

АУТОПУТ – КОРИДОР Vc, ГЕОЛОШКА ИСТРАЖИВАЊА ЈЕДНА ПОДФАЗА РАДА У ЊЕГОВОЈ ИЗГРАДЊИ

Неђо Ђурић¹

УДК: 624.131.38:656.11

DOI: 10.14415/zbornikGFS24.002

Резиме: Седамдесетих година 20-ог вијека, од стране UNDP-а из Женеve покренута је иницијатива, а касније и предложен план побољшања мреже аутопутева у Европи. У склопу наведеног плана формиран је ТЕМ пројекат који подарзумијева изградњу аутопута Балтичко море – Јадранско море (Baltic – Adriatic). Коридор Vc је дио мреже ТЕМ – транспортне инфраструктуре Југоисточне Европе. Почетком XXI вијека иницирана је изградња коридора Vc, који највећим дијелом пролази кроз Босну и Херцеговину. Избор варијанте трасе пута одабран је на основу најповољнијих природних услова терена и повезаности пута са већим насељеним мјестима. Изградња аутопута планирана је 15-20 година, по дионицама, дајући предност саобраћајно интересантнијим дионицама и могућношћу обезбјеђења потребних средстава. Једна од подфаза у изградњи пута је истраживање и изучавање геолошких карактеристика терена, што је на појединим дијеловима трасе аутопута, опредјељивало и положај трасе. У раду је дат осврт на поједине дионице аутопута у Републици Српској.

Кључне ријечи: Аутопут, геолошка истраживања, израда документације, траса, објекти

1. УВОД

У склопу планирања и побољшања путева у Европи, седамдесетих година је од стране UNDP-а из Женеve покренута иницијатива за израду мреже аутопутева, назване као ТЕМ пројекат. Предвиђено је повезивање Балтичког мора са Јадранским морем, познат као пројекат Baltic – Adriatic. Касније су планирани и остали коридори који су се везали за наведени коридор, чинећи тако побољшану мрежу аутопутева у Средњој и Јужној Европи.

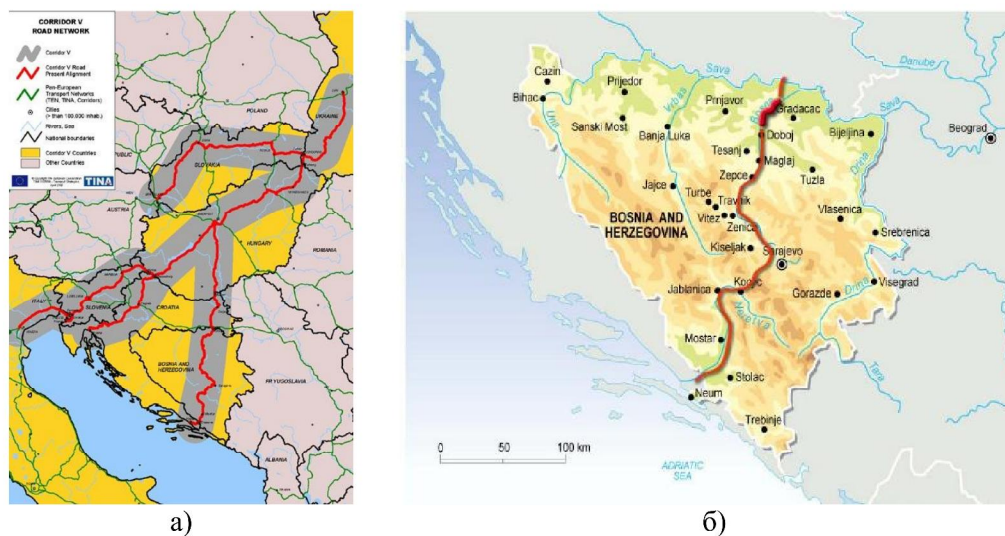
Један од коридора је и коридор V, који полази од Украјине и грана се на три крака, од којих један крак назван као коридор Vc пролази кроз Босну и Херцеговину. Избор трасе везан је за долину ријеке Босне и Неретве, као најповољнији дио терена, како са асперкта природних карактеристика, тако и прикључка највећег дијела регионалних и магистралних путева.

¹ Проф. др Неђо Ђурић, Универзитет у Новом Саду, Грађевински факултет Суботица, Козарачка 2а, 24000 Суботица, е-mail: nedjo@tehnicki-institut.com

Током геолошких истраживања терена дефинисани су услови изградње трасе пута и објеката на траси, као и измјене трасе на појединим дионицама у односу на раније предвиђеним планом. Осврт на геолошка истраживања односи се на поједине дионице аутопута у Републици Српској.

