

## 2/2.2 ПРОЈЕКАТ КОЛОВОЗНЕ КОНСТРУКЦИЈЕ

Наручилац и Финансијер: Министарство грађевинарства, саобраћаја и инфраструктуре, Немањина бр.22-26, Београд

Инвеститор: ЈП „Путеви Србије“  
Булевар краља Александра бр.282, Београд

Објекат: „Прва А фаза“ - Државни пут I реда, на траси постојећег државног пута I-Б реда бр.24 ( раније М1.11), веза коридор 10 – Крагујевац, од км 0+000,00 (петља Крагујевац на аутопуту Е-75- раније петља „Баточина“) до км 5+000,00 (крај будуће петље „Баточина –Исток“) – на 14520,14227/5, 14225/1, 13996/3, 14000/1 све КО Лапово и к.п. 6074, 46/3, 16/1, 16/2, 16/3, 16/4, 16/5, 39/3, 267/1, 268/1, 15/2, 18/3, 40/1, 12, 10/1, 8, 9, 39/1, 7/4, 6/2, 44/2, 5/10, 4/1, 43, 2/2 све КО Брзан и к.п. 539, 2186, 2185, 2182, 2269, 2179, 2178, 2177, 2174, 2164, 2159, 2158, 2157, 2150, 2151, 2149, 2148, 2144, 2143, 2142, 2021/1, 2021/2, 1831, 1833/1, 1833/2, 1829, 1835,1837, 1838, 1839, 1840, 1844, 1845, 1846, 1847, 1862, 1863, 1874, 1875, 1907,1749, 1748, 1747, 1746, 1719, 1716, 1717, 1715, 1710, 1709, 1708, 1696, 2141, 2140, 2139, 2145, 2031, 2026, 2146, 2270, 2007, 2008, 2030/1, 2013, 2004, 2012, 2030/2, 2029, 2028, 2025, 2024, 2016, 2017, 2018, 2015/2, 2013, 2015/1, 2019, 2020, 1830, 1704, 1702, 1701, 1705, 1706 све КО Баточина варош

Врста техничке документације: ИДП Идејни пројекат

Назив и ознака дела пројекта: 2/2.2 ПРОЈЕКАТ КОЛОВОЗНЕ КОНСТРУКЦИЈЕ

За грађење / извођење радова: реконструкција и доградња

Печат и потпис: Пројектант: Геопут д.о.о., Београд  
Томе Росандића бр. 2  
Милица Трифковић, дипл. грађ. инж.



Печат и потпис: Одговорни пројектант:  
Милан Николић, дипл. грађ. инж.  
Бр. лиценце: 312 7550 04



Број техничке документације: 180312-03/04-170067  
Место и датум: Београд, март 2018. год.

## **2/2.2.2. САДРЖАЈ**

2/2.2.1.	Насловна страна
2/2.2.2.	Садржај
2/2.2.3.	Решење о одређивању одговорног пројектанта
2/2.2.4.	Изјава одговорног пројектанта
2/2.2.5.	Текстуална документација
2/2.2.6.	Прилози



# ГЕОПУТ

## 2/2.2.3. РЕШЕЊЕ О ОДРЕЂИВАЊУ ОДГОВОРНОГ ПРОЈЕКТАНТА

На основу члана 128. Закона о планирању и изградњи ("Службени гласник РС", бр. 72/09, 81/09-исправка, 64/10 одлука УС, 24/11 и 121/12, 42/13—одлука УС, 50/2013—одлука УС, 98/2013—одлука УС, 132/14 и 145/14) и одредби Правилника о садржини, начину и поступку израде и начин вршења контроле техничке документације према класи и намени објекта ("Службени гласник РС", бр. 23/2015, 77/2015, 58/2016, 96/2016 и 67/2017.) као:

### ОДГОВОРНИ ПРОЈЕКТАНТ

за израду пројекта коловозне конструкције у оквиру Идејног пројекта за реконструкцију и доградњу „Прве А фазе“ - Државни пут I реда, на траси постојећег државног пута I-Б реда бр.24 (раније М1.11), веза коридор 10 – Крагујевац, од км 0+000,00 (петља Крагујевац на аутопуту Е-75- раније петља „Баточина“) до км 5+000,00 (крај будуће петље „Баточина –Исток“) – на 14520,14227/5, 14225/1, 13996/3, 14000/1 све КО Лапово и к.п. 6074, 46/3, 16/1, 16/2, 16/3, 16/4, 16/5, 39/3, 267/1, 268/1, 15/2, 18/3, 40/1, 12, 10/1, 8, 9, 39/1, 7/4, 6/2, 44/2, 5/10, 4/1, 43, 2/2 све КО Брзан и к.п. 539, 2186, 2185, 2182, 2269, 2179, 2178, 2177, 2174, 2164, 2159, 2158, 2157, 2150, 2151, 2149, 2148, 2144, 2143, 2142, 2021/1, 2021/2, 1831, 1833/1, 1833/2, 1829, 1835, 1837, 1838, 1839, 1840, 1844, 1845, 1846, 1847, 1862, 1863, 1874, 1875, 1907, 1749, 1748, 1747, 1746, 1719, 1716, 1717, 1715, 1710, 1709, 1708, 1696, 2141, 2140, 2139, 2145, 2031, 2026, 2146, 2270, 2007, 2008, 2030/1, 2013, 2004, 2012, 2030/2, 2029, 2028, 2025, 2024, 2016, 2017, 2018, 2015/2, 2013, 2015/1, 2019, 2020, 1830, 1704, 1702, 1701, 1705, 1706 све КО Баточина варош, одређује се:

Милан Николић, дипл. грађ.инж..... Бр. лиценце: 315 К567 11

Пројектант: ГЕОПУТ ДОО Београд, Томе Росандића бр.2,  
Београд,  
Одговорно лице/заступник: Милица Трифковић, дипл.инж.грађ.  
Печат: Потпис:



Број техничке документације: 180312-03/04-170067  
Место и датум: Београд, март 2018. год



## 2/2.2.4. ИЗЈАВА ОДГОВОРНОГ ПРОЈЕКТАНТА ПРОЈЕКТА КОЛОВОЗНЕ КОНСТРУКЦИЈЕ

Одговорни пројектант пројекта коловозне конструкције у оквиру Идејног пројекта за реконструкцију и доградњу „Прве А фазе“ - Државни пут I реда, на траси постојећег државног пута I-Б реда бр.24 (раније М1.11), веза коридор 10 – Крагујевац, од км 0+000,00 (петља Крагујевац на аутопуту Е-75- раније петља „Баточина“) до км 5+000,00 (крај будуће петље „Баточина –Исток“) – на 14520,14227/5, 14225/1, 13996/3, 14000/1 све КО Лапово и к.п. 6074, 46/3, 16/1, 16/2, 16/3, 16/4, 16/5, 39/3, 267/1, 268/1, 15/2, 18/3, 40/1, 12, 10/1, 8, 9, 39/1, 7/4, 6/2, 44/2, 5/10, 4/1, 43, 2/2 све КО Брзан и к.п. 539, 2186, 2185, 2182, 2269, 2179, 2178, 2177, 2174, 2164, 2159, 2158, 2157, 2150, 2151, 2149, 2148, 2144, 2143, 2142, 2021/1, 2021/2, 1831, 1833/1, 1833/2, 1829, 1835, 1837, 1838, 1839, 1840, 1844, 1845, 1846, 1847, 1862, 1863, 1874, 1875, 1907, 1749, 1748, 1747, 1746, 1719, 1716, 1717, 1715, 1710, 1709, 1708, 1696, 2141, 2140, 2139, 2145, 2031, 2026, 2146, 2270, 2007, 2008, 2030/1, 2013, 2004, 2012, 2030/2, 2029, 2028, 2025, 2024, 2016, 2017, 2018, 2015/2, 2013, 2015/1, 2019, 2020, 1830, 1704, 1702, 1701, 1705, 1706 све КО Баточина варош

Милан Николић, дипл. грађ.инж

### ИЗЈАВЉУЈЕМ

1. да је идејни пројекат израђен у складу са Законом о планирању и изградњи, прописима, стандардима и нормативима из области изградње објеката и правилима струке;
2. да су при изради идејног пројекта поштоване све прописане и утврђене мере и препоруке за испуњење основних захтева за објекат и да је пројекат израђен у складу са мерама и препорукама којима се доказује испуњеност основних захтева.

Одговорни пројектант ИДП:  
Број лиценце:

Милан Николић, дипл. грађ.инж.  
315 K567 11

Печат:

Потпис:



Број техничке документације: 180312-03/04-170067

Место и датум:

Београд, март 2018. год

## **2/2.2.5 ТЕКСТУАЛНА ДОКУМЕНТАЦИЈА**

# 1 УВОД

Свеска 2 је саставни део техничке документације за потребе израде Идејног пројекта за изградњу “прве А фазе” државног пута I реда, на траси постојећег државног пута I-Б реда бр. 24 (раније М-1.11), веза коридор 10 – Крагујевац, од km 0+000 (петља “Крагујевац” на аутопуту Е-75- раније петља “Баточина”) до km км 5+000 (крај будуће петље “Баточина - исток”), а који се односи на прорачун коловозне конструкције.

Пројекат коловозне конструкције на поменутој локацији израђен је на захтев Инвеститора и у складу са Законом о планирању и изградњи ((«Службени гласник Р. Србије», бр.72/09, 81/09- испр.,64/10-допуна-УС,24/11, 121/12, 42/13-одлука УС, 50/13 одлука УС, 132/14 и 145/14).), као и осталим важећим прописима, нормативима и стандардима.

За потребе израде Идејног пројекта предметног пута изведени су следећи радови:

- рекогносцирање терена;
- прикупљање и анализа постојеће документације;
- извођење истражних радова за потребе дефинисања геотехничких услова за потребе пројектовања трасе и пратећих објеката;
- узимање поремећених и непоремећених узорака;
- одређивање нивоа подземне воде;
- лабораторијска испитивања узетих узорака тла.

Пројекат је урађен на основу геомеханичког Елабората у коме су приказани резултати истраживања терена и лабораторијских испитивања која су обављена маја 2017.године.

Истражним радовима је било потребно дефинисати следеће:

- геологију ширег истражног подручја;
- геотехнички профил и литолошку конструкцију терена у оси пута;
- физичко механичке карактеристике заступљених природних средина;
- услове темељења са одговарајућим геостатичким прорачунима;
- одређивање зона слабоносећег тла са предлогом замене;
- прорачун коловозне конструкције;
- предлог локације позајмишта грађевинског материјала са оријентационим масама које се могу експлоатисати.

Истражни простор се налази на деоници постојећег државног пута I-Б реда бр. 24 (раније М-1.11), веза коридор 10 – Крагујевац, од km 0+000 до km 5+000, идући алувијалном равни реке Лепенице.

На изради Елабората учествовали су:

Милан Николић, дипл.грађ.инж.	Одговорни пројектант за коловозну конструкцију
Славиша Илић, дипл.инг. геол.	Одговорни пројектант за геотехнику



Приликом израде овог Елабората уважавани су сви важећи закони и технички нормативи из области геолошких истраживања и фундирања објеката нискоградње.

## 2 ОПШТИ ПОДАЦИ О ИСТРАЖНОМ ПОДРУЧЈУ

Шири истражни простор припада централној Србији, тачније Шумадији на потезу од државног пута I-A реда (коридор X, E-75) до насељеног места Баточина у дужини око 5 km. Предметна деоница почиње од постојеће петље „Крагујевац“ (ранији назив Баточина) до споја са већ изграђеном деоницом државног пута, непосредно после насеља Баточина на стационажи km 5+000. Траса целим делом прати долину реке Лепенице, односно води се њеном алувијалном равни.

Предметна траса пролази рубом шумског подручја „Рогот“ те затим улази у насеље Баточина.

Постојећу саобраћајницу чине две коловозне траке укупне ширине од цца 7.70 m.

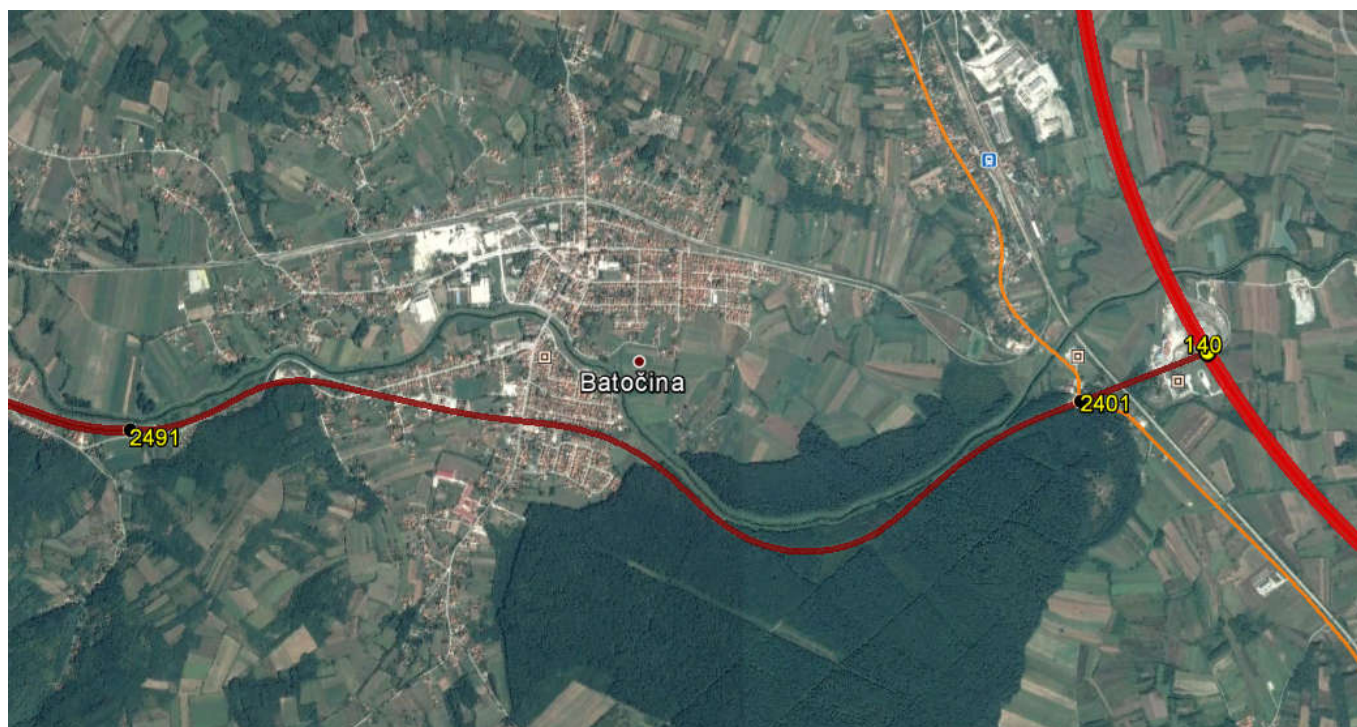
Од објеката на предметној траси, налазе се: надвожњак преко двоколосечне железничке пруге, два потпутњака у насељу Баточина, те већи број цевастих пропуста. Од радова у склопу реконструкције предвиђено је да се изведу два нова објекта – потпутњака у новопроектованој десној траци, док се објекти у левој траци задржавају.

Шири истражни простор се углавном користи као пољопривредно обрадиво земљиште или је под шумом (брдовит део) што, уз чињеницу да је у зони алувијума Лепенице висок ниво подземне воде, може да буде отежавајућа околност приликом одабира локације позајмишта грађевинског материјала.

Морфологија терена је углавном равничарског до благо брежуљкастог карактера и као што је речено припада алувијалној равни реке Лепенице.

Укупна дужина саобраћајнице је  $L \approx 5.000,00$  m и пројектовање и изградња нових саобраћајних трака ће се обавити дуж постојеће трасе.

На слици бр. 1 приказан је сателитски снимак ширег и ужег истражног подручја.



Слика бр.1. Сателитски приказ предметне трасе

## 2.1 ГЕОМОРФОЛОШКЕ И ХИДРОЛОШКЕ ОДЛИКЕ ШИРЕГ ИСТРАЖНОГ ПОДРУЧЈА

Предметна локација налази се на око 44° 08' 50" северне географске ширине и 21° 04' 00" источне географске дужине по Гриничу.

У геоморфолошком смислу терен се одликује благим рељефом, слабом разуђености рељефа са малим апсолутним и релативним висинама.

Локација припада источном делу Шумадије, благо заталасаном са максималном надморском висином од око 290 м.нв.

Највећи део предметне трасе лежи преко алувијалних седимената реке Лепенице. Мофолошки, тај део терена је готово потпуно раван са благим падом према североистоку, са надморским висинама од 100 - 115 м.нв.

Шире истражно подручје припада велико-моравском неогеном басену.

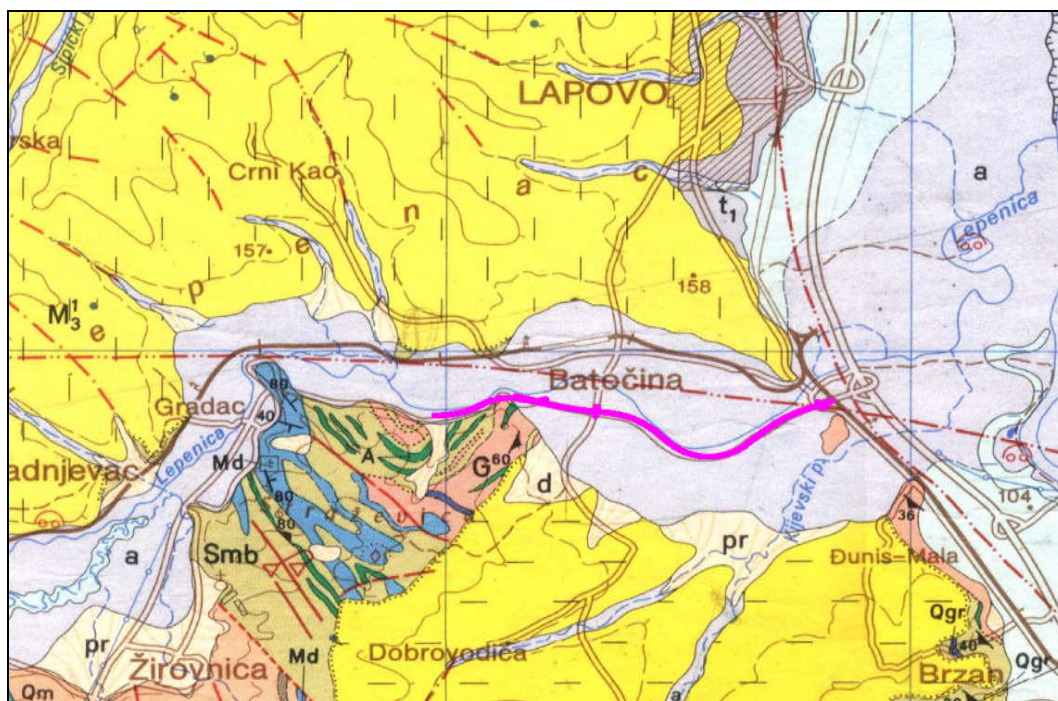
Хидрографска мрежа истражног подручја је густа и добро развијена и у целини припада сливу Дунава, односно Црног мора. Највећи део токова гравитира према реци Лепеници, а ова према Великој Морави.

## 2.2 ПРИКАЗ ОПШТЕ ГЕОЛОШКЕ ГРАЂЕ ШИРЕГ ИСТРАЖНОГ ПОДРУЧЈА

Предметна траса припада листу Л 34-139 Лапово, Основне геолошке карте размере 1:100 000, слика бр. 2.

На основу спроведених истраживања утврђено је да терен, до дубине истраживања, изграђују квартарни седименти који леже преко седимената прекамбријумске старости.

Алувијон (al) је изграђен од глине, песка и шљунка, неогени седименти (M31) од лапоровитих глина које се смењују са песковима, а прекамбријум је представљен гнајсевима (G), дволискунским микашистима (Smb) и амфиболима (A).



Слика бр.2: Геолошка грађа ширег подручја, ОГК: лист L34-139 Лапово



## **2.3 ХИДРОГЕОЛОШКЕ КАРАКТЕРИСТИКЕ ТЕРЕНА**

Најзначајнија компонента прихрањивања издани водом су падавине (киша и снег), односно воде које доспевају са површине терена, и постепено се процеђују у дубље слојеве. У доброј мери, прихрањивање издани врши се из повремених и сталних токова током високог водостаја.

