

ПУТ И САОБРАЋАЈ



ПУТ И САОБРАЋАЈ

ЧАСОПИС ДРУШТВА ЗА ПУТЕВЕ СР СРБИЈЕ, МАКЕДОНИЈЕ И ЦРНЕ ГОРЕ

Год. XIV Бр. 3 - 4

Март — Април

Београд 1968. год.

Арса ТОМИЋ

Аутопут кроз Грделичку клисуру и Врањску котлину — проблеми одржавања и безбедност саобраћаја

Деоница аутопута „Братство-јединство„ кроз Грделичку клисуру и Врањску котлину, у дужини од 131 км. представља најугроженији део ове велике и важне саобраћајнице у земљи. Посебан проблем одржавања за безбедност саобраћаја, чини деоница од 35 км. кроз Грделичку клисуру.

Генезу и састав овога терена чине Родопске масе, захваћене тектонским покретима, које су јако изражене. Највећи део терена израђују палеозојски шкриљци високог и ниског кристалитета, који се одликују дебелом површинском зоном физичко - хемијске измењености. Радијални покрети који су по литератури свакако почели у старијем терцијеру, трајали су све до квартера. Многобројни еруптивни пробоји на овом терену и Родопској маси и уопште, дају велике појаве термалних вода које су везане за раседне зоне. Главни носиоци масе су кристаласти шкриљци, као најстарије стене, које су тектонски јако поремећене и оштећене. Генерални падови су претежно ка Јужној Морави. Због таквог састава терена јавља се јако интензивна ерозија, која обухвата највећу површину Грделичке клисури и

Врањске котлине. Ерозија овде најозбиљније угрожава земљиште, железничку пругу Београд-Скопље и аутопут.

Скоро сво земљиште је у покрету, што се да видети на зградама, дрвећу и гробљима у Клисури.

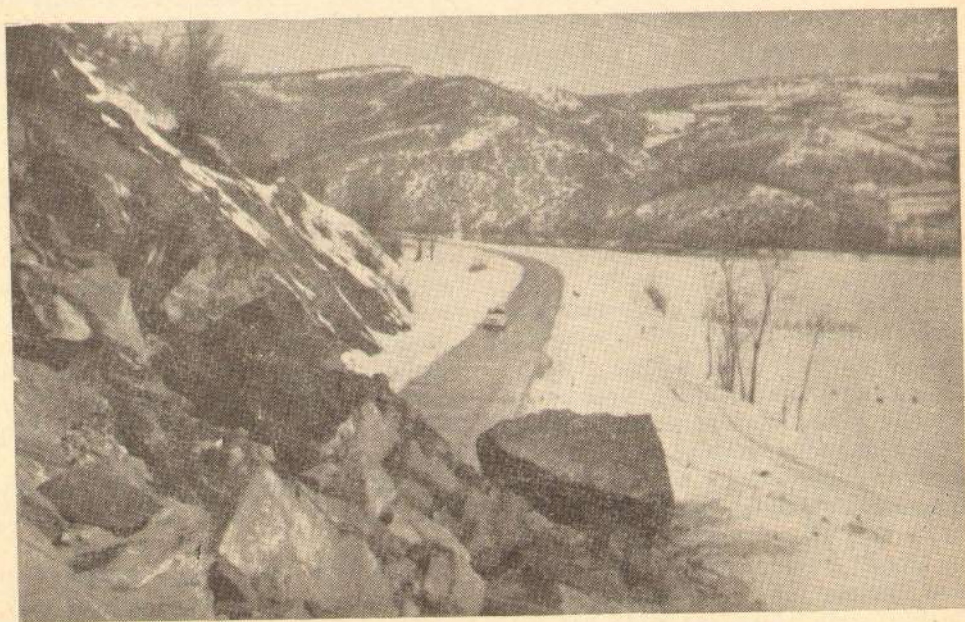
Скоро цела дужина деонице аутопута кроз Грделичку клисуру од 35 км. и Врањску котлину од 80 км. је стално угрожена за безбедност саобраћаја. Због великих бујица и клизања терена, на пример од модерно изграђеног пута Цеп-Мачкатица, који је изграђен пре 10 — 15 година, данас нема ништа. Остали су само местимични трагови трупа пута. Тај процес ерозије последњих година се стално интензивира и захвата веће површине. У Грделичкој клисури се јављају два вида тектонских поремећаја терена (клизања и одроњавање) и они много доприносе општем убрзању ерозије у овој области.

Клизишта су већег размера и начин санације се разликује од одрона.

Сама зона распадине обзиром на геоморфолошке облике терена пружа повољне услове за развој ерозивног процеса, а на стрмим долин-



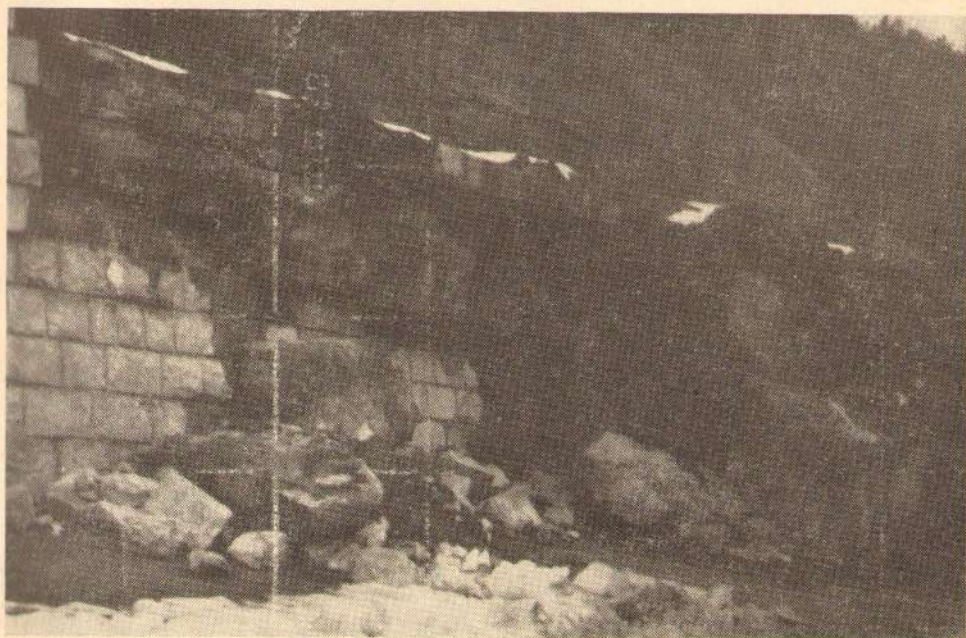
Сл. 1. — Грделичка Клисура — клизишта и одрони



Сл. 2. — Одрон у Грделичкој Клисури.



Сл. 3. — Клизиште у Грделичкој Клисури код Џепа

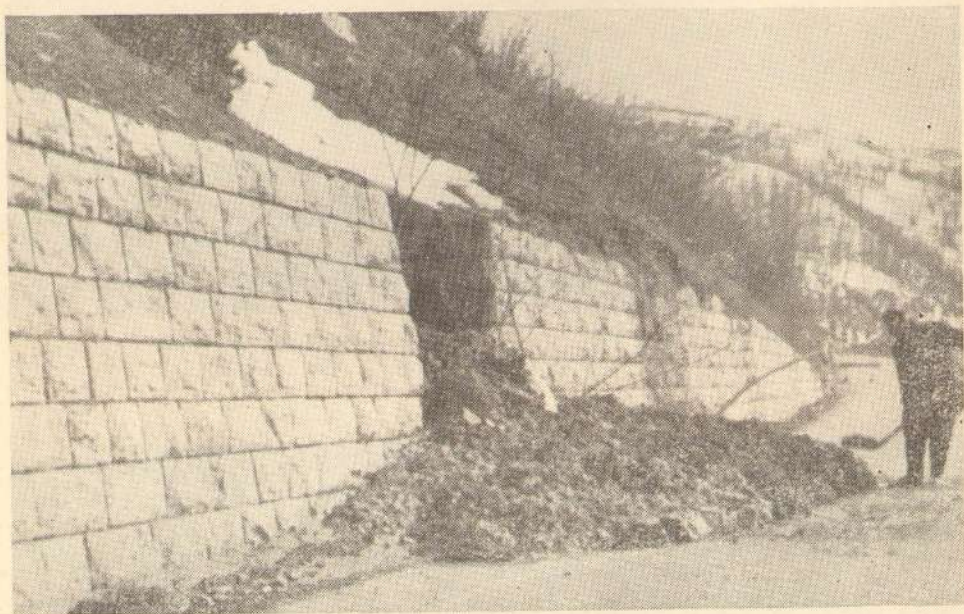


Сл. 4. — Клизиште у Грделичкој Клисури код Предејана

ским странама Јужне мораве, честе су појаве нестабилности. Ове појаве нестабилности падина, манифестују се као мања или већа клизишта, настала клизањем распадине преко „основне“-матичне стене.

Међутим, долином Јужне Мораве од Владичиног Хана, преко Врања

и Бујановца до Прешева, јављају се многобројни потоци са великим комплексима еродивних површина, које доносе велике наносе материјала и угрожавају аутопут и све путне објекте на целој деоници пута. Такав процес наноса одвија се преко целе године, приликом ма и најмањих промена, елементарних непогода и падавина.



Сл. 5. — Наноси у Врањској котлини

На терену Грделичке клисуре, према званичним подацима из инвестиционо-техничке документације, регистровано је: 63 нових и 13 старих већих клизишта; 334 нових и 70 старих мањих клизишта; 14 нових и 11 старих већих одрона и 344 нових и 45 старих мањих одрона. Укупан број клизишта и одрона у Клисури износи 894. Свакако да је остао изванредан број незапажених и регистрованих клизишта и одрона, али вероватно да укупан број ових, само у Грделич-

кој клисури износи преко 1.000 клизишта и одрона.

Ако узмемо, да површина једног клизишта или одрона износи просечно 2.000 m^2 , онда површина терена у покрету износила би око $2.000.000 \text{ m}^2$ или 200 ха. Ако узмемо да је просечна дубина клизишта и одрона 3 м. онда запремина кретањог материјала у виду клизања и одроњавања износила би око $6.000.000 \text{ m}^3$. Свакако да су просечно претпостављене површине мање од стварних, јер су то показала



Сл. 6. — Одрон у Грделичкој Клисури

клизишта и одрони који су се активирали у периоду 1963 — 1967 година, чије дубина премаша 13 м. Највећи број клизишта и одрона је на деоници пута од Гделице до Владичиног Хана.

Према евиденцији Предузећа за путеве — Врање, од 1963 године до краја 1967 године, избачено је преко 150.000 м³ материјала из ручева и одрона у Грделичкој клисури, док је на деоници од Владичиног Хана до Прешева, избачено преко 50.000 м³ наноса. Овде нису урачунате количине материјала, које се наносе на коловозу аутопута дуж целе деонице кроз Грделичку клисуру и Врањску котлину, због еродивности целог врањског подручја. Сви потоци и долине наносе велике количине еродивног материјала, који се цени на преко 30.000 м³ годишње.