2. ОПШТЕ О КОРИДОРУ Vc

Коридор V је један од најзначајнијих корidora мреже аутопутева у склопу TEM пројекта. Полази из Украјинског града Љвов, грана се на три крака и пролази кроз седам држава, слика 1а. Главна траса коридора V пролази дијелом Украјине, затим кроз Мађарску и Хрватску, повезујући Јадранско море код Ријеке. Коридор, Va, пролази кроз Словачку и иде до Братиславе, повезујући се даље са аутопутевима који иду кроз Аустрију ка Западној Европи. Коридор Vb одваја се на граници Мађарске и Хрватске према Словенији и иде до Венеције у Италији, повезујући се тако са мрежом аутопутева Италије. Коридор Vc одваја се у Будимпешти према Хрватској, Босни и Херцеговини и поново улази у Хрватску, повезујуће се са планираном Јонско-јадранском магистралом од Солуна преко Албаније, Црне Горе, Хрватске до Италије.



Слика 1. Коридор V са својим огранцима и Vc кроз Босну и Херцеговину

Коридор Vc, одваја се од коридора V у Будимпешти, улази у Хрватску и преко Осијек иде до ријеке Саве, гдје у мјесту Свилај улази у Босну Херцеговину. Наставља долином ријеке Босне до Добоја, Зенице и Сарајева. Даље иде долином ријеке Неретве, пролази поред Мостара, улази у Хрватску и иде према луци Плоче. Дужина наведеног правца је око 660 km. У Мађарској је дужина око 220 km, у Хрватској око 150 km, од тога у сјеверном дијелу око 80 km а у јужном дијелу на излазу из Босне и Херцеговине према луци Плоче око 70 km. Највећом дужином око 336 km коридор Vc пролази кроз Босну и Херцеговину.

Правац кроз БиХ дефинисан је под ставком Vc Пан-европски коридор Будимпешта – Осиек – Сарајево – Плоче. Планиран је правцем сјевер-југ, средином земље, тереном са најповољнијим природним условима, долинама ријека Босне и Неретве, слика 1б.

Транспортни коридор Vc, кроз БиХ, укључује:

- аутопут коридор Vc
- железничку пругу коридор Vc – Шамац – Добој – Сарајево – Мостар – Чапљина,
- аеродроме Сарајево и Мостар,
- пловне путеве и пристаништа на ријекама Сави, Босни и Неретви

Овим се заокружује једна цјелина транспортне инфраструктуре у Босни и Херцеговини, обухватајући све врсте саобраћаја од друмског, железничког, ваздушног и воденог. Босна и Херцеговина је подијељена на два ентитета, тако да је и траса аутопута коридор Vc, подијељена на више лотова. У фази идејног пројекта издвојена су четири лота и више дионица:

- лот 1: Свилај (сјеверна граница са Хрватском) – Добој југ
- лот 2: Добој југ (Каруше) – Сарајево југ (Тарчин)
- лот 3: Сарајево југ (Тарчин) – Мостар сјевер
- лот 4: Мостар сјевер - граница југ (улаз у Хрватску)

За ниво Главног пројекта, због обимности посла, сваки ЛОТ из Идејног пројекта подијељен је у више лот-ова те је на укупној дужини трасе кроз територију Босне и Херцеговине, издвојено седам лот-ова као засебних цјелина.

Пројектна брзина је 120 km/h, са минималним хоризонталним радијусом кривине од 650 m и максималним уздужним нагибом од 4%.

За реализацију пројекта изградње аутопута коридор Vc, урађени су одређени документи са законском снагом у којима су садржани сви елементи потребни за изградњу аутопутева. То су Смјернице за пројектовање, грађење, одржавање и надзор на путевима, које су садржане у 14 књига и око 3000 страница. На геолошка истраживања се односи: Књига I: Пројектовање. Дио 1: Пројектовање путева. Поглавље 2: Инжењерско-геолошка и геотехничка истраживања и испитивања. Смјернице су усвојене у скупштинама Републике Српске и Федерације Босне и Херцеговине, тако да су постале званичан документ са законском снагом. Поред наведеног документа донесени су и други потребни законски документи да би се могла почети и завршити реализација пројекта изградње аутопута коридор Vc, као и остали аутопутева који су дио мреже аутопутева у Босни и Херцеговини.

3. ГЕОЛОШКА ИСТРАЖИВАЊА ТЕРЕНА

Основна поставка код истраживања терена била је да аутопут треба бити пројектован и изграђен у складу са природом и понашањем околног терена. Предност код истраживања дат је дионици од ријеке Саве до Добоја у дужини око 63 km, која највећим дијелом пролази долином ријеке Босне. Разматране су три варијанте положаја трасе у ширем простору, прије свега са геотехничког аспекта и обрађене су у размјери 1:25.000. Након тога одабрано је идејно рјешење које је урађено у размјери 1:5000. Приказане су основне геолошке, инжењерскогеолошке,

хидрогеолошке и геотехничке карактеристике терена, као и могући услови изградње аутопута коридору Vc [1].

