


1.1. НАСЛОВНА СТРАНА

E01/3-1 GEOTEHNIČKI ELABORAT

Инвеститор:	Инфраструктура железнице Србије, Немањина 6/IV, Београд
Објекат:	Модернизација, реконструкција и изградња пруге Београд - Суботица државна граница (Келебија), деоница пруге Нови Сад - Суботица - државна граница (Келебија), у Новом Саду, Кисачу, Степановићеву, Змајеву, Врбасу, Ловћенцу, Малом Иђошу, Бачкој Тополи, Жеднику, Наумовићеву и Суботици, К.О. Нови Сад I, К.О. Нови Сад IV, К.О. Кисач,, К.О. Руменка, К.О. Степановићево, К.О. Ченеј, К.О. Бачко Добро Поље, К.О. Врбас, К.О. Врбас - град, К.О. Змајево, К.О. Куцура, К.О. Ловћенац, К.О. Мали Иђош, К.О. Фекетић, К.О. Бачка Топола, К.О. Бачка Топола - Град, К.О. Мали Београд, К.О. Биково, К.О. Доњи Град, К.О. Жедник, К.О. Нови Град, К.О. Палић, К.О. Стари Град, на катастарским парцелама према списку приложеном у Главној свесци
Врста техничке документације:	ИДП Идејни пројекат
Назив и ознака дела пројекта:	E01/3-1. GEOTEHNIČKI ELABORAT - Позајмишта материјала
За грађење / извођење радова:	Нова градња и реконструкција
Пројектант:	Саобраћајни институт ЦИП д.о.о. Београд, Немањина 6/ IV 351-02-02009/2017-07
Одговорно лице пројектанта:	Генерални директор: Милутин Игњатовић, дипл.инж
Потпис	
Овлашћено лице	Иван Стефановић, дипл.инж.геол
Број лиценце	391 N945 15
Потпис	
Број техничке документације:	2017-728-ГЕО-1/3-1
Место и датум:	Београд, мај 2020.

1.2. САДРЖАЈ

1.1.	Насловна страна
1.2.	Садржај
1.3.	Решење о одређивању овлашћеног лица
1.4.	Изјава овлашћеног лица
1.5.	Текстуална документација

1.3. РЕШЕЊЕ О ОДРЕЂИВАЊУ ОВЛАШЋЕНОГ ЛИЦА


На основу члана 128 Закона о планирању и изградњи ("Службени гласник РС", бр. 72/09, 81/09 - исправка, 64/10 - УС, 24/11, 121/12, 42/13 - УС, 50/2013 - УС, 98/2013 - УС, 132/14, 145/14, 83/2018, 31/2019 и 37/2019 -др.закон) и одредби Правилника о садржини, начину и поступку израде и начину вршења контроле техничке документације према класи и намени објеката ("Службени гласник РС" бр 73/2019) као:

О В Л А Ш Ћ Е Н О Л И Ц Е

за израду Геотехничког елабората - Позајмишта материјала, који је део ИДП - Идејног пројекта Модернизација, реконструкција и изградња пруге Београд - Суботица државна граница (Келебија), деоница пруге Нови Сад - Суботица - државна граница (Келебија), у Новом Саду, Кисачу, Степановићеву, Змајеву, Врбасу, Ловћенцу, Мали Иђошу, Бачкој Тополи, Жеднику, Наумовићеву и Суботици, К.О. Нови Сад I, К.О. Нови Сад IV, К.О. Кисач,, К.О. Руменка, К.О. Степановићево, К.О. Ченеј, К.О. Бачко Добро Поље, К.О. Врбас, К.О. Врбас - град, К.О. Змајево, К.О. Куцура, К.О. Ловћенац, К.О. Мали Иђош, К.О. Фекетић, К.О. Бачка Топола, К.О. Бачка Топола - Град, К.О. Мали Београд, К.О. Биково, К.О. Доњи Град, К.О. Жедник, К.О. Нови Град, К.О. Палић, К.О. Стари Град, одређује се

Иван Стефановић, дипл.инж.геол.

391 N945 15

Пројектант:	САОБРАЋАЈНИ ИНСТИТУТ ЦИП д.о.о, Београд Немањина 6/IV 351-02-02009/2017-07
Одговорно лице/заступник:	Генерални директор: Милутин Игњатовић, дипл.инж.
Потпис:	
Број техничке документације:	2017-728-ГЕО-1/3-1
Место и датум:	Београд, мај 2020.

1.4. ИЗЈАВА ОВЛАШЋЕНОГ ЛИЦА

Овлашћено лице Геотехничког елабората - Позајмишта материјала, који је део ИДП - Идејног пројекта Модернизација, реконструкција и изградња пруге Београд - Суботица државна граница (Келебија), деоница пруге Нови Сад - Суботица - државна граница (Келебија), у Новом Саду, Кисачу, Степановићеву, Змајеву, Врбасу, Ловћенцу, Мали Иђошу, Бачкој Тополи, Жеднику, Наумовићеву и Суботици, К.О. Нови Сад I, К.О. Нови Сад IV, К.О. Кисач, К.О. Руменка, К.О. Степановићево, К.О. Ченеј, К.О. Бачко Добро Поље, К.О. Врбас, К.О. Врбас - град, К.О. Змајево, К.О. Куцура, К.О. Ловћенац, К.О. Мали Иђош, К.О. Фекетић, К.О. Бачка Топола, К.О. Бачка Топола - Град, К.О. Мали Београд, К.О. Биково, К.О. Доњи Град, К.О. Жедник, К.О. Нови Град, К.О. Палић, К.О. Стари Град)

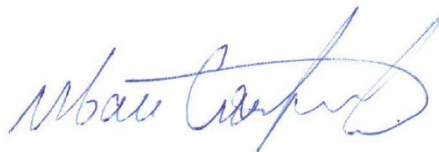
Иван Стефановић, дипл.инж.геол.

ИЗЈАВЉУЈЕМ

1. да је Елаборат у складу са Законом о рударству и геолошким истраживањима (Сл. гласник РС бр. 101/15), Правилнику о садржини пројекта геолошких истраживања и елабората о резултатима геолошких истраживања и Правилника о потребном степену изучености инжењерскогеолошких својстава терена за потребе планирања, пројектовања и грађења (Сл. гласник РС бр. 51/96)
2. да је Елаборат израђен у складу са Законом о планирању и изградњи, прописима, стандардима и нормативима из области изградње објеката и правилима струке;
3. да су при изради Елабората 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.