У склопу терена, алувијон (al) представља највећу водопрпусну хидрогеолошку целину, односно хидрогеолошки колектор спроводник. Овде је могуће сезонско формирање издани која се брзо дренира и у директној је хидрауличкој вези са реком Лепеницом. Обзиром да је састав алувијона веома хетероген и хидрогеолошка својства су променљива. Порозност се креће од микропорозне у прашинастим глинама до међузрнасте у песковима и шљунковима. Алувијални пескови до шљунковити пескови (alp, alpš) и шљункови (alš) који представљају најзначајнију водоносну средину у истражном подручју. У хидродинамичком смислу алувијалне наслага представљају изразиту двослојевиту средину: добро водопрпусни пескови до шљунковити пескови и глине прашинасте (alg) које чине полупропусну повлату.

Елувијално-делувијални седименти (el-dl) представљају хетерогену средину у којој поједини слојеви имају улогу изолатора док се други понашају као колектори и спроводници.

У оквиру неогених наслага лапоровите глине се смењују са песковима који представљају водоносне средине, а глине представљају полупропусне или водонепропусне повлатне или подинске хоризонте.

Старији седименти прекамбријума, који се налазе у подлози квартарних седимената, изграђени су од чврсте стенске масе и одликују се пукотинском порозношћу која се смањује са дубином како утицај површинског распадања опада.

Ниво подземне воде налази се на дубини 2.8 – 5.0 m у зони алувијона.

## **2.4 САВРЕМЕНИ ГЕОДИНАМИЧКИ ПРОЦЕСИ**

Рекогносцирањем терена добијен је детаљан увид у морфолошке процесе који су обликовали данашњи рељеф. На истражном подручју нису уочени савремени геодинамички процеси.

Узимајући у обзир морфологију и релативне висине, можемо рећи да је предметни пут равничарског до брежуљкастог типа.

На делу где је пут равничарског типа, алувијална раван Лепенице, нису регистровани динамички процеси ерозије речне обале, подлокавање објеката или плављење, јер је речно корито углавном уређено и заштићено насипима.

Терен на ширем истражном подручју користи се у највећем делу у пољопривредне сврхе док је остатак под шумом, тако да нема активних процеса јаружања и планарне ерозије.

Такође нису уочени знаци рецентних померања тла, односно клизања. Не постоје видљива обележја нестабилности терена као што су карактеристични рељеф, забарења у зони трбуха тела клизишта, оштећења на објектима, накривљена стабла и стубови и друго.

Генерално цело истражно подручје је стабилно без активних геодинамичких процеса и појава.

### **3 ПРОРАЧУН КОЛОВОЗНЕ КОНСТРУКЦИЈЕ**

#### **3.1 УВОД**

Појам савремене коловозне конструкције подразумева вишеслојну конструкцију која се поставља на постељицу и састоји се од подлоге и застора. Улога коловозне конструкције је да преузме саобраћајно оптерећење и да га пренесе на подлогу, тако да сама конструкција претрпи што мања оштећења у датим временским околностима.

Да би испунила свој циљ, коловозна конструкција мора да има одговарајућу:

- Носивост
- Трајност
- Отпорност на клизање
- Да је заштићена од дејства воде

Димензионисање коловозних конструкција обухвата неке од активности :

- Одређивање дебљине и састава појединих слојева коловозне конструкције,
- Дефинисање захтева квалитета и састава појединих мешавина у слојевима коловозне конструкције,
- Дефинисање квалитета употребљених материјала у постељици,
- Утврђивање технологије радова,
- Анализа трошкова грађења и одржавања коловозне конструкције,
- Упоредба варијантних решења и избор оптималног састава и дебљине слојева са аспекта стратегије коришћења и управљања путевима.

У складу са Пројектним задатком пројекат коловозне конструкције треба да уважи савремена знања развијених европских земаља из области материјала и пројектовања коловозних конструкција. Од пројекта се очекују пројектна решења која ће обезбедити адекватну носивост, без структурних оштећења, за дуги период експлоатације.

#### **3.2 УТИЦАЈНИ ПАРАМЕТРИ**

У поступку пројектовања коловозне конструкције разматрани су следећи параметри:

1. Прогноза саобраћаја у наредном периоду експлоатације од 20 година, карактеристике врста возила, њихово осовинско оптерећење.
2. Укупан број номиналних еквивалентних осовина од 100kN,
3. Геомеханичке карактеристике локалног тла,
4. Подаци о постојећој коловозној конструкцији,
5. Климатске карактеристике подручја са оценом индекса мраза и ефективних температура асфалта меродавних за димензионисање.

##### **3.2.1. ПРОГНОЗА САОБРАЋАЈНОГ ОПТЕРЕЋЕЊА**

Прогноза саобраћајног оптерећење обрађена је посебним сепаратом, у склопу дела овог пројекта који се односи на саобраћајне анализе.

Како се овим пројектом предвиђа израда флексибилне коловозне конструкције, усвојиће се, по прихваћеном правилу за овај тип коловоза и пројектним условима, пројектни период од 20 година и на основу тог ће се одређивати возна способност површине коловозног застора на крају пројектног периода и меродавно саобраћајно оптерећење.

Предметна деоница представља логичан наставак већ изграђене деонице на истом путном правцу, од km 5+000 до km 14+200 (Баточина – Крагујевац), те се приликом избора коловозне конструкције на предметној деоници извршила анализа усвојене коловозне конструкције на тој деоници, с обзиром да се ради о сличној структури саобраћаја и климатским условима на месту изградње.

Саобраћајно оптерећење на гравитирајућим саобраћајницама се не може егзактно доказати мерењем токова возила и њиховом структуром. Зато ће се усвојити вредности на основу претпоставки о њиховом очекиваном оптерећењу, а на основу пројектних услова, планске документације о развоју подручја и начелима за пројектовање саобраћајних чворова у нивоу и ван нивоа укрштања.

За новопроектвану рампу у склопу постојеће денивелисане раскрснице на споју са постојећим аутопутем, из правца Баточине према Нишу саобраћајно оптерећење је усвојено као и на осталим рампама овог путног правца са провером и анализом бројања саобраћаја што је и обрађено у елаборату који обрађује саобраћајне анализе.

Коловозна конструкција локалних саобраћајница, које представљају углавном саобраћајнице са ниским интезитетом саобраћајног оптерећења, чија је намена углавном приступ путничких возила до постојећих индивидуалних објеката, усвојена је у складу са тачком 8.2.2.2. Приручника за пројектовање путева у Републици Србији, тј. Извршена је процена на бази искуства за сличне саобраћајнице, те је на основу тога процењено саобраћајно оптерећење  $P=3 \times 10^5$  меродавних осовина (НОО 100kN), што припада класи лаког саобраћајног оптерећења (табела 8.2.2.8).

### 3.2.2. УКУПАН БРОЈ ЕКВИВАЛЕНТНИХ ОСОВИНА

Поступак одређивања укупног еквивалентног саобраћајног оптерећења дат је у делу пројекта који се односи на саобраћајне анализе.

### 3.2.3. ВОЗНА СПОСОБНОСТ ПОВРШИНЕ КОЛОВОЗНОГ ЗАСТОРА НА КРАЈУ ПРОЈЕКТНОГ ПЕРИОДА

Возна способност површине коловозног застора се процењује преко индекса возне способности "п", чије су граничне вредности  $p=5,0$  за нове и идеално равне коловозе и  $p=0$  за потпуно уништен коловоз, по ком није могућа вожња.

Приручником за пројектовање путева у Републици Србији предвиђена је и усвојена најмања вредност индекса возне способности "п" на крају пројектног периода  $p_k=2,5$ .

### 3.2.4. КЛИМАТСКО-ХИДРОЛОШКИ УСЛОВИ

Утицај климатско - хидролошких услова на носивост коловозне конструкције се уводи у алгоритам за дефинисање врсте, састава и својстава појединих слојева коловоза применом "регионалног фактора" Р. Његова вредност се креће у распону од 0.5 до 5.0, при чему су веће вредности неповољније.

Приручником за пројектовање путева у Републици Србији је усвојена величина овог фактора  $P=2.0$ .

Овом анализом се мора нагласити да се пројектовани пут налази на подручју са оштрим климатским условима и сложеном геолошком структуром тла. Зато је осетљивост природног тла овог подручја на појединим деоницама на промене хидролошких услова значајна.

На траси пројектованог објекта није израђена детаљна геотехничка карта, па се на основу ње, свака грађевинска интервенција мора пажљиво анализирати са становишта очувања природних хидролошких услова.

Иако се хидролошки параметри могу сматрати повољним, пројектанту се препоручује усвајање техничких решења која омогућавају ефикасно дренарање постељице и одводњу површинских вода.

Подземне воде мерене у дванаест истражних бушотина се крећу у интервалу од 2,6 m до 5,0 m, и немају значајнијег утицаја на коловозну конструкцију, с обзиром да се највећи део новопроектване трасе ради у насипу.

### 3.2.5. НОСИВОСТ МАТЕРИЈАЛА ПОСТЕЉИЦЕ

CBR вредност и други геотехнички параметри су усвојени на основу анализе података из Елабората о геотехничким условима који је саставни део овог пројекта.

Пројектним задатком су дата оквирна решења за избор коловозне конструкције. У зони изградње пројектоване трасе се налазе потенцијални ресурси употребљивих грађевинских материјала за реализацију неких позиција овог пројекта. Економски параметри сугеришу могућност њихове примене. То се нарочито односи на коришћење локалних камених материјала и њихових прерађевина за побољшање или израду постељице пута. Хетерогеност затеченог геолошког профила у зони будуће коловозне конструкције (од коте нивелете до подтла) намеће потребу за побољшање постељице у зонама носивости мањим од CBR15%. Како је истражним радовима констатована носивост тла мања од захтеване на целој деоници, неопходно је на целој деоници, гдје се врши изградња нове коловозне конструкције, извршити ојачање постељице.

На захтев пројектанта и потенцијално употребљиве материјале за уградњу у постељицу, очекиване вредности се крећу до мин 15 %, па ће за прорачун коловозне конструкције бити усвојена вредност од 15 %, под условом да се овај гранични параметар обезбеди на целој траси.

Пројектом геометрије пута су условљена два типа попречног пресека - засек и насип. Како се не предвиђа коришћење локалних материјала из ископа за израду насипних делова профила, условљава се довођење њихове носивости на минималну вредност CBR или на степен збијености прописан критеријумима за израду насипа и постељице. Пројектом геометрије предвидети израду постељице од мин 40 см дробљеног каменог материјала фракције 0/63 mm или другом гранулацијом, погодном у финансијском и техничком погледу. Зато се, без обзира на дужину пројектоване саобраћајнице, цца 5 km, за целу трасу усваја јединствена вредност Калифорнијског индекса носивости: CBR=15%

Карактеристике препоручених материјала за израду насипа дати су у Геомеханичком елаборату.

### 3.2.6. КВАЛИТЕТ ПРИМЕЊЕНИХ МАТЕРИЈАЛА У КОЛОВОЗНОЈ КОНСТРУКЦИЈИ

За коловоз пројектоване саобраћајнице је усвојена флексибилна коловозна конструкција.

Квалитет материјала за поједине слојеве асфалтног коловоза, чије се димензионисање врши према Приручником за пројектовање путева у Републици Србији, мора задовољити захтеве квалите прописане Приручником. При димензионисању асфалтне коловозне конструкције, примењени материјали се вреднују преко коефицијената замене материјала. Примењени стандард дефинише просечне вредности коефицијената замене, примењених у конкретним композицијама слојева коловозне конструкције.

У ту сврху, коефицијенти замене материјала се одређују:

- За асфалтне слојеве - према вредности стабилности мешавине по Marshall-у.
- За цементну стабилизацију зрнатих камених материјала - преко вредности притисне чврстоће после 7 дана.
- За невезане зрнате камене материјале - преко вредности CBR.

### 3.2.7. ПРЕТПОСТАВЉЕНИ САСТАВ КОЛОВОЗНЕ КОНСТРУКЦИЈЕ

Деоница пројектованог пута од ће бити формирана као део путне мреже региона. Овим пројектом се дефинише изградња новог коловоза, реконструкција постојећег на делу проширења постојеће саобраћајне траке, те рехабилитација постојећег коловоза на

делу од km 0+000 до km 0+600.

Теренски истражни радови су обухватили сондирање терена дванаесет сондажних радова, теренску идентификацију и класификацију тла и слојева самониклог тла, узимање узорака за лабораторијска испитивања и утврђивање хидролошких параметара.

Лабораторијским анализама су обухваћена идентификационо - класификациона испитивања и одређивање физичко-механичких карактеристика тла и слојева постојећег коловоза.

Основне карактеристике коридора на целој дужини пројектоване трасе су следеће:

Генерално, хидролошки услови се могу сматрати повољним (насипи виши од 1,5 m, засеци са обезбеђеним добрим условима одводњавања површинских вода, ниво подземне воде нижи од дубине смрзавања). Поред тога је и цела деоница предвиђена да се ради на насипу. На основу дубине продирања мрза и нивоа подземне воде као и предвиђеног материјала у постељици који спада у групу Г1 хидролошки услови су оцењени као повољни и није потребно штитити конструкцију од штетног дејства мрза. С обзиром да се траса у на готово целој дужини изводи у насипу, неопходно је материјал за израду насипа обезбедити из позајмишта изван зоне радова. То омогућава примену јединствене коловозне конструкције целом дужином пројектованог пута.

### 3.2.8. ДИМЕНЗИОНИСАЊЕ КОЛОВОЗНЕ КОНСТРУКЦИЈЕ

Димензионисање се врши према методи дефинисаном Приручником за пројектовање путева у Републици Србији, књига 8. конструктивни елементи пута, дио 8.2. коловозне конструкције.

Усвојен је тип 1 флексибилног коловоза, који се састоји од асфалтних и слојева од невезаног зрнатог каменог материјала.

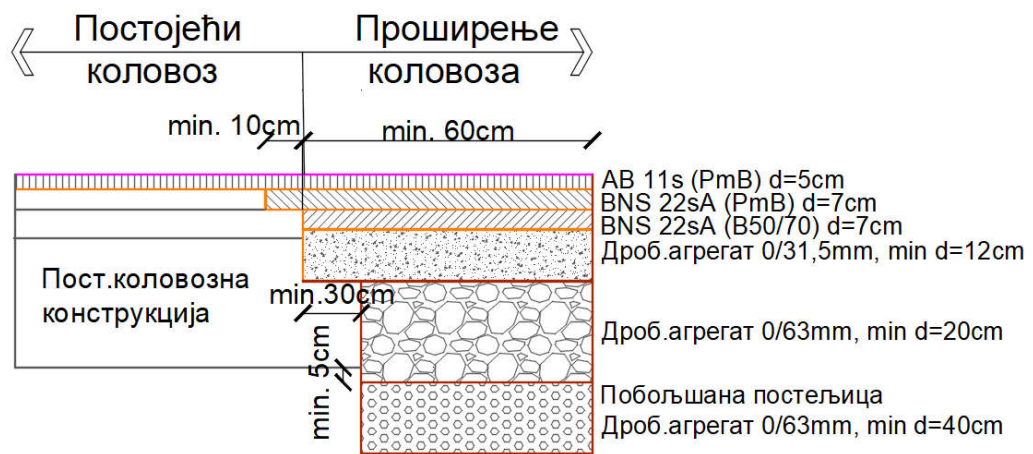
Поступак димензионисања коловозне конструкције дат је у прилогу овог елабората.

На делу постојећег коловоза који се задржава пројектним решењем, предвиђа се пресвлачење новим хабајућим слојем уз претходно профилисање коловоза и израду изравнавајућег слоја.

Визуелним прегледом утврђено је да је стање постојећег коловоза задовољавајуће, без уочених значајнијих оштећења. Профилисање и пресвлачењем коловоза новим хабајућим слојем је предвиђено из разлога корекције постојећег попречног пада, на делу где исти не задовољава возно динамичке карактеристике. Такође, на делу где се коловоз проширује извршена је доградња дела коловоза, те је предвиђен хабајући слој на целој ширини који поред горе наведених разлога има функцију спречавања продирања воде на месту споја, те формирање јединствене возне површине како се возачи неби доводили у заблуду (различите боје новог и старог застора) и сл.

Везу између постојећег коловоза и новопројектованог извести а начин како је то приказано на следећој скици.





*Схема везе постојеће коловозне конструкције са новопроектваном на делу проширења коловоза*

Такође истражним радовима утврђено је да је дебљина постојећег коловозног застора у распону од 16 до 18 cm.

Према подацима из базе података ЈП „Путеви Србије“, за предметну деоницу идентификовани су такође сличне дебљине коловозног застора и крећу се у распону од 11 до 23cm.

Дебљина постојећег хабајућег слоја је у распону од 4,5cm до 5,2cm.

С обзиром да се предвиђеним интервенцијама врше минимално уклањање постојећег хабајућег слоја (од 1 до 3cm, изузетно до 5cm) предложеним решењем се постојећа коловозна конструкција додатно ојачава с новим хабајућим слојем бољих физичко-механичких карактеристика.

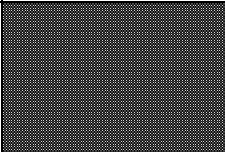


Предложена решења су третирана на бази нивоа разраде и геодетског снимања за потребе идејног пројекта, у склопу даље разраде пројектне документације тј. Израде главног пројекта потребно је извршити детаљније геодетско снимање и извршити додатна испитивања постојећег коловоза, те на бази тога по потреби извршити додатне корекције у погледу димензионисања коловозне конструкције.

На основу свега усвојени су следећи третмани за коловозне конструкције:

- ТИП А (нова коловозна конструкција на главној траси и проширењу постојећег коловоза на магистралном путу)

5,0 cm	Даб	AB11s PmB45/80-65	Д <sub>АМ</sub>	19,0 cm	Асфалтни слојеви (застор, везни слој и битуменизирани носиви слој)
7,0 cm	Д <sub>бнс</sub>	BNS 22sA PmB45/80-65			
7,0 cm	Д <sub>бнс</sub>	BNS 22sA BIT 50/70			
			Д <sub>ннс</sub>	12,0cm	Носиви слој од невезаног дробљеног каменог агрегата, 0/31.5mm
			Д <sub>тамп</sub>	20,0 cm	Носиви слој од невезаног дробљеног каменог агрегата, 0/63mm
			Д <sub>пост</sub>	40,0 cm	Побољшана постељица Носиви слој од неvezаног дробљеног каменог агрегата, 0/63mm (мин. CBR=15%)
					

- ТИП Б (нова коловозна конструкција на рампи денивелисане раскрснице, делу државног пута II-A реда и реконструкција градске саобраћајнице у зони кружних раскрсница )

5,0 cm	Даб	AB 11s PmB45/80-65	Д <sub>АМ</sub>	17,0 cm	Асфалтни слојеви (застор, везни слој и битуменизирани носиви слој)
6,0 cm	Д <sub>бнс</sub>	BNS 22sA PmB45/80-65			
6,0 cm	Д <sub>бнс</sub>	BNS 22sA BIT 50/70			
			Д <sub>тамп</sub>	25,0 cm	Носиви слој од невезаног дробљеног каменог агрегата, 0/31mm
			Д <sub>пост</sub>	40,0 cm	Побољшана постељица Носиви слој од неvezаног дробљеног каменог агрегата, 0/63mm (мин. CBR=15%)
					

• ТИП Ц (нова коловозна конструкција на локалним саобраћајницама)

4,0 cm	Даб	AB11 B 50/70	Д <sub>АМ</sub>	10,0 cm	Асфалтни слојеви (застор и битуменизирани носиви слој)
6,0 cm	Дбнс	BNS 22sA BIT 50/70			
			Д <sub>тамп</sub>	15,0 cm	Носиви слој од невезаног дробљеног каменог агрегата, 0/31mm
			Д <sub>пост</sub>	20,0 cm	Побољшана постељица Носиви слој од неvezаног дробљеног каменог агрегата, 0/63mm (мин. CBR=10%)

• ТИП Д (ојачање постојећих колвозних конструкција на главној траси који се задржавају)

5,0 cm	Даб	AB11s PmB45/80-65	Д <sub>АМ</sub>	8,00-10,00 cm	Асфалтни слојеви (застор, слој за изравнање), претходно извршити профилисање постојећег коловоза, чишћење те наношење битуменске емулзије
3,0-5,0 cm	Дизр	AB 11s PmB45/80-65			

• ТИП Е - На тротоарима

5,0 cm	Дбб	AB11 B 50/70	Д <sub>АМ</sub>	5,0 cm	Асфалтни слојеви (застор)
			Д <sub>тамп</sub>	25,0 cm	Носиви слој од невезаног дробљеног каменог агрегата, 0/31.5mm
			Д <sub>пост</sub>		Постељица од природног материјала (мин. CBR=5%)

### 3.2.9. ПРОРАЧУН КРИТИЧНИХ НАПРЕЗАЊА У КОЛОВОЗНОЈ КОНСТРУКЦИЈИ

Према начелима и критеријумима који важе за теоријска димензионисања флексибилних коловозних конструкција, тј. На израчунавању напрезања (деформација) у одређеним критичним пресецима конструкције и њихово поређење са допуштеним величинама.