Деоница аутопута кроз Грделичку клисуру и Врањску котлину грађена је 1961 године и предата

саобраћају коначно 1962 године. На целој деоници од Брестовца до Табановца у дужини од 131 км. изграђено је 49 мостова, 24 надвожњака, 9 надпутњака, 3 тунела, 8 петљи и 5 потпутњака, или укупно 98 објеката. Скоро сви изграђени потпутњаци су неупотребљиви за пролазе и ма за какав саобраћај, услед сталних наноса у целој котлини Ј. Мораве. Један од акутних проблема је неизграђеност свих објеката по инвестиционом програму изградње аутопута на овом подручју. Тако су остале неизграђене петље код Лесковца за везу са путем 123 за Властотинце, петља код Печењевца, петља код села Биљаче, као и неизграђени надвожњаци код села; Српске Куће, Рајинца, Букаревца и Чукарке. Да би се ови неизграђени објекти сада изградили потребно је инвестирати око 6.000.000 н. дин. Због неизграђености ових путних објеката јављају се свакодневни дивљи прелази, који угро-

жавају безбедност саобраћаја на овој деоници. Ово је нарочито карактеристично за деоницу аутопута Врање-Бујановац-Прешево у дужини од 40 км. јер на овој деоници постоје само 2 петље. Обзиром да је ово подручје густо насељено, токови живота не трпе никакво ограничење саобраћаја и прелаза.

Због неизграђености објеката на магистрала (петље, надпутњаци и потпутњаци) свакодневне су појаве саобраћајних удеса. Тако је само у I полугођу 1966 године било 134 саобраћајних незгода у којима је настрадало 122 лица, од којих је 13 погинуло, 35 теже а 74 лакше повређено. Број саобраћајних удеса и материјалних штета се свакодневно из године у годину повећава. Материјална штета износи преко 1,500.000 н. дин. Било је 56 међусобних судара возила, 34 слетања возила са коловоза, 19 окретања или гажења пешака, 14 превртања возила на коловозу и 11 осталих незгода.

Само у истом периоду претходне године било је 194 саобраћајне незгоде, од којих у 177 учествовали домаћи возачи и у 17 страни возачи. У тим возилима је било 556 лица, од којих 194 возача и 361 путник. Од укупног броја возача било је 106 професионалних, 28 аматера, 8 војних возача, 17 иностраних возача и без саобраћајне дозволе 10 возача. Највећи број учесника у саобраћајним удесима су млади људи и неискусни возачи. На супрот овоме у нашој земљи на 1.000 моторних возила у 1966 години, било је 6 погинулих лица. Број погинулих и повређених у саобраћајним несрећама у нашој земљи опада, што значи да ћемо се у скоро приближити и изједначити са европским просеком и нивоом.

Међутим, поставља се питање због чега се број саобраћајних незгода и удеса на овој деоници аутопута из године у годину повећава. Један од разлога је по мом мишљењу, проблем неизграђених путних објеката на овој деоници-магистрала, који су требали да се изграде својевремено. Други од разлога је проблем свакодневног одроњавања камених стена и другог разног материјала у Грделичкој Клисурси. Само у 1966 и 1967 години активирана су 3 већа клизишта у Клисурси на км. 886 + 500, код Палојца, на км. 890 + 300 код Предејане и на км. 898 + 500 код Џепа. Сва ова клизишта су величине преко 35.000 м³. Трошкови санирања ових ручева до сада износе преко 1,500.000 нов. динара. Ова клизишта и даље раде, а у покрету су велике масе и треба прерадити зидове преко 600 м³ само на клизишту код Џепа на км. 898 + 500. За ова улагања средства нису обезбеђена, те прети потенцијална опасност за прекид саобраћаја на магистрала. Инвестиционо техничку документацију за санацију ових ручева радила су предузећа „ТРАСА“ и „КОСОВОПРОЈЕКТ“ из Београда. Трећи разлог је конфигурација терена са којом је изграђена Грделичка клисура, због чега се преко целе године нижу свакодневна одроњавања стена из растреситих усека и стрмих косина клисуре, замрзавање целе клисуре у зимском периоду од 4 месеца јер се иста налази под снегом и ледом који се врло тешко топи. Употреба веће количине индустријске соли, није дала задовољавајуће резултате у ком циљу треба вршити даља испитивања и истраживања и изнаћи најекономичнија решења за скидање ледене покорнице која се ствара при најмањим променама

временских температура. Због овакве ситуације често долази и до клизања возила на деоници пута кроз клисуру.

Због овакве ситуације у зимској сезони ангажовано је стално на овој деоници 40 — 50 радника који раде у три смене, поред одговарајуће механизације чистача, плугова, утоваривача, камиона и других машина, док током целе године у Грделичкој клисури ради екипа у

3 смене од 30 људи, која чисти материјале из одрона и склања појединачне стене, које се сваког момента спуштају на коловоз. Све то захтева велика средства за редовно одржавање ове деонице, а да не говоримо о деоници Владичин Хан-Мазараћ-Врање-Рибнице у дужини од 28 км. где је асфалтни коловоз у распадању, због слабе конструкције подлоге. Предузеће за путеве Врање, је извршило пресвлачење не-



Сл. 7. — Саобраћајни удес на ауто путу у Грделичкој. Клисури код В. Хана

ких деоница са асфалт тепихом дебљине 5 см. код Владичиног Хана и Рибница, али се то није показало ефикасним, јер су напрслине поново активирале. Због тога је уговорило израду потребне техничке документације за санацију ове деонице. Свакако да ће средства санације бити замашна, јер је у питању деоница од 28 км., зашта су извори финансирања непознати, јер се код утврђивања кључа расподела сред-

става све ово не узима у обзир, већ се као главни и одлучујући параметар узима „саобраћајно оптерећење“ а све остало као споредно. Међутим, познато је из техничких норматива да је за редовно одржавање путева I, II и III реда по пројекцијским стручним служби Секретаријата за саобраћај Савезне привредне коморе, потребно за путеве са савременим коловозом 22.000 нов. динара а за путеве са

туцаничким коловозом 34.500 нов. динара по 1 км. нерачунајући средства за санирање ручева и изградњу путних објеката, док Предузеће за путеве Брање располаже средствима за редовно одржавање укупне путне мреже испод 10.000 нов. динара по 1. км. (искључивши средства амортизације од 6.000.000 нов. динара) а ако се и ова средства уложе на редовном одржавању путева I и II и III реда, онда просек је 15.000 нов. дин/км. што ни из даљека не покрива потребе само редовног одржавања.

Обзиром, на напред изнете проблеме ове деонице — магистрале потребно је годишње обезбедити за санацију клизишта 1.500.000 н. дин. а за путне објекте 6.000.000 нов. динара + за зимску службу 400.000 н. д. Тако велика средства предузећа није у стању да обезбеди, или

пак мора да сва средства амортизације употреби на санацију деонице аутопута кроз Грделичку клисуру и изградњу објеката на њему, а тиме нема могућности да врши модернизацију и реконструкцију путева II реда, и ако има још увек 300 км. путева II реда са земљаним коловозом или 80% неизграђене путне мреже путева II реда и 90% неизграђене мреже путева III реда. Поставља се питање када ће се кључ расподеле објективизирати и када ће се ови проблеми путне привреде крајњег дела ужег подручја СР Србије разрешити. За сада такве могућности расподелом Савета за путеве Србије нису дате нити ће се дати у колико се као мерило искључиво за расподелу узима параметар „саобраћајно оптерећење“.

Проф. инж. Исак ПАПО

Термичка анализа неуспјеха код израде танких асфалтних застора у касну јесен

Увод.

Последњих 10-так година, од када се врше у нашој земљи замашнији радови на модернизацији путева, није редак случај да танки асфалтни застори, израђени у касну јесен, врло брзо почињу да показују оштећења на површини, или одмах после израде или у прољеће слиједеће године.

У овом чланку ћемо изнијети таква 2 примјера неуспјелих асфалтних застора израђених у касну јесен: први, код Бос. Дубице 1965. године и други, код Добоја 1966 год.

Користећи најновија сазнања из подручја асфалтирања, а посебно о промјенама температуре асфалтне масе од момента разастирања до коначног сабијања ваљањем, коју је материју врло умјешно обрадио Bosseameyer (1), извршићемо термичку анализу у поменутих случајевима.

Ова разматрања су намјењена у првом реду извођачима асфалтних радова и надзорним органима, али ће бити од користи и за инвеститоре ради сагледавања ризика у који се улази евентуалним форсирањем израде танких асфалтних застора по прохладном и влажном времену у касну јесен. Наиме, код нас поред ниских температура од

+ 5°C до + 15°C, јесен је карактеристична и повременим кишама уз појаву вјетра умјерене брзине од 0 m/sec. до 5 m/sec. Истина наши стандарди постављају извјесна ограничења, али се ипак доживљавају неуспјеси због недостатка података о максималној дужини временског интервала у којем се мора обавити ваљање, у зависности од његове дебљине, температуре ваздуха и брзине вјетра.

Разматрања о условима рада

Од времена када су у цестоградњи превладали коловозни застори и подлоге са угљоводоничним везивима учињени су разни покушаји да се грађевинска сезона продужи што је више могуће. Иначе, најбољи успјех се код топлих мјешавина постиже при летњим температурама. Неко вријеме је увелико, па и у нас, рађено са разређеним битуменима, у жељи да се омогући рад од раног прољећа до касне јесени. Ради употребе једноставне механизације рађени су застори и посвема хладним поступком са битумским емулзијама.

У наставку користићемо запажања и мишљења неких познатих стручњака са подручја асфалтирања.

Као првог навешћемо Zichnera (2) који посебно истиче зависност између атмосферских прилика и понашања асфалтне мјешавине. У првом реду асфалтна мјешавина на путу мора да издржи сва напрезања која потичу од временских услова, високе температуре лети и ниске зими, које се крећу од $+60^{\circ}\text{C}$ до -20°C , затим долазе напрезања изазвана дејством саобраћајних средстава (вертикална и хоризонтална). Главну улогу у вези са температурним промјенама игра везиво, па својим основним карактеристикама вискозитетом, кохезијом и адхезијом омогућава асфалтној маси да одоли свим утицајима од температуре. Од асфалтне мјешавине се даље захтјева да је лако уградљива („workability“ енгл.) и да се може добро уваљати („Verdichtbarkeit“ њем.).

Понекада се за рад у касну јесен примјењује мекше везиво или већа количина везива, јер је познато да се „маснија“ мјешавина лакше уграђује. Пословође обичавају издати наређење да се одржава виша температура мјешавине. Zichner каже да су сви ови „трикови“ погрешни. Као посљедица поменутих мјера десиће се да због мекшег везива лети застор буде сувише мекан. Флуксирање везива такођер није допустиво. Треба забранити употребу веће количине везива него што то захтјева гранулометријски састав каменог агрегата мјешавине. Одржавање сувише високе температуре мјешавине може довести до сегрегације везива и финог асфалтног малтера у току транспорта масе, што више није могуће поправити на градилишту.