Овлашћено лице: Иван Стефановић, дипл.инж.геол.
Број лиценце: 391 N945 15

Потпис:



Број дела пројекта: 2017-728-ГЕО-1/3.1
Место и датум: Београд, мај 2020.

1.5. ТЕКСТУАЛНА ДОКУМЕНТАЦИЈА

САДРЖАЈ:

1	УВОД.....	1
2	ПРОЈЕКТНИ ЗАДАТАК.....	2
3	ОПШТИ ПОДАЦИ О ИСТРАЖНОМ ПРОСТОРУ.....	3
4	ВРСТА И ОБИМ И ИЗВЕДЕНИХ ИСТРАЖИВАЊА И ИСПИТИВАЊА.....	4
4.1	Претходно изведени истражни радови.....	4
4.2	Изведени истражни радови.....	4
5	РЕЗУЛТАТИ ИСТРАЖИВАЊА И ИСПИТИВАЊА.....	5
5.1	Геоморфолошка својства.....	5
5.2	Геолошка грађа терена.....	6
6	ГЕОТЕХНИЧКА СВОЈСТВА МАТЕРИЈАЛА ЗА ИЗГРАДЊУ ДОЊЕГ СТРОЈА ПРУГЕ.....	7
6.1	Геотехничка својства издвојених јединица терена за новопроектвану трасу.....	8
6.2	Геотехничка својства издвојених јединица у оквиру тупа постојеће пруге.....	11
6.3	Позајмишта материјала.....	15

1 УВОД

На основу уговора који је склопљен са Инвеститором, Саобраћајни институт ЦИП - Завод за геотехнику, преузео је обавезу да уради Геотехнички елаборат за Идејни пројекат за изградњу железничке пруге Београд - Суботица - Државна граница (Келебија), деоница Нови Сад - Суботица - Државна граница (Келебија). Ова пруга претставља део традиционалног железничког транзитног коридора за везу Западне и Централне Европе са Грчком, Турском и Блиским Истоком.

Постојећа пруга Београд - Будимпешта је једноколосечна, дужине 350 km. Деоница Нови Сад – Суботица, је од км 76+501 – 183+921. Пруга се пројектује за брзине од 200 km/h и биће двоколосечна, укупне дужине око 108 километара.

Пруга се укршта са већим бројем магистралних, локалних и атарских путева, као и природних и вештачких водотокова. Сва укрштања ће бити изведени као денivelисана. Пројектом је предвиђен већи број пратећих инфраструктурних објеката (мостови, подвожњаци, надвожњаци, подходници и пропусни) као и објекти високоградње (станичне зграде и припадајући објекти

Приликом израде геотехничке документације за ниво Идејног, као његов саставни део урађен је и Елаборат геотехничких истраживања за позајмишта материјала.

Елаборат о позајмиштима урађен је на основу резултата до којих се дошло теренским истраживањима, лабораторијским испитивањима, анализом и синтезом података прикупљених из фондурске документације и литературе.

У овом извештају поред локалних материјала уз трасу пруге, разматрана је и могућност уградње материјала са других локација, при чему се рачунало на могућност железничког и речног саобраћаја.

Геотехнички елаборат урађен је према:

- Закону о Рударству и геолошким истраживањима (Сл. гласник РС бр. 101/2015),
- Правилнику о садржини пројеката геолошких истраживања и елабората о резултатима геолошких истраживања (сл. Гласник РС бр.51/96),
- Правилнику о потребном степену изучености инжењерскогеолошких својстава терена за потребе планирања, пројектовања и грађења (сл. Гласник РС бр.51/96),
- Правилник о садржини документације која се односи на хидрогеолошке и инжењерско-геолошке подлоге за изградњу високих брана, хидроелектрана, термоелектрана и објеката саобраћајне инфраструктуре (сл. Гласник РС бр.51/96),
- Пратећим позитивним законским прописима, нормативима и акатима.

2 ПРОЈЕКТНИ ЗАДАТАК

У овомо поглављу дат је извод из пројектног задатка Инвеститора.

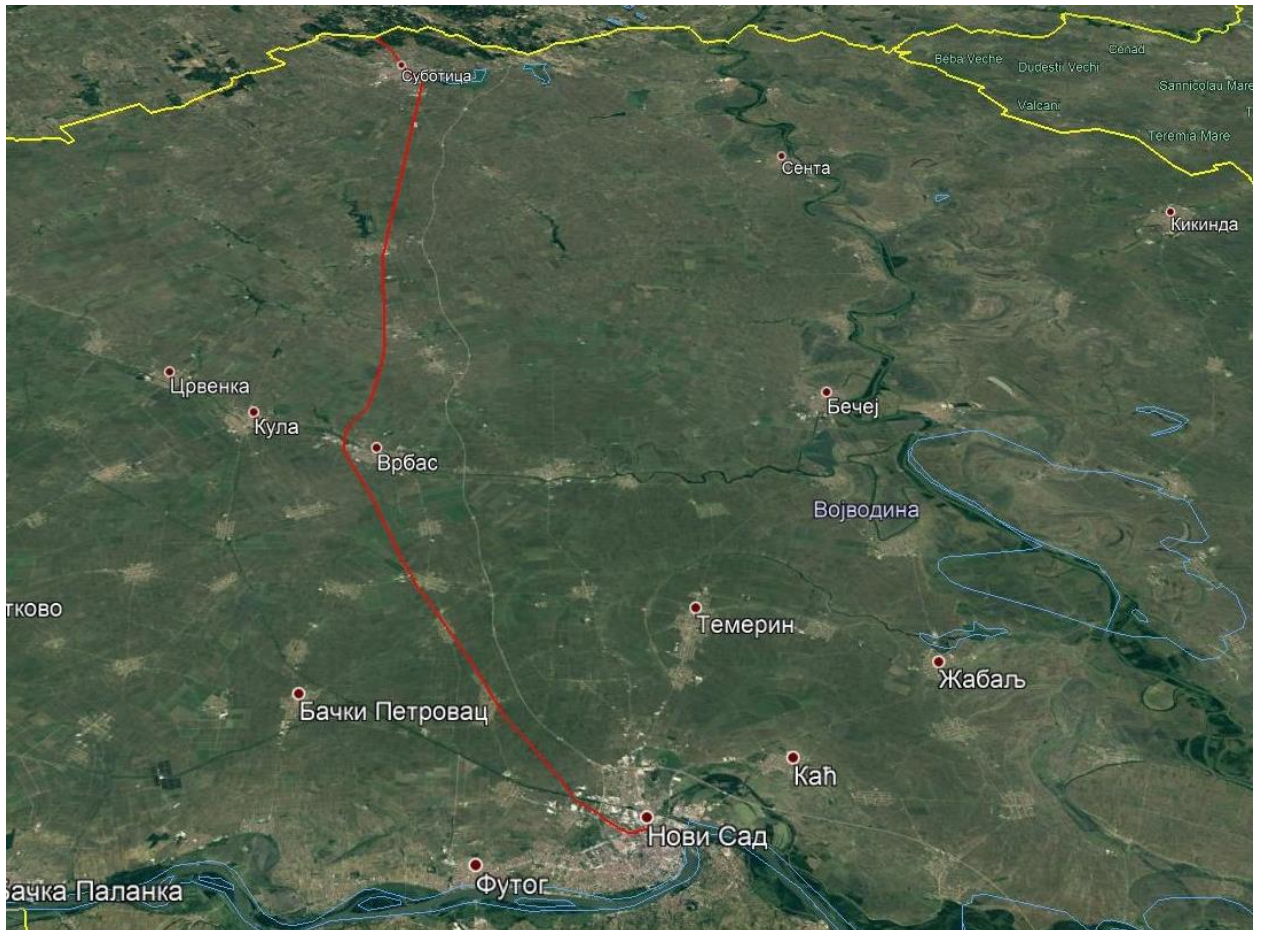
За потребе израде пројекта грађевинских објеката неопходно је извршити додатна детаљна инжењерскогеолошка и геотехничка истраживања и испитивања у складу са Законом о рударству и геолошким истраживањима (сл. гл. РС бр 101/2015), а у циљу добијања детаљних и поузданих геотехничких услова и параметара за:

