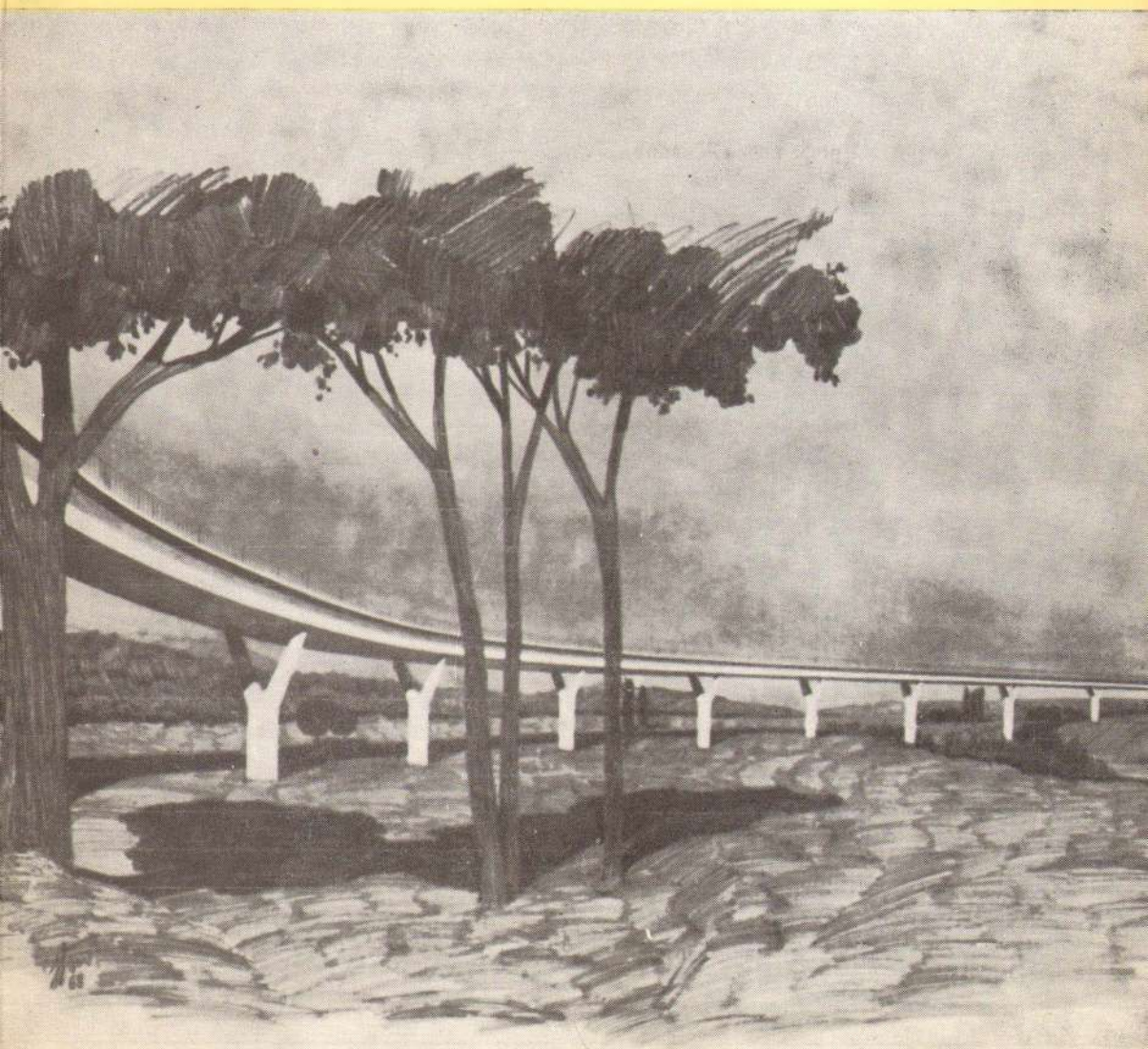


БР. 8
1968.

ПУТ И САОБРАЋАЈ



САДРЖАЈ

Дипл. инж. М. Бојовић — Стање безбедности
саобраћаја у СР Србији

Проф. инж. Живорад Ђукић — Пут од Тито-
вог Ужица до Дубровника и Са-
рајева преко Шаргана или Пре-
седа?

Дипл. инж. Бранислав Тодоровић — Значај
техничке регулативе у области
путева

Проф. др. В. М. Безрук — Прогресивне ком-
плексне методе стабилизације тла
применом активизирајућих хемиј-
ских додатака

Из страних часописа

Насловна страна: Мост вијадукт преко Тимока у Гамзиградској
бањи на путу Параћин — Зајечар

ПУТ И САОБРАЋАЈ

ЧАСОПИС ДРУШТВА ЗА ПУТЕВЕ СР СРБИЈЕ, МАКЕДОНИЈЕ И ЦРНЕ ГОРЕ

ОД. XIV БР. 8.

август

Београд 1968. год.

Дипл. инж. Мирко БОЈОВИЋ

Стање безбедности саобраћаја у С Р Србији

Изванредно брзи темпо пораста возног парка са изразитим променама његове структуре, нагло повећање обима како индивидуалног тако и јавног саобраћаја, значајно укључивање Југославије у међународни аутомобилски саобраћај, као и рапидан пораст броја саобраћајних незгода, само су неке појаве које у основи карактеришу саобраћај на путевима у СР Србији.

У статистичким подацима за 1967 годину забележено је приметно повећање свих категорија моторних возила, али је свакако најзначајнији пораст броја путничких аутомобила, чије повећање од 43,8% није забележено ни у једној од земаља старог континента. Према евиденцији органа унутрашњих посло-

ва, који врше регистрацију моторних возила, само за првих шест месеци ове године евидентирано је повећање свих категорија моторних возила за око 12,6% у односу на прво полугодиште 1967 године, па се до краја ове 1968 године очекује рекордан пораст целокупног возног парка у Републици.

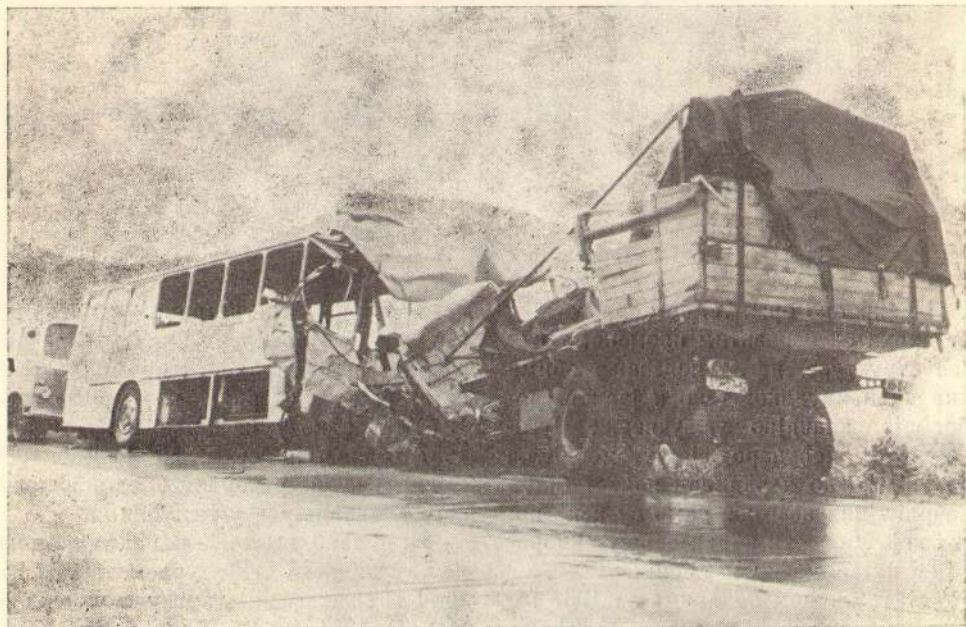
Исто тако, веома је карактеристично да се својинска структура моторних возила задњих година потпуно изменила. Док је 1954 године било свега 13,7% возила у приватном власништву, докле је у 1967 години регистровано 69,2% возила у својини приватних лица, при чему је највеће повећање забележено код категорије путничких аутомобила (83,0%).

	1965	1966	1967	%66/67
Путничка возила	61.742	88.141	126.916	+43,8
Аутобуси	3.350	3.951	4.403	+11,4
Теретна возила	21.562	26.110	31.680	+21,3
Трактори	11.841	12.043	13.149	+ 9,1
Мотоцикли	30.966	31.200	31.115	— 0,3
Остала возила	2.327	2.579	2.672	+ 3,5
УКУПНО:	131.688	164.024	209.935	+28,0

Из табеле о прегледу пораста броја моторних возила, стећи ће се прави утисак о тренутној величини саобраћаја и брзини којом је растао за последње три године:

Поред приказаног броја домаћих, нашим путевима се креће велики број страних возила која, упоредо са наглим развојем југословенског туризма, имају тенденцију сталног пораста. У 1967 години у нашу земљу је ушло

10,406.000 возила стране регистрације без малограничног промета), од којих је највећи део транзитирао и кроз СР Србију. Ако се узме у обзир да се 2/3 целокупног туристичког саобраћаја обави у летњем периоду, као и податак да скоро сва возила домаће регистрације (због годишњих одмора, викенда и сл.), саобраћају у овом периоду махом на отвореним путевима, онда се бар приближно може сагледати интензитет



Да ли су саобраћајне незгоде „Нужно зло“ савременог друштва или „Данак у крви“ који се најчешће може избећи?
(Снимак удеса 18. VII. 1968. год. на путу бр. 1/Г код Пећинаца у коме је погинуло 11 а тешко повређено 14 лица)

саобраћаја у периоду када се на нашим путевима догађа највећи број саобраћајних незгода.

У 1967 години евидентирано је само у СР Србији 16.771 саобраћајна незгода, што је за 20,7% више него у претходној

1966 години, или двоструко више него у 1963 години. Ако би упоредили број саобраћајних незгода са бројем дана у години, дошли би до податка да се у нашој републици свака 24 сата догоди 46 саобраћајних удеса, што је у сваком случају забрињавајуће.

Табеларни преглед саобраћајних незгода последњих пет година у СР Србији:

	1963	1964	1965	1966	1967
Незгоде са погинулим лицима	360	414	536	734	856
Незгоде са повређеним лицима	3376	4122	5098	6122	7381
Незгоде са материјалном штетом	3850	4884	5942	7041	8534
У К У П Н О :	7586	9420	11576	13897	16771

На овакво стање и овакав број саобраћајних незгода, поред низа објективних, утицали су и бројни субјективни фактори. Тако на пример, од укупног броја саобраћајних удеса 83,4% проузроковано је грешком возача моторних возила (пребрза вожња, неправилно претицање, непоштовање права првенства, вожња у пијаном стању, вожња без возачке дозволе и сл.); 12,5% незгода настало је искључиво услед лошег стања и услова пута, а 4,1% од укупног броја саобраћајних удеса проузроковала су технички неисправна возила.

У последње време органе за безбед-

ност саобраћаја све више забрињава појава да у саобраћају учествују све већи број дотрајалих и скоро потпуно амортизованих возила, затим возила нестручно састављених од разних типова и марака, расходованих возила ЈНА и сл. Оваква возила претстављају латентну опасност јер их је веома тешко одржавати у исправном стању, како због дотрајалости материјала, тако и због недостатка делова. Ова возила су најчешће у приватном власништву, а приватни власници моторних возила посвећују далеко више пажњу заради него техничкој исправности возила.

Настрадала лица у саобраћајним незгодама за последњих пет година у СР Србији:

	1963	1964	1965	1966	1967
П о г и н у л о	398	442	587	684	741
Тешко повређено	1611	2067	2601	3462	3861
Лакше повређено	3067	3711	5064	6281	6661
УКУПНО НАСТРАДАЛО:	5076	6220	8252	10627	11263

Број настрадалих лица за последњих пет година се више него удвостручио. Материјална штета која је била присутна код сваке од незгода, скоро је непроцењива. Трајни губитак око три хиљаде лица, неутврђени број вечитих и привремених инвалида, трошкови лечења, губитак времена и низ других појединости, веома се тешко може проце-

нити, а састим је сигурно да преставља један од највећих издатака нашег друштва.

Чињеница је да безбедност у друмском саобраћају у првом реду зависи од величине саобраћаја, али се никако не сме заборавити да у резултанти разноврсних фактора од којих зависи несметано и безбедно одвијање саобраћаја, увек егзистира једна веома важна

компонента, која се односи на стање и услове, које пут са свим својим елементима пружа учесницима у саобраћају. Према статистичким подацима о саобраћајним незгодама на територији СР Србије од укупног броја саобраћајних незгода 12,5% настаје искључиво услед лошег стања и услова пута. При овоме треба имати у виду да овај проценат у скоро свим европским земљама износи 4—5%. Исто тако не треба заборавити да на многим опасним местима наших саобраћајница, као што су: дотрајали дрвени мостови, објекти недовољне ширине и друга трајна сужења на путу, слаба равност коловоза, непостављена или погрешно постављена саобраћајна сигнализација, непрописна прегледност у кривинама и сл. стицањем разних околности није долазило до саобраћајних удеса.

Детаљнијом анализом статистичких података о саобраћајним незгодама, које су настале услед разноврсних недостатака на путу, долази се до веома интересантних показатеља који су донекле и оптужба радним и другим организацијама које се баве редовним одржавањем саобраћајних површина. Ево неких од тих података:

1. Саобраћајне незгоде на временом суженом делу пута (због радова на путу) 185

2. Саобраћајне незгоде на трајно суженом делу пута 73

3. Незгоде на путу са залеђеним, непосутим коловозом 425

4. Саобраћајни удеси настали због непостојања путне сигнализације 161

5. Саобраћајне незгоде у кривинама са неправилним попречним падом 17

6. Незгоде на местима укрштања пута и железничке пруге у нивоу 189

7. Саобраћајни удеси на недовољно прегледним кривинама и превојима 43

Сасвим је сигурно да су многе од ових саобраћајних незгода у којима је погинуло 36 а повређено 485 лица, могле бити избегнуте, да су радне организације које се баве одржавањем саобраћајница, правилно означиле место извођења радова на путу, уклониле снег, лед и блато са коловоза или пак правилно поставиле саобраћајне знакове.

Необезбеђени прелази пута преко железничке пруге у нивоу престављају места на којима веома често долази до саобраћајних удеса. Према званичним подацима у СР Србији има укупно 4.042 прелаза од којих су 3.454 или 85,4% потпуно необезбеђени. Број саобраћајних незгода на овим местима, (због појачане фреквенције на путевима), у последње време нагло се повећао, тако да је овај проблем веома акутан.

Из напред наведеног стиче се утисак да сваки од седам горе наведених узрочника саобраћајних незгода са аспекта пута, заслужује посебну пажњу за

разматрање, обзиром да се са мало више ажурности и познавања ове проблематике може смањити број саобраћајних

незгода и настрадалих лица у њима.

У следећим бројевима о саобраћајним незгодама са аспекта пута.

Проф. инж. Живорад БУКИЋ

ПУТ ОД ТИТОВОГ УЖИЦА ДО ДУБРОВНИКА И САРАЈЕВА ПРЕКО ШАРГАНА ИЛИ ПРЕСЕДА

У штампи је последњих неколико дана у неколико махова писало о овом питању, које је веома значајно за саобраћајну политику у нашој земљи. Одлучити се на брзину за реконструкцију постојећег пута преко Кремана и Шаргана, што је изгледа одлучено, по мом мишљењу била би капитална грешка. Овај проблем требало би врло студиозно и свестрано разматрати узимајући у обзир све утицајне факторе — саобраћајне, техничке и економске. Сматрам за професионалну дужност да о овом питању и на овај начин још једном изнесем своје мишљење.

Значај овог пута

Пут Београд — Титово Ужице — Дубровник несумњиво је један од најзначајнијих путних праваца у нашој основној путној мрежи, у путевима I реда. У ствари, то је најкраћа веза од Београда до Јадранског мора — Дубровника (око 497 километара, док је преко Титограда до Петровца око 539 километара). Сем тога, то ће бити најповољнија веза Београда са Сарајевом преко Устипраче. Међутим, овај пут има и међународни транзитни и туристички значај, јер је веома повољан правац ка Јадранском мору за туристе из Демократске Републике Немачке, Чехо-

словачке, Мађарске и Румуније. Значи, да је ово збиља један од главних магистралних путева у нашој земљи. Због тога се мора говорити о деоници овога пута од Титовог Ужица до Мокре Горе, која ће итекако утицати на квалитет целог пута.

Варијанта по постојећем путу преко Шаргана

Постојећи пут од Титовог Ужица преко Кремана и Шаргана до Мокре Горе има веома лоше елементе, односно има све недостатке наших старих путева грађених у време када је на њима владао претежно запрежни саобраћај. На овом путу, дужине 51,0 км, има 403 кривине, тј. просечно по 8 кривина на 1 километру пута. Сем тога, кривине су претежно са врло малим полупречницима и то: 2 кривине са полупречником $R = 20$ м, 33 кривине са полупречником $R = 30$ м, 106 кривина са полупречником $R = 40$ м, 120 кривина са полупречником $R = 60$ м и 142 кривине са полупречником $R = 80$ до 150 м.

Према томе, овакав пут са безброј оштрих кривина и серпентина, што се види и из скице, представља јако изломљену трасу, која не одговара ни за путеве нижег реда. Даље, нивела пута је јако изломљена, прелазе се две доделнице на котама 900 м и 920 м

(Шарган). Максимални уздужни нагиби су 60 процената. Ширина коловоза је 5,0 м а пута 7,0 м, док је преко Шаргана ширина пута свега 6,0 м. На неколико места геолошки склоп терена није повољан. Коловозна конструкција је од ломљеног камена и туцаника, при чему је туцаник местимично потпуно дотрајао, тако да је укупна дебљина коловоза нешто већа од 20 см. Испод подлоге не постоји никаква шљунчана заштита од штетног дејства мрза, која је неопходна и веома битна за коловозне конструкције на савременим путевима, а нарочито када је у питању пут на овако високој надморској висини.