Према Völkl-у (3) приликом ваљања асфалтних застора постиже се око 95% од коначне збијености. Потпуно сабијање ће наступити

истом под дејством саобраћаја у току експлоатације пута. Простим оком није лако утврдити знатнију разлику између асфалтног застора после ваљања и након сабијања под саобраћајем. Међутим, застор на површини има друге особине. Zichner упозорава да круте бандаже глатких точкова ваљка не могу дохватити малтер између крупнијих зрна агрегата. Због тога овај дио асфалтне мјешавине тј. асфалтни малтер, уколико је рађено у касну јесен, остаје недовољно уваљан. Овај малтер ће остати порозан, па ће бити осјетљивији на дјеловање влаге, мрза и саобраћајних сила, што може као посљедицу имати оштећења и пропадање застора у прољеће. Употреба ваљака са пнеуматичима за т. зв. предваљање, допринеће донекле постизавању боље збијености, а нарочито бољег ваљања асфалтног малтера, због гњечећег дејства гумених точкова.

Америчка испитивања (4) су показала да шупљине у асфалтном забору после ваљања треба да износе од 6% до 10%. Потешкоћа је у томе што не постоје прописи и орговарајуће методе за стално праћење степена збијености асфалтног застора у току ваљања. Као једно могуће рјешење било би мјерење пропустљивости ваздуха асфалтног застора после сваког прелаза ваљка. Упоредбом резултата са предходно припремљеним графиконима добила би се могућност правовременог обустављања ваљања односно продужавања рада до жељене збијености. Уједно на тај начин би се избјегао страх од евентуалног претјераног ваљања, до чега некада долази на градилишту.

По питању употребе разређеног битумена треба нагласити да његова примјена долази у обзир код т. зв. асфалтних макадама, који

служе само за лаки и средњи саобраћај, а по свом гранулометријском саставу су то „полуотворени“ застори са доста шупљина у почетку ради омогућавања исхлапљивања разређивача из везива. Осим тога за процес исхлапљивања неопходни су повољни атмосферски услови, нарочито одговарајуће минималне температуре ваздуха. Код нижих температура долази до прекида овог процеса. Слично дејство може имати и одвише велика влажност ваздуха. Овакве атмосферске прилике владају управо у јесен, па се може десити да задржана уља у везиву застора, за топлих љетних дана доведу до размекшавања везива и смицања

асфалтне масе услјед посмичних сила од саобраћаја. Дакле, т. зв. хладне и млаке мјешавине са разређеним битуменом не одговарају за рад у хладном и влажном јесењском периоду.

Ограничења у прописима

Постојећи прописи у иностранству и наши стандарди дају извјесна ограничења у погледу асфалтирања при ниским температурама ваздуха

У Њемачкој по TV бит — прописима одређене су слиједеће најниже температуре ваздуха:

Врста асфалта	Минимална температура ваздуха
Рад са катраном и разређеним битуменом TV бит 2, 4 и 5	+ 5°C
Рад са катраном и разређеним битуменом TV бит 2, 4 и 5 по врућем поступку	+ 3°C
Асфалтни бетон (хабајући слој) TV бит 3	+ 3°C
Љевани асфалт и биндер TV бит 6 и 3	+ 0°C
Битуминизирани подлоге TV U	— 3°C

На примјер за асфалтни бетон у TV бит 3 пише: „Код температуре ваздуха испод + 3°C уграђивање треба да се обустави“.

Цитираћемо такођер и наше стандарде:

— ЈУС У.Е4. 012 „Технички услови за израду битуменских и катранских маказама“ прописују:

Тач. 6.63 „Уграђивање мјешавине треба по могућности извршити у топло доба да би застор до доласка хладног и влажног јесењег времена, био довољно сабијен под дејством саобраћаја“.

„Температура ваздуха код које се мора прекинути рад јесте + 5°C“.

— ЈУС У. Е4. 014 „Технички услови за израду асфалтних бетона“ прописују:

Тач. 7.41 „Уграђивање и збијање мјешавине“. „Рад се прекида када је температура ваздуха пала на + 5°C. Стога је целисходно да се уграђивање врши од априла до краја октобра“.

Запажа се да су наши стандарди у односу на њемачке нешто строжији, али још увјек недовољно прецизни.

Према њемачким TV бит 3/64 прописима, највиша температура мјешавине израђена са битуменом Б 200 (одговара нашем Бит 40/200) смије износити 170°C. Приликом транспорта падне температура асфалтне масе за око 10°C, тако да се може сматрати да асфалтни бетон приликом полагања на биндер има око 160°C. Поставља се питање која је најнижа температура код које је још могуће макар и најмање збијање асфалтног застора. По овој ствари Schulze (2) је мишљења да је то 10°C изнад тачке размекшавања битумена (Пик). Лабораторијска испитивања од стране Steffen-a (2) су показала да је то температура код које апсолутни вискозитет битумена износи 2500 cSt (centistokes-a). Према Minor-у, како наводи Fluss (4), температура код које се застор може дјелотворно збити износи више од 95°C. Међутим, TV бит прописи захтјевају минималну температуру мјешавине од 80°C. Код ове температуре, према америчким испитивањима са битуменом Б 80 (одговара нашем Бит 50/75) добијене су вриједности од 97% од Marshall-ове збијености. Паркер (2) сматра да не би требало ићи испод 107°C. што одговара апсолутном вискозитету везива од 2000 cSt. Овдје треба напоменути да могућност ваљања не зависи само од вискозитета везива, него више од крутости битуменоског малтера. Loos и Paulmeno (5) заступају мишљење да се у Њемачкој, због употребе т. зв. „меког“ (schwach) филера, као и због тога што количине филера у асфалтима нису врло високе, за проучавање тер-

мичких услова за асфалтирање по хладном времену може узети као доња граница 70°C.

Поступак и примјери термичке анализе.

Представимо да и за наше услове важи напријед поменута доња граница температуре од 70°C испод које нема више никаквог ефекта од даљњег ваљања асфалтног застора. Након изношења неких основних поставки теорије Bossemeyer-a (1) приказаћемо на неким примјерима поступак у прорачуну временског интервала неопходног за рад од момента разастирања асфалтне масе до завршетка ваљања.

Анализирајући појам средње температуре нанесеног асфалтног слоја на хладну подлогу, Bossemeyer каже, да за оцјену могућности збијања не може служити као мјерило нити температура на површини тога слоја, нити температура на некој дубини око средине слоја. Исти аутор сматра и закључује да као најближа мјеродавна температура за уградљивост може служити она температура која одговара укупном термичком капацитету слоја. Пошто је дефинисао ϑ_m као средњу температуру која одговара термичком капацитету асфалтног слоја, нашао је израз ξ_m за њено опадање у зависности од температуре ваздуха ϑ_L и температуре мјешавине при разастирању ϑ_o у формули:

$$\xi_m = \frac{\vartheta_m - \vartheta_L}{\vartheta_o - \vartheta_L} \cdot 100$$

Истовремено опадање средње температуре са одмицањем времена од момента разастирања и њену зависност од термичких каракте-

ристика слоја и подлоге приказао је формулом:

$$\zeta_m = \frac{100 \cdot e^{-0,38 \frac{\tau}{\xi_R}}}{1 + \sqrt[4]{\tau^3} \cdot 0,76}$$

или како је сам њен аутор прерадио (уз грешку од 1,35%), па гласи:

$$\zeta_m = \frac{100 \cdot e^{-0,38 \cdot \frac{\tau}{\xi_R}}}{1 + 0,73 \cdot \tau^{0,7}}$$

гдје: τ представља неко идеално вријеме зависно од: стварног времена t , коефицијента спроводљивости топлоте λ , специфичне топлоте c , запреминске тежине γ и дебљине застора d , по формули

$$\tau = \frac{2 \cdot \lambda}{c \cdot \gamma \cdot d^2} \cdot t$$

(без димензије)

ξ_R представља неку полну удаљеност зависну од: коеф. спров. топлоте λ , коеф. прелаза топлоте α и дебљине слоја d , по формули

$$\xi_R = \frac{\lambda}{\alpha \cdot d} \text{ (без димензије)}$$

У својој методи Bossemeyer ограничава ваљаност горњих формула за опадање температуре само на случајеве ако се идеална додирна температура ξ_c налази између 45% и 55% према формули:

$$\zeta_c = \frac{b_s}{b_s + b_p} \cdot 100$$

гдје: b_s представља коефицијент продирања топлоте (неки га зову контактни коефицијент) асфалтног слоја, b_p представља исти коефицијент подлоге.

Формула за одређивање овог коефицијента гласи:

$$b = \sqrt{\lambda \cdot c \cdot \gamma}$$

На основу предњих Bossemeyer-ових формула и његовог дијаграма провешћемо термички прорачун за асфалтне слојеве рађене у касну јесен 1965 у Бос. Дубици и 1966 г. код Добоја.

1. Асфалтни бетони 3 цм и 2 цм на битуминизираним шљунку.

Прво ћемо провјерити могу ли се примјенити Bossemeyer-ове формуле.

Асфалтни бетон:

Карактеристике које се предпостављају су следеће:

$$\lambda = 1,20 \text{ kcal/m h}^\circ\text{C}$$

$$c = 0,22 \text{ kcal/kg}^\circ\text{C}$$

$$\gamma = 2300 \text{ kg/m}^3.$$

$$b_s = \sqrt{\lambda \cdot c \cdot \gamma} = \sqrt{1,20 \cdot 0,22 \cdot 2300} = 24,7 \frac{\text{kcal}}{\text{m}^2 \text{h}^{1/2}^\circ\text{C}}$$

Битуминизирани шљунак:

Карактеристике:

