотина Б-7,

Табела П1а.7 Попречни пресек коловозне конструкције из истражне бушотине Б-7

Слојеви	Дебљина слоја [m]	Визуелна класификација
	d = 0.08 d = 0.03	„Бехатон“ плоче Песак
	d = 0.20	Бетонска плоча
	d = 0.40	Дробљени камени агрегат 0/63.0 mm
	d = 1.30	Насип од песка – прашинаст, ситнозрн (лабораторијски CBR=14,0%)
	d = 0.20	Прашина – песковито глиновита





## Истражна бушотина Б-10,

Табела П1а.8 Попречни пресек коловозне конструкције из истражне бушотине Б-10

Слојеви	Дебљина слоја [m]	Визуелна класификација
	d = 0.19	Асфалтни слојеви (8cm АБ16 + 11cm БНС 22)
	d = 0.12	Дробљени камени агрегат 0/31.5 mm
	d = 0.43	Дробљени камени агрегат 0/63.0 mm
	d = 0.97	Насип од песка – прашинаст, ситнозрн (лабораторијски CBR=14,2%)
	d = 0.70	Прашина – песковито глиновита






### Истражна бушотина Б-11,

Табела П1а.9 Попречни пресек коловозне конструкције из истражне бушотине Б-11

Слојеви	Дебљина слоја [m]	Визуелна класификација
	d = 0.13	Асфалтни слојеви (5cm АБ11 + 8cm БНС 22)
	d = 0.18	Дробљени камени агрегат 0/31.5 mm
	d = 2.10	Насип од песка – прашинаст, ситнозрн
	d = 0.50	Прашина – песковито глиновита

### Истражна бушотина Б-13,






Табела П1а.10 Попречни пресек коловозне конструкције из истражне бушотине Б-13

Слојеви	Дебљина слоја [m]	Визуелна класификација
	d = 0.18	Асфалтни слојеви (8,5cm АБ16 + 9,5cm БНС 22)
	d = 0.22	Дробљени камени агрегат 0/31.5 mm
	d = 0.30	Дробљени камени агрегат 0/63.0 mm
	d = 2.00	Насип од песка – прашинаст, ситнозрн
	d = 0.30	Прашина – песковито глиновита






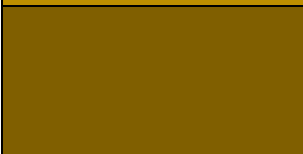
### Истражна бушотина Б-14,

Табела П1а.11 Попречни пресек коловозне конструкције из истражне бушотине Б-14

Слојеви	Дебљина слоја [m]	Визуелна класификација
	d = 0.19	Асфалтни слојеви (8.5cm АБ16 + 10.5cm БНС 22)
	d = 0.205	Дробљени камени агрегат 0/31.5 mm
	d = 0.225	Дробљени камени агрегат 0/63.0 mm
	d = 2.385	Насип од песка – прашинаст, ситнозрн (лабораторијски CBR=14,4%)
	d = 2.40	Прашина – песковито глиновита


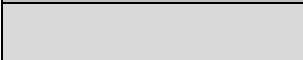
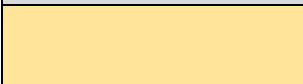


### Истражна бушотина Б-15,

Табела П1а.12 Попречни пресек коловозне конструкције из истражне бушотине Б-15

Слојеви	Дебљина слоја [m]	Визуелна класификација
	d = 0.18	Асфалтни слојеви (8cm АБ16 + 10cm БНС 22)
	d = 0.40	Дробљени камени агрегат
	d = 2.04	Насип од песка – прашинаст, ситнозрн (лабораторијски CBR=14,4%)
	d = 0.40	Прашина – песковито глиновита

## Истражна бушотина Б-16,

Табела П1а.13 Попречни пресек коловозне конструкције из истражне бушотине Б-16

Слојеви	Дебљина слоја [m]	Визуелна класификација
	d = 0.18	Бетонска плоча
	d = 0.14	Цементна стабилизација
	d = 0.30	Шљунак 0/63.0 mm
	d = 2.57	Насип од песка – прашинаст, ситнозрн
	d = 2.20	Прашина – песковито глиновита



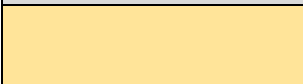


## Истражна бушотина Б-17,

Табела П1а.14 Попречни пресек коловозне конструкције из истражне бушотине Б-17

Слојеви	Дебљина слоја [m]	Визуелна класификација
	d = 0.20	Бетонска плоча
	d = 0.14	Цементна стабилизација
	d = 0.23	Шљунак 0/63.0 mm
	d = 3.44	Насип од песка – прашинаст, ситнозрн (лабораторијски CBR=14,4%)
	d = 0.40	Прашина – песковито глиновита






## Истражна бушотина Б-18,

Табела П1а.15 Попречни пресек коловозне конструкције из истражне бушотине Б-18

Слојеви	Дебљина слоја [m]	Визуелна класификација
	d = 0.22	Бетонска плоча
	d = 0.20	Цементна стабилизација
	d = 0.20	Шљунак 0/63.0 mm
	d = 2.68	Насип од песка – прашинаст, ситнозрн (лабораторијски CBR=14,2%)
	d = 0.70	Прашина – песковито глиновита

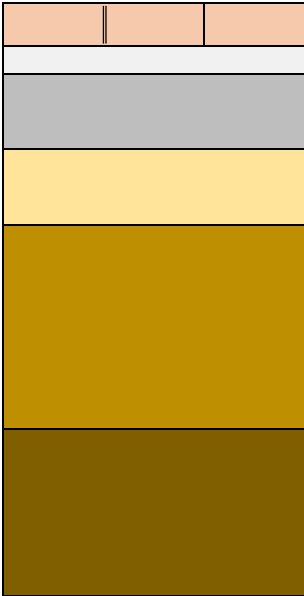
## Истражна бушотина Б-19,

Табела П1а.16 Попречни пресек коловозне конструкције из истражне бушотине Б-19

Слојеви	Дебљина слоја [m]	Визуелна класификација
	d = 0.20	Бетонска плоча
	d = 0.10	Цементна стабилизација
	d = 0.30	Дробљени камен
	d = 2.40	Насип од песка – прашинаст, ситнозрн (лабораторијски CBR=14,2%)
	d = 2.00	Прашина – песковито глиновита

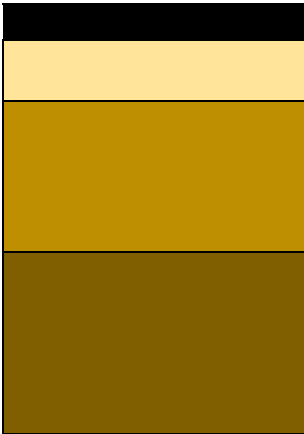
## Истражна бушотина Б-20,

Табела П1а.17 Попречни пресек коловозне конструкције из истражне бушотине Б-20

Слојеви	Дебљина слоја [m]	Визуелна класификација
	d = 0.08 d = 0.03	„Бехатон“ плоче Песак
	d = 0.22	Бетонска плоча
	d = 0.30	Шљунак 0/63.0 mm
	d = 2.50	Насип од песка – прашинаст, ситнозрн
	d = 1.90	Прашина – песковито глиновита

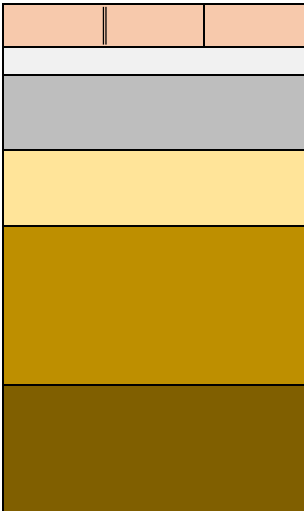
## Истражна бушотина Б-22,

Табела П1а.18 Попречни пресек коловозне конструкције из истражне бушотине Б-22

Слојеви	Дебљина слоја [m]	Визуелна класификација
	d = 0.16	Асфалтни слојеви (4cm АБ11 + 12cm БНС 22/32)
	d = 0.25	Дробљени камени агрегат 0/63.0 mm
	d = 1.19	Насип од песка – прашинаст, ситнозрн (лабораторијски CBR=14,6%)
	d = 1.40	Прашина – песковито глиновита

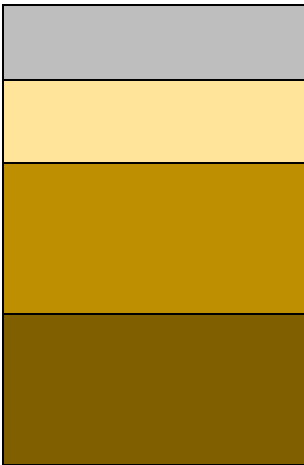
### Истражна бушотина Б-23,

Табела П1а.19 Попречни пресек коловозне конструкције из истражне бушотине Б-23

Слојеви	Дебљина слоја [m]	Визуелна класификација
	d = 0.08	„Бехатон“ плоче
	d = 0.03	Песак
	d = 0.22	Бетонска плоча
	d = 0.25	Шљунак 0/63.0 mm
	d = 0.90	Насип од песка – прашинаст, ситнозрн (лабораторијски CBR=13,4%)
	d = 0.50	Прашина – песковито глиновита



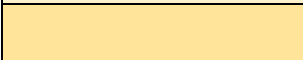


### Истражна бушотина Б-25,

Табела П1а.20 Попречни пресек коловозне конструкције из истражне бушотине Б-25

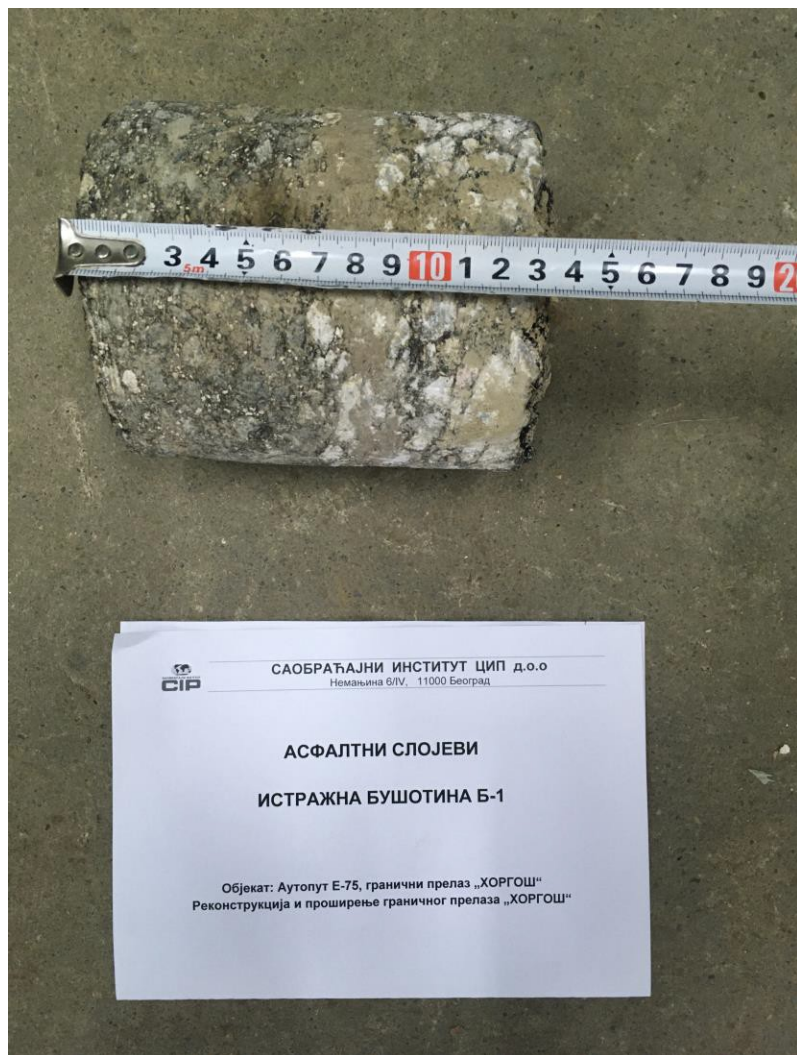
Слојеви	Дебљина слоја [m]	Визуелна класификација
	d = 0.22	Бетонска плоча
	d = 0.28	Шљунак 0/63.0 mm
	d = 0.70	Насип од песка – прашинаст, ситнозрн
	d = 0.80	Прашина – песковито глиновита (лабораторијски CBR=9,5%)

## Истражна бушотина Б-28,

Табела П1а.21 Попречни пресек коловозне конструкције из истражне бушотине Б-28

Слојеви	Дебљина слоја [m]	Визуелна класификација
	d = 0.16	Асфалтни слојеви (7cm АБ16 + 9cm БНС 22)
	d = 0.14	Дробљени камени агрегат 0/31.5 mm
	d = 0.20	Дробљени камени агрегат 0/63.0 mm
	d = 1.00	Насип од песка – прашинаст, ситнозрн (лабораторијски CBR=14,5%)
	d = 0.60	Прашина – песковито глиновита

**Прилог Iб:** Фотодокументација узорака из застора  
постојећих коловозних конструкција  
добијених извођењем истражних бушотина



Слика П16.1 Узорак асфалтних слојева из бушотине Б – 1,  
km 1+258.38



Слика П16.2 Горња површина узорка асфалтних слојева из  
бушотине Б – 1, km 1+258,38

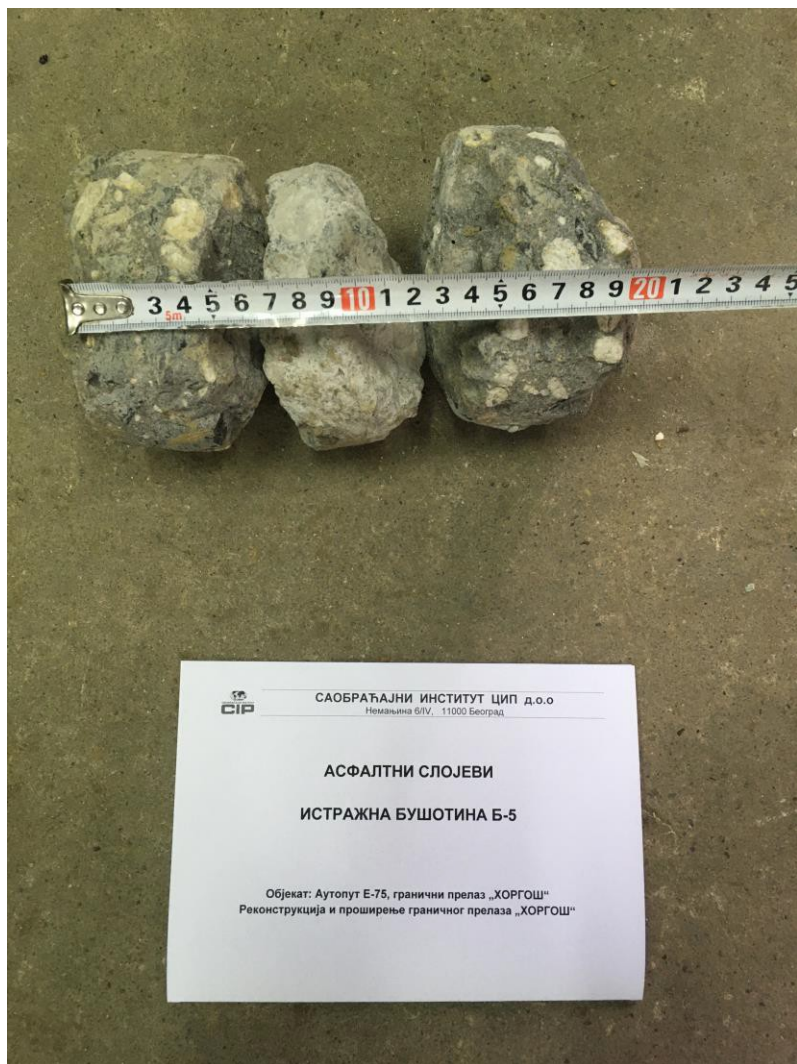




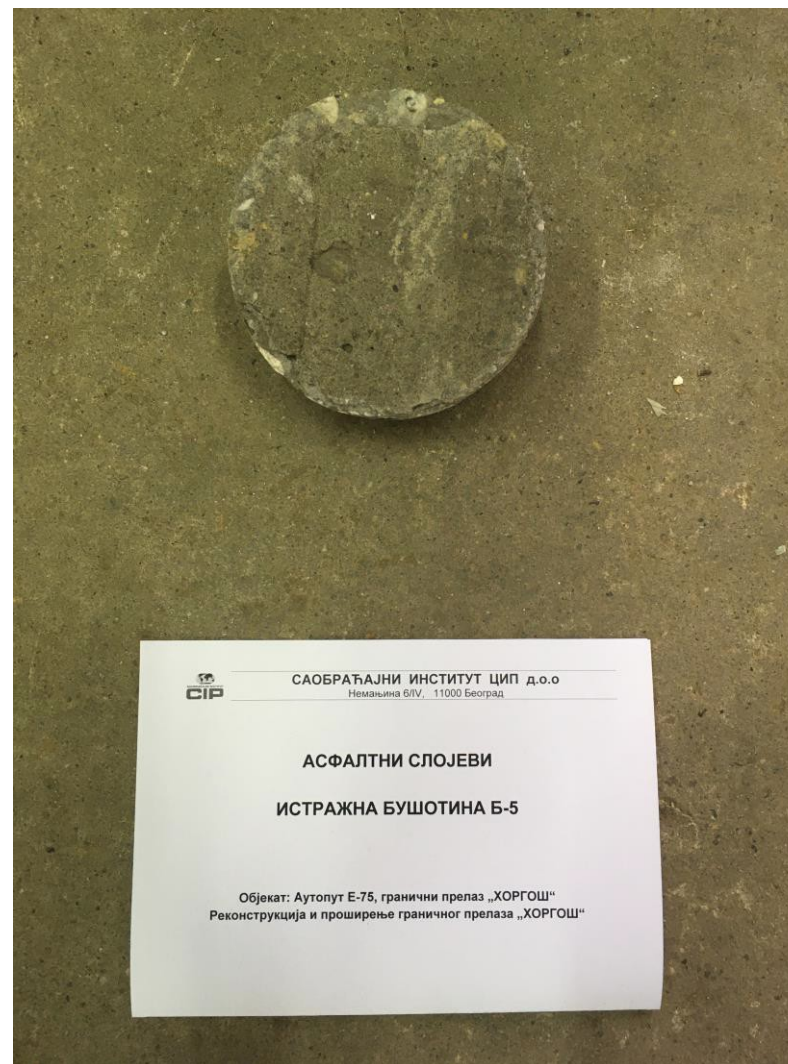
Слика П16.3 Узорак асфалтних слојева из бушотине Б – 4,  
km 0+970.27



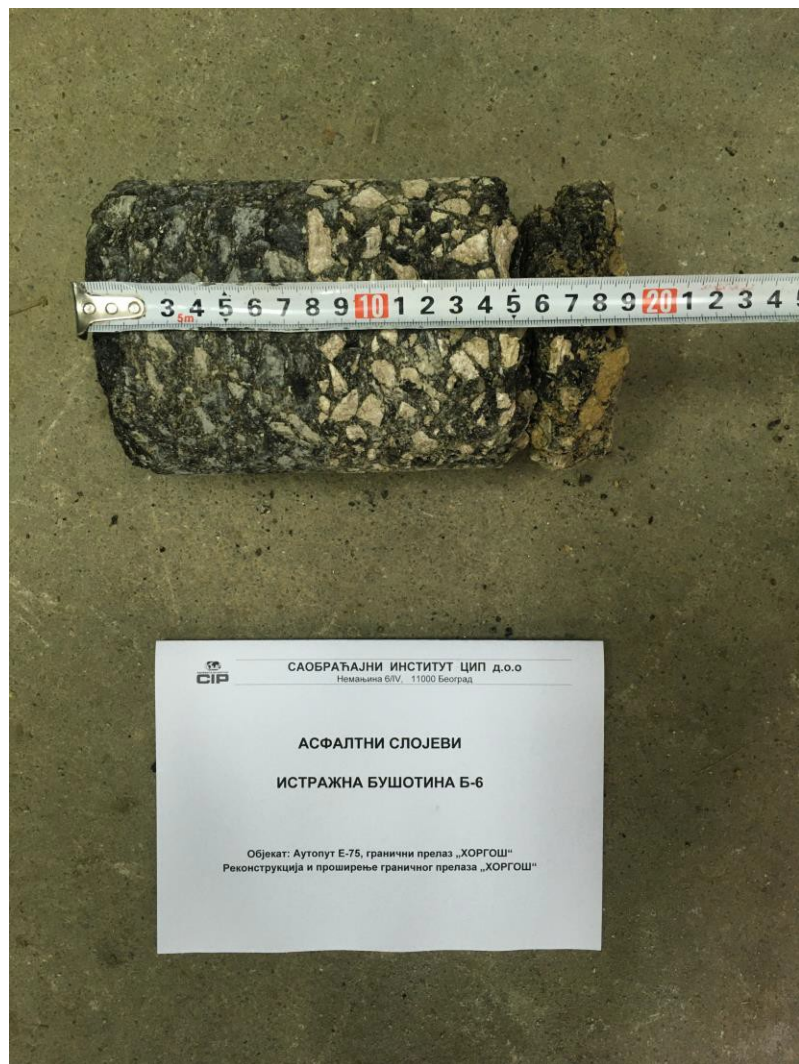
Слика П16.4 Горња површина узорка асфалтних слојева из  
бушотине Б – 4, km 0+970.27



Слика П16.5 Узорак бетонског застора из бушотине Б – 5,  
km 0+497.93



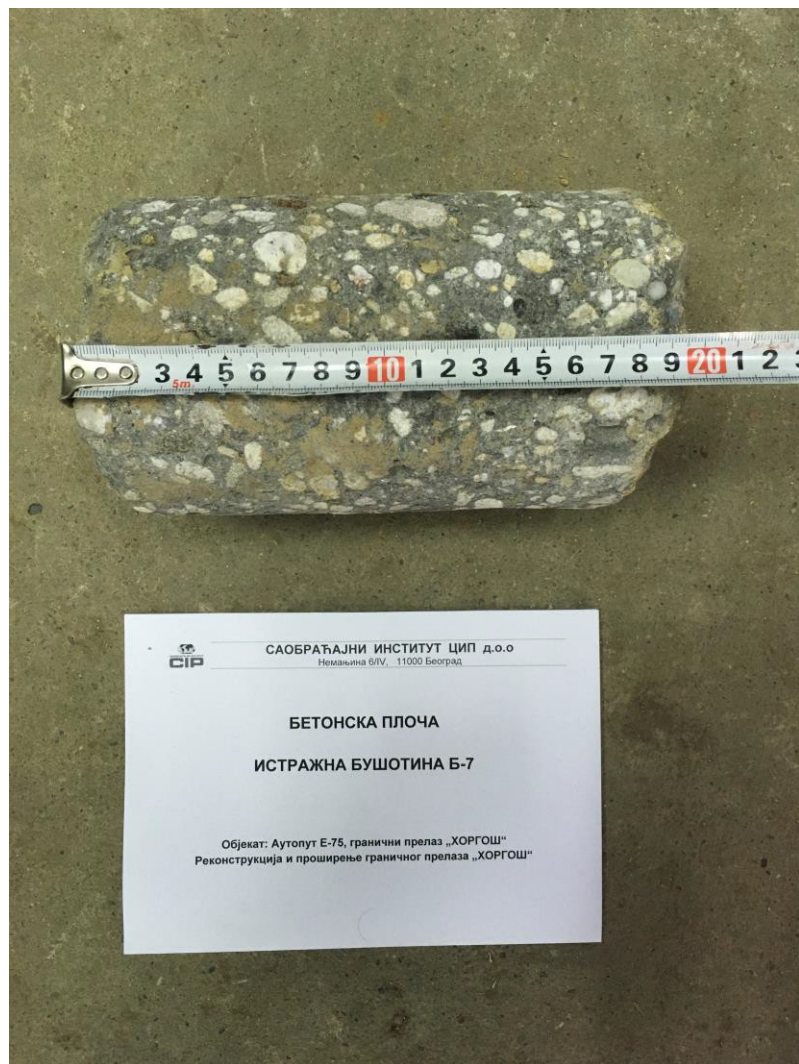
Слика П16.6 Горња површина узорка бетонског застора из бушотине  
Б – 5, km 0+497.93



Слика П16.7 Узорак асфалтних слојева из бушотине Б – 6, km 0+423.02



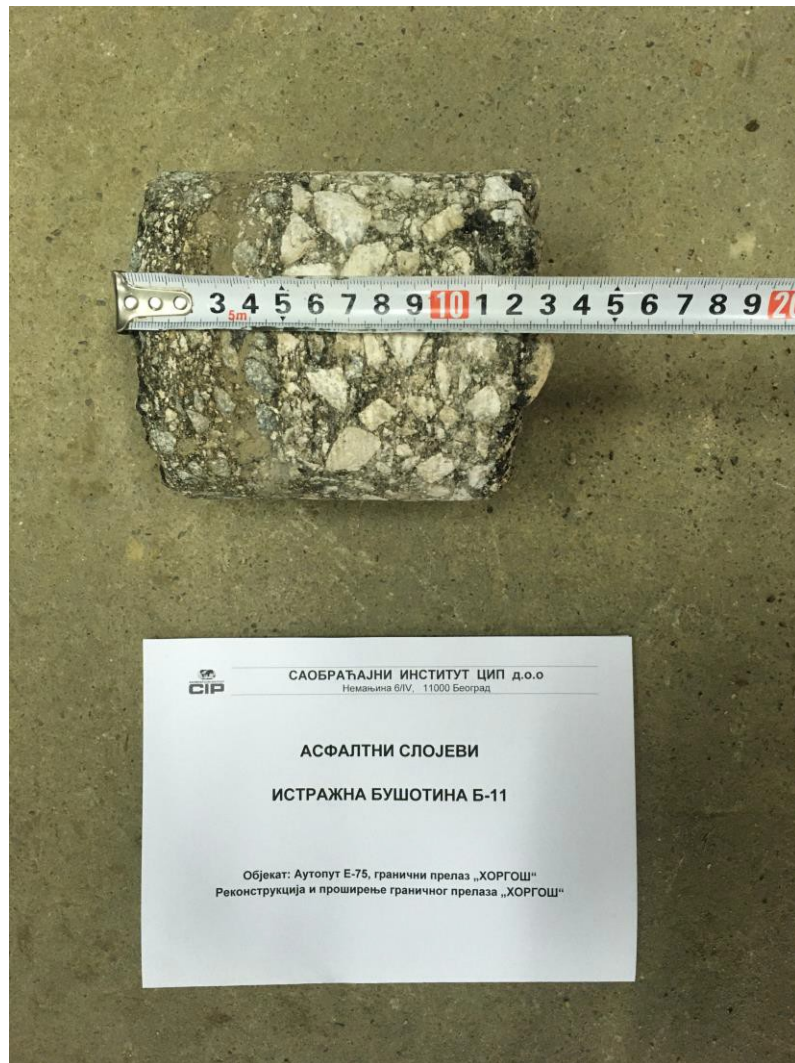
Слика П16.8 Горња површина узорка асфалтних слојева из бушотине Б – 6, km 0+423.02