Инвестиционим програмом предвиђена је реконструкција постојећег пута на целој дужини, при чему су се, због конфигурације терена, морали применити и полупречници кривина $R = 30, 40, 50$ и 60 м. Па ипак, дужина реконструисаног пута скратила би се за свега 4 километара у односу на постојећи пут. Коштање ове реконструкције износи око 95,344.000 нових динара. Овако високо коштање било би због знатног напуштања постојећег пута, његовог проширења, потребних осигурања, израде 11 нових мостова и вијадуката, 4 тунела многих пропуста, грађења нове коловозне конструкције и др.

Варијанта преко Преседа

За ову варијанту све до села Кнежевића, на дужини од 14,49 км, користи се заједнички пут и за правац ка Титовграду и Петровцу, који је такође пут реда. Од Кнежевића преко села Шљивовице и Преседа до Мокре Горе градио би се нови пут дужине 23,20 километара. Укупна дужина овог пута је 37,69 километара.

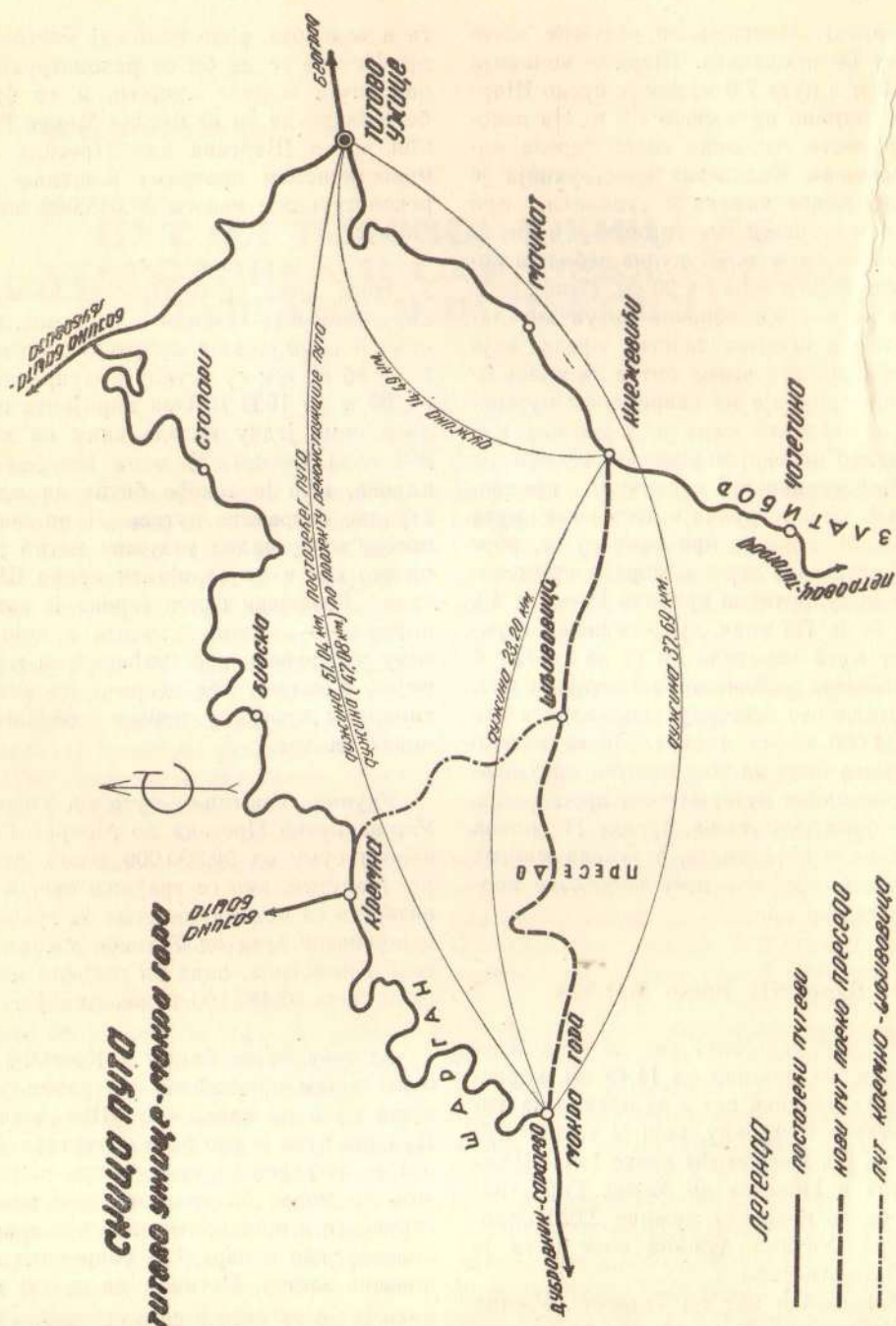
Заједнички пут од Титовог Ужица до Кнежевића мора се такође темељно реконструисати, јер местимично има врло лоше елементе; мале полупречнике кривина, недовољну ширину пу-

та и коловоза, рђав положај мостова и др. Истиче се да би се реконструкција овог пута морала вршити, и то брзо, без обзира да ли ће пут до Мокре Горе ићи преко Шаргана или Преседа. По инвестиционом програму коштање ове реконструкције износи 33,645.000 нових динара.

Нова траса преко Преседа веома је опружена, што се види и из скице, при чему је само један полупречник кривине $R = 85$ м, док су остали полупречници од 90 м до 1000 м. Ова варијанта прелази само једну вододелницу на коти 983 м (Преседо), тј. нема изгубљених падова, што је такође битно за магистралне савремене путеве. И на овом потезу максимални уздужни нагиб је 6 од сто као и на варијанти преко Шаргана. Геолошки склоп терена је веома повољан — чврсти серпентини који се могу употребити као грађевински материјал. Коштање ове деонице по инвестиционом програму износи 65,660.000 нових динара.

Укупно коштање пута од Титовог Ужица преко Преседа до Мокре Горе износи суму од 99,300.000 нових динара. Међутим, ако се грађење овог пута оптерети са половином суме за грађење заједничког дела од Титовог Ужица до села Кнежевића, онда би грађење износило свега 82,482.500 нових динара.

За везу Бајне Баште и Кремана са овим путем предвиђено је грађење и новог пута до изнад села Шљивовице. Дужина пута је око 8,9 километара. Тај пут је изграђен са туцаничким коловозом, но морао би се делимично реконструисати и проширити како пут тако и коловоз, као и изградити савремени коловозни застор. Истичем да се тај пут иако је доста узан и са прашњавим коловозом, користи за путовање од Сарајева односно Кремана и Бајине Баште до Златибора и Титовог Ужица.



Поређење варијаната

Варијанта преко превоја Преседа (37,69 км) краћа је од постојећег пута преко Шаргана (51,04 км) за 13,35 километара, а од реконструисаног пута (47,08 км) за 9,38 километара, што је веома битно за један овако значајан магистрални транзитни пут.

Коштање варијанте преко Преседа је скупље од варијанте преко Шаргана за 3,956.000 нових динара, док је, међутим, ако се узме заједнички део од Титовог Ужица до Кнежевића, варијанта преко Преседа јефтинија од варијанте преко Шаргана за 12,862.000 нових динара.

Време путовања једног камиона или аутобуса на варијанти преко Преседа је краће за 16,87 минута него на варијанти преко Шаргана, док је потрошња горива мања за 3,82 кг. Због тога су годишњи трошкови саобраћаја на варијанти преко Преседа мањи — уштеда је за 1,000.310 нових динара. Истиче се да би ова уштеда у експлоатацији била много већа да се пошло од реалнијег — већег броја камиона који ће саобраћати овим путем.

Предност варијанте преко Шаргана је у повољнијим условима за транспортовање материјала у току грађења, но с друге стране, грађење пута под саобраћајем представља одређене тешкоће, поскупљење радова и неквалитетније грађење.

Безбедност саобраћаја на варијанти преко Преседа била би неупоредиво већа него на варијанти преко Шаргана, јер прва има знатно боље техничке елементе, опруженија је и има већу прегледност у кривинама.

Варијанта преко Преседа убрзала би реконструкцију постојећег пута од Титовог Ужица до села Кнежевића, а тиме се и побољшали услови за везу Београда са Црном Гором.

Израдом пута преко Преседа несумњиво би се повећао туризам на Златибору, једном од најинтересантнијих ту-

ристичких подручја у нашој земљи пошто овај пут директно излази на Златибор. Готово сваки би туриста при путовању од Београда ка Сарајеву и Дубровнику и обрнуто, свратио и до Златибора.

О неким ставовима

У разматрању пута преко Шаргана или Преседа истакнути су неки ставови у пледирању грађења по постојећем путу преко Шаргана.

Прво, делегације грађана из Бајине Баште, Кремана, Биоске и Стапара захтевали су да грађење буде по постојећем путу, јер би у противном били јако удаљени од свог привредног центра — Титовог Ужица. Међутим, Бајина Башта и Кремена као највећа насеља у том подручју, биће по новом путу преко Шљивовице и Кнежевића ближе Титовом Ужицу за 2,5 километара, него по постојећем путу преко Биоске. Истина, правац преко Кнежевића није повољан за Биоску и Стапаре, но, магистрални путеви не могу пролазити и кроз свако, па и најмање насеље.

Друго, варијанта преко Шаргана није јефтинија за 20 милиона нових динара од варијанте преко Преседа, већ само за 3,9 милиона нових динара. Међутим, ако се узме у обзир заједнички део пута од Титовог Ужица до Кнежевића, варијанта преко Шаргана је скупља од варијанте преко Преседа за 12,8 милиона нових динара. Јасно је, ако се реконструкција постојећег пута гради са још скромнијим елементима од оних по инвестиционом програму, онда би она могла бити још знатно јефтинија, па чак 50 до 60 милиона нових динара од варијанте преко Преседа. Но тада, са таквим елементима не бисмо добили магистрални пут, пут I реда, већ пут врло ниског ранга, какав не би могао ни смео да буде пут од Београда до Дубровника односно Сарајева. То би била „магистрала кроз села“.

Треће, став свих стручњака је да варијанта преко Преседа има неупоредиве предности над варијантом преко Шаргана, те не би требало, нити би смело да локални интереси осујете правилну реализацију овог магистралног путног правца. Истичем да је Извршно веће Босне и Херцеговине у акцији грађења 1.860 километара путева одлучило, да став стручњака буде пресудан у утврђивању праваца основне путне мреже.

Четврто, Републички секретаријат за привреду Србије је, на основу постојећих прописа, против грађења новог пута из средстава прикупљених од бензина. Свакако морамо поштовати прописе, но ако су они неадекватни, а овде јесу, морамо их брзо мењати, прилагодити. Уосталом, учињен је преседан, по мом мишљењу паметан преседан, за грађење пута Параћин — Зајечар, Златибор — Пријеполје — Бијело Поље и др., па нека се то учини и за овај пут који је, истичем, само делимично нов.

Пето, у своје време Армија је, и писмено и усмено на састанку у Титовом Ужицу (22. 10 1965) изјавила да се слаже са правцем пута преко превоја Преседа и да ће учествовати заједно са Републиком Србијом у грађењу тог пута. Армија је, према обавештењу, унела тај пут у свој програм грађења путева. Сада се говори да је Армији свеједно да ли ће се пут градити преко Шаргана или Преседа. Мени је ово сумњиво. И наша Армија, као и свака Армија, начелно жели да има што више путева на

значајним правцима, односно да јој је поред постојећег пута преко Кремана и Шаргана сасвим близак и врло повољан и нови пут преко Преседа, који је знатно краћи за повезивање Београда са Дубровником и Сарајевом. С друге стране, за Армију је много повољније грађење новог пута на коме се може у целини употребити бројна путна механизација с којом располаже Армија и потпуније обучавати инжињерске јединице, него што би био случај ако би се градио — реконструисао постојећи пут под саобраћајем.

Шесто, у некој даљој етапи требало би на целом постојећем путу од Титовог Ужица преко Кремана и Шаргана до Мокре Горе модернизовати само коловоз. При овоме не би требало вршити реконструкцију трасе, нити исправљати серпентине, ширити коловоз и друго. Он би као такав потпуно задовољно потребе свих успутних насеља, наша имају право, а такође би служио као врло интресантан туристички пут, који би повезивао Тару и Златибор и био у извесном смислу кружни пут за Титово Ужице. Коштање би износило свега око 15,0 милиона нових динара, што за заједницу кроз неколико година неће представљати велики издатак.

Верујем да ће изнети подаци, анализе и упоређења варијаната утицати да се пре коначног решења још једаред размотри овај проблем и да се донесе правилна одлука о правцу деоница пута између Титовог Ужица и Мокре Горе.

Дипл. инж. Бранислав ТОДОРОВИЋ

ЗНАЧАЈ ТЕХНИЧКЕ РЕГУЛАТИВЕ У ОБЛАСТИ ПУТЕВА

Елементи који чине основу за квалитетно, рационално и економично пројектовање и грађење путева јесу стандарди, прописи, технички услови, разна упутства и типови. Сви ови елементи представљају техничко законодавство, односно грађевинско-техничку регулативу. Поред наведеног делатност путне привреде регулишу и три важећа основна закона:

- Основни закон о јавним путевима,
- Основни закон о предузећима за путеве,
- Закон о изградњи инвестиционих објеката.

Према томе под регулативом у области путева, уопште посматрано, треба разумети скуп свих оних закона, односно управних и техничких прописа, којима се, с једне стране регулише однос између учесника у планирању, изградњи, експлоатацији и одржавању путева, а са друге, одређује општа улога и економска функција друског саобраћаја као компоненте целокупне привреде земље и њеног даљег развоја.

Оскудно или недовољно обрађени услови, односно прописи, могу да изазову разна тумачења, која се у извесним приликама могу неповољно да одразе и на садржину пројекта или на

сигурност готовог објекта, који је резултат таквог пројекта.

Недостатак основних услова, прописа и типова у току ранијих година неповољно се одражавао на квалитет пројектата у области путева, тако да они нису били на оној висини, како би то требало да буде. Све је ово, приликом извођења радова, доводило до спорова између инвеститора и извођача радова, па готово редовно и до судских спорова.

Шта садрже и прописују стандарди, прописи, технички услови, упутства и типови?

Садржина ових законских аката састоји се појединачно у следећем:

а) Стандарди прописују услове квалитета или производње материјала, као и начине њиховог испитивања, односно провере квалитета. Поред наведеног стандарди дају дефиницију појединих врста материјала.

б) Прописи обухватају начин пројектовања или извршења радова за одређене намене, врсте и квалитет материјала са освртом на стандарде уколико постоје. Уколико одговарајући стандарди не постоје дају се конкретна објашњења, како у погледу квалитета и производа материјала, тако и у погледу извршења радова.

ц) Технички услови садрже детаље извршења појединих врста радова и коришћења материјала са освртом на стандарде и прописе. У случају да не постоје одговарајући стандарди или у прописима не постоје детаљнија објашњења, условима се предвиђа све оно што поменутим актима није обухваћено. Исто тако условима се регулишу односи између инвеститора, надзора и извођача радова, могућностима измене пројеката, количинама радова и др.

д) У случајевима да за неку област не постоје прописи или технички услови, тада се састављају упутства за извршење радова. Поред наведеног упутствима се детаљније дају објашњења за примену прописа, било за пројектовање, било за правилно коришћење разних типова, одговарајућих метода и др.

е) Типови за разне конструктивне области, као што су потпорни и обложни зидови, пропусти, монтажни мостови, тунели, разни дренажни системи и др., приказују основе за њихово детаљно пројектовање. Обично се уз типове дају упутства за њихово коришћење и саобраћавање конкретним условима.

Стандарде разматра, прописује и објављује Југословенски завод за стандардизацију, а прописе Савезни, републички или општински органи, у зависности од значаја и специфичности материје.

У Институту за испитивање материјала СР Србије обрађени су извесни стандарди, технички услови и типови који су већ објављени од стране Југословенског завода за стандардизацију. Може се рећи да је овим углавном обухваћена регулатива у области путева. Чињеница је да регулатива у целини није обухваћена, што значи да рад на овој проблематици треба наставити. Свакако да иницијатори, носиоци и извршиоци ових радова треба да буду Југословенско и републичка друштва за путеве.