- геолошку грађу, инжењерскогеолошка и хидрогеолошке својства терена, савремене геодинамичке процесе и појаве (нестабилне и потенцијално нестабилне делове терена, клизишта, јаружења, интензивна спирања, зоне слабе носивости тла), као и утврдити стање постојећег трупа пруге.
- фундирање објеката (мостови, вијадукти, подвожњаци, пропусти, надвожњаци, зграде), а према важећој законској регулативи (Eurocode 7, EN 1997-2, као и Правилник о техничким нормативима за темељење грађевинских објеката („Сл. Лист СФРЈ”, бр 15/90) донет на основу члана 81. Закона о стандардизацији "Сл. Лист сФРЈ", бр. 37/88),
- конструкцију и нагибе косина трупа пруге
- резерве и својства материјала потенцијалних позајмишта.

3 ОПШТИ ПОДАЦИ О ИСТРАЖНОМ ПРОСТОРУ

У морфолошком смислу истражни простор (слика 3.1) припада Панонској низији, то јест Бачкој равници. У оквиру ове равнице могу се издвојити следеће геоморфолошке формације:

- Алувијон Дунава
- „Варошка тераса“
- „Телечка лесна зараван“
- „Суботичко Хоргошка пешчара“



Слика 3-1: Ситуација – Траса деонице будуће пруге Нови Сад - Суботица

Траса пруге прелази преко терена који пресеца неколико водених токова и већи број канала. Као значајнији водотоци су: Јегричка, Криваја и Чикер, док су значајнији канали: Канал ДТД, Велики канал и Мали канал.

У непосредној близини трасе пруге налазе се два језера: Палићко и Ладочко.

Постојећа хидрографска мрежа у коридору пруге је доста развијена, и у оквиру ње су природни водотоци, као и мелиоративни канали у надлежности ЈВП "Воде Војводине".

Потенцијал површинских вода у истраживаном коридору пруге чине: река Дунав, канал ДТД, Велики канал, Угриновачки канал, Мали канал, Руменички канала, Дубоки канал, канал Јегричка, река Бегеј, Криваја, Чикер и низ потока и мањих канала.

4 ВРСТА И ОБИМ И ИЗВЕДЕНИХ ИСТРАЖИВАЊА И ИСПИТИВАЊА

4.1 Претходно изведени истражни радови

У циљу утврђивања степена истражености терена на предметном потезу, извршена је анализа резултата истраживања која су изведена како на самој предметној локацији, тако и у њеној ближој околини. Анализом резултата постојећих истраживања утврђено је да је предметна локација била предмет истраживања за потребе израде планске документације за различите нивое пројектовања и за различите садржаје.

При изради овог Елабората коришћена је геолошко – геотехничка документација (табела 4.1) којом је урађено вредновање терена као радне средине, при чему треба узети у обзир временску дистанцу израде планске документације.

За потребе израде овог Елабората извршена је делимична реинтерпретација постојећих података. Резултати поменутих истраживања су приказани у оквиру следеће планске документације.

Табела 4.1.1: Списак коришћене документације

Редни број	Назив документације	Година
1	Пруге за велике брзине Суботица-Београд-Ниш-Димитровград, деоница I Београд-Суботица (Саобраћајни институт ЦИП)	1996
2	Студија изводљивости модернизације пруге Београд-Суботица-државна граница (Келебија)", Књига 3 : Студија о процени утицаја на животну средину, (Саобраћајни институт ЦИП).	2015
3	Геотехнички елаборат за потребе модернизације железничке пруге Нови Сад - Суботица - граница са Мађарском – ниво Идејног пројекта (Luise Berger / Институт ИМС)	2016
4	Студија геотехничких услова за ниво "Просторног плана подручја посебне намене инфраструктурног коридора железничке пруге Београд-Суботица-државна граница (Келебија)", (Саобраћајни институт ЦИП)	2015/2016.