Слика П16.9 Узорак бетонског застора из бушотине Б – 7,  
km 0+384.56



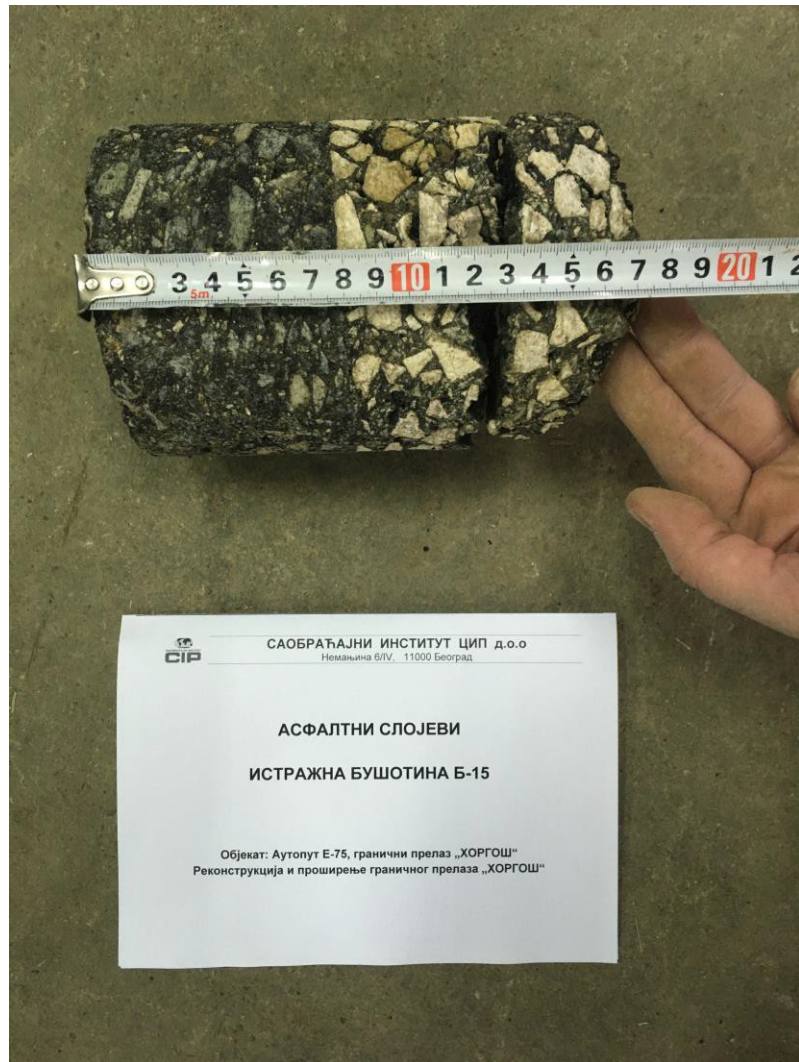
Слика П16.10 Узорак асфалтних слојева из бушотине Б – 10,  
km 0+296.49



Слика П16.11 Узорак асфалтних слојева из бушотине Б – 11,  
km 0+204.75



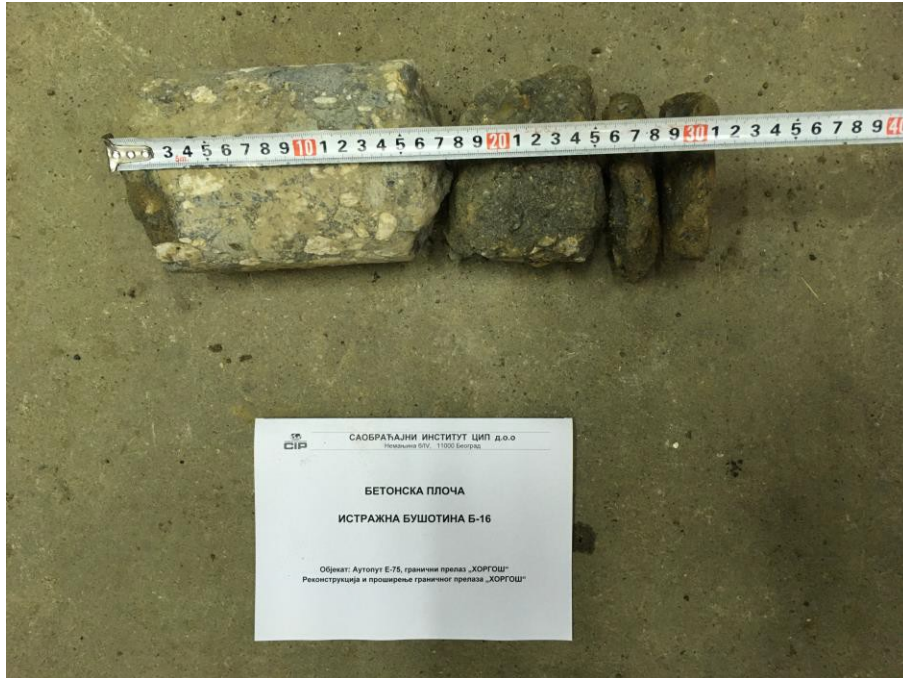
Слика П16.12 Узорак асфалтних слојева из бушотине Б – 14,  
km 0+073.52



Слика П16.13 Узорак асфалтних слојева из бушотине Б – 15,  
km 0+120.48



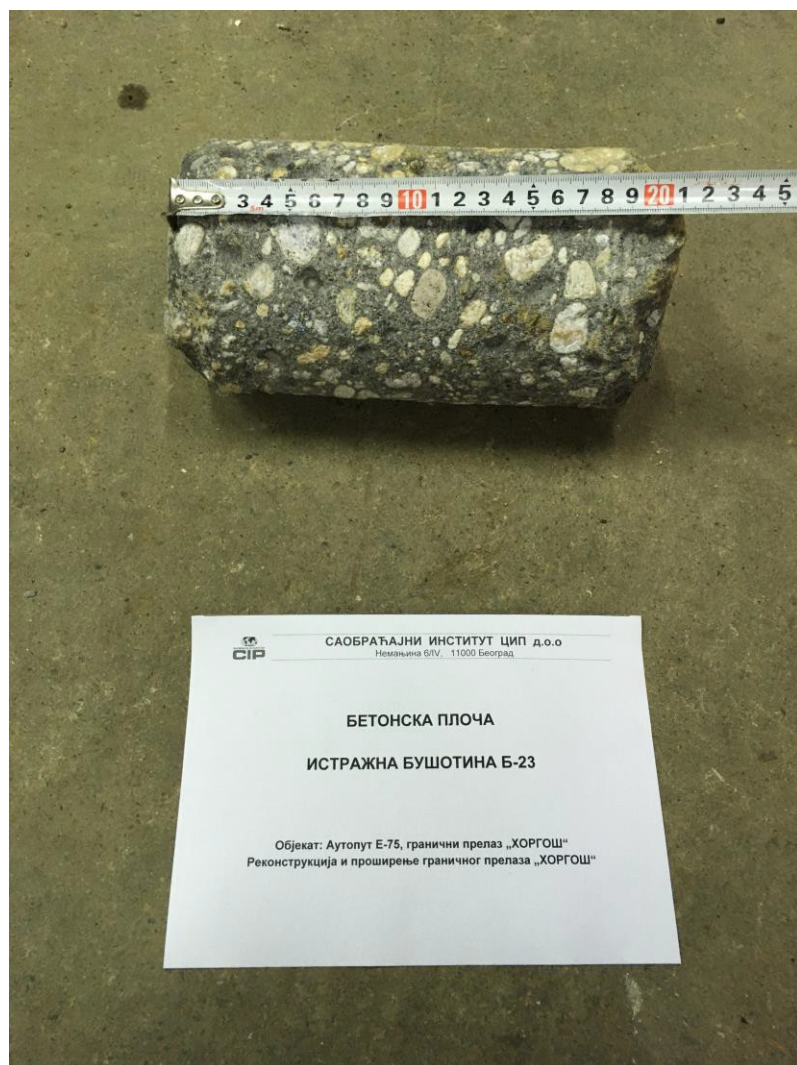
Слика П16.14 Горња површина узорка асфалтних слојева из  
бушотине Б – 15, km 0+120.48



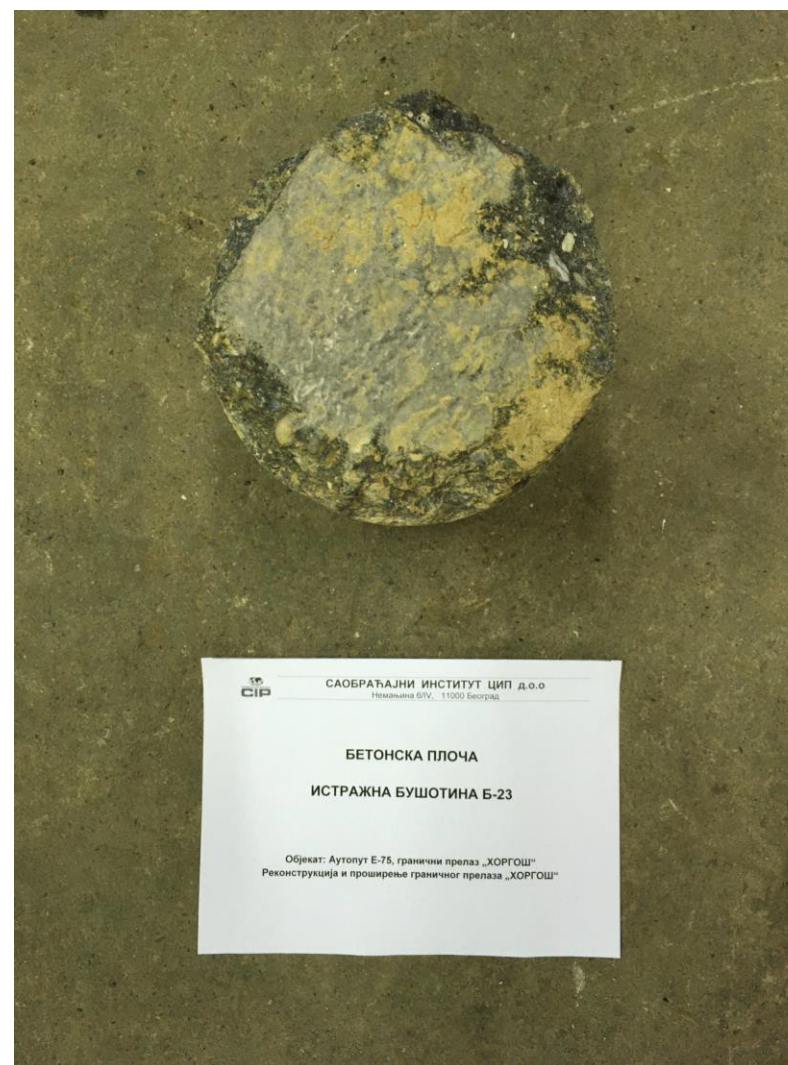
Слика П16.15 Узорак бетонског застора из бушотине Б – 16,  
km 0+242.83



Слика П16.16 Узорак бетонског застора из бушотине Б – 17,  
km 0+366.40



Слика П16.17 Узорак бетонског застора из бушотине Б – 23,  
km 0+332.06



Слика П16.18 Горња површина узорка бетонског застора из  
бушотине Б – 23, km 0+322.06



**Прилог II: Извештај о носивости коловозне конструкције  
на основу измерених дефлексија**

ИНСТИТУТ ЗА ПУТЕВЕ АД  
БЕОГРАД  
Бр. 20-10443  
24.12 2019 год.  
Београд, Булевар Пека Далчевића 45  
фах 48-31

Наручилац:  
Саобраћајни институт ЦИП д.о.о.

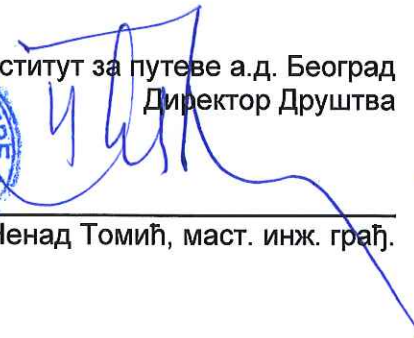


## ИЗВЕШТАЈ О НОСИВОСТИ КОЛОВОЗНЕ КОНСТРУКЦИЈЕ НА ОСНОВУ ИЗМЕРЕНИХ ДЕФЛЕКСИЈА

деоница  
Гранични прелаз „Хоргош“



Институт за путеве а.д. Београд  
Директор Друштва

  
Ненад Томић, маст. инж. грађ.



Институт за путеве ад Београд

## САДРЖАЈ

1.	ОПШТЕ.....	1
2.	ПРИМЕЊЕНИ СТАНДАРДИ И РАЧУНАРСКИ ПРОГРАМИ.....	2
3.	РЕЗУЛТАТИ МЕРЕЊА ДЕФЛЕКСИЈА НА ПОВРШИНИ КОЛОВОЗА.....	3
3.1.	Увод.....	3
3.2.	Резултати мерења дефлексија.....	4
3.3.	Утврђена структура коловозне конструкције.....	11
3.4.	Одређивање модула еластичности слојева.....	18
3.5.	Оцена ефективне носивости постојеће коловозне конструкције.....	22
3.6.	Прорачун саобраћајног капацитета.....	27
3.7.	Прорачун носивости коловозних конструкција помоћу напонско-деформацијске анализе и методе еквивалентних дебљина.....	30
4.	ЗАКЉУЧАК.....	34

## ПРИЛОЗИ



## ИЗВЕШТАЈ О НОСИВОСТИ КОЛОВОЗНЕ КОНСТРУКЦИЈЕ НА ОСНОВУ ИЗМЕРЕНИХ ДЕФЛЕКСИЈА

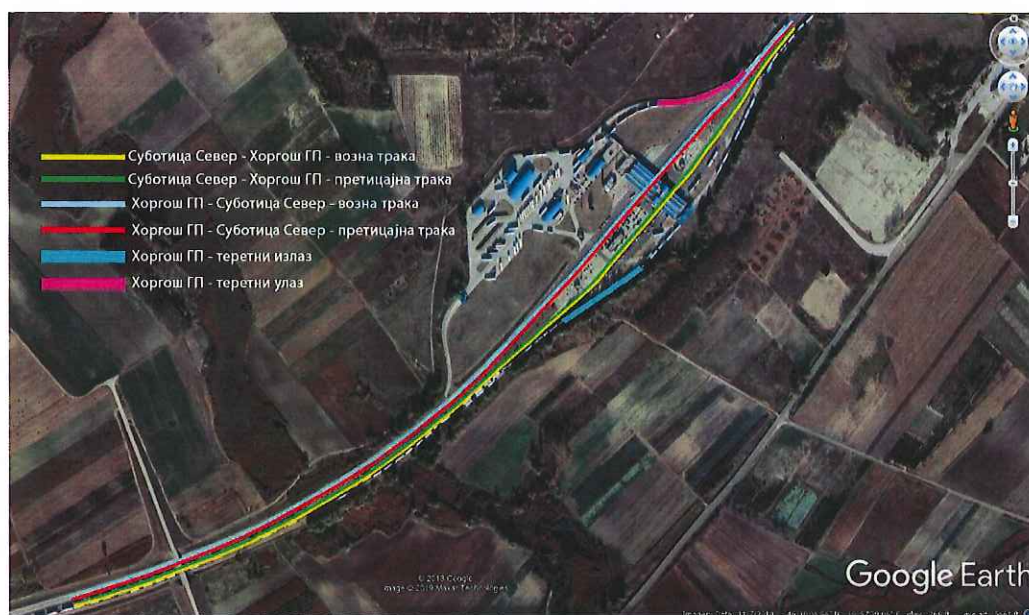
Деоница: Гранични прелаз „Хоргош“

### 1. ОПШТЕ

На основу уговора бр. 20-9676 од 02.12.2019.године закљученог између Саобраћајног института ЦИП д.о.о. и Института за путеве а.д. Београд, Институт за путеве а.д. Београд је израдио Извештај о носивости коловозне конструкције на основу измерених дефлексија на граничном прелазу „Хоргош“. Предмет ове техничке документације је резидуална носивост на возним и претицајним тракама у оба смера и на теретном излазу и улазу.

Извршени су потребни теренски радови и анализе података, а добијени резултати дати су у оквиру ове документације. Теренски радови урађени су током новембра 2019. године.

Сателитски приказ предметних површина дат је на следећој слици.



Слика 1 – сателитски приказ предметних површина



## 2. ПРИМЕЊЕНИ СТАНДАРДИ И РАЧУНАРСКИ ПРОГРАМИ

При изради појединих делова ове документације примењени су следећи стандарди:

- SRPS U.E8.016/1981 - Мерење дефлексија флексибилних коловоза.
- SRPS U.E8.018/1981 - Одређивање меродавне вредности дефлексије флексибилних коловоза.

као и посебна упутства за пројектовање рехабилитације :

- AASHTO GUIDE FOR DESIGN OF PAVEMENT STRUCTURES 1993, American Association of State Highway and Transportation Officials, USA;
- French Design Manual for Pavement Design, LCPC, 1992. Paris

Поред тога, коришћени су и следећи рачунарски програми:

Обрада текста  
WORD for Windows 7

Анализа података  
EXCEL for Windows 7

Обрада података о дефлексији  
ELMOD 6

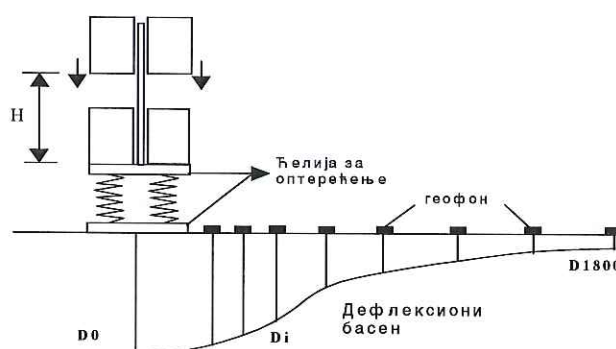


### 3. РЕЗУЛТАТИ МЕРЕЊА ДЕФЛЕКСИЈА НА ПОВРШИНИ КОЛОВОЗА

#### 3.1. Увод

Дефлексије, као показатељи стања структуре утврђени недеструктивном методом, измерене су тешким дефлектометром са падајућим теретом (HWD 8081- Dynatest), у новембру 2019. године.

Избором терета и висине пада, наносена је сила од  $\sim 50$  kN на кружну плочу пречника  $\varnothing 300$  mm, која је била постављена на површину коловоза. Контактном оптерећење је било  $\sim 707$  kPa. На свакој мерној тачки на коловозу, извршена су 3 ударца. Шема мерног уређаја је приказана на следећој слици:



Слика 2 - Шема рада HWD-а

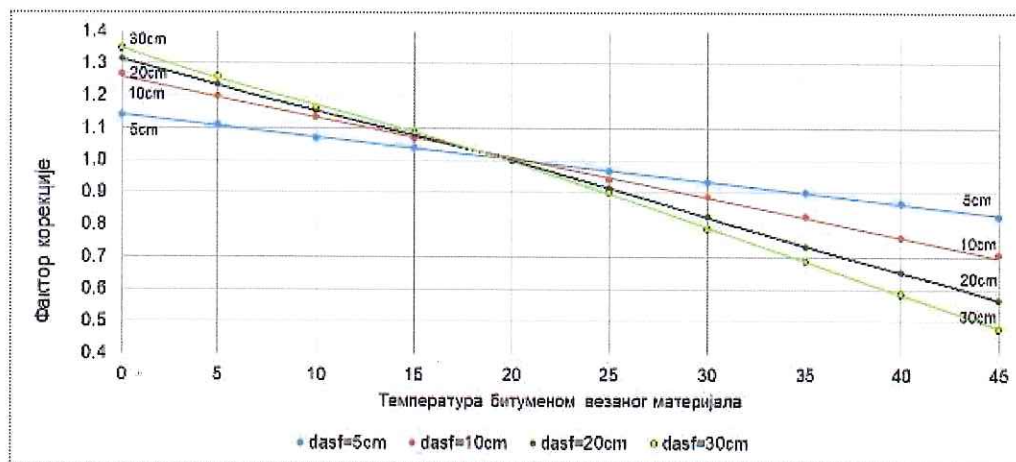
Мерење дефлексије при сваком ударцу је вршено геофонима постављеним на следећим удаљењима од центра кружне плоче:  $r=0$  mm, 200 mm, 300 mm, 450 mm, 600 mm, 900 mm, 1200 mm, 1500 mm и 1800 mm што одговара дубини мерења дефлексија у центру.

Мерење и резултати мерења су праћени преко процесора и рачунара, а осим параметара под којим је извршено мерење и резултата мерења меморисана је и радна - релативна стациоณา која се водила од реперне тачке на деоници, као и температура ваздуха и коловоза.

Мерење је вршено у трагу тачка на сваких 50m (смакнуто по тракама) при температури ваздуха  $T_{\text{вазд}} = 11 - 14^{\circ}\text{C}$  и температури асфалта  $T_{\text{асф}} = 11 - 15^{\circ}\text{C}$ .

Одређивање фактора корекције угиба ( $D_0$ ) за површине са асфалтним застором, због температуре, вршено је према AASHTO методи користећи зависности приказане на следећем дијаграму<sup>1</sup>. Фактори корекције се крећу од 1.08 до 1.14.

<sup>1</sup> Анализа носивости коловозних конструкција – Горан М. Младеновић – магистарски рад, Београд 1996. год.

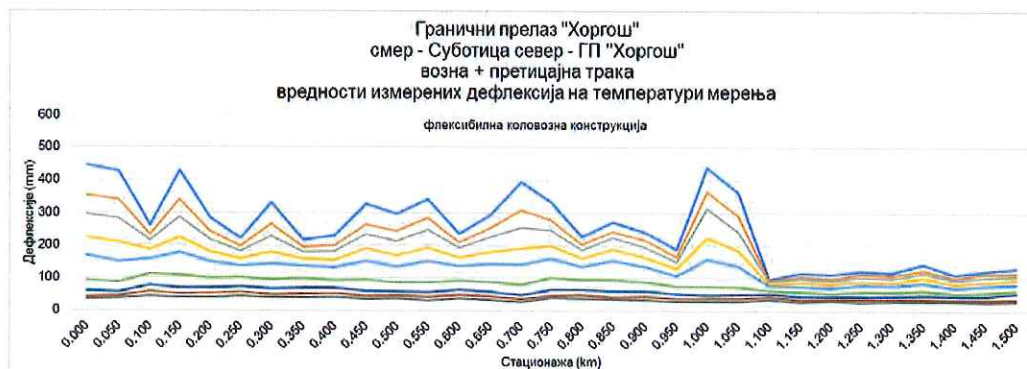


Слика 3 – Фактори корекције измерене дефлексије услед утицаја температуре

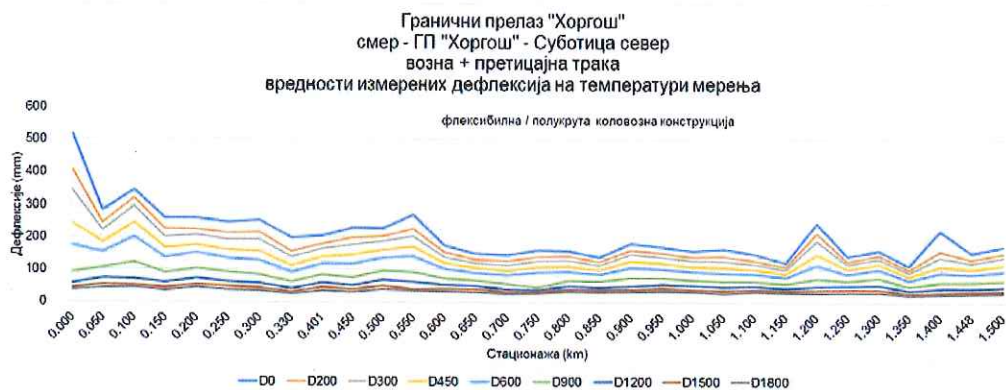
Укупно је урађено 70 опита. Запис свих извршених мерења дефлексија дат је у Прилогу 1 – Резултати измерених дефлексија дефлектометром са падајућим теретом (HWD).