Коловозна констукција, у овом случају, се може посматрати као двослојна, и то:

- први слој представљају асфалтни материјали,
- други слој представљају невезани зрнасти материјали.

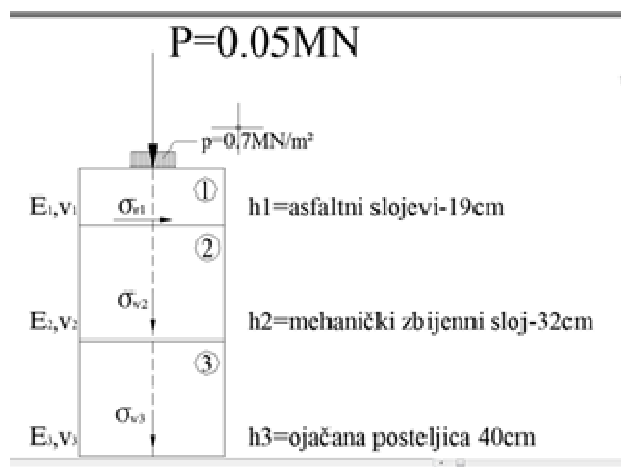
У систему дјелује и материјал постељице.

Горе наведени материјали се понашају различито под оптерећењем и различито су осетљиви на напрезања.

Највећа напрезања затезања се најчешће јављају на доњој страни везаних слојева, а на вертикалне деформације изазване оптерећењем најосјетљивија је постељица.

На основу тога критична напрезања се јављају на доњој страни асфалтних слојева ( $\sigma_{r1} / p$ ) те вертикално напрезање у механички збијеном слоју и постељици ( $\sigma_{v2}, \sigma_{v3}$ ).

За све слојеве претпоставља се Poissonov коефицијент  $\nu=0.50$ .



#### A) Одређивање хоризонталних сила затезања

Да би се могли употребити Müllerovi номограми за одређивање хоризонталних радијалних напрезања, систем је неопходно претворити у двослојни. У ту сврху се невезани носиви слојеви претварају у материјал постељице.

Модул еластичности невезаних механички збијени слојева се одређује из следеће формуле:

$$E_{din} = 10 \times CBR \left[ MN / m^2 \right]$$

$$E_{Pdin} = 10 \times 15 = 150 MN / m^2 \text{ - постелица}$$

$E_{NSdin} = 10 \times 100 \times 0.76 = 760 MN / m^2$  - механички збијени носиви слој (репрезентативна вредност динамичког модула еластичности је 76%)

$E_{NSdin}$  - динамички модул еластичности неvezаног носивог слоја  $[MN / m^2]$

$E_{Pdin}$  - динамички модул еластичности постелице  $[MN / m^2]$

Динамички модули еластичности асфалта одређују се на основу таблице коју су дали Dormon и Edwards, а базира се на испитивању динамичког модула еластичности асфалтних мјешавина у зависности од температуре, и то:

- за зимске услове  $E_{din} = 15000 MN / m^2$
- за љетне услове  $E_{din} = 2000 MN / m^2$

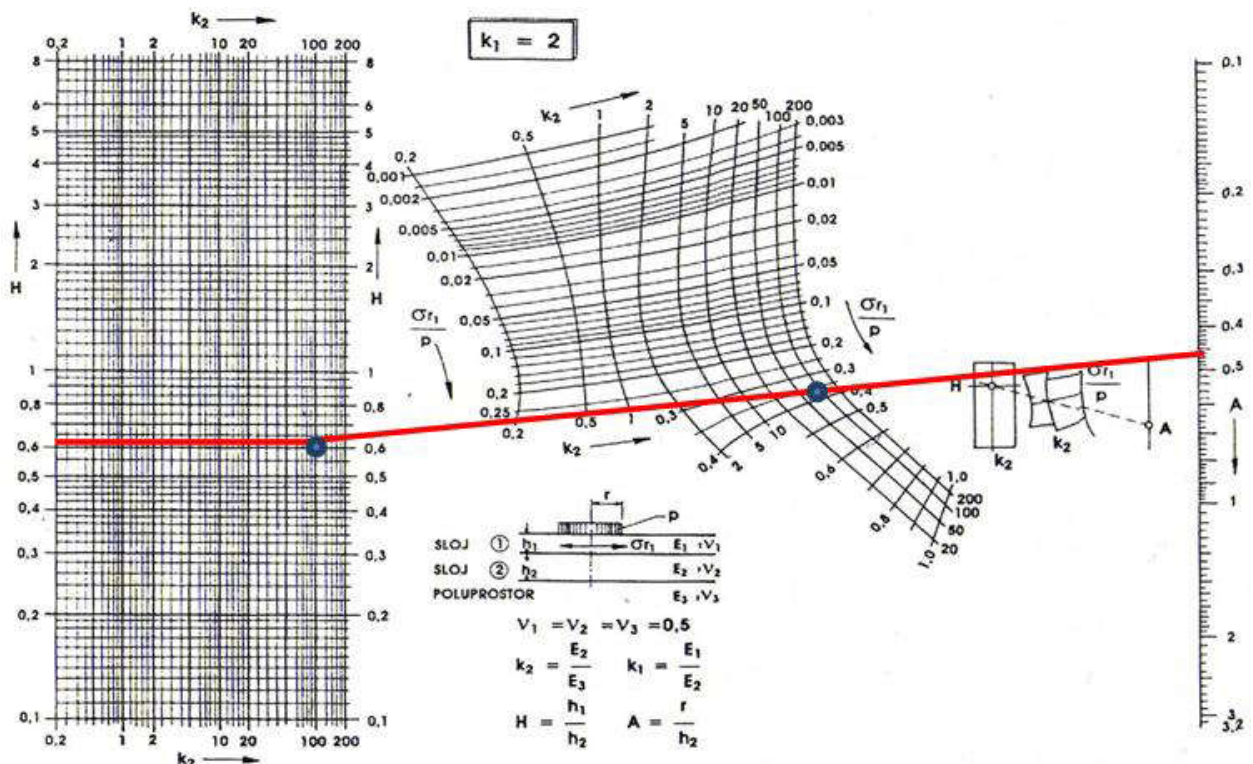
$$k_1 = \frac{E_1}{E_2} = \frac{15000}{760} = 19.74 (\text{zimski uslovi})$$

$$k_1 = \frac{E_1}{E_2} = \frac{2000}{760} = 2.63 (\text{ljetni uslovi})$$

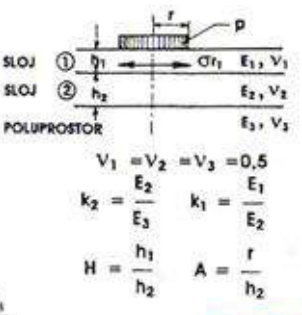
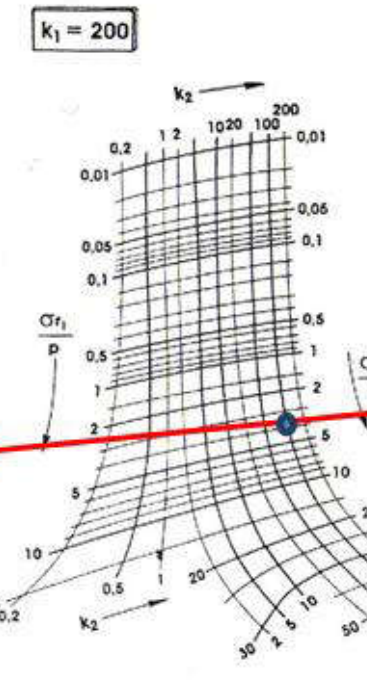
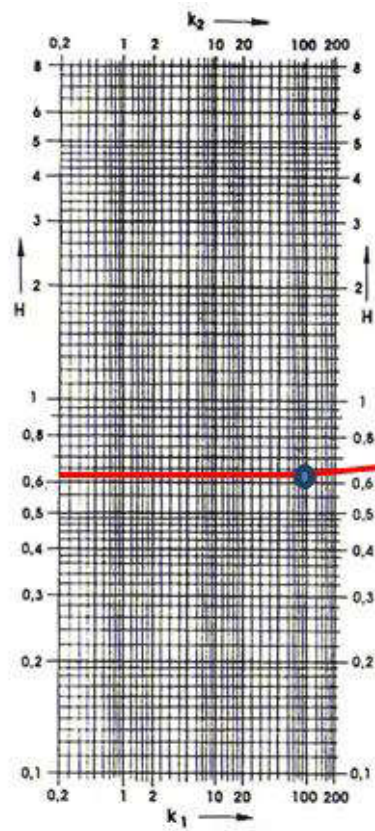
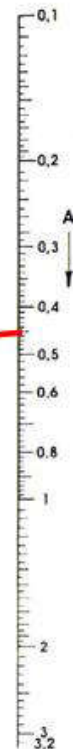
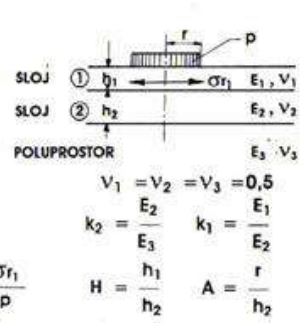
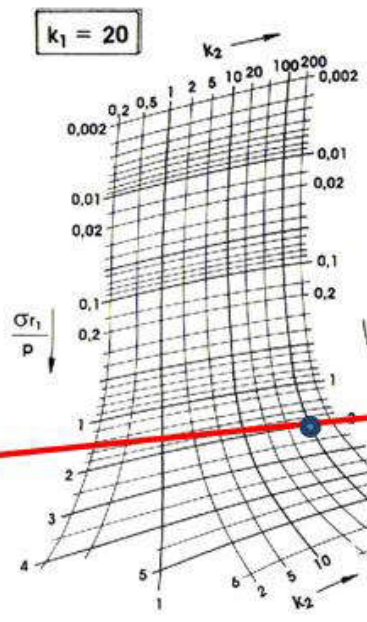
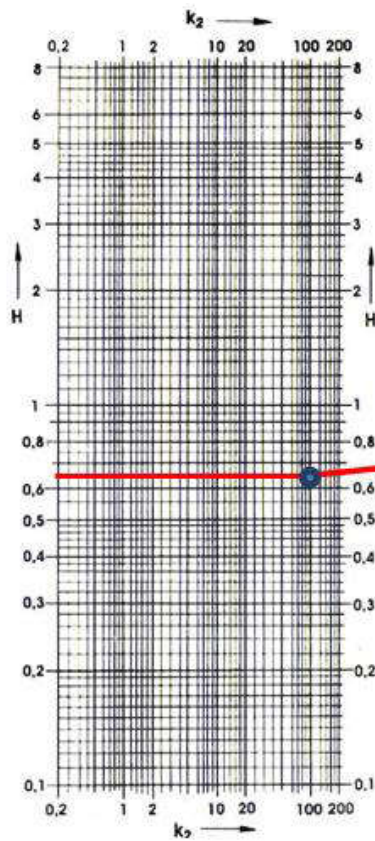
$$H = \frac{h_1}{h_2} = \frac{0.19}{0.32} = 0.59$$

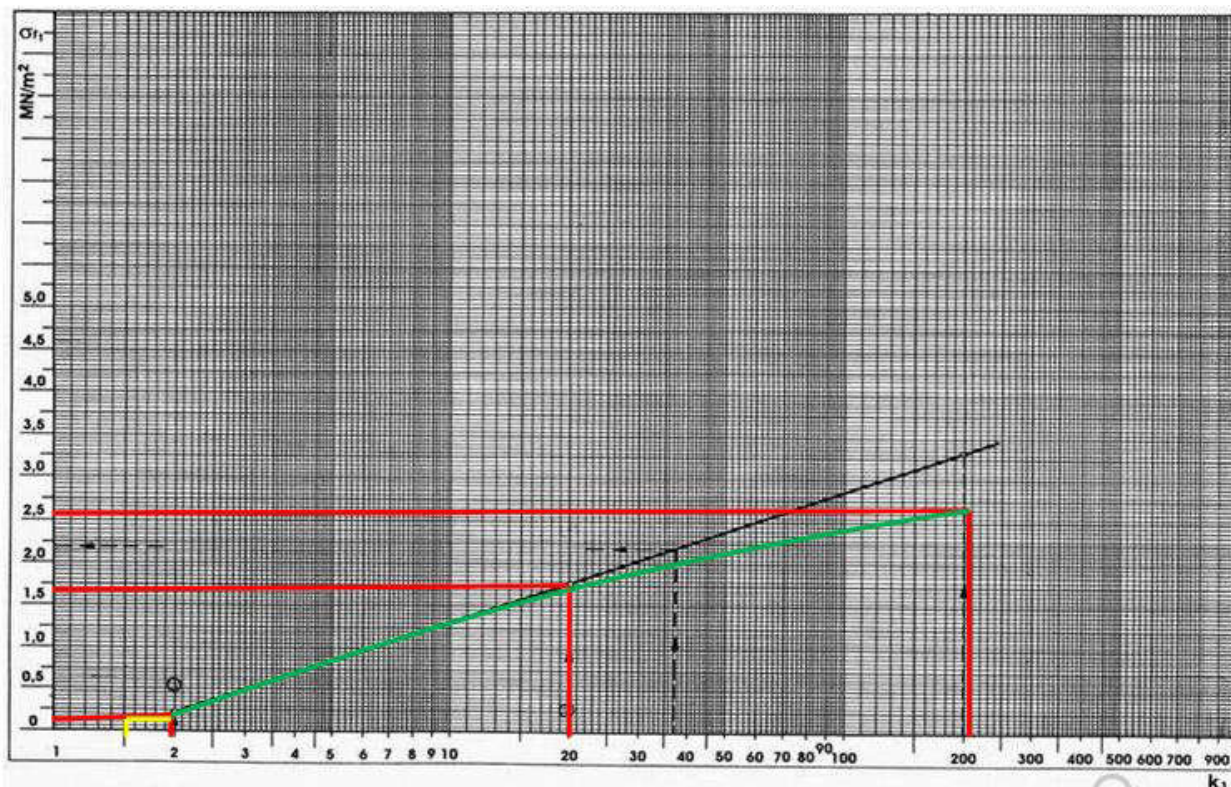
$$A = \frac{r}{h_2} = \frac{0.15}{0.32} = 0.47 \text{ (} r \text{ - radijus dodirne površine točka usvojeno } r = 15 \text{ cm)}$$

Из Müllerovih номограма за вриједности  $k_1 = 2, 20$  и  $200$  одређена је вриједност  $\sigma_{r1} / p$ , множењем са  $0,7 MN/m^2$  добијају се одговарајуће вриједности  $\sigma_{r1}$ , те на основу полулогаритамске мреже одреде стварни  $\sigma_{r1}$ .









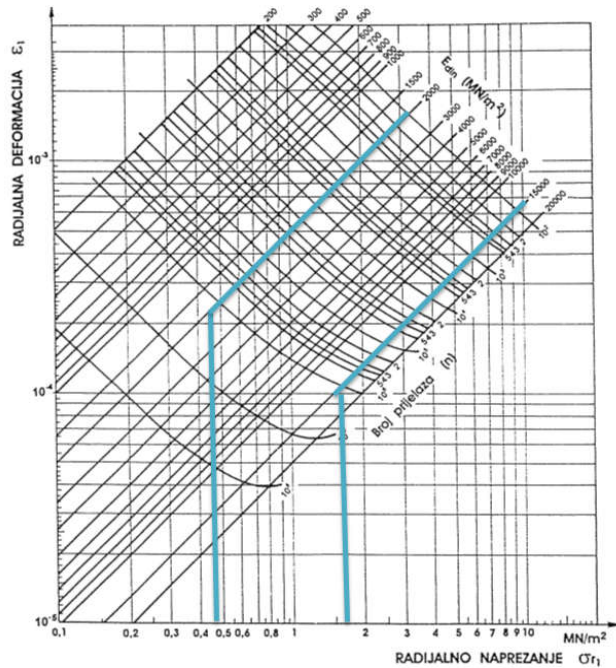
$k_1$	$\sigma_{r1} / p$	$\sigma_{r1}$ ( $\text{MN/m}^2$ )
2	0,35	0,25
20	2,20	1,54
200	3,90	2,73
зима		1,50
лето		0,40

За читање са Неукел/Клотров – од дијаграма за припадајуће саобраћајано оптерећење, добијају се допуштени напони, и то:

За љетни период ( $E=2000 \text{ MN/m}^2$ )  $\Rightarrow 0.48 \text{ MN/m}^2$

За зимски период ( $E=15000 \text{ MN/m}^2$ )  $\Rightarrow 1.70 \text{ MN/m}^2$





### Б.) Одређивање напрезања од вертикалног притиска на постељци

Прорачун је базиран на методи Одемарка, гдје коловозна конструкција претвара у еластични хомогени изотропни полупростор. Сваки слој претвори у слој еквивалентне дебљине према формулама:

$$h'_i = n \times h_i \times \sqrt[3]{\frac{E_i}{E_k}}$$

$n$  – коефицијент за асфалтне слојеве и слојеве од неvezаних камених агргата износи 0.90

$E_{i...k}$  = динамички модули еластичности слојева коловозне конструкције

$h_{i...k}$  = дебљине слојева

$$h_1 = 0,90 \times 0,19 \times \sqrt[3]{\frac{2000}{150}} = 0,40m$$

$$h_2 = 0,90 \times 0,32 \times \sqrt[3]{\frac{760}{150}} = 0,49m$$

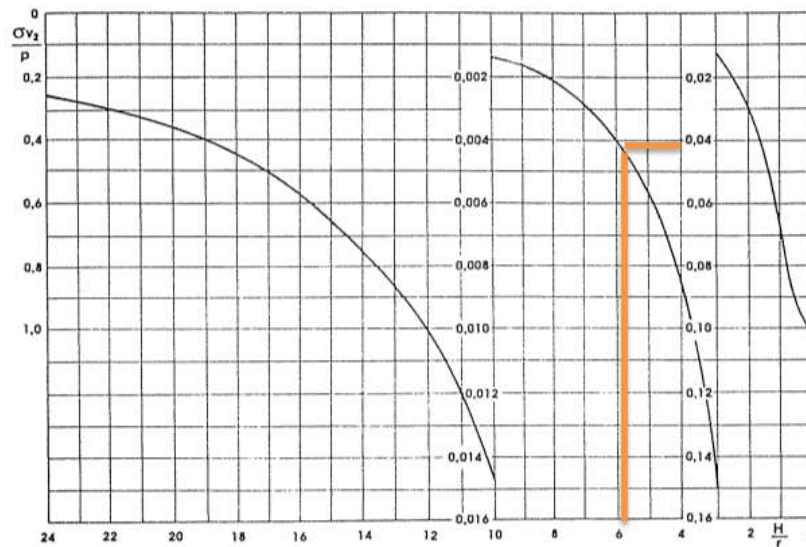
Еквивалентна дебљина коловозне конструкције изражена у материјалу постељнице износи:

$$H = h_1 + h_2 = 0,40m + 0,49m = 0,89m$$

Вертикално напрезање се читава са дијаграма:

$$\frac{H}{r} = \frac{0,89}{0,15} = 5,93$$

$$\frac{\sigma_{v2}}{p} = 0,04 \Rightarrow \sigma_{v2} = 0,28 \text{ MN/m}^2$$



Из горе наведеног евидентно је да су критична напрезања мања од допуштених па према том критеријуму коловозна конструкција задовољава.

Елементи коловозне конструкције су усвојени на основу улазних параметара (носивост постелјице и саобраћајно оптерећење), као и поштовањем технолошких минимума и униформности пројектовања, изградње и одржавања свих елемената трасе пута.

Коловоз мора да задовољи захтевану носивост за претпостављено саобраћајно оптерећење и заштиту постелјице од дејства мраза.

На основу методе Инг. Папа и климатске карте (изоклине) за подручје изградње пројектованог пута се одређује дубина смрзавања тла  $E = (0,70-0,90) \text{ m}'$  па је неопходно постићи заштитну дебљину коловоза  $d = E \times 0,70 = (0,49-0,63) \text{ m}'$  која би обезбедила заштиту постелјице од замрзавања.