За одабрану варијанту трасе аутопута коридор Vc планирана су инжењерско – геолошка и хидрогеолошка теренска истраживања и лабораторијска испитивања, као подлога Идејним грађевинским пројектима. Реализацијом радова генерално је утврђена геолошка грађа терена, хидрогеолошке, инжењерскогеолошке и геотехничке карактеристике као радне средине.

Многа питања везана за изградњу насипа, санацију терена у погледу мелиорације или побољшања тла као радне средине, дубину и начин темељења објеката, локације позајмишта, квалитет и количине материјала за насипе, остала су дјеломично или потпуно неријешена, јер је обим и врста истраживања био недовољан, а терен неравномјерно покривен истражним радовима. Такође, у овој фази истраживања није у потпуности дефинисана траса аутопута, због конфликта у простору на појединим дионицама. Ово се посебно односи на дионицу код Модриче, гдје траса измјештена са десне на лијеву обалу ријеке Босне поред куле Добор. Такође на ријеци Босни од Добоја до Модриче планирано је седам малих хидроелектрана, од којих се неке поклапају са трасом аутопута.

За фазу главног пројекта урађена су детаљна истраживања терена као радне средине. Иста су била довољна за израду геотехничког пројекта за трасу аутопута и објеката на траси, а дефинисала су сљедеће:

- литолошки састав терена по вертикали гдје издвојена
 - дебљина и хоризонтално простирање слоја глинс у приповршинском дијелу терена
 - дебљина и хоризонтално простирање слабо носивих седимената, глиновито-муљевито-пјесковитих
 - дебљина шљунковитог слоја
 - дубина до супстрата терена односно чврсте стијене
- збијеност шљунковитих и пјесковитих седимената
- дионице на којима су неопходни санациони захвати у смислу мелиоративних захвата
- дионице трасе на којима је неопходна замјена материјала у подтлу насипа
- релевантне геомеханичке параметре издвојених литолошких типова и комплекса
- нивое подземне воде и могућности за праћење осцилација нивоа
- локације позајмишта материјала и локације за депоновање вишка материјала из ископа у случају замјене материјала
- квалитет материјала за насипе, тампон и постељицу
- услове стабилности косина насипа уз геометрију косине и стабилност тла под оптерећењем од насипа, на карактеристичним попречним пресјецима
- приједлог начина и дубине темељења објеката у односу на његове пројектоване карактеристике

За дефинисање наведених ставки проведена су сљедећа истраживања и испитивања:

- теренска истраживања која су обухватила слиједеће радове:
 - детаљно картирање терена са аспекта инжењерскогеолошких и хидрогеолошких особина терена као радне средине за изградњу објекта

- геофизичка испитивања методом рефракционог профилирања и геоелектричног сондирања
- извођење детаљних геомеханичких истражних радова
 - геомеханичких бушотина и ископ истражних јама
 - картирање језгра истражних бушотина и јама, теренска идентификација и класификација материјала, фотографисање језгра
 - узимање узорак материјала из језгра бушотина и истражних јама за лабораторијска испитивања
 - извођење опита у бушотини – SPT, VDP–Lefranc, осматрање НПВ
 - мјерење пенетрационе отпорности тла – DPM тест
- лабораторијска испитивања у оквиру којих су извршени слиједећи опити:
 - идентификација и класификација материјала
 - испитивање смичуће чврстоће
 - едометарски опит стишљивости
 - одређивање CBR - а на узорцима из подтла насипа

Обим проведених теренских истражних радова и лабораторијских испитивања је на задовољавајућем обиму да се могу дефинисати потребне карактеристике терена.

4. РЕЗУЛТАТИ ИСТРАЖИВАЊА И ИСПИТИВАЊА

Као најкарактеристичнија дионица аутопута издвојена је од ријеке Саве до Вукосавља у дужини око 17,0 km за коју ће се приказати основне карактеристике терена, добивене проведеним теренским истраживањима и лабораторијским испитивањима. Степен геолошке истражености терена на овој дионици највећим дијелом задовољава потребе пројектовања трасе и објеката на траси за ниво Главног пројекта и изградње аутопута. Поједине краће дионице остале су недовољно покривене геомеханичким бушотинама услед нејасне трасе пута, а због одређених конфликта у простору. За те дијелове терена накнадно ће се провести планирана истраживања или ће се урадити допунска истраживања прије фазе формирања насипа на траси аутопута, односно извођења радова за потребе темељења објеката на траси.