### 3.2. Резултати мерења дефлексија

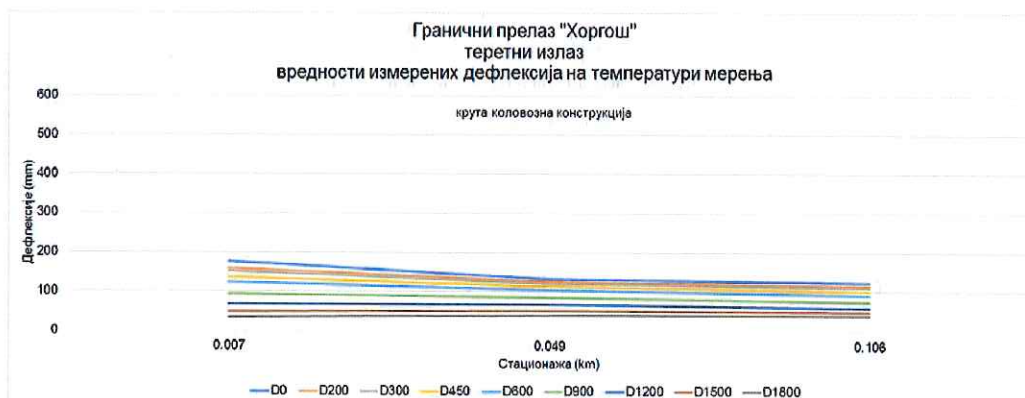
На следећем дијаграму приказане су вредности измерених дефлексија на температури мерења :



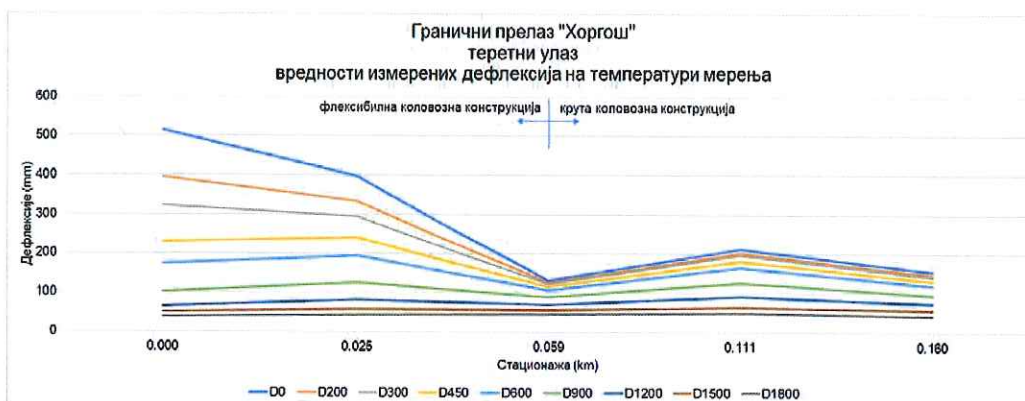
Слика 4 – дијаграм вредности измерених дефлексија на температури мерења, смер Суботица север – ГП „Хоргош“ – возна + претицајна трака



Слика 5 - дијаграм вредности измерених дефлексија на температури мерења, смер ГП „Хоргош“ - Суботица север – возна + претицајна трака



Слика 6 - дијаграм вредности измерених дефлексија на температури мерења, ГП „Хоргош“ – теретни излаз

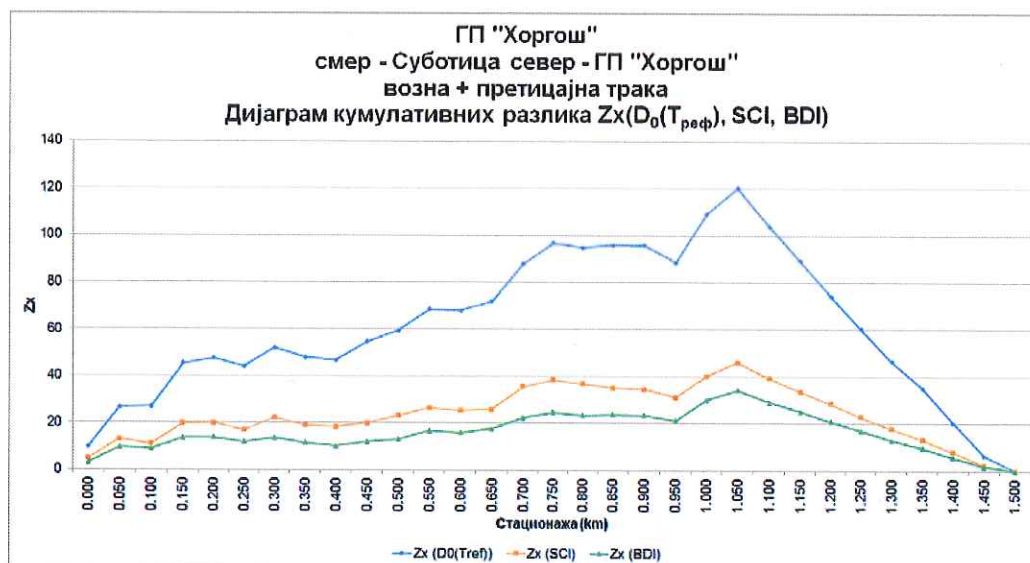


Слика 7 - дијаграм вредности измерених дефлексија на температури мерења, ГП „Хоргош“ – теретни улаз

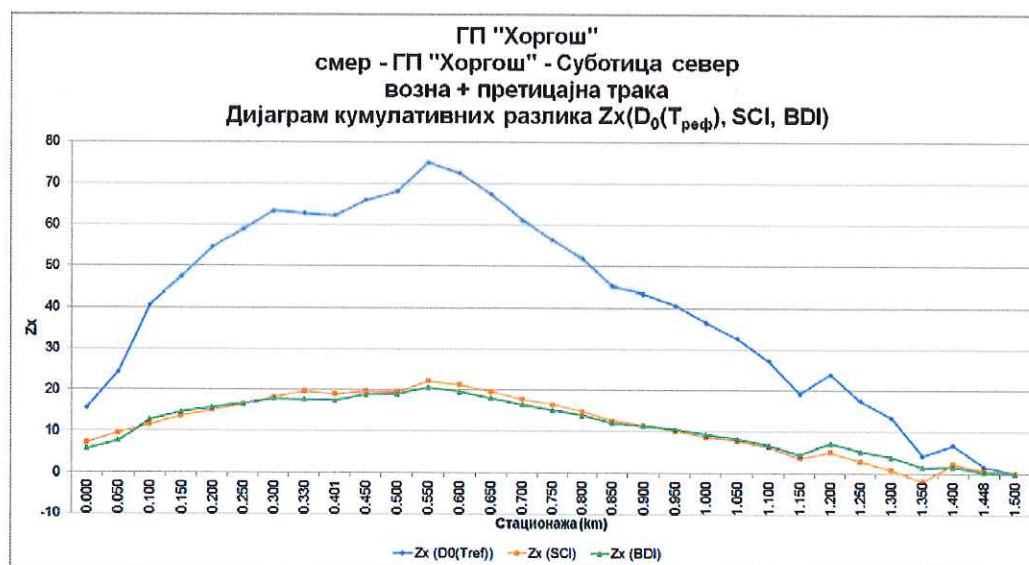
На основу вредности приказаних дефлексија и анализираних параметара дефлексионог базена –  $D_0(20^\circ\text{C})$ , SCI и BDI, извршена је подела на хомогене потезе, одвојено по смеровима. Добијени резултати су приказани у наредним дијаграмима.





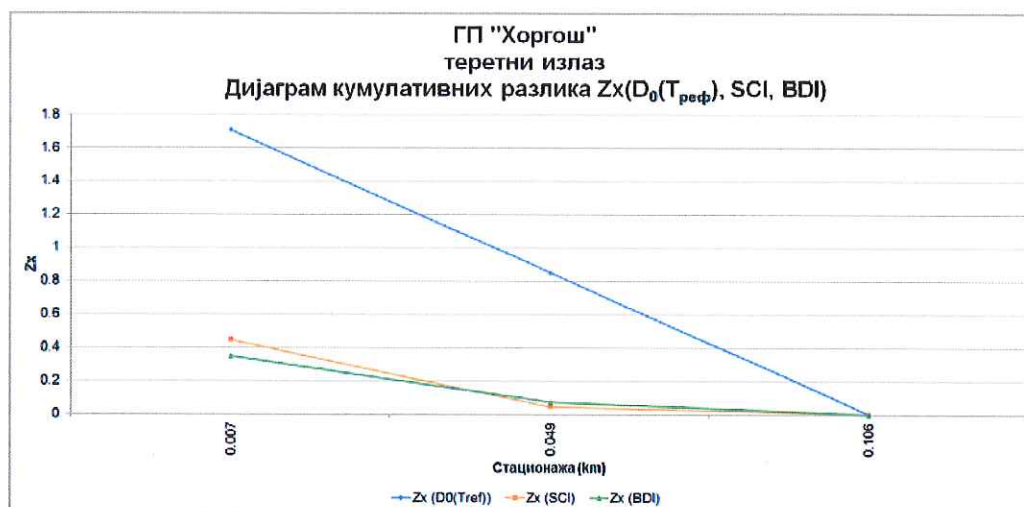


Слика 8 – дијаграм кумулативних разлика  $Zx(D_0(T_{ref}))$ ,  $Zx(BDI)$  и  $Zx(SCI)$  смер Суботица север – ГП „Хоргош“

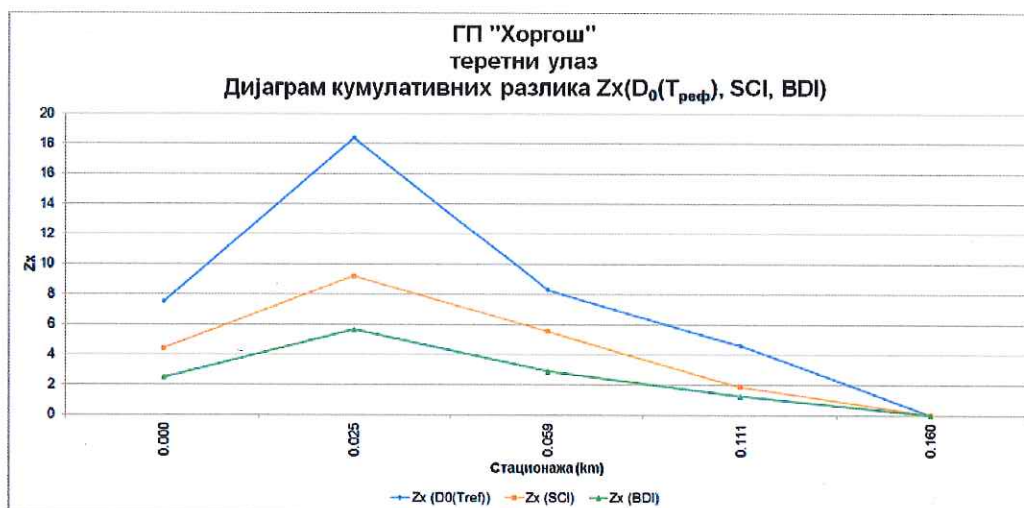


Слика 9 – дијаграм кумулативних разлика  $Zx(D_0(T_{ref}))$ ,  $Zx(BDI)$  и  $Zx(SCI)$  смер ГП „Хоргош“ – Суботица север





Слика 10 – дијаграм кумулативних разлика  $Z_x(D_0(T_{ref}))$ ,  $Z_x(BDI)$  и  $Z_x(SCI)$   
ГП „Хоргош“ – Теретни излаз



Слика 11 – дијаграм кумулативних разлика  $Z_x(D_0(T_{ref}))$ ,  $Z_x(BDI)$  и  $Z_x(SCI)$   
ГП „Хоргош“ – Теретни улаз



На основу приказаних дијаграма јасно се издвајају следећи хомогени потези :

Табела 1 – хомогени потези

смер Суботица север – ГП „Хоргош“	
Потез	Стационажа (km)
1	km 0+000 – km 1+050
2	km 1+050 – km 1+500
смер ГП „Хоргош“ – Суботица север	
Потез	Стационажа (km)
1	km 0+000 – km 0+550
2	km 0+550 – km 1+500
ГП „Хоргош“ – теретни излаз	
Потез	Стационажа (km)
1	km 0+000 – km 0+106
ГП „Хоргош“ – теретни улаз	
Потез	Стационажа (km)
1	km 0+000 – km 0+025
2	km 0+025 – km 0+160

Статистичком обрадом података добијене су следеће вредности параметара по потезима:

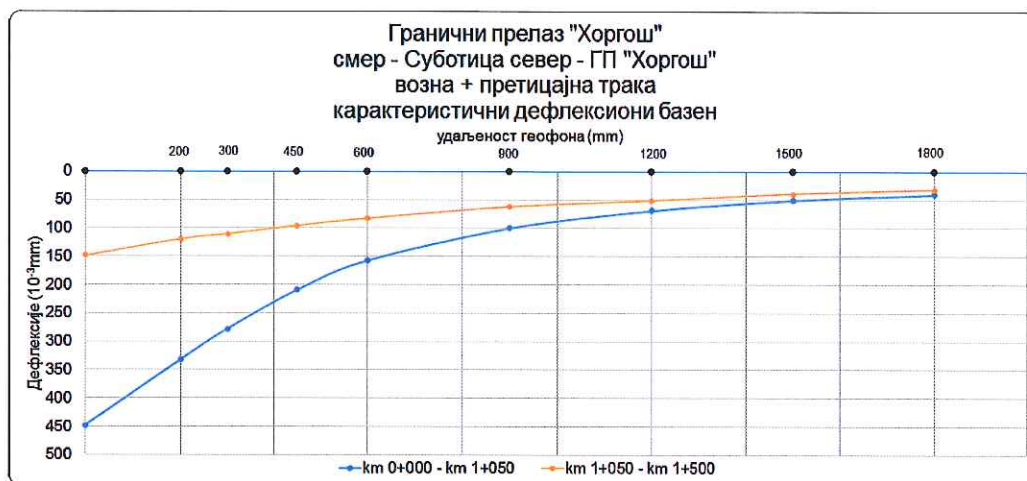
Табела 2 – вредности параметара носивости по хомогеним потезима

смер Суботица север – ГП „Хоргош“ возна + претицајна трака											
Потез	Стат. подат.	Измерене дефлексије (µm)									D <sub>0</sub> (20°C) (µm)
		d0	d200	d300	d450	d600	d900	d1200	d1500	d1800	
1	avg	310	253	222	178	142	90	61	44	35	331
	stdev	80	55	41	24	14	10	8	6	5	84
	kv	0.26	0.22	0.18	0.14	0.10	0.11	0.14	0.14	0.13	0.25
	85%	428	332	278	210	157	100	69	51	41	448
2	avg	144	107	99	87	77	58	46	35	29	131
	stdev	37	10	9	7	5	3	4	3	3	13
	kv	0.26	0.10	0.09	0.08	0.07	0.06	0.08	0.10	0.10	0.10
	85%	199	120	111	96	83	63	52	40	33	149
смер ГП „Хоргош“ – Суботица север возна + претицајна трака											
Потез	Стат. подат.	Измерене дефлексије (µm)									D <sub>0</sub> (20°C) (µm)
		d0	d200	d300	d450	d600	d900	d1200	d1500	d1800	
1	avg	275	231	208	169	139	91	62	45	37	290
	stdev	86	65	55	38	28	16	10	7	6	87
	kv	0.31	0.28	0.26	0.23	0.20	0.17	0.16	0.16	0.17	0.30
	85%	356	328	301	232	169	107	73	55	46	384
2	avg	163	141	129	109	93	65	47	37	30	174
	stdev	32	25	22	16	12	9	6	4	3	35
	kv	0.20	0.18	0.17	0.14	0.12	0.14	0.13	0.12	0.12	0.20
	85%	199	160	145	125	106	76	54	41	33	215



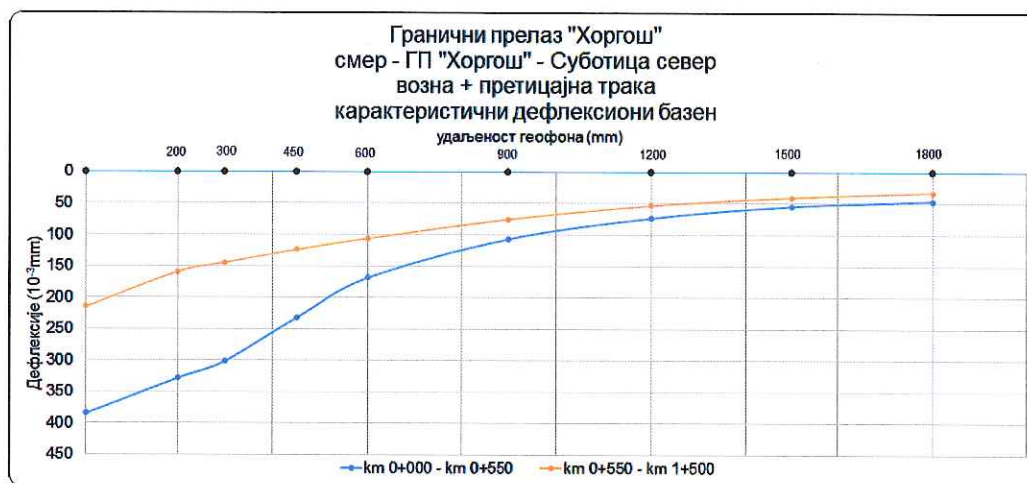
ГП „Хоргош“ – теретни излаз											
Потез	Стат. подат.	Измерене дефлексије (µm)									
		d0	d200	d300	d450	d600	d900	d1200	d1500	d1800	
1	avg	143	132	126	115	106	84	63	49	37	
	stdev	30	25	23	20	18	11	5	2	2	
	kv	0.21	0.19	0.18	0.17	0.17	0.13	0.08	0.03	0.06	
	85%	178	160	153	137	125	95	67	50	39	
ГП „Хоргош“ – теретни улаз											
Потез	Стат. подат.	Измерене дефлексије (µm)									D <sub>0</sub> (20°C) (µm)
		d0	d200	d300	d450	d600	d900	d1200	d1500	d1800	
1	avg	456	364	309	235	184	113	73	54	40	489
	stdev	83	38	15	11	18	19	14	6	4	82
	kv	0.18	0.10	0.05	0.04	0.10	0.17	0.19	0.11	0.11	0.17
	85%	515	391	319	243	197	126	83	58	43	547
2	avg	164	156	151	140	128	102	77	57	44	
	stdev	42	40	39	35	31	20	11	5	3	
	kv	0.25	0.25	0.26	0.25	0.24	0.20	0.15	0.08	0.08	
	85%	210	200	195	180	163	125	89	63	48	

Карактеристични дефлексиони базени (85%) приказани су на следећем графику:

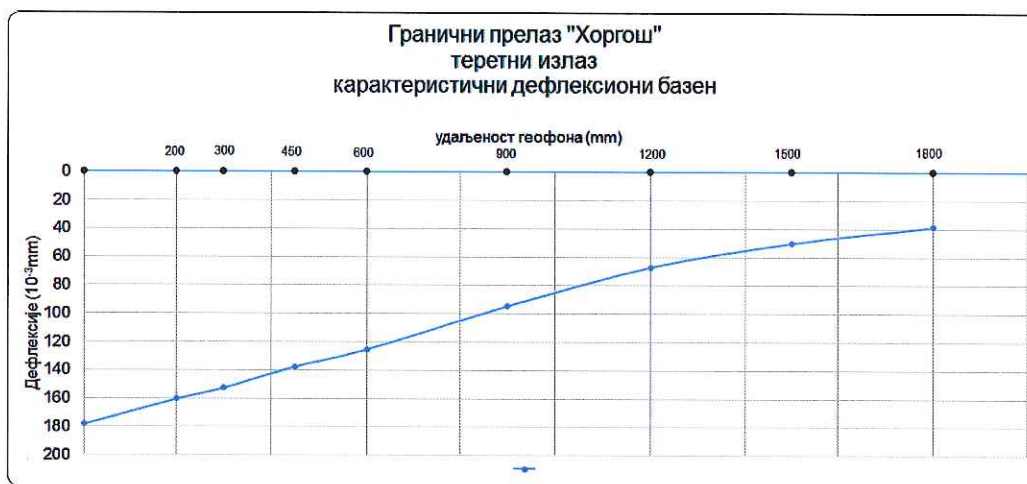


Слика 12 – карактеристични дефлексиони базени – смер Суботица север – ГП „Хоргош“

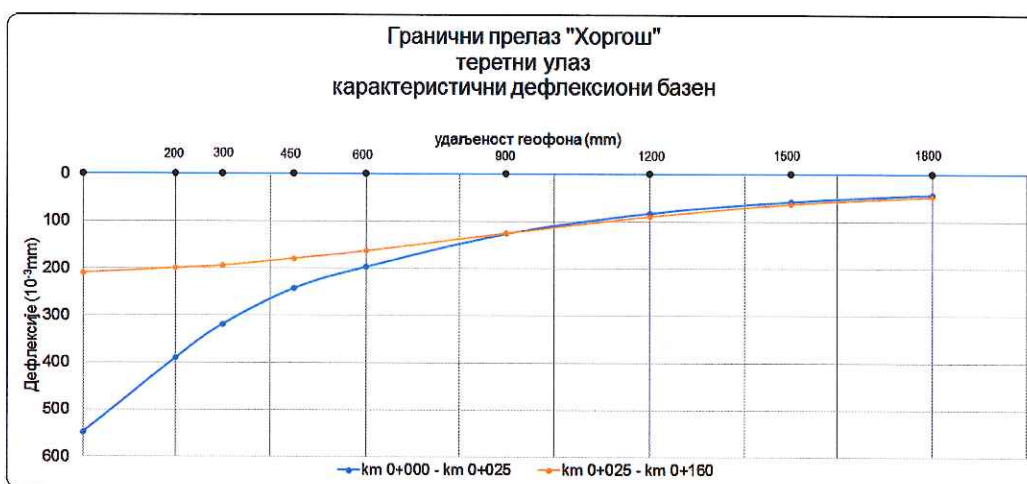




Слика 13 – карактеристични дефлексиони базен – смер ГП „Хоргош“ – Суботица север



Слика 14 – карактеристични дефлексиони базен – теретни излаз



Слика 15 – карактеристични дефлексиони базен – теретни улаз



На основу приказаних резултата може се закључити следеће :

- Смер Суботица север – ГП „Хоргош“ – флексибилна коловозна конструкција

Два хомогена потеза су видно различита по питању носивости. Први километар деонице је у знатно лошијем стању. Коригована вредност дефлексије  $D_0$  је три пута већа у односу на последњих 500m.

- ГП „Хоргош“ – Смер Суботица север – флексибилна коловозна конструкција

Слична је ситуација и у овом смеру, приметна разлика у носивости првих 600m у односу на последњи километар. Скоро 2x веће вредности коригованих дефлексија.

- ГП „Хоргош“ – теретни излаз – крута коловозна конструкција

Према вредностима SCI, BDI и BCI може се рећи да носивост круте коловозне конструкције није угрожена.

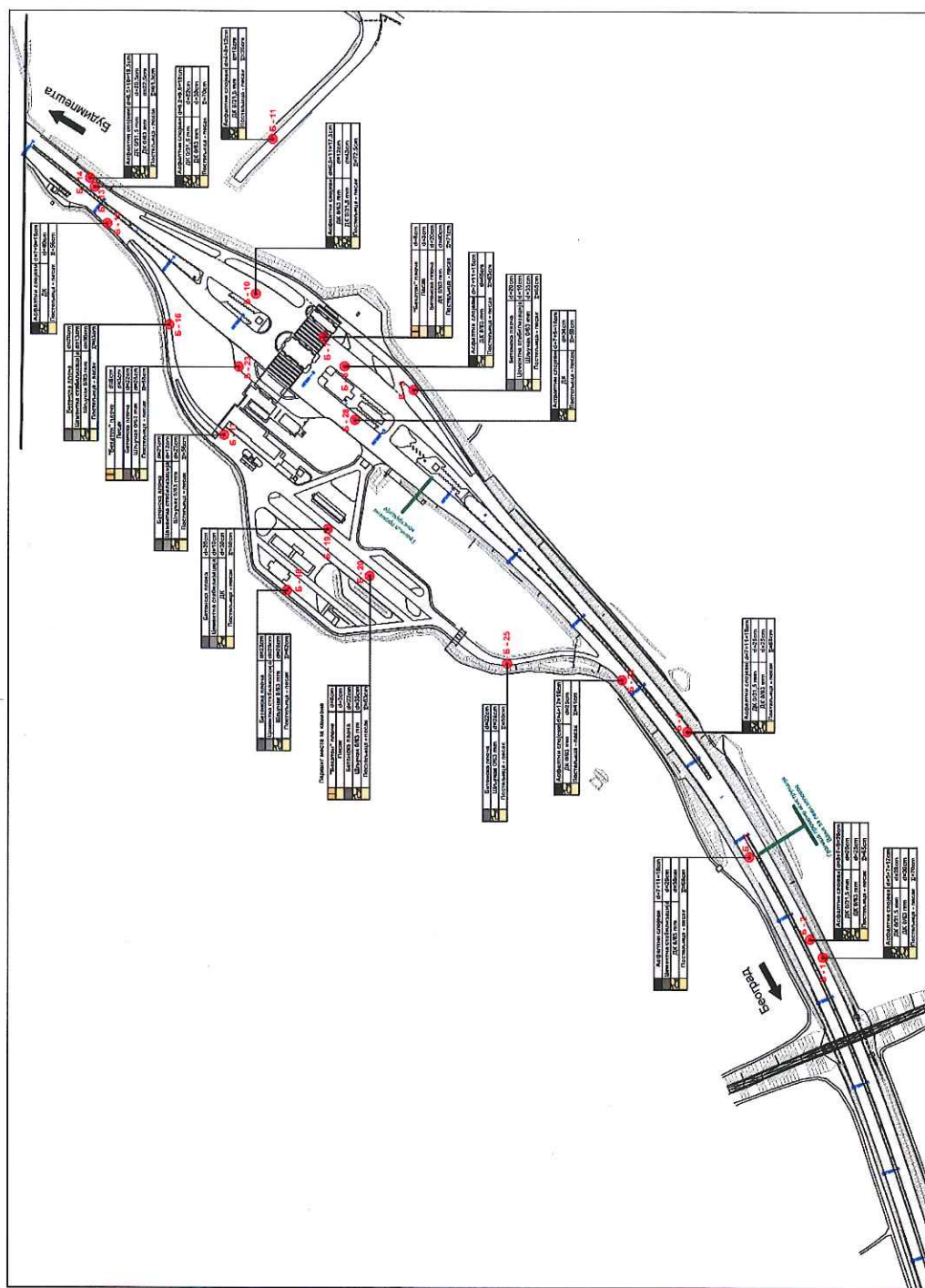
- ГП „Хоргош“ – теретни улаз – крута коловозна конструкција

За разлику од теретног излаза, теретни улаз у првом делу има флексибилну коловозну конструкцију, док је на другом делу крута коловозна конструкција. С тога и врло приметна разлика у дефлексионим базенима.

### 3.3. Утврђена структура коловозне конструкције




За потребе израде ове техничке документације, Саобраћајни Институт ЦИП д.о.о. је у децембру 2019. године обавио истражна бушења на основу којих су утврђене структуре коловозне конструкције на предметним површинама. За потребе прорачуна носивости и анализе измерених дефлексија искоришћени су подаци о структури из 10 јама – Б2, Б4, Б6, Б10, Б13, Б3, Б28, Б5, Б15 и Б16. Ситуациони приказ истражних бушотина дат је на следећој слици.