Према доступним подацима, на овом подручју је измерена дубина продирања мраза  $d=42 \text{ cm}$ , а индекс мраза  $I_s=1250 \text{ C} \times \text{дана}$ , читањем са одговарајућег дијаграма - минималне дебљине коловоза за  $I_s = 3000 \text{ C} \times \text{дана}$  се крећу у распону  $48 - 63 \text{ cm}$ , у зависности од осетљивости материјала у постелјици на дејство мраза. Обзиром да конкретни материјали припадају групи Г1, усваја се граница од  $48 \text{ cm}$ .

## 4 ТЕХНИЧКИ УСЛОВИ ЗА ИЗРАДУ КОЛОВОЗНЕ КОНСТРУКЦИЈЕ

### 4.1 ИЗРАДА НОСИВОГ СЛОЈА ОД МЕХАНИЧКИ ЗБИЈЕНОГ ЗРНАСТОГ КАМЕНОГ МАТЕРИЈАЛА

Позиција обухвата набавку, довоз, уграђивање, грубо и фино разастирање, евентуално квашење, те збијање носећег слоја од дробљеног каменог материјала, према димензијама датим у пројекту.

Израда се врши у једном или два слоја зависно од механизације. Материјал се мора разастрти у подужном правцу у нагибу једнаком нагибу нивелете. У попречном смислу мора имати нагиб постојеће нивелете, односно потребан за одводњавање атмосферске воде.

Слој се мора збијати у пуној ширини (односно ширини возне траке) одговарајућим средствима за збијање. Сабијање треба вршити од ниже ивице ка вишој.

Материјал за носећи слој не сме се уграђивати преко смрзнуте површине, нити се сме угрђивати преко слоја снега и леда.

#### Контрола квалитета материјала за носећи слој од дробљеног камена

За израду доњег носећег слоја мора се применити дробљени камени агрегат. Контролу квалитета при претходним испитивањима вршити по следећим прописима:

SRPS EN 932	Испитивања општих својстава агрегата
SRPS EN 933	Испитивање геометријских својстава агрегата
SRPS EN 1097	Испитивање механичких и физичких својстава агрегата
SRPS EN 1744	Испитивања хемијских својстава агрегата
SRPS EN 1926	Методe испитивања природног камена - Одређивање чврстоће при притиску
SRPS EN 13242	Агрегати за невезане и хидраулички везане материјале за употребу у грађевинским радовима и изградњи путева
EN 1097-6	Одређивање воде коју упија природни камен
EN 1367-2	Испитивање постојаности камена на мразу
EN 1097-2	Испитивање отпорности камена и каменог агрегата према хабању по методи Лос Анђелес
EN 1367-2	Испитивање отпорности камених зрна на смрзавање
EN 13286-2	Одређивање оптималне влажности и густине материјала поступком по Проктору
EN 1744-1	Одређивање примеса, трошних и



	неквалитетних зрна у агрегату
EN 1367-4	Одређивање гранулометријске криве агрегата
СРПС У.Б1.042 ТР ВF-StB, В7.1	одређивање калифорнијског индекса носивости

Испитивања се врше за сваку промену материјала.

Дробљени камени агрегат који се састоји од зрна дробљенца, ситнежи, песка и испуне мора задовољити одређене захтеве у погледу:

- физичко-механичких и минералошко-петрографских особина саме стене и агрегата;
- гранулометријског састава укупног материјала;
- носивости;
- садржаја органских материја и лаких честица.

Дробљени материјал за механички стабилизоване доње носеће слојеве мора бити састављен од зрна која одговарају следећим захтевима:

Носивост ННС, која је одређена статичким деформационим модулом $E_{v2}$ или динамичким деформационим модулом $E_{vd}$ (по смерницама СРДМ, тч. 8.3.3 Носивост)	$E_{v2} \geq 120 \text{ MN/m}^2$ $E_{v2}/E_{v1} \leq 2,0$ $E_{vd} \geq 55 \text{ MN/m}^2$
Упијање воде (% масе)	1,0
Постојаност на смрзавање према EN 1367-2	испитивањем помоћу магнезијум - сулфата и изражена као удео огуљених делова у односу на првобитну мешавину узорка сме да износи до 25 м.-% (категирија МС <sub>25</sub> ), а при испитивању помоћу натријум-сулфата до 5 м.-%.
Минералошко - петрографски састав	Камен може бити еруптивног, седиментног, метаморфног порекла.

#### Физичко-механичка својства дробљеног каменог агрегата

- Облик зрна, удео зрна неповољног облика (3:1) (EN 933-4)      мах 20 %
- Упијање воде (EN 1097-6)      мах 1,6 %
- Трошна зрна (EN 1744-1)      мах 7 %
- Отпорност на хабање по методи Лос Анђелес (EN 1097-2)      мах 30 %
- Садржај муљевито - глиновитих и органских честица (EN 1744-1) мах 3 %

**Напомена:** На несепарираним каменим материјалима прописане граничне вредности за удео зрна повољног облика, трошних-неквалитетних зрна, упијање воде, губитка на  $\text{Na}_2\text{CO}_4$  израчунавају се у проценту масе на лабораторијским издвојеним фракцијама, односно уделу зрна већих од 4 мм.

На сепарираним каменим материјалима прописане граничне вредности

изражавају се у проценту масе на испитану - називну фракцију.

Гранулометријски састав дробљеног каменог агрегата мора се налазити унутар следећих граничних кривих:

Квадратни отвори сита (mm)	Пролаз кроз сита према масама %		Квадратни отвори сита (mm)	Пролаз кроз сита према масама %	
	0/31.5mm	0/63mm		0/31.5mm	0/63mm
0.09	2 - 9	2 - 11	4.00	20 - 50	27 - 56
0.25	5 - 15	8 - 17	8.00	28 - 62	38 - 69
0.50	8 - 21	11 - 24	16.00	46 - 75	56 - 85
1.00	11 - 30	15 - 33	31.50	95 - 100	85 - 100
2.00	15 - 40	20 - 44	45.00	100	100

Поред наведеног критерија, материјал мора задовољити још и следеће захтеве:

- да је постојан на атмосферилије,
- да није склон деградацији услед градилишног саобраћаја при различитим метеоролошким условима,
- учешће ситних фракција (EN 13242) треба да је на депонији до 5 т.-% а приликом уграђивања до 8 т.-%
- индекс пластичности финих честица  $I_p < 12$ ,
- степен неравномерности  $U = d_{60}/d_{10} = 8 - 50$ ,
- носивост при степену збијености  $C_z = 95\%$  у односу на модификовани Прокторов опит за материјал  $CBR_{\text{лаб}} > 80\%$ ,
- садржај органских материја и лаких честица не сме бити већи од 3% тежински

### **Контрола обрађеног и збијеног доњег носећег слоја**

#### **Претходна испитивања**

Пре почетка извођења радова испитивањима треба проверити:

- састав и механичка својства агрегата (по тачки 2.4.2.2.3),
  - оптималну влажност и густину поступком по Проктору (према EN 13286-2),
- ради упоређивања усклађености карактеристичних својстава агрегата са својствима која су одређене на основу претходних испитивања узорака који су узети за унутрашњу контролу производње.

За сваку карактеристичну врсту агрегата треба, пре почетка радова, одредити технолошки поступак, врсту средстава за компримирање и њихов учинак по дубини. Из наведеног разлога треба на пробној деоници измерити учинак средстава за компримирање после сваког пролаза. По завршеном компримирања (збијању) треба на плануму ННС измерити:

- густину и влажност уграђених слојева агрегата,
- носивост уграђеног слоја, и
- равност и висину планума уграђеног слоја.

Резултати претходних испитивања морају да буду усклађени са предложеним доказима извођача о својствима добављених агрегата.

#### **Унутрашња контрола**

Унутрашња контрола извођача (коју мора да обавља овлашћена лабораторија)

мора, у току уграђивања агрегата за ННС, да утврди усклађеност агрегата са захтевима пројектне документације и ових техничких услова.

Врста и учесталост испитивања у склопу унутрашње контроле уграђивања агрегата у ННС мора да се одреди у овереном програму просечне учесталости контроле. Ако програма нема, онда учесталост одређује надзорни инжењер који одређује и места за узимање узорака и мерна места статистичким случајним избором.

У току уграђивања агрегата у ННС, лабораторија мора да узме и провери усклађеност својстава са учесталосту која је одређена у следећој табели.

Својства уграђиваног агрегата	Поступак за испитивање	Минимална учесталост испитивања
- састав мешавине агрегата	EN 933-1	4000m <sup>2</sup> /1000m <sup>3</sup>
- удео зрна величине до 0,063 мм	EN 933-1	4000m <sup>2</sup> /1000m <sup>3</sup>
- влажност и густина по Проктору	EN 13286-2	4000m <sup>2</sup> /1000m <sup>3</sup>
- удео органских примеса	EN 1744-1	8000m <sup>2</sup> /2000m <sup>3</sup>

Узорци агрегата морају по правилу да се узму на привременој депонији (2/3-ски део) и из уграђеног невезаног носећег слоја (1/3-ски део).

Минимална учесталост испитивања при унутрашњој контроли уграђивања агрегата у ННС одређена је у следећој табели

Својства уграђеног агрегата	Поступак за испитивање	Минимална учесталост Испитивања
- удео влаге и густина	SRCS, тч.. 1.2.4	200 m <sup>2</sup>
- носивост:		
- динамички деформациони модул E <sub>vd</sub>	SRDM, тч.. 8.2.3	400 m <sup>2</sup>
- статички деформациони модул E <sub>v2</sub>	-	2000 m <sup>2</sup>
- планум слоја:		
- равност	SRMG, тч.. 3.1.3.1	20 m <sup>1</sup>
- висна и нагиб	-	20 m <sup>1</sup>

### Независна контрола

Обим радова на независној контроли при изградњи ННС је по правилу у размери 1:4 у односу на обим унутрашње контроле. Контролна испитивања мора да обавља институција која је овлашћена од стране наручиоца.

Места за узимање узорака агрегата на привременој депонији и при уграђивању у ННС мора да одреди надзорни инжењер статистичким случајним избором.

Узимање узорака за независну контролу, као и за испитивање и мерења на градилишту, мора да се изводи у присуству извођача и надзорног инжењера.

### Мерење и плаћање

Плаћа се по метру кубном стварно обрађеног, збијеног и примљеног доњег носећег слоја од стране надзорног органа.

## 4.2 ИЗРАДА ГОРЊЕГ БИТУМИНИЗИРАНОГ НОСИВОГ СЛОЈА (БНС)

Позиција обухвата набављање, справљање, уграђивање и збијање мешавине од гранулираног минералног материјала и битумена, у једном слоју дебљине, дебљине

према пројекту.

За израду горњег носећег слоја од битуменизираног материјала треба применити следеће основне материјале:

- дробљени карбонатни камени материјал 0/4; 4/8; 8/16 и 16/22 мм;
- камено брашно карбонатног састава;
- везиво битумен модификован полимерима РmВ 45/80-65, према стандарду EN 14023 за горње слојеве БНС док се за доње слојеве предвиђа употреба битумена тип 50/70, чије су карактеристике и захтјеви квалитета прописани стандардом EN 12591.

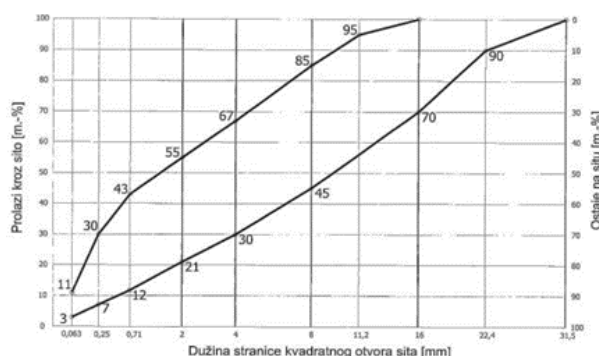
## Квалитет основних материјала

### Камена ситнеж

Камена ситнеж треба да је састављена од карбонатне стенске масе која је у потпуности усклађена са стандардом EN 13043 и који су прописани техничким условима за грађење путева у РС.

Примерена геометријска, физичка и хемијска својства мешавине камених зрна су детаљно разврстана у класе квалитета у табели 2.4.3.2.1. Техничких услова за грађење путева у РС (Књига 2, поглавље 2.4).

Крива гранулометријског састав мора бити таква да крива просејавања лежи у граничном подручју:



### Камено брашно

Камено брашно у свему мора одговарати критеријима датим у EN 13043.

### Битумен

Пројектом је предвиђено да се БНС изводи у два слоја. За горњи слој БНС-а као везиво се користи битумен модификован полимерима РmВ 45/80-65 који у свему мора одговарати критеријима датим у EN 14023. За доњи слој БНС-а користи се битумен типа 50/70 чији су услови квалитета прописани стандардом EN 12591.

### Мешавина

У асфалтној мешавини учешће битумена треба бити оријентационо 3-5%. Тачан садржај битумена утврдиће се у претходном саставу асфалтне мешавине.

Линије просејавања минералне мешавине треба да леже у границама наведеним у предходним позицијама.

## Технологија извршења

### Припрема подлоге

Асфалтни слој може се полагати на подлогу која је сува и која ни у ком случају није смрзнута. Пре почетка радова подлога мора да је добро очишћена челичним четкама и

издувана компресором. После завршеног чишћења подлоге надзорни орган снимиће нивелету и равност подлоге. На деловима где површина слоја подлоге одступа од прописане висине за више од +15 mm неопходно је да извођач изврши поправку подлоге према захтевима траженим пројектним решењем, односно:

- на местима где је површина подлоге испод прописане нивелете треба поправку извршити повећањем слоја асфалтне мешавине са асфалт бетоном - хабајући слој;
- на местима где је површина подлоге изнад прописане нивелете треба скинути вишак асфалтне масе у подлози фрезовањем.

### **Справљање и транспорт асфалтне мешавине**

Асфалтна машина мора да поседује решето отвора 22,4 мм којим ће се одстрањивати недозвољена крупна зрна у минералној мешавини.

Температура битумена треба да буде усвојена према упутствима произвођача полимер битумена.

Температура битумена тип 50/70 при производњи на асфалтној бази треба да износи  $160 \pm 10^{\circ}\text{C}$  максимално  $190^{\circ}\text{C}$ .

За превоз битуменизиране мешавине треба употребити одговарајућа возила - кипере, опремљене за истовар (у финишер) и са одговарајућом заштитом за битуменизирану мешавину од падавина, хлађења и загађења. Унутрашњу површину (странице и дно) металних товарних сандука теретних возила треба пре увоза битуменизиране мешавине попрскати средством за спречавање слепљивања (на бази сапуна, биљних уља или других нерастварача) који не делује штетно на битуменизирану мешавину. Број возила за превоз битуменизиране мешавине на градилиште мора да буде – у складу са растојањем превоза – прилагођен условима равномерног уграђивања.

Превоз врућих битуменизираних мешавина је, по правилу, ограничен на највећу удаљеност од 100 км и најдуже време до 2 часа, под условом да се за превоз користи возило са термо товарним сандуком. У супротном случају удаљеност превоза адекватно заштићене вруће битуменизиране мешавине је ограничена на 70 км и трајање највише 1,5 часа.

И за превоз на мањим удаљеностима и краће време битуменизирана мешавина мора да буде одговарајуће заштићена. За начин транспорта вруће битуменизиране мешавине на градилиште, извођач мора да добије сагласност надзорног инжењера.

### **Уграђивање асфалтне мешавине**

Уграђивање битуменизиране мешавине мора да буде, по правилу, машинско са разастирачем (финишером) који поред разастирања врши и делимично збијање битуменизиране мешавине. Коефицијент збијености који разастирач битуменизиране мешавине (финишер) мора да оствари је најмање 85% референтне густине лабораторијски испитаног узорка. Одступање од овог захтева мора да одобри надзорни инжењер.

Разастирачем (финишером) мора да се обезбеди равномеран састав разастрте битуменизиране мешавине.

Изузетно је дозвољена ручна уградња битуменизиране мешавине, ако због ограниченог простора употреба машина није могућа. Ручну уградњу мора да одобри надзорни инжењер. Битуменизирану мешавину је дозвољено уграђивати само при одговарајућим временским условима. Одговарајућа температура ваздуха и подлоге за уграђивање битуменизираних мешавина је за асфалтне носеће слојеве најмање  $0^{\circ}\text{C}$  и

Сагласношћу надзорног инжењера дозвољава се уградња битуменизиране мешавине на суву и замрзнуту подлогу по неветровитом времену и на нижој температури, ако је при том дебљина асфалтног слоја на горњем подручју технолошке

дебљине за употребљену зрnavост мешавине. Препоручена и најнижа температура битуменизиране мешавине за полимер модификоване битумене усвојити у складу са произвођачем, док је за битумене типа 50/70 препоручена температура при уградњи 155 °C док је најнижа дозвољена температура иза машине за уграђивање 130 °C. Мерење температуре вруће битуменизиране мешавине мора да буде извршено у складу са EN 12697-13. Највиша температура битуменизиране мешавине при уградњи сме да буде до 20 °C већа од препоручене.

При ручном уграђивању и збијању по ветровитом и хладном времену, најнижа температура битуменизиране мешавине мора да буде за 10 °C већа од захтеване доње граничне вредности за одређену врсту везива. Ако услови рада то дозвољавају битуменизирану мешавину у асфалтни слој треба уграђивати одједном по целој ширини коловоза. Ако се за уграђивање користи више замакнутих финишера, разлика у квалитету уграђене битуменизиране мешавине на подручју споја не сме да буде приметна.

При уграђивању битуменизираних мешавина подужне спојнице у односу на спојеве у слоју подлоге морају да буду по правилу замакнуте за 20cm, а најмање за 10 cm, а попречне (радне) спојнице најмање за 50 cm.

Уграђене траке битуменизираних мешавина треба спајати у подужном правцу врућим поступком. Ако то није могуће, треба индиректно загревати спојницу претходно уграђене траке или за спајање употребити мешавину за заливање (може у облику траке) или битуменску пасту. Ако се за спајање не употреби лепљива мешавина, при изради подужних и попречних спојница површине охлађеног слоја треба премазати битуменском емулзијом у количини најмање 0,5 kg/m<sup>2</sup>. Треба премазати и 15 cm широк појас на подручју споја и по потреби посути га песком.

Сваки прекид рада треба извршити по целој ширини коловоза, односно саобраћајне траке, управно на осовину пута и вертикално, те равномерно премазати битуменским везивом. Одступање од овог је могуће само уз сагласност надзорног инжењера. За збијање слојева различитих битуменизираних мешавина могу да се употребе одговарајући ваљци (статички, вибрациони, ваљци са гуменим точковима, комбиновани) различитих маса. Ваљци морају да имају уграђен систем за квашење точкова водом или другим одговарајућим средством за спречавање лепљења битуменизиране мешавине на точкове. Употреба нафтних деривата за квашење точкова није дозвољена. Изабрана врста и број ваљака, као и начин збијања, морају да обезбеде што равномернију захтевану густину, односно збијеност, битуменизиране мешавине по целој пројектованој ширини коловоза. Зато треба уз ивице повећати ширину слојева подлоге за пројектовану дебљину слоја, ако то у пројектној документацији већ није предвиђено.

Битуменизирану мешавину треба збијати од ивице према средини слоја и од ниже према вишој ивици, односно положају слоја. Појединачни пролази ваљака морају увек да се преклапају за 15 до 20 cm. Треба спречити свако задржавање ваљка на уграђеном слоју вруће битуменизиране мешавине, као и изненадно кочење и убрзавање ваљка и промену правца ваљања на још незбијеном слоју вруће битуменизиране мешавине. Сва за ваљке недоступна места треба збијати до захтеване збијености другим средствима чију употребу мора да одобри надзорни инжењер који одређује и услове при којима је таква средства треба употребити.

### **Контрола квалитета**

Предходна испитивања асфалтне мешавине

Пре почетка радова извођач је обавезан да изради у овлашћеној лабораторији пројекат преходне асфалтне мешавине у свему сагласан са захтевима ових техничких услова.

Никакав рад не сме започети док извођач не предложи предходну мешавину на

сагласност надзорном органу. Атести о основним материјалима и предходној мешавини не смеју бити старији од 6 месеци. Уколико настану промене у основним материјалима или се промени избор материјала, извођач је дужан да предложи надзорном органу писменим дописом предлог за промену усвојене асфалтне мешавине односно да предложи нову предходну мешавину на сагласност, пре почетка употребе тих материјала.