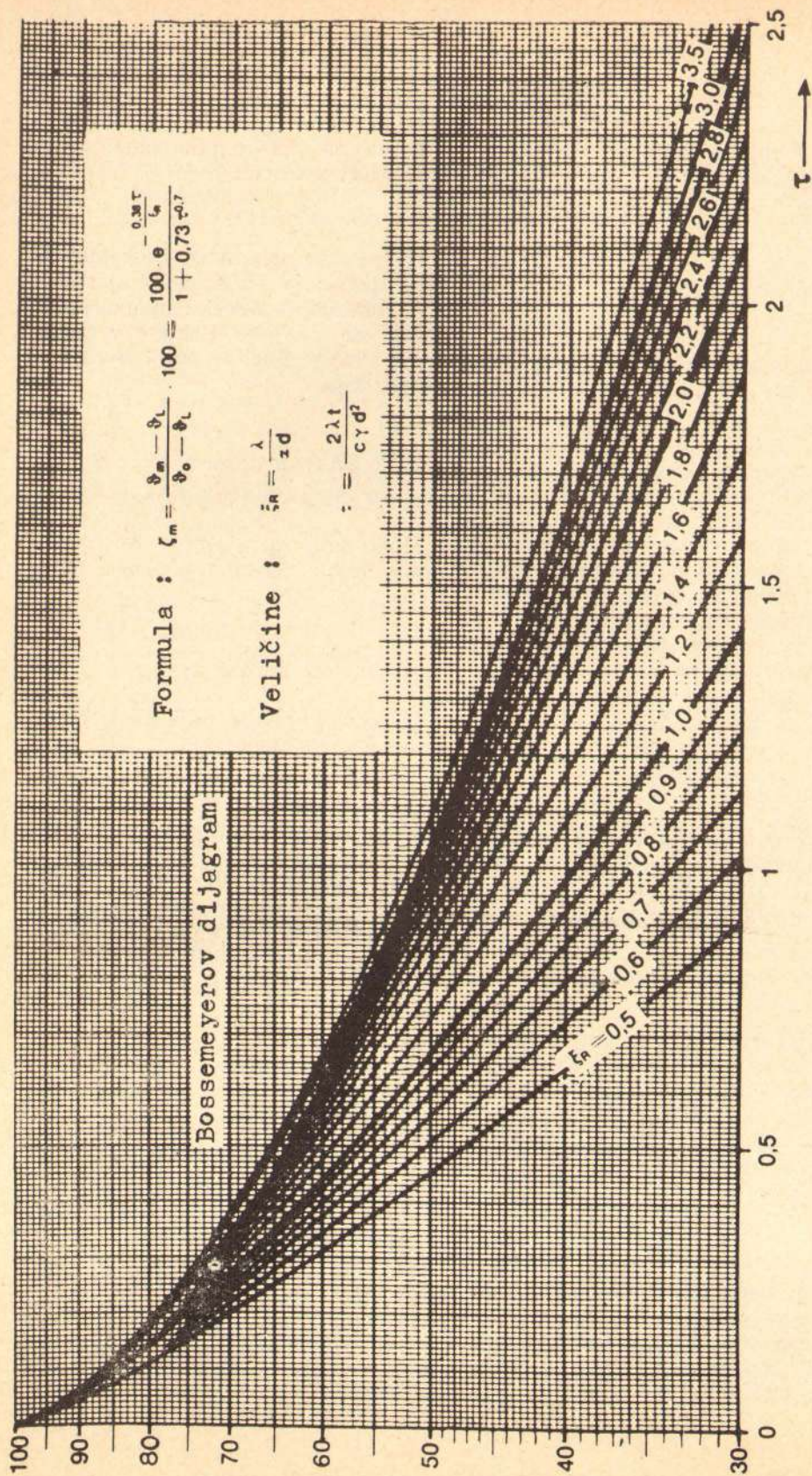
$$\lambda = 1,10 \text{ kcal/m h}^\circ\text{C}$$

$$c = 0,24 \text{ kcal/kg}^\circ\text{C}$$

$$\gamma = 2200 \text{ kg/m}^3.$$

$$b_p = \sqrt{1,10 \cdot 0,24 \cdot 2200} = 23,1 \frac{\text{kcal}}{\text{m}^2 \text{h}^{1/2}^\circ\text{C}}$$

на слици 1



Hlađjenje asfaltnog sloja

Уврштавање у формулу за ζ_c добије се:

$$\zeta_c = \frac{24,7 + 23,1}{24,7} \cdot 100 = 52\%$$

Будући да се ова вриједност налази између 45% и 55% значи да се мора примјенити све остале Bossemeyer-ове поставке и формуле. Ради примјене дијаграма са слике 1 неопходно је одредити идеално вријеме τ и полну удаљеност ξ_R . Уз предпоставку да је брзина вјетра $w = 5 \text{ m/sec.}$, затим усвајањем коефицијента прелаза топлоте према прорачуну Loos-а и Paulman-а (5) $\alpha = 20 \text{ kcat/m}^2\text{h}^\circ\text{C}$ добија се:

за слој 3 цм:

$$\xi_R = \frac{1,20}{20 \cdot 0,03} = 2,0$$

$$\tau = \frac{2 \cdot 1,20}{0,22 \cdot 2300 \cdot 0,03^2} \cdot t = 5,3 t$$

односно за слој од 2 цм:

$$\xi_R = \frac{1,20}{20 \cdot 0,02} = 3,0$$

Табела I

t		Асфалтни бетон 3 см			
h	мин.	$\tau = 5,3 t$	ζ_m %	$1,55 \cdot \zeta_m$ °C	ϑ_m °C
0,10	6	0,53	61,5	95	100
0,20	12	1,06	46,4	72	77
0,30	18	1,59	36,7	57	62
0,40	24	2,12	30,0	46,5	51,5

$$\tau = \frac{2 \cdot 1,20}{0,22 \cdot 2300 \cdot 0,02^2} \cdot t = 11,9 t$$

У табелама I и II приказаћемо прорачун за процентуално и апсолутно опадање температуре, уз предпоставку да је температура уграђивања 160°C , температура ваздуха $+5^\circ\text{C}$.

Из формуле

$$\zeta_m = \frac{\vartheta_m - \vartheta_L}{\vartheta_s - \vartheta_L} \cdot 100$$

изведемо

$$\vartheta_m = \frac{(\vartheta_s - \vartheta_L) \cdot \zeta_m}{100} + \vartheta_L =$$

$$= \frac{(160 - 5) \cdot \zeta_m}{100} + 5$$

$$\vartheta_m = (1,55 \cdot \zeta_m + 5) ^\circ\text{C}$$

За временске интервале смо одабрали за асфалтни бетон 3 цм. $t = 0,10 \text{ h}$, $0,20 \text{ h}$, $0,30 \text{ h}$ и $0,40 \text{ h}$; а за слој од 2 цм $t = 0,10 \text{ h}$, $0,15 \text{ h}$ и $0,20 \text{ h}$.

Табела II

t		Асфалтни бетон 2 см			
h	мин	$\tau = 11,9 t$	ξ_m %	$1,55 \cdot \xi_m$ °C	θ_m °C
0,10	6	1,19	47,5	73,5	78,5
0,15	9	1,77	37,0	57,3	62,3
0,20	12	2,38	31,5	49,0	54,0

Резултати из Табеле I и II приказали смо графички на слици 2. кривуљама.

2. Битуминизирани шљунак 10 цм и 6 цм на туцаничкој подлози.

Предпостављене карактеристике:

Битуминизирани шљунак:

$$\lambda = 1,10 \text{ kcal/m } ^\circ\text{C}$$

$$c = 0,24 \text{ kcal/kg } ^\circ\text{C}$$

$$\gamma = 2200 \text{ kg/m}^3.$$

Туцаничка подлога:

$$\lambda = 1,20 \text{ kcal/l } ^\circ\text{C}$$

$$c = 0,25 \text{ kcal/kg } ^\circ\text{C}$$

$$\gamma = 2000 \text{ kg/m}^3.$$

Коефици. продирања топлоте слоја бит. шљунка из ранијег примјера $bs = 23,1 \text{ kcal/m}^2 \text{ h}^{1/2}\text{ } ^\circ\text{C}$, а за туцаничку подлогу овај коефицијент износи

$$b_p = \sqrt{1,20 \cdot 0,25 \cdot 2000} = 24,5$$

$$\text{kcal/m}^2 \text{ h}^{1/2}\text{ } ^\circ\text{C}.$$

Према томе идеална додирна температура износи:

$$\xi_c = \frac{23,1}{23,1 + 24,5} \cdot 100 = 48,2\%,$$

дакле важе Bossemeyer-ове формуле.

Полна удаљеност износи:

за слој од 10 цм:

$$\xi_R = \frac{1,10}{20 \cdot 0,10} = 0,550$$

за слој од 6 цм:

$$\xi_R = \frac{1,10}{20 \cdot 0,06} = 0,916$$

Идеално вријеме износи:

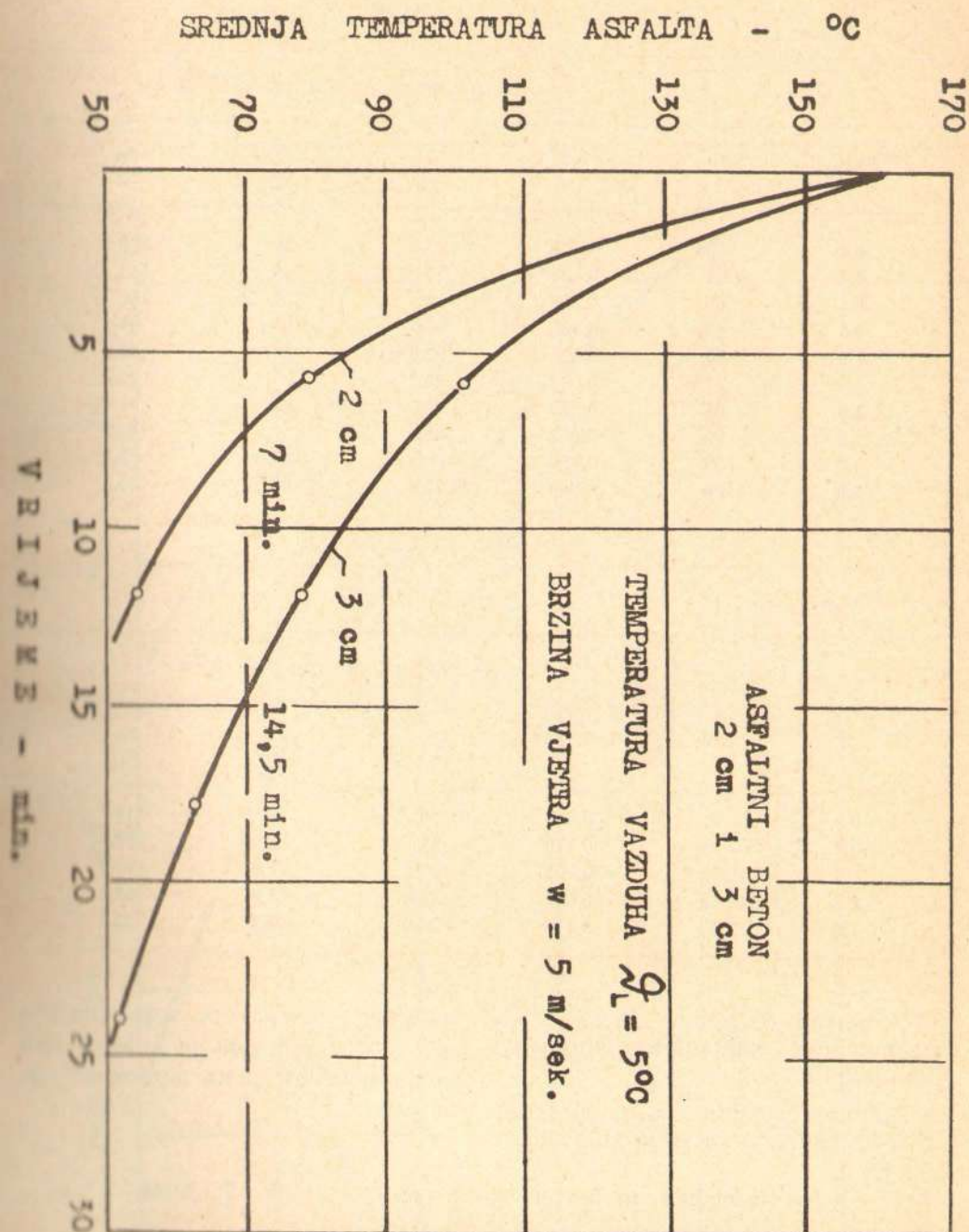
за слој 10 цм:

$$\tau = \frac{2 \cdot 1,10}{2200 \cdot 0,24 \cdot 0,10^2} \cdot t = 0,42 t$$

за слој 6 цм:

$$\tau = \frac{2 \cdot 1,10}{2200 \cdot 0,24 \cdot 0,06^2} \cdot t = 1,173 t$$

На исти начин као за асфалтни бетон одредићемо вриједности за процентуално и апсолутно опадање температуре за временске интервале од 0,20 h до 2,0 h односно 1,0 h у табелама III и IV, уз предпоставку да је температура ваздуха $+5^\circ\text{C}$, температура разастирања асфалтне масе 160°C , а да је брзина вјетра $w = 5 \text{ m/sec}$.