Слика 16 – положај истражних бушотина

Табела 3 – приказ истражних бушотина

Коловозна конструкција		Материјал	
Дебљина слоја (cm)	Б-4		
18	Асфалтни слојеви		
20	Дробљени камен 0/31		
30	Дробљени камен 0/63		
Постељица: песак шљунковит			
Коловозна конструкција		Материјал	
Дебљина слоја (cm)	Б-6		
18	Асфалтни слојеви		
20	Дробљени камен 0/31		
30	Дробљени камен 0/63		
Постељица: песак шљунковит			
Коловозна конструкција		Материјал	
Дебљина слоја (cm)	Б-10		
18	Асфалтни слојеви		
20	Дробљени камен 0/31		
30	Дробљени камен 0/63		
Постељица: песак шљунковит			





Смер Суботица север – ГП „Хоргош“ Стационажа: km 0+000 – km 1+125 возна и претицајна трака		
<b>Коловозна конструкција</b>		
Дебљина слоја (cm)	Материјал	
<b>Б-13</b>		
18	Асфалтни слојеви	
20	Дробљени камен 0/31	
30	Дробљени камен 0/63	
<b>Постељица: песак шљунковит</b>		
Смер Суботица север – ГП „Хоргош“ Стационажа: km 1+125 – km 1+500 возна и претицајна трака		
<b>Коловозна конструкција</b>		
Дебљина слоја (cm)	Материјал	
<b>Б-2</b>		
20	Асфалтни слојеви	
20	Дробљени камен 0/31	
25	Дробљени камен 0/63	
<b>Постељица: песак шљунковит</b>		
Смер ГП „Хоргош“ – Суботица север Стационажа: km 0+000 – km 0+575 возна и претицајна трака		
<b>Коловозна конструкција</b>		
Дебљина слоја (cm)	Материјал	
<b>Б-28</b>		
16	Асфалтни слојеви	
14	Дробљени камен 0/31	
20	Дробљени камен 0/63	
<b>Постељица: песак шљунковит</b>		



Коловозна конструкција		Материјал	
Дебљина слоја (cm)	Б-3		
18	Асфалтни слојеви		
20	Цементна стабилизација		
30	Дробљени камен 0/31		
Постељица: песак шљунковит			
ГП „Хоргош“ теретни излаз			
Коловозна конструкција		Материјал	
Дебљина слоја (cm)	Б-5		
20	Бетонска плоча		
10	Цементна стабилизација		
35	Шљунак		
Постељица: песак шљунковит			
ГП „Хоргош“ теретни улаз асфалтни застор			
Коловозна конструкција		Материјал	
Дебљина слоја (cm)	Б-15		
16	Асфалтни слојеви		
40	Дробљени камен		
Постељица: песак шљунковит			



Коловозна конструкција		Материјал
Дебљина слоја (cm)		
<b>Б-16</b>		
20	Бетонска плоча	
13	Цементна стабилизација	
30	Шљунак	
<b>Постељица: песак шљунковит</b>		

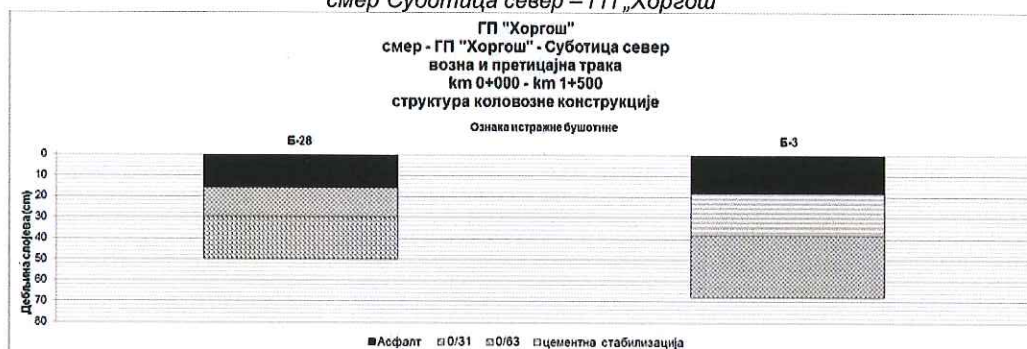
На основу достављених података о меродавним истражним бушотинама за утврђивање структуре коловозне конструкције на предметној деоници закључци су следећи :

- Коловозна конструкција у смеру Суботица север – ГП „Хоргош“ је флексибилног типа са дебљином асфалтних слојева од 18-20cm. Невезани носећи слојеви су од дробљеног камена укупне дебљине 45-50cm.
- Коловозна конструкција у смеру ГП „Хоргош“ – Суботица север је у првих 600m флексибилног типа са асфалтним слојевима укупне дебљине 16cm. Невезани носећи слојеви су од дробљеног камена укупне дебљине 34cm. У последњих 900m евидентирана је цементна стабилизација од 20cm испод асфалтних слојева дебљине 18cm. Испод цементне стабилизације је дробљен камен дебљине 30cm. Сама цементна стабилизација је распаднута те се може коловозна конструкција третирати као флексибилна.
- Коловозна конструкција на делу теретног излаза је крута коловозна конструкција са бетонском плочом од 20cm. Испод је цементна стабилизација од 10cm и шљунак од 35cm. Цементна стабилизација је распаднута те ће се третирати као део неvezаног носећег слоја.
- Коловозна конструкција на делу теретног улаза је делом флексибилна, а делом крута коловозна конструкција. Флексибилна коловозна конструкција се састоји од асфалтних слојева укупне дебљине 16cm и дробљеног камена дебљине 40cm. На делу круте коловозне конструкције је бетонски застор дебљине 20cm. Испод је цементна стабилизација дебљине 13cm и шљунковити неvezани носећи слој дебљине 30cm. Цементна стабилизација биће третирана као део неvezаног носећег слоја.
- Постељица је од песка

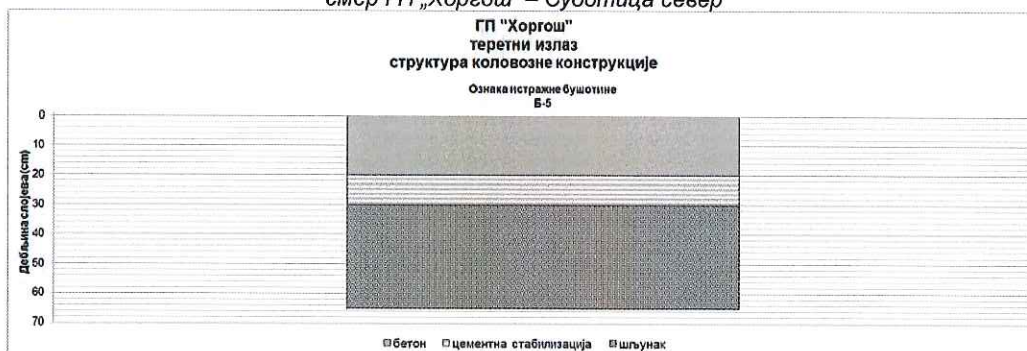
На основу изнетих података, на следећим сликама приказане су структуре предметних коловозних конструкција:



Слика 17 – структура коловозне конструкције возна и претицајна трака, смер Суботица север – ГП „Хоргош“



Слика 18 - структура коловозне конструкције возна и претицајна трака, смер ГП „Хоргош“ – Суботица север



Слика 19 – структура коловозне конструкције возна и претицајна трака, ГП „Хоргош“ – теретни излаз



Слика 20 – структура коловозне конструкције возна и претицајна трака, ГП „Хоргош“ – теретни улаз



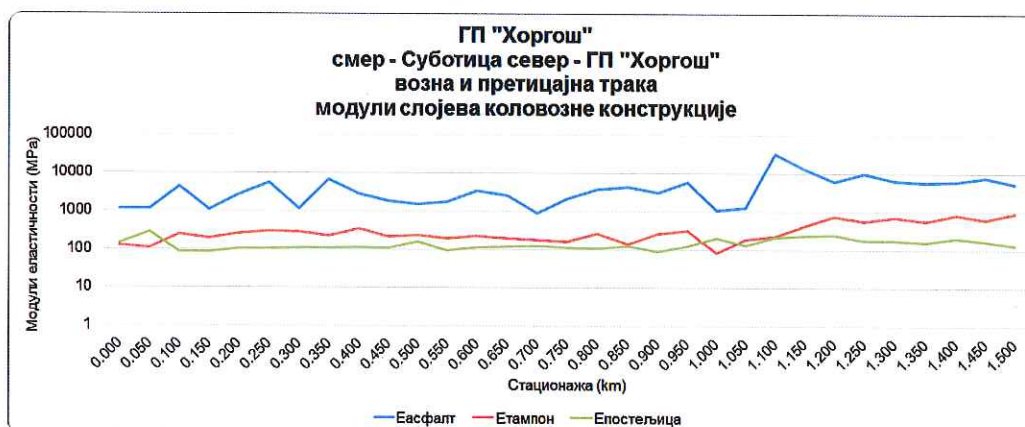
### 3.4. Одређивање модула еластичности слојева

Одређивање модула еластичности слојева коловозне конструкције и постељице, спроведено је на основу података о дефлексионом базену и структури коловоза, применом рачунарског програма Elmod 6 - Dynatest по методи фитовања дефлексионог базена (Deflection Basin Fit; Odemark-Bussinesq; теорија линеарне еластичности), уз примену решења за случај нелинеарно еластичног материјала у постељици и доњем строју.

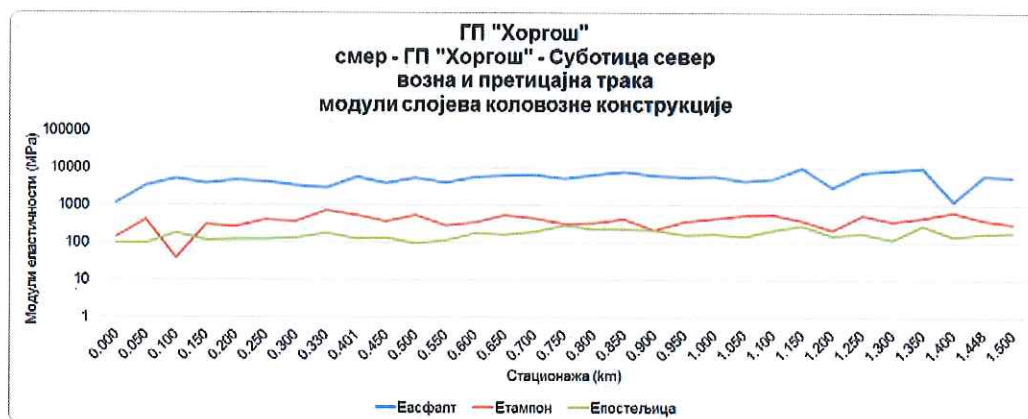
На основу дефлексионог базена (дефлексије D0; D200; D300; D600; D900; D1200; D1500; D1800), дебљина слојева ( $h_1, h_2, \dots, h_n$ ) и решења по теорији еластичности за вишеслојне системе, дефинисани су модули еластичности слојева на температури мерења, као и на меродавној годишњој температури асфалтног слоја ( $20^\circ\text{C}$ ).

Метода подразумева итеративни прорачун модула по слојевима након чега се тражи рачунска дефлексција и пореди са измереним дефлексијама при чему се тражи крива приближна измереном дефлексионом базену.

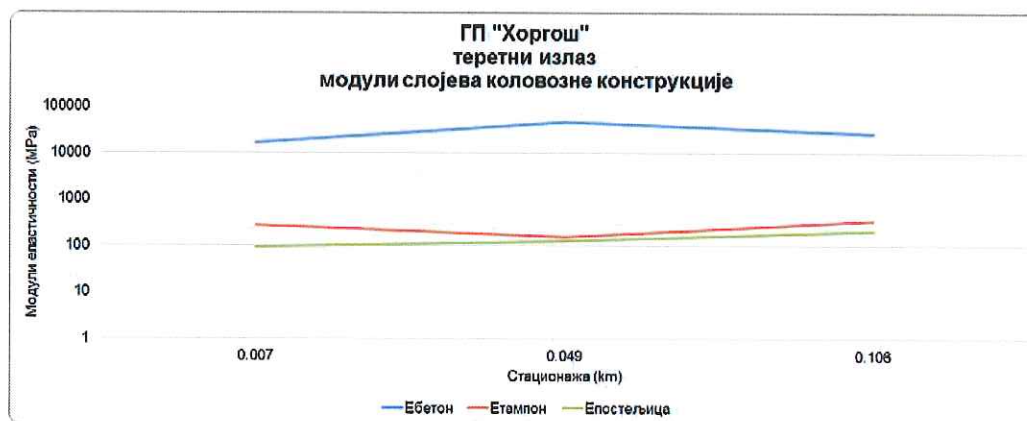
Дуж деонице дебљине слојева су усвајане према истражним бушотинама. Због утврђеног лошег структурног стања, цементна стабилизација је посматрана као део невезаног носећег слоја. Резултати прорачуна модула еластичности слојева коловозне конструкције и постељице ( $E_1, E_2, E_3$ ) на сваком мерном месту приказани су на наредном дијаграму.



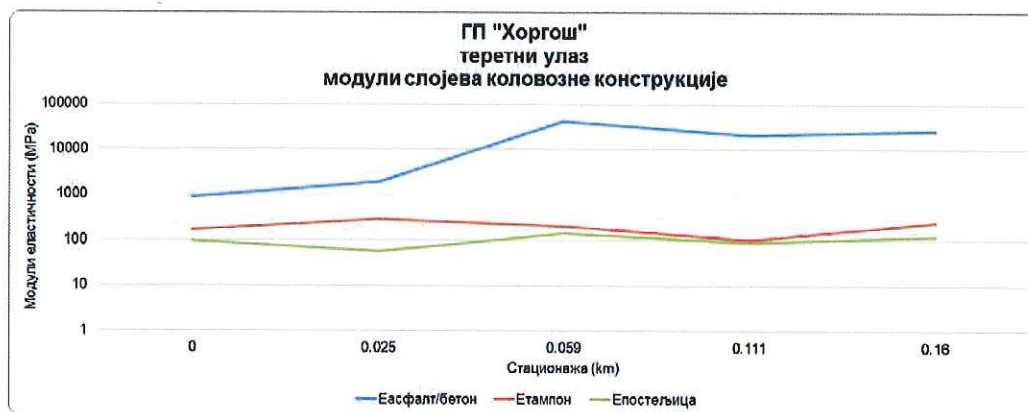
Слика 21 – модули еластичности слојева коловозне конструкције,  
Смер – Суботица север – ГП „Хоргош“



Слика 22 – модули еластичности слојева коловозне конструкције,  
Смер – ГП „Хоргош“ – Суботица север



Слика 23 – модули еластичности слојева коловозне конструкције,  
ГП „Хоргош“ – теретни излаз



Слика 24 – модули еластичности слојева коловозне конструкције,  
ГП „Хоргош“ – теретни улаз



Статистичком обрадом добијених вредности добијени су следеће вредности модула слојева по дефинисаним хомогеним потезима:

Табела 4 – статистичка обрада вредности модула слојева коловозне конструкције

<b>Смер Суботица север – ГП „Хоргош“ возна и претицајна трака</b>						
<b>Потез</b>	<b>Слој</b>	<b>Е (МПа)</b>	<b>AVG</b>	<b>STDEV</b>	<b>KV</b>	<b>15%</b>
км 0+000 – км 1+050	асф.слојеви	$E_{асф}$	2840	1737	0.61	<b>1129</b>
	невезани слојеви	$E_{нев}$	215	68	0.32	<b>141</b>
	постељица	$E_{пост}$	125	42	0.34	<b>96</b>
км 1+050 – км 1+500	асф.слојеви	$E_{асф}$	7607	2694	0.35	<b>5719</b>
	невезани слојеви	$E_{нев}$	660	159	0.24	<b>546</b>
	постељица	$E_{пост}$	186	41	0.22	<b>159</b>
<b>Смер ГП „Хоргош“ – Суботица север возна и претицајна трака</b>						
<b>Потез</b>	<b>Слој</b>	<b>Е (МПа)</b>	<b>AVG</b>	<b>STDEV</b>	<b>KV</b>	<b>15%</b>
км 0+000 – км 0+550	асф.слојеви	$E_{асф}$	3993	1239	0.31	<b>3160</b>
	невезани слојеви	$E_{нев}$	396	157	0.40	<b>224</b>
	постељица	$E_{пост}$	126	27	0.22	<b>97</b>
км 0+550 – км 1+500	асф.слојеви	$E_{асф}$	6268	2179	0.35	<b>4915</b>
	невезани слојеви	$E_{нев}$	417	119	0.28	<b>318</b>
	постељица	$E_{пост}$	198	50	0.25	<b>154</b>



ГП „Хоргош“ теретни излаз						
Потез	Слој	Е (МПа)	AVG	STDEV	KV	15%
км 0+000 – км 0+160	бетон	$E_{\text{бет}}$	30337	16046	0.53	<b>19579</b>
	невезани слојеви	$E_{\text{нев}}$	260	96	0.37	<b>193</b>
	постељица	$E_{\text{пост}}$	142	58	0.41	<b>103</b>
ГП „Хоргош“ теретни улаз						
Потез	Слој	Е (МПа)	AVG	STDEV	KV	15%
км 0+000 – км 0+025	асф.слојеви	$E_{\text{асф}}$	1405	729	0.52	<b>1044</b>
	невезани слојеви	$E_{\text{нев}}$	226	81	0.36	<b>186</b>
	постељица	$E_{\text{пост}}$	77	28	0.37	<b>63</b>
км 0+025 – км 0+160	бетон	$E_{\text{бет}}$	29819	11306	0.38	<b>22453</b>
	невезани слојеви	$E_{\text{нев}}$	182	75	0.41	<b>131</b>
	постељица	$E_{\text{пост}}$	117	26	0.22	<b>99</b>

**За меродавне модуле на сваком потезу усвајају се 15%-не вредности.**

На основу добијених резултата закључује се да је носивост асфалтних слојева на два хомогена потеза деонице истрошена са обзиром да су меродавне вредности модула у односу на вредности модула нових слојева опале за више од 50%, док су на осталим хомогеним потезима те вредности карактеристичне за асфалтне слојеве. Вредности модула носивог слоја је карактеристичан за примењени материјал (дробљени камен/шљунак) и дебљину слоја. Исто се може рећи и за бетонске плоче и постељични слој.



### 3.5. Оцена ефективне носивости постојеће коловозне конструкције

Утврђивање постојеће носивости  $S_{Neff}$  урађено је према AASHTO методи на основу измерених угиба.

Ефективна носивост се рачуна према следећој релацији:

$$S_{Neff} = 0,0237 \times D \times E_p^{1/3}$$

где су:

$D$  - укупна дебљина коловозне конструкције (cm)

$E_p$  - ефективни модул коловозне конструкције (MPa)

Ефективни модул је срачунат из дефлективног басена на основу израза:

$$\frac{d_0 \cdot M_r}{P} = \frac{1.5}{\pi \cdot a} \left[ \frac{1}{\sqrt{1 + \left( \frac{D}{a} \sqrt{\frac{E_p}{M_r}} \right)^2}} + \frac{1 - \frac{1}{\sqrt{1 + \left( \frac{D}{a} \right)^2}}}{\frac{E_p}{M_r}} \right]$$

$$M_r = \frac{0.24 \cdot P}{d_r \cdot r} \cdot 100$$

где је:

$d_0$  – дефлексија у центру оптерећења (mm)

$a$  – радијус контактне плоче ( $a=15$  cm)

$M_r$  – повратни модуло постељице (MPa)

$d_r$  – дефлексија на растојању  $r$  од центра оптерећења (mm)

$P$  – сила угибомера (kN)

При том потребно је задовољити услов:  $r/a_e > 0.7$ , где је  $a_e$  – ефективни радијус купе напона.

$$a_e^2 = a^2 + \left( D^3 \sqrt{\frac{E_p}{M_r}} \right)^2$$

Срачунате вредности ефективне носивости по хомогеним потезима приказане су табеларно и графички.

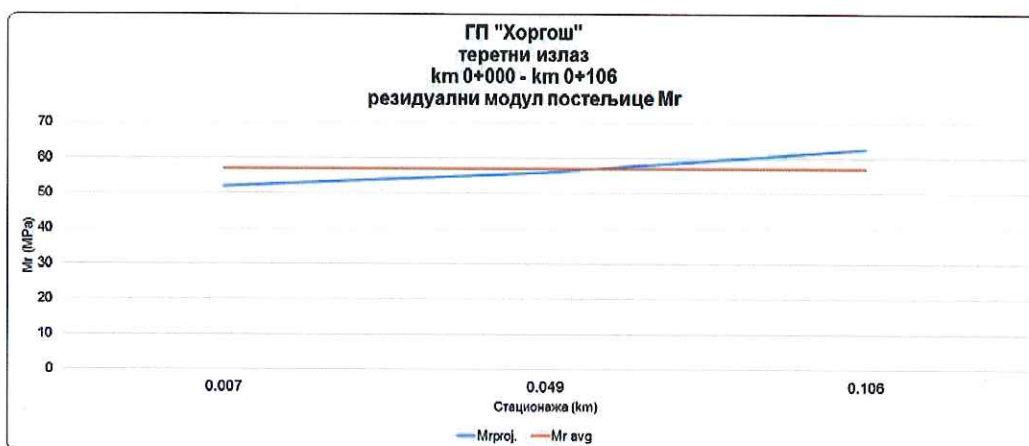




Слика 25 – резидуални модул постелџице  
возна и претицајна трака – смер Суботица север – ГП „Хоргош“

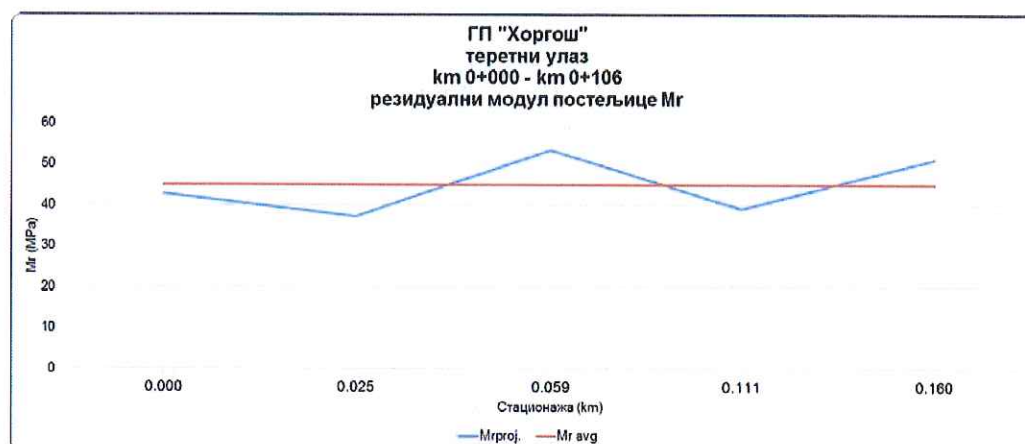


Слика 26 – резидуални модул постелџице  
возна и претицајна трака – смер ГП „Хоргош“ – Суботица север



Слика 27 – резидуални модул постелџице  
ГП „Хоргош“ – теретни излаз





Слика 28 – резидуални модул постелџице  
ГП „Хоргош“ – теретни улаз

У наредној табели приказане су рачунске и пројектоване вредности резидуалног модула постелџице

Табела 5 – резидуални модул постелџице  $M_r$

Потез:	$M_{r\text{рач}}$ (MPa)	$M_{r\text{прој-avg}}$ (MPa)
<b>ГП „Хоргош“ смер Суботица север – ГП „Хоргош“ возна и претицајна трака</b>		
km 0+000 – km 1+050	155	51
km 1+050 – km 1+500	239	79
<b>ГП „Хоргош“ смер ГП „Хоргош“ – Суботица север возна и претицајна трака</b>		
km 0+000 – km 0+550	163	54
km 0+550 – km 1+500	227	75
<b>ГП „Хоргош“ теретни излаз</b>		
km 0+000 – km 0+106	172	57
<b>ГП „Хоргош“ теретни улаз</b>		
km 0+000 – km 0+025	121	40
km 0+025 – km 0+160	145	48

Напомена: Да би добили вредност  $M_{r\text{прој}}$  потребно је кориговати добијену вредност  $M_{r\text{рач}}$  модула постелџице фактором корекције  $C$ , да би била конзистентна са вредношћу која се употребљава у методи AASHTO за димензионисање нових коловозних конструкција. Препоручена вредност фактора корекције  $C$  је 0.33.

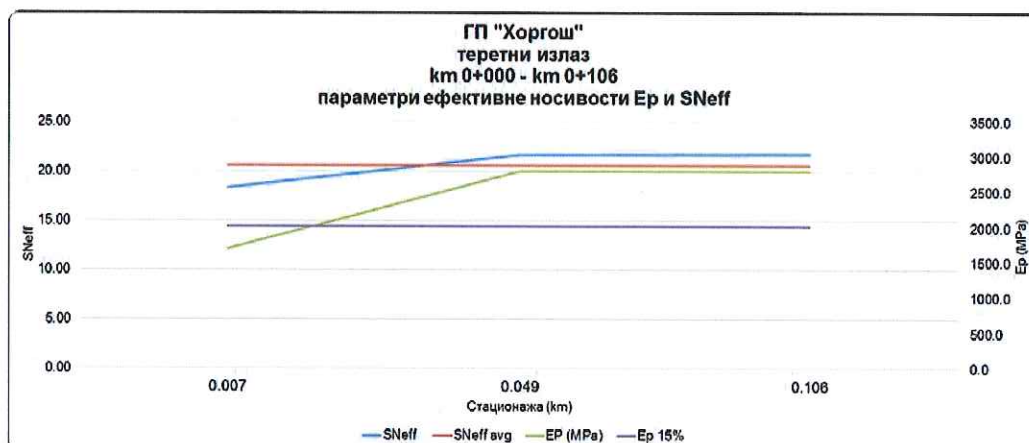
На наредним дијаграмима приказане су вредности параметара ефективне носивости.