Геоморфолошке и хидрографске карактеристике терена

У геоморфолошком погледу, терен којим је планирана изградња аутопута у коридору Vc, на дионици ријеке Саве до Вукосавља, припада акумулацијском рељефу јужне Посавине. То је изразито равничарски крај са надморским висинама од 87 mnm у подручју Савског насипа односно на почетном дијелу дионице, до 108 mnm у средњем дијелу, одакле се терен спушта ка долини ријеке Босне и на крају дионице има коту око 103 mnm.

Рељефне карактеристике терена одраз су акумулацијских процеса ријека Саве и Босне које су својим радом формирале главна геоморфолошка обиљежја терена. Према генетском типу то је флувијално – акумулациони тип рељефа у оквиру којег су издвојене двије категорије рељефа:

- савремени акумулациони
- терасно – акумулациони

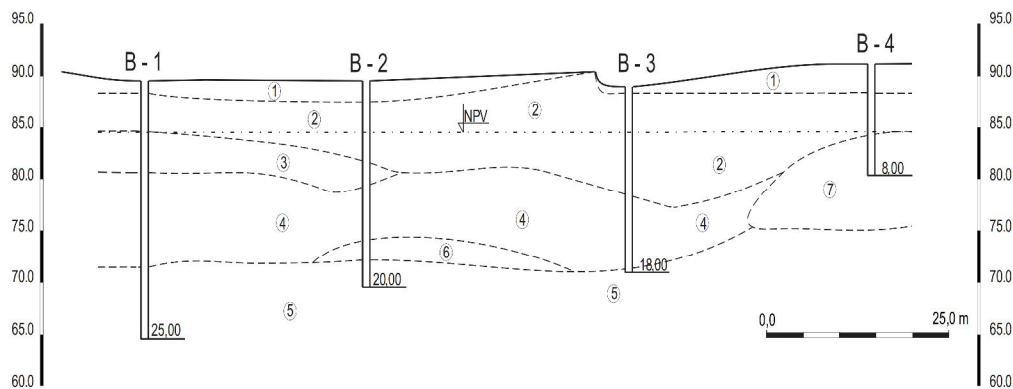
Савременим акумулационим рељефом одликује се терен непосредно поред ријеке Саве, према унутрашњости око 2,5 km, са висинама од 86 до 88 mnm, изграђен ситнозрним прашинастим седиментима фације поводња и забареним седиментима. Терасно – акумулациони рељеф карактерише терен даље ка унутрашњости до 3,5 km, гдје егзистирају седименти прве ријечне терасе ријеке Саве који достижу висину од 93 mnm.

Геолошка грађа терена

Геолошка грађа терена у границама коридора дионице ријека Сава – Вукосавље, утврђена је компилацијом резултата претходних истраживања и резултата проведених истражних радова. Дубина истраживања утврђена је у односу на садејство планираног објекта на тло те су најдубљи геомеханички истражни радови изведени до дубине од 21,0 m. Једино су геофизичким истраживањима захваћене веће дубине али је интерпретација резултата урађена до дубине од 30,0 m. На основу свих резултата истраживања, сагледана је геолошка грађа терена до дубине око 25,0 m.

У геолошкој грађи терена у коридору до наведене дубине заступљени су квартарни седименти плеистоценске (Q_1) и холоценске (Q_2) старости. На крајњем дијелу дионице у подручју Вукосавља присутни су седименти терцијара [2,3].

Плеистоценске старости (Q_1) су седименти прве и друге ријечне терасе t_1 и t_2 . Прва ријечна тераса t_1 изграђује терен са висинама од 88 до 100mnm. Представљена је, од површине терена према дубини, глинама, пијесцима и шљунцима. Седименти друге ријечне терасе t_2 простиру се на терену са висинама од 100 до 120 mnm. Представљени су глинама на површини терена дебљине око 15,0 m, испод којих се налазе шљунковити седименти.



Слика 3. Уздужни профил терена на траси аутопута ријека Сава – Вукосавље
1. глиновито прашинасто пјесковити седименти, 2. глина, 3. пијесак, 4. шљунак, 5. шљунак заглињен, 6. глина лапоровита, 7. лапоровите стијене еоценског флиша

Холоценским творевинама (Q_2) припадају барски и алувијално – плавни седименти (b, ap). Барски седименти простиру се на површини, дебљине од 1,0 – 2,5 m. Представљени су глинама прашинастим, незнатно пјесковитим које су због услова седиментације у затвореном, денivelисном базену остале замуљене. Појава барских седимената на читавој дионици везана за контактну подручје између

седимената прве и друге ријечне терасе. Такође, ови седименти присутни су на контакту друге t_2 и треће t_3 ријечне терасе, представљени муљевитим глинама и финозрним пијесцима, моћности до 5,0 m.

Алувијално – плавни седименти изграђују површински дио терена дуж цијеле дионице аутопута, дебљине око 1,0 m. Састављени су од ситнокластичних наслага у којима доминирају пијесци, силтови и заглињени пијесци.