САДАШЊЕ СТАЊЕ ТЕХНИЧКОГ ЗАКОНОДАВСТВА У ОБЛАСТИ ПУТЕВА

До сада су објављени ови стандарди, технички услови и типови:

- 1) ЈУСБ. БЗ 045 — Филтер за угљоводоничне мешавине;
- 2) ЈУСБ. БЗ. 050 — Технички услови за камене агрегате за израду савремених коловозних застора;
- 3) ЈУСБ. Б8 009 — Испитивања постојаности природног камена на мразу;
- 4) ЈУСБ. Б8. 010 — Одређивање воде коју упија природан камен;
- 5) ЈУСБ. Б8. 012 — Природан камен — испитивање чврстоће на притисак;
- 6) ЈУСБ. Б8. 014 — Испитивање жиравости камена;
- 7) ЈУСБ. Б8. 015 — Испитивање отпорности природног камена према хабању брушењем;
- 8) ЈУСБ. Б8. 016 — Испитивање отпорности туцаника за путеве и железнице, против удара и притиска;
- 9) ЈУСБ. Б8. 019 — Испитивање отпорности туцаника против удара, апаратом Третон;
- 10) ЈУСБ. Б8. 040 — Испитивање песка загађеног органским материјама;
- 11) ЈУСБ. Б8. 042 — Хемијско испитивање агрегата за бетон;
- 12) ЈУСУ. М8030 — Одређивање отпорности против дробљења агрегата за бетон;
- 13) ЈУСБ. Х8. 605 — Методе испитивања битумена — одређивање садржаја парафина;
- 14) ЈУСУ. М3. 010 — Битумен за коловозне засторе;
- 15) ЈУСУ. М3 030 — Разрађени битумен за коловозе;
- 16) ЈУСУ. М3. 090 — Узимање узорака асфалтних мешавина за коловозе и маса за заливање спојница;
- 17) ЈУСУ. М3. 095 — Маса за заливање саставака на коловозима;
- 18) ЈУСУ. М8. 090 — Асфалтне мешавине за коловозе — испитивање по Маршалу;

- 19) ЈУСУ. М8. 094 — Асфалтне коловозне конструкције — одређивање упијања воде узорака из застора;
- 20) ЈУСУ. М8. 102 — Угљоводоничне мешавине за засторе — одређивање гранулометријског састава минералне мешавине;
- 21) ЈУСУ. М8. 103 — Угљоводоничне мешавине за засторе, испитивање притисне чврстоће;
- 22) ЈУСУ. С4. 050 — Типови коловозних конструкција за лак и средњи саобраћај;
- 23) ЈУСУ. С4. 051 — Типови коловозних конструкција за тежак саобраћај;
- 24) ЈУСУ. С4. 062 — Типови одводњавања коловоза и прибрежних страна на путевима;
- 25) ЈУСУ. С4. 064 — Типови осигурања косина насипа и усека и ножице насипа;
- 26) ЈУСУ. Е9. 020 — Класичне и савремене подлоге за путеве — технички услови за израду;
- 27) ЈУСУ. Е3. 020 — Технички услови за израду бетонског коловоза;
- 28) ЈУСУ. Е4. 010 — Технички услови за израду површинских обрада застора;
- 29) ЈУСУ. Е4. 012 — Технички услови за израду битуменских и катранских макадама;
- 30) ЈУСУ. Е4. 014 — Технички услови за израду асфалтних бетона;
- 31) ЈУСУ. Е4. 016 — Технички услови за израду катранских бетона;
- 32) ЈУСУ. Е4. 018 — Технички услови за израду асфалтних и катранских бетона по хладном поступку;
- 33) ЈУСУ. Е4. 020 — Технички услови за израду ливених асфалта.

Од стране „Грађевинске књиге“ — Београд — 1967. г. објављена су „Упутства за састав описа појединих врста радова на грађењу савремених путева“ која углавном обухватају:

— рушење постојећих објеката и расчишћавање градилишта,

— земљане радове са условима за контролна испитивања,

— објекте — пропусте отвора 0,6 — 5,0 м, потпорне и обложне зидове од камена и бетона,

— одводњавање и обезбеђивање трупца пута,

— горњи строј, коловозну конструкцију, ивичњаке и ивичне траке,

— ограде, смероказе, саобраћајне знаке и др.

Приликом прегледа и одобравања инвестиционе техничке документације законски прописи условљавају повезивање пројеката и његових делова са нашим стандардима, техничким условима и типовима, што значи и са описом појединих врста радова који се пројектом предвиђају. Према томе „Упутства“ треба да послуже инвеститорима и пројектантима приликом израде пројеката путева, како би се детаљно обухватили и описали предвиђени радови. Поменути „Упутства“ садрже детаљне описе свих врста радова и у складу су са постојећим стандардима и техничким условима.

Поред наведеног у Институту за испитивање материјала СР Србије обрађена је, а необјављена, још и ова регулатива:

— Технички услови за грађење путева,

— Технички услови са упутствима за израду коловозног застора од ситне камене коцке;

— Типови попречних профила са обликовањем;

— Типови потпорних и обложних зидова од камена и бетона, које треба само допунити одговарајућим табеларним прегледима, узимајући у обзир разне висине зидова и врсте земљаног материјала;

— Терминологија појмова у области путева.

Типови попречних профила са обликовањем разматрани су и дискутовани у Југословенском друштву за путеве, тако да се ускоро очекује њихово објав-

љивање, док остала напред напред на регулатива није разматрана од стране ширег круга заинтересованих стручњака.

У току је израда нових типова монтажних мостова од преднапрегнутог бетона распона до 20 м. Ови типови пројектују се у Институту за испитивање материјала СР Србије.

Нови прописи о пројектовању путева, такође се налазе пред објављивањем. Они се знатно разликују од досадашњих, јер поред теоријских разматрања садрже и одговарајуће примере.

У Југословенском грађевинском центру обрађени су нови прописи о пројектовању и оптерећењу друмских мостова. Вероватно да ће и они почетком идуче године бити објављени. Исто тако у оквиру Југословенског центра група стручњака обрадила је и „Упутства за димензионисање коловозних конструкција“ која ће такође ускоро бити објављена.

Ова „Упутства“ уствари дају смернице и примере из иностране праксе, што значи да их треба примењивати саобразно конкретним условима. Може се рећи да се наша истраживања у области димензионисања коловозних конструкција налазе у почетној фази. Наиме, она су уопште отежана, јер се ради о врстама материјала који у носећем систему појединих слојева конструкције не представљају хомогену материју с познатим реолошким својствима и односима чврстоћа, унутрашњих распрострања сила, напрезања и деформација.

Овај проблем постаје још тежи с обзиром на чињеницу, да су сва тражена својства материјала у конструкцији пута подложна сталним променама, као што су: динамички удари, промене влажности у тлу, температурне промене, интензитет саобраћајног оптерећења, атмосфериле и др. Од посебног је значаја и промена равнотежног стања влаге у постељици пута, тако да утицај компоненте влажности може да захтева знат-

но повећање дебљине коловозне конструкције.

Све ове проблеме и односе не решава ни једна од познатих научних дисциплина, односно ти се проблеми не могу решити само математичким анализама или логичким научним дедукцијама. Отуда је циљ свих истраживања у овој области експериментално изналажење свих непознатих или недовољно познатих односа, како у лабораторији, тако и на терену; исто тако циљ је и утврђивање везе између добијених резултата са теоријским поставкама фундаменталних наука, као и изналажење техничких и економских повољних резултата који би се могли применити у нашој пракси. Ово значи да је поред лабораторијских испитивања неопходна и израда опитних деоница.

У Институту за испитивање материјала СР Србије израђен је „Преднацрт нових прописа за бетон и армирани бетон“. Недавно је дискутовано о овоме пропису, па је одлучено да се до краја ове године изради нацрт узимајући у обзир усвојене примедбе. Треба очекивати да ће ови нови прописи бити објављени у току 1969. године.

На једном скорашњем састанку Одбора за битумен Савеза југословенских лабораторија дошло се до закључка, да постојећи стандард за битумен ЈУ-СУ. МЗ. 010 треба подврћи ревизији и да се у нови предлог стандарда поопште неки критеријуми, односно уведу нови, који се већ указују као нужно потребни. Иако је квалитет битумена домаће производње углавном у оквиру постојећег стандарда, то не значи да је и потпуно задовољавајућег квалитета, јер су придода и конституција битумена, као и његове особине, још недовољно откривене.

ВАЖНИЈИ ПРОПИСИ И ТИПОВИ КОЈЕ ТРЕБА ПРИМЕНИТИ

Значајни регулативни акти које би требало обрадити били би ови:

1. Технички прописи и упутства за претходне студије и истраживања у вези пројектовања јавних путева.

Пре израде пројекта неког пута неопходно је прикупити податке о инжењерско-геолошким и хидролошким одликама терена, како би их пројектант имао у виду и прилагодни своја решења условима терена. С обзиром на чињеницу да досадашња пракса и начин прикупљања ових података нису пружила очекиване резултате, то је неопходно да се израде технички прописи који ће обухватити све облике претходних студија и истраживања, као и њихов обим и садржај.

2. Упутства за естетичко обликовање путева

Поред повољних визуелних ефеката који се постижу естетичким обликовањем трасе пута, ови ефекти веома повољно утичу и на психолошко стање и смањење замора возача моторних возила. Треба имати у виду да се обликовањем трасе, применом већ познатих принципа естетике, истовремено повољно решава и безбедност саобраћаја, који представља веома важан фактор. Свакако да ће увођење естетике при пројектовању путева понекад изазвати и већа улагања. Да би се и таква улагања свела на најмању могућу меру, треба израдити детаљна упутства и за ову врсту пројектовања. Упутства треба да садрже и основне принципе обликовања, скице, детаље и др.

3. Типови за укрштање и прикључивање у и ван нивоа

Да би се обезбедила најсавременија решења и тиме олакшао рад пројектантима, требало би израдити типска решења за укрштање, односно одвајање путева. Ово поготову и због тога што постоје и извесне разлике у схватањима стручњака, како у погледу техничких елемената, тако и у погледу начина решавања ових прикључака и укрштања.

4. Типови за укрштање путева са жељезничким пругама

Код нас не постоје обострано прихваћени типови за укрштања путева са жељезничким пругама у нивоу или у два нивоа. То и јесте разлог што је често долазило до спорова између путних и жељезничких органа. При изради ових типова неопходна је заједничка сарадња за остваривање јединствених основних начела у вези оваквих укрштања.

5. Типови друмских тунела

Недостатак типова друмских тунела стварао је приличне тешкоће нашим пројектантима поготову што се радило о сразмерно великим слободним профилима.

Типови треба да обухвате слободне профиле разних врста тунела и за различити број саобраћајних трака. Свакако да будући типови треба да обухвате приградске и градске тунеле. При изради свих облика типова треба узимати у обзир разне врсте геолошког састава терена, а у вези с тим и слободним профилима треба дати типове облога и изолација тунела, начин одводњавања, спровођења телефонских и других водава, начин извршења и подграђивања, осветљавања, проветравања и др.

6. Технички прописи о оптерећењу возила

Мада је постојао „Правилник о димензијама, укупним тежинама и наплатама друмских возила“ (Службени лист СФРЈ бр. 6/64), Савезна привредна комора одмах по доношењу овога Правилника израдила је предлог за његову измену, с тим да ове измене ступе на снагу 1. јануара 1965. г. Свакако треба узети у разматрање поменути Правилник и извршити потребне измене и допуне имајући у виду стање и способност наших модернизованих путева у погледу њихове носивости.

7. Типови надвожњака преко путева и жељезничких пруга

Свакако да су за ове објекте најцелисходнија решења у техничком и економском погледу коришћење типова израђених на индустријски начин, тј. фабрикацијом и монтажом готових елемената. Но исто тако требало би израдити и типске пројекте од класичног армираног бетона.

8. Технички услови за извршење земљаних радова

У недостатку ових услова, до сада су инвеститори прописивали критеријуме о збијености подтла, слојева насипа и постељице, те је нужно да се овај регулативни акт што пре донесе.

Раније је био израђен нацрт ових услова, но с обзиром на чињеницу да су се многе ствари измениле и усавршиле, неопходне су неке измене и допуне које треба спровести у већ израђеном нацрту.

9. Упутства за контролу квалитета извршења радова

Код нас не постоје детаљна упутства о контроли квалитета при извршењу радова. Наиме, поменуте контроле су већим делом предвиђене разним техничким условима, који су напред наведени и који су објављени од стране Југословенског завода за стандардизацију (асфалтни, цементно бетонски коловозни застори, подлоге и др.). Међутим, недостају упутства о правилној примени механизације за све врсте радова, посебно за извођење земљаних радова, примени изотопа при контроли збијености насипа и др. Због тога би било пожељно да се на једном месту, тј. упутствима обухвате све контроле неопходне за квалитетно извођење радова.

Упутства треба да обухвате и регулисање односа између инвеститора и

извођача, све у циљу избегавања несугласица и спорова.

10. Упутства за обележавање коловоза ради регулисања саобраћаја на путевима

Код нас не постоје никаква упутства нити детаљи у погледу ове врсте рада, те би прописом или упутством требало регулисати начин обележавања путева имајући у виду ширине коловоза.

11. Упутства за озелењавање путева

Безбедност саобраћаја и естетичко обликовање трасе уско су повезани са озелењавањем путева, тако да принципе озелењавања треба разрадити сагласно овој двострукој функцији.

Приликом разраде упутстава мора се имати у виду да није могуће прописати крута правила, већ треба уз основне принципе дати и коментар са примерима како би се олакшало коришћење датих смерница.

Да би се проверили оптички ефекти, нарочито засада поред путева, упутствима треба препоручити претходну израву перспективе, нарочито на појединим местима, која се посебно желе да истакну. Ова упутства треба радити уз учешће одговарајућих стручњака — шумара и агронома.

12. Прописи о одржавању путева и објеката

Неопходно је што пре донети прописе о одржавању путева као и свих објеката на њима. Нарочито се истиче значај одржавања челичних мостовских конструкција с обзиром на штетно дејство корозије. Наиме, постоје и такви објекти, који су обновљени после рата и који до данас нису бојени.

САВЕТОВАЊЕ СТРУЧЊАКА ЗА ПУТЕВЕ У ВАРШАВИ

У овом броју и у следећих неколико бројева часописа, објавиће се превод генералних реферата представника Совјетског Савеза на II Саветовању стручњака за путеве Социјалистичких земаља у Варшави 1966. год.

I РЕФЕРАТ — Прогресивне комплексне методе стабилизације тла применом активизирајућих хемијских додатака.

II РЕФЕРАТ — Технологија грађења асфалт бетонских коловозних застора и механизација радова.

III РЕФЕРАТ — Грађење путева са рапавим коловозом и обнављање рапавости у процесу одржавања путева.

IV РЕФЕРАТ — Технологија грађења коловозних застора од предходно напрегнутог бетона.

В. М. Безрук, проф. др. геолог. минерал. наука

I. Перспективе развоја комплексних метода стабилизације тла

Растући обим превоза аутомобилским транспортом поставља пред стручњаке за путеве важан и неодложан задатак — стварање разгранате мреже аутомобилских путева који би обезбедили нормалан рад транспорта у току целе године.

Решење тог задатка није могуће без суштинског појевтињавања и убрзавања грађења путева.

Примена локалног тла у својству основне сировине за стварање квалитетних и јефтиних грађевинских материја-

ла који би заменили камен, у великој мери решава поменути проблем.

Тла различитог гранулометријског и хемијско-минералшког састава, стабилизована везивним материјалима (цемент, битумен, креч, катран), нашла су последњих година широку практичну примену код грађења путева у многим социјалистичким земљама (СССР, НР Мађарска, ДР Немачка, НР Кина, НР Пољска, СР Румунија, СР Чехословачка).

Стабилизована тла се примењују у најразноврснијим природним и хидро-

геолошким условима у многим земљама Европе, Северне и Јужне Америке, Азије и Африке.

Стабилизациона тла се користе у својству подлоге испод капиталних типова застора (цементно-бетонски, асфалт — бетон) и у својству олакшаног типа застора код кога се хабајући слој гради применом битуменских материјала.

Стабилизациона тла се такођер могу користити за грађење сеоских и шумских путева, сезонских путева, магацинских површина, паркиралишта, аеродрома сеоске авијације.

Искуство из експлоатације показује да се у рејонима који нису снабдевени каменом материјалом, у случају када се примењује стабилизовано тло, постиже неопходна јачина и трајност коловоза и да се за 20 — 50% и више смањује коштање коловоза у поређењу са једнако јаким коловозима код којих је као основни материјал примењен камен. При томе се потреба за превозом материјала железничким пругама или путевима смањује 4-6 пута, а продуктивност рада (израда по једном човеку) се повећава за 1,5-2 пута, што представља најважнији показатељ који сведочи о прогресивности и перспективности даље примене стабилизованих тла.

Проблем стабилизације тла и корените измене особина тла додавањем везивних материја и других активних хемијских реагената, обрађиван је 1963-1965. г. по плану научно-истраживачких радова Комитета ОСЖД. У разради и изучавању метода стабилизације тла у том периоду учествовали су: НР Мађарска ДР Немачка, НР Кина, СР Румунија и СССР (руководилац теме). На основу заједнички извршених истраживања састављене су практичне препоруке за комплексну стабилизацију тла цементом, битуменом или кречом, и додацима активних хемијских материјала.

У овај реферат који уопштава најважније резултате истраживања помених земаља, укључени су неки подаци

из реферата НР Пољске, ДР Немачке и СР Чехословачке на II Саветовању стручњака за путеве из социјалистичких земаља.

Као резултат продубљених и разно страних истраживања откривен је битни утицај физичко-хемијске и хемијске природе тла на процесе образовања структура и на формирање квалитативно нових особина стабилизованих тла. Због тога је нарочита пажња била посвећена разради метода за корениту измену физичко-хемијских особина тла. Такођер је утврђена принципијелна могућност усмереног искоришћења физичко-хемијске и хемијске активности финодиспергованог дела тла за стварање јачих веза с везаним материјалима ради постизања јаче и дуготрајније структуре стабилизованог тла, чему доприноси увођење додатака различитих материја.

Овакав правац истраживања која су се вршила у низу земаља омогућило је разраду усавршених метода стабилизације тла — тзв. комплексних метода.

Код комплексних метода се комбинује увођење додатака везиваних материјала (цемента, креча, битумена) са увођењем додатака разних хемијских материја које јако мењају колоидално хемијске особине тла и доприносе формирању јаче структуре стабилизованог тла.

Рационална примена комплексних метода стабилизације тла даје могућност:

— да се повећа број врста и подврста тла погодних за ефикасно стабилизирање везивним материјалима, што се постиже изменом колоидално-хемијских особина тла путем додавања разних хемијских реагената,

— да се повећа физичко-хемијска активност тла и да се она усмери на обезбеђивање формирања јачих веза у зо-

ни микроконтакта везивних честица са површином честица и микрагрегата тла (повећање адхезионог пријањања),

— да се радови на стабилизацији тла врше и при повећаној влажности тла и при ниској температури ваздуха,

— да се у неким случајевима знатно смањи дозирање основног везивног материјала без смањивања, а понекад и уз повећање, чврстоће стабилизованог тла, његове отпорности против влаге и отпорности на температурне промене.