4.2 Изведени истражни радови

У непосредној близини будуће пруге у више наврата су изведени истражни радови. Допунска истраживања изведена су у периоду октобар - децембар 2017. год и обухватила су:

- инжењерскогеолошко картирање терена дуж новопројектоване трасе
- извођење истражних раскопа у трупку пруге
- извођење истражних јама дуж новопројектоване трасе
- истражно бушење са инжењерскогеолошким картирањем језгра,
- извођење опита стандардне динамичке пенетрације - SPT
- лабораторијска геомеханичка испитивања,

Положај истражних радова дат је у књигама: Геотехнички елаборат, геотехнички услови изградње за трасу (01/1-1.1; 01/1-2.1; 01/1-3.1; 01/1-4.1), Прилог 1 – Инжењерскогеолошка карта са положајем истражних радова.

Резултати истражних радова дати су у књигама: Геотехнички елаборат, документациона књига за трасу (01/1-1.2; 01/1-2.2; 01/1-3.2; 01/1-4.2), Прилог 1 - Профили бушотина, Прилог 2 - Профили истражних јама, Прилог 3 - Резултати лабораторијских испитивања.

5 РЕЗУЛТАТИ ИСТРАЖИВАЊА И ИСПИТИВАЊА

5.1 Геоморфолошка својства

У инфраструктурном коридору железничке пруге који је предмет овог Елабората издвајају се следеће геоморфолошке целине посматрано у правцу раста стационаже (од леве обале Дунава код Новог Сада до државне границе (Келебија):

- алувијална равна Дунава,
- јужно бачка лесна тераса – варошка тераса
- средње бачки лесни плато – телечка лесна зараван
- Суботичко-хоргошка пешчара.

Алувијална равна Дунава

Алувијална равна Дунава од Сремских Карловаца до Новог Сада је са апсолутним котама 73-76 mnm. Она је местимично плављена и са високим нивоима подземне воде, местимично захваћена мелиорационим системом одбрамбених насипа и канала. У оквиру ове целине има остатака рукаваца и меандара Дунава. У зони Петроварадина морфолошки се издваја друга дунавска (лесна) тераса са просечном висином 86 mnm и добро израженим високим одсеком, и на левој обали Дунава (у широј зони Руменке) прва алувијална тераса (позната као Јужна бачка лесна тераса или "Варошка тераса") са висином од око 80 mnm.

Јужно бачка лесна тераса - варошка тераса

Јужно бачка лесна тераса има просечну апсолутну висину између 82-85 mnm. Простире се северно од Новог Сада до Врбаса (Великог канала). Поред природних токова, терен пресеца велики број канала од којих су најзначајнији: Мали канал, канал Јегричка, и Велики канал. Дренажна мрежа углавном припада сливу Тисе, једино Мали канал припада сливу Дунава.

Средње бачки лесни плато – телечка лесна зараван

Средње бачки лесни плато је одвојен лесним одсеком и Великим каналом (код Врбаса) са јужне стране од јужно бачке лесне терасе. Лесни плато се пружа северно од Врбаса до Суботице (Суботичко-хоргошке пешчаре). Просечна апсолутна висина на средње бачком лесном платоу је 89-108 mnm (max. 116 mnm). Овај плато претставља благо засвођену узвишицу чија надморска висина опада у правцу запада (према Дунаву), у правцу југа и истока (према Тиси). Ово је условило и орјентацију малог броја присутних површинских токова.

У морфолошки обликованим подручјима, рељеф карактеришу лесне вртаче различитих димензија и мања или већа удубљења (предолице).

Суботичко-хоргошка пешчара

Суботичко-хоргошко пешчара захвата простор од Суботице до државне границе Келебија. Терен је са надморском висином 107-118 mnm (max. 137 mnm) и изграђен је од еолских творевина ("песка вејавца"). Према морфолошким карактеристикама терен припада равничарском подручју, где се запажају благе заталасане равни и узвишења (дине). Реликтни остаци речних токова се могу сагледати на простору Палићког и Лудошког језера са надморском висином 100-105 mnm.

Генерално посматрано зона коридора железничке пруге највећим делом је део терена који припада лесној површи (лес односно копнени лес, затим пакет леса и лесоида и еолски пескови Суботичко-хоргошке пешчаре), заједно са тереном изграђеним од еолско-флувијалних седимента (лесоидни седименти).

Такође велики део припада терену који претставља алувијалне равни реке Дунав.

5.2 Геолошка грађа терена

На истражном простору пруге непосредну површину терена изграђују седименти квартара и подређено седименти неогена – панонски басен. Подлогу панонског басена чине палеозојске стене.

Неоген (Ng)

Наслаге неогеног басена претстављене су седиментима горњег миоцена (M_3) односно моринским седиментима сармата и моринско-језерским седиментима панона.

Басенски седименти неогена, претстављени су наслагама невезаних, пластичних и квазипластичних стена дебљине веће од 2000 m.

Квартар (Q)

Седименте квартара чине наслаге плеистоцена и холоцена.

Квартарни седименти плеистоцена (Q_1) претстављени су полицикличним речним и речно барским седиментима, дебљине преко стотину метара.

Од значаја за геотехничке услове изградње железничке пруге, је комплекс алувијалних глиновито - песковитих прашина и пескова поводањске и фације речног корита - на стратиграфском стубу ови седименти позиционирани су интергласијалом Riss-Würm у ком периоду се одвијао интензиван принос и таложење ових седимената. Ови седименти заступљени су у зони трасе од Новог Сада до Змајева.

Лесоидни седименти распрострањени су на другој дунавској тераси северно од Јегричке. Јављају се у морфолошки нижим деловима терена и синхрони су са копненим лесом са којим су у постепеној бочној смени. То су жуто-сиви еолско-флувијални седименти променљивог састава који претстављају мешавину седимената поводањске фације и еолске прашине. Седименти лесоида заступљени су у зони трасе од Змајева до Врбаса.

Од Врбаса до Суботице, траса железничке пруге положена је преко комплекса порозних еолских глиновито - песковитих прашина - леса. На стратиграфском стубу ови седименти позиционирани су последњом гласијалном епохом Würm у ком периоду се одвијао интензиван принос прашинастог материјала и таложење ових седимената, након чега је формирана сува степска платформа. Синхроно навејавању леса, на подручју Суботичке пешчаре формиран су наноси динског песка.

Приближно у околини некадашњих природних водотока, данас мелиоративних канала, у основи глиновито прашинастих материјала на прелазу према песковима у основи, заступљене су партије стишљивих прашина - муља - седименти рецентног квартара долине Јегричке и Криваје.

Укупна дебљина седимената последња два гласијала, Riss-Würm износи 50 – 100 m.