Доказани радни састав асфалтне мешавине.

Квалитет предходне асфалтне мешавине доказује се пробним радом с тим да се асфалтна мешавина усваја на самом постројењу, а квалитет уграђивања на опитној деоници.

Уколико квалитет основних материјала на градилишту не одговара овим техничким условима, извођач је дужан да обезбеди нове квалитетне основне материјале. Уколико се дозирање основних материјала, према предходној мешавини, не могу задовољити сви прописани захтеви за физичко-механичке особине асфалтне мешавине и за уграђени слој, неопходно је извршити корекцију дозирања основних материјала и поновити пробни рад. Тек када се пробним радом постигну сви постављени захтеви, надзорни орган усвојиће радну мешавину и дати сагласност за непрекидни рад.

Доказни радни састав асфалтне мешавине врши оперативна овлашћена лабораторија.

Провера квалитета и усаглашености битуменизираних мешавина састоји се од сталне унутрашње и независне контроле поступака производње и уградње, а у складу са одредбама у EN 13108-21 и условима одређеним у овим техничким условима.

Сви непосредни утицаји на квалитет и услови за оцену усаглашености произведених и уграђених битуменизираних мешавина морају да буду наведени у пословнику квалитета.

Места за узимање узорка произведених битуменизираних мешавина на градилишту и уграђених битуменизираних мешавина за асфалтне носеће, као и места мерења захтеваних својстава уграђених битуменизираних мешавина треба одредити статистичким случајним избором (СРЦС, тч. 1.4.1).

Граничне вредности за просторне и механичке карактеристике произведених битуменизираних мешавина за асфалтне носеће слојеве (по EN 13108-1) детаљно су разврстана у класе квалитета у табели 2.4.3.4.3. Техничких услова за грађење путева у РС (Књига 2, поглавље 2.4).

### **Унутрашња контрола**

Унутрашња контролна испитивања током извођења радова мора да изводи за то оспособљена лабораторија извођача (одвојени део организације извођача) или друга независна лабораторија (трећа страна).

Оспособљеност лабораторије за унутрашњу контролу мора да буде обезбеђена на основу признатих стручних подлога за систем контроле и потврду усаглашености при градњи путева у Републици Србији.

Обим унутрашње контроле улазних материјала и битуменизираних мешавина за асфалтне носеће и хабајуће слојеве мора да буде одређен програмом (у складу са EN 13108-21) и укључен у одредбе уговора, а коначно га одређује надзорни инжењер на основу резултата пробне производње и уграђивања, као и на основу предлога извођача који мора при изради предлога програма испитивања узети у обзир минималну учесталост унутрашњих контролних испитивања.

Резултате унутрашњих контролних испитивања и податке о улазним материјалима извођач мора да редовно прослеђује органу који је надлежан за извођење независне контроле. У случају да извођач установи одступање квалитета од захтеваног нивоа, мора одмах да реагује на одговарајући начин.



У случају да надзорни инжењер установи већа одступања резултата од претходних испитивања, дефинисани обим минималних унутрашњих контролних испитивања може накнадно да се повећа. У случају уједначених резултата, надзорни инжењер у сагласности са извођачем независне контроле може да смањи обим унутрашњих контролних испитивања.

### **Испитивање улазних материјала**

- мешавина камених зрна	
- камено брашно: од истог произвођача	на 300 t
- састав мешавине зрна	
- песак: од истог произвођача	на 1000 t
- састав мешавине зрна	
- удео ситних зрна	
- ситнеж: свака фракција	на 2000 t или најмање једном недељно
- састав мешавине зрна	
- удео ситних зрна	
- облик зрна (однос 1:3)	
- битуменско везиво: од истог произвођача	свака аутоцистерна или најмање једном дневно за сваки тип
- пенетрација на 25 °C	
- тачка размекшања поступком ПК	

### **Испитивања произведене битуменизиране мешавине**

Испитивања произведене битуменизиране мешавине су у основи одређена у EN 13108-21.

- проверу температуре произведене битуменизиране мешавине	на 1000t
- проверу састава и механичких и просторних својстава произведене битуменизиране мешавине исте врсте	на 1000 t или најмање 1 x дневно
- удео везива	
- састав екстраховане мешавине зрна	
- садржај целокупних шупљина у битуменизираној мешавини	
- садржај шупљина у мешавини камених зрна (прорачун)	
- испуњеност шупљина у мешавини камених зрна са везивом (прорачун)	

Узорке произведене битуменизиране мешавине за унутрашњу контролу треба узети на месту уграђивања. Могу да се употребе и узорци битуменизиране мешавине узети у погону за производњу битуменизираних мешавина.

Као део поступка вредновања усаглашености, произвођач битуменизираних мешавина мора да приложи доказ да својства сваке битуменизиране мешавине одговарају захтевима одређеним у ових техничким условима.

Ниво усаглашености састава мешавине зрна и удела топљивог битуменског везива са почетним саставом битуменизиране мешавине треба одредити на основу дозвољеног одступања појединачних резултата испитивања или просечне вредности четири резултата испитивања (Техничких услова за грађење путева у РС, табела 2.4.3.3.2 ).

## **Критеријуми за обрачун изведених радова**

Мерење равности врши надзорни орган на попречним профлима у складу са стандардом EN 13036-7.

Мерење се врши равњачом 4 m дужине (лево, десно, средина), односно Бумп-Интегратором, континуално целом дужином.

Критеријуми су следећи:

- равност  $\leq 10\text{mm}$  за доњи слој БНС-а, а за горњи слој  $\leq 8\text{mm}$  задовољава У случају да су одступања већа од дозвољених умањење извршити у складу са Техничким условима за грађење путева у РС, тч. 2.4.3.7.

Наручилац може због премалог удела битуменског везива у битуменизираној мешавини, који је одређен у захтевима за састав битуменизиране мешавине, неодговарајућег садржаја шупљина у уграђеном слоју битуменизиране мешавине, премале дебљине изграђеног асфалтног слоја, преслабе слепљености уграђених асфалтних слојева и неодговарајуће равности планума изграђеног асфалтног слоја да примени одбитке. Граничне вредности за појединачна карактеристична својства битуменизираних мешавина уграђених у асфалтне засторе, дефинисане су у тч. 2.4.3.3.3 и 2.4.3.4. Крајње граничне вредност тј. одступања од граничне вредности, наведене су у табели 2.4.3.7.1.

Прекомерно одступање равности планума изграђеног асфалтног слоја извођач радова мора да поправи одговарајућим мерама, при чему планирана носивост коловозне конструкције не сме да се смањи. Ако стање није могуће поправити на одговарајући начин, надзорни инжењер, односно наручилац може да одбије преузимање изведених радова.

## **Мерење и плаћање**

Обрачун изведених радова на уградњи БНС врши се у према јединичним ценама из уговора. У цени су садржани сви трошкови набавке материјала, производње и уграђивања асфалтне масе, превоз, опрема претходна и контролна испитивања и сви остали трошкови потребни за извођење радова.

### **4.1. ИЗРАДА ХАБАЈУЋЕГ СЛОЈА - АСФАЛТ БЕТОНА (ХС)**

Позиција обухвата набавку, справљање, уграђивање и збијање асфалт бетона у дебљини слоја од 5 см. Основа за израду теничких услова за ову позицију је EN 13108-1

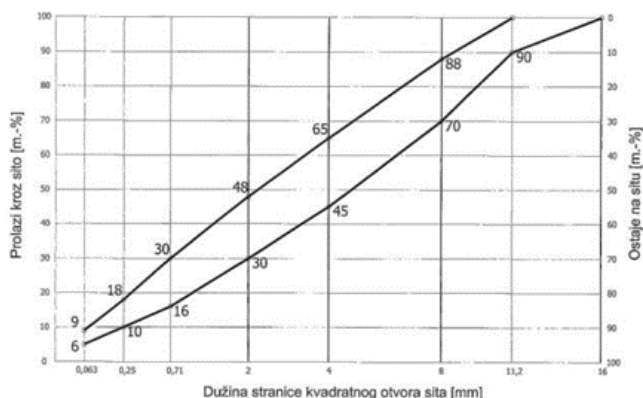
Основни материјали

- дробљена племенита камена ситнеж 2/4 mm, 4/8 mm, 8/11 mm;
- дробљени песак 0/2 mm (карбонатни)
- камено брашно карбонатног састава
- везиво битумен модификован полимерима PmB 45/80-65, према стандарду EN 14023

### **Квалитет основних материјала**

Камена ситнеж мора да задовољи следеће услове:

## 1. Гранулометријски састав фракције



### Песак

За песак се може користити племенити дробљени песак добијен од стенске масе карбонатног састава. Гранулометријски састав песка мора да задовољи следеће услове:

Отвори сита (mm)	Пролази кроз сита у % тежине
0.09	0-10 *
0.25	15-35
0.71	40-85
2	90-100
5	100

\*/ Уколико песак садржи више од 10% филерских фракција може се користити под условом да је еквивалент песка већи од 60%

Песак мора да задовољи и следеће особине:

1. Еквивалент песка је мин 60%
2. У песку не сме бити грудви глине
3. Песак не сме садржати органске нечистоће
4. У песку се не смеју стварати грудве од слепљених честица

### Камено брашно

Камено брашно у свему мора одговарати критеријима датим у EN 13043. Није пожељна примена каменог брашна од млевене доломитске стене због слабије прионљивости за битумен.

Пре почетка радова извођач треба да код овлашћене лабораторије прибави уверење о квалитету каменог брашна којим ће се бити гарантован квалитет према стандарду.

### Битумен

За везиво се користи битумен модификован полимерима РmВ 45/80-65. Битумен у свему мора одговарати критеријима датим у EN 14023.

### Састав минералне мешавине

Учешће основних фракција у минералној мешавини треба подесити тако да линија просејавања буде следећа:

Отвори сита и решета	Претходна испитивања и пробни рад машине
	Пролази кроз сита и решета у % теж.
0,09	6-9
0,25	10-18
0,71	16-30
2	30-48
4	45-65
8	70-88
11,2	90-100
16,0	100

### **Састав асфалтне мешавине**

Оријентациони састав асфалтне мешавине је следећи:

- филер 0-0,09 mm                    8%
- песак 0,09-2 mm                    25%
- камена ситнеж 2-11 mm        67%

Свега:100%

- везиво РmВ 45/80-65 - колчина везива потребна да асфалтна мешавина задовољи тражене услове, утврђује се у претходном саставу асфалтне мешавине.

Оптимална количина битумена у асфалтној мешавини не би требало бити мања од 5,0%, како би се спречио брзи замор асфалтног бетона. Код камене ситнежи пореклом од стенских маса које користе малу количину битумена за обавијање, тако да би оптимална количина битумена била испод 5,0% треба применити горњу граничну вредност линије просејавања у подручју филера и песка, а доње граничне вредности просејавања у подручју камене ситнежи.

### **Физичко-механичке особине асфалтне мешавине**

Асфалтна мешавина у свему мора бити усклађена са EN 13108-1, а просторне и механичке карактеристике морају бити усклађени са вредностима наведеним у табели 2.4.3.4.7. Техничких услова за грађење путева у Републици Србији.

### **Особине уграђеног хабајућег слоја**

Уграђени слој од асфалтног бетона мора имати следеће особине:

Особине	Услови квалитета
1.Заостале шупљине (5)	3-6,5%
2.Уваљаност (збијеност) слоја (%)	≥ 98
3.Равност слоја под равњачом 4 м	мах 3 мм
4.Одступања површине слоја од прописане висине	мах >3 мм
5.Одступање од захтеваног попречног пада	мах >0,2%

### **Технологија извршења**

### **Припрема подлоге**

Асфалтни слој може се полагати на подлогу која је сува и која ни у ком случају није смрзнута. Пре почетка радова подлога мора да је добро очишћена челичним четкама и издува на компресором. После завршеног чишћења подлоге надзорни орган снимиће нивелету и равност подлоге. На деловима где површина слоја подлоге одступа од прописане висине за више од +15 mm неопходно је да извођач изврши поправку подлоге преа захтевима траженим пројектним решењем, односно:

- на местима где је површина подлоге испод прописане нивелете треба поправку извршити повећањем слоја асфалтне мешавине са асфалтбетоном - хабајући слој;
- на местима где је површина подлоге изнад прописане нивелете треба скинути вишак асфалтне масе у подлози фрезовањем.

### **Справљање и транспорт асфалтне мешавине**

Асфалтна машина мора да поседује решето отвора 16 mm којим ће се одстрањивати недозвољена крупна зрна у минералној мешавини.

Температура битумена треба да буде усвојена према упуштвима произвођача полимер битумена.

За превоз битуменизиране мешавине треба употребити одговарајућа возила - кипере, опремљене за истовар (у финишер) и са одговарајућом заштитом за битуменизирану мешавину од падавина, хлађења и загађења. Унутрашњу површину (странице и дно) металних товарних сандука теретних возила треба пре утовара битуменизиране мешавине попрскати средством за спречавање слепљивања (на бази сапуна, биљних уља или других нерастварача) који не делује штетно на битуменизирану мешавину. Број возила за превоз битуменизиране мешавине на градилиште мора да буде – у складу са растојањем превоза – прилагођен условима равномерног уграђивања.

Превоз врућих битуменизираних мешавина је, по правилу, ограничен на највећу удаљеност од 100 км и најдуже време до 2 часа, под условом да се за превоз користи возило са термо товарним сандуком. У супротном случају удаљеност превоза адекватно заштићене вруће битуменизиране мешавине је ограничена на 70 км и трајање највише 1,5 часа.

И за превоз на мањим удаљеностима и краће време битуменизирана мешавина мора да буде одговарајуће заштићена. За начин транспорта вруће битуменизиране мешавине на градилиште, извођач мора да добије сагласност надзорног инжењера.

### **Уграђивање асфалтне мешавине**

Уграђивање битуменизиране мешавине мора да буде, по правилу, машинско са разастирачем (финишером) који поред разастирања врши и делимично збијање битуменизиране мешавине. Коефицијент збијености који разастирач битуменизиране мешавине (финишер) мора да оствари је најмање 85% референтне густине лабораторијски испитаног узорка. Одступање од овог захтева мора да одобри надзорни инжењер.

Разастирачем (финишером) мора да се обезбеди равномеран састав разастрте битуменизиране мешавине. Изузетно је дозвољена ручна уградња битуменизиране мешавине, ако због ограниченог простора употреба машина није могућа. Ручну уградњу мора да одобри надзорни инжењер. Битуменизирану мешавину је дозвољено уграђивати само при одговарајућим временским условима. Одговарајућа температура ваздуха и подлоге за уграђивање битуменизираних мешавина је за асфалтне хабајуће слојеве најмање 3°C.

Препоручена и најнижа температура битуменизиране мешавине за полимер модификоване битумене усвојити у складу са упуштвима произвођача.

### **Период извршења радова**

Хабајући слој са спецификацијама из ових техничких услова може се уграђивати

искључиво у периоду од 15. априла до 15. октобра. Изузетно од овог се може одступити у случају дужег периода стабилног времена према упуствима и одобрењу надзорног инжењера.

## Контрола квалитета

### Предходна испитивања асфалтне мешавине

Пре почетка радова извођач је обавезан да изради у овлашћеној лабораторији пројекат претходне асфалтне мешавине у свему сагласан са захтевима ових техничких услова.

Никав рад не сме започети док извођач не предложи предходну мешавину на сагласност надзорном органу. Атести о основним материјалима и предходној мешавини не смеју бити старији од 6 месеци. Уколико настану промене у основним материјалима или се промени избор материјала, извођач је дужан да предложи надзорном органу писменим дописом предлог за промену усвојене асфалтне мешавине односно да предложи нову предходну мешавину на сагласност, пре почетка употребе тих материјала.

### Доказани радни састав асфалтне мешавине

Квалитет предходне асфалтне мешавине доказује се пробним радом с тим да се асфалтна мешавина усваја на самом постројењу, а квалитет уграђивања на опитној деоници. Уколико квалитет основних материјала на градилишту не одговара овим техничким условима, извођач је дужан да обезбеди нове квалитетне основне материјале. Уколико се дозирање основних материјала, према предходној мешавини, не могу задовољити сви прописани захтеви за физичко-механичке особине асфалтне мешавине и за уграђени слој, неопходно је извршити корекцију дозирања основних материјала и поновити пробни рад. Тек када се пробним радом постигну сви постављени захтеви, надзорни орган усвојиће радну мешавину и дати сагласност за непрекидни рад.

Доказни радни састав асфалтне мешавине врши оперативна овлашћена лабораторија.

## Контрола квалитета

За обезбеђење прописаног квалитета у току грађења инвеститор или од њега ангажована лабораторија вршиће редовна контролна испитивања и то:

### Испитивање улазних материјала

- мешавина камених зрна	
- камено брашно: од истог произвођача	на 300 t
- састав мешавине зрна	
- песак: од истог произвођача	на 1000 t
- састав мешавине зрна	
- удео ситних зрна	
- ситнеж: свака фракција	на 2000 t или најмање једном недељно
- састав мешавине зрна	
- удео ситних зрна	
- облик зрна (однос 1:3)	
- битуменско везиво: од истог произвођача	свака аутоцистерна или најмање једном дневно за сваки тип
- пенетрација на 25 °C	
- тачка размекшања поступком ПК	



## Испитивања произведене битуменизиране мешавине

Испитивања произведене битуменизиране мешавине су у основи одређена у EN 13108-21.

- проверу температуре произведене битуменизиране мешавине	на 1000t
- проверу састава и механичких и просторних својстава произведене битуменизиране мешавине исте врсте	на 1000 t или најмање 1 x дневно
- удео везива	
- састав екстраховане мешавине зрна	
- садржај целокупних шупљина у битуменизираној мешавини	
- садржај шупљина у мешавини камених зрна (прорачун)	
- испуњеност шупљина у мешавини камених зрна са везивом (прорачун)	

Узорке произведене битуменизиране мешавине за унутрашњу контролу треба узети на месту уграђивања. Могу да се употребе и узорци битуменизиране мешавине узети у погону за производњу битуменизираних мешавина.

Као део поступка вредновања усаглашености, произвођач битуменизираних мешавина мора да приложи доказ да својства сваке битуменизиране мешавине одговарају захтевима одређеним у ових техничким условима.

Ниво усаглашености састава мешавине зрна и удела топљивог битуменског везива са почетним саставом битуменизиране мешавине треба одредити на основу дозвољеног одступања појединачних резултата испитивања или просечне вредности четири резултата испитивања (Техничких услова за грађење путева у РС, табела 2.4.3.3.2 ).

Узорак асфалтне масе узима се из вруће тек разастрте асфалтне мешавине иза финишера. Контрола збијености и шупљина у застору врши се вађењем "кернова" из горњег застора, на истом месту где је узет узорак вруће асфалтне мешавине.

### **Критеријуми за обрачун изведених радова**

Мерење врши надзорни орган на попречним профилима, с тим да међусобни размак не буде већи од 30 м. Мерење се врши равњачом 4 м дужине (лево, десно, средина), односно Бумп-Интегратором, континуално целом дужином, или друкчијим адекватним поступком у складу са EN 13036-7

Критеријуми су следећи:

- равност 0-4 mm задовољава
- равност 4-10 mm не задовољава и умањује се цена у складу са поступком прописаним Техничким условима за грађење путева (тч. 2.4.3.7.- обрачун радова)
- равност преко 10 mm не задовољава и одбија се 100% вредности ове равности.

Поред критеријума равности, хабајући слојеви морају испуњавати и услове прописана за крајња одступања од граничних вредности својстава уграђених асфалтних застора прописани су Техничким условима за грађење путева у РС, табела 2.4.3.7.1.

Наведеним условима прописани су следећи критеријуми које мора испуњавати асфалтна мешавина:

- удео битуменског везива,

- садржај шупљина у уграђеној битуменизираној мешавини,
- дебљина уграђеног асфалтног слоја,
- слепљеност уграђених асфалтних слојева.

### **Мерење и плаћање**

Обрачун изведених радова на уградњи хабајучих слојева на главној траси врши се у метрима квадратним. У цени су садржани сви трошкови набавке материјала, производње и уграђивања асфалтне масе, превоз, опрема претходна и контролна испитивања и сви остали трошкови потребни за извођење радова.