Комплексне методе стабилизације тла могу да буду веома различите, како по саставу коришћених реагената и основних везивних материја, тако и по резултатима дејства реагената на тле. Ове методе, препоручљиве за практичну примену у ближој будућности, могу да се поделе на групе у зависности од основног везивног материјала.

1. Портландцемент уз увођење додатака хемијских материја у виду раствора или у виду праха (креч, пепео одведен гасовима из ложишта).

2. Гашени или дробљени негашени креч уз увођење додатака хемијских материја у виду раствора или у виду праха (креч, пепео одведен гасовима из ложишта).

3. Течни битумен уз увођење површински-активних материја или додатака у облику праха (креч, цемент).

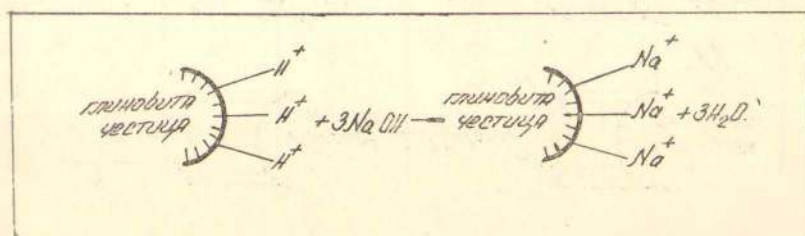
4. Битуменска емулзија уз увођење додатака у облику праха (креч, портландцемент) или површински-активних и других активних материја у виду раствора.

II. Комплексна стабилизација тла цементом уз додатке електролита или других једињења

Истраживања која су вршена последњих година показала су да се при стабилизацији тла цементом може повећати јачина цемент-тла и смањити утрошак цемента ако се у мешавину уведу додаци креча, калијум хидроксида (КОН) или соли лако растворљивих у води у количини 1—2% од тежине тла (нпр. сулфата или карбоната натријума, метасиликата, сулфата магнезијума и др.), Претпоставља се да се механизам дејства ових додатака састоји у узајамном дејству додатака и продуката хидролизе и хидратације цемента и колондног дела тла уз образовање у води тешко растворљивих једињења која колматизирају поре и смањују степен засићености цемент — тла.

Тако например, при додавању калијум хидроксида (КОН) или натријум карбоната у кисела тла, као резултат физичко-хемијских реакција измене јона долази прво до неутрализације киселости, а затим до стварања алкалне средине у тлу. У двоструком електричном слоју као талог пада хидрат калцијум оксида који се ствара при узајамном дејству јона OH^- са катјонима калцијума из комплекса јона измене. Све заједно узевши јако побољшава услове ствардњавања камена и доприноси стварању јаког скелета цемент-тла.

При додавању у кисела тла натријум хидроксида или натријум карбоната, као резултат измене јона долази до реакције по шеми:



(Шема „А“)

Многа кисела тла подзоластог типа одликују се непотпуним засићењем катјонима водоника комплекса за јоноизмену тла. У адсорбованом стању у количини 1/3 или 2/3 капацитета јоноизмене, могу да се налазе катјони калцијума који при вишку катјона натријума (при додавању NaOH или (Na_2CO_3) такођер ступају у физичко-хемијску реакцију.

При томе се ствара хидрат калцијум оксид који се таложи у дифузној слоју јер је у алкалној средини у присуству

NaOH растворљивост $\text{Ca}(\text{OH})_2$ сасвим незнатна.

У случају када се тла наведеног типа стабилизирају цементом и само додацима NaOH или Na_2CO_3 , услед допунског стварања молекула $\text{Ca}(\text{OH})_2$, у маси тла се стварају веома повољни услови за стврдњавање цемента, о чему сведоче подаци из Табл. 1, а такођер и резултати истраживања објављени у ранијим радовима „Сојуздорнии“-а.

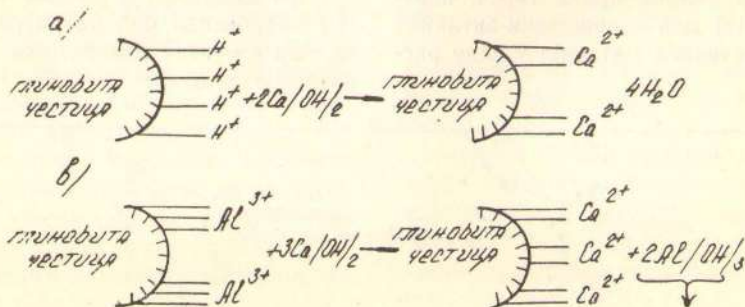
Реакција узајамног дејства NaOH и тла у том случају одвија се по шеми:



Шема „Б“

Реакција са изменом катјона и таложењем $\text{Ca}(\text{OH})_2$ или CaCO_3 може да се одвија такођер и при комплексној стабилизацији лесних карбонатних тла додавањем цемента и хемијских материјала, например NaOH или Na_2CO_3 .

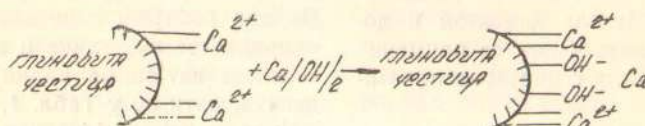
Код киселих (незасићених основама) тла подзоластог типа при комплексној стабилизацији таквог тла цементом и додацима разних хемијских материја, долази до јоноизмењивачких физичко-хемијских реакција узајамног дејства по шеми:



Шема „Ц“

При додавању креча у тлу се ствара алкална средина и индекс рН постаје једнак 11-12. Као што је познато, у јако алкалним срединама капацитета јоноизмене тла повећава се неколико пута, а као резултат тога повећава се и физичко-хемијска активност тла и способност тла за реакције јонске измене.

Код високих вредности рН равнотежног раствора и у условима повећане јоноизмењачке способности тла, могуће је такођер и потпуно (без јоноизмене) апсорбовања молекула $(Ca(OH)_2)$ у двоструком електричном слоју честица по шеми:



Шема „Д“

Табела I

ОБСТАВ НАПОЖИВЉИВ ЦЕМЕНТ-ТЛА	Граница чврстоће на притисак у kg/cm^2 водом засићених узорака од опечене тлине					
	Засићене Ca^{++} /индекс пластично- сти 19, рН = 7.0/		Природне /индекс пластично- сти 22, рН = 6.2/		Засићене H^+ /индекс пластично- сти 19, рН = 5.0/	
	После 28 дана стања формира- ња /1 дан - 24 часа/	После 15 циклуса замрзава- ња и оттапава- ња	После 28 дана стања формира- ња /1 дан - 24 часа/	После 15 циклуса замрзава- ња и оттапава- ња	После 28 дана стања формира- ња /1 дан - 24 часа/	После 15 циклуса замрзава- ња и оттапава- ња
тле са +10% цемента	52	33	48	22	49	пропуш- ли су се
иста + 2% $Ca(OH)_2$	49	43	55	43	62	29
иста + 2% $Ca(OH)_2$ + + 1% $NaOH$	54	50	52	37	80	53
иста + 1% $NaOH$	73	46	52	34	55	57
иста + 1% Na_2CO_3	65	56	52	39	41	26
иста + 1.5% Na_2CO_3	48	44	57	42	68	37
тле са +14% цемента	63	59	67	38	59	25
иста + 2% $Ca(OH)_2$	66	45	67	50	76	36
иста + 1% $NaOH$	85	85	73	67	102	76
иста + 1% Na_2CO_3	74	75	74	59	76	70
иста + 1.5% Na_2CO_3	81	91	77	69	87	76

У почетном периоду истраживања утврђено је да је позитивни ефекат дејства таквих додатака нестабилан и да се не примећује увек, чак и при коришћењу тла која су по својој природи истог типа. При томе се није могло утврдити јасна зависност величине тог ефекта од особина тла. Даља детаљнија истраживања омогућила су да се одреде следеће законитости у области комплексне стабилизације тла цементом и додацима електролита (могу се применити на глиновита тла с индексом пластичности до 27):

1. Зависност чврстоће цемента тла на притисак и нарочито зависност отпорност цемент-тла против мрза од количине соли која се додаје има јако изражен оптимум. Додатак разних по саставу соли у зависности од особина тла креће се у границама 0,5-2% од тежине сувог тла.

2. Код комплексне стабилизације тешких тла са великим капацитетом апсорбиције (више од 20 мг. екв. на 100 гр. тла) није увек могуће да се добије једнако јака цемент-тла, смањењем утрошка цемента на рачун ефекта дејства додатака соли. Међутим, код оптималних за дато тло додатака примећује се као и раније знатно повећање отпорности против мрза, што је од великог практичног значаја код стабилизације тла у суровим климатским условима (II путно-климатска зона). Повећање чврстоће уз мањи додатак цемента код обраде киселих тла може се постићи (у зависности од колоидно-хемијске природе тла) увођењем у мешавину цемент-тла додатака како самог креча урачунавајући капацитет апсорбиције тла), тако и креча у комбинацији са NaOH или Na_2CO_3 , а на слабо-киселом тлу — са Na_2SO_4 . Може се такођер применити само додатак алкалија или чаведених соли у комбинацији са цементом, али обавезно узимајући у обзир особине тла које се обрађује.

3. При једнаком минералошком и хемијском саставу тла, ефекат дејства додатака неких лако растворљивих соли (нпр. Na_2CO_3 , NaOH, Na_2SO_4) релативно је мањи у случајевима када је комплекс тла који апсорбира засићен катјонима калцијума и магнезијума (рН екстрахиране воде већи од 7), и релативно је већи за тла засићена водоником и алуминијумом (рН мањи од 6). Подаци добијени испитивањем узорака природне опечне глине и исте те глине засићене катјонима калцијума или водоника, дати су у Табл. 1. Они сведоче о томе да вишак јона калцијума и молекула $\text{Ca}(\text{OH})_2$ у порама цемент-тла и стварање при томе алкалне средине (рН = 11 — 12) јако повећава чврстоћу цемент-тла и његову отпорност против мрза.

Проучавања кинетике хемијских процеса до којих долази у систему „тле — везиво (цемент или креч) — електролит“ су показала да додаци соли убрзавају хемијско везивање креча. То даје основе да се сматра да је позитивни утицај додатака електролита код стабилизације тла цементом или кречом проузрокован интензивним стварањем једињења типа хидросиликата, до кога долази у узајамном дејству креча и „активног“ SiO_2 чија се релативна растворљивост повећава у алкалној средини.

Код стабилизације цементом лесних карбонатних тла примећује се знатно повећање чврстоће при додавању NaSiO_3 , NaOH, Na_2CO_3 . Ово се објашњава тиме што се, изгледа, стварају допунске материје које цементирају у виду хидросиликата калцијума и хидрата креча.

Резултати истраживања извршених у НР Пољској показују да се велики ефекат код стабилизације цементом ситних песковитих или прашинастих супесковитих тла постиже додавањем 5-6% пепела одведеног гасовима из ложишта при

сагоревању мрких угљева. Додавањем у песковито тле 5-6% таквог пепела и 6-8% цемента (уместо 12%) постиже се неопходна чврстоћа цемент-тла.

У реферату НР Пољске је подвучено да су комплексне методе увек технички и економски ефикасније од метода које се обично примењују. За комплексну стабилизацију тла цементом пољски стручњаци препоручују да се користе, сем поменутог пепела, додаци дробљеног негашеног или хидратизованог креча, хлорида калцијума, магнезијума.

У реферату СР Чехословачке је указано на могућност примене малих количина додатака NaOH , Na_2CO_3 , CaCl_2 , Na_2SO_4 при стабилизацији тла цементом, при чему ефикасност ових додатака може бити веома различита у зависности од особина и састава тла. У реферату се такођер помиње да се додавањем соли чврстоћа цемент-тла не повећава увек, а да се отпорност против влаге и мрза повећава по правилу. То такође сведочи о ефикасности комплексних метода стабилизације тла.

Од интереса су резултати експерименталних истраживања извршених у СР Чехословачкој у области испитивања процеса узајамног дејства креча и различитих видова моно-минералних глина у којима преовладавају минерали каолинита, монтморилонита или галуазита.

Утврђено је да се при узајамном дејству хидрата креча и површине глиновитих минерала стварају хидросиликати калцијума. Интензивност ових процеса веома зависи од минералског састава глиновитих честица. Оваква закључак потврђује резултате истраживања извршених раније на другим врстама глиновитих тла и има практични значај.

Резултати извршених истраживања показују да је веома ефикасна стабилизација тешких суглинастих тла и прашинастих или песковитих глина додацима 8-10% креча у виду дробљеног не-

гашеног креча или хидратисаног креча — $\text{Ca}(\text{OH})_2$. Креч ступа у хемијску и физичко-хемијску реакцију узајамног дејства уз стварање у води стабилних једињења која повећавају своју чврстоћу у условима влажног режима стврдњавања. Ради повећања отпорности креч-тла против влаге и мрза неопходно је да се примене комплексне методе са увођењем додатака креча и лакорастворљивих једињења која у узајамном дејству са тлом стварају у води нерастворљива једињења Na_2SiO_3 , Na_2CO_3 , Na_2SO_4 , NaOH и др).

У суровим климатским условима, продужавање сезоне грађења коловозних подлога и застора представља један од начина знатног смањивања коштања грађења путева и повећања темпа грађења, а такођер и повећања ефикасности коришћења механизације, транспортних средстава и радне снаге.

У климатским условима СССР, извршавање радова за време касне јесени или раног пролећа често је повезано са неопходношћу коришћења сувише влажног тла. Због тога је разрада метода грађења коловозних подлога и застора од цемент-тла у неповољним сезонским условима била усмерена на:

- тражење начина за везивање сувише воде у тлу уз стварање што је могуће стабилнијих продуката који не делују негативно на процес стврдњавања цемент-тла при повећању влажности.
- избор састава и величине додатака који обезбеђују неопходан интензитет стврдњавања цемент-тла на негативним температурама, како код оптималних влажних тла, тако и код сувише влажних тла.

Познато је да се на температурама блиским 0°C процеси стврдњавања цемента успоравају, а при нижим температурама скоро потпуно заустављају услед смрзавања воде. Принципи зимског бетонирања су засновани на увође-

њу електролита који снижавају температуру смрзавања течне фазе што и омогућава стврдњавање цемент-тла на негативним температурама.

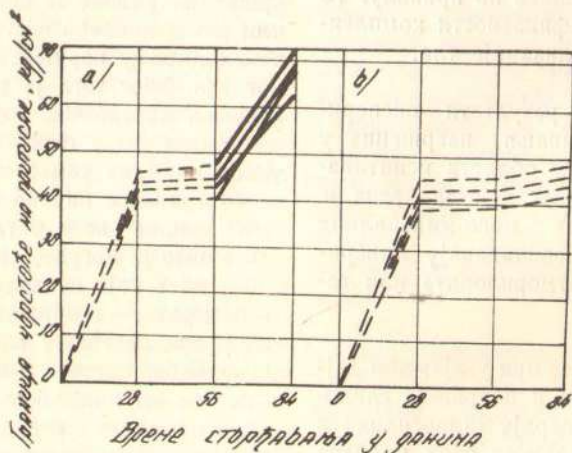
Утврђено је да се услови стврдњавања цемента на позитивним и негативним температурама у глиновитом тлу разликују од стврдњавања цемента у обичним бетонима, јер на процес стварања структуре цементног камена у цемент-тлу утичу: висока адсорпциона и хемијска активност фино-диспергованог дела тла, специфичне особине воде у финим порама и снижена тачка замрзавања воде у тлу као у капиларно-порозном систему.

Изучавајући фазни састав воде у тлу које се смрзава и које је замрзнуто, откривено је да је температура замрзавања воде утолико нижа, уколико је виша дисперзивност тла, а количина незаmrзнуте воде у датом тлу је утолико мања, уколико је температура нижа. Лабора-

торијска испитивања, а такођер и експериментално-практични радови који су затим извршени, омогућили су да се утврди принципијелна могућност стабилизације цементом глиновитих и песковитих тла на негативним температурама до минус $5-10^{\circ}$.

У вези са великом специфичном површином глинастих тла процеси стврдњавања цемент-тла на негативним температурама одвијају се како при додавању соли (хлорид калцијума, хлорид натријума), тако и без додатка соли за неке врсте глинастих тла. При томе се примећује успорено достизање чврстоће у односу на еталон-узорке који се стврдњавају на позитивним температурама.

Као пример (сл. 1, а-б) дају се резултати испитивања чврстоће узорака на притисак после различитог времена стврдњавања цемент-тла (прашинастих тешких, глинаца са додатком и без додатка песка) на температурама од ми-



Промена јачине на притисак узорака цемент-тла у зависности од додатка цемента, времена и режима стврдњавања узорака. Режим стврдњавања а/ узорци су се стврдњавали 56 дана на негативној температури / тачкаста линија / а после 28 дана на позитивној температури / црна линија / б/ узорци су се стврдњавали 84 дана на негативној температури

нус 15°C . Интересантно је напоменути да у случају накнадног стврдњавања извесног броја узорака на позитивним температурама долази до веома знатног прираста чврстоће (сл. 1-а).

У поменутим експериментима сол није додавана.

Добијени резултати истраживања омогућавају да се дају препоруке за продужавање грађевинске сезоне у северним рејонима за време јесени и раног пролећа.

За јужне рејоне (V путно-климатска зона) где је средња температура у зимским месецима блиска 0°C или минус $2-3^{\circ}\text{C}$, може се препоручити стабилизација тла цементом не само за време јесени и пролећа, него и зими, при чему је ово последње доба најповољније, јер су у тим рејонима лета сува и врућа.

На основу истраживања могу се изнети следећи претходни закључци:

1. Стврдњавање цемент-тла код песковитих и глинастих тла одвија се при негативним температурама до минус 10°C . При томе песковита цемент-тла која се стврдњавају на негативним температурама имају релативно смањену чврстоћу и отпорност против мраза, а глинаста цемент-тла — приближно исту такву чврстоћу и отпорност против мраза као и аналогна цемент-тла нормалног стврдњавања.