Квартарни седименти холоцена (Q_2) претстављени су алувијалним, пролувијалним, делувијалним и делувијално-пролувијалним седиментима. Алувијални седименти појављују се као нерашчлањени алувијални наноси и као рашчлањени материјали фације корита и мртваја (старача). Присутни су и барски и седименти слатина и мртваја.

Иначе, у оквиру урбаних подручја насељених места изведено је вишеструко насипање различитим материјалима за објекте становања, инфраструктуре као и објекте обалоутврде.

6 ГЕОТЕХНИЧКА СВОЈСТВА МАТЕРИЈАЛА ЗА ИЗГРАДЊУ ДОЊЕГ СТРОЈА ПРУГЕ

У оквиру овог поглавља посебно ће бити приказане геотехничке јединице терена као рецентно тло за новопројектовану трасу пруге, а посебно геотехничке јединице у оквиру трупa пруге.

Материјали који се уграђују у труп морају бити у складу са следећим стандардима и правилницима:

- Правилник о изменама и допунама правилника о техничким условима и одржавању доњег строја железничких пруга (Сл. гласник РС", бр. 74/2016),
- Стандард SRPS U.E8.010. и SRPS U.E1.010,
- Препоруке „Путева Србије“ (Република Србија, Пројекат рехабилитације транспорта - Технички услови за грађење путева у републици Србији, 2. Посебни технички услови, 2.2. Земљани радови)

Материјал за уградњу у труп мора да испуњава следеће услове:

За неvezане материјале:

- крупноћа зрна не сме бити већа од 40 cm у читавом насипу изузев завршног слоја постељице насипа где најкрупније зрно не сме бити веће од 10 cm,
- степен неравномерности $U = \frac{d_{60}}{d_{10}}$ не сме бити мањи од 9,
- каменито тло за израду насипа мора бити од стенских маса постојаних на атмосферске утицаје и ове услове морају да испуне и мешовити материјали према тачки 2.2.4 стандарда SRPS U.E1.010.

За везане материјале:

- максимална запреминска тежина одређена по Проктору мора бити већа од 15,5 kN/m³,
- оптимална влажност (w_{opt}) мора бити мања од 25%,
- влажност материјала за израду насипа при уградњи мора бити блиска оптималној +/- 2%,
- граница течења (w_L) мора бити мања од 35%,
- индекс пластичности (I_p) мора бити мањи од 12%,
- садржај органских материја мора бити мањи од 6%,

За материјале стабилизоване хидрауличним везивом:

- Испитивање претходне мешавине са израдом пробне деонице, у свему према стандарду SRPS EN 14227-15 *Мешавине везане хидрауличним везивом - Спецификације - Део 15: Тла стабилована хидрауличним везивом*

Даље се у тексту даје преглед заступљеног материјала дуж трасе пруге и коментар на његову употребљивост.

6.1 Геотехничка својства издвојених јединица терена за новопроектвану трасу

На основу истраживања и испитивања утврђена су геотехничка својства појединих литолошких чланова који могу бити употребљиви за изградњу доњег строја пруге:

Алувијални седименти Холоцена

- Прашина глиновита - Q_2al^{pr}
- Слатине - Q_2pd

Алувијални седименти Плеистоцена - Wirm

- Прашина глиновита - Q_1al^{pr}
- Глина прашинаста - Q_1al^{gl}
- Песак прашинаст - $Q_1al^{p,pr}$

Еолско-алувијални седименти Плеистоцена - Wirm

- Прашина глиновита - Q_1lp^{pr}
- Глина прашинаста - Q_1lp^{gl}

Еолски седименти Плеистоцена – Wirm

- Лес - Q_1l
- Измењени лес - Q_1l^*
- Погребена земља - Q_1pz
- Песак - Q_1p

Алувијални седименти Плеистоцена – Riss

- Прашина - $Q_1al^{pr,m}$
- Песак - Q_1al^p

Алувијални седименти

Седименти претстављени серијом полицикличних алувијалних наноса Q_1al – фације поводња и фације корита. Утврђени су у укупној дебљини од 3 - 12 метара у зони варошке терасе, делу трасе од Новог Сада до Змајева.

Лесоидни седименти Q_1lp распрострањени су на варошкој тераси северно од Јегричке (Змајева). То су жуто-сиви еолско-флувијални седименти променљивог састава који претстављају мешавину седимената поводањске фације и еолске прашине. Седименти лесоида заступљени су у зони трасе од Змајева до Врбаса.

Обзиром на сличне геомеханичке карактеристике који су лабораторијски добијени на испитаним узорцима тла, алувијални седименти и еолско-алувијални седименти сврстани су у једну групу.

Лабораторијским геомеханичким испитивањима узорака тла добијени су следећи резултати:

Врста опита	Добијене вредности
Гранулометријски састав	$U = 6.0-16.1$ просечно 11.9
Граница течења	$\omega_L = 30.2-41.6 \%$ просечно 35.5 %
Индекс пластичности	$I_p = 9.4-14.3 \%$ просечно 12.4 %
Садржина воде	$\omega = 9.1-23.7 \%$

Врста опита	Добијене вредности
	просечно 17.1 %
Оптимална влажност	$\omega_{opt} = 9.5-26.3$ % просечно 19.8 %
Максимална запреминска тежина	$\gamma_d maks = 14.8-18.8$ KN/m ³ просечно 16.4 KN/m ³
Калифорнијски индекс носивости	CBR = 2.0-6.8 % просечно 3.7 %

Испитивани материјали према утврђеним карактеристикама, условно задовољавају критеријуме, а могу се користити за израду насипа уз додатно третирње – мешање са некохерентним материјалима или хемијску стабилизацију. Материјали нису погодни за израдњу прелазног и завршног слоја. Према ГН-200 припадају I-II категорији земљишта по условима за ископ.

Еолски прашинасти седименти

Еолски седименти (**Q₁I**), претстављени су наносом леса и измењеног леса. Ови седименти (лес, измењени лес и погребена земља) заступљени су у зони трасе од Врбаса до Александрова (предграђе Суботице). Утврђени су у укупној дебљини до 15 метара.