Слика 29 – параметри ефективне носивости,  
смер Суботица север – ГП „Хоргош“, возна и претицајна трака

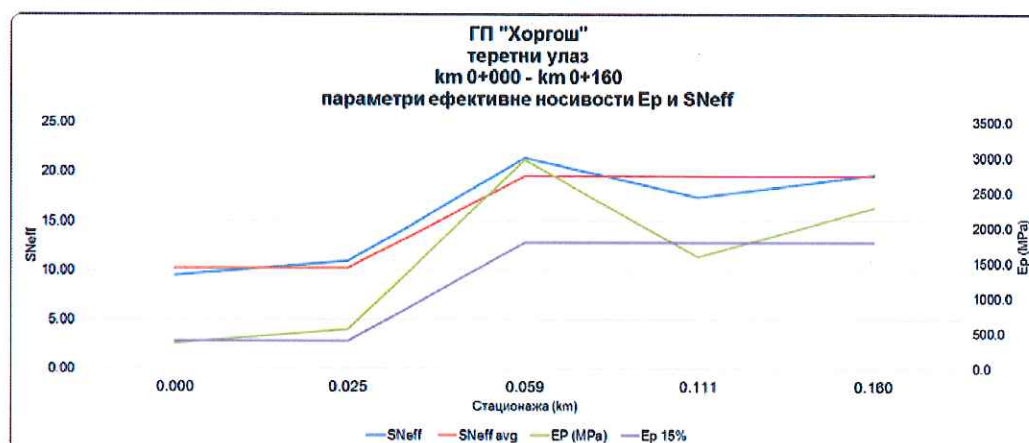


Слика 30 – параметри ефективне носивости,  
смер ГП „Хоргош“ – Суботица север, возна и претицајна трака



Слика 31 – параметри ефективне носивости,  
ГП „Хоргош“ – теретни излаз





Слика 32 – параметри ефективне носивости,  
ГП „Хоргош“ – теретни улаз

Табела 6 – параметри ефективне носивости

Потез:	S <sub>Neff</sub>	E <sub>p</sub> <sub>15%</sub> (MPa)
<b>ГП „Хоргош“ смер Суботица север – ГП „Хоргош“ возна и претицајна трака</b>		
km 0+000 – km 1+050	14.30	451
km 1+050 – km 1+500	20.08	2017
<b>ГП „Хоргош“ смер ГП „Хоргош“ – Суботица север возна и претицајна трака</b>		
km 0+000 – km 0+550	11.75	863
km 0+550 – km 1+500	18.26	1287
<b>ГП „Хоргош“ теретни излаз</b>		
km 0+000 – km 0+106	20.60	2026
<b>ГП „Хоргош“ теретни улаз</b>		
km 0+000 – km 0+025	10.22	397
km 0+025 – km 0+160	19.52	1800



### 3.6. Прорачун саобраћајног капацитета

На основу методе дате у упутству AASHTO (American Association of State Highway and Transportation Officials Standard) из 1986.године урађен је прорачун саобраћајног капацитета који предметна коловозна конструкција може да поднесе. Саобраћајно оптерећење се добија из следеће формуле :

$$\log ESO_{80} = Z_r S_o + 9,36 \log (SN + 2,54) + \frac{\log \left( \frac{\Delta p}{4,2 - 1,5} \right)}{0,40 + \frac{138071,59}{(SN + 2,54)^{5,19}}} + 2,32 \log M_r - 7,045$$

где су :

$ESO_{80}$  – саобраћајно оптерећење изражено преко броја стандардних осовина од 80kN

$Z_r$  – стандардно нормално одступање

$S_o$  – стандардно одступање

$SN$  – структурни број коловозне конструкције

$\Delta p$  – губитак употребљивости

$M_r$  – носивост постељице

Улазни подаци су следећи:

- поузданост мин.  $R=95\%$ ;
- $S_o=0.4$ ;
- $\Delta p = 1,7$
- $SN = S_{Neff_{avg}}$
- $M_r = M_{r_{mer}}$

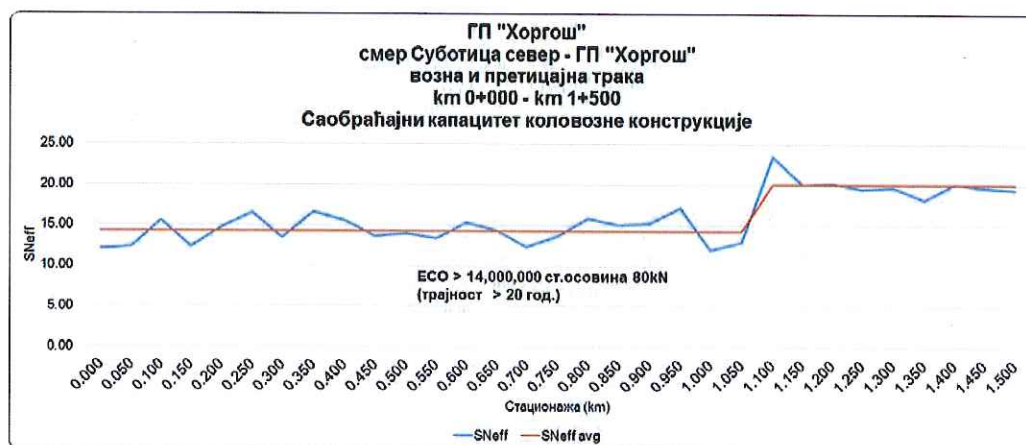
Итеративним поступком рачунат је структурни број коловозне конструкције ( $SN$ ) у свакој мерној тачки за дато саобраћајно оптерећење. Усвојено је оно саобраћајно оптерећење за које се за средњу вредност структурног броја добија средња вредност ефективног структурног броја ( $S_{Neff_{avg}}$ ) за одређени хомоген потез. Саобраћајни капацитет који одговара постојећем стању носивости коловозне конструкције, приказан је на следећој табели, по хомогеним потезима :



Табела 7 – саобраћајни капацитет коловозне конструкције по хомогеним потезима

потез	од (km)	до (km)	$S_{Neff_{avg}}$ (cm)	$M_{r_{avg}}$ (MPa)	$ESO_{80}$ (# ст.осовина)	трајност (год.)
<b>ГП „Хоргош“ смер Суботица север – ГП „Хоргош“ возна и претицајна трака</b>						
1	km 0+000 – km 1+050		14.30	51	$> 14 \times 10^6$	$> 20$
2	km 1+050 – km 1+500		20.08	79	$> 14 \times 10^6$	$> 20$
<b>ГП „Хоргош“ смер ГП „Хоргош“ – Суботица север возна и претицајна трака</b>						
1	km 0+000 – km 0+550		11.75	54	$5.35 \times 10^6$	9 – 10
2	km 0+550 – km 1+500		18.26	75	$> 14 \times 10^6$	$> 20$
<b>ГП „Хоргош“ теретни излаз</b>						
1	km 0+000 – km 0+106		20.60	57	$> 14 \times 10^6$	$> 20$
<b>ГП „Хоргош“ теретни улаз</b>						
1	km 0+000 – km 0+025		10.22	40	$1.15 \times 10^6$	2 – 3
2	km 0+025 – km 0+160		19.52	48	$> 14 \times 10^6$	$> 20$

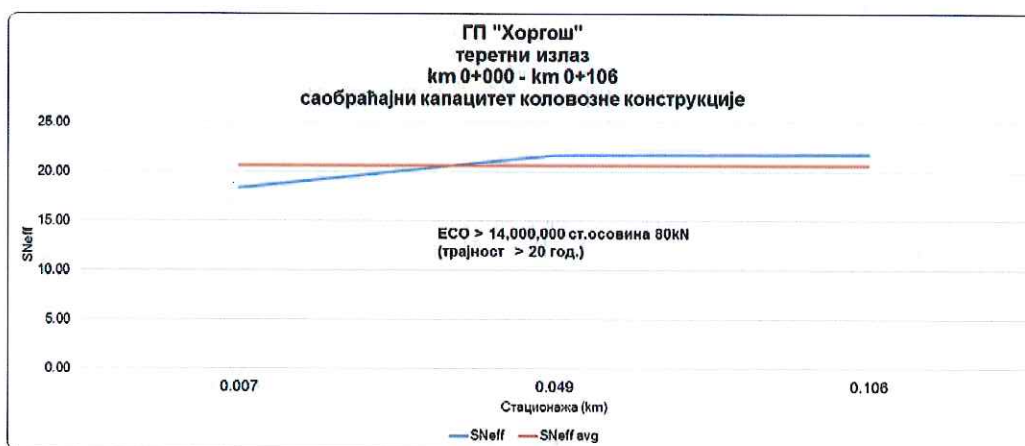
Према претходном прорачуну може се закључити да је носивост коловозних конструкција на предметним деоницама задовољавајућа и да је трајност већа од 20 година. Само је на првих 500m деонице ГП «Хоргош» - Суботица север израчуната трајност постојеће коловозне конструкције између 9 и 10 година (**тешко саобраћајно оптерећење**) и на асфалтном делу деонице ГП «Хоргош» - теретни улаз, трајност између 2 и 3 године (**средње саобраћајно оптерећење**). Остале деонице имају саобраћајни капацитет **врло тешког саобраћајног оптерећења**. Трајност у годинама рачуната је на основу податка о саобраћајном оптерећењу из 2017.године (<http://www.putevi-srbije.rs>) на држаном путу IA 1, деоница граница МАЂ/СРБ (Хоргош) - петља Хоргош, и усвојене стопе раста од 4% за све категорије возила.



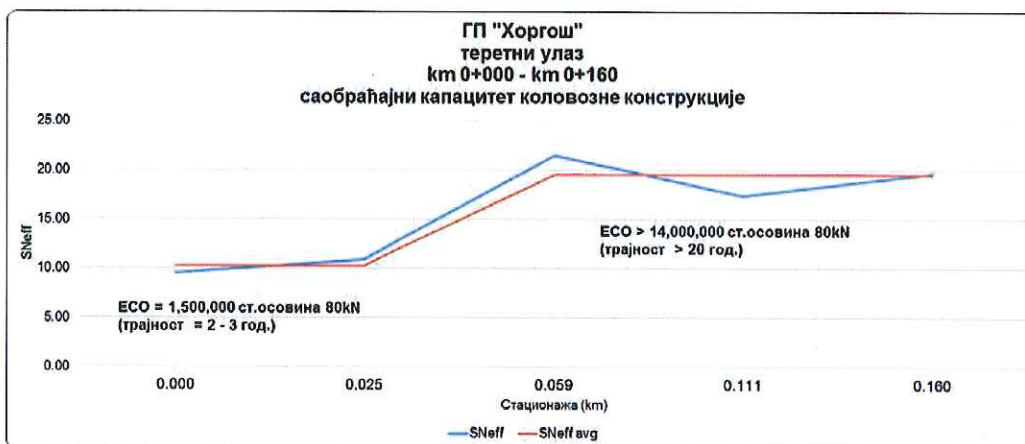
Слика 33 – саобраћајни капацитет коловозне конструкције и трајност, смер Суботица север – ГП „Хоргош“, возна и претицајна трака



Слика 34 – саобраћајни капацитет коловозне конструкције и трајност, смер ГП „Хоргош“ – Суботица север, возна и претицајна трака



Слика 35 – саобраћајни капацитет коловозне конструкције и трајност, ГП „Хоргош“ – теретни излаз



Слика 36 – саобраћајни капацитет коловозне конструкције и трајност, ГП „Хоргош“ – теретни улаз





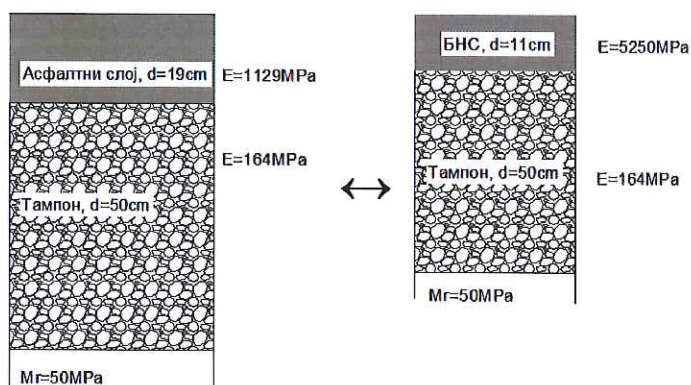
### 3.7. Прорачун носивости коловозних конструкција помоћу напонско-деформацијске анализе и методе еквивалентних дебљина

У овој тачки приказан је посебан осврт на прорачун носивости коловозних конструкција помоћу методе еквивалентних дебљина (*Odemark*) и напонско-деформацијске анализе. Наиме методом еквивалентних дебљина се постојећи асфалтни слојеви, односно бетонске плоче са прорачунатим модулима еластичности/крутости (тачка 3.4.) свде на меродавни нови носећи асфалтни слој (БНС,  $E_{\text{БНС}}=5250\text{MPa}$ ), односно меродавну бетонску плочу ( $E=34000\text{MPa}$ ). Након тога се ново-параметризовани системи оптерећују стандардном осовином и добијене деформације и напони дефинишу саобраћајни капацитет коловозне конструкције. На основу израчунатих деформација (флексибилна коловозна конструкција) и напона (крута коловозна конструкција) итеративним поступком добија се саобраћајно оптерећење које је потребно да би дошло до израчунатих вредности деформација/напона. За прорачун саобраћајног оптерећења за флексибилну конструкцију коришћен је закон замора по решењу SHELL лабораторије, односно закон замора према концепту *French Design Manual for Pavement Design, LCPC, 1992. Paris*, за круте коловозе.

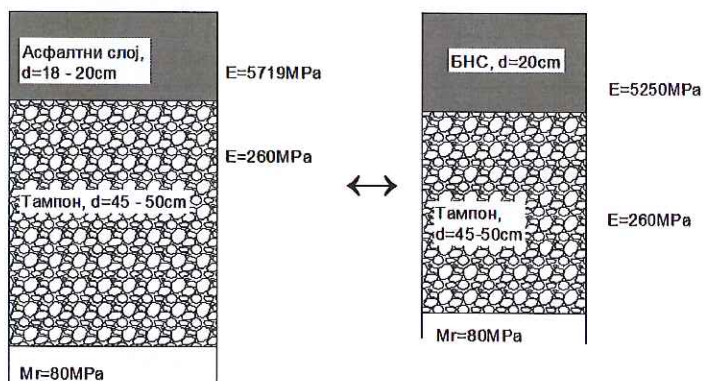
На основу приказаних резултата истражних радова приказаних у предходним тачкама ове техничке документације као и на основу катактеристика материјала у постелјици, слојеви предметних коловозних конструкција параметризовани су на следећи начин:

#### Суботица север - ГП "Хоргош"

km 0+000 - km 1+050



km 1+050 - km 1+500

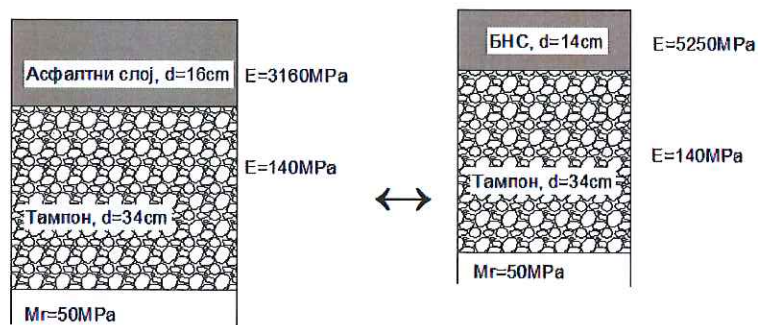


Слика 37 – коловозна конструкција, смер Суботица север – ГП „Хоргош“, *Odemark*

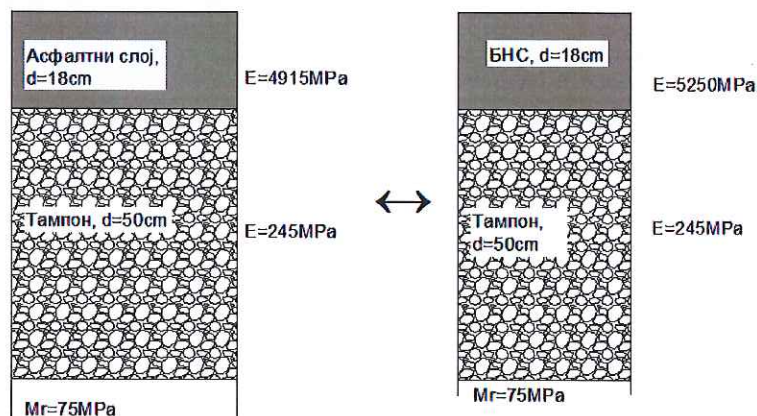


## ГП "Хоргош" - Суботица север

km 0+000 - km 0+550

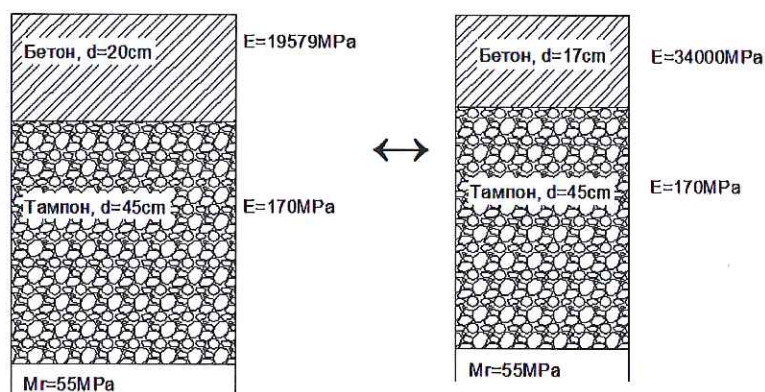


km 0+550 - km 1+500



Слика 38 – коловозна конструкција, смер ГП „Хоргош“ – Суботица север, Odemark

## Теретни излаз

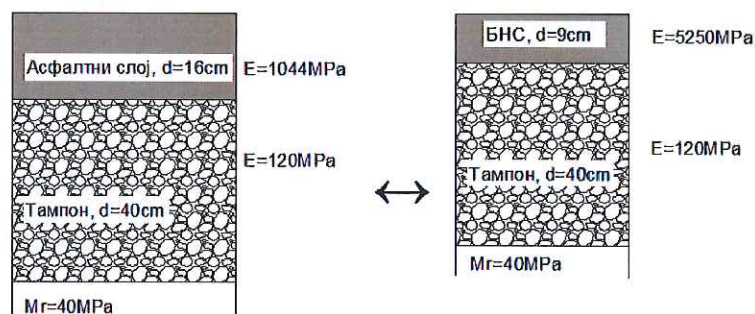


Слика 39 – коловозна конструкција, теретни излаз, Odemark

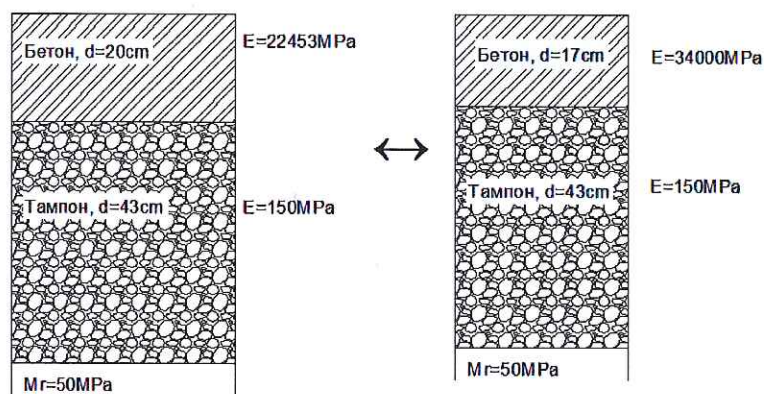


## Теретни улаз

km 0+000 - km 0+025



km 0+025 - km 0+160



Слика 40 – коловозна конструкција, теретни улаз, Odemark

Резултати прорачуна деформација/напона у меродавним слојевима приказани су у следећој табели и у Прилогу 2 на крају текста.

Табела 8 - Срачунате и дозвољене деформације у меродавним слојевима

Слој	срачуната дилатација/напон ( $\mu\text{m}/\text{MPa}$ )	Саобраћајни капацитет (#ст.осовина 80kN)	Трајност (година)
<b>ГП „Хоргош“ смер Суботица север – ГП „Хоргош“ возна и претицајна трака</b>			
<b>km 0+000 – km 1+050</b>			
БНС ( $\epsilon_{xx}$ )	201	400,000	< 1
Постељица( $\epsilon_{zz}$ )	372	5,500,000	$\leq 10$
<b>km 1+050 – km 1+500</b>			
БНС ( $\epsilon_{xx}$ )	90	> 14,000,000	> 20
Постељица( $\epsilon_{zz}$ )	162	> 14,000,000	> 20
<b>ГП „Хоргош“ смер ГП „Хоргош“ – Суботица север возна и претицајна трака</b>			
<b>km 0+000 – km 0+550</b>			
БНС ( $\epsilon_{xx}$ )	173	850,000	$\leq 2$
Постељица( $\epsilon_{zz}$ )	424	3,250,000	$\leq 7$
<b>km 0+550 – km 1+500</b>			
БНС ( $\epsilon_{xx}$ )	103	11,000,000	$\leq 17$
Постељица( $\epsilon_{zz}$ )	180	> 14,000,000	> 20
<b>ГП „Хоргош“ теретни излаз</b>			
Бетон ( $\sigma_{xx}$ )	1.352	> 14,000,000	> 20
Постељица( $\epsilon_{zz}$ )	126	> 14,000,000	> 20
<b>ГП „Хоргош“ теретни улаз</b>			
<b>Асфалтни застор</b>			
БНС ( $\epsilon_{xx}$ )	280	70,000	< 1
Постељица( $\epsilon_{zz}$ )	660	550,000	< 2
<b>Бетонски застор</b>			
Бетон ( $\sigma_{xx}$ )	1.392	> 14,000,000	> 20
Постељица( $\epsilon_{zz}$ )	135	> 14,000,000	> 20

На основу приказаних резултата прорачуна приметна су неслагања у односу на методу дату у упутству AASHTO (American Association of State Highway and Transportation Officials Standard) из 1986.године (тачка 3.6.) на возној и претицајној траци у оба смера и на делу теретног улаза са асфалтним застором, у смислу да је напонско-деформацијска анализа у комбинацији са Одемарковом методом еквивалентних дебљина дала далеко мањи саобраћајни капацитет коловоза. На основу овога се може закључити да **упитну носивост имају асфалтни слојеви на следећим потезима :**

1. Возна и претицајна трака, смер Суботица север – ГП „Хоргош“, km 0+000 – km 1+050
2. Возна и претицајна трака, смер ГП „Хоргош –Суботица север, km 0+000 – km 0+550
3. ГП „Хоргош“ – теретни улаз – део са асфалтним застором,

и треба размотрити њихову рехабилитацију.



#### 4. ЗАКЉУЧАК

Предмет ове техничке документације је резидуална носивост на возним и претицајним тракама у оба смера и на теретном излазу и улазу на граничном прелазу „Хоргош“ према ААSНТО методологији. Поред тога урађена је и напонско-деформацијска анализа у комбинацији са Одемарковом методом еквивалентних дебљина и на основу израчунатих деформација, односно напона, израчунат саобраћајни капацитет коловозних конструкција коришћењем закона замора по решењу SHELL лабораторије за флексибилне, односно закон замора према концепту *French Design Manual for Pavement Design, LCPC, 1992. Paris*, за круте коловозе.

Истражни радови су урађени у новембру 2019.године. Поред измерених дефлексија, за израду овог елабората коришћени су и подаци о утврђеној структури коловозне конструкције на предметној деоници. Структура је утврђена на основу ископаних истражних бушотина које је извршио Саобраћајни институт ЦИП д.о.о. у децембру 2019.године.

**На основу урађених анализа, закључено је да су асфалтни слојеви на појединим хомогеним потезима флексибилне коловозне конструкције у лошем стању и да треба размотрити њихову замену. Што се тиче носивости крутих коловозних конструкција, она није угрожена.**

Потези на којима треба заменити асфалтне слојеве су :

1. Возна и претицајна трака, смер Суботица север – ГП „Хоргош“, km 0+000 – km 1+050
2. Возна и претицајна трака, смер ГП „Хоргош –Суботица север“, km 0+000 – km 0+550
3. ГП „Хоргош“ – теретни улаз – део са асфалтним застором,



ЕЛАБОРАТ ИЗРАДИО:

*Синиша Хаџи-Антић*  
 (Синиша Хаџи-Антић, дипл. грађ. инж.)