2. Оптимални додаци електролита за песковита тла приближно су једнаки додацима за „хладни“ бетон (1-1,5% од сувог тла). Оптимални додаци за глинаста тла су утолико мањи, уколико је већа дисперзивност тла.

III. Комплексна стабилизација тла битуменским и другим везивним материјалима

Метод стабилизација тла битуменским везивним материјалима има у СССР широку примену.

Разноликост климатских услова и разноликост тла у СССР условљава не-

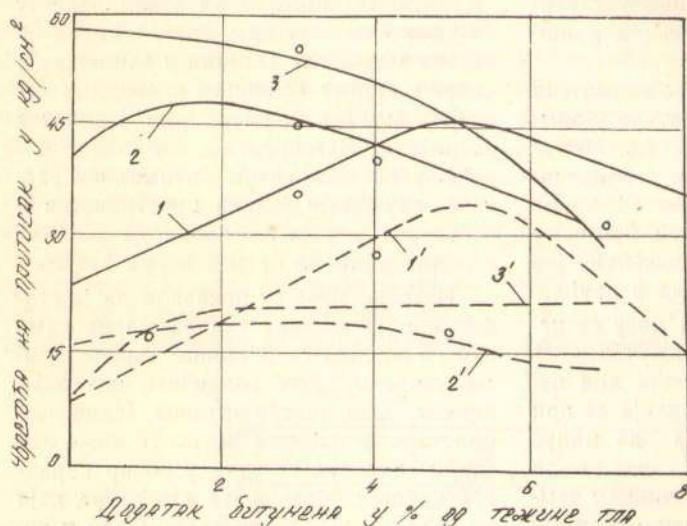
једнаку ефикасност стабилизације тла течним битуменом. Због тога су последњих година истраживачки радови били усмерени на усавршавање метода стабилизације тла органским везивним материјалима, са циљем да се тле учини што чвршћим, што мање пластичним и што отпорнијим на температурне промене.

Најмање погодна за стабилизацију битуменским везивним материјалима су везана тешка тла (глинци и глине) која садрже знатну количину колоидних честица, киселог хумуса или једињења натријума. Истовремено, ова тла у поређењу са песковитим оптималног састава, заузимају велика пространства и због тога је решење проблема њихове стабилизације за праксу веома важно.

Истраживања су показала да је стабилизација везаних тла ефикасна само ако се заједно са везивним материјалима уводе и друге различите материје: цемент, површински-активна једињења при томе се најбољи резултат може постићи само ако се узме у обзир карактер процеса образовања структура који се одвијају у стабилизованом тлу и који одређују технологију примене реагента који се уносе. При додавању креча у глинаста тла и даљној обради тла битуменским везивом, велику улогу имају адхезионе силе пријањања које се стварају као резултат хемисорпционих процеса на површини честица тла засићеног катјоном калцијума, и које због тога обезбеђују високу отпорност тла против влаге. Најбољи услови за стварање јаке адхезије међу битуменским филмом и површином честица тла су онда када у везиву постоје анјони-активна једињења. Због тога се у течне битумене, који у свом саставу имају незнатне количине ових материја, морају увести анјон-активни додаци: високомолекуларне киселине из реда масних киселина или њихове натријумове соли. Као резултат увођења двоструких додатака (у тло-креча у количини 2-3%,

а у битумен анјонактивног додатка у количини 0,1-0,5% (од тежине) добијају се најбоље карактеристике стабилизованог тла у погледу отпорности против влаге, мраза и температурних промена. Глинаста тла са додатком креча могу се веома ефикасно стабилизирати вискозним битуменом који се уводи у виду анјон-активне битуменске емулзије

која се споро распада. Пораст интензивности хемисорпционих процеса са повећавањем површине честица тла доводи до тога да се довољна отпорност против влаге малоглинастих тла при њиховој обради кречом и битуменском емулзијом постиже већ при малој садржини битумена (2-3%), мањој него код песковитих тла (сл. 2).

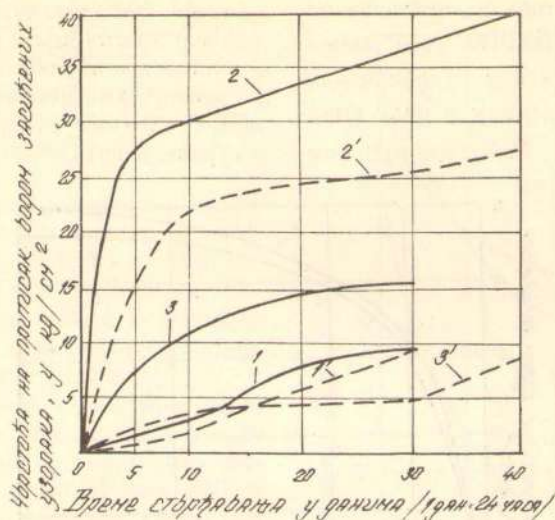


Сл. 2

Чврстоћа на притисак уздржања битумен-тла у зависности од садржаја тла и додатка битумена:
 1. Битно песковито тло + 3% креча + битуменска емулзија,
 2. Лако прашињасто глинасто тло + 3% креча + битуменска емулзија,
 3. Хумусе прашињасто-глинасто тло + 3% креча + битуменска емулзија.
 1, 2, 3. у сувом стању
 1', 2', 3'. у водон стању

Повећање количине битумена до 5-6% не мења чврстоћу стабилизованог тла у водон засићеном стању и не повећава његову деформабилност. Величина релативне деформације услед притиска износи 5,5 код садржине битумена од 2% и при $P = 0,25$ од P која изазива разрушавање, а код садржине битумена од 10% величина релативне деформације је 6,3. Улога креча као активног додатка код везаних тла није ограничена само адсорпционим узајамним дејством са везивом. Хидрат креча, ступајући у физичко-хемијско узајамно дејство са тлом, смањује хидрофилност тла и потпомаже при томе стварању малих количина хидросиликата калцијума који ојачава тло. Због тога је стабилизација глинастих тла кречом и би-

туменским везивима која садрже површински-активне материје анјонског типа, ефикаснија од стабилизације битуменима уз увођење у њих површински-активних материја катјонског типа. Да би се обезбедило најпотпуније узајамно дејство везива са тлом, неопходно је да се додаци креча унесу у тло на 12-20 часова пре уношења везива. Оптимални услови за стварање јаке и водо-отпорне структуре тла стабилизованог битуменом уз додатак креча су они при којима долази до испаравања влаге у процесу образовања структуре, што доприноси како повећању адхезије битуменског филма и површине честица тла, тако и повећању вискозности битумена у зони контакта (сл. 3).



Промена чврстоће на притисак водон засићених узорока тла на различитим температурама и режимима влаге при стврдњавању:

1. песковито тле стабилизовано са 2% креча и 5% емулгираног битумена,
 2. песковито тле стабилизовано са 3% креча и 5% емулгираног битумена,
 3. глинасто тле стабилизовано са 3% креча и 5% емулгираног битумена,
- 1, 2, 3. стврдњавање при $t = +25^\circ\text{C}$ и релативној влажности ваздуха од 50%
 1, 2, 3. стврдњавање при $t = +10^\circ\text{C}$ и релативној влажности ваздуха од 38%

Сл. 3

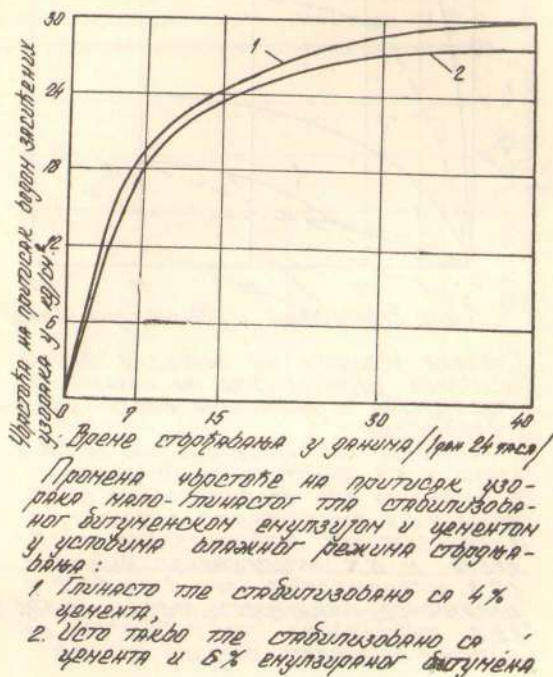
Додаци цемента у количини 4-5% такође повећавају отпорност против влаге и мрза оног тла које је стабилизовано само битуменом. Међутим, цемент као активни додатак који обезбеђује стварање хемисорпционих веза, има релативно мању улогу од креча. У ствари, додатак цемента ојачава структуру тла стварањем цементног лепила. Због тога технологија стабилизације тла битуменом уз додатак цемента мора да обезбеђује оптималне услове за даље одвијање процеса хидролизе и хидратације цемента. Влажност при стварању структуре везаног тла са додатком цемента у количини 4-5% од тежи-

не тла и битуменског везива, не сме да буде мања од молекуларног капацитета влаге у тлу. Код комплексне стабилизације тла уз коришћење додатака цемента, рационалније је као везиво примењивати битуменске емулзије спорог распадања, јер се при томе стварају повољнији оптимални услови за нормално стврдњавање цемента и за убрзавање распадања емулзије. Ојачавање везаних тла постиже се само у том случају ако се у процесу стварања структуре дуготрајно одржава влага у слоју или у узорку стабилизованог тла.

Као што показују подаци са сл. 4, при стабилизацији малоглинастог тла

доста велика чврстоћа на притисак постиже се како додавањем само цемента, тако и комплексном стабилизацијом битуменом (уведеним у виду емулзије) и цементом. Међутим, при ком-

плексној стабилизацији постиже се отпорност против мрза и повећана деформабилност стабилизованог тла, а при додавању само цемента у количини 4% цемент-тло није отпорно против мрза и сувише је крто.



Сл. 4

Осигурање оптималне технологије и услова формирања стабилизованог тла применом битуменских везивних материјала уз додатке креча или цемента омогућава да се ефикасно стабилизирају глинала тла и да се при томе добију јаки и на мразу отпорни материјали, погодни за примену у својству слојева подлоге или застора коловоза у разним путно-климатским зонама.

Међутим, догогодишња испитивања су показала да се у пракси при комплексној стабилизацији кречом, јављају многе тешкоће са следећим узроцима: негашени дробљени креч или хидра-

тисани креч у виду финог праха, гашен ограниченом количином воде, релативно брзо губе своју активност због процеса карбонизације до којих неизбежно долази када се креч држи на ваздуху. Сем тога, кречна прашина, а нарочито дробљеног негашеног креча, веома штетно утиче на здравље особља које ради са кречом, а појављују се и тешкоће при превозу креча.

У Казахстанској филијали „Сојуздорниј” — а испитан је и разређен једноставан, али ефикасан начин хидрофобизације дробљеног негашеног креча који омогућује дуготрајно очување ак-

тивности креча и одстрањује штетан утицај на здравље радника.

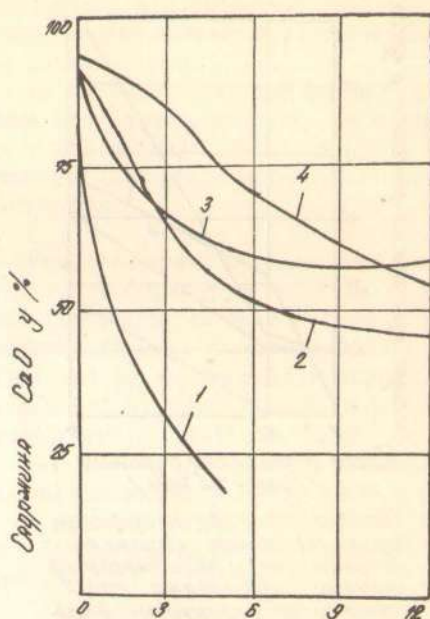
Технологија справљања хидрофобног креча погодног за комплексну стабилизацију тла је једноставна.

Хидрофобни креч је прашак тамно црне боје који садржи више од 70% честица крупноће мање од 0,07 мм и више од 65% активних $\text{CaO} + \text{MgO}$. Овај креч има хидрофобне особине и не смањује своју активност у току неколико месеци држања на отвореном простору.

Поменуте особине се постижу обрадом згрудваног негашеног креча у процесу млевења (у млину са куглама) вискозним битуменом BN—P или BNS у количини 8—9% од тежине креча на температури 120—140°C. После такве обраде fine мале честице CaO покривене филмом битумена не карбонизирају и због тога веома споро смањују своју активност при држању креча на ваздуху у току 6—9 месеци (сл. 5).

У процесу мешања и ситњења тла уништава се филм битумена на честицама хидрофобног креча унешеног у тле и долази до гашења креча. Са површином честица тла и течном битумена ступа у узајамно дејство свеже гашени $\text{Ca}(\text{OH})_2$.

Увођење креча при комплексној стабилизацији нарочито је ефикасно за тла тешка по гранулометријском саставу: глине и тешка глинаста тла. Додатак 2% хидрофобног креча (прерачунатог на CaO) у таква тла омогућава да се смањи утршак течном битумена за 30—50% од оптималне норме битумена а да се истовремено повећа чврстоћа стабилизованог тла 2—3 пута. Тако на пример, ако тла стабилизувана течним битуменом имају границу чврстоће на притисак у водом засићеном стању 5—15 kg/cm^2 , при смањењу процента битумена од 10—12% на 5—6% и додавању 2% креча, ова тла добијају чврстоћу 35—40 kg/cm^2 и више. Сем тога, повећава се отпорност битумен-тла против



Време држања креча у ваздуху

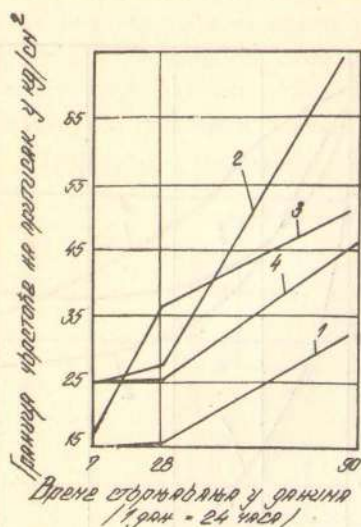
Промена активности креча у зависности од времена држања креча на ваздуху и од начина хидрофобизације креча:

1. креч у виду fine прашка, гашен отајивачном количином воде,
2. исти креч као под 1, хидрофобизован додатком 15% битумена BN—S,
3. добиљени негашени креч хидрофобизован додатком 15% битумена BN—S,
4. исти креч као под 3, хидрофобизован додатком 10% битумена BN—S (убеђеним млевењем креча).

Сл. 5

влаге и температурних промена јер се смањује сувишна пластичност тог материјала, а повећава се такођер и отпорност против мраза.

На сл. 6 су дати подаци који карактеришу чврстоћу на притисак лесног карбонатног тла (лако прашинасто глинастог тла) стабилизованог додатком 2% хидрофобног креча и 5—6% теч-



Проксимациони подаци за зависност граничне чврстоће на притисак од времена стврдњавања за различите дозировања креча:

1. без додавања креча,
2. са хидрофобним кречом,
3. са дробљеним нагашеним кречом,
4. са гашеним кречом у виду финог праха / гашење отпорним калцијумом водом.

Сл. 6

ног битумена марке В—4 који се споро згушњава. Ови подаци сведоче о томе да је додавање хидрофобног креча веома ефикасно и по свом дејству приближно једнако додавању свеже гашеног креча у виду финог праха (гашење ограниченом количином воде), или свеже дробљеног нагашеног креча, али има преимућства у односу на поменуте додатке јер хидрофобни креч дуготрајно одржава активност и веома смањује штетне последице по здравље човека.

Комплексна стабилизација песковитих и прашинастих песковитих тла разређеним битуменом и додацима креча или цемента вршена је у НР Мађарској. Установљено је да се додавањем песковитом тлу 4—5% разређеног битуме-

на и 2—3% креча или цемента повећава јачина и отпорност на воду таквог битумен-тла.

Комплексно стабилизована тла примењују се у НР Мађарској за носеће слојеве коловоза путева са малим саобраћајем (уз обавезно извођење заштитног абајугер слоја).

Истраживања у области комплексне стабилизације тла, извршена у ДР Немачкој, била су углавном усмерена на усавршавање примене додатака битумена и креча и на повећање њихове ефикасности при стабилизацији прашинастих пескова, а такођер на проучавање примене битуменских емулзија које се споро распадају.

За праксу важна истраживања била су посвећена разradi састава кречно-битуменских паста (муљева) и технологије извршења радова на извођењу заштитних слојева и танкослојних застора уз примену таквих паста.

Кречно-битуменске пасте обезбеђују јако пријањање битумена на минерална зрна чак и код рада са влажним материјалима.

Заштитни слојеви од таквих паста имају високе експлоатационе квалитете.

Ефикасност комплексне стабилизације тла битуменом и кречом била је проверена и у природним и земљишним условима НР Кине. Утврђено је да је код стабилизације прашинастих песковитих тла рационално примењивати додатак 8% креча и 4—6% битумена. Примена разређеног вискозног битумена обезбеђује више показатеље чврстоће и отпорности против мрза него додавање течних битумена који се споро згушњавају (класе Б). На стварање структурно-механичких особина комплексно стабилизованог тла веома знатан утицај имају режими температуре и влаге, а такођер и време стврдњавања. Тако су, на пример, водом засићени урочи битумен-тла имали чврстоћу на

притисак после стврдњавања у току три месеца 2,5 пута, а после стврдњавања у току шест месеци — 3,5 пута већу од чврстоће узорака који су се стврдњавали један месец.

У повећању чврстоће у току времена додаток креча има активнију улогу од додатка битумена. Знатнији прираст чврстоће постиже се повећаним дозирањем креча.