## **5 ЗАКЉУЧАК СА ПРЕДЛОГОМ ТЕХНИЧКИХ РЕШЕЊА**

За потребе израде пројектне документације за израду Идејни пројекат за изградњу "Прве А Фазе" државног пута I Ред, на траси постојећег државног пута I-Б реда Бр. 24 (раније М-1.11), веза Коридор 10 – Крагујевац, од km 0+000 (Петља "Крагујевац" на Аутопуту Е-75 - раније петља "Баточина") до km 5+000 (крај будуће петље "Баточина - Исток"), стручни тим предузећа „Геопут" д.о.о, извео је теренске и лабораторијске истражне радове и израдио је геотехничке подлоге за даље пројектовање.

Теренски истражни радови изведени су у мају 2017. године, а непосредно након теренских рађена су лабораторијска испитивања.

Испитивањима је било потребно одредити геотехничке услове за потребе пројектовања и изградње основне трасе и пратеће инфраструктуре (објеката) као и да се одреде могући извори грађевинског материјала.

Деоница од km 0+000 до km 0+600 се у већем делу нивелационо и ситуационо задржава, те је иста предвиђена је за рехабилитацију. Приликом оцене стања постојеће коловозне конструкције у склопу израде елабората димензионисања коловозне конструкције за овај идејни пројекат, пројектанту нису били на располагању подаци о физичко - механичким карактеристикама постојећег коловоза. Пројектним задатком није предвиђен програм истражних радова на мерењу стања постојеће асфалтне коловозне конструкције тј. одређивања угиба постојеће асфалтне коловозне конструкције (дефлексије), или преостале способности материјала у постојећој коловозној конструкцији да поднесу одређено додатно саобраћајно оптерећење. Управљач пута, ЈП „Путеви Србије“, доставили су извод из базе података за наведену деоницу који су рађени у периоду 01.12.2008.год, који нису могли бити кориштени као релевантни с обзиром на место вршења опита (изван деонице предвиђене за рехабилитацију) и значајне временске разлике од 10 год. Приликом израде главног пројекта неопходно је извршити додатна испитивања (мерење угиба, узимање узорака из коловоза) која би потврдила претпоставке о стању коловозне конструкције учињене на основу визуелног прегледа, те у случају да постојећа коловозна конструкција не може осигурати захтеване услове носивости за пројектни период од 20. год. Потребно је извршити пројектовање додатних мера санације постојеће коловозне конструкције како би иста задовољила прописане услове.

За потребе изградње основне трасе рађене су истражне јаме, али су коришћени и подаци из истражних бушотина. У свим истражним јамама изведени су опити DCP на основу којих је корелацијом добијен теренски CBR чије се вредности крећу у интервалу од 6 - 9%.

На узетим узорцима из истражних јама урађени су сви потребни опити према важећим стандардима.

Након анализе свих резултата испитивања одређене су слабо носиве зоне које је неопходно заменити и дати су технички услови извођења предметне трасе пута са прорачунима стабилности карактеристичних насипа и усека.

Сви остали резултати истраживања дати су у прилозима и збирној табели са

результатима лабораторијских испитивања.

На основу теренских и лабораторијских испитивања урађен је прорачун коловозне конструкције која је детаљно дата у прилогу бр.2. Анализом постојеће документације о геолошком саставу тла, инжењерско - геолошким картирањем терена, теренским и лабораторијским испитивањима је утврђено да постоји могућност изградње коловоза који испуњава неопходне услове за прихватање перспективног саобраћајног оптерећења за усвојени пројектни период од 20 год.

Констатовано је :

- Геолошка грађа терена дуж пројектоване трасе је, и поред делимичне хетерогености, повољна са становишта техничке изводљивости изградње коловоза и могућности прихватања планираног саобраћаја у периоду од 20 година.
- Хидролошки параметри се могу сматрати повољним. Појава воде је углавном у виду сезонског водозасићења. Пројектом трасе пута треба омогућити ефикасно одводњавања атмосферских вода.
- Носивост материјала у постелејци мора достићи минималну вредност  $CBR=15\%$  обезбеђењем повољних хидролошких услова (дренирање постелејце и ефикасним одвођењем површинских вода).

Препоручују се следећа техничка решења за изградњу и будуће одржавање коловоза пројектоване саобраћајнице :

- Обезбедити ефикасно дренирање постелејце и евакуацију површинских вода на свим деоницама трасе.
- На површинама, где су дебљине насипа мање од 2 m, слојеве насипа и постелејцу довести до нивоа збијености од 100 % по Проктор-у или до  $CBR=15\%$ .
- Израду постелејце, слојева коловозне конструкције и елемената одводње извршити у складу са важећим стандардима за сваку позицију радова.
- Коловоз извести према важећим стандардима за ову врсту радова, а нарочито у погледу постизања захтеваног квалитета радова.
- Конструкција је предложена на основу података из геотехничког елабората али се током извођења радова мора на терену контролисати стварна  $CBR$  вредност тла и евентуалним додатним побољшањима доводити на пројектовани ниво.

Пројектована решења коловозне конструкције су дефинисана у складу са Пројектним задатком, према затеченом стању постојећег терена (теренска и лабораторијска испитивања), усвојеним пројектним периодом и претпостављеним саобраћајним оптерећењем, а у циљу да задовољи очекиване експлоатационе услове.

За потребе извођења предметне трасе анализирани су разне опције снабдевања грађевинским материјалом и том приликом сагледане су могућности отварања позајмишта грађевинског кохерентног материјала, употреба материјала из ископа и употреба камених материјала из околних каменолома. С обзиром да у широј зони не постоји локација погодна за експлоатацију земљаних материјала, препорука је да се користе материјали из каменолома, а коначну одлуку о томе донеће пројектант.

За све позиције које су биле предмет овог Елабората дати су детаљни технички услови извођења у складу са важећим прописима, стандардима и законима.

Контролу збијености вршити у складу са стандардом (опит плочом), преко запреминске тежине на 100 % збијености по стандардном Прокторовом опиту или неком другом методом. Обавезно обезбедити геотехнички надзор током извођења грађевинских радова и замене слабосећег слоја. Након испитивања прибавити атест о постигнутој збијености од надлежне установе. С обзиром на врсту објеката не препоручујемо наставак радова док се не обаве контролна мерења збијености.

Према Закону о планирању и изградњи, пре, у току и после изградње објекта, морају се вршити стална контролна испитивања појединих компоненти и позиција изведених радова. Контрола се врши према важећим стандардима, важећим нормативима за поједине врсте радова, препорукама и другим прописима из грађевинарства.

На основу резултата ранијих истраживања, теренских истражних радова, лабораторијских геомеханичких испитивања, обраде свих података као и прорачуна дозвољеног оптерећења тла, урађен је геомеханички Елаборат у коме су дате референце за даљи ток пројектовања. Све радове и контролу квалитета уграђених материјала вршити у складу са Техничким условима за грађење путева у Републици Србији, издавач ЈП „Путеви Србије“, књига бр.2. посебни технички услови, поглавље 2.4. коловозне конструкције.



Одговорни пројектант

Милан Николић, дипл. грађ. инж.

## **2/2.2.6 ПРИЛОЗИ**

**Прилог бр.1.**



**Саобраћајне анализе - Одређивање укупног еквивалентног саобраћајног оптерећења**

На основу публикације о бројању саобраћаја на мрежи путева ЈП "Путеви Србије" за предметну деоницу даје се преглед задњег бројања које је обављено 2017.год

	расподела по возилима	дневни саобраћај	опис возила
ПА	83.5%	6,940	путнички аутомобил
БУС	1.2%	96	аутобус
ЛТВ	1.6%	134	лако теретно возило
СТВ	1.9%	162	средње тешко теретно возило
ТТВ	1.3%	110	тешко теретно возило
АВ	4.7%	392	аутовоз и ттв са приколицом
suma	94%	7,835	ПГДС

**1.1. Просечан годишњи дневни саобраћај (ПГДС)**

Подаци о просечном годишњем дневном саобраћају (ПГДС) на постојећим аутопутевима, брзим путевима и осталим државним путевима, који су утврђени на основу резултата добијених бројањем саобраћаја на одређеним карактеристичним попречним пресецима пута, прикупљени су публикацијама које су објавили ЈП Путеви Србије.

	расподела по возилима	дневни саобраћај	опис возила
ПА	88.6%	7,363	путнички аутомобил
БУС	1.2%	102	аутобус
ЛТВ	1.7%	142	лако теретно возило
СТВ	2.1%	172	средње тешко теретно возило
ТТВ	1.4%	117	тешко теретно возило
АВ	5.0%	416	аутовоз и ттв са приколицом
suma	100%	8,311	ПГДС 2019

Из елабората саобраћајних анализа и прогноза преузето је да се очекује прираст саобраћајног оптерећења од 3% за све врсте возила (умерени сценарио).

просјечни годишњи дневни саобраћај

8,311 - ПГДС у базној години

**1.2. Одређивање стопе искориштености возила**

Уколико тежина моторног возила није утврђена вагањем, одређивање осовинског оптерећења репрезентативних возила треба извршити на основу одређивања стопе њихове искориштености.

Табела 3: Просечне вредности фактора еквивалентности за репрезентативна возила

Репрезентативно возило	Просечан фактор еквивалентности
- аутомобил	0.00003
- аутобус	0.6
камион:	
- лаки	0.004
- средњи	0.1
- тешки	0.5
- тешки са приколицом	0.9

Табела 4: Просечне информативне вриједности фактора еквивалентности за камионе

Просечан број тешких камиона по дану	Просечан фактор еквивалентности
< 200	0.40
> 200 - 1000	0.60
> 1000	0.80

## 2. Еквивалентно саобраћајно оптерећење

Замор материјала коловозне конструкције зависи од следећег:

- карактеристика моторног возила:
- осовинског оптерећења,
- распореда осовина на возилу,
- распореда точкова на осовини возила, и
- броја оптерећења моторних возила, тј. пролаза возила кроз попречни пресек коловоза.

### 2.1. Фактор еквиваленције

Осовинско оптерећење моторног возила треба претворити у еквивалентно саобраћајно оптерећење. За квантитативну процену утицаја различитих осовинских оптерећења моторних возила на замор материјала коловозне конструкције, примењује се измењена једначина ААШО теста за путеве:

$$FE_{nom} = 10^{-8} \times f_o \times (f_k \times L_{stat})^4$$

гдје је:

$f_{ep}$  - фактор еквивалентног утицаја стварног осовинског оптерећења моторног возила на замор у односу на утицај номиналног осовинског оптерећења (НОО) од 100 kN.

$f_o$  – фактор распореда осовина на моторном возилу:

- за појединачну осовину	$f_{o11} =$	1
- за двојну осовину	$f_{o2} =$	0.7156
- за тројну осовину	$f_{o3} =$	0.7156
- за појединачну осовину тандема	$f_{o12} =$	1.583

$f_k$  – фактор распореда точкова на осовини возила:

- за један стандардни точак и извагане осовине (привр)	$f_{k1} =$	1.0
- за дупли стандардни точак (пар)	$f_{k2} =$	0.9
- за један широки точак	$f_{k3} =$	0.97

### 3. Просечно дневно еквивалентно саобраћајно оптерећење $T_d$

#### 3.1. Процена на основу просечне вриједности фактора еквивалентности

Укупно дневно еквивалентно саобраћајно оптерећење у попречном пресеку коловоза ( $T_d$ ) могуће је одредити на основу пројектованог просечног дневног броја моторних возила у првој години експлоатације пута, на основу следеће једначине:

$$T_d = \sum FE_v \times n_v$$

гдје је:

$FE_v$  - фактор еквивалентности репрезентативног моторног возила

$n_v$  - број моторних возила одређене врсте (репрезентативне) по дану на почетку експлоатације

врста возила	$FE_v$	$n_v$	$FE_v \times n_v$
- аутомобил	0.00003	7363	0.22
- аутобус	0.55	102	56.02
камион:			
- лаки	0.004	142	0.57
- средњи	0.10	172	17.19
- тешки	0.50	117	58.35
- тешки са приколицом	0.90	416	374.29

$T_d = 507$
-------------

#### 3.2. Расподела саобраћајног оптерећења тешких теретних возила по саобраћајним тракама

Утицај расподеле саобраћајног оптерећења на саобраћајне траке на коловозу треба сматрати факторима попречног профила  $f_{pr}$ , који су наведени у табели 5.

Уколико се саобраћајно оптерећење утврђује вагањем на саобраћајној траци, вриједност фактора попречног пресека треба узети као  $f_{pr} = 1.0$  за одређену саобраћајну траку.

У случају да се не располаже овим посебним подацима, примењују се односи расподеле саобраћајног оптерећења по саобраћајним тракама, како је то дато у следећој табели.

Табела 5: Фактори расподеле саобраћајног оптерећења  $f_{pr}$  на саобраћајне траке

Број саобраћајних трака у профилу пута	Расподела саобраћајног оптерећења тешких теретних возила по саобраћајним тракама у %			
Једна саобраћајна трака (једносмеран саобраћај)	100			
Двије саобраћајне траке (двосмеран саобраћај)	50		50	
Три саобраћајне траке (двосмеран саобраћај)	50		5	45
Четири саобраћајне траке, (двосмеран саобраћај)	45	5	5	45

### 3.3. Ширина саобраћајне траке

Утицај ширине саобраћајне траке коловоза на саобраћајно оптерећење треба сматрати факторима  $f_{st}$  који су наведени у следећој табели.

Табела 6: Фактори утицаја ширине саобраћајне траке  $f_{st}$  на саобраћајно оптерећење

Ширина траке (м)	Фактор ширине саобраћајне
< 2.50	2.0
2.50 – 2.74	1.8
2.76 – 3.24	1.4
3.25 – 3.74	1.1
> 3.75	1.0

### 3.4. Уздужни нагиб нивелете коловоза

Утицај (највећег) уздужног нагиба нивелете коловоза на саобраћај треба сматрати факторима  $f_{np}$ , који су наведени у следећој табели.

Табела 7: Фактори утицаја подужног нагиба на саобраћајно оптерећење

Уздужни нагиб (%)	Фактор уздужног нагиба нивелете
< 2	1.00
изнад 2 до 4	1.02
изнад 4 до 5	1.05
изнад 5 до 6	1.09
изнад 6 до 7	1.14
изнад 7 до 8	1.20
изнад 8 до 9	1.27
изнад 9 до 10	1.35
> 10	1.45

### 3.5. Динамички утицаји

Заношење моторног возила које настаје као последица неравности коловоза ствара додатно динамичко оптерећење, које можемо сматрати фактором  $f_{du}$ , који износи:

- добри услови вожње  $f_{du} = 1.03$
- средњи услови вожње  $f_{du} = 1.08$

#### 4. Пројектовано саобраћајно оптерећење за експлоатациони период година **20**

Пројектовано саобраћајно оптерећење се дефинише на основу:

- пројектованог еквивалентног дневног саобраћајног оптерећења  $T_d$ ,
- додатних утицаја који настају као последица карактеристика пута, и
- трајања саобраћаја, и годишњег пораста саобраћаја.

Предвиђено трајање и повећање саобраћајног оптерећења услед пораста саобраћаја у овом периоду треба сматрати фактором  $f_{po}$

Стопа годишњег пораста саобраћаја (%)	3
Предвиђено трајање у годинама	20
Фактор повећања саобраћајног оптерећења $f_{po} =$	28

##### 4.1. Одређивање пројектованог саобраћајног оптерећења у пројектном периоду

Одређивање пројектованог саобраћајног оптерећења  $T_n$  се изводи на основу следеће једначине:

$$T_n = 365 \times T_d \times f_{pp} \times f_{st} \times f_{nn} \times f_{du} \times f_{po}$$

гдје је:

$T_n$ -		пројектовано саобраћајно оптерећење за период од $n$ година
$T_d$ -	507	еквивалентно дневно саобраћајно оптерећење
$f_{pp}$ -	0.45	фактор просјечног попречног пресека коловоза
$f_{st}$ -	1.1	фактор ширине саобраћајне траке
$f_{nn}$ -	1.00	фактор уздужног нагиба нивелете
$f_{du}$ -	1.03	фактор додатних динамичких утицаја
$f_{po}$ -	28	фактор повећања саобраћајног оптерећења услед пораста саобраћаја

$T_n =$	2,639,863
---------	-----------

##### 4.2. Групе саобраћајног оптерећења

Према величини укупног еквивалентног саобраћајног оптерећења у пројектном периоду димензионисања, саобраћајно оптерећење се дијели у пет група. Види табелу.

Табела 9: Категоризација саобраћајног оптерећења у групе саобраћајног оптерећења

групе саобраћајног оптерећења	Број пролаза номиналног осовинског оптерећења од 100 kN	
	по дану	за 20 година
изузетно тешко	преко 3,000	преко $2 \times 10^7$
веома тешко	преко 800 до 3,000	преко $6 \times 10^6$ до $2 \times 10^7$
тешко	преко 300 до 800	преко $2 \times 10^6$ до $6 \times 10^6$
средње	преко 80 до 300	преко $6 \times 10^5$ до $2 \times 10^6$
лако	преко 30 до 80	преко $2 \times 10^5$ до $6 \times 10^5$
веома лако	до 30	до $2 \times 10^5$

##### 4.3. Укупно еквивалентно саобраћајно оптерећење $T_u$ тешких теретних возила у пројектном периоду од **20** година

Расподјелом саобраћајног оптерећења тешких теретних возила по саобраћајним тракама, трака на основу које ће се вршити димензионисања има еквивалентно саобраћајно оптерећење

$T_n =$	2,639,863	=	2.6.E+06
---------	-----------	---	----------

На основу анализе саобраћаја предметна дионица се димензионише за **тешко** саобраћајно оптерећење.

**Саобраћајне анализе - Одређивање укупног еквивалентног саобраћајног оптерећења**

На основу бројања саобраћаја на наплатној рампи Баточина за потребе димензионисања рампе на петљи Баточина, даје се преглед структуре саобраћаја

	расподела по возилима	дневни саобраћај	опис возила
ПА	75.4%	380	путнички аутомобил
БУС, ЛТВ и СТВ	8.3%	42	аутобус, лако теретно возило и средње тешко теретно возило
ТТВ и АВ	16.3%	82	тешко теретно возило и аутовоз и ттв са приколицом
suma	100%	504	ПГДС

**1.1. Просечан годишњи дневни саобраћај (ПГДС)**

Подаци о просечном годишњем дневном саобраћају (ПГДС) на постојећим аутопутевима, брзим путевима и осталим државним путевима, који су утврђени на основу резултата добијених бројањем саобраћаја на одређеним карактеристичним попречним пресецима пута, прикупљени су публикацијама које су објавили ЈП Путеви Србије.

	расподела по возилима	дневни саобраћај	опис возила
ПА	75.4%	403	путнички аутомобил
БУС, ЛТВ и СТВ	8.3%	45	аутобус, лако теретно возило и средње тешко теретно возило
ТТВ и АВ	16.3%	87	тешко теретно возило и аутовоз и ттв са приколицом
suma	100%	535	ПГДС 2019

Из елабората саобраћајних анализа и прогноза преузето је да се очекује прираст саобраћајног оптерећења од 3% за све врсте возила (умерени сценарио).

просјечни годишњи дневни саобраћај

535 - ПГДС у базној години

**1.2. Одређивање стопе искориштености возила**

Уколико тежина моторног возила није утврђена вагањем, одређивање осовинског оптерећења репрезентативних возила треба извршити на основу одређивања стопе њихове искориштености.

Табела 3: Просечне вредности фактора еквивалентности за репрезентативна возила

Репрезентативно возило	Просечан фактор еквивалентности
- аутомобил	0.00003
- аутобус	0.6
камион:	
- лаки	0.004
- средњи	0.1
- тешки	0.5
- тешки са приколицом	0.9

Табела 4: Просечне информативне вриједности фактора еквивалентности за камионе

Просечан број тешких камиона по дану	Просечан фактор еквивалентности
< 200	0.40
> 200 - 1000	0.60
> 1000	0.80

## 2. Еквивалентно саобраћајно оптерећење

Замор материјала коловозне конструкције зависи од следећег:

- карактеристика моторног возила:
- осовинског оптерећења,
- распореда осовина на возилу,
- распореда точкова на осовини возила, и
- броја оптерећења моторних возила, тј. пролаза возила кроз попречни пресек коловоза.

### 2.1. Фактор еквиваленције

Осовинско оптерећење моторног возила треба претворити у еквивалентно саобраћајно оптерећење. За квантитативну процену утицаја различитих осовинских оптерећења моторних возила на замор материјала коловозне конструкције, примењује се измењена једначина ААSHO теста за путеве:

$$FE_{nom} = 10^{-8} \times f_o \times (f_k \times L_{stat})^4$$

гдје је:

$f_{ep}$  - фактор еквивалентног утицаја стварног осовинског оптерећења моторног возила на замор у односу на утицај номиналног осовинског оптерећења (НОО) од 100 kN.