Институт за путеве ад Београд

**ПРИЛОЗИ**

## **ПРИЛОГ БР.1**

**Резултати измерених дефлексија дефлектометром  
са падајућим теретом (HWD)**

ИЗВЕШТАЈ О НОСИВОСТИ КОЛОВОЗНЕ КОНСТРУКЦИЈЕ НА ОСНОВУ ИЗМЕРЕНИХ ДЕФЛЕКСИЈА

Деоница - Гранични прелаз „Хоргош“

Прилог бр.1 – Резултати измерених дефлексија дефлектометром са падајућим теретом (HWD)

Смер Суботица север – ГП „Хоргош“ – возна трака

5001,25.60,1,40, 3, 1,"FwdWin "

5002,"25SIN ", "8082-038", "CP15-660"

5003,"Administ", "magput (" , "Subotica", "F25"

5010,0,0,0,0,0,0,0,3,1,0,0,0,0,0,1,0,0,0,0,0,1,"MDB"

5011,0,1,2019,11,29,13,03,0,"Non",000

5200,"7007 ",3,1.032,148.1, 0.77, 1.557

5201,"2261 ",4,1.005,1.041

5202,"2262 ",4,1.010,0.997

5203,"8819 ",4,0.997,0.993

5204,"3977 ",4,1.003,0.995

5205,"8338 ",4,1.009,1.049

5206,"8817 ",4,0.994,1.023

5207,"3081 ",4,1.007,1.041

5208,"2268 ",4,1.002,1.038

5209,"2269 ",4,1.002,0.992

5210,"NA ",0,0.000,0.000

5211,"NA ",0,0.000,0.000

5212,"NA ",0,0.000,0.000

5213,"NA ",0,0.000,0.000

5214,"NA ",0,0.000,0.000

5215,"NA ",0,0.000,0.000

5216,"NA ",0,0.000,0.000

5217,"NA ",0,0.000,0.000

5218,"NA ",0,0.000,0.000

5020, 150, 0, 200, 300, 450, 600, 900, 1200, 1500, 1800,NO ,NO ,NO ,NO ,NO ,NO ,NO ,NO ,NO

5021, 300, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0,0,NO ,NO ,NO ,NO ,NO ,NO ,NO ,NO ,NO

5022,1, 0, 0, 50, 100, 200, 390,

5023,1,3,0, 0.050, 1.450, 0.050, -0.100, 0.000,1,1

5024,0,0,0,1,1,1, 5, 2.0, 2, 2.0,1,0,0, 60

5029, 15, 45, 17593, 50509

5030,"Administrator "

5031

5032,"", "", "1+500", "0+000"

5301,0,1,3,3, 0.050,1,1, ,2019,11,29,13,03

5302,0,1,8,1,0,0,0,0," "

5303,0,NO , 15.0, 14.0

5041," "

5042," "

5043," "

5044," "

5301,0,1,3,3, 1.450,1,1, ,2019,11,29,12,37

5302,0,1,8,1,0,0,0,0," "

5303,0,NO , 15.0, 14.0

1, 751, 133.6, 120.9, 111.0, 97.8, 86.0, 63.6, 45.8, 34.4, 24.8

2, 724, 125.3, 114.5, 105.9, 91.6, 80.8, 58.9, 47.2, 32.7, 25.6

3, 713, 123.1, 113.8, 104.0, 89.2, 78.7, 57.3, 46.0, 32.3, 26.5

5301,0,1,3,3, 1.350,1,1, ,2019,11,29,12,38

5302,0,1,8,1,0,0,0,0," "

5303,0,NO , 15.0, 14.0

1, 709, 149.8, 132.0, 122.6, 106.2, 90.9, 65.3, 49.2, 37.1, 28.7

2, 697, 141.2, 125.2, 115.9, 100.3, 85.7, 61.9, 46.9, 35.9, 27.7

3, 699, 142.3, 125.1, 116.2, 100.3, 86.2, 62.4, 47.4, 36.3, 28.3





ИЗВЕШТАЈ О НОСИВОСТИ КОЛОВОЗНЕ КОНСТРУКЦИЈЕ НА ОСНОВУ ИЗМЕРЕНИХ ДЕФЛЕКСИЈА

Деоница - Гранични прелаз „Хоргош“

Прилог бр.1 – Резултати измерених дефлексија дефлектометром са падајућим теретом (HWD)

Смер Суботица север – ГП „Хоргош“ – возна трака

5301,0,1,3,3, 0.350,1,1, ,2019,11,29,12,56

5302,0,1,8,1,0,0,0,0," "

5303,0,N0 , 15.0, 14.0

1, 734, 229.5, 206.1, 192.4, 168.4, 145.9, 104.3, 73.5, 52.2, 41.3

2, 720, 218.2, 194.5, 181.1, 158.3, 137.0, 98.5, 68.7, 49.2, 40.2

3, 715, 216.9, 193.5, 180.2, 157.3, 136.1, 98.0, 68.6, 49.4, 40.0

5301,0,1,3,3, 0.250,1,1, ,2019,11,29,12,58

5302,0,1,8,1,0,0,0,0," "

5303,0,N0 , 15.0, 14.0

1, 732, 231.7, 205.5, 191.3, 167.4, 144.6, 106.5, 77.7, 58.6, 44.9

2, 725, 224.3, 198.1, 184.5, 161.2, 138.7, 102.4, 74.5, 57.8, 44.8

3, 719, 222.0, 195.4, 182.0, 158.7, 137.3, 101.0, 73.5, 56.5, 43.6

5301,0,1,3,3, 0.150,1,1, ,2019,11,29,12,59

5302,0,1,8,1,0,0,0,0," "

5303,0,N0 , 15.0, 14.0

1, 722, 483.8, 383.1, 319.8, 248.4, 195.8, 116.3, 73.2, 50.3, 38.2

2, 719, 437.4, 348.1, 291.2, 227.4, 179.2, 108.6, 70.3, 50.1, 39.8

3, 715, 428.4, 341.2, 286.7, 224.3, 177.1, 107.6, 69.9, 50.1, 39.3

5301,0,1,3,3, 0.050,1,1, ,2019,11,29,13,00

5302,0,1,8,1,0,0,0,0," "

5303,0,N0 , 15.0, 14.0

1, 751, 500.9, 397.2, 326.1, 240.2, 169.6, 93.5, 60.2, 45.3, 38.0

2, 746, 438.7, 349.5, 289.4, 213.8, 151.9, 86.7, 58.1, 44.5, 37.5

3, 740, 427.0, 340.6, 283.4, 209.9, 149.2, 85.8, 57.5, 44.3, 37.1

ИЗВЕШТАЈ О НОСИВОСТИ КОЛОВОЗНЕ КОНСТРУКЦИЈЕ НА ОСНОВУ ИЗМЕРЕНИХ ДЕФЛЕКСИЈА

Деоница - Гранични прелаз „Хоргош“

Прилог бр.1 – Резултати измерених дефлексија дефлектометром са падајућим теретом (HWD)

Смер Суботица север – ГП „Хоргош“ – претицајна трака

5001,25.60,1,40, 3, 1,"FwdWin" "

5002,"25SIN" ", "8082-038", "CP15-660"

5003,"Administ", "magput (" , "Subotica", "F25"

5010,0,0,0,0,0,0,0,0,3,1,0,0,0,0,0,1,0,0,0,0,0,1,"MDB"

5011,0,1,2019,11,29,12,01,0,"Non",000

5200,"7007" ",3,1.032,148.1, 0.71, 1.562

5201,"2261" ",4,1.005,1.041

5202,"2262" ",4,1.010,0.997

5203,"8819" ",4,0.997,0.993

5204,"3977" ",4,1.003,0.995

5205,"8338" ",4,1.009,1.049

5206,"8817" ",4,0.994,1.023

5207,"3081" ",4,1.007,1.041

5208,"2268" ",4,1.002,1.038

5209,"2269" ",4,1.002,0.992

5210,"NA" ",0,0.000,0.000

5211,"NA" ",0,0.000,0.000

5212,"NA" ",0,0.000,0.000

5213,"NA" ",0,0.000,0.000

5214,"NA" ",0,0.000,0.000

5215,"NA" ",0,0.000,0.000

5216,"NA" ",0,0.000,0.000

5217,"NA" ",0,0.000,0.000

5218,"NA" ",0,0.000,0.000

5020, 150, 0, 200, 300, 450, 600, 900, 1200, 1500, 1800,NO ,NO ,NO ,NO ,NO ,NO ,NO ,NO ,NO

5021, 300, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0,NO ,NO ,NO ,NO ,NO ,NO ,NO ,NO ,NO

5022,1, 0, 0, 50, 100, 200, 390,

5023,1,3,0, 0.000, 1.500, 0.000, -0.100, 0.000,1,1

5024,0,0,0,1,1,1, 5, 2.0, 2, 2.0,1,0,0, 60

5029, 16, 48, 17555, 50410

5030,"Administrator" "

5031

5032,"","","1+500","0+000"

5301,0,1,3,3, 0.000,1,1, ,2019,11,29,12,01

5302,0,1,8,1,0,0,0,0," "

5303,0,NO , 15.0, 14.0

5041," "

5042," "

5043," "

5044," "

5301,0,1,3,3, 1.500,1,1, ,2019,11,29,11,21

5302,0,1,8,1,0,0,0,0," "

5303,0,NO , 11.0, 11.0

1, 764, 140.4, 126.3, 117.4, 103.4, 89.9, 68.1, 55.8, 36.9, 30.7

2, 740, 130.8, 117.1, 108.5, 95.5, 82.6, 62.6, 53.1, 34.5, 29.4

3, 737, 129.8, 116.5, 107.6, 95.2, 81.8, 61.9, 54.5, 34.3, 28.9

5301,0,1,3,3, 1.400,1,1, ,2019,11,29,11,32

5302,0,1,8,1,0,0,0,0," "

5303,0,NO , 11.0, 11.0

1, 756, 123.0, 110.4, 102.0, 90.4, 79.1, 60.1, 47.8, 35.9, 28.5

2, 734, 113.7, 102.6, 95.6, 84.0, 72.6, 56.1, 46.6, 34.1, 28.6

3, 724, 111.8, 101.6, 94.1, 82.9, 71.7, 55.3, 45.8, 33.6, 28.1

ИЗВЕШТАЈ О НОСИВОСТИ КОЛОВОЗНЕ КОНСТРУКЦИЈЕ НА ОСНОВУ ИЗМЕРЕНИХ ДЕФЛЕКСИЈА

Деоница - Гранични прелаз „Хоргош“

Прилог бр.1 – Резултати измерених дефлексија дефлектометром са падајућим теретом (HWD)

Смер Суботица север – ГП „Хоргош“ – претицајна трака

5301,0,1,3,3, 1.300,1,1, ,2019,11,29,11,33

5302,0,1,8,1,0,0,0,0," "

5303,0,NO , 11.0, 11.0

1, 736, 124.4, 112.7, 104.8, 92.3, 81.3, 61.5, 49.2, 35.7, 28.7

2, 723, 118.1, 107.2, 100.0, 87.2, 77.4, 58.3, 46.6, 34.6, 28.1

3, 720, 117.6, 106.5, 99.4, 87.1, 76.7, 58.1, 46.7, 34.5, 28.1

5301,0,1,3,3, 1.200,1,1, ,2019,11,29,11,35

5302,0,1,8,1,0,0,0,0," "

5303,0,NO , 11.0, 11.0

1, 735, 117.7, 103.9, 97.6, 86.4, 75.8, 57.8, 43.7, 34.7, 28.6

2, 729, 112.0, 99.0, 92.5, 82.2, 70.9, 54.9, 42.8, 34.3, 29.1

3, 726, 111.3, 98.8, 92.8, 81.8, 70.6, 54.6, 43.7, 34.3, 30.1

5301,0,1,3,3, 1.100,1,1, ,2019,11,29,11,36

5302,0,1,8,1,0,0,0,0," "

5303,0,NO , 11.0, 11.0

1, 728, 100.5, 97.8, 93.8, 86.2, 80.2, 66.5, 55.0, 45.2, 38.4

2, 719, 98.4, 95.2, 91.3, 83.7, 78.0, 64.2, 53.1, 43.7, 37.1

3, 711, 96.9, 92.9, 89.6, 82.3, 76.8, 63.2, 52.1, 43.3, 36.2

5301,0,1,3,3, 1.000,1,1, ,2019,11,29,11,38

5302,0,1,8,1,0,0,0,0," "

5303,0,NO , 11.0, 11.0

1, 745, 467.8, 389.7, 334.4, 236.3, 164.6, 77.1, 51.4, 38.1, 31.4

2, 733, 442.3, 369.1, 318.0, 226.0, 158.8, 75.5, 49.2, 37.6, 30.2

3, 731, 439.2, 365.4, 314.9, 224.2, 157.6, 75.0, 47.4, 37.6, 29.3

5301,0,1,3,3, 0.900,1,1, ,2019,11,29,11,39

5302,0,1,8,1,0,0,0,0," "

5303,0,NO , 11.0, 11.0

1, 707, 247.5, 222.5, 198.6, 165.2, 136.7, 88.4, 58.0, 41.6, 29.2

2, 708, 240.1, 215.0, 193.2, 161.6, 134.3, 87.1, 60.1, 43.3, 30.6

3, 712, 241.3, 216.3, 193.4, 162.4, 134.6, 87.9, 61.4, 43.2, 32.3

5301,0,1,3,3, 0.800,1,1, ,2019,11,29,11,40

5302,0,1,8,1,0,0,0,0," "

5303,0,NO , 11.0, 11.0

1, 746, 243.2, 215.2, 199.2, 170.7, 144.9, 101.5, 69.0, 50.0, 37.7

2, 733, 230.0, 203.9, 188.0, 160.6, 136.2, 95.3, 65.4, 47.4, 36.7

3, 727, 228.9, 203.0, 186.6, 159.5, 135.0, 94.1, 65.4, 47.9, 37.8

5301,0,1,3,3, 0.700,1,1, ,2019,11,29,11,41

5302,0,1,8,1,0,0,0,0," "

5303,0,NO , 11.0, 11.0

1, 736, 434.0, 331.3, 277.2, 205.5, 152.7, 83.7, 48.7, 34.1, 28.0

2, 742, 405.9, 314.3, 261.6, 192.5, 145.2, 81.2, 49.0, 38.7, 30.9

3, 738, 396.1, 308.1, 256.0, 189.1, 142.2, 79.2, 48.0, 35.7, 27.6

5301,0,1,3,3, 0.600,1,1, ,2019,11,29,11,43

5302,0,1,8,1,0,0,0,0," "

5303,0,NO , 11.0, 11.0

1, 721, 249.3, 221.0, 203.9, 171.8, 145.4, 99.6, 68.6, 48.9, 39.0

2, 713, 239.2, 210.9, 194.2, 162.3, 138.2, 93.8, 65.8, 47.2, 38.3

3, 707, 237.4, 209.8, 193.0, 161.8, 137.5, 93.2, 65.4, 47.4, 38.3

5301,0,1,3,3, 0.500,1,1, ,2019,11,29,11,45

5302,0,1,8,1,0,0,0,0," "

5303,0,NO , 11.0, 11.0

1, 741, 304.8, 250.6, 216.4, 171.1, 136.1, 86.5, 57.7, 45.4, 36.4

2, 742, 298.6, 245.7, 212.6, 168.8, 134.8, 86.2, 58.2, 45.5, 36.4

3, 743, 297.6, 245.4, 212.3, 168.6, 134.6, 86.0, 58.6, 45.6, 36.5

ИЗВЕШТАЈ О НОСИВОСТИ КОЛОВОЗНЕ КОНСТРУКЦИЈЕ НА ОСНОВУ ИЗМЕРЕНИХ ДЕФЛЕКСИЈА  
Деоница - Гранични прелаз „Хоргош“

Прилог бр.1 – Резултати измерених дефлексија дефлектометром са падајућим теретом (HWD)

Смер Суботица север – ГП „Хоргош“ – претицајна трака

5301,0,1,3,3, 0.400,1,1, ,2019,11,29,11,46

5302,0,1,8,1,0,0,0,0," "

5303,0,N0 , 11.0, 11.0

1, 724, 220.5, 187.9, 171.4, 146.7, 126.1, 89.8, 66.0, 49.5, 39.7

2, 684, 220.9, 190.2, 174.8, 149.5, 127.4, 89.2, 63.9, 48.4, 37.9

3, 708, 230.4, 198.7, 181.7, 154.0, 132.5, 93.4, 68.9, 51.6, 41.4

5301,0,1,3,3, 0.300,1,1, ,2019,11,29,11,51

5302,0,1,8,1,0,0,0,0," "

5303,0,N0 , 11.0, 11.0

1, 783, 378.2, 302.2, 257.3, 203.7, 162.6, 107.1, 73.1, 53.3, 40.9

2, 760, 340.6, 273.0, 233.8, 183.3, 147.2, 96.7, 67.9, 49.6, 39.4

3, 749, 331.1, 266.9, 228.1, 179.5, 143.7, 94.8, 66.4, 48.6, 38.5

5301,0,1,3,3, 0.200,1,1, ,2019,11,29,11,54

5302,0,1,8,1,0,0,0,0," "

5303,0,N0 , 15.0, 14.0

1, 748, 298.3, 255.0, 227.9, 190.2, 156.2, 103.5, 70.3, 51.6, 41.2

2, 743, 288.2, 245.7, 219.2, 181.9, 150.4, 99.7, 69.0, 52.1, 40.6

3, 740, 286.1, 243.8, 217.4, 180.1, 149.0, 98.8, 68.2, 51.6, 40.0

5301,0,1,3,3, 0.100,1,1, ,2019,11,29,11,55

5302,0,1,8,1,0,0,0,0," "

5303,0,N0 , 15.0, 14.0

1, 724, 271.7, 241.8, 224.8, 194.3, 163.9, 116.4, 80.0, 58.3, 43.6

2, 728, 264.1, 234.0, 217.4, 187.2, 158.7, 112.7, 78.5, 57.9, 43.7

3, 724, 261.6, 232.2, 215.1, 185.6, 157.2, 111.9, 78.3, 58.0, 44.3

5301,0,1,3,3, 0.000,1,1, ,2019,11,29,11,58

5302,0,1,8,1,0,0,0,0," "

5303,0,N0 , 15.0, 14.0

1, 711, 490.6, 388.5, 322.3, 243.7, 182.1, 98.4, 63.3, 39.0, 33.3

2, 724, 452.5, 358.3, 298.9, 226.9, 170.5, 93.7, 61.6, 40.9, 36.0

3, 719, 445.6, 352.8, 296.1, 224.4, 167.9, 93.0, 60.9, 41.4, 36.3

ИЗВЕШТАЈ О НОСИВОСТИ КОЛОВОЗНЕ КОНСТРУКЦИЈЕ НА ОСНОВУ ИЗМЕРЕНИХ ДЕФЛЕКСИЈА  
 Деоница - Гранични прелаз „Хоргош“

Прилог бр.1 – Резултати измерених дефлексија дефлектометром са падајућим теретом (HWD)  
 Смер ГП „Хоргош“ – Суботица север– возна трака

5001,25.60,1,40, 3, 1,"FwdWin "

5002,"25SIN ", "8082-038","CP15-660"

5003,"Administ","magput (","Horgos G","F25"

5010,0,0,0,0,0,0,0,3,1,0,0,0,0,0,1,0,0,0,0,1,"MDB"

5011,0,1,2019,11,29,12,27,0,"Non",000

5200,"7007 ",3,1.032,148.1, 0.77, 1.556

5201,"2261 ",4,1.005,1.041

5202,"2262 ",4,1.010,0.997

5203,"8819 ",4,0.997,0.993

5204,"3977 ",4,1.003,0.995

5205,"8338 ",4,1.009,1.049

5206,"8817 ",4,0.994,1.023

5207,"3081 ",4,1.007,1.041

5208,"2268 ",4,1.002,1.038

5209,"2269 ",4,1.002,0.992

5210,"NA ",0,0.000,0.000

5211,"NA ",0,0.000,0.000

5212,"NA ",0,0.000,0.000

5213,"NA ",0,0.000,0.000

5214,"NA ",0,0.000,0.000

5215,"NA ",0,0.000,0.000

5216,"NA ",0,0.000,0.000

5217,"NA ",0,0.000,0.000

5218,"NA ",0,0.000,0.000

5020, 150, 0, 200, 300, 450, 600, 900, 1200, 1500, 1800,NO ,NO ,NO ,NO ,NO ,NO  
 ,NO ,NO ,NO

5021, 300, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0,NO ,NO ,NO ,NO ,NO ,NO ,NO ,NO  
 ,NO

5022,1, 0, 0, 50, 100, 200, 390,

5023,1,3,0, 0.000, 1.500, 1.500, 0.100, 0.000,1,1

5024,0,0,0,1,1,1, 5, 2.0, 2, 2.0,1,0,0, 60

5029, 16, 48, 17574, 50464

5030,"Administrator "

5031

5032,"","","0+000","1+500"

5301,0,1,3,3, 1.500,1,1, ,2019,11,29,12,27

5302,0,1,8,1,0,0,0,0," "

5303,0,NO , 15.0, 14.0

5041," "

5042," "

5043," "

5044," "

5301,0,1,3,3, 0.000,1,1, ,2019,11,29,12,04

5302,0,1,8,1,0,0,0,0," "

5303,0,NO , 15.0, 14.0

1, 759, 567.3, 440.5, 367.0, 256.6, 182.7, 95.9, 60.2, 45.4, 37.2

2, 745, 526.9, 413.9, 347.8, 245.2, 177.0, 93.5, 61.0, 45.6, 38.5

3, 743, 517.9, 408.4, 344.5, 243.1, 175.3, 92.5, 59.3, 44.1, 37.6

5301,0,1,3,3, 0.100,1,1, ,2019,11,29,12,05

5302,0,1,8,1,0,0,0,0," "

5303,0,NO , 15.0, 14.0

1, 718, 367.6, 342.2, 316.2, 262.5, 216.6, 129.7, 71.6, 49.9, 38.5

2, 705, 352.4, 324.9, 300.0, 248.4, 203.6, 122.2, 71.1, 51.5, 42.3

3, 698, 347.4, 320.6, 295.7, 244.7, 199.5, 121.6, 71.9, 52.2, 45.6

ИЗВЕШТАЈ О НОСИВОСТИ КОЛОВОЗНЕ КОНСТРУКЦИЈЕ НА ОСНОВУ ИЗМЕРЕНИХ ДЕФЛЕКСИЈА

Деоница - Гранични прелаз „Хоргош“

Прилог бр.1 – Резултати измерених дефлексија дефлектометром са падајућим теретом (HWD)

Смер ГП „Хоргош“ – Суботица север– возна трака

5301,0,1,3,3, 0.200,1,1, ,2019,11,29,12,07

5302,0,1,8,1,0,0,0,0," "

5303,0,NO , 15.0, 14.0

1, 687, 266.4, 230.3, 215.1, 181.5, 158.0, 106.9, 76.6, 58.1, 48.0

2, 684, 256.4, 221.4, 205.5, 173.2, 150.3, 101.4, 72.5, 53.8, 45.8

3, 689, 259.6, 223.8, 207.4, 175.7, 152.3, 103.2, 74.0, 55.1, 46.6

5301,0,1,3,3, 0.300,1,1, ,2019,11,29,12,08

5302,0,1,8,1,0,0,0,0," "

5303,0,NO , 15.0, 14.0

1, 723, 264.2, 226.6, 202.4, 166.1, 136.8, 90.5, 60.6, 45.2, 35.6

2, 718, 256.0, 216.9, 193.6, 157.1, 130.0, 85.5, 58.2, 44.3, 35.0

3, 711, 253.1, 214.7, 191.7, 155.7, 128.6, 84.7, 58.3, 44.0, 34.9

5301,0,1,3,3, 0.401,1,1, ,2019,11,29,12,13

5302,0,1,8,1,0,0,0,0," "

5303,0,NO , 15.0, 14.0

1, 757, 214.7, 190.6, 175.4, 149.1, 126.8, 88.3, 63.1, 46.4, 37.0

2, 741, 204.6, 180.3, 165.5, 141.0, 119.2, 83.6, 59.8, 44.6, 36.1

3, 738, 204.2, 180.3, 165.1, 140.0, 118.9, 83.3, 60.1, 44.9, 35.9

5301,0,1,3,3, 0.500,1,1, ,2019,11,29,12,14

5302,0,1,8,1,0,0,0,0," "

5303,0,NO , 15.0, 14.0

1, 769, 244.8, 219.4, 202.2, 173.1, 148.0, 103.6, 72.6, 52.0, 40.3

2, 753, 234.3, 208.0, 190.9, 163.3, 140.4, 98.1, 71.2, 50.5, 39.5

3, 737, 229.0, 203.6, 187.0, 159.9, 137.1, 96.2, 69.1, 49.7, 39.0

5301,0,1,3,3, 0.600,1,1, ,2019,11,29,12,15

5302,0,1,8,1,0,0,0,0," "

5303,0,NO , 15.0, 14.0

1, 727, 188.0, 167.7, 151.0, 131.5, 112.9, 79.1, 56.0, 41.7, 34.9

2, 710, 175.9, 154.8, 140.3, 121.0, 104.9, 74.2, 53.7, 40.2, 33.5

3, 708, 175.5, 153.9, 139.9, 120.8, 103.8, 74.3, 54.1, 41.1, 34.0

5301,0,1,3,3, 0.700,1,1, ,2019,11,29,12,17

5302,0,1,8,1,0,0,0,0," "

5303,0,NO , 15.0, 14.0

1, 733, 148.8, 130.6, 119.8, 101.9, 86.8, 60.2, 42.6, 31.3, 24.6

2, 729, 144.0, 125.6, 114.4, 97.4, 83.1, 57.4, 40.7, 30.7, 24.1

3, 724, 144.5, 125.3, 114.7, 97.1, 83.0, 57.4, 40.2, 30.5, 24.2

5301,0,1,3,3, 0.800,1,1, ,2019,11,29,12,18

5302,0,1,8,1,0,0,0,0," "

5303,0,NO , 15.0, 14.0

1, 702, 162.3, 144.9, 133.7, 114.6, 100.2, 70.0, 51.7, 38.6, 31.8

2, 702, 157.5, 139.2, 127.9, 109.5, 94.8, 67.1, 50.0, 38.5, 31.3

3, 706, 158.2, 140.7, 128.5, 110.2, 94.9, 68.0, 50.7, 39.2, 32.2

5301,0,1,3,3, 0.900,1,1, ,2019,11,29,12,19

5302,0,1,8,1,0,0,0,0," "

5303,0,NO , 15.0, 14.0

1, 714, 191.0, 170.6, 158.0, 136.0, 115.9, 79.1, 51.8, 40.0, 32.1

2, 700, 180.1, 158.9, 147.1, 126.4, 107.5, 74.4, 50.6, 40.4, 33.0

3, 700, 180.4, 159.4, 147.0, 126.2, 107.7, 74.9, 50.8, 40.5, 32.7

5301,0,1,3,3, 1.000,1,1, ,2019,11,29,12,20

5302,0,1,8,1,0,0,0,0," "

5303,0,NO , 15.0, 14.0

1, 727, 166.5, 149.4, 137.5, 118.2, 102.8, 74.4, 55.1, 42.0, 33.4

2, 704, 159.1, 140.1, 128.7, 110.8, 95.4, 69.5, 51.6, 39.8, 32.4

3, 700, 158.2, 139.8, 128.6, 110.1, 95.1, 69.3, 52.0, 40.0, 32.4

ИЗВЕШТАЈ О НОСИВОСТИ КОЛОВОЗНЕ КОНСТРУКЦИЈЕ НА ОСНОВУ ИЗМЕРЕНИХ ДЕФЛЕКСИЈА

Деоница - Гранични прелаз „Хоргош“

Прилог бр.1 – Резултати измерених дефлексија дефлектометром са падајућим теретом (HWD)

Смер ГП „Хоргош“ – Суботица север– возна трака

5301,0,1,3,3, 1.100,1,1, ,2019,11,29,12,21

5302,0,1,8,1,0,0,0,0," "