Ваздушни режим стврдњавања узорака (при малој природној влажности) доприноси повећању чврстоће у почетном периоду стврдњавања, а код влажног режима стврдњавања чврстоћа и отпорност против влаге комплексно стабилизваног тла достижу се кроз шест месеци.

Истраживањима извршеним у НР Пољској установљено је да је код стабилизације тла битуменским материјалима рационално примењивати у својству активних додатака следеће материјале: портландцемент, хидратни креч дробљени негашени креч или пепео одведен гасовима из ложишта при сагоревању мрких угљева, који садржи више од 20% СаО.

Додавање глинастом тлу 2—3% Са(ОН)₂, или 5—6% пепела мрког угља, или 2—3% протландцемента, повећава чврстоћу на притисак водом засићених узорака битумен-тла два пута у односу на чврстоћу образаца без додатка поменутих активних материја. При томе се знатно повећава и отпорност битумен-тла против мрза.

IV. СТАБИЛИЗАЦИЈА ТЛА СИНТЕТИЧКИМ ПОЛИМЕРНИМ ЈЕДИЊЕЊИМА

Успешан развитак хемијске индустрије у низу социјалистичких земаља, усавршавање хемијске технологије различитих синтетичких материја и могућност стварања нових полимерних грађевинских материјала са задатим структурно-механичким особинама, омогућава да се у наредним годинама ови нови

материјали искористе код грађења путева, између осталог и за стабилизацију различитих тла.

Синтетичке полимерне материје у првом реду треба да буду искоришћене за стабилизацију таквог тла које није погодно за стабилизацију цементом или битуменом.

Рекогносцирна истраживања извршена у том правцу су показала да нису сва синтетичка високомолекуларна једињења погодна за стабилизацију тла. При избору полимерних материја за стабилизацију тла потребно је да те материје имају следеће особине:

- да су растворљиве или дисперзивне у води при увођењу у тло,
- да постају нерастворљиве у води и непромочиве после завршетка стврдњавања,
- да имају способност селективне адсорпције у односу на хидрофилне глинасте минерале и способност даљег стварања хемисорпционих једињења,
- да имају способност да се дуго трајно одупиру физичким и хемијским дејствима и биолошком разлагању,
- да омогућавају извршење радова и стврдњавање полимерних материја у интервалу температура од + 30° до 0°С, при повећаној влажности тла,
- да су релативно јевтине и да омогућавају стабилизацију тла малом количином реагента.

У циљу разраде нових, ефикаснијих метода стабилизације тла, у СССР су извршена истражна проучавања стабилизације тла фурфуол-анилинским смолама, карбоамидним смолама типа MF—17, фиксиром М и побољшаним смолама типа MFF (урино-фурфуролно-формалдехидне). Као најперспективније за практичну примену у наредним годинама треба сматрати карбоамидне смоле побољшаног типа (MFF).

Захваљујући постојању двоструких веза и реактивно-способних група код

једињења која улазе у састав побољшаних карбоамидних смола, при стабилизацији тла овим и другим смолама које имају поменуте особине, долази до активног физичко-хемијског узајамног дејства са честицама тла, које обезбеђују високе хидрофобне особине стабилизованог тла и велики интензитет процеса образовања структура до којег долази услед полимеризације и поликондензације смола.

Повећана количина фурфуола у саставу побољшаних смола MFF јако повећава чврстоћу глинастог тла како у оптимално-влажном, тако и у водом засићеном стању, што је резултат повећања адхезионих и кохезионих сила пријањања у структури стабилизованог тла.

Ситни прашинасти пескови, обрађени додатком смоле MFF у количини 0,5—1% од тежине скелета тла, немају довољну чврстоћу и повезаност, јер код овако незнатне количине смоле не долазе до изражаја њене унутармолекуларне силе пријањања, али при томе пескови постају хидрофобни.

Величина водозасићења обрађеног песка са отвореном порозношћу у износу око 25%, после држања песка у води у току 10 дана (1 дан = 24 часа) достиже само 1,5—3,5% од тежине, што се објашњава хидрофобношћу зидова пора таквог песка.

Да би тле добило високу кохерентност, чврстоћу и отпорност против мраза, неопходно је повећано додавање смоле: за глиновита тла 8—10% од тежине тла, за ситне једноличне пескове 5—6%.

Нарочито је велика отпорност против мраза ситних пескова са додатком 6% смоле, код којих чврстоћа на притисак после 150 циклуса замрзавања и открављивања износи 40—50 кг/см².

Песковито тло стабилизовано смолом разликује се од истог таквог тла стабилизованог цементом по великој чврстоћи и великој деформабилности уз преовлађивање еластичних деформаци-

ја). Код глинастих тла стабилованих смолом или цементом карактеристике чврстоће тла су блиске, али је деформабилност уз преовлађивање у структури еластичних деформација, као и код песковитих тла, виша при стабилизацији ових тла смолом MFF.

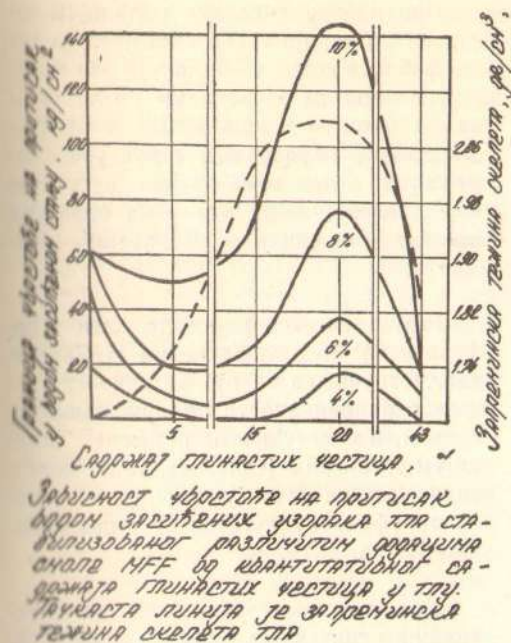
Почување утицаја гранулометријског састава тла (при једнаком минералашком саставу тла) на јачини и друге особине тла при стабилизацији додацима карбоамидне смоле побољшаног типа, омогућило је да се установи следеће:

Чисти једнолични ситни пескови дају унеколико повећану чврстоћу у поређењу са прашинастим песковима. Са повећањем садржаја глинастих честица до одређене границе, чврстоће и збијеност стабилизованог тла нагло расту. Али код садржаја глинастих честица већем од 25% нагло опадају чврстоћа и отпорност против влаге тла стабилизованог разним додацима смоле MFF. Резултати испитивања песковитих малоглинастих тла (сл. 7), као и тла другог састава, показују да се уз додатак 6—8% карбоамидне смоле побољшаног типа MFF ова тла карактеришу великом механичком чврстоћом, отпорношћу против влаге и, што је нарочито вредно, дуготрајном отпорношћу против мраза.

Важно је и то што тла стабилована смолом MFF имају приближно једнаку чврстоћу како при стврдњавању мешавине на $t = + 20^{\circ}\text{C}$, тако и на сниженој позитивној температури ($t = 2^{\circ}\text{C}$) при оптималној влажности тла.

При влажности тла на 4—5% већој од оптималне, чврстоћа тла стабилизованог смолом MFF се смањује, али незнатно.

Наведене особине смоле MFF (стврдњавање на сниженој температури и при сувишној влажности тла) такођер су важне позитивне особине таквих карбоамидних смола.



Сл. 7

Добијени подаци сведоче о томе да је MFF најрационалније примењивати за стабилизацију кварцних финих пескова или песковитог тла у влажним и сировим климатским условима, тј. у II и III путно-климатској зони.

Резултати лабораторијских истраживања извршених у СССР и резултати посматрања изграђених деоница путева у СССР показују су да се за стабилизацију песковитих и малоглинастих тла могу са великим ефикасношћу применити такођер и фурфурол-аналиске смоле (FAS).

Фурфурол-анилиска смола (FAS) представља продукт поликондензације фурфурола и анилина. Фурфурол и анилин су веома активне хемијске течности које имају способност да једна с другом ступају у узајамно дејство и исто тако са површином честица на обичној температури ваздуха. Процес поликондензације протиче релативно брзо без подгревања у слабо киселој средини.

Фурфурол и анилин се веома добро расподељују (самопроизвољно) по површини честица и агрегата тла, па се због тога процес мешања ових реагената и тла обавља лако и брзо. Овакво брзо и самопроизвољно текуће фурфурола и анилина на све стране објашњава се мањим у односу на воду површинским напонима ових материја који теже да смање површину течности.

Стврднута FAS даје тлу велику чврстоћу, отпорност против влаге и хидрофобност при релативно малом дозирању — 1 до 2% од тежине тла. Овако дозирање FAS је 6—8 пута мање од потребног дозирања цемента и 3—5 пута мање од потребног дозирања карбоамидне смоле побољшаног типа MFF при једнако квалитетној стабилизацији аналогног тла.

За стабилизацију тла примењује се фурфурол добијен хидролизом или из тресета. Оптимални однос по тежини анилина према фурфуролу добијеном хидролизом је 2:1, а према фурфуролу добијеном из тресета — 1,5:1.

Висока цена фурфурола и анилина и велика токсичност анилина не дозвољавају засада да се фурфурол-анилинска смола широко примењује за стабилизацију тла, мада она има низ преимућства у односу на друга високомолекуларна једињења.

У реферату СР Чехословачке на II Саветовању стручњака за путеве из социјалистичких земаља дају се нови подаци о позитивним квалитетима горе поменуте смоле, али се подвлачи и то да нема перспективе за практичну примену FAS за стабилизацију тла услед високе цене полазних реагената.

Узимајући у обзир високу цену синтетичких високомолекуларних једињења и њихову дефицитност, у наредним годинама треба сматрати реалнијим решавање задатака стабилизације тла коришћењем ових једињења у својству додатка који хидрофобизирају тле при стабилизацији везивним материјалима — портландцементом, битуменом

или битуменском емулзијом. Отпорност против влаге и мраза цемент-тла повећавају се при малим додацима полиакриламида или силицијум-органичких једињења.

Како су показала претходна истражна испитивања, знатно повећање отпорности против мраза гличастих цемент-тла и повећање чврстоће после 15 циклуса замрзавања — открављивања, примењује се при комплексној стабилизацији тла цементом и додацима отпадака хемијске индустрије силицијум-органичких једињења: остатака у судовима код производње фенил—, етил— и метилхлорсиликона. Позитивни ефекат достиже максималну вредност при оптималној величини додатака која износи 1,5—2% од тежине скелета тла (рачунато са киселим остацима у судовима, који се добијају из фабрике). Ово повећање отпорности цемент-тла против мраза указује на перспективност истраживања у правцу повећања хидрофобности цемент-тла на рачун додатака који садрже деривате хлорсиликона и других сличних силицијум-органичких материја.

У основи хидрофобизације цемент-тла додацима силицијум-органичких једињења, или неким отпадцима код производње тих једињења, лежи појава адсорпције ових реагента површином елементарних честица или њихових микроагрегата, и стварање на њима мономолекуларних или полимолекуларних хидрофобних силицијум-органичких полимерних филмова. Може се претпоставити да у процесу узајамног дејства долази до сложене измене јона међу реакционо способним групама фобизатора и апсорпционим комплексом финодиспергованог дела тла, а да даље у маси обрађеног тла долази до процеса полимеризације и поликондензације материја.

При избору додатака силицијум-органичких материја треба настојати да хидрофобност којом се одликују ове материје почиње да се показује после завршетка процеса стврдњавања и кристализационог образовања структуре цемент-тла, а при томе овакви додаци не смеју негативно да утичу на одвијање процеса хидролизе и хидратације цемента.

Резултати експеримената дати у реферату СР Чехословачке на II Саветовању стручњака за путеве такођер сведоче о рационалности продужавања истраживања могућности примене силицијум-органичких једињења типа метилсиликонолата натријума и других типова за ефикасну дуготрајну хидрофобизацију тла.

Као закључак треба истаћи да ће истражна испитивања, која се врше у низу земаља у области примене различитих по саставу и особинама синтетичких смола и других високомолекуларних једињења, несумњиво у будућности бити позитивно решена, а тиме ће се отворити перспектива практичне примене синтетичких смола код грађења аутомобилских путева.

Са повећањем примене стабилизационог тла у различитим конструктивним слојевима горњег строја путева (највећим делом у подлогама или засторима), а такођер са повећањем врста везивних и других материја које се користе за стабилизацију тла, огроман значај добија правилно процењивање и узимање у обзир карактеристика чврстоће и деформабилности стабилизационог тла.

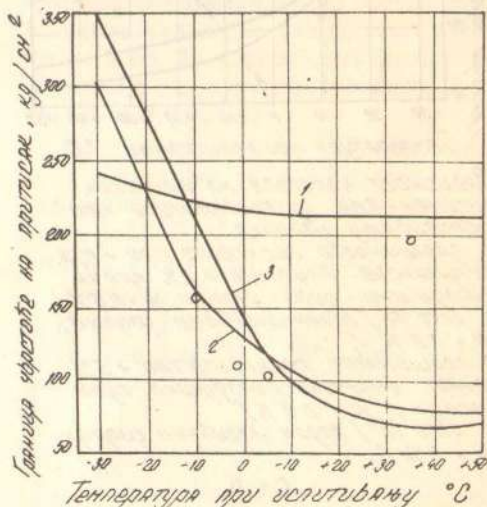
Као резултат испитивања утврђено је да се у зависности од начина стабилизације (врсте и количине везива) карактеристике чврстоће и деформабилности стабилизационог тла знатно разликују, и то у зависности од природе структуре која настаје у сваком конкретном случају. Предложена је шематска кла-

сификација стабилизаних тла за узорке који су испитивани у водом засићеном стању на $+20^{\circ}\text{C}$, а који су били подељени на две класе: полукрути и флексибилни материјали. У полукруте материјале учвршћена су тла која се стабилизирају цементном или полимерним смолама (типа карбоамидних смола), а у флексибилне материјале учвршћена су тла која се стабилизирају битуменом. Карактеристике чврстоће и деформабилности полукрутих и флексибилних стабилизаних тла знатно се разликују на високим температурама и при малим брзинама оптерећивања. При паду температуре до нуле и ниже, и при повећању брзине наношења оптерећења, ове се карактеристике веома приметно приближавају.

Многогодишње позитивно искуство у широкој примени локалних тла стабилизаних везивним материјалима за извођење коловоза различитих типова сведочи о томе да стабилизована тла могу и треба да се примењују и за извођење подлога испод цемент-бетонских застора, при чему је овде најуниверзалнији и најперспективнији метод стабилизације тла портландцементом.

Тла стабилизована цементом (цементом (цемент-тла) имају довољно велику механичку чврстоћу и отпорност против влаге и мрза. У зависности од услова и величине саобраћаја и климатских фактора, карактеристике чврстоће и деформабилности цемент-тла могуће је регулисати и мењати у широком интервалу путем уношења различитих додатака портландцемента и других активних материјала које се примењују узимајући у обзир особине тла намењених стабилизацији. Велика механичка чврстоћа на тај начин тлу остаје очувана у доста великом интервалу осцилација позитивних и негативних температура (Сл. 8). Чак и на високој позитивној температури за време испитивања ($+50^{\circ}\text{C}$) чврстоћа на притисак узорка цемент-тла од цигларске глине премашује 75 kg/cm^2 . При испитивању на температури нижој од минус 10°C

чврстоћа на притисак водом засићених узорка јако расте, што се објашњава делимичним смрзавањем воде у порама цемент-тла. При испитивању сувих узорка чврстоћа остаје велика и константна како у интервалу позитивних, тако и негативних температура.

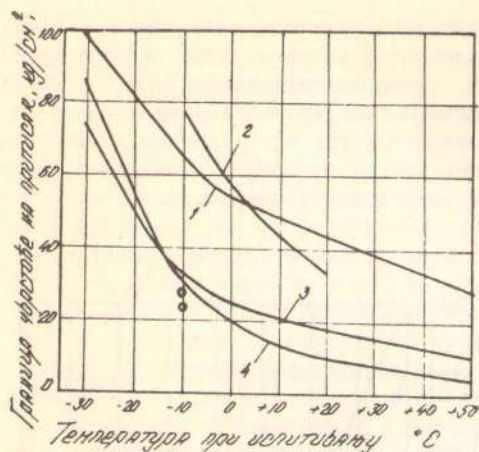


Зависност чврстоће на притисак цемент-тла од температуре при испитивању узорка.
Цигларска глина + 14% цемента + 2% креча
1 Сухи обрасци / W = 2% /
2 При влажноти стврдњавања W = 15%
3 Водом засићени обрасци / W = 19% /

(сл. 8)

Испитивања чврстоће при савијању на разним температурама гредица цемент-тла истог таквог састава као на сл. 8 показала су следеће резултате за водом засићене узорке (гредице):

t °C	R савијања,	кг/см ²
— 10		48
— 3		29
+ 5		21
+ 18		17
+ 50		17



Зависност чврстоће на притисак битумен-тла од температуре при испитивању узорака
 1. *песковито тло + 10% битуменске емулзије + 2% креча / ваздушно-суви узорци, w = 0.5% /*
 2. *исто то / водон засићени узорци, w = 1.2% /*
 3. *песковито тло + 5% течнег битумена / ваздушно суви узорци, w = 0.5% /*
 4. *исто то / водон засићени узорци, w = 2% /*

Сл. 9

Иста таква испитивања, извршена на узорцима песковитог цемен-тла оптималног гранулометријског састава, показала су да вредност чврстоће при савијању и чврстоће на притисак остају приближно исте у поређењу са стабилизационом цигларском глином, а потребно дозирање цемента смањује се 1,5—2 пута.

Супротно томе, код стабилизације тла течним битуменом примењује се јак пад чврстоће при испитивању узорака који су одстојали на позитивној температури, чему сведоче подаци дати на сл. 9. Чврстоћа узорка битумен-тла на ниским негативним температурама (реда минус 30°C приближно је једнака чврстоћи водом засићених узорака цемент-тла испитиваних на позитивним температурама (+20°, +30°C).