Сл. 2.

Табела III

t		Битуминизирани шљунак 10 см			
h	мин	$\tau = 0,42 t$	ζ_m %	1,55. ζ_m °C	ϑ_m °C
0,2	12	0,084	83,5	128	133
0,4	24	0,168	73	113	118
0,6	36	0,252	65	101	106
0,8	48	0,336	58,5	91	96
1,0	60	0,420	52,5	81,5	86,5
1,2	72	0,504	46,2	71,6	76,6
1,4	84	0,588	42,5	66	71
1,6	96	0,672	39,5	61,5	66,5
1,8	108	0,756	36,5	56,5	61,5
2,0	120	0,840	32,5	50,5	55,5

Табела IV

t		Битуминизарни шљунак 6 см			
h	мин	$\tau = 1,173 t$	ζ_m %	1,55. ζ_m °C	ϑ_m °C
0,2	12	0,235	72	112	117
0,4	24	0,470	57	88,2	93,2
0,6	36	0,705	47,5	73,6	78,6
0,8	48	0,940	39,5	61,5	66,5
1,0	60	1,173	34,5	53,5	58,5

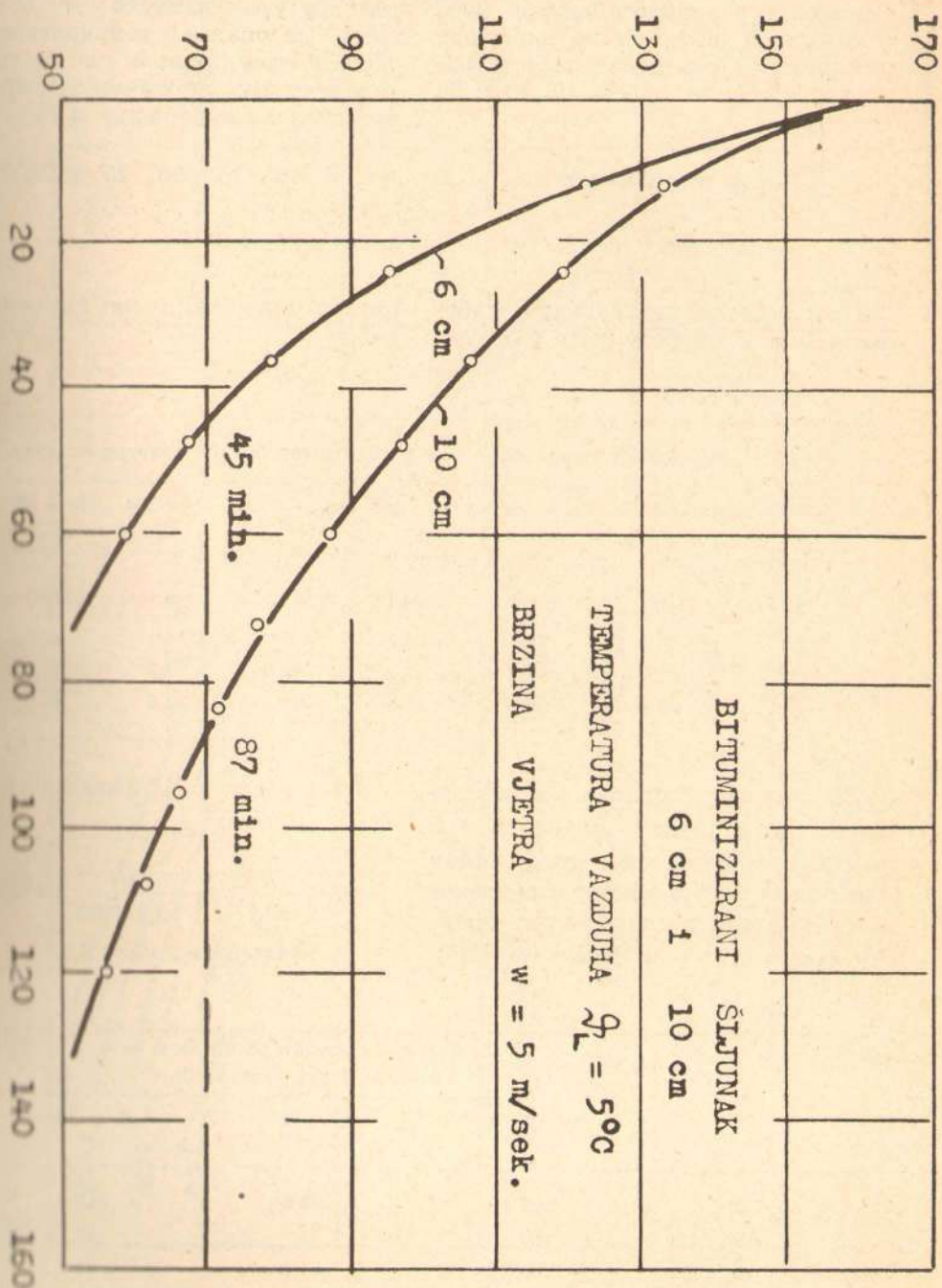
Резултате из табела III и IV приказали смо графички кривуљама на слици 3.

Анализа графикона на сликама 2. и 3. показује да за крајњу доњу

границу температуре асфалтне масе од 70°C вријеме за које се још може постићи нека збијеност износи:

— за асфалтни бетон	2 цм	$t = 7$ мин.
— за асфалтни бетон	3 цм	$t = 14,5$ мин.
— за битум. шљунак	6 цм	$t = 45$ мин.
— за битум. шљунак	10 цм	$t = 87$ мин.

SREDNJA TEMPERATURA ASFALTA - °C



Сл. 3.

Ово практички значи да би код температуре асфалта између 80°C и 90°C, која је пожељна ради веће сигурности, наведено вријеме ваљања износило око 5, 10, 30 и 60 минута.

Ради бољег сагледавања утицаја температуре ваздуха и брзине вјетра на опадање температуре асфалтне масе провели смо по предњем поступку прорачун за асфалт и бетон 3 цм дебљине и то:

— за $w = 5 \text{ m/sec.}$ и $\vartheta_L = 5^\circ, 10^\circ, 15^\circ, 20^\circ, 25^\circ$ и 30°C

— за $w = 0 \text{ m/sec.}$ и $\vartheta_L = 10^\circ, 20^\circ$ и 30°C .

Прорачун смо приказали у табелама V и VI, а резултате смо гра-

фички предочили на сликама 4. и 5.

Табела V.

t мин.	Вриједност температуре ϑ_m за $w = \text{m/sec.}$ и температуре ваздуха ϑ_L					
	$\vartheta_L = 5^\circ$ °C	$\vartheta_L = 10^\circ$ °C	$\vartheta_L = 15^\circ$ °C	$\vartheta_L = 20^\circ$ °C	$\vartheta_L = 25^\circ$ °C	$\vartheta_L = 30^\circ$ °C
6	100	102,3	104,1	106	108	110
12	77	79,8	82,5	85	88	90,5
18	62	65,1	68,2	71,3	74,5	77,6
24	51,5	55	57,5	62	65,5	69

За прорачун опадања температуре при брзини вјетра $w = 0 \text{ m/sec.}$ израчунаћемо прво полну удаљеност ξ_R на основу прелазног коефицијента топлоте за ову брзину према Loos-у и Paulmann-у (5):