Лабораторијским геомеханичким испитивањима узорак тла добијени су следећи резултати:

Врста опита	Добијене вредности
Гранулометријски састав	$U = 4.0-27.0$ просечно 8.2
Граница течења	$\omega_L = 30.2-41.6$ % просечно 35.5 %
Индекс пластичности	$I_P = 9.4-14.3$ % просечно 12.4 %
Садржина воде	$\omega = 29.6-37.8$ % просечно 33.3 %
Оптимална влажност	$\omega_{opt} = 14.3-26.2$ % просечно 19.7 %
Максимална запреминска тежина	$\gamma_d maks = 15.0-18.3$ KN/m ³ просечно 16.4 KN/m ³
Калифорнијски индекс носивости	CBR = 2.2-5.5 % просечно 3.7 %

Испитивани материјали према утврђеним карактеристикама, генерално задовољавају критеријуме. Ови материјали могу се користити за израду насипа, али нису погодни за израдњу прелазног и завршног слоја. Према ГН-200 припадају I-II категорији земљишта по условима за ископ.

Еолски песковити седименти

На подручју суботичке пешчаре заступљени су наноси динског песка (**Q₁p**). Песак је прашинаст, средњезрн до финозрн смеђе до сиве боје. Песак је средње до добро збијен, а са дубином му расте присуство прашинасте фракције. У терену је под утицајем подземне воде и повољних је геотехничких карактеристика. Нарочито је заступљен дуж трасе у делу северне градске зоне Суботице и даље до државне границе.

Лабораторијским геомеханичким испитивањима узорак тла добијени су следећи резултати:

Врста опита	Добијене вредности
Гранулометријски састав	$U = 1.9-5.5$ просечно 2.9
Граница течења	/

Врста опита	Добијене вредности
Индекс пластичности	/
Садржина воде	$\omega = 2.6-7.9 \%$ просечно 5.6 %
Оптимална влажност	$\omega_{opt} = 7.8-18.3 \%$ просечно 12.7 %
Максимална запреминска тежина	$\gamma_d maks = 16.5-18.7 \text{ KN/m}^3$ просечно 17.3 KN/m^3
Калифорнијски индекс носивости	CBR = 7.2-18.5 % просечно 10.4 %

На основу приказаних резултата константује се једноличност песка (степен неравномерности $c_u = 1.9-5.5$ је мањи од захтевног по Техничким условима). Из тог разлога, процеђивање воде од квашења материјала при збијању кроз такав материјал се брзо обавља, тако да у кратком времену влажност може пасти испод оптималне, што отежава збијање. Ови материјали могу се користити за израду насипа уз мешање са прашинасто-глиновитом фракцијом. Да би се очувала потребна оптимална влажност материјала - песка у насипу, неопходно је косине насипа облагати хумусом заједно са напредовањем висине насипа. Према ГН-200 пескови припадају I-II категорији земљишта по условима за ископ.

Претходно приказани резултати лабораторијских испитивања дају општу слику о могућности коришћења геолошког материјала дуж будуће трасе пруге. У наредној фази пројектовања, потребно је детаљније испитати микролокације на којима постоје услови за отварање позајмишта.

Такође, треба размотрити и могућност стабилизације хидрауличким везивом. Овим поступком могуће је повећати отпорно-деформабилна својства материјала који се уграђује у насип. Испитивање претходне мешавине са израдом пробне деонице радити у свему према стандарду SRPS EN 14227-15 Мешавине везане хидрауличним везивом - Спецификације - Део 15: Тла стабилизоване хидрауличним везивом.

Пре почетка радова на изради трупа пруге препоручује се израда пробне деонице у свакој издвојеној деоници будуће пруге. На оваквим пробним деоницама би се проверили и утврдили могућности постизања стандардом прописаних услова за обраду подтла, захтевани критеријума носивости будућег насипа, прелазног и завршног слоја.

6.2 Геотехничка својства издвојених јединица у оквиру трупа постојеће пруге

У оквиру постојеће конструкције трупа пруге издвојени су горњи и доњи строј пруге.

Горњи строј пруге обухвата колосеке (колосечни прибор) и туцанички застор. Доњи строј пруге обухвата заштитни - прелазни слој (тампон) и планум (насип или подтло).

Картирањем истражних раскопа констатовано је да је горњи строј, туцанички застор, изграђен од кречњачког и делом еруптивног материјала.

Према пројектном решењу, изградња пруге биће извршена тако што ће се траса будуће пруге на одређеним потезима налазити на новој локацији у односу на постојећу трасу пруге – због ублажавања кривина и сл. и у том случају биће изграђен нов труп двоколосечне пруге. Са друге стране задржава се садашњи правац трасе пруге и долази до изградње дела трупа пруге због проширења тј додатка другог колосека. У овом случају ће се нови труп надоградити на постојећи. С тим у вези, постоји и могућност коришћења материјала који је уграђен у постојећу пругу, а који ће делимично бити уклоњен.

Издвојене су следеће геотехничке јединице у оквиру трупа постојеће пруге:

Туцанички застор

- Туцаник чист – С₁
- Туцаник запрљан – С₂

Тампон – заштитни слој

- Шљунак чист – G₁
- Шљунак запрљан – G₂

Прелазни слој

- Песак чист средњезрн – S₁
- Песак прашинаст средњезрн – S₂
- Песак средњезрн запрљан глиновитом фракцијом – S₃
- Дробљени камен – блокови – S₄
- Индустијска шљака – S₅

Насип или подтло

- Глина прашинаста – P₁
- Прашина песковита – P₂
- Песак прашинаст – P₃

Туцанички застор, извођењем истражних раскопа и њиховим картирањем констатовано је да се засторна призма састоји од две врсте туцаника - чист туцаник С₁ и прљав туцаник С₂.

Туцаник чист – С₁

Засторна призма од чистог туцаника издвојена је на скоро читавој деоници. Чиста туцаничка призма је од кречњака. Мерено од горење ивице шина (ГИШ), дебљина чистог туцаника је просечно 0,5m. У току коришћења пруге, поред повремене замене колосечног прибора, највише се радило на замени – репарацији туцаничког застора „решетања“.

Туцаник запрљан – С₂

На већем броју истражних раскопа, односно на великом делу предметне деонице испод чистог туцаника налази се запрљан туцаник. Његова запрљаност је настала услед дуготрајног одвијања саобраћаја и мрвљења туцаника испод прагова и на тај начин долази до

запрљаности дела туцаничке призме, као и инфилтрацијом ситнијих честица из подинских слојева трупа.