5303,0,NO , 15.0, 14.0

1, 723, 159.3, 136.8, 124.8, 106.8, 92.8, 67.4, 50.6, 40.5, 32.4

2, 719, 148.5, 128.8, 118.2, 101.5, 87.5, 64.9, 49.7, 40.0, 32.9

3, 716, 150.4, 128.9, 118.3, 101.3, 87.8, 65.1, 49.4, 40.5, 33.1

5301,0,1,3,3, 1.200,1,1, ,2019,11,29,12,23

5302,0,1,8,1,0,0,0,0," "

5303,0,NO , 15.0, 14.0

1, 774, 262.9, 226.4, 201.6, 156.9, 123.3, 76.3, 53.5, 37.9, 29.4

2, 718, 247.4, 213.9, 191.7, 148.4, 116.7, 73.1, 51.8, 37.8, 29.8

3, 710, 244.5, 212.6, 190.4, 147.5, 116.3, 72.7, 50.9, 37.5, 29.6

5301,0,1,3,3, 1.300,1,1, ,2019,11,29,12,24

5302,0,1,8,1,0,0,0,0," "

5303,0,NO , 15.0, 14.0

1, 712, 168.2, 152.0, 141.9, 125.5, 108.9, 79.5, 57.5, 41.7, 30.9

2, 700, 159.7, 144.8, 134.9, 118.1, 102.6, 75.1, 55.0, 41.0, 30.5

3, 702, 160.2, 144.7, 134.7, 118.7, 103.3, 75.2, 54.9, 40.4, 31.0

5301,0,1,3,3, 1.400,1,1, ,2019,11,29,12,25

5302,0,1,8,1,0,0,0,0," "

5303,0,NO , 15.0, 14.0

1, 733, 243.6, 171.6, 149.6, 123.7, 101.6, 66.7, 46.3, 32.3, 25.9

2, 709, 224.1, 158.7, 139.9, 113.0, 92.8, 62.9, 42.7, 31.2, 24.7

3, 701, 222.0, 157.2, 138.3, 112.2, 92.0, 62.2, 42.8, 31.0, 25.0

5301,0,1,3,3, 1.500,1,1, ,2019,11,29,12,27

5302,0,1,8,1,0,0,0,0," "

5303,0,NO , 15.0, 14.0

1, 749, 185.9, 164.3, 150.3, 127.1, 105.6, 72.3, 50.2, 36.9, 30.5

2, 728, 174.7, 153.9, 139.6, 117.4, 98.1, 66.6, 48.3, 36.6, 29.9

3, 720, 172.7, 152.0, 138.2, 116.3, 97.1, 66.1, 47.1, 35.8, 29.1



ИЗВЕШТАЈ О НОСИВОСТИ КОЛОВОЗНЕ КОНСТРУКЦИЈЕ НА ОСНОВУ ИЗМЕРЕНИХ ДЕФЛЕКСИЈА

Деоница - Гранични прелаз „Хоргош“

Прилог бр.1 – Резултати измерених дефлексија дефлектометром са падајућим теретом (HWD)

Смер ГП „Хоргош“ – Суботица север – претицајна трака

5001,25.60,1,40, 3, 1,"FwdWin "

5002,"25SIN ", "8082-038", "CP15-660"

5003,"Administ", "magput (" , "Horgos G", "F25"

5010,0,0,0,0,0,0,0,0,3,1,0,0,0,0,0,1,0,0,0,0,0,1,"MDB"

5011,0,1,2019,11,29,13,25,0,"Non",000

5200,"7007 ",3,1.032,148.1, 0.71, 1.535

5201,"2261 ",4,1.005,1.041

5202,"2262 ",4,1.010,0.997

5203,"8819 ",4,0.997,0.993

5204,"3977 ",4,1.003,0.995

5205,"8338 ",4,1.009,1.049

5206,"8817 ",4,0.994,1.023

5207,"3081 ",4,1.007,1.041

5208,"2268 ",4,1.002,1.038

5209,"2269 ",4,1.002,0.992

5210,"NA ",0,0.000,0.000

5211,"NA ",0,0.000,0.000

5212,"NA ",0,0.000,0.000

5213,"NA ",0,0.000,0.000

5214,"NA ",0,0.000,0.000

5215,"NA ",0,0.000,0.000

5216,"NA ",0,0.000,0.000

5217,"NA ",0,0.000,0.000

5218,"NA ",0,0.000,0.000

5020, 150, 0, 200, 300, 450, 600, 900, 1200, 1500, 1800,NO ,NO ,NO ,NO ,NO ,NO ,NO ,NO ,NO

5021, 300, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0,NO ,NO ,NO ,NO ,NO ,NO ,NO ,NO ,NO

5022,1, 0, 0, 50, 100, 200, 390,

5023,1,3,0, 0.050, 1.448, 1.448, 0.098, 0.000,1,1

5024,0,0,0,1,1,1, 5, 2.0, 2, 2.0,1,0,0, 60

5029, 15, 45, 17610, 50554

5030,"Administrator "

5031

5032,"", "", "0+000", "1+500"

5301,0,1,3,3, 1.448,1,1, ,2019,11,29,13,25

5302,0,1,8,1,0,0,0,0," "

5303,0,NO , 15.0, 14.0

5041," "

5042," "

5043," "

5044," "

5301,0,1,3,3, 0.050,1,1, ,2019,11,29,13,05

5302,0,1,8,1,0,0,0,0," "

5303,0,NO , 15.0, 14.0

1, 730, 300.7, 259.6, 234.2, 196.7, 165.1, 112.8, 78.6, 58.9, 45.2

2, 715, 285.4, 245.9, 222.1, 185.6, 155.3, 106.0, 74.2, 55.4, 44.4

3, 714, 283.3, 244.2, 220.7, 184.3, 154.2, 105.2, 73.9, 55.0, 44.1

5301,0,1,3,3, 0.150,1,1, ,2019,11,29,13,06

5302,0,1,8,1,0,0,0,0," "

5303,0,NO , 15.0, 14.0

1, 705, 270.7, 235.8, 210.2, 174.8, 143.2, 94.0, 61.1, 44.4, 36.0

2, 695, 259.0, 225.2, 200.4, 166.3, 136.8, 89.7, 60.1, 44.1, 35.6

3, 699, 259.0, 225.0, 200.8, 166.5, 136.7, 90.3, 60.2, 44.7, 35.9

ИЗВЕШТАЈ О НОСИВОСТИ КОЛОВОЗНЕ КОНСТРУКЦИЈЕ НА ОСНОВУ ИЗМЕРЕНИХ ДЕФЛЕКСИЈА

Деоница - Гранични прелаз „Хоргош“

Прилог бр.1 – Резултати измерених дефлексија дефлектометром са падајућим теретом (HWD)

Смер ГП „Хоргош“ – Суботица север – претицајна трака

5301,0,1,3,3, 0.250,1,1, ,2019,11,29,13,08

5302,0,1,8,1,0,0,0,0," "

5303,0,NO , 15.0, 14.0

1, 749, 267.0, 230.1, 208.2, 175.6, 147.6, 101.0, 68.8, 51.4, 41.0

2, 729, 248.5, 214.2, 192.7, 162.2, 136.3, 92.5, 62.9, 48.4, 38.3

3, 725, 246.2, 212.2, 191.3, 161.0, 135.1, 92.0, 63.1, 48.0, 38.3

5301,0,1,3,3, 0.330,1,1, ,2019,11,29,13,10

5302,0,1,8,1,0,0,0,0," "

5303,0,NO , 15.0, 14.0

1, 752, 218.6, 170.3, 151.2, 123.1, 102.3, 68.6, 47.4, 33.4, 26.9

2, 720, 199.3, 156.1, 138.4, 112.3, 93.5, 63.3, 43.2, 31.6, 25.3

3, 722, 197.8, 156.2, 138.3, 112.3, 92.9, 62.6, 42.1, 30.6, 25.4

5301,0,1,3,3, 0.450,1,1, ,2019,11,29,13,12

5302,0,1,8,1,0,0,0,0," "

5303,0,NO , 15.0, 14.0

1, 712, 245.1, 210.5, 189.9, 154.8, 125.8, 81.6, 55.1, 39.8, 31.4

2, 705, 234.5, 200.0, 179.3, 146.7, 119.0, 77.3, 52.6, 39.3, 31.2

3, 698, 230.8, 197.5, 177.4, 144.6, 117.3, 76.4, 52.3, 39.1, 31.4

5301,0,1,3,3, 0.550,1,1, ,2019,11,29,13,13

5302,0,1,8,1,0,0,0,0," "

5303,0,NO , 15.0, 14.0

1, 731, 290.0, 242.3, 219.0, 184.0, 152.1, 100.0, 66.5, 41.4, 35.2

2, 726, 272.7, 228.9, 206.6, 171.9, 141.9, 92.2, 64.2, 41.1, 35.1

3, 721, 269.5, 226.2, 203.6, 170.7, 140.4, 92.2, 63.0, 40.5, 36.2

5301,0,1,3,3, 0.650,1,1, ,2019,11,29,13,14

5302,0,1,8,1,0,0,0,0," "

5303,0,NO , 15.0, 14.0

1, 722, 164.0, 144.1, 133.5, 114.6, 100.0, 72.3, 54.7, 41.3, 31.7

2, 708, 152.1, 132.5, 122.0, 104.9, 91.6, 67.0, 50.8, 38.3, 31.2

3, 701, 150.6, 131.1, 121.0, 104.2, 90.8, 66.6, 50.9, 38.6, 31.2

5301,0,1,3,3, 0.750,1,1, ,2019,11,29,13,15

5302,0,1,8,1,0,0,0,0," "

5303,0,NO , 15.0, 14.0

1, 747, 176.2, 154.0, 141.2, 120.3, 106.3, 45.6, 37.3, 30.9, 26.4

2, 740, 161.0, 138.4, 126.5, 108.0, 91.8, 45.6, 36.9, 30.4, 26.4

3, 739, 160.4, 138.4, 126.1, 107.8, 91.8, 45.9, 36.8, 30.5, 26.6

5301,0,1,3,3, 0.850,1,1, ,2019,11,29,13,16

5302,0,1,8,1,0,0,0,0," "

5303,0,NO , 15.0, 14.0

1, 742, 152.0, 135.6, 125.4, 109.3, 95.1, 69.5, 50.9, 41.3, 35.0

2, 725, 140.1, 125.5, 114.7, 100.0, 86.8, 63.6, 47.4, 39.0, 32.5

3, 723, 140.0, 125.1, 114.6, 99.7, 86.0, 64.1, 46.9, 37.8, 32.1

5301,0,1,3,3, 0.950,1,1, ,2019,11,29,13,19

5302,0,1,8,1,0,0,0,0," "

5303,0,NO , 15.0, 14.0

1, 708, 183.4, 161.4, 148.5, 128.4, 110.4, 79.4, 57.5, 44.0, 35.0

2, 695, 170.9, 151.1, 138.5, 119.0, 102.7, 73.7, 54.2, 42.1, 33.8

3, 696, 171.8, 152.0, 139.9, 120.3, 102.5, 75.3, 56.2, 44.1, 35.4

5301,0,1,3,3, 1.050,1,1, ,2019,11,29,13,21

5302,0,1,8,1,0,0,0,0," "

5303,0,NO , 15.0, 14.0

1, 732, 176.8, 154.2, 139.3, 117.9, 99.7, 69.8, 50.6, 37.6, 28.3

2, 709, 165.0, 142.5, 127.8, 108.9, 92.2, 64.7, 47.0, 36.6, 29.1

3, 706, 163.5, 141.0, 126.9, 107.8, 90.9, 64.1, 47.3, 36.1, 27.8

ИЗВЕШТАЈ О НОСИВОСТИ КОПОВОЗНЕ КОНСТРУКЦИЈЕ НА ОСНОВУ ИЗМЕРЕНИХ ДЕФЛЕКСИЈА

Деоница - Гранични прелаз „Хоргош“

Прилог бр.1 – Резултати измерених дефлексија дефлектометром са падајућим теретом (HWD)

Смер ГП „Хоргош“ – Суботица север – претицајна трака

5301,0,1,3,3, 1.150,1,1, ,2019,11,29,13,22

5302,0,1,8,1,0,0,0,0," "

5303,0,N0 , 15.0, 14.0

1, 707, 129.9, 116.9, 108.6, 95.4, 83.2, 61.6, 46.8, 37.2, 29.3

2, 694, 122.0, 109.0, 101.3, 89.2, 77.7, 58.0, 44.3, 35.4, 29.1

3, 696, 122.8, 109.5, 101.5, 89.3, 77.9, 58.3, 44.8, 35.7, 29.5

5301,0,1,3,3, 1.250,1,1, ,2019,11,29,13,23

5302,0,1,8,1,0,0,0,0," "

5303,0,N0 , 15.0, 14.0

1, 773, 164.0, 146.2, 136.0, 119.5, 104.7, 78.4, 61.4, 45.9, 36.8

2, 739, 146.1, 129.0, 120.1, 104.9, 91.8, 68.5, 54.0, 40.6, 32.9

3, 725, 142.7, 126.0, 117.1, 102.3, 89.3, 67.1, 51.5, 39.6, 32.0

5301,0,1,3,3, 1.350,1,1, ,2019,11,29,13,24

5302,0,1,8,1,0,0,0,0," "

5303,0,N0 , 15.0, 14.0

1, 755, 127.0, 111.0, 102.5, 89.0, 76.8, 56.4, 41.5, 32.3, 25.5

2, 717, 115.1, 100.3, 92.7, 80.4, 69.7, 50.4, 37.2, 29.4, 23.7

3, 714, 114.3, 100.0, 93.0, 80.2, 70.0, 50.4, 36.4, 29.1, 23.6

5301,0,1,3,3, 1.448,1,1, ,2019,11,29,13,25

5302,0,1,8,1,0,0,0,0," "

5303,0,N0 , 15.0, 14.0

1, 705, 162.1, 142.6, 131.7, 111.7, 96.1, 66.2, 44.5, 32.9, 24.8

2, 698, 149.6, 130.6, 120.2, 101.7, 87.1, 61.0, 42.1, 32.2, 25.3

3, 715, 153.0, 133.1, 122.8, 103.9, 88.9, 62.1, 43.0, 33.3, 26.2

ИЗВЕШТАЈ О НОСИВОСТИ КОЛОВОЗНЕ КОНСТРУКЦИЈЕ НА ОСНОВУ ИЗМЕРЕНИХ ДЕФЛЕКСИЈА  
Деоница - Гранични прелаз „Хоргош“

Прилог бр.1 – Резултати измерених дефлексија дефлектометром са падајућим теретом (HWD)

ПП „Хоргош“ теретни излаз

5001,25.60,1,40, 3, 1,"FwdWin " "  
5002,"25SIN ", "8082-038", "CP15-660"  
5003,"Administ", "magput (" , "Horgos G", "F25"  
5010,0,0,0,0,0,0,0,0,3,1,0,0,0,0,0,1,0,0,0,0,0,1,"MDB"  
5011,0,1,2019,11,29,13,52,0,"Non",000  
5200,"7007 " ,3,1.032,148.1, 0.77, 1.556  
5201,"2261 " ,4,1.005,1.041  
5202,"2262 " ,4,1.010,0.997  
5203,"8819 " ,4,0.997,0.993  
5204,"3977 " ,4,1.003,0.995  
5205,"8338 " ,4,1.009,1.049  
5206,"8817 " ,4,0.994,1.023  
5207,"3081 " ,4,1.007,1.041  
5208,"2268 " ,4,1.002,1.038  
5209,"2269 " ,4,1.002,0.992  
5210,"NA " ,0,0.000,0.000  
5211,"NA " ,0,0.000,0.000  
5212,"NA " ,0,0.000,0.000  
5213,"NA " ,0,0.000,0.000  
5214,"NA " ,0,0.000,0.000  
5215,"NA " ,0,0.000,0.000  
5216,"NA " ,0,0.000,0.000  
5217,"NA " ,0,0.000,0.000  
5218,"NA " ,0,0.000,0.000  
5020, 150, 0, 200, 300, 450, 600, 900, 1200, 1500, 1800,NO ,NO ,NO ,NO ,NO ,NO  
,NO ,NO ,NO  
5021, 300, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0,NO ,NO ,NO ,NO ,NO ,NO ,NO ,NO ,NO  
,NO  
5022,1, 0, 0, 50, 100, 200, 390,  
5023,1,3,0, 0.007, 0.106, 0.106, 0.057, 0.000,1,1  
5024,0,0,0,1,1,1, 5, 2.0, 2, 2.0,1,0,0, 60  
5029, 3, 9, 17614, 50566  
5030,"Administrator " "  
5031  
5032,"" , "" , "0+000" , "kraj teretnog izlaza"  
5301,0,1,3,3, 0.107,1,1, ,2019,11,29,13,52  
5302,0,1,8,1,0,0,0,0," " "  
5303,0,NO , 15.0, 14.0  
5041," " "  
5042," " "  
5043," " "  
5044," " "  
5301,0,1,3,3, 0.007,1,1, ,2019,11,29,13,40  
5302,0,1,8,1,0,0,0,0," " "  
5303,0,NO , 15.0, 14.0  
1, 692, 177.9, 159.4, 151.6, 137.3, 123.7, 94.0, 66.9, 48.5, 34.6  
2, 703, 177.6, 159.4, 151.4, 136.4, 123.9, 93.7, 66.3, 48.2, 33.4  
3, 701, 176.5, 159.1, 151.3, 136.3, 124.0, 93.7, 66.5, 48.5, 33.9  
5301,0,1,3,3, 0.049,1,1, ,2019,11,29,13,43  
5302,0,1,8,1,0,0,0,0," " "  
5303,0,NO , 15.0, 14.0  
1, 735, 138.4, 131.5, 126.9, 118.4, 109.2, 89.5, 70.0, 53.3, 40.2  
2, 724, 132.4, 125.4, 121.2, 112.8, 104.1, 85.7, 67.3, 51.3, 39.4  
3, 724, 131.8, 124.7, 120.8, 112.1, 103.9, 85.4, 67.2, 51.3, 39.5

ИЗВЕШТАЈ О НОСИВОСТИ КОЛОВОЗНЕ КОНСТРУКЦИЈЕ НА ОСНОВУ ИЗМЕРЕНИХ ДЕФЛЕКСИЈА  
Деоница - Гранични прелаз „Хоргош“

Прилог бр.1 – Резултати измерених дефлексија дефлектометром са падајућим теретом (HWD)

ПП „Хоргош“ теретни излаз

5301,0,1,3,3, 0.106,1,1, ,2019,11,29,13,49

5302,0,1,8,1,0,0,0,0," "

5303,0,N0 , 15.0, 14.0

1, 747, 131.5, 123.6, 118.2, 108.9, 99.2, 79.7, 62.6, 50.5, 40.0

2, 713, 124.2, 115.3, 109.9, 100.7, 91.9, 73.8, 60.4, 48.6, 39.7

3, 713, 123.4, 114.4, 109.3, 100.4, 91.2, 73.5, 58.0, 47.3, 38.1

ИЗВЕШТАЈ О НОСИВОСТИ КОЛОВОЗНЕ КОНСТРУКЦИЈЕ НА ОСНОВУ ИЗМЕРЕНИХ ДЕФЛЕКСИЈА  
Деоница - Гранични прелаз „Хоргош“

Прилог бр.1 – Резултати измерених дефлексија дефлектометром са падајућим теретом (HWD)

ГП „Хоргош“ теретни улаз

5001,25.60,1,40, 3, 1,"FwdWin " "  
5002,"25SIN " ,"8082-038","CP15-660"  
5003,"Administ","magput (" ,"Horgos G", "F25"  
5010,0,0,0,0,0,0,0,0,3,1,0,0,0,0,0,1,0,0,0,0,0,1,"MDB"  
5011,0,1,2019,11,29,14,13,0,"Non",000  
5200,"7007 " ,3,1.032,148.1, 0.77, 1.557  
5201,"2261 " ,4,1.005,1.041  
5202,"2262 " ,4,1.010,0.997  
5203,"8819 " ,4,0.997,0.993  
5204,"3977 " ,4,1.003,0.995  
5205,"8338 " ,4,1.009,1.049  
5206,"8817 " ,4,0.994,1.023  
5207,"3081 " ,4,1.007,1.041  
5208,"2268 " ,4,1.002,1.038  
5209,"2269 " ,4,1.002,0.992  
5210,"NA " ,0,0.000,0.000  
5211,"NA " ,0,0.000,0.000  
5212,"NA " ,0,0.000,0.000  
5213,"NA " ,0,0.000,0.000  
5214,"NA " ,0,0.000,0.000  
5215,"NA " ,0,0.000,0.000  
5216,"NA " ,0,0.000,0.000  
5217,"NA " ,0,0.000,0.000  
5218,"NA " ,0,0.000,0.000  
5020, 150, 0, 200, 300, 450, 600, 900, 1200, 1500, 1800,NO ,NO ,NO ,NO ,NO ,NO  
,NO ,NO ,NO  
5021, 300, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0,NO ,NO ,NO ,NO ,NO ,NO ,NO ,NO  
,NO  
5022,1, 0, 0, 50, 100, 200, 390,  
5023,1,3,0, 0.000, 0.160, 0.160, 0.049, 0.000,1,1  
5024,0,0,0,1,1,1, 5, 2.0, 2, 2.0,1,0,0, 60  
5029, 5, 15, 17620, 50584  
5030,"Administrator "  
5031  
5032,""" ,"0+000", "kraj teretnog ulaza"  
5301,0,1,3,3, 0.160,1,1, ,2019,11,29,14,13  
5302,0,1,8,1,0,0,0,0," " "  
5303,0,NO , 15.0, 14.0  
5041," "  
5042," "  
5043," "  
5044," "  
5301,0,1,3,3, 0.000,1,1, ,2019,11,29,14,07  
5302,0,1,8,1,0,0,0,0,"asfalt "  
5303,0,NO , 15.0, 14.0  
1, 748, 570.7, 429.6, 345.7, 242.5, 180.8, 103.0, 66.5, 50.3, 40.3  
2, 720, 523.2, 399.7, 325.6, 231.2, 174.0, 100.7, 63.0, 50.1, 37.0  
3, 716, 515.2, 395.6, 323.1, 230.5, 173.7, 100.7, 63.6, 50.0, 37.2  
5301,0,1,3,3, 0.025,1,1, ,2019,11,29,14,08  
5302,0,1,8,1,0,0,0,0,"asfalt "  
5303,0,NO , 15.0, 14.0  
1, 776, 432.0, 364.2, 322.3, 262.2, 214.3, 135.6, 87.9, 59.3, 43.4  
2, 707, 402.4, 338.0, 299.5, 243.2, 197.1, 125.1, 82.0, 57.2, 42.5  
3, 701, 397.5, 334.1, 295.7, 240.5, 195.4, 125.2, 81.9, 57.5, 42.7

ИЗВЕШТАЈ О НОСИВОСТИ КОЛОВОЗНЕ КОНСТРУКЦИЈЕ НА ОСНОВУ ИЗМЕРЕНИХ ДЕФЛЕКСИЈА  
Деоница - Гранични прелаз „Хоргош“

Прилог бр.1 – Резултати измерених дефлексија дефлектометром са падајућим теретом (HWD)  
ГП „Хоргош“ теретни улаз

7901,"beton"

7901,"beton pocinje na 50m"

5301,0,1,3,3, 0.059,1,1, ,2019,11,29,14,10

5302,0,1,8,1,0,0,0,0,"beton pocinje na 50m "

5303,0,NO , 15.0, 14.0

1, 701, 199.7, 117.5, 112.4, 105.6, 98.6, 80.6, 63.1, 49.9, 39.7

2, 730, 133.2, 127.8, 122.6, 113.1, 106.2, 87.1, 71.4, 56.4, 45.7

3, 722, 132.1, 126.2, 122.5, 115.1, 106.9, 88.8, 70.2, 55.8, 45.3

7901,""

5301,0,1,3,3, 0.111,1,1, ,2019,11,29,14,12

5302,0,1,8,1,0,0,0,0," "

5303,0,NO , 15.0, 14.0

1, 752, 222.1, 211.8, 205.8, 190.0, 172.8, 132.6, 94.7, 66.6, 49.9

2, 714, 213.9, 204.1, 198.1, 183.0, 166.3, 127.3, 91.3, 63.9, 48.7

3, 712, 211.8, 201.7, 196.2, 181.1, 164.6, 125.8, 90.0, 63.4, 48.1

5301,0,1,3,3, 0.160,1,1, ,2019,11,29,14,13

5302,0,1,8,1,0,0,0,0," "

5303,0,NO , 15.0, 14.0

1, 744, 162.5, 152.5, 146.7, 135.4, 124.6, 99.2, 76.2, 56.9, 41.8

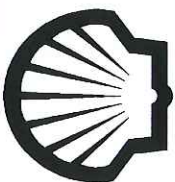
2, 714, 155.4, 146.6, 140.9, 129.9, 119.5, 95.3, 73.8, 55.8, 41.8

3, 714, 154.0, 145.6, 140.1, 129.3, 118.1, 94.4, 72.5, 55.4, 41.4

**ПРИЛОГ БР.2**

**Напонско-деформацијска анализа  
(BISAR 3.0)**





# BISAR 3.0 - Block Report

GP Horgos

System 1: smer Subotica sever - GP Horgos - km 0+000 - km 1+050

## Structure

Layer Number	Thickness (m)	Modulus of Elasticity (MPa)	Poisson's Ratio	Load Number	Load (kN)	Vertical Stress (MPa)	Horizontal Load (kN)	Horizontal (Shear) Stress (MPa)	Radius (m)	X-Coord (m)	Y-Coord (m)	Shear Angle (Degrees)
1	0.110	5.250E+03	0.35	1	2.000E+01	5.774E-01	0.000E+00	0.000E+00	1.050E-01	0.000E+00	-1.575E-01	0.000E+00
2	0.500	1.640E+02	0.40	2	2.000E+01	5.774E-01	0.000E+00	0.000E+00	1.050E-01	0.000E+00	1.575E-01	0.000E+00
3		5.000E+01	0.40									