Песковита тла стабилизациона додатком битуменске емулзије и креча по

чврстоћи заузимају место између цемент-тла и битумен-тла (Сл. 8, сл. 9)

Треба истаћи да комплексна стабилизација аналогних по саставу песковитих и малогличастих тла битуменском емулзијом и портландцементом (4—6% цемента) обезбеђује, у поређењу са стабилизацијом битуменском емулзијом и кречом већу отпорност против мрза и већу отпорност на температурне промене.

Према томе, резултати лабораторијских истраживања и практично искуство сведоче о томе да је у влажним рејонима са сировим климатским условима (јаки мразеви и промрзавање до великих дубина) за подлоге испод цементно-бетонских застора најрационалније примењивати, према укупним физичко-механичким особинама, тле стабилизационо цементом.

Узимајући у обзир високу отпорност цемент-тла против влаге и температурних промена, омакве подлоге је рационално примењивати и у рејонима са жарком климом.

Не препоручује се да се тла стабилизирају само битуменом због мале отпорности таквих мешавина на температурне промене, и због тога што нема могућности да се извршавају радови нити са влажним тлом, нити при нижим позитивним температурама. Пораст чврстоће на притисак у зависности од брзине прирета напона у битумен-тлу има следећу законитост: $R = a \times v^m$. Вредности коефицијената m (код стабилизације песковитих тла битуменским емулзијама, а гличастих тла цементом) износе: за битумен-тла приближно 0,25, а за цемент-тла приближно 0,50 до 0,10. При $v = 30 \text{ кг/см}^2 \times \text{сек}$ чврстоћа на притисак битумен-тла достиже ниво чврстоћу цемент-тла при $v = 5 \text{ кг/см}^2 \times \text{сек}$. Брзина доношења оптерећења има велики утицај на величину модула еластичности. Тако на пример, модул еластичности водом засићеног цемент-тла при савијању и условно тренутном деловању оптерећења (око 2 сек) износи приближно 30.000 кг/см^2 , а стварни модул

еластичности истог тог узорка, одређен при звучној брзини наношења оптерећења приближно 10 — 4 сек износи 85.000 кг/см². Највероватније је да се величина модула еластичности која одговара реалним брзинама оптерећења од возила у покрету (око 0,20 сек.) налази између тих вредности.

Модул еластичности супесковитог тла стабилизованог битуменском емулзијом у аналогним условима износи респективно 11.000 и 62.000 кг/см², тј. чак и при звучним брзинама оптерећивања не достижу вредности карактеристичне за цемент-тла.

Дати подаци потврђују целисходност нормирања механичких особина стабилованих тла различитих класа у разним напонским стањима: цемент-тла при савијању, битумен-тла при смицању и помоћи штампа.

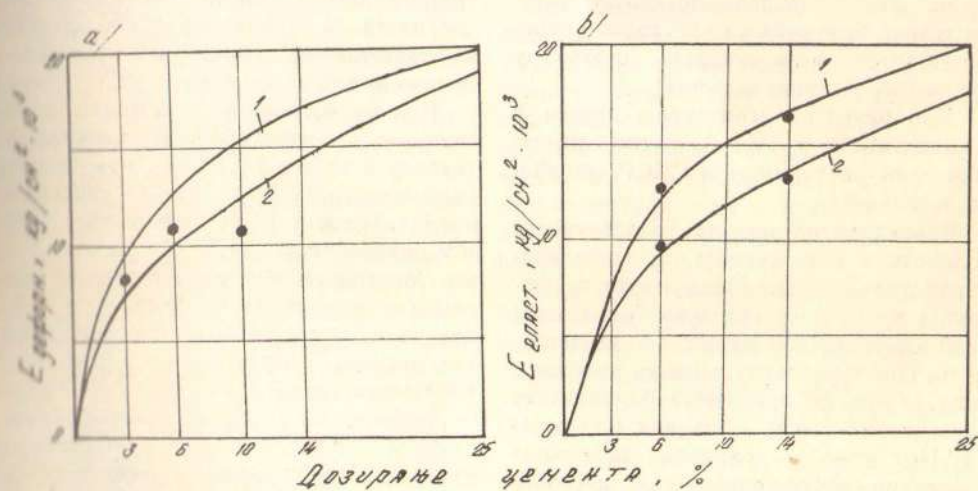
Промене вредности модула еластичности и модула деформације за узорке глиновитих цемент-тла испитане на са

вијање при различитом дозирању цемента — дате су на сл. 10.

Лабораторијска испитивања чврстоће на притисак узорка цемент-тла (цилиндра) омогућила су да се одреде следеће границе рада материјала при разним напонима у односу на границу чврстоће (Бр) : при 0,1 — 0,2 x Бр материјал ради у еластичној фази, про 0,4 — 0,5 x Бр у виско-еластичној фази уз враћања деформације кроз извесно време после уклањања оптерећења, а при 0,6 — 0,8 x Бр у фази акумулације деформације на рачун неповратног дела укупне деформације.

Механичке особине стабилованих тла испитиване су у лабораторијским условима на моделима коловоза природне дебљине и на путевима у експлоатацији у степским рејонима Украјине.

Извучени су углавном слојеви суглинаних тла стабилованих портланд-цементом (10 — 12%) који су служили као носећи слојеви и као подлоге



Зависност вредности модула деформације /а/ и модула еластичности /б/ цемент-тла /при испитивању чврстоће на савијање/ од дозирања цемента:
1. ваздух запуњени узорци;
2. узорци при оптималној влажности сгушћивања

Пошто чврстоћа цемент-тла у одређеним границама расте са повећањем садржине цемента, целисходно је изводити двослојне и трослојне коловозе, са количином цемента која се смањује са дубином, што одговара смањењу напона од оптерећења точком.

Цемент-тле има повећану кртост при малој влажности у жарко доба године и наклоњено је стварању прслина, а такођер и губитака кохерентности. Повећана кртост при сувишном сушењу може се ослободити увођењем пластифицирајућих додатака, између осталих битумена (емулзије, пасте) или, у извесној мери стављањем слојева цемент-тла у најниже слојеве коловоза.

Сувишно повећање влажности цемент-тла смањује његову општу чврстоћу и нарочито разорно делује при честом положају температуре кроз нулу. Због тога се препоручује да се подлоге од цемент-тла изводе на деоницама а такођер и на местима која су сува или која су изложена влажењу кратко време. На местима са повећаном влажношћу на цемент-тло повољно делују додаци течних битумена уз претходно увођење додатака који стварају структуру (на пример полиакриламида).

Као резултат испитивања путева у експлоатацији у IV и V путно-климатској зони на територији СССР, утврђено је следеће:

Еквивалентни модули еластичности коловозних конструкција од стабилизираних тла и земљано-шљунковитих материја крећу се у широким границама: 6000 kg/cm^2 до 500 kg/cm^2 , а у зависности од конструктивних особина коловоза, типа рејона по влажности и квалитету примењених тла и везиваних материјала. При томе се гранична релативна еластична доформација под дејством рачунског оптерећења 5 kg/cm^2 креће респективно од 0,001 до 0,01.

Резултати експеримената извршених у лабораторији и на терену показују да широко примењивана карактеристика стабилизираних тла, дата према чврстоћи узорка на једноаксијалну компреси-

ју, не одражава рад материјала у коловозу, мада је такво испитивање једноставно и најдоступније за извршавање.

Разради методике која омогућава да се објективније разматра рад стабилизираних тла у конструктивним слојевима коловозних конструкција посвећен је реферат ДР Немачке поднет на II Саветовању стручњака за путеве. Суштина методике је у одређивању чврстоће цемент-тла на савијање у условима много пута понављаног краткотрајног напорења оптерећења, пошто се цемент-тле карактерише полукрутом структуром и у коловозним конструкцијама фактички ради не на притисак, већ на савијање. Под дејством оптерећења од друмских моторних возила у покрету, ствара се конус угиба. При томе највећи затежужни напони при савијању настају у центру удубљења на доњој страни стабилизираних слоја тла и на крајевима удубљења на горњој страни неооптерећеног цемент-тла.

Предложена методика и инструмент за испитивање на савијање при краткотрајним оптерећењима несумњиво ће допринети да се затим разраде технички нормативи за карактеристику чврстоће цемент-тла на савијање.

Недовољна чврстоћа цемент-тла на савијање при напорењу оптерећења, а такођер и појаве скупљања при променама температура, доводе до стварања прслина како у слоју цемент-тла, тако и у „црном покривачу“ на истим местима. Механизам и узроци стварања прслина у цемент-тлу, а такођер и неке практичне препоруке за одстрањивање тих прслина, изложени су у реферату СР Чехословачке.

Истраживања карактеристика чврстоће и деформабилности стабилизираних тла која се врше у низу земаља, налазе се за сада у почетној фази, али је већ очевидан њихов практичан значај.

Добијање података о карактеристикама чврстоће и деформабилности цемент-тла, битумен-тла или других врста стабилизираних тла, омогућиће да се за-

тим одреде њихове тачне нормативне и рачунске вредности. Као резултат тога повећаће се тачност прорачуна коловозних конструкција и омогућиће се правилније искоришћавање и максимална реализација позитивних особина које имају поједине врсте стабилованих тла.

VI. САВРЕМЕНА СРЕДСТВА МЕХАНИЗАЦИЈЕ ЗА СТАБИЛИЗАЦИЈУ ТЛА

Грађење аутомобилских путева уз примену стабилованих тла може се појавити и знатно убрзати при правилној организацији и комплексној механизацији свих врста радова.

Практично искуство је показало да је код свих врста стабилизације неопходно обезбедити брижљиво ситњење и мешање тла, тачно дозирање реагента који се уносе, оптималну влажност, планирања и збијање до максималне збијености слоја обрађеног тла, а затим дуготрајно неговање ради стварања оптималних услова за стварање структуре стабилованог тла.

Данас у многим земљама постоји довољно позитивног искуства у области комплексне механизације радова на стабилизацији тла различитим везивним материјама.

У низу социјалистичких земаља разрађују се савршеније конструкције машина за стабилизацију тла и других машина:

— у ДР Немачкој индустрија осваја машину типа путног ријача-тањираче и нешто упрошћенију машину за стабилизацију тла у једном пролазу.

— у НР Пољској је освојена производња путних ријача-тањирача и гумених пневматичких ваљака.

— у СР Чехословачкој су произведени путни ријачи-тањирачи, а у току су радови на конструисању машине за стабилизацију тла у једном пролазу и на распршивачу-дозатору цемента.

— у СССР је почела индустријска производња комплекта машина за ста-

лизацију тла у једном пролазу, путних ријача-тањирача, распршивача-дозатора цемента и самоходних гумених пневматичких ваљака.

То ствара материјалну основу за даљу широку примену различитих метода стабилизације тла при грађењу аутомобилских путева.

У процесу разраде и усавршавања технологије стабилизације тла оцртала су се три основна правца у начинима извршења радова:

— мешање на самом путу уз коришћење у својству водећих машина које раде у више пролаза (путни ријачи — тањираче),

— мешање на самом путу уз коришћење у својству водећих машина вишесекторне машине за стабилизацију тла у једном пролазу,

— припремање мешавине у полустационарним (мобилним) или стационарним инсталацијама за мешање које се налазе у каменоломима поред трасе, уз транспортовање готове мешавине до места уграђивања после тога.

Код комплексних метода стабилизације тла, када се примењује неколико материја уз тачно дозирање малих количина, најправилније је у техничком и економском погледу да се користе специјалне механизоване радне групе са машинама ста стабилизацију тла у једном пролазу, или да се мешавине справљају у покретним инсталацијама за мешање.

Сви разни везивни материјали и други реагенти који се употребљавају за комплексну стабилизацију тла могу се сврстати у три групе:

— растресите материје у виду праха (цемент, креч, пепео и др.)

— вискозно-течне материје и раствори (битумени, битуменске емулзије, синтетичке смоле и др.),

— вискозно-течне материје и раствори у комбинацији са додацима растреситих материја у виду праха, или обротно.

У зависности од комбинације везивних материја, особина тла које се обра-

Табела 2

Назив машине у специјалној радној групи	Број машина у специјалној радној групи са водом машином					
	вишесаторном за стабилизацију у једном пролазу		путним рутачем тањирачом		инсталацијом за мешање	
	у раду					
	Са растреситим материјалом /цемент, кроу/ Са вискозно-те- чним материјалом на /булумента енулизија, бутун/	Са растреситим материјалом /цемент, кроу/ Са вискозно-те- чним материјалом на /булумента енулизија, бутун/	Са растреситим материјалом /цемент, кроу/ Са вискозно-те- чним материјалом на /булумента енулизија, бутун/	Са растреситим материјалом /цемент, кроу/ Са вискозно-те- чним материјалом на /булумента енулизија, бутун/	Са растреситим материјалом /цемент, кроу/ Са вискозно-те- чним материјалом на /булумента енулизија, бутун/	Са растреситим материјалом /цемент, кроу/ Са вискозно-те- чним материјалом на /булумента енулизија, бутун/
1	2	3	4	5	6	7
Вишесаторна машина за стабилизацију тла у једном пролазу	1	1	—	—	—	—
Путни конзоласти рутач-тањирач	—	—	2	2	—	—
Инсталација за мешање са мешалницом за принудно мешање	—	—	—	—	1	1
Специјални аутомобили за превоз цемента са цурењима за пневматско пуњење цементом	3-4	1-2/	2-4	1-2/	2-4	—
Специјални аутомобили за превоз бутума	1-2/	2-4	1-2/	2-4	1-2/	2-4
Машина за поливање	2-3	1-2	2-3	1-1	1-2	1-2
Самосходни бродови са пневматским гумама	2	1	1-2	1	1-2	1
Распршивач цемента	—	—	1	—	—	—
Аутогаздер	1	1	1	1	1	1
Аутогаздерматор	1	1	1	1	1	1

ђује, конструкције коловоза и других специфичности, врши се избор начина плетирање специјалних механизованих радних група (таб. 2).

Такве специјалне радне групе обезбеђују извршење великих обима радова на грађењу путева, веома знатно повећање квалитета радова, повећање продуктивности рада 1,5 — 2 пута и ефи-

касније искоришћење помоћних машина.

За мале обиме радова (напр., при грађењу прилазних сеоских путева) и за стабилизацију шљунковитих, песковитих или супесковитих тла која не захтевају фино ситњење, за обраду тла везивним материјалима могу се примењивати најпростије машине: пољопривредне дрљаче са дисковима, култиватори, ријачи мочварних земљишта и т. сл.

Како показује практично искуство НР Мађарске, ДР Немачке, НР Кине, СР Румуније, СССР и других земаља, помоћу најједноставнијих машина могу се добити позитивни резултати при стабилизацији цементом, кречом или битуменом лаким неvezаних или слабокохерентних тла, али је при томе продуктивност рада нижа, а коштање рада више него у случају када се користе специјалне машине за стабилизацију тла и друге машине. Због тога овакав начин рада треба сматрати само привременим, застарелим.

Специјалну механизовану радну групу са машином за стабилизацију тла у једном пролазу као водећом машином, препоручљиво је користити на грађењу објеката са великим обимом радова. У састав такве радне групе улазе 1—2 машине типа D — 391 за рад у једном пролазу, или такве машине других марака, затим аутомобили за превоз цемента (2—4), аутомобили за превоз битумена или цистерне за воду (2—4), ваљци са пнеуматским гумама (2) и аутогрејдер.

Машина D — 391 је на точковима са пнеуматским гумама, има 4 ротора и обавља у једном радном пролазу на траци ширине 2,4 м следеће основне технолошке операције: ситњење везаних тла, дозирање расутих (цемент, креч) и вискозно-течних (битумен, синтетичке смоле, вода) материјала, мешање везива са тлом док се не постигне јединолична маса, профилисање разастрте мешавине и њено делимично збијање. Дубина обрађивања тла се регулише у границама 8 до 25 см у збијеном стању.

Учинак радне групе износи просечно 300—400 м²/час у зависности од дубине обраде тла и особине тла.

При раду са два вискозно-течна материјала, у састав радне групе са машином за стабилизацију тла у једном пролазу допуски се укључује у аутоугрунатор.

Специјална механизација радна група са путним ријачем — тањирачем као водећом машином предвиђена је за ре-

лативно мање обиме радова у односу на групе са машином D — 391. У ову групу такођер улазе аутомобили за превоз цемента, аутомобили за превоз битумена или цистерне за воду, самоходни ваљак са пнеуматским гумама и аутогрејдер. Ради повећања учинка и за непрекидни рад, у састав групе треба укључити 2—4 путна ријача — тањираче. То омогућава да се припремају и мешавине од више компонената.

Путни ријач — тањирач типа D 350 производи се у СССР на бази гусеничног трактора С — 100 са одводом снаге на погон радног органа који се обрће брзином од 220 — 250 об/мин. Транслаторна радна брзина путног ријача — тањираче регулише се помоћу „смањивача хода“ и износи 100 — 600 дужних метара на час. Дубина обраде тла креће се у границама од 8 до 20 — 22 см у збијеном стању.

Машина D 350 има специјалну пумпу и уређај за дозирање вискозно-течних материјала (битумена, битуменска емулзија, разних смола, воде и водених раствора).

При стабилизацији тла цементом, кречом или другим растреситим материјалима, у састав радне групе укључује се расподељивач-дозатор цемента типа D — 343 В.

Када у радној групи раде два путна ријача — тањираче, учинак групе је просечан 175 — 250 м² час.

Један пример избора машина и број машина у зависности од типова водеће машине и метода стабилизације тла дат је у Тбл. 2.

За извођење путних и аеродромских коловозних конструкција од стабилизованих тла веома је перспективан метод обраде тла везивним материјалом у специјалним инсталацијама за мешање које се налазе у каменоломима поред трасе.