Стијене терцијара као супстрат терена представљени су кластичном серијом горњег еоцена, а читава серија припада седиментима еоценског флиша. Доминантно је учешће пјешчара и конгломерата, али су присутни и слојеви алевролита и глинаца. Дубљи дијелови супстрата представљени су лапоровитим глинама на дубини око 13,0 m, дебљине преко 8,0 m. Суперпозицијски су смјештене у подини терасних пљункова и представљају дио горње миоценских седимената (M_3^2).

Структурно – тектонски склоп ширег подручја

Терен на планираој траси аутопута коридор Vc, дионица до Вукосавља у структурно – тектонском смислу припада тектонској јединици Славонско – сријемске потолине, односно структурној јединици Шамачке Посавине [3]. Формирана је крајем плиоцена и представља квартарну депресију. Крајем плеистоцена и током холоцена, јужни и средишњи дио депресије захваћен је slabим издизањем. То је условило стварање прве t_1 и друге t_2 ријечне терасе ријеке Босне и помицање њеног корита на источну страну. Због тога је ријека Босна формирала односно засјекла своје корито у седименте својих тераса који су издигнути изнад нивоа ријекс за око 7,0 – 8,0 m.

Инжењерскогеолошке карактеристике терена

Инжењерскогеолошке карактеристике терена сагледане су кроз проучавање сљедећих карактеристика терена:

- основне геолошке грађе терена
- литолошког састава, међусобног односа појединих литолошких чланова и њихове дубине залијегања
- хидрогеолошких односа у терену и функција појединих литолошких комплекса и типова, дубине и осцилација нивоа подземне воде
- геолошких и инжењерскогеолошких процеса и појава који су развијени на површини терена са процјеном њиховог ширења, односно оцјеном подложности терена развоју одређених процеса

Различитост стијенских маса, односно картираних јединица које учествују у грађи терена дуж разматране дионице, одражавају хетерогеност литолошког састава и анизотропију тектонског склопа [4,5].

Инжењерскогеолошка класификација базирана је на литогенетским критеријима, односно на истражености терена и познавању односа између инжењерско-геолошких својстава и литогенетских карактеристика издвојених јединица инжењерског тла, као основних картираних јединица [6,7]. Темелјем тога на почетку дионице издвојен је литолошки комплекс

(LC) ријечних седимената, а на крају дионице литолошки типови (LT) и комплекси (LC). Према наведеном начину инжењерскогеолошке класификације тла и стијена, терен ове дионице изграђују:

- ситнозрна, слабо везана – кохерентна тла
- крупнозрна, невезана – некохерентна тла
- чврсте и меке стијене

Реалне радне средине дефинисене су изведеним истражним радовима и лабораторијским испитивањима, односно утврђеним квантитативним односима у терену и квалитативним показатељима добивеним лабораторијским мјерењима и испитивањима.

Ситнозрна слабовезана тла

Слабо везана ситнозрна тла простиру се читавом дужином дионице, али са израженом разликом у дебљини слоја појединих литолошких типова тла. Представљени су глинама и глиновито – пјесковито – прашинастим седиментима, дебљине 1,5 – 3,0 m.

Крупнозрна невезана тла

Крупнозрна тла, представљена су пијеском заглињеним, шљунком пјесковитим и шљунком заглињеним од којих се једино шљунак заглињен простира читавом дужином дионице. Дубине појављивања у односу на површину терена су различите. На почетку дионице појављују се на дубини око 5,0 m, да би се са удаљавањем ка унутрашњем дијелу према Вукосављу дубина појављивања повећавала на 13,0 m.

Према грађевинским нормама GN 200, глиновито – пјесковити седимент су II категорије по тежини ископа. Шљунковити седименти су углавном III локално, а на већим дубинама могу бити и IV категорије.

Чврсте и меке стијене

Заступљене су у дубљим дијеловима терена на крају дионице, на дубини око 6,0 m. Извојене су као литолошки комплекс седимената флиша у којем су доминантни пјешчари и конгломерати а подређено су заступљени алевролити и глинци.

Савремени процеси и појаве

Терен је равничарског типа на којем су регистровани процеси замочварења као савремени процес карактеристичан за такве терене. Овај процес присутан је у рељефним депресијама, а последица су задржавања атмосферских, поплавних и/или подземних вода на површини терена.

Хидрогеолошка својства стијенских маса

Подручје проучаваног терена налази се у зони унутрашњих Динарида Босне и Херцеговине. Карактерише га равничарски терен који чине алувијалне равани ријека Саве и Босне [8,9]. Главни водотоци на овом дијелу терене су ријека Сава која тече од запада према истоку и ријека Босна која тече од југа ка сјеверу и улива се у ријеку Саву код Шамца.