$f_o$  – фактор распореда осовина на моторном возилу:

- за појединачну осовину	$f_{o11} =$	1
- за двојну осовину	$f_{o2} =$	0.7156
- за тројну осовину	$f_{o3} =$	0.7156
- за појединачну осовину тандема	$f_{o12} =$	1.583

$f_k$  – фактор распореда точкова на осовини возила:

- за један стандардни точак и извагане осовине (привр)	$f_{k1} =$	1.0
- за дупли стандардни точак (пар)	$f_{k2} =$	0.9
- за један широки точак	$f_{k3} =$	0.97



### 3. Просечно дневно еквивалентно саобраћајно оптерећење $T_d$

#### 3.1. Процена на основу просечне вриједности фактора еквивалентности

Укупно дневно еквивалентно саобраћајно оптерећење у попречном пресеку коловоза ( $T_d$ ) могуће је одредити на основу пројектованог просечног дневног броја моторних возила у првој години експлоатације пута, на основу следеће једначине:

$$T_d = \sum FE_v \times n_v$$

гдје је:

$FE_v$  - фактор еквивалентности репрезентативног моторног возила

$n_v$  - број моторних возила одређене врсте (репрезентативне) по дану на почетку експлоатације

врста возила	$FE_v$	$n_v$	$FE_v \times n_v$
- аутомобил	0.00003	403	0.01
- аутобус	0.55	45	24.51
камион:			
- лаки	0.004	0	0.00
- средњи	0.10	0	0.00
- тешки	0.50	0	0.00
- тешки са приколицом	0.90	87	78.30

$$T_d = 103$$

#### 3.2. Расподела саобраћајног оптерећења тешких теретних возила по саобраћајним тракама

Утицај расподеле саобраћајног оптерећења на саобраћајне траке на коловозу треба сматрати факторима попречног профила  $f_{pr}$ , који су наведени у табели 5.

Уколико се саобраћајно оптерећење утврђује вагањем на саобраћајној траци, вриједност фактора попречног пресека треба узети као  $f_{pr} = 1.0$  за одређену саобраћајну траку.

У случају да се не располаже овим посебним подацима, примењују се односи расподеле саобраћајног оптерећења по саобраћајним тракама, како је то дато у следећој табели.

Табела 5: Фактори расподеле саобраћајног оптерећења  $f_{pr}$  на саобраћајне траке

Број саобраћајних трака у профилу пута	Расподела саобраћајног оптерећења тешких теретних возила по саобраћајним тракама у %			
Једна саобраћајна трака (једносмеран саобраћај)	100			
Двије саобраћајне траке (двосмеран саобраћај)	50		50	
Три саобраћајне траке (двосмеран саобраћај)	50		5	45
Четири саобраћајне траке, (двосмеран саобраћај)	45	5	5	45

### 3.3. Ширина саобраћајне траке

Утицај ширине саобраћајне траке коловоза на саобраћајно оптерећење треба сматрати факторима  $f_{st}$  који су наведени у следећој табели.

Табела 6: Фактори утицаја ширине саобраћајне траке  $f_{st}$  на саобраћајно оптерећење

Ширина траке (м)	Фактор ширине саобраћајне
< 2.50	2.0
2.50 – 2.74	1.8
2.76 – 3.24	1.4
3.25 – 3.74	1.1
> 3.75	1.0

### 3.4. Уздужни нагиб нивелете коловоза

Утицај (највећег) уздужног нагиба нивелете коловоза на саобраћај треба сматрати факторима  $f_{np}$ , који су наведени у следећој табели.

Табела 7: Фактори утицаја подужног нагиба на саобраћајно оптерећење

Уздужни нагиб (%)	Фактор уздужног нагиба нивелете
< 2	1.00
изнад 2 до 4	1.02
изнад 4 до 5	1.05
изнад 5 до 6	1.09
изнад 6 до 7	1.14
изнад 7 до 8	1.20
изнад 8 до 9	1.27
изнад 9 до 10	1.35
> 10	1.45

### 3.5. Динамички утицаји

Заношење моторног возила које настаје као последица неравности коловоза ствара додатно динамичко оптерећење, које можемо сматрати фактором  $f_{du}$ , који износи:

- добри услови вожње  $f_{du} = 1.03$
- средњи услови вожње  $f_{du} = 1.08$

#### 4. Пројектовано саобраћајно оптерећење за експлоатациони период година **20**

Пројектовано саобраћајно оптерећење се дефинише на основу:

- пројектованог еквивалентног дневног саобраћајног оптерећења  $T_d$ ,
- додатних утицаја који настају као последица карактеристика пута, и
- трајања саобраћаја, и годишњег пораста саобраћаја.

Предвиђено трајање и повећање саобраћајног оптерећења услед пораста саобраћаја у овом периоду треба сматрати фактором  $f_{po}$

Стопа годишњег пораста саобраћаја (%)	3
Предвиђено трајање у годинама	20
Фактор повећања саобраћајног оптерећења $f_{po} =$	28

##### 4.1. Одређивање пројектованог саобраћајног оптерећења у пројектном периоду

Одређивање пројектованог саобраћајног оптерећења  $T_n$  се изводи на основу следеће једначине:

$$T_n = 365 \times T_d \times f_{pp} \times f_{st} \times f_{nn} \times f_{du} \times f_{po}$$

гдје је:

$T_n$	-	пројектовано саобраћајно оптерећење за период од $n$ година
$T_d$	103	еквивалентно дневно саобраћајно оптерећење
$f_{pp}$	1.00	фактор просечног попречног пресека коловоза
$f_{st}$	1.1	фактор ширине саобраћајне траке
$f_{nn}$	1.05	фактор уздужног нагиба нивелете
$f_{du}$	1.03	фактор додатних динамичких утицаја
$f_{po}$	28	фактор повећања саобраћајног оптерећења услед пораста саобраћаја

$T_n =$	1,250,095
---------	-----------

##### 4.2. Групе саобраћајног оптерећења

Према величини укупног еквивалентног саобраћајног оптерећења у пројектном периоду димензионисања, саобраћајно оптерећење се дијели у пет група. Види табелу.

Табела 9: Категоризација саобраћајног оптерећења у групе саобраћајног оптерећења

групе саобраћајног оптерећења	Број пролаза номиналног осовинског оптерећења од 100 kN	
	по дану	за 20 година
изузетно тешко	преко 3,000	преко $2 \times 10^7$
веома тешко	преко 800 до 3,000	преко $6 \times 10^6$ до $2 \times 10^7$
тешко	преко 300 до 800	преко $2 \times 10^6$ до $6 \times 10^6$
средње	преко 80 до 300	преко $6 \times 10^5$ до $2 \times 10^6$
лако	преко 30 до 80	преко $2 \times 10^5$ до $6 \times 10^5$
веома лако	до 30	до $2 \times 10^5$

##### 4.3. Укупно еквивалентно саобраћајно оптерећење $T_u$ тешких теретних возила у пројектном периоду од **20** година

Расподјелом саобраћајног оптерећења тешких теретних возила по саобраћајним тракама, трака на основу које ће се вршити димензионисања има еквивалентно саобраћајно оптерећење

$T_n =$	1,250,095	=	1.3.E+06
---------	-----------	---	----------

На основу анализе саобраћаја предметна дионица се димензионише за **средње** саобраћајно оптерећење.

**Прилог бр.2.**

# Димензионисање флексибилне коловозне конструкције

## **Дефиниције**

Димензионисање нових асфалтних коловозних конструкција према критеријуму носивости је поступак при пројектовању којим се одређује састав и дебљина коловозне конструкције на основу меродавних параметара за прорачун.

Под појмом асфалтне коловозне конструкције подразумева се вишеслојна конструкција која се састоји од асфалтног застора и носивих слојева (горњих и доњих).

## **Меродавни параметри за димензионисање**

У поступку димензионисања узимају се у обзир сљедећи параметри:

- пројектни период
- возна способност површине коловозног застора на крају пројектног периода
- саобраћајно оптерећење
- климатско-хидролошки услови
- носивост материјала постелећице
- квалитет примењених материјала у коловозној конструкцији

## **Пројектни период**

Пројектни период је временски период изражен у годинама за који је коловозна конструкција димензионисана. На крају тог периода конструкција није потпуно уништена него је само деградирана до те мере, да је возња по њој недовољно сигурна и удобна.

При крају пројектног периода коловозна конструкција се још може рационално поправити и оспособити за даљу употребу.

Избор дужине пројектног периода зависи у првом реду од начина одржавања коловоза.

Димензионисање асфалтних коловозних конструкција се обавља по правилу за пројектни период од 20 година. Коловозне конструкције се могу димензионисати и етапно, при чему пројектни период једне етапе не смије бити мањи од 5 година.

## **Возна способност површине коловозног застора на крају пројектног периода**

Возна способност површине коловозног застора процењује се преко индекса возне способности  $p$ , чија је вриједност  $p = 5,0$  за нове и идеално равне коловозе, а  $p = 0$  за потпуно уништене коловозе по којима није више могућа возња.

У овом стандарду усвојена је најмања вриједност индекса возне способности површине коловозног застора на крају пројектног периода  $p_k = 2,5$ .

## **Саобраћајно оптерећење**

У поступку димензионисања користи се укупно еквивалентно саобраћајно оптерећење у пројектном периоду за возну траку која се димензионише, изражено помоћу стандардне осовине у складу са Приручником за пројектовање путева у Републици Србији.

## **Климатско-хидролошки услови**

Утицај климатско-хидролошких услова на носивост коловозне конструкције узима се у обзир применом регионалног фактора  $P$ . Његове вриједности крећу се у границама 0,5 до 5,0, при чему су веће вредности неповољније.

## **Носивост материјала постелећице**

Носивост материјала постелећице изражава се помоћу вриједности ЦБР.

Димензионисање коловозне конструкције дуж трасе пута обавља се према потезима с приближно једнаким геомеханичким карактеристикама и уједначеном носивошћу постелећице.

Предвиђена дужина хомогеног потеза за димензионисање не смије бити мања од 500 м.

### Квалитет примењених материјала у коловозној конструкцији

При димензионисању асфалтних коловозних конструкција примењени материјали се вреднују преко коефицијента замене материјала. Употребом ових коефицијената одређују се замењујуће дебљине за поједине врсте материјала у односу на основни материјал одабран при димензионисању.

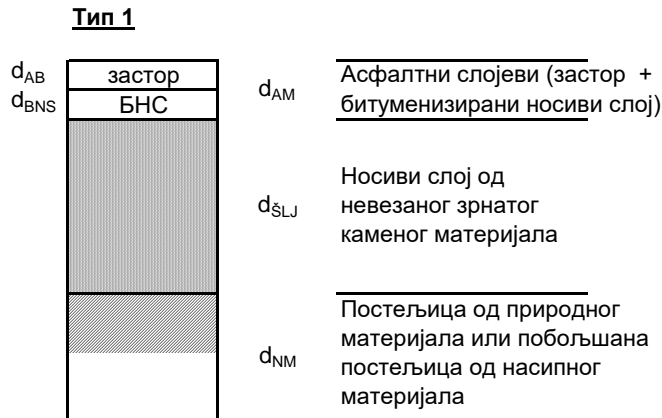
За главни пројект свих ванградских јавних путева морају се при димензионисању асфалтних коловозних конструкција користити детаљнији подаци из одговарајућих стандарда о квалитету појединих врста предвиђених

У ту сврху коефицијенти замене материјала се одређују помоћу:

-за асфалтне мешавине	-вредности Маршаловог стабилитета
-за цементом стабилизоване зрнасте камене материјале	-вредности притисне чврстоће после 7 дана
-за неvezане зрнасте камене материјале	-вредности ЦБР

### Одабрани тип коловозне конструкција

Састав асфалтне коловозне конструкције се одређује зависно од примене и комбинација одређених врста материјала и њиховог квалитета, као и врсти носиве подлоге испод асфалтних слојева.



### Поступак димензионисања

Задана величина ЦБР на дионици  $j$ : **15.0%** - Носивост тла постељице. На основу истражних радова, констатовано је да носивост постељице доста ниска, те је на целој дионици предвиђено ојачање постељице

Поступак димензионисања се заснива на:

- одређивању меродавних параметара за димензионисање
- одређивању састава и дебљине појединих слојева коловозне конструкције

дебљине	коефицијенти еквиваленције - замјене материјала
$d_1$ (cm) - асфалт бетон	$a_1$
$d_2$ (cm) - БНС	$a_2$
$d_3$ (cm) - тампон	$a_3$

Димензионирање коловозне конструкције се заснива на претпостављеној коловозној конструкцији (или срачунатој по некој методи) и за ту претпостављену коловозну конструкцију израчунава се њен структурни број  $SN_k$

$$SN_k = a_1 D_1 + a_2 D_2 + a_3 D_3$$

где су:

$a_1, a_2, a_3$  -- коефицијенти замене материјала,

$D_1, D_2, D_3$  - дебљине појединих слојева коловозне конструкције.

Коловозна конструкција је исправно претпостављена, ако је њен структурни број  $SN_k > SN_p$

## 1 Тип 1 - Коловозна конструкција од асфалтних слојева и носивих слојева од зрнатог каменог материјала

Укупне дебљине асфалтних слојева и носивих слојева од неvezаног зрнатог каменог материјала за овај тип конструкције одређује се из дијаграма (слика 1) директно из нанесених вриједности укупног еквивалентног саобраћајног оптерећења у пројектном периоду  $T_u$  и мјеродавне вриједности носивости материјала постелице ЦБР.

### 1.1 Асфалтни слојеви (застор + битуменизирани носиви слој)

Укупна дебљина асфалтних слојева одређена из дијаграма (слика 1) односи се на одабрану асфалтну мешавину с просечним квалитетом између стандардне асфалтбетонске мешавине и мешавине од битуменизиране дробљене камене ситнежи (БНС).

Рачунски коефицијент замјене за ову асфалтну мешавину износи  $a_p = 0,38$ .

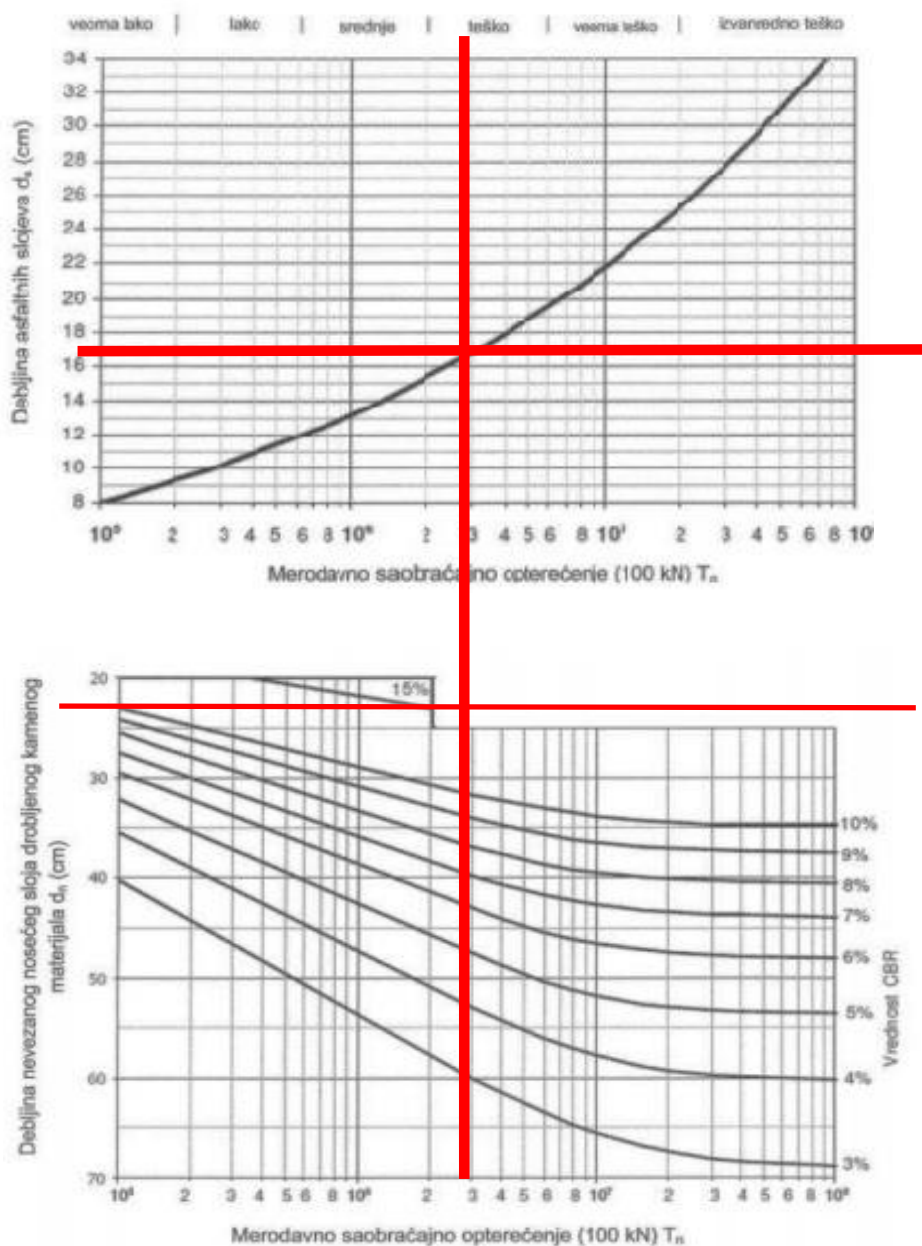
Избор састава и квалитета асфалтних мешавина за поједине слојеве зависи од положаја у коловозној конструкцији, величине саобраћајног оптерећења геометријских елемената пута и климатских прилика, а мора бити у складу са захтевима одговарајућих стандарда.

Одређивање дебљине за поједине одабране асфалтне мешавине обавља се прорачунавањем добијене укупне дебљине асфалтних слојева помоћу коефицијената замјене материјала. При томе се мора водити рачуна о најмањим технолошким дебљинама израде слојева, које су утврђене одговарајућим стандардима.

$$E_{CO} \quad 2,639,863 \quad = \quad 2.6E+06 \quad \text{еквивалентно саобраћајно оптерећење}$$



### Ekvivalentno saobraćajno opterećenje



#### дебљине

d <sub>AM</sub> (cm) =	17	очитано
d <sub>AB</sub> (cm) =	5	усвојено
d <sub>BNS</sub> (cm) =	14	израчунато

#### коэффициенти еквиваленције - замене материјала

асфална мешавина	a <sub>AM</sub> =	0.38
асфалт бетон	a <sub>AB</sub> =	0.42
БНС	a <sub>BNS</sub> =	0.35

Прорачун дБНС (дебљине БНС) на основу очитане дАМ и усвојене дАБ

$$d_{AM} \cdot a_{AM} = d_{AB} \cdot a_{AB} + d_{BNS} \cdot a_{BNS}$$

17	0.38	=	5	0.42	+	<span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">12.5</span>	0.35
----	------	---	---	------	---	--	------

Усвојена dBNS (дебљине БНС у cm) је : 14.0

## 1.2 Носиви слој од невезаног зрног каменог материјала

Дебљина носивог слоја одређена из дијаграма (слика 1) односи се на шљунак стандардом утврђеног квалитета. Рачунски коефицијент замене за овај шљунак износи  $a_r = 0,11$  до дебљине слојева од 40 cm, а за дебљине слојева веће од 40 cm узима се редуцирани коефицијент замене  $a_r = 0,09$ .

Највећа допуштена дебљина слоја шљунка је 50 cm.

Најмања дебљина слоја износи 20 cm.

За укупно еквивалентно саобраћајно оптерећење  $T_u < 2 \times 10^6$  узима се најмања дебљина 20 cm, а за укупно еквивалентно саобраћајно оптерећење  $T_u > 2 \times 10^6$ , дебљина 25 cm.