Тампон – заштитни слој песковити шљунак, непосредно испод туцаничке призме констатован је у скоро свим истражним раскопима. Слабо је песковит, ретко прашинаст, уједначене гранулације, добро збијен, светло смеђе до смеђе сиве боје. Веома је променљиве дебљине, од 10-40cm. углавном се појављује као запрљан шљунак G_2 , ретко као чист G_1 .

Шљунак чист – G_1

Ретко се појављује као чист шљунак, и као такав мале је дебљине. За овај ниво пројектне документације нису констатоване зоне у којима се може издвојити континуална заступљеност овог материјала.

Шљунак запрљан – G_2

Запрљни шљунак је доминантни слој у оквиру тампона-заштитног слоја. Запрљан је глиновитом фракцијом – инфилтрацијом финозрног материјала из подинских слојева. Овај материјал не задовољава критеријуме за уградњу у заштитни слој, јер садржи доста fine фракције, али се може користити у плануму тла и за завршне слојеве насипа.

Тампонски – заштитни слој је неуједначене дебљине, и неуједначених физичко – механичких карактеристика дуж постојеће трасе пруге па га је у склопу реконструкције потребно уклонити.

Задржавање овог слоја на појединим деловима могуће је уз додатна испитивања и анализу у склопу следећих нивоа пројектовања.

Прелазни слој песковити материјал, повремено шљунковит, ситнозрн, уједначене гранулације, средње до добро збијен сиве до светло смеђе боје, дебљине 5 – 15cm. Овај слој није константан дуж трасе пруге. Често је помешан са горњим слојевима туцаника или запрљаног шљунка, као и са доњим слојевима кохерентних прашинасто – глиновитих материјала.

У оквиру овог слоја издвојени су следећи песковити материјали:

Песак чист средњезрн – S_1 – материјал који се јасно уочава испод тампонског слоја, добро збијен, повољних физичко-механичких карактеристика.

Песак прашинаст средњезрн – S_2 – материјал који је доминантан уз S_1 у оквиру прелазног слоја, помешан са прашинастом фракцијом и јасно се уочава испод тампонског слоја, добро збијен, повољних до средње повољних физичко-механичких карактеристика.

Песак средњезрн запрљан глиновитом фракцијом – S_3 – материјал који је, помешан са прашинасто – глиновитом фракцијом, влажан неповољних физичко-механичких карактеристика. Доста је помешан и са горњим тампонским слојевима и није јасно уочљив.

Дробљени камен – блокови – S_4 , овај материјал констатован је у једном раскопу, блокови су d_m димензија, вероватно као замена материјала слабо носивог подтла.

Индустријска шљака – S_5 јавља се најчешће измешана са другом јединицом (као што су стари туцаник, шљунак...) или као посебан тањи слој. Примећена је у станици Бачка Топола, могуће је да је присутна и на осталим станичним платоима дуж трасе.

Прелазни слој је неуједначене дебљине, и неуједначених физичко – механичких карактеристика дуж постојеће трасе пруге па га је у склопу реконструкције потребно уклонити. Задржавање овог слоја на појединим деловима могуће је уз додатна испитивања и анализу у склопу следећих нивоа пројектовања.

Насип или подтло, материјали који су уграђивани у насип пруге или чине подтло, компаративни су са инжењерскогеолошким карактеристикама терена. Насипи су најчешће изграђени од локалног материјала добијеног из позајмишта дуж трасе у зони трупа пруге.

Геотехничке карактеристике ових материјала су приказани у претходном поглављу а претстављене су као:

Глине прашинасте – P₁

Ова геотехничка јединица заступљена је у трупку пруге дуж трасе од Новог Сада до Врбаса, припада геотехничким јединицама Q_{1aI}^{Pr}, Q_{1I}^{Pr}. Ова геотехничка јединица претстављена је прашинама, до глиновитим прашинама, полутврде до меке конзистенције, средње је до нископластична, светло смеђе до мрке боје и чини површинске делове терена. Вредности физичко механичких параметара су следећи:

Врста опита	Добијене вредности
Гранулометријски састав	U = 4.0-27.9 просечно 12.9
Граница течења	$\omega_L = 30.2 - 42.2\%$ просечно 35.5 %
Индекс пластичности	$I_P = 9.4 - 18.4\%$ просечно 12.7 %
Садржина воде	$\omega = 6.2 - 32.3\%$ просечно 22.5 %
Оптимална влажност	$\omega_{opt} = 15.0 - 28.8\%$ просечно 19.5 %
Максимална запреминска тежина	$\gamma_d maks = 14.6 - 17.3 \text{ kN/m}^3$ просечно 16.5 kN/m ³
Калифорнијски индекс носивости	CBR = 1.8 – 5.2% просечно 3.4 %

Испитивани материјали према утврђеним карактеристикама не задовољавају критеријуме, а могу се користити за израду насипа уз додатно третирње – мешање са некохерентним материјалима или хемијску стабилизацију. Материјали нису погодни за израду прелазног и заштитног слоја. Према ГН-200 припадају I-II категорији земљишта по условима за ископ.

Прашина песковита – P₂

Ова геотехничка јединица заступљена је у трупку пруге дуж трасе од Врбаса до Суботице, припада геотехничкој јединици Q_{1I}. Претстављена је песковитим прашинама, слабо је заглињена, тврде конзистенције, ниско пластична, трошна и дробљива под притиском прстију, цевасте и капиларне порозности светле боје. Заступљена је у површинским деловима терена телечке лесне заравни, дебљине до 10 метара, повољних геотехничких карактеристика. Вредности физичко механичких параметара су следећи:

Врста опита	Добијене вредности
Гранулометријски састав	U = 2.9-29.4 просечно 12.4
Граница течења	$\omega_L = 28.5 - 42.5\%$ просечно 34.6 %
Индекс пластичности	$I_P = 7.3 - 19.0\%$ просечно 19.9 %
Садржина воде	$\omega = 11.7 - 22.4\%$ просечно 19.9 %
Оптимална влажност	$\omega_{opt} = 11.7 - 22.4\%$ просечно 17.7 %
Максимална запреминска тежина	$\gamma_d maks = 15.7 - 18.3 \text{ KN/m}^3$ просечно 17.0 KN/m ³
Калифорнијски индекс носивости	CBR = 2.0 – 7.6% просечно 4.2 %

Испитивани материјали према утврђеним карактеристикама не задовољавају критеријуме, а могу се користити за израду насипа уз додатно третирње – мешање са некохерентним материјалима или хемијску стабилизацију. Материјали нису погодни за израдњу прелазног и заштитног слоја. Према ГН-200 припадају I-II категорији земљишта по условима за ископ.