Приповршински дио терена углавном изграђују водонепропусне глине, слабо пропуштају воду која дотиче и у којима се формирају мочваре и баре. На овим локалитетима се таложе барски седименти. Присуство глиновито прашинастих седимената не дозвољава њихово инфилтрирање у подземље, како би могла да дође до водопрпусних слојева шљунка или пијеска. Не представљају велике

површине, али су доста честе. На терену су издвојене двије хидрогеолошке категорије стијена:

- пропусне стијене међузрнске порозности, које се могу разврстати на средње до слабопрпусне са коефицијентом филтрације $k = 1,4 \times 10^{-3} - 3,3 \times 10^{-4} \text{ m/s}$ за слојеве шљунка, до $k = 1,5 \times 10^{-8} - 9,3 \times 10^{-9} \text{ m/s}$ за глиновито – пјесковите наплавн (ар) и глиновито – пјесковито – муљевито барске (b) седimente
- непрпусне стијене су разврстане у класу претежно непрпусног комплекса којег представљају кластични седименти горњег еоцена (E_3), гдје доминирају пјешчари и конгломерати, нешто мање алеврити.

Наведене категорије стијена не представљају оштру границу у погледу водопрпусности, а посебно присуства „мањих или већих“ колектора подземних вода.

Сеизмичност терена

За оцјену сеизмичке повредљивости терена анализиран је сеизмички hazard кроз олеате сеизмолошких карата за временске периоде од 100, 200, 500 и 1000 година [10,11]. Објекти на предметној дионици имају функцију саобраћаја аутопута и као такви сврстани су у прву категорију са коефицијентом $K_0 = 1,5$. На олеатама са наведеним повратним периодима земљотреса, дионица се налази у зони седмог сеизмичког степена.

Пројектовани параметри сеизмичности за услове изградње трасе аутопута и објеката на траси за терен сврстан према Eurocodu EC8 у групу „Б“ су сљедећи:

- коефицијент категорије свих објеката $K_0 = 1,5$
- коефицијент динамичности K_d треба да одговара вриједности друге категорије тла
- коефицијент сеизмичности треба узети са вредношћу $K_s = 0,025 - 0,03$
- пројектно убрзање тла $\alpha = 100 - 120 \text{ cm/s}^2$
- кумулативна вјероватноћа ове вриједности убрзања при седмом сеизмичком степену износи $F(a) = 0,99978$, што значи да вјероватноћа појаве већих убрзања од наведених скоро не постоји.

Анализа утицаја епицентралних подручја Бања Луке, Славонског Брода, Дервенте и Оцака, гдје су укључени утицаји структурно – тектонских карактеристика ширег подручја, показује да у близини трасе предметне дионице нема епицентра потреса већих од 6^0 земљотресне скале [12].

Стабилност терена

На основу проведених истраживања урађена је категоризација терена према његовој стабилности:

- прва категорија – нестабилни терени
- друга категорија – условно стабилни терени
- трећа категорија – стабилни терени

Терен на почетку дионице, непосредно уз ријеку Саву је условно стабилан, обзиром на утицај подземних вода које плаве терен већи дио године. Задржавањем воде на површини терена мијењају се физичко – механичке карактеристике тла у негативном смислу [13]. Седименти постају слабије носиви и више деформабилни

и као такви мање подобни до неподобни за изградњу трасе аутопута и објеката на траси. Због тога су потребни одређени санациони захвати. Дуж трасе аутопута присутне су мање дионице које су подложне поплавама површинских вода. Дуже задржавање воде у зони ножице будућег насипа може пореметити стабилност насипа. Због тога су и на овом дијелу терена потребни санациони захвати у смислу елиминисања ерозије ножице насипа односно у смислу осигурања стабилности читавог насипа.

Геотехничка својства издвојених средина

Теренским истраживањима која су била у задовољавајућем обиму и лабораториским испитивањима узорака, добивени су подаци за издвојене геолошке средње до дубине истраживања. Обзиром на велики број узорака, одабрани су репрезентативни параметри за геостатичке анализе.