дебљине			коефицијенти еквиваленције - замјене материјала		
$d_{\text{SLJ}}$ (cm) =	25	очитано	шљунак	$a_{\text{SLJ}} =$	0.11
$d_{\text{TUC}}$ (cm) =	20.0	израчунато	туцаник	$a_{\text{TUC}} =$	0.14

Прорачун дТУЦ (дебљине туцаника) на основу очитане дШЉ

$d_{\text{SLJ}}$	$a_{\text{SLJ}}$	=	$d_{\text{TUC}}$	$a_{\text{TUC}}$
25	0.11		19.6	0.14

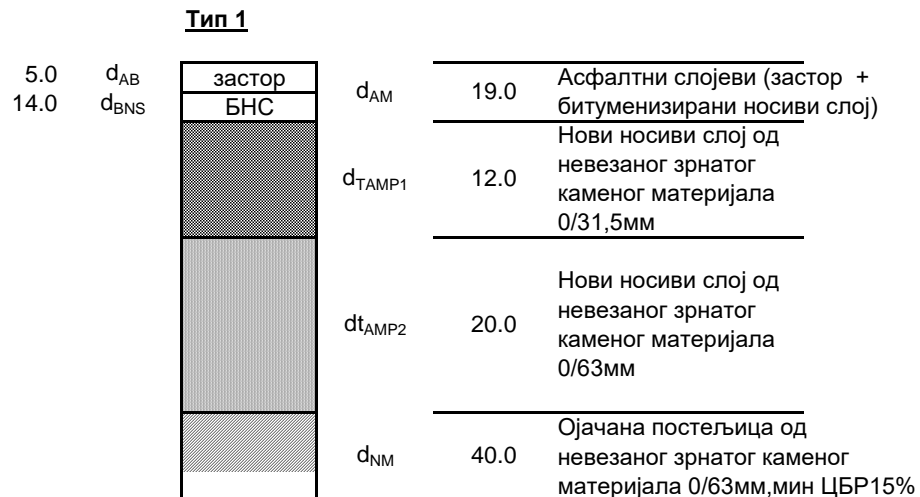
Усвојена дТУЦ (дебљине туцаника) је : **32.0** cm

Слој од шљунка се може замјенити делимично или потпуно и другим врстама природног или вјештачки припремљеног (дробљеног) зрног каменог материјала прерачунавањем помоћу одговарајућих коефицијената замене материјала.

Ако се из дијаграма добије већа дебљина слоја шљунка од 50 cm, због слабе носивости материјала постељице и великог укупног еквивалентног саобраћајног оптерећења, тада се предвиђа побољшање носивости постељице или стабилизовање дела или читавог носивог слоја погодном врстом везива.

### Усвојени тип коловозне конструкција

Састав асфалтне коловозне конструкције је одређен у зависности од примјене и комбинација врста материјала и њиховог квалитета, минималних технолошких дебљина за поједине слојеве, као и врсти носиве подлоге испод асфалтних слојева.



## **A-1) ПРОВЕРА КОЛОВОЗНЕ КОНСТРУКЦИЈЕ НА ШТЕТНО ДЕЛОВАЊЕ МРАЗА**

Постојећи хидролошки услови

- одводњавање
- усјек / насип
- одводњавање

Оријентационе дебљине коловозних конструкција заштићених од дејства мрза

Осетљивост материјала постелнице на смрзавање	Хидролошки услови	Минимална дебљина коловозне конструкције	
		флексибилна	крута
неосетљив на смрзавање	повољни	0.6 ds	0.5 ds
	неповољни	0.7 ds	0.6 ds
осетљив на смрзавање	повољни	0.7 ds	0.6 ds
	неповољни	0.8 ds	0.7 ds

Осетљивост материјала постелнице на смрзавање ..... **неосетљив на смрзавање**

Хидролошки услови ..... **повољни**

Минимална дебљина коловозне конструкције ..... **0.6 ds**

На основу читања са карте дубине продирања нулте изотерме у тло, Приручник за пројектовање путева у Републици Србији у подручју предметне дионице

дубина продирања мрза је

Минимална дебљина коловозне конструкције - флексибилна

тип	усвојено	провера на мраз
Тип 1	51.0 cm	задовољава

Закључак: Предвиђена коловозна конструкција задовољава услове прописане правилником и стандардима који третирају ову област, такође због униформности градње и одржавања на предметној деници усвојена је идентична коловозна конструкција као и на већ изведеном дијелу предметне саобраћајнице

# Димензионисање флексибилне коловозне конструкције - рампа

## Дефиниције

Димензионисање нових асфалтних коловозних конструкција према критеријуму носивости је поступак при пројектовању којим се одређује састав и дебљина коловозне конструкције на основу меродавних параметара за прорачун.

Под појмом асфалтне коловозне конструкције подразумева се вишеслојна конструкција која се састоји од асфалтног застора и носивих слојева (горњих и доњих).

## **Меродавни параметри за димензионисање**

У поступку димензионисања узимају се у обзир сљедећи параметри:

- пројектни период
- возна способност површине коловозног застора на крају пројектног периода
- саобраћајно оптерећење
- климатско-хидролошки услови
- носивост материјала постелеџице
- квалитет примењених материјала у коловозној конструкцији

## **Пројектни период**

Пројектни период је временски период изражен у годинама за који је коловозна конструкција димензионисана. На крају тог периода конструкција није потпуно уништена него је само деградирана до те мере, да је вожња по њој недовољно сигурна и удобна.

При крају пројектног периода коловозна конструкција се још може рационално поправити и оспособити за даљу употребу.

Избор дужине пројектног периода зависи у првом реду од начина одржавања коловоза.

Димензионисање асфалтних коловозних конструкција се обавља по правилу за пројектни период од 20 година. Коловозне конструкције се могу димензионисати и етапно, при чему пројектни период једне етапе не смије бити мањи од 5 година.

## **Возна способност површине коловозног застора на крају пројектног периода**

Возна способност површине коловозног застора процењује се преко индекса возне способности  $p$ , чија је вриједност  $p = 5,0$  за нове и идеално равне коловозе, а  $p = 0$  за потпуно уништене коловозе по којима није више могућа вожња.

У овом стандарду усвојена је најмања вриједност индекса возне способности површине коловозног застора на крају пројектног периода  $p_k = 2,5$ .

## **Саобраћајно оптерећење**

У поступку димензионисања користи се укупно еквивалентно саобраћајно оптерећење у пројектном периоду за возну траку која се димензионише, изражено помоћу стандардне осовине, а одређује се према у складу са Приручником за пројектовање путева у Републици Србији.

## **Климатско-хидролошки услови**

Утицај климатско-хидролошких услова на носивост коловозне конструкције узима се у обзир применом регионалног фактора  $P$ . Његове вриједности крећу се у границама 0,5 до 5,0, при чему су веће вредности неповољније.

## **Носивост материјала постелеџице**

Носивост материјала постелеџице изражава се помоћу вриједности ЦБР.

Димензионисање коловозне конструкције дуж трасе пута обавља се према потезима с приближно једнаким геомеханичким карактеристикама и уједначеном носивошћу постелеџице.

Предвиђена дужина хомогеног потеза за димензионисање не смије бити мања од 500 м.

### Квалитет примењених материјала у коловозној конструкцији

При димензионисању асфалтних коловозних конструкција примењени материјали се вреднују преко коефицијента замене материјала. Употребом ових коефицијената одређују се замењујуће дебљине за поједине врсте материјала у односу на основни материјал одабран при димензионисању.

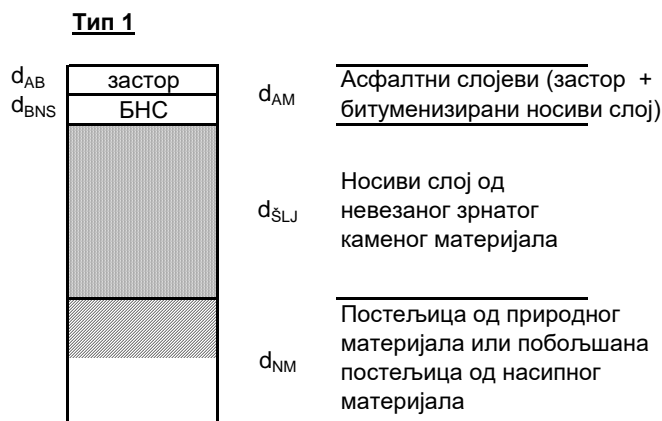
За главни пројект свих ванградских јавних путева морају се при димензионисању асфалтних коловозних конструкција користити детаљнији подаци из одговарајућих стандарда о квалитету појединих врста предвиђених

У ту сврху коефицијенти замене материјала се одређују помоћу:

-за асфалтне мешавине	-вредности Маршаловог стабилитета
-за цементом стабилизоване зрнасте камене материјале	-вредности притисне чврстоће после 7 дана
-за невезане зрнасте камене материјале	-вредности ЦБР

### Одабрани тип коловозне конструкција

Састав асфалтне коловозне конструкције се одређује зависно од примене и комбинација одређених врста материјала и њиховог квалитета, као и врсти носиве подлоге испод асфалтних слојева.



### Поступак димензионисања

Задана величина ЦБР на дионици  $j$ : **15.0%** - Носивост тла постељице. На основу истражних радова, констатовано је да носивост постељице доста ниска, те је на целој дионици предвиђено ојачање постељице

Поступак димензионисања се заснива на:

- одређивању меродавних параметара за димензионисање
- одређивању састава и дебљине појединих слојева коловозне конструкције

дебљине	коефицијенти еквиваленције - замјене материјала
$d_1$ (cm) - асфалт бетон	$a_1$
$d_2$ (cm) - БНС	$a_2$
$d_3$ (cm) - тампон	$a_3$

Димензионирање коловозне конструкције се заснива на претпостављеној коловозној конструкцији (или срачунатој по некој методи) и за ту претпостављену коловозну конструкцију израчунава се њен структурни број  $SN_k$

$$SN_k = a_1 D_1 + a_2 D_2 + a_3 D_3$$

где су:

$a_1, a_2, a_3$  -- коефицијенти замене материјала,

$D_1, D_2, D_3$  - дебљине појединих слојева коловозне конструкције.

Коловозна конструкција је исправно претпостављена, ако је њен структурни број  $SN_k > SN_p$

## 1 Тип 1 - Коловозна конструкција од асфалтних слојева и носивих слојева од зрнатог каменог материјала

Укупне дебљине асфалтних слојева и носивих слојева од неvezаног зрнатог каменог материјала за овај тип конструкције одређује се из дијаграма (слика 1) директно из нанесених вриједности укупног еквивалентног саобраћајног оптерећења у пројектном периоду  $T_u$  и мјеродавне вриједности носивости материјала постелице ЦБР.

### 1.1 Асфалтни слојеви (застор + битуменизирани носиви слој)

Укупна дебљина асфалтних слојева одређена из дијаграма (слика 1) односи се на одабрану асфалтну мешавину с просечним квалитетом између стандардне асфалтбетонске мешавине и мешавине од битуменизиране дробљене камене ситнежи (БНС).

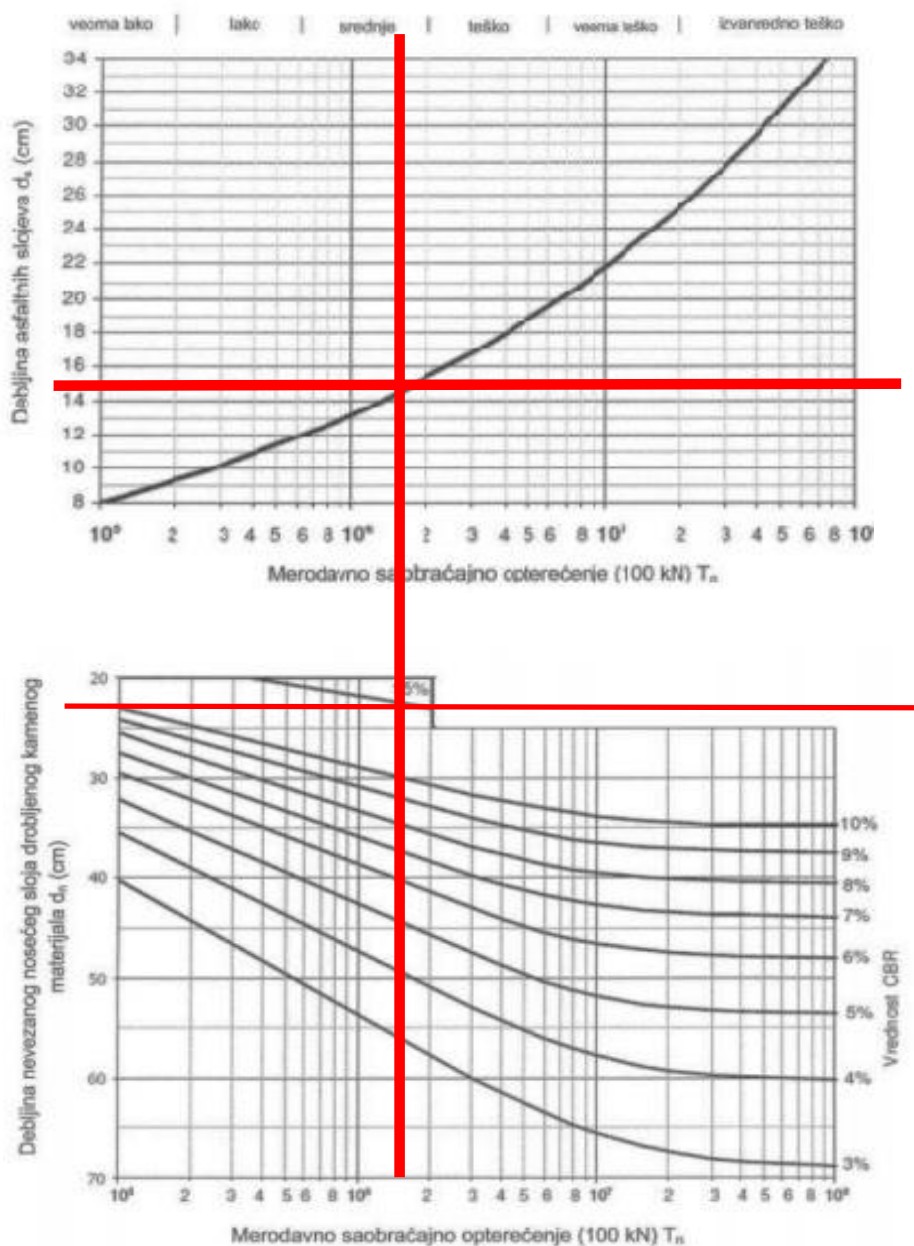
Рачунски коефицијент замјене за ову асфалтну мешавину износи  $a_p = 0,38$ .

Избор састава и квалитета асфалтних мешавина за поједине слојеве зависи од положаја у коловозној конструкцији, величине саобраћајног оптерећења геометријских елемената пута и климатских прилика, а мора бити у складу са захтевима одговарајућих стандарда.

Одређивање дебљине за поједине одабране асфалтне мешавине обавља се прорачунавањем добијене укупне дебљине асфалтних слојева помоћу коефицијената замјене материјала. При томе се мора водити рачуна о најмањим технолошким дебљинама израде слојева, које су утврђене одговарајућим стандардима.

$$E_{CO} \quad 1,250,095 \quad = \quad 1.3E+06 \quad \text{еквивалентно саобраћајно оптерећење}$$

### Ekvivalentno saobraćajno opterećenje



#### дебљине

d<sub>AM</sub> (cm) = 15    очитано  
 d<sub>AB</sub> (cm) = 5    усвојено  
 d<sub>BNS</sub> (cm) = 12    израчунато

#### коэффициенти еквиваленције - замене материјала

асфална мешавина    a<sub>AM</sub> = 0.38  
 асфалт бетон    a<sub>AB</sub> = 0.42  
 БНС    a<sub>BNS</sub> = 0.35

Прорачун дБНС (дебљине БНС) на основу очитане дАМ и усвојене дАБ

$$d_{AM} \cdot a_{AM} = d_{AB} \cdot a_{AB} + d_{BNS} \cdot a_{BNS}$$

15    0.38    =    5    0.42    +    10.3    0.35

Усвојена dBNS (дебљине БНС у cm) је : 12.0

## 1.2 Носиви слој од невезаног зрнатог каменог материјала

Дебљина носивог слоја одређена из дијаграма (слика 1) односи се на шљунак стандардом утврђеног квалитета. Рачунски коефицијент замене за овај шљунак износи  $a_r = 0,11$  до дебљине слојева од 40 cm, а за дебљине слојева веће од 40 cm узима се редуцирани коефицијент замене  $a_r = 0,09$ .

Највећа допуштена дебљина слоја шљунка је 50 cm.

Најмања дебљина слоја износи 20 cm.

За укупно еквивалентно саобраћајно оптерећење  $T_u < 2 \times 10^6$  узима се најмања дебљина 20 cm, а за укупно еквивалентно саобраћајно оптерећење  $T_u > 2 \times 10^6$ , дебљина 25 cm.

дебљине			коефицијенти еквиваленције - замјене материјала		
$d_{\text{шљ}} \text{ (cm)} =$	23	очитано	шљунак	$a_{\text{шљ}} =$	0.11
$d_{\text{туц}} \text{ (cm)} =$	20.0	израчунато	туцаник	$a_{\text{туц}} =$	0.14

Прорачун дТУЦ (дебљине туцаника) на основу очитане дШЉ

$d_{\text{шљ}}$	$a_{\text{шљ}}$	=	$d_{\text{туц}}$	$a_{\text{туц}}$
23	0.11		18.1	0.14

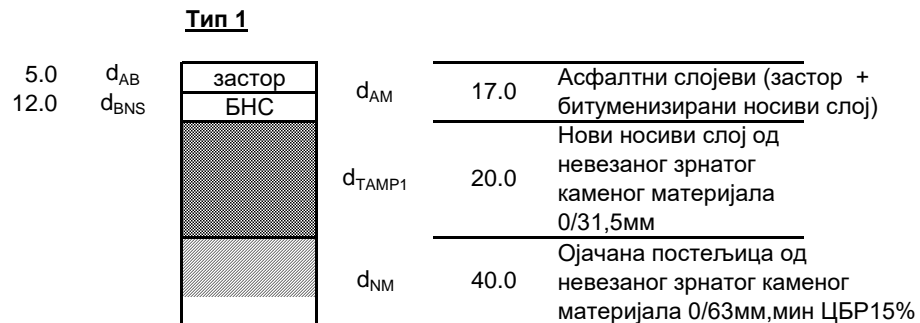
Усвојена дТУЦ (дебљине туцаника) је : 20.0 cm

Слој од шљунка се може замјенити делимично или потпуно и другим врстама природног или вјештачки припремљеног (дробљеног) зрнатог каменог материјала прерачунавањем помоћу одговарајућих коефицијената замене материјала .

Ако се из дијаграма добије већа дебљина слоја шљунка од 50 cm, због слабе носивости материјала постељице и великог укупног еквивалентног саобраћајног оптерећења, тада се предвиђа побољшање носивости постељице или стабилизовање дела или читавог носивог слоја погодном врстом везива.

### Усвојени тип коловозне конструкција на основу саобраћајног оптерећења

Састав асфалтне коловозне конструкције је одређен у зависности од примјене и комбинација врста материјала и њиховог квалитета, минималних технолошких дебљина за поједине слојеве, као и врсти носиве подлоге испод асфалтних слојева.





## A-1) ПРОВЕРА КОЛОВОЗНЕ КОНСТРУКЦИЈЕ НА ШТЕТНО ДЕЛОВАЊЕ МРАЗА

Постојећи хидролошки услови

- одводњавање
- усјек / насип
- одводњавање

Оријентационе дебљине коловозних конструкција заштићених од дејства мрза

Осетљивост материјала постелице на смрзавање	Хидролошки услови	Минимална дебљина коловозне конструкције	
		флексибилна	крута
неосетљив на смрзавање	повољни	0.6 ds	0.5 ds
	неповољни	0.7 ds	0.6 ds
осетљив на смрзавање	повољни	0.7 ds	0.6 ds
	неповољни	0.8 ds	0.7 ds

Осетљивост материјала постелице на смрзавање ..... **неосетљив на смрзавање**

Хидролошки услови ..... **повољни**

Минимална дебљина коловозне конструкције ..... **0.6 ds**

На основу читања са карте дубине продирања нулте изотерме у тло, Приручник за пројектовање путева у Републици Србији у подручју предметне дионице

дубина продирања мрза је

Минимална дебљина коловозне конструкције - флексибилна

тип	усвојено	провера на мраз
Тип 1	37.0 cm	не задовољава

Предвиђена коловозна конструкција не задовољава услове провере на мраз. Из тог разлога извршено је повећање дебљине невезаног носивог слоја за 5cm, па је усвојена коловозна конструкција на рампи:

### Тип 1

5.0	$d_{AB}$	застор	$d_{AM}$	17.0	Асфалтни слојеви (застор + битуменизирани носиви слој)
12.0	$d_{BNS}$	БНС			
			$d_{TAMP1}$	25.0	Нови носиви слој од невезаног зрнатог каменог материјала 0/31,5мм
			$d_{NM}$	40.0	Ојачана постелица од невезаног зрнатог каменог материјала 0/63мм, мин ЦБР15%