Песак прашинаст – P₃

Ова геотехничка јединица заступљена је у трупку пруге дуж трасе у градској зони Новог Сада и Суботице, као и у зони суботичке пешчаре. Ова геотехничка јединица претстављена је еолским и насутим прашинастим, средњезрним до финозрним песковима смеђе до сиве боје. Песак је средње до добро збијен а са дубином му расте присуство прашинасте фракције. Повољних је геотехничких карактеристика. Вредности физичко механичких параметара су следећи:

Врста опита	Добијене вредности
Гранулометријски састав	U = 1.8-3.2 просечно 2.1
Граница течења	/
Индекс пластичности	/
Садржина воде	$\omega = 4.3 - 10.2\%$ просечно 6.6 %
Оптимална влажност	$\omega_{opt} = 6.8-14.6\%$ просечно 10.6 %
Максимална запреминска тежина	$\gamma_d maks = 16.7-18.1 \text{ KN/m}^3$ просечно 17.2 KN/m^3
Калифорнијски индекс носивости	CBR = 8.9-18.2 % просечно 14.2 %

На основу приказаних резултата константује се једноличност песка (степен неравномерности $c_u = 1.8-3.2$ је мањи од захтевног по Техничким условима).

У току уклањања пружне конструкције, потребно је извршити сепарацију уграђеног материјала, како би се касније могао прерадити и поново употребити. Сваки сепарисани материјал потребно је посебно испитати и проверити геомеханичке карактеристике, тј. могућност коришћења за поновну уградњу у складу са важећим прописаним стандардима.

6.3 Позајмишта материјала

Дуж трасе будуће железничке пруге, неме перспективних позајмишта квалитетног геолошког грађевинских материјала, ово нарочито за слојеве за горње делове насипа које треба да испуњавају услов носивости, $E_{v2} = 40-60$ МПа.

За израду доњег строја пруге могу се користити: алувијални седименти ($Q_{1a}l^{pr}$, $Q_{1a}l^{gl}$ и $Q_{1a}l^{p,pr}$), еолско-алувијални седименти ($Q_{1l}p^{pr}$ и $Q_{1l}p^{gl}$) и еолски седименти (Q_{1l} , Q_{1l}^* , Q_{1pz} и Q_{1p}).

Наведени материјали нису погодни за изградњу горњих слојева насипа, прелазног и завршног слоја због слабе носивости. Материјал се може обезбедити отварањем локалних позајмишта уз трасу.

На основу свих истраживања и анализе претходне документације предложено је пет локација позајмишта геолошких грађевинских материјала уз трасу. У табели која следи дате су стационаже, димензије, ознака материјала и количине материјала у локалним позајмиштима.

Позајмиште	Стационажа (km)	Димензије дужина/ширина/дубина (m)	Материјал	Количине m^3
1	88+500	300x300x3	$Q_{1a}l/p$	300,000
2	119+750	300x800x5	Q_{1l}	1,200,000
3	131+300	1300x500x8		5,200,000
4	149+400	300x300x4	Q_{1p}	360,000
5	184+000	2000x1000x5		10,000,000



Слика 6-1: Ситуација – Географски положај предложених локалних позајмишта дуж будуће трасе пруге.

Приликом планирања и отварања локалних позајмишта уз трасу, треба водити рачуна о ограниченим количинама материјала услед високог нивоа подземне воде у терену. У наредној фази пројектовања, потребно је детаљно испитати микро локације на којима постоје услови за отварање позајмишта материјала за уградњу у доњи строј пруге.

Материјали који се уграђују у насип морају бити у складу са стандардима SRPS U.E8.010. и SRPS U.E1.010, као и препорукама „Путева Србије“ (Република Србија, Пројекат рехабилитације транспорта - Тенички услови за грађење путева у републици Србији, 2. Посебни технички услови, 2.2 Земљани радови).

Поред наведених стандарда, материјал који се уграђује у насипе за пруге мора задовољити и критеријуме прописане правилником о изменама и допунама правилника о техничким условима и одржавању доњег строја железничких пруга (Сл. гласник РС", бр. 74/2016).

Посебно треба обратити пажњу на услове за вредности параметара границе течења $W_L < 35\%$ и индекса пластичности $I_p < 12\%$.

Уколико се приликом контролних (претходних) испитивања констатује материјал који незадовољава захтеване критеријуме, препоручује се мешање материјала или нека друга мера за постизање задовољавајућих вредности пре уградње у труп (хемијска стабилизација и сл).

Материјал који по важећим стандардима одговара за израду прелазног и завршног слоја пруге није регистрован истражним радовима у непосредној близини трасе будуће пруге. Овакав материјал је потребно обезбедити из најближих позајмишта.

Најближа позајмишта каменог агрегата се налази на Фрушкој Гори и то су: каменолом "Кишњева глава", у Раковцу, где се експлоатише трахит као интермедијарна магматска сатенска маса, каменолом „Врдник Каменар“ где се експлоатише доломит, каменолом "Дубичаш" на око 1.5 km од Врдника где се експлоатише кречњак и каменолома "Прасица" у близини села Јазак где се експлоатише кречњак.

Поред предложеног каменолома може се употребити и материјал из речног наноса, речни песак и шљунак. Експлоатација песка обавља се у више пескара и шљункара на рекама Дунав и Тиса. Експлоатација песка из Тисе се обавља у близини градова: Кањижа и Бечеј.

Експлоатација песка из Дунава се обавља у близини градова Бачка Паланка, док експлоатација песковитог шљунка се обавља код града Новог Сада.

За следећи ниво пројекта неопходно је извести додатне истражне радове којима ће се отклонити све дилеме око реконструкције и модернизације пруге и то за:

- Утврђивања што прецизнијег нивоа и режима осцилирања подземних вода,
- Утврђивање прецизнијих геомеханичких параметара и локација потенцијалних позајмишта материјала

Коначан обим и врста истраживања и испитивања даће се Пројектом истражних радова.