Шљунци алувијалних (a) и терасних (t_1 , t_2 , t_3) седимената

- $\gamma = 19,8$, $\phi = 35^\circ$, $c = 0,00$ МПа, $M_{v(SPT)} = 70$ МПа

Глине терасних седимената (t_1 , t_2 , t_3)

- $\gamma = 19,1$, $\phi = 20^\circ$, $c = 0,04$ МПа, $M_v = 7,0$ МПа

Глине и прашинасти наплавни седименти (ap)

- $\gamma = 19,3$, $\phi = 11^\circ$, $c = 0,018$ МПа, $M_v = 2,2$ МПа

Муљ и муљевити седименти (b)

- $\gamma = 19,0$, $\phi = 14^\circ$, $c = 0,02$ МПа, $M_v = 4,3$ МПа

Кластични седименти: пјешчари и конгломерати у мањој мјери и алевролити (E_3)

- $\gamma = 21,8$, $\phi = 35^\circ$, $c = 0,25$ МПа, $\sigma = 15$ МПа, $M_{D(stat.)} = 5 \times 10^3$ МПа

Лапоровити и кварцни пјешчари, пјесковити лапори и рјеђе кречњаци са алевролитима (E_2)

- $\gamma = 22,3$, $\phi = 40^\circ$, $c = 0,25$ МПа, $M_{D(stat.)} = 8 \times 10^3$ МПа

Одабрани параметри показују да геомеханичке карактеристике терена не искључују могућност изградње трасе аутопута и објеката на траси, уз евентуалну примјену одређених санационих мјера на појединим дионицама.

Геотехнички услови изградње трасе аутопута и објеката на траси

Траса аутопута на овој дионици пројектована је у насипу читавом дужином, те је анализа геотехничких услова изградње сведена на анализу изградње насипа и на начин и дубину темељења објеката [13,14,15].

Резултати истраживања показали су да ће се насипи градити највећим дијелом на тлу повољних геомеханичких карактеристика. На краћим изолованим дионицама очекују се слабо носиви седименти. У односу на геотехничке карактеристике подтла насипа, изградња насипа остварит ће се на:

- седиментима ријечних тераса
- алувијалним наплавним седиментима
- барским седиментима

Захтјеви за трасу аутопута у вези геометрије косине насипа и укупне стабилности насипа су слиједећи:

- нагиб косине насипа је 1:1,5 од врха па до контакта са тлом, насип је једнообразан, без берми, ма колика висина насипа била
- стабилност насипа на утицај покретног оптерећења $p = 20,0$ kN/m²
- минимални фактор сигурности $F_s \min = 1,500$

Дуж трасе аутопута налазе се објекти различите конструкције, од мостова, подвожњака и надвожњака, подземних и надземних пролаза за животиње, чворишта у виду трубе, као и пратећих објеката од граничног прелаза, наплатних станица и паркиралишта.

Темељење већих објеката биће најчешће на самонесећим шиповима дубине 10m.

5. КОМЕНТАР РЕЗУЛТАТА ИСТРАЖИВАЊА И ИСПИТИВАЊА

Проведена истраживања урађена су у складу са важећим законским прописима и њима је дефинисана геолошка грађа терена, његове хидрогеолошке, инжењерско-геолошке и геотехничке карактеристике као радне средине.

Такође дефинисана су и остала питања везана изградњу аутопута, првенствено за изградњу насипа, санацију терена у погледу мелиорације или побољшања тла као радне средине, дубину и начин темељења објеката, локације позајмишта, квалитет и количине материјала за насипе, која нису презентирана у овом раду.

Изградња читаве дионице планирана је у насипу најчешће висине од 3,0 до 6,0 m, али и са значајним учешћем насипа висине веће од 6,0 m, која максимално у појединим дијеловима дионице износи до 12,0 m.

Насип ће се највећом дужином формирати на тлу повољних геотехничких карактеристика за грађење, а мањим дијелом ће се изградити на тлу неповољних физичко – механичких карактеристика.

Током градње насипа, нарочито код уређења подтла насипа, уградње материјала у насипе и темељења објеката, неопходно је вршити стални геотехнички надзор. Такође, неопходно је пратити геолошке карактеристике терена као радне средине за коју је везана изградња објеката.

Геолошка истраживања терена као једна од подфаза у изградњи аутопута, оправдала су своју примјену. Дефинисањем геолошких карактеристика терена и радне средине, омогућено је пројектантима избор технички најповољнијег и економски рационалнијег рјешења изградње аутопута са свим претећим елементима.

Резултати проведених истраживања и испитивања приказани су текстуално, табеларно и графички. Због обимне документације разврстани су у неколико књига као:

- резултати анализе и синтезе свих теренских и лабораторијских истраживања и испитивања
- геомеханички параметри тла за сваки литолошки тип односно за сваки литолошки комплекс
- одабрани геомеханички параметри тла за геостатичке прорачуне
- геостатички прорачуни у односу на карактеристике објекта и геотехничке средине
- геотехнички услови изградње објекта
- остала пратећа графичка докуменација

Сва документација је поред књига урађена и у дигиталној форми, те заједно чине један комплет документације из области геолошких истраживања, а саставни су дио техничке документације аутопута коридор Vc [16].