$$d = 3 \text{ cm; } \alpha = 16,8 \text{ kcal/m}^2 \text{ h}^\circ\text{C;}$$

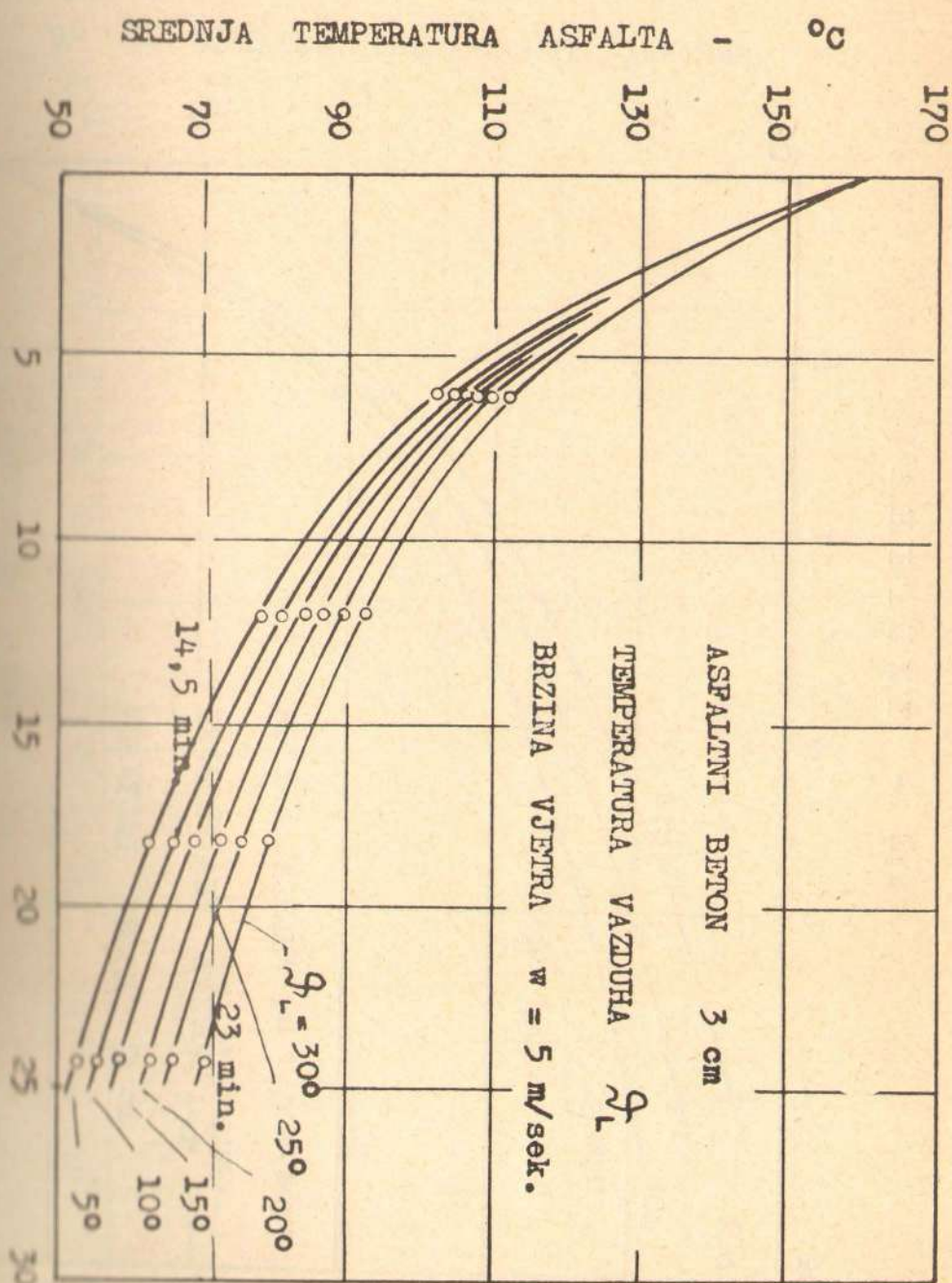
$$\tau = 5,3 \text{ t}$$

$$\xi_R = \frac{\lambda}{\alpha \cdot d} = \frac{1,20}{16,8 \cdot 0,03} = 2,38$$

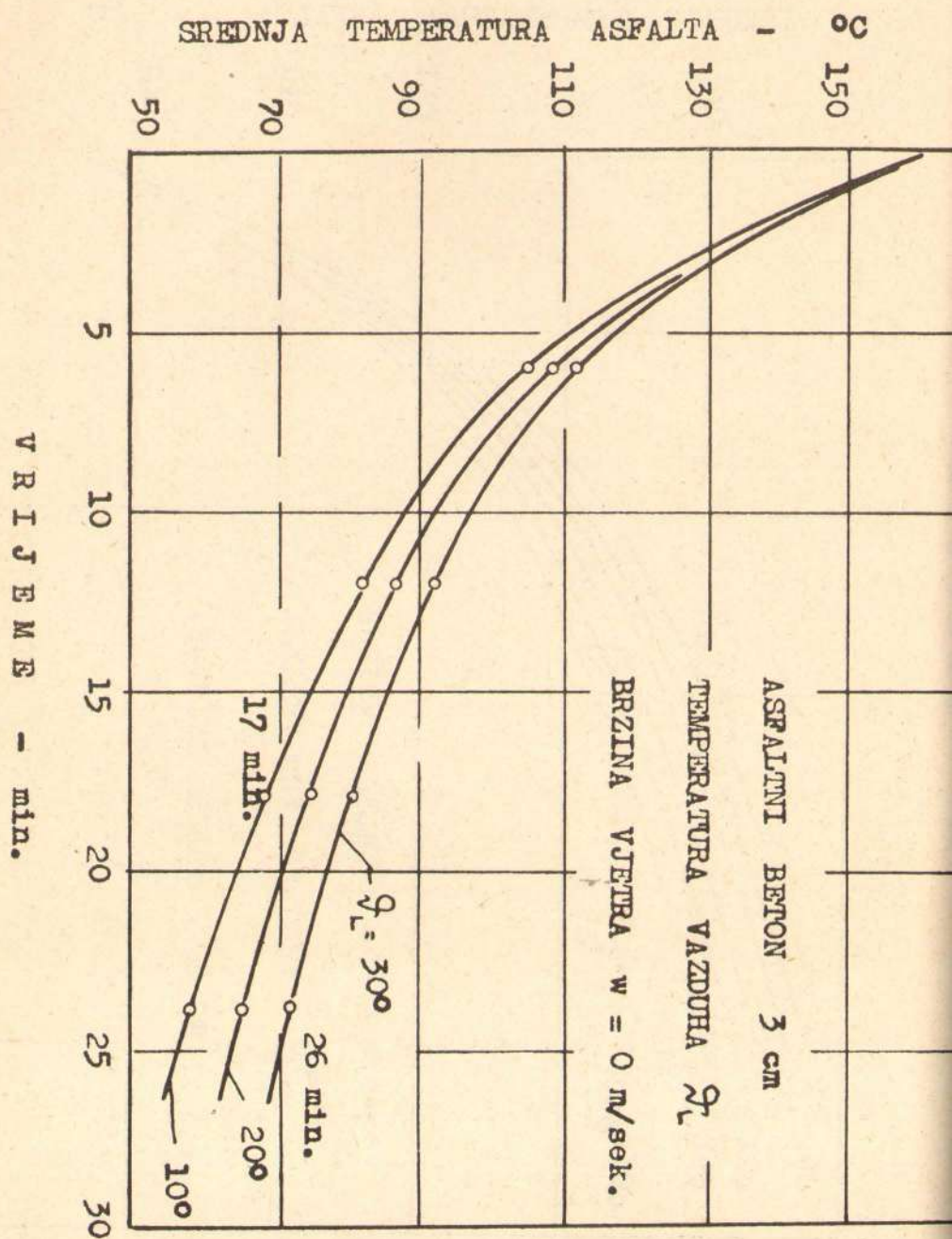
$$\text{заокружено} = 2,4.$$

Табела VI.

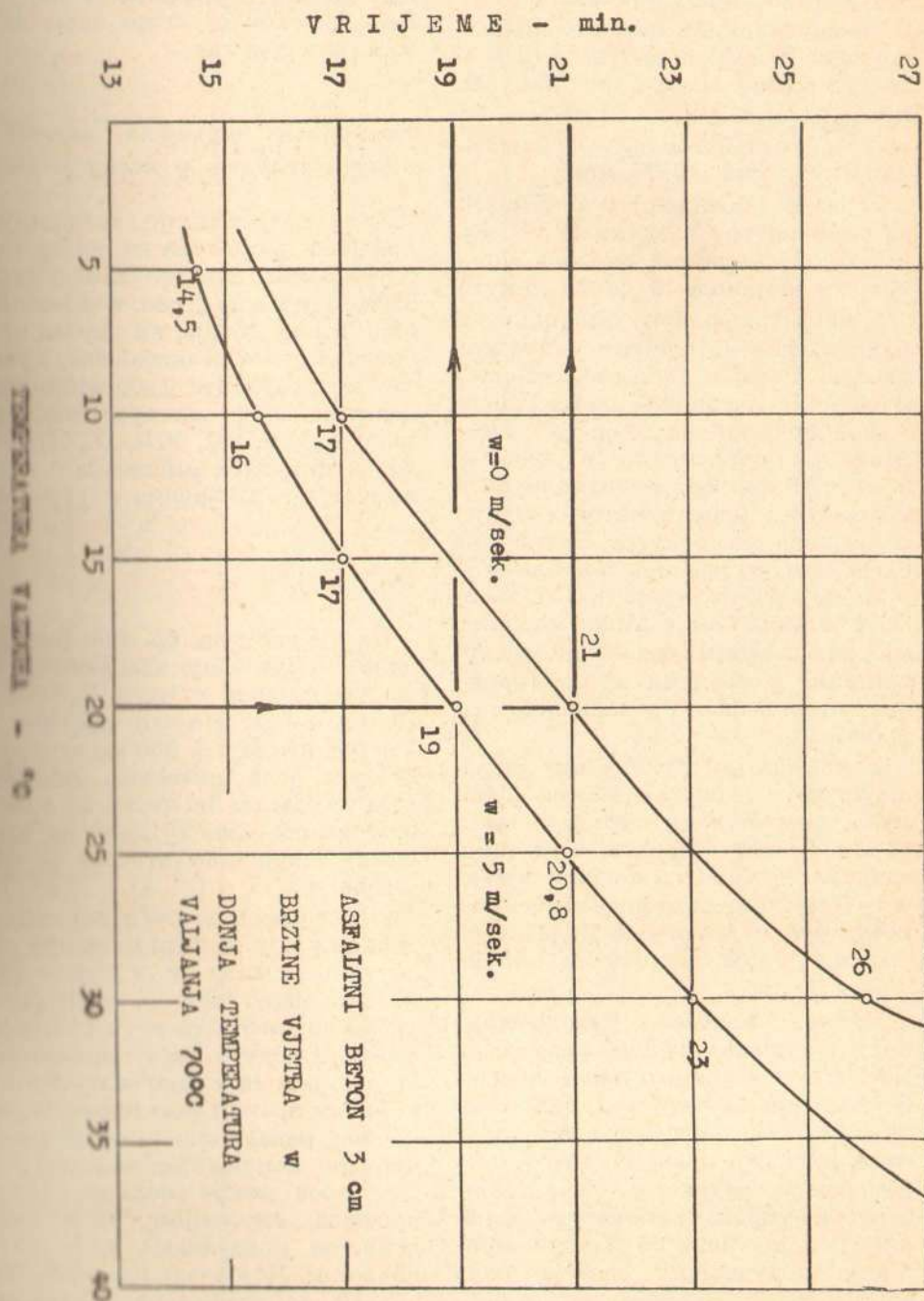
t мин	Вриједност температуре ϑ_m за $w = 0$ и температуре ваздуха ϑ_L		
	$\vartheta_L = 10^\circ$ °C	$\vartheta_L = 20^\circ$ °C	$\vartheta_L = 30^\circ$ °C
6	105	108,6	112
12	82	87	92
18	68,5	74,5	81
24	58	65	71,5



Сл. 4.



Комбинацијом кривуља из слика 4. и 5. односно резултата у табелама V и VI конструирали смо графикон на слици 6.



Сл. 6.

потребна веза са подлогом и јер нема довољно збијености асфалтног слоја“.

Резултати лабораторијских испитивања приказани су у табели VII.

Табела VII

Локација км	Marshall-ове величине		Запреминска тежина кг/дм ³			Битумена %		Запажања комисије у записнику
	Стабилност кг	Течење мм	По Marshall-у	Стварна	Релативна	По рецептури	Екстра- хирамо	
0 + 600	645	1,6	2,21	2,37	107%	5,2	5,3	слаба веза са подлогом
1 + 240	848	1,8	2,32	2,37	102%	6,0	6,3	слаба веза са подлогом
2 + 490	648	3,5	2,39	2,26	94%	6,0	6,5	пропао асфалт

Подаци о метеоролошким приликама тј. температурама и вјетру за последњу декаду октобра и прву декаду новембра 1965 г. на подручју Бос. Дубице добивени од Републичког хидрометеоролошког завода БиХ приказани су у табели VIII.

Из табеле VIII се види да су температуре крајем октобра биле ниске, нарочито у јутарњим сатима (средње вриједности од +3,0°C до 7,0°C). Од 28 октобра до 4 новембра су нешто више (сред. вриј. +8,4 до 15,4°C), а после тог датума средње вриједности се крећу око +5°C. Максимална средња брзина вјетра износила је 2,4 m/sec. Кише је било свега два дана у новембру.

Очигледно је да подневне температуре нису могле спасити асфалт.

2. Случај.

На путу I реда бр. 5а код Добоја на дионицама Баре-Руданка и између мостова на р. Босни и р. Усори извођени су асфалтни радови у касну јесен 1966 г. У прољеће 1967 године запажена су оштећења на танким асфалтним бетонима од 2 цм и од 3 цм. Некако у исто вријеме рађено је и на полагању подлоге од битуминизираниог шљунка од 6 цм и 10 цм.

Комисија је у записнику констатовала слиједеће:

„Обиласком ових дионица установљена су оштећења на хабајућем слоју асфалтног бетона, у виду круњења и трошења површине са нешто ударних рупа, нарочито на споју појединих трака“.