## Loads

Position Number	Layer Number	X-Coord (m)	Y-Coord (m)	Depth (m)	Stresses (MPa)			Strains (µstrain)			Displacements (µm)		
					XX	YY	ZZ	XX	YY	ZZ	UX	UY	UZ
1	1	0.000E+00	0.000E+00	1.100E-01	1.207E+00	5.729E-01	-9.631E-02	1.980E+02	3.510E+01	-1.370E+02	0.000E+00	0.000E+00	5.314E+02
2	1	0.000E+00	-1.575E-01	1.100E-01	1.423E+00	1.159E+00	-1.070E-01	2.010E+02	1.329E+02	-1.925E+02	0.000E+00	-1.379E+01	5.170E+02
3	2	0.000E+00	0.000E+00	6.100E-01	3.000E-02	2.816E-02	-1.831E-02	1.589E+02	1.432E+02	-2.535E+02	0.000E+00	0.000E+00	3.740E+02
4	2	0.000E+00	-1.575E-01	6.100E-01	2.830E-02	2.543E-02	-1.726E-02	1.526E+02	1.282E+02	-2.363E+02	0.000E+00	-2.175E-01	3.656E+02
5	3	0.000E+00	0.000E+00	6.100E-01	6.585E-04	9.801E-05	-1.831E-02	1.589E+02	1.432E+02	-3.723E+02	0.000E+00	0.000E+00	3.740E+02
6	3	0.000E+00	-1.575E-01	6.100E-01	6.274E-04	-2.460E-04	-1.726E-02	1.526E+02	1.282E+02	-3.483E+02	0.000E+00	-2.175E-01	3.656E+02



# BISAR 3.0 - Block Report

GP Horgos

System 2: smer Subotica sever - GP Horgos - km 1+050 - km 1+500

## Structure

Layer Number	Thickness (m)	Modulus of Elasticity (MPa)	Poisson's Ratio	Load Number	Load (kN)	Vertical Stress (MPa)	Horizontal (Shear) Load (kN)	Horizontal (Shear) Stress (MPa)	Radius (m)	X-Coord (m)	Y-Coord (m)	Shear Angle (Degrees)
1	0.200	5.250E+03	0.35	1	2.000E+01	5.774E-01	0.000E+00	0.000E+00	1.050E-01	0.000E+00	-1.575E-01	0.000E+00
2	0.475	2.600E+02	0.40	2	2.000E+01	5.774E-01	0.000E+00	0.000E+00	1.050E-01	0.000E+00	1.575E-01	0.000E+00
3		8.000E+01	0.40									

## Loads

Position Number	Layer Number	X-Coord (m)	Y-Coord (m)	Depth (m)	Stresses (MPa)			Strains (µstrain)			Displacements (µm)		
					XX	YY	ZZ	XX	YY	ZZ	UX	UY	UZ
1	1	0.000E+00	0.000E+00	2.000E-01	5.938E-01	4.061E-01	-5.476E-02	8.969E+01	4.141E+01	-7.709E+01	0.000E+00	0.000E+00	2.599E+02
2	1	0.000E+00	-1.575E-01	2.000E-01	6.104E-01	5.018E-01	-5.597E-02	8.654E+01	5.862E+01	-8.481E+01	0.000E+00	-8.002E+00	2.537E+02
3	2	0.000E+00	0.000E+00	6.750E-01	1.992E-02	1.901E-02	-1.289E-02	6.721E+01	6.229E+01	-1.095E+02	0.000E+00	0.000E+00	1.992E+02
4	2	0.000E+00	-1.575E-01	6.750E-01	1.903E-02	1.756E-02	-1.233E-02	6.517E+01	5.720E+01	-1.037E+02	0.000E+00	-9.540E+00	1.960E+02
5	3	0.000E+00	0.000E+00	6.750E-01	1.828E-04	-9.815E-05	-1.289E-02	6.721E+01	6.229E+01	-1.615E+02	0.000E+00	0.000E+00	1.992E+02
6	3	0.000E+00	-1.575E-01	6.750E-01	1.669E-04	-2.882E-04	-1.233E-02	6.517E+01	5.720E+01	-1.535E+02	0.000E+00	-9.540E+00	1.960E+02



# BISAR 3.0 - Block Report

## GP Horgos

System 3: smer GP Horgos - Subotica sever - km 0+000 - km 0+550

### Structure

Layer Number	Thickness (m)	Modulus of Elasticity (MPa)	Poisson's Ratio	Load Number	Load (kN)	Vertical Stress (MPa)	Horizontal (Shear) Load (kN)	Horizontal (Shear) Stress (MPa)	Radius (m)	X-Coord (m)	Y-Coord (m)	Shear Angle (Degrees)
1	0.140	5.250E+03	0.35	1	2.000E+01	5.774E-01	0.000E+00	0.000E+00	1.050E-01	0.000E+00	-1.575E-01	0.000E+00
2	0.340	1.400E+02	0.40	2	2.000E+01	5.774E-01	0.000E+00	0.000E+00	1.050E-01	0.000E+00	1.575E-01	0.000E+00
3		5.000E+01	0.40									

### Loads

Position Number	Layer Number	X-Coord (m)	Y-Coord (m)	Depth (m)	Stresses (MPa)			Strains (μstrain)			Displacements (μm)		
					XX	YY	ZZ	XX	YY	ZZ	UX	UY	UZ
1	1	0.000E+00	0.000E+00	1.400E-01	1.132E+00	7.090E-01	-6.311E-02	1.726E+02	6.378E+01	-1.348E+02	0.000E+00	0.000E+00	5.275E+02
2	1	0.000E+00	-1.575E-01	1.400E-01	1.231E+00	1.021E+00	-6.710E-02	1.708E+02	1.169E+02	-1.629E+02	0.000E+00	-1.457E+01	5.133E+02
3	2	0.000E+00	0.000E+00	4.800E-01	2.526E-02	2.319E-02	-2.170E-02	1.762E+02	1.555E+02	-2.934E+02	0.000E+00	0.000E+00	4.224E+02
4	2	0.000E+00	-1.575E-01	4.800E-01	2.371E-02	2.072E-02	-2.042E-02	1.685E+02	1.386E+02	-2.728E+02	0.000E+00	-2.360E+01	4.123E+02
5	3	0.000E+00	0.000E+00	4.800E-01	-2.790E-04	-1.019E-03	-2.170E-02	1.762E+02	1.555E+02	-4.236E+02	0.000E+00	0.000E+00	4.224E+02
6	3	0.000E+00	-1.575E-01	4.800E-01	-2.850E-04	-1.352E-03	-2.042E-02	1.685E+02	1.386E+02	-3.954E+02	0.000E+00	-2.360E+01	4.123E+02



# BISAR 3.0 - Block Report

## GP Horgos

### System 4: smer GP Horgos - Subotica sever - km 0+550 - km 1+500

#### Structure

Layer Number	Thickness (m)	Modulus of Elasticity (MPa)	Poisson's Ratio	Load Number	Load (kN)	Vertical Stress (MPa)	Horizontal Load (kN)	Horizontal Stress (MPa)	Radius (m)	X-Coord (m)	Y-Coord (m)	Shear Angle (Degrees)
1	0.180	5.250E+03	0.35	1	2.000E+01	5.774E-01	0.000E+00	0.000E+00	1.050E-01	0.000E+00	-1.575E-01	0.000E+00
2	0.500	2.450E+02	0.40	2	2.000E+01	5.774E-01	0.000E+00	0.000E+00	1.050E-01	0.000E+00	1.575E-01	0.000E+00
3		7.500E+01	0.40									

#### Loads

Position Number	Layer Number	X-Coord (m)	Y-Coord (m)	Depth (m)	Stresses (MPa)			Strains (µstrain)			Displacements (µm)		
					XX	YY	ZZ	XX	YY	ZZ	UX	UY	UZ
1	1	0.000E+00	0.000E+00	1.800E-01	6.711E-01	4.336E-01	-6.195E-02	1.030E+02	4.199E+01	-8.545E+01	0.000E+00	0.000E+00	2.887E+02
2	1	0.000E+00	-1.575E-01	1.800E-01	7.075E-01	5.799E-01	-6.441E-02	1.004E+02	6.757E+01	-9.809E+01	-8.774E+00	0.000E+00	2.816E+02
3	2	0.000E+00	0.000E+00	6.800E-01	2.112E-02	2.014E-02	-1.339E-02	7.519E+01	6.960E+01	-1.220E+02	0.000E+00	0.000E+00	2.156E+02
4	2	0.000E+00	-1.575E-01	6.800E-01	2.016E-02	1.857E-02	-1.279E-02	7.286E+01	6.378E+01	-1.155E+02	-1.065E-01	0.000E+00	2.120E+02
5	3	0.000E+00	0.000E+00	6.800E-01	2.705E-04	-2.862E-05	-1.339E-02	7.519E+01	6.960E+01	-1.799E+02	0.000E+00	0.000E+00	2.156E+02
6	3	0.000E+00	-1.575E-01	6.800E-01	2.538E-04	-2.327E-04	-1.279E-02	7.286E+01	6.378E+01	-1.707E+02	-1.065E+01	0.000E+00	2.120E+02



# BISAR 3.0 - Block Report

GP Horgos

## System 5: GP Horgos - teretni izlaz

### Structure

Layer Number	Thickness (m)	Modulus of Elasticity (MPa)	Poisson's Ratio	Load Number	Load (kN)	Vertical Stress (MPa)	Horizontal (Shear) Load (kN)	Horizontal (Shear) Stress (MPa)	Radius (m)	X-Coord (m)	Y-Coord (m)	Shear Angle (Degrees)
1	0.170	3.400E+04	0.15	1	2.000E+01	5.774E-01	0.000E+00	0.000E+00	1.050E-01	0.000E+00	-1.575E-01	0.000E+00
2	0.450	1.700E+02	0.40	2	2.000E+01	5.774E-01	0.000E+00	0.000E+00	1.050E-01	0.000E+00	1.575E-01	0.000E+00
3		5.500E+01	0.40									

### Loads

Position Number	Layer Number	X-Coord (m)	Y-Coord (m)	Depth (m)	Stresses (MPa)			Strains (µstrain)			Displacements (µm)		
					XX	YY	ZZ	XX	YY	ZZ	UX	UY	UZ
1	1	0.000E+00	0.000E+00	1.700E-01	1.352E+00	9.395E-01	-1.930E-02	3.569E+01	2.176E+01	-1.068E+01	0.000E+00	0.000E+00	2.637E+02
2	1	0.000E+00	-1.575E-01	1.700E-01	1.344E+00	1.095E+00	-1.932E-02	3.480E+01	2.635E+01	-1.133E+01	0.000E+00	-3.846E+00	2.602E+02
3	2	0.000E+00	0.000E+00	6.200E-01	8.547E-03	8.267E-03	-7.475E-03	4.842E+01	4.611E+01	-8.354E+01	0.000E+00	0.000E+00	2.272E+02
4	2	0.000E+00	-1.575E-01	6.200E-01	8.276E-03	7.805E-03	-7.270E-03	4.743E+01	4.354E+01	-8.060E+01	0.000E+00	-7.126E+00	2.251E+02
5	3	0.000E+00	0.000E+00	6.200E-01	-6.058E-04	-6.965E-04	-7.475E-03	4.842E+01	4.611E+01	-1.264E+02	0.000E+00	0.000E+00	2.272E+02
6	3	0.000E+00	-1.575E-01	6.200E-01	-6.010E-04	-7.535E-04	-7.270E-03	4.743E+01	4.354E+01	-1.223E+02	0.000E+00	-7.126E+00	2.251E+02



# BISAR 3.0 - Block Report

## GP Horgos

### System 6: GP Horgos - teretni ulaz - asfaltni zastor

#### Structure

Layer Number	Thickness (m)	Modulus of Elasticity (MPa)	Poisson's Ratio	Load Number	Vertical Load (kN)	Stress (MPa)	Horizontal (Shear) Load (kN)	Stress (MPa)	Radius (m)	X-Coord (m)	Y-Coord (m)	Shear Angle (Degrees)
1	0.090	5.250E+03	0.35	1	2.000E+01	5.774E-01	0.000E+00	0.000E+00	1.050E-01	0.000E+00	-1.575E-01	0.000E+00
2	0.400	1.200E+02	0.40	2	2.000E+01	5.774E-01	0.000E+00	0.000E+00	1.050E-01	0.000E+00	1.575E-01	0.000E+00
3		4.000E+01	0.40									

#### Loads

Position Number	Layer Number	X-Coord (m)	Y-Coord (m)	Depth (m)	Stresses (MPa)			Strains (µstrain)			Displacements (µm)		
					XX	YY	ZZ	XX	YY	ZZ	UX	UY	UZ
1	1	0.000E+00	0.000E+00	9.000E-02	1.658E+00	7.280E-01	-1.051E-01	2.743E+02	3.512E+01	-1.791E+02	0.000E+00	0.000E+00	7.754E+02
2	1	0.000E+00	-1.575E-01	9.000E-02	2.001E+00	1.632E+00	-1.186E-01	2.802E+02	1.854E+02	-2.648E+02	0.000E+00	-1.837E+01	7.526E+02
3	2	0.000E+00	0.000E+00	4.900E-01	3.705E-02	3.372E-02	-2.634E-02	2.841E+02	2.453E+02	-4.554E+02	0.000E+00	0.000E+00	5.692E+02
4	2	0.000E+00	-1.575E-01	4.900E-01	3.447E-02	2.971E-02	-2.449E-02	2.698E+02	2.143E+02	-4.180E+02	0.000E+00	-3.699E+01	5.524E+02
5	3	0.000E+00	0.000E+00	4.900E-01	6.428E-04	-4.674E-04	-2.634E-02	2.841E+02	2.453E+02	-6.602E+02	0.000E+00	0.000E+00	5.692E+02
6	3	0.000E+00	-1.575E-01	4.900E-01	6.075E-04	-9.787E-04	-2.449E-02	2.698E+02	2.143E+02	-6.085E+02	0.000E+00	-3.699E+01	5.524E+02



# BISAR 3.0 - Block Report

GP Horgos

## System 7: GP Horgos - teretni ulaz - betonski zastor

### Structure

Layer Number	Thickness (m)	Modulus of Elasticity (MPa)	Poisson's Ratio	Load Number	Load (kN)	Vertical Stress (MPa)	Horizontal (Shear) Load (kN)	Horizontal (Shear) Stress (MPa)	Radius (m)	X-Coord (m)	Y-Coord (m)	Shear Angle (Degrees)
1	0.170	3.400E+04	0.15	1	2.000E+01	5.774E-01	0.000E+00	0.000E+00	1.050E-01	0.000E+00	-1.575E-01	0.000E+00
2	0.430	1.500E+02	0.40	2	2.000E+01	5.774E-01	0.000E+00	0.000E+00	1.050E-01	0.000E+00	1.575E-01	0.000E+00
3		5.000E+01	0.40									

### Loads

Position Number	Layer Number	X-Coord (m)	Y-Coord (m)	Depth (m)	Stresses (MPa)			Strains (µstrain)			Displacements (µm)		
					XX	YY	ZZ	XX	YY	ZZ	UX	UY	UZ
1	1	0.000E+00	0.000E+00	1.700E-01	1.392E+00	9.781E-01	-1.768E-02	3.670E+01	2.270E+01	-1.098E+01	0.000E+00	0.000E+00	2.853E+02
2	1	0.000E+00	-1.575E-01	1.700E-01	1.384E+00	1.132E+00	-1.769E-02	3.579E+01	2.726E+01	-1.162E+01	0.000E+00	-3.994E+00	2.816E+02
3	2	0.000E+00	0.000E+00	6.000E-01	7.717E-03	7.451E-03	-7.338E-03	5.114E+01	4.866E+01	-8.937E+01	0.000E+00	0.000E+00	2.483E+02
4	2	0.000E+00	-1.575E-01	6.000E-01	7.468E-03	7.025E-03	-7.138E-03	5.009E+01	4.595E+01	-8.623E+01	0.000E+00	-7.521E+00	2.461E+02
5	3	0.000E+00	0.000E+00	6.000E-01	-6.891E-04	-7.776E-04	-7.338E-03	5.114E+01	4.866E+01	-1.350E+02	0.000E+00	0.000E+00	2.483E+02
6	3	0.000E+00	-1.575E-01	6.000E-01	-6.834E-04	-8.310E-04	-7.138E-03	5.009E+01	4.595E+01	-1.307E+02	0.000E+00	-7.521E+00	2.461E+02

**Прилог III: Прорачун дефлексија ради одређивања  
ефективне носивости на постељици – ТИП 2**



Input file:

\*

2

2 11

+0.9500E+02 +3.5000E-01 +2.5000E-01 +1.0500E-01

+4.0000E+01 +4.0000E-01

1

LOAD 4.0000E-02 0.1475E+00 0.0000E+00 0.0000E+00 0.0000E+00 0.0000E+00

UR UT UZ SRRSTTSZZSRTSRZSTZERRETTEZZERTERZETZUX UY  
SXXSXYSXZSYYSYZEXXEXYEXZEYYEY

1

1 +0.0000E+00 +0.0000E+00 +0.0000E-00

1 11

+6.4000E+01 +4.0000E-01

1

LOAD 4.1000E-02 0.1475E+00 0.0000E+00 0.0000E+00 0.0000E+00 0.0000E+00

UR UT UZ SRRSTTSZZSRTSRZSTZERRETTEZZERTERZETZUX UY  
SXXSXYSXZSYYSYZEXXEXYEXZEYYEY

1

1 +0.0000E+00 +0.0000E-00 +0.0000E-00

SYSTEM No. 1

POSITION NUMBER 1

	XX	YY	ZZ	YZ	XZ	XY	UX	UY	UZ
TOTAL STRESS	-580E+00	-580E+00	-585E+00	.000E+00	.000E+00	.000E+00			
TOTAL STRAIN	-.181E-02	-.181E-02	-.189E-02	.000E+00	.000E+00	.000E+00			
TOTAL DISPLACEMENT							.000E+00	.000E+00	.232E-02

SYSTEM No. 2

POSITION NUMBER 1

	XX	YY	ZZ	YZ	XZ	XY	UX	UY	UZ
TOTAL STRESS	-540E+00	-540E+00	-600E+00	.000E+00	.000E+00	.000E+00			
TOTAL STRAIN	-.131E-02	-.131E-02	-.262E-02	.000E+00	.000E+00	.000E+00			
TOTAL DISPLACEMENT							.000E+00	.000E+00	.232E-02

End of output file

**Прилог IV:** Прорачун напона и деформација у  
вишеслојном еластичном систему за потребе анализе  
замора у коловозној конструкцији – ТИП 2

Input file:

\*

1

6 11

+4.9100E+03 +3.5000E-01 +4.0000E-02 +2.6257E-02

+6.6000E+03 +3.5000E-01 +8.0000E-02 +2.6257E-02

+7.1900E+03 +3.5000E-01 +8.0000E-02 +1.0500E-01

+2.6500E+02 +3.5000E-01 +0.1500E-00 +1.0500E-01

+1.4000E+02 +3.5000E-01 +0.2000E+00 +1.0500E-01

+0.6500E+02 +4.0000E-01

2

LOAD 2.0000E-02 0.1052E+00 0.0000E+00 0.1575E+00 0.0000E+00 0.0000E+00

LOAD 2.0000E-02 0.1052E+00 0.0000E+00 -0.1575E+00 0.0000E+00 0.0000E+00

UR UT UZ SRRSTTSZZSRTSRZSTZERRETTEZZERTERZETZUX UY

SXXSXYSXZSYYSYZEXXEXYEXZEYYEY

6

3 +0.0000E+00 +0.0000E+00 +2.0000E-01

3 +0.0000E+00 +5.2500E-02 +2.0000E-01

3 +0.0000E+00 +1.5755E-01 +2.0000E-01

6 +0.0000E+00 +0.0000E+00 +5.5000E-01

6 +0.0000E+00 +5.2500E-02 +5.5000E-01

6 +0.0000E+00 +1.5750E-01 +5.5000E-01

SYSTEM No. 1

**POSITION NUMBER 1**

	XX	YY	ZZ	YZ	XZ	XY	UX	UY	UZ
TOTAL STRESS	.817E+00	.583E+00	-.407E-01	.000E+00	.000E+00	.000E+00			
TOTAL STRAIN	.873E-04	.433E-04	-.738E-04	.000E+00	.000E+00	.000E+00			
TOTAL DISPLACEMENT							.000E+00	.000E+00	.326E-03

**POSITION NUMBER 2**

	XX	YY	ZZ	YZ	XZ	XY	UX	UY	UZ
TOTAL STRESS	.834E+00	.625E+00	-.420E-01	-.837E-03	.000E+00	.000E+00			
TOTAL STRAIN	.876E-04	.484E-04	-.769E-04	-.157E-06	.000E+00	.000E+00			
TOTAL DISPLACEMENT							.000E+00	.237E-05	.325E-03

**POSITION NUMBER 3**

	XX	YY	ZZ	YZ	XZ	XY	UX	UY	UZ
TOTAL STRESS	.847E+00	.717E+00	-.442E-01	-.854E-02	-.572E-05	.000E+00			
TOTAL STRAIN	.851E-04	.606E-04	-.823E-04	-.160E-05	-.107E-08	.000E+00			
TOTAL DISPLACEMENT							.294E-08	.831E-05	.319E-03

**POSITION NUMBER 4**

	XX	YY	ZZ	YZ	XZ	XY	UX	UY	UZ
TOTAL STRESS	-.144E-02	-.176E-02	-.148E-01	.000E+00	.000E+00	.000E+00			
TOTAL STRAIN	.795E-04	.726E-04	-.207E-03	.000E+00	.000E+00	.000E+00			
TOTAL DISPLACEMENT							.000E+00	.000E+00	.270E-03

**POSITION NUMBER 5**

	XX	YY	ZZ	YZ	XZ	XY	UX	UY	UZ
TOTAL STRESS	-.143E-02	-.177E-02	-.147E-01	-.544E-03	.000E+00	.000E+00			
TOTAL STRAIN	.792E-04	.719E-04	-.206E-03	-.117E-04	.000E+00	.000E+00			
TOTAL DISPLACEMENT							.000E+00	.380E-05	.269E-03

**POSITION NUMBER 6**

	XX	YY	ZZ	YZ	XZ	XY	UX	UY	UZ
TOTAL STRESS	-.138E-02	-.186E-02	-.141E-01	-.158E-02	.000E+00	.000E+00			
TOTAL STRAIN	.769E-04	.665E-04	-.197E-03	-.340E-04	.000E+00	.000E+00			
TOTAL DISPLACEMENT							.000E+00	.111E-04	.265E-03

End of output file

**Прилог V: Прорачун напона и деформација у  
вишеслојном еластичном систему за потребе анализе  
замора у коловозној конструкцији – ТИП 3**

Input file:

\*

1

6 11

+4.0500E+03 +3.5000E-01 +4.0000E-02 +2.6257E-02

+5.6200E+03 +3.5000E-01 +6.0000E-02 +2.6257E-02

+6.2250E+03 +3.5000E-01 +7.0000E-02 +1.0500E-01

+2.3000E+02 +3.5000E-01 +0.1500E+00 +1.0500E-01

+1.2000E+02 +3.5000E-01 +0.2500E+00 +1.0500E-01

+0.5000E+02 +4.0000E-01

2

LOAD 2.0000E-02 0.1052E+00 0.0000E+00 0.1575E+00 0.0000E+00 0.0000E+00

LOAD 2.0000E-02 0.1052E+00 0.0000E+00 -0.1575E+00 0.0000E+00 0.0000E+00

UR UT UZ SRRSTTSZZSRTSRZSTZERRETTEZZERTERZETZUX UY  
SXXSXYSXZSYYSYZEXXEXYEXZEY YEY

6

3 +0.0000E+00 +0.0000E+00 +1.7000E-01

3 +0.0000E+00 +5.2500E-02 +1.7000E-01

3 +0.0000E+00 +1.5755E-01 +1.7000E-01

6 +0.0000E+00 +0.0000E+00 +5.7000E-01

6 +0.0000E+00 +5.2500E-02 +5.7000E-01

6 +0.0000E+00 +1.5750E-01 +5.7000E-01

SYSTEM No. 1

**POSITION NUMBER 1**

	XX	YY	ZZ	YZ	XZ	XY	UX	UY	UZ
TOTAL STRESS	.971E+00	.633E+00	-.530E-01	.000E+00	.000E+00	.000E+00			
TOTAL STRAIN	.123E-03	.501E-04	-.987E-04	.000E+00	.000E+00	.000E+00			
TOTAL DISPLACEMENT							.000E+00	.000E+00	.449E-03

**POSITION NUMBER 2**

	XX	YY	ZZ	YZ	XZ	XY	UX	UY	UZ
TOTAL STRESS	.100E+01	.709E+00	-.555E-01	-.258E-03	.000E+00	.000E+00			
TOTAL STRAIN	.125E-03	.606E-04	-.105E-03	-.560E-07	.000E+00	.000E+00			
TOTAL DISPLACEMENT							.000E+00	.282E-05	.448E-03

**POSITION NUMBER 3**

	XX	YY	ZZ	YZ	XZ	XY	UX	UY	UZ
TOTAL STRESS	.105E+01	.879E+00	-.599E-01	-.110E-01	-.828E-05	.000E+00			
TOTAL STRAIN	.122E-03	.858E-04	-.118E-03	-.239E-05	-.179E-08	.000E+00			
TOTAL DISPLACEMENT							.437E-08	.109E-04	.439E-03

**POSITION NUMBER 4**

	XX	YY	ZZ	YZ	XZ	XY	UX	UY	UZ
TOTAL STRESS	-.111E-02	-.147E-02	-.157E-01	.000E+00	.000E+00	.000E+00			
TOTAL STRAIN	.115E-03	.105E-03	-.294E-03	.000E+00	.000E+00	.000E+00			
TOTAL DISPLACEMENT							.000E+00	.000E+00	.358E-03

**POSITION NUMBER 5**

	XX	YY	ZZ	YZ	XZ	XY	UX	UY	UZ
TOTAL STRESS	-.111E-02	-.149E-02	-.156E-01	-.613E-03	.000E+00	.000E+00			
TOTAL STRAIN	.115E-03	.104E-03	-.292E-03	-.172E-04	.000E+00	.000E+00			
TOTAL DISPLACEMENT							.000E+00	.550E-05	.358E-03

**POSITION NUMBER 6**

	XX	YY	ZZ	YZ	XZ	XY	UX	UY	UZ
TOTAL STRESS	-.105E-02	-.160E-02	-.150E-01	-.177E-02	.000E+00	.000E+00			
TOTAL STRAIN	.111E-03	.961E-04	-.278E-03	-.496E-04	.000E+00	.000E+00			
TOTAL DISPLACEMENT							.000E+00	.161E-04	.352E-03

End of output file