6. ЗАКЉУЧАК

Коридор Vc као један крак коридора V, најзначајнији је дио инфраструктурне путне мреже Југоисточне Европе. Пролази кроз три државе од Мађарске, Хрватске и Босне и Херцеговине, остварујући тако везу на југу са Црном Гором, Албанијом и Грчком, а на сјеверу саа Словенијом, Италијом и даље са осталим европским државама.

Изградња аутопута предвиђена је до 2025 године. У том периоду неоподно је извршити избор трасе аутопута, пројектовање и изградњу, са припремом за експлоатацију пута. Сложеност геолошке грађе терена и просторни распоред објеката на терена условили су избор трасе аутопута. Планирана је долином ријеке Босне и Неретве, са повременим пролазом кроз брдско планинске терене.

Траса аутопута подијељена је на више дионица, према којим је усклађена израда пројектне документације. Као подфаза за израду пројектне документације проведена су одређена истраживања терена, ради изучавања геолошких, хидрогеолошких, инжењерскогеолошких и геомеханичких карактеристика радне средине. Значај проведених истраживања приказан је на примјеру дионице од ријеке Саве до Вуковца.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Башагић, М., Лангоф, З. Елаборат о инжењерскогеолошким, хидрогеолошким геотехничким условима изградње аутопута на коридору Vc – Техничка студија, ИПСА, Сарајево Геознаност, Сарајево. **2005.**
- [2] Лаушевић, М., Јовановић, Ч., Мојичевић, М. Основна геолошка карта СФРЈ, лист Добој, Р 1:100000 и Тумач ОГК. Савезни Геолошки завод. Београд. **1980.**
- [3] Шпарица, М., Бузаљко, Р., Мојичевић, М. Основна геолошка карта СФРЈ, лист Славонски Брод, Р 1:100.000 и Тумач листа Славонски Брод. Геолошки завод Загреб. **1986.**
- [4] Група аутора. Инжењерскогеолошка карта СФРЈ М 1:500.000 са тумачем. Савезни Геолошки завод. Београд. **1969.**
- [5] Група аутора. Упутство за израду основне инжењерскогеолошке карте СФРЈ Р 1: 100.000. Савезни Геолошки завод. Београд. **1988.**
- [6] Ђукић, Д. *Геотехничке класификације за површинске радове у рударству и грађевинарству*. Рударски институт Тузла. Тузла. **2004.**
- [7] Ђурић, Н. *Основе геологије и инжењерске геологије*. Грађевински факултет Суботица, Технички институт Бијељина. **2009.**
- [8] Папеш, Ј., Срдић, Р. Опћи хидрогеолошки односи на територији БиХ. Југославенска Академија знаности и умјетности. Загреб. **1969.**
- [9] Коматина, М. Хидрогеолошка карта СФР Југославије. Р 1:500.000. Савезни Геолошки завод. Београд. **1980.**
- [10] Видовић, М. Геолошки прилози за изучавање сеизмичности терена Босне и Херцеговине. Сеизмолошки завод. Сарајево. **1974.**
- [11] Група аутора. Сеизмолошка карта за повратни период од 500 година. Заједница за сеизмологију СФРЈ. Београд. **1987.**

- [12] Брачинац, З. Основна сеизмотектонска карта СР БиХ. Р 1:200.000. Завод за инжењерску геологију и хидрогеологију. Сарајево. **1966.**
- [13] Најдановић, Н., Обрадовић, Р. *Механика тла у инжењерској пракси*. Рударски институт Земун. Београд. **1979.**
- [14] Максимовић, М. *Механика тла*. Чигоја штампа. Београд. **2001.**
- [15] Нонваилер, Е. *Клижење и стабилизација косина*. Школска књига. Загреб. **1987.**
- [16] Техничка документација. Технички институт у Бијељини. **2005 – 2012.**

HIGHWAY – CORRIDOR Vc GEOLOGICAL OF RESEARCH SUBPHASE ONE IN TO HIS CONSTRUCTION

Summary: *In the seventies of the 20th century, by the UNDP and the Geneva initiative was launched, and later proposed improvement plan for the motorway network in Europe. As part of this plan was formed TEM project which envisages the construction of the highway Baltic Sea - Adriatic Sea (Baltic - Adriatic). Corridor Vc is part of the TEM network - transport The infrastructure of Southeast Europe.*

At the beginning of the XXI century, initiated the construction of Corridor Vc, most of which passes through Bosnia and Herzegovina. The choice of route alternatives times the road is based on the most favorable natural conditions of the terrain and road connectivity with major urban areas.

Construction of the highway is planned for 15-20 years, per share, giving priority to traffic interesting stock and the ability to secure the necessary funds. One of SUBPHASE in construction time the research and study of the geological features of the ground, which in some parts of the motorway route, preferring the position of of the route. The paper gives an overview of the specific section of the highway in the Serbian Republic.

Keywords: *Highway, geological research, documentation, route, travel facilities*