Табела VIII

Мјесец	Датум	Метеоролошка станица Бос. Дубица					Киша
		Температура ваздуха			Средња вриј. °C	Средња брзина вјетра м/сек.	
		7 ч °C	14 ч °C	21 ч °C			
Октобар	21	1,7	10,9	2,5	4,4	0,9	
	22	—0,6	11,2	1,1	3,2	0	
	23	—3,0	11,3	1,8	3,0	0	
	24	—0,3	12,3	1,2	3,6	0,9	
	25	—2,5	11,2	1,8	3,1	0	без кише
	26	—2,4	14,9	2,5	4,4	0	
	27	—2,4	15,9	3,3	5,0	0	
	28	—1,2	17,2	6,1	7,0	0,9	
	29	2,8	20,2	14,0	12,8	0,9	
	30	8,0	15,2	5,1	8,4	0,9	
	31	1,3	19,6	13,8	12,1	0	
Новембар	1	11,4	20,6	14,8	15,4	0,9	
	2	15,6	21,5	10,0	14,3	2,4	
	3	9,3	21,6	13,0	14,2	0	
	4	10,7	12,6	8,0	9,8	0,9	
	5	5,6	6,1	5,6	5,7	2,4	Два кишна
	6	5,4	7,7	1,6	4,1	2,4	дана
	7	2,8	8,6	3,3	4,5	0,9	
	8	1,5	7,3	5,9	5,2	0	
	9	3,7	6,3	6,6	5,8	0	
	10	5,2	5,7	5,0	5,2	0,9	

„Овај слој је рађен у касној грађевинској сезони. Оцењује се да би узроци оштећења могли бити:

1. Рад по влажном и хладном времену.

2. Састав мјешавине и квалитет материјала.“

„Препоручује се израда новог слоја од финог асфалтног бетона 2 цм дебљине, у топљивој сезони“.

Резултати лабораторијских испитивања су приказани у табели IX.

Табела IX

Локација км дебљина см	Маршалове величине		Запреминска тежина кг/дм ³			Битумен %		Запажања комисије у записнику
	Стабилност кг	Течења мм	По Маршалу	Стварна	Релативна	По рецептури	Екстрахирано	
1 + 049 2 см	1050	2,1	2,34	поремећен узорак	—	5,8	4,9	круњење и трошење површине асфалта
183 + 305 3 см	1028	3,8	2,38		67%	5,8	5,7	
181 + 394 3 см	590	2,3	2,32		79%	5,8	6,0	

Подаци о метеоролошким приликама у првим двјема декадама мјесеца новембра 1966 г. када је још рађено на асфалтирању дати су у табели X.

Из табеле X се види да су средње температуре у првој декади новембра биле изнад + 5°C, али су јутарње температуре доста ниске. Кише је било сваки трећи дан у обим декадама. Вјетар се пењао до 4,4 m/sec. Друга декада је имала врло ниске температуре.

Иако на подлози од битуминизираног шљунка није било видљивих оштећења, комисија је тражила да се узму такођер из подлоге узорци. Лабораторијска испитивања су дала слиједеће резултате (табела XI.):

Завршна разматрања и закључци.

Из предњих разматрања, како прорачуна на бази Bossemeyer-ових поставки и формула, тако и констатација на асфалту код Бос. Дубице и код Добоја, дају се извести неки закључци који могу бити од користи цестоградитељима.

О првом реду, очигледна је опасност од неуспјеха код полагања танких асфалтних застора у касну јесен.

Довољно је погледати податке о постигнутој збијености у табели IX (67% и 79%), па да се јасно уочи да се од таквог застора не може очекивати трајност и издржљивост под саобраћајем. Објашњење за ово треба тражити у брзом хлађењу асфалтне масе танког слоја.

Табела X

Мјесец	Датум	Метеоролошка станица Добој								Киша
		Температура ваздуха °C				Брзине вјетра м/сек.				
		7 ч	14 ч	21 ч	Средња	7 ч	14 ч	21 ч	Средња	
Новембар	1	4,0	5,0	5,2	4,8	0,9	2,4	0	1,1	7 кишних дана
	2	5,4	9,0	8,0	7,6	0	0	0	0	
	3	4,8	17,1	11,8	11,4	0,9	4,4	2,4	2,6	
	4	13,0	22,6	17,0	17,4	4,4	4,4	4,4	4,4	
	5	13,0	19,6	8,2	12,2	0,9	4,4	0	1,8	
	6	5,0	16,0	4,8	7,6	0	0	0	0	
	7	2,8	19,0	6,4	8,6	0	0,9	0	0,3	
	8	4,0	16,4	7,4	8,8	2,4	2,4	0	1,6	
	9	4,4	14,0	7,0	8,1	4,4	2,4	0	2,3	
	10	3,4	14,2	8,2	8,5	0,9	0	0	0,3	
	11	9,6	8,6	7,6	8,4	0,9	0,9	0,9	0,9	
	12	7,2	4,2	3,8	4,8	0	2,4	4,4	2,3	
	13	0,8	1,0	1,8	1,4	0,9	0	0	0,3	
	14	1,8	3,8	3,6	3,2	2,4	2,4	0	1,6	
	15	2,0	3,0	0	1,7	0	0	0	0	
	16	—1,2	9,2	3,4	7,7	0,9	0,9	2,4	1,4	
	17	5,2	11,6	4,4	6,4	4,4	4,4	0,9	3,2	
	18	3,0	4,4	3,0	3,4	0	0	0,9	0,3	
	19	2,6	4,6	3,8	3,7	0	0,9	0,9	0,6	
	20	4,0	7,0	5,2	5,4	0	2,4	0	0,8	

Табела XI

Локација км Дебљина см	Маршалове величине		Запреминска тежина кг/дм ³			Напомена
	Стабилност кг	Течење мм	По Маршалу	Стварна	Релативна	
1 + 049 6 см	567	2,5	2,30	2,20	95 ⁰ / ₀	Ваљак тежине 12 т
1 + 402 6 см	305	2,0	2,25	2,20	98 ⁰ / ₀	
183 + 305 10 см	588	2,0	2,31	1,94	85 ⁰ / ₀	Ваљак тежине 12 т
181 + 394 10 см	622	2,5	2,37	2,14	90 ⁰ / ₀	Рађено у једном слоју ваљак 12 т

Због ниске температуре масе не може се застор сабити ваљањем, а такођер може доћи до слабе везе асфалта са подлогом

Постоји мишљење да треба дебљину асфалтних слојева подесити према најкрупнијем зрну агрегата, по се стога прописује израда већег броја танких слојева. Ово је прихватљиво за рад по топлом времену, али у јесен код релативно ниских температура од + 5°C до + 15°C није овај метод препоручљив. Односно, треба тежити да се полажу дебљи слојеви.

Данашња технологија припреме асфалтне мјешавине обезбеђује квалитетну масу, међутим уграђивање и ваљање треба подесити према атмосферским приликама, да би се постигле довољне збијености положених слојева. Љети ће можда требати мало почекати са ваљањем, али по хладном јесењском времену, како смо видели треба журити са ваљањем.

Искуство у Њемачкој (2) је показало да вријеме неопходно за ра-застирање и ваљање износи од 17 до 130 минута. За 14 мјеста уграђивања нађен је просјек од 37 минути. Очигледно је да ће бити ризикантно радити танке асфалтне засторе, који морају бити уваљани у року од 5 до 10 минути (слика 2.).

Услијед дјеловања вјетра горња површина се брзо хлади, што онемогућава постизање доброг површинског завршетка. Отворена горња површина врло је осјетљива на дјеловање атмосферилија, блата, леда и саобраћаја, што неминовно доводи до брзог оштећења асфалтног застора.

С обзиром на расположиво вријеме (30 до 60 минути, слика 3.) могуће је у јесен радити дебље слојеве у асфалтној изведби (6 и 10 цм битуминизираног шљунка), али овдје треба водити рачуна о тежини ваљка. Наиме, из табеле XI се види да су постигнуте више релативне

збијености код слоја од 6 цм (95% и 98%), а мање код слоја од 10 цм (85% и 90%) због употребе истог ваљка у оба случаја.

Није у питању само тежина ваљка, него и врста. Тако је Minor (4) доказао да је слој од 15 цм (у неуваљаном стању) уваљан прво пнеуматским ваљком, па затим глатким ваљком, имао већу запреминску тежину у односу на тање слојеве. Тумачење за ову појаву треба тражити у вишој температури масе која због веће дебљине остаје дуже врућа. Осим тога иста количина асфалтне масе разастрта дебље даје краћу дужину слоја у односу на дужину танког слоја, па због тога омогућава већи број прелаза ваљка за исто вријеме.

Истина и у нашим и у страним стандардима постоје ограничења

рада код ниске температуре ваздуха, али уза све то дешава се да асфалтни застори брзо пропадну ако су изведени у касну јесен. Видили смо да Bossemeyer-ова проучавања пружају драгоцену подлогу за термичку анализу асфалтирања и дају нам могућности да проблем сагледамо и са тог аспекта.

Да избјегнемо ризик од неуспјеха код асфалтирања у касну јесен, најбоље је план извођења радова тако подесити да у то годишње доба радимо дебеле битуминизираних подлоге, а танке асфалтне засторе полагамо по сухом и топлому времену лети.

Овом кратком студијом желили смо покренути ово питање и упозорити све заинтересоване на озбиљност проблема.

Literatura:

1. H. R. Bossemeyer: „Temperaturverhältnisse beim Einbau von bituminöser Mischgut“, „Bitumen“, Hamburg, 5/1967.
2. G. Zichner: „Strassenbauarbeiten mit bituminösen Mischgut in der kalten Jahreszeit“, „Strasse und Autobahn“, Bad Godesberg, Heft 4/1964.
3. L. Völkl: „Baumethoden und Geräte zur Herstellung von ebenflächigen Asphaltstrassen“, „Bitumen“, Hamburg, 4/1967.
4. P. J. Fluss: „Einbau und Verdichtung von Asphaltbelägen in dicken Schichten“, „Bitumen-Teere-Asphalte-Peche“, Hamburg, Heft 8/1967.
5. H. Loos und G. Paulmann: „Bituminöser Strassenbau im Winter“, „Strasse und Autobahn, Bad Godesberg, 9/1967.
6. C. E. Minor: „Einbau und Verdichtung von Asphaltbeton in dicken Lagen“, „Bitumen“, Hamburg, Heft 7/1967.
7. Југословенски стандарди, ТВ бит-прописи, Комисијски записници, Лабораторијски извјештаји и Метеоролошки подаци.

Дипл. инж. Алексеј ПОСТНИКОВ

Оптимални распоред маса при механизованом извођењу земљаних радова

1. Увод

Уобичајен распоред маса земљаних радова код извођења доњег строја путева и железница врши се путем наношења комулативних вредности количина насипа и усека, узимајући у обзир растреситост и повлачењем уравнице. На тај начин добије се распоред маса која даје изравнање маса и код извођења радова без примене механизације даје прихватљиво решење. Али са применом механизације где долази у обзир коришћење разноврсних машина распоред маса путем уравница не даје оптимално решење. Методе линеарног програмирања дају могућност да се добије оптимално решење како у погледу коштања радова тако и с обзиром на минимално време извођења.