У том случају везивни материјали и други додаци дозирају се тачније и мешавина се меша боље него на путу. Као резултат тога може се постићи већа чврстоћа стабилизованог тла, чак и при из-

весном смањењу везивног материјала.

У инсталацијама је целисходно справљати мешавине тамо где тла на путу нису погодна, или су малопогодна за обраду у природном стању, а такођер и у случајевима када је простор ограничен што отежава рад машина за стабилизацију тла на траси пута.

Код припремања мешавина у инсталацијама за мешање, извршење радова мање зависи од временских прилика. Сем тога, стварају се услови за тачније извођење пројектом задане дебљине равног слоја стабилизованог тла.

У каменоломима поред трасе мешавине се припремају помоћу уређаја за мешање типа D — 370, уређаја за мешање бетона типа S — 543 или других уређаја за мешање. Овај метод је економски оправдан ако се готова мешавина превози до места уграђивања мање од 5 — 6 км.

Готова мешавина се обично превози аутомобилима и урађује помоћу расподељивача туцаника типа D 337, после чега се врши набијање мешавине до одређене максималне збијености.

Ако је главни магацин удаљен 30 км и више од места радова, у састав радних група морају се укључити покретни магацини цемента поред трасе, капацитета 50 — 75 т, или такви капацитети за битумен и друге реагенте уз обезбеђење механизованог утовара и истовара тих материјала, напр. у расподељиваче — дозаторе цемента.

Покретни магацини обезбеђују нормалан и непрекидни рад машина за стабилизацију тла на траси, као и задати учинак специјализоване радне групе машина у целини.

VII. ЗАДАЦИ БУДУЋИХ ИСТРАЖИВАЊА И УВОЂЕЊА У ПРАКСУ

Разне методе стабилизације тла применом портландцемента, битумена или креча проверене су у многим земљама у дугогодишњој експлоатацији и поуздано су ушле у праксу грађења путева

у разним природним и земљишним условима.

Даља истраживања метода стабилизације тла и њихово увођење у праксу грађења путева треба да се разматрају у следећим правцима.

1. На основи принципа активног и усмереног регулисања процеса стварања структуре у стабилизованом тлу, треба усавршавати и развијати нове комплексне методе стабилизације тла код којих се као основни везивни материјал користе портланд-цемент, битумен, битуменска емулзија и креч.

Ове методе, при правилном и свесетраном узимању у обзир физичко-хемијске активности тла, омогућавају да се прошири број врста тла погодних за стабилизацију, и повећавају век трајања и отпорности против мрза стабилизационих тла.

2. Многобројни подаци добијени раније, сведоче о неопходности да се дубље и разностраније узму у обзир генетичке особине тла и утицај хемијског и минералног састава тла, што ће омогућити да се усмереније искористи хемијска и физичко-хемијска активност својствена тлу.

Да би се решио овај задатак потребна је разрадити тачне методе проучавања утицаја хемијског и минералног састава тла, и то не по посредним, већ по непосредним обележјима, уз одређивање не само квалитативних, већ и квантитативних карактеристика.

Нарочиту пажњу треба посветити разради методике и извођењу испитивања ради проучавања кинетике процеса узајамног дејства и формирања структурних веза у зонама контакта честица и цемента, уз проучавање микротврдоће и других особина у зони микроконтакта са продуктима хидролизе цемента.

Разрада метода стабилизације тла цементом треба да буде усмерена на даље развијање комплексних метода уз коришћење нових, активнијих додатака за ту сврху. Као нарочито перспективан правац треба сматрати додавање материја које на коренити начин побољша-

вају колоидно-хемијске особине тла и узајамно дејство тла и продуката хидролизе и хидратације цемента, што доводи до стварања чврстих микроагрегата и даје цемент-тлу повећану отпорност против мрза и влаге.

4. Рационално искоришћење цемент-тла у разним конструктивним слојевима извоза захтева тачније познавање карактеристика чврстоће и деформабилности како цемент-тла, тако и цемент-тла са разним додацима. У вези са реченим, потребно је проширити лабораторијска, полигона и експлоатациона испитивања механичких особина (чврстоћа и деформабилности) разних типова стабилованих тла, све то повезано са топлотним режимом и режимом влаге у земљаном трупу пута, као и са чврстоћом колоидних конструкција у целини.

5. Комплексне методе стабилизације тла потребно је такође разрађивати на бази примене битуменске емулзије, хидрофорног креча, пепела одведеног гасова из ложишта и других материјала, а у будућности и на бази ширег коришћења у својству активних додатака разних синтетичких полимерних материјала које придају хидрофобности тлу стабилованом цементом, кречом или битуменским материјалима.

6. Појављује се потреба да се прошире истражна испитивања у области стабилизације тла синтетичким полимерним материјалима (смолама) које се у малим запреминама користе у својству самосталних везивних материјала. При томе треба обратити велику пажњу на разраду одговарајућих мера и правила хигијенско-техничке заштите на раду.

7. Потребно је да се на широком плану почне са испитивањима и проучавањима структуре материјала и процена узајамног дејства у зони непосредног контакта везивних и других материјала и продуката њихове хидролизе, хидратације, полимеризације и поликондензације са површином минералних честица и микроагрегата тла, као и да се разраде ефикасне методе повећања адхезно-

ног пријања у зони непосредног контакта „честица тла — везивна материја“.

Резултати испитивања у зони микроконтаката сведоче о томе да се на бази узајамног дејства глинастог тла и везивних материјала, нарочито при комплексној стабилизацији тла, синтетизира квалитетно нова комплексна везивна материја цемент-тле, креч-тле или нека друга. Ову особину фино дисперзивних тла треба искористити при стварању чврсте структуре стабилованог тла.

8. Даљи успеси у развијању и увођењу разних комплексних метода стабилизације могу се обезбедити само под условом да се тачно извршавају технолошки процеси обраде тла, и да се затим придржава оптималог режима стварања.

У вези са тим морају се проширити конструкторски радови на стварању високопродуктивних машина за стабилизацију тла у једном пролазу, као и покретних инсталација за мешање полустационарног типа, опремљених тачним аутоматским дозаторима везивних и других материја и органима за ситњење и мешање који омогућавају обраду и справљање вишекомпонентних мешавина тла.

Треба извршити испитивања ради усавршавања одређених технолошких поступака, утврђивања оптималних режима и услова за стварање задатих структурно-механичких особина и максималног сабијања како обрађених тако и необрађених тла. На основи принципа које разрађују физичко-хемијска механика дисперзних тела треба организовати и извршити не само лабораторијска, већ и полигона испитивања којима се моделирају практични технолошки процеси у производњи.

9. Имајући у виду потребу да се усавршавају технолошки процеси и средства механизације радова према природним и климатским условима разних земаља, треба организовати специјализиране механизоване радне групе за демонстрацију, са саставом машина датим у Тбл. 2. Овакве радне групе тре-

ба такођер искористити и за обучавање потребног техничког персонала.

10. Цемент-тле као материјал за грађење путева карактерише се извесном кртошћу и брзим хабањем. Због тога је при коришћењу цемент-тла у својству застора на аеродрумима и путевима са малим саобраћајем, неопходно изводити заштитни хабајући слој уз примену еластичних материјала (битуменских емулзија, битуменско-кречних паста са додатком креча или цемента у тло које се обрађује).

Технологија извођења оваквих еластичних слојева или танкослојних застора и начини за обезбеђење чврстог пријањања за доњи слиј цемент-тла налазе се тек у фази разраде. Ово треба форсирати због изузетно великог практичног значаја.

11. Даље широко увођење метода стабилизације и збијања тла захтева раз-

раду савремених тачних и у исто време брзих и доступних за теренске лабораторије метода испитивања тла у природним слојевима, а такођер и разраду теренских експрес-метода за техничку контролу квалитета радова на стабилизацији тла која се врши на грађевинским објектима.

Треба створити методе и инструменте (нпр. акустичке или друге) за одређивање влажности, збијености, чврстоће и деформабилности стабилизованог тла и земљаног трупца пута непосредно у конструкцији пута, без узимања узорака и без нарушавања њихове структуре.

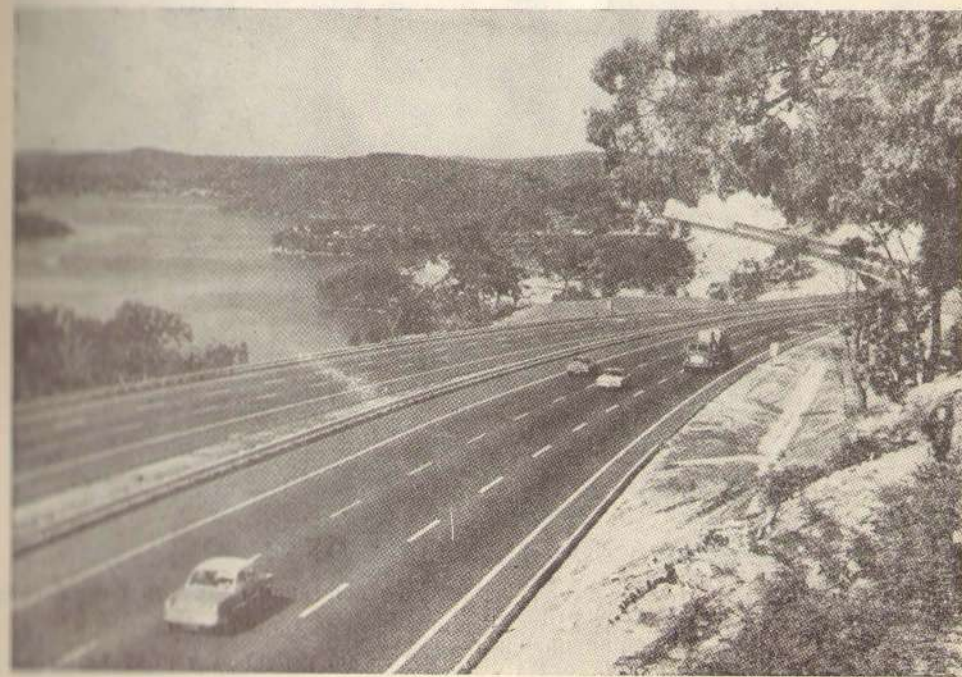
Истовремено са овим треба предложити заједничка истраживања социјалистичких земаља у области разраде унифицираних метода испитивања тла, испитивања стабилизације тла и испитивања других материјала који се користе код грађења путева.

(наставак у идућем броју)

ЕКСПРЕСНИ АУТОПУТ У АУСТРАЛИЈИ

Деоница од 5.5 км. експресног аутопута Сиднеј — Њукастл пуштена је у саобраћај крајем 1966. године. Деоница је израђена за 7.5 милијарди динара (10 милиона долара) и комплетира дужину од 15 км. новог експресног аутопута. Оригинална предрачунска сума није била повећана током изградње.

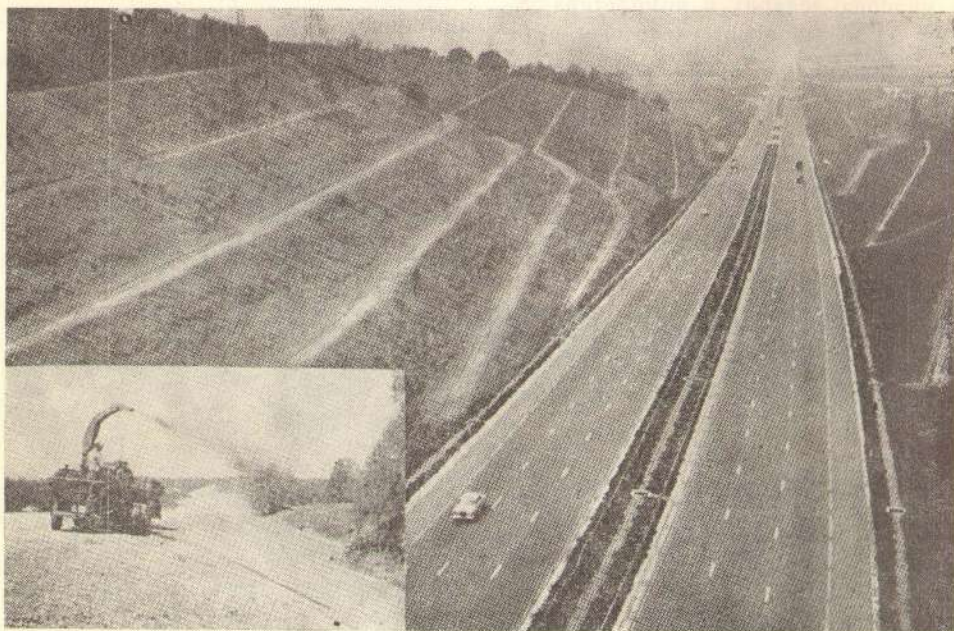
Приход од аутопута се је повећао од како је друга деоница пуштена у саобраћај, изражено процентуалним повећањем и то од: аутомобила 25%, мотоцикла 43%, кола са приколицом 48%, лаких камиона 180% и тешких камиона 152% (Св. март 1967. год.)



СТАБИЛИЗОВАЊЕ КОСИНА УСЕКА

Британско предузеће за озелењавање из Рошестра, Кент, пионир у хидрауличном засађивању у Енглеској, недавно је комплетирао један интересантан пројекат за министарство јавних радова у Белгији. Укупна површина за вегетационо конзервирање косина износила је преко 10 Ха од којих половина су биле косине у креди а остало стенски шкриљац. Засађивање је тражено на косинама формираним за време грађења аутопута Краљ Бодуен, који је део „Е“ пута између Антверпена и Келна, а радови о коме је реч су на потезу близу Лиежа. На најекстремнијем профилу засецање се је пружало од 80 м. у брдо, са веома нестабилним шкриљцима током изградње што је условило

терасасто формирање косина на одстојањима приближно 20 м. Првобитни покушаји Предузећа са стандардним сејањем пропали су, па су поступак фиксирања и засађивања спровели покривком од влажне сламе. Како је овај поступак био новина за Белгију исти је на европској конкуренцији био оправдан. И овде се показало да застор од сламе преко засејане површине обезбеђује повољне услове за брзо клијање семена и спречава озбиљну ерозију у овој критичној фази. На овај начин успостављена је вегетација током три надале, потврђујући преимућство хидрауличног метода засеђивања у односу на класични (Св. Март 1967. г.)



Сл. 2

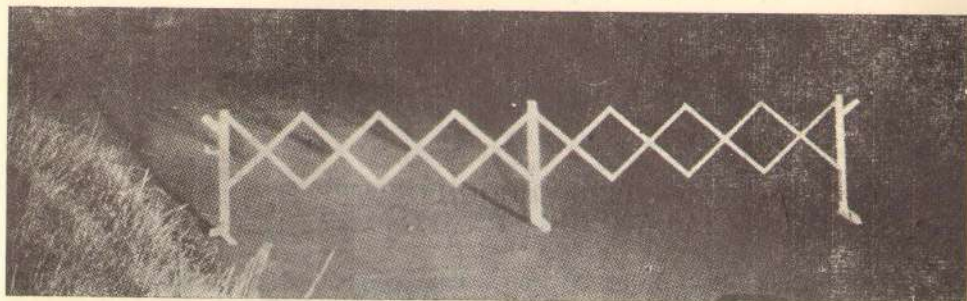
СТАБИЛНА ЗАПРЕКА НА ПУТУ

Нова рефлектујућа сигурносна запрека за путеве има знатно већу отпорност на дејство ветра. Фабрички назив „Extendit“, Лондон, тестиран је у Националној физичкој лабораторији у ту-

нелу са вештачким ветром, где се овај тип преграде одржао при снази ветра од 80 — 90 км/час без претурања или померања. Ова велика стабилност је од

виталног значаја код привремених путних запречавања, посебно на аутомобилским путевима. Ноћу је уочљива при

великим светлима возила на одстојању и до 200 м. зависно од временских услова (Св. Март 1967.).



Сл. 3

ОСВЕТЉЕЊЕ МОСТА

Путни мост код града Тау-а (Енг.) који је стајао 19,5 милијарди динара (6,5 милиона долара) при ноћном изгледу. Главно осветљење моста састоји се од 239 светлећих тела са живиним светлом јачине 400 W. Главно светло је

ситуарино средином двосмерног моста са пешачко-опслужном стазом по средини моста. Стубови канделабра висине 9 м. размештени у пару на одстојању од 36 м. Овај мост је седми по дужини у свету (Св. Март 1967. год.).



Сл. 4

**РЕДАКЦИОНИ ОДБОР
ЗА ЧАСОПИС „ПУТ И САОБРАЋАЈ“**

Дипл. инж. Ђукић Живорад, дипл. инж. Филиповић Љубомир, дипл. инж. Брауновић Предраг, дипл. инж. Тодоровић Бранислав, дипл. инж. Стевановић Добривоје, дипл. инж. Вучинић Вуко, дипл. инж. Вујовић Илија, дипл. инж. Радуловић Василије, дипл. инж. Коблишка Душан, дипл. инж. Јовановић Милан, дипл. инж. Томић Арса, Стевић Душан, Ђукић Томислав и Јовановић Миодраг.

Главни и одговорни уредник:

Живка Савић Београд, Змаја од Ноћаја 12, тел. 626-480, 626-123.

Претплату слати на текући рачун Друштва за путеве код Народне банке 608 - 8 - 735 - 4

Огласе и остало слати на Друштво за путеве СР Србије, поштански фах 453, Змаја од Ноћаја 12, тел. 626-480

Претплата за појединце 1 Н. динар за један број. Претплата за установе и предузећа годишње 100 Н. дин., тарифа за огласе: цела страна у тексту 300 Н. динара; пола стране 200. Н. динара, на корицама цела страна споља 500 Н. динара, унутра 350 Н. динара.

Цена 1 Н. динар.

Тарифа за огласе који се штампају целе године мања је за 50%.

Издавач.

Друштва за путеве Србије, Македоније и Црне Горе.

Часопис излази месечно.