Решење је могуће применом линеарног програмирања које даје решење за проналажење максимума или минимума функције и у случају кад су услови изражене неједначинама и кад је број услова неједнак броју променљивих познатих величина.

2. Промена линеарног програмирања за решење оптималног распореда маса.

Универзални начин за проналажење оптималног решења распореда земљаних маса дао је Др инж. Bogdan Cyunel у „Optymalizacja organizacji i mechanizacji budowl ziemnych w opazcin o ekonometryczna metode analizey“ — Краков — 1966 а у скраћеном облику то је дато као чланак у „Изградњи“ бр. 12/1966. Решење се даје применом линеарног програмирања — Симплекс методе.

Оптимално решење може се добити с обзиром на минимално коштање радова, или на минимално време или на употребу минималне количине механизације. Општи математички модел оптимализације извођења земљаних радова с обзиром на минимално коштање дат је у табели Т—1.

Функција циља изражена је за услов минималног коштања једначином

$$K = \sum_{i=1}^{i=m} \sum_{j=1}^{j=n} \sum_{k=1}^{k=r} x_{ijk} \cdot C_{ijk} = \min.$$

Применом Симплекс методе уз одговарајуће услове добије се оптимално решење распореда земљаних маса с обзиром на минимално ко-

штање. Аналогно томе решава се распоред маса и с обзиром на минимално време извођења или на минималну употребу механизације.

Преимућство предложеног метода је његова универзалност а недостатак обимност прорачуна.

По правилу проблем се може упростити не мењајући његову суштину и онда се могу применити и једноставније методе решавања.

У пракси проблем може бити расчлањен тако да се претходно на класичан начин изврши ужи избор механизације и усвоји најповољнија механизација с обзиром на минималне цене или минимално време извођења. У овом случају фиксирани су цене C_{ij} односно време t_{ij} , модел се може поставити у дводимензионалном систему и може се применити много простија тран-

спортна метода као и приближне методе.

Формулација задатака:

За деоницу пута која има „ m “ усека и позајмишта са кубатурама откопа „ a “ и „ n “ насипа и депонија са кубатурама насипа „ b_i “ потребно је извршити распоред земљаних маса тако да коштање радова буде најмање. Дата је цена радова по јединици мере — C_{ij} — за све могуће случајеве. Кубатуре су редуковане с обзиром на растреситост. За случај распореда маса с обзиром на најкраће време даје се утрошак времена по јединици мере — „ t_{ij} “.

Општи математички модел оптимализације радова с обзиром на минимално коштање дат је у табели Т—2.

Т—2

Useci i pозajm- šta	$\frac{i}{j}$	Nasipi i deponije								Kubatura otkopa
		1	2	3	4	5	.	$n-1$	n	
A	1	C_{11} X_{11}	C_{12} X_{12}	C_{13} X_{13}	C_{14} X_{14}	C_{15} X_{15}	$C_{1.}$ $X_{1.}$	$C_{1, n-1}$ $X_{1, n-1}$	C_{1n} $X_{1, n}$	a_1
B	2	C_{21} X_{21}	C_{22} X_{22}	C_{23} X_{23}	C_{24} X_{24}	C_{25} X_{25}	$C_{2.}$ $X_{2.}$	$C_{2, n-1}$ $X_{2, n-1}$	C_{2n} $X_{2, n}$	a_2
C	3	C_{31} X_{31}	C_{32} X_{32}	C_{33} X_{33}	C_{34} X_{34}	C_{35} X_{35}	$C_{3.}$ $X_{3.}$	$C_{3, n-1}$ $X_{3, n-1}$	C_{3n} $X_{3, n}$	a_3
D	4	C_{41} X_{41}	C_{42} X_{42}	C_{43} X_{43}	C_{44} X_{44}	C_{45} X_{45}	$C_{4.}$ $X_{4.}$	$C_{4, n-1}$ $X_{4, n-1}$	C_{4n} $X_{4, n}$	a_4
E	5	C_{51} X_{51}	C_{52} X_{52}	C_{53} X_{53}	C_{54} X_{54}	C_{55} X_{55}	$C_{5.}$ $X_{5.}$	$C_{5, n-1}$ $X_{5, n-1}$	C_{5n} $X_{5, n}$	a_5
F	.	.	.	.	.	.	.	.	.	$a_{.}$
G	$m-1$	C_{m-11} X_{m-11}	C_{m-12} X_{m-12}	C_{m-13} X_{m-13}	C_{m-14} X_{m-14}	C_{m-15} X_{m-15}	.	$C_{m-1, n-1}$ $X_{m-1, n-1}$	$C_{m-1, n}$ $X_{m-1, n}$	a_{m-1}
H	m	$C_{m, 1}$ $X_{m, 1}$	$C_{m, 2}$ $X_{m, 2}$	$C_{m, 3}$ $X_{m, 3}$	$C_{m, 4}$ $X_{m, 4}$	$C_{m, 5}$ $X_{m, 5}$	.	$C_{m, n-1}$ $X_{m, n-1}$	$C_{m, n}$ $X_{m, n}$	a_m
Kubatura nasipa		b_1	b_2	b_3	b_4	b_5	$b_{.}$	b_{n-1}	b_n	

Уколико би модел био постављен с обзиром на минимално трајање времена рада уместо C_{ij} било би унето t_{ij} .

Функција циља за минимално коштање је:

$$Z = \sum_{i=1}^{i=m} \sum_{j=1}^{j=n} C_{ij} \cdot x_{ij} = \min. \quad (1)$$

односно

$$T = \sum_{i=1}^{i=m} \sum_{j=1}^{j=n} t_{ij} \cdot x_{ij} = \min. \quad (1')$$

за случај минималног времена извођења радова.

Услови ограничења:

$$\sum_{j=1}^{j=n} x_{ij} = a_1$$

$$\sum_{j=1}^{j=m} x_{2j} = a_2$$

.....

$$\sum_{j=1}^{j=m} x_{ij} = a_1$$

.....

$$\sum_{j=1}^{j=m} x_{mj} = a_m$$

.....

$$\sum_{i=1}^{i=m} x_{i1} = b_1$$

$$\sum_{i=1}^{i=m} x_{i2} = b_2$$

.....

$$\sum_{i=1}^{i=m} x_{ij} = b_j$$

$$\sum_{i=1}^{i=m} x_{im} = b_m$$

.....

$$\sum_{i=1}^{i=m} a_i = \sum_{j=1}^{j=n} b_j \quad (4)$$

$$c_{ij} \geq 0; x_{ij} \geq 0; a_i \geq 0; b_j \geq 0 \quad (5)$$

Израз (1) представља тражен услов да укупно коштање буде најмање; израз (2) представља услове да је збир кубатура из усека „i“ распоређен у „n“ насипа једнак укупној количини кубатуре тог усека „i“; израз (3) претставља услове да је збир кубатура X_{ij} узетих из „m“ усека једнак кубатуре тог насипа „j“; израз (4) претставља услов да је збир свих кубатура узетих из „m“ усека и позајмишта једнак збиру свих кубатура „n“ насипа и депонија; израз (5) претставља услов да су величине C_{ij} , X_{ij} , a_i и b_j негативне величине.

Примена модифициране транспортне методе даје релативно брзо и потпуно тачно решење.

(2) Решење распореда маса земљаних радова применом модифициране транспортне методе решава се без примене електронских рачунара за случај кад број усека и насипа не прелази појединачно величину од приближно 20 ($m = n = 20$). За веће бројеве може се применити за тачан прорачун електронски рачунар а за приближно решење једног приближних метода.

Детаљан опис решавања применом модифициране транспортне методе може се наћи у литератури наведеној у библиографији.

3. Решење оптималног распореда за конкретни пример транспортном методом.

Илустрација предложене методе најбоље се може дати на примеру.

Задатак:

За деоницу пруге од Км 56 + 729,2 до Км 57 + 698, чији про-

фил и класични распоред маса дат је на Сл. 1, извршити оптимални распоред земљаних маса с обзиром на цене механизованог извођења радова.

Решење:

Могуће је из сваког усека „i“ ($m = 4$) уградити земљу у сваки насип „i“ ($n = b = 5$ насипа + 1 депонија).

За сваку од ових могућих комбинација $m \times n = 4 \times (5 + 1) = 24$ путем најпре ширег избора (према техничким факторима) а после путем ужег избора механизације (према економској анализи) нађе се најповољнија једначина цена C_{ij} . Тиме је први део проблема решен и може се саставити табела Т—3 за решење оптималног распореда маса према нађеним ценама механизованог извођења.

Табеларни преглед количина откопа насипа и цена

Т—3

Nasipi i deponije	i j	N a s i p					Depo- nija	a ₁ kubatura otkopa
		56 + 729,2 56 + 752	56 + 939 57 + 144	57 + 194 57 + 222	57 + 365 57 + 457	57 + 688 57 + 698		
useci i pozajmišta								
Usek:		20	30	35	45	60	15	
Km 56 + 75—Km 56 + 939	1	X ₁₁	X ₁₂	X ₁₃	X ₁₄	X ₁₅	X ₁₆	18.436
Km 57 + 144—Km 57 + 194	2	35 X ₂₁	25 X ₂₂	25 X ₂₃	30 X ₂₄	50 X ₂₅	20 X ₂₆	1.706
Km 57 + 222—Km 57 + 365	3	45 X ₃₁	35 X ₃₂	30 X ₃₃	35 X ₃₄	40 X ₃₅	35 X ₃₆	34.711
Km 57 + 437—Km 57 + 688	4	25 X ₄₁	20 X ₄₂	15 X ₄₃	15 X ₄₄	15 X ₄₅	10 X ₄₆	93.830
Kubatura nasipa i deponija — b _j		460	52020	7900	25200	1190	61863	$\sum_{i=1}^{i=4} a_i = \sum_{j=1}^{j=6} b_j =$ = 148 683

У горњем левом углу сваког квадрата унете су цене „C_{ij}“ по јединици мере, X_{ij} је количина земље откопана у „i“ усеку и пренета у „j“ насип или депонију.

Овом табелом дат је математички модел за решавање транспортног задатка линеарног програмирања чија је функција циља према општем изразу (1)

$$Z = \sum_{i=1}^{i=4} \sum_{j=1}^{j=6} C_{ij} \cdot X_{ij} = \min.$$

уз услове дате изразима (2), (3), (4) и (5).

Базисно решење даје се према правилу „северозападног угла“ за $n + m - 1 = 4 + 6 - 1 = 9$ попуњених квадрата. У табели базисног решења срачунати су и коефицијенти V_i и U_i према услову $C_{ij} = U_i + V_j$ за сваки попуњени квадрат.

Табела базисног решења

Т—4

$\begin{matrix} n \\ a \\ s \\ i \\ p \\ i \\ u \\ s \\ e \\ c \\ i \end{matrix}$	j	1	2	3	4	5	6	a_i
i	$\frac{V_j}{U_i}$	0	10	5	5	5	0	
1	20	20 460	30 17976	35	45	60	15	18.436
2	15	35	25 1706	25	30	50	20	1.706
3	25	45	35 32338	30 2373	35	40	35	34.711
4	10	25	20	15 5527	15 25250	15 1190	10 61863	93.830
b_j		460	52020	7900	25250	1190	61863	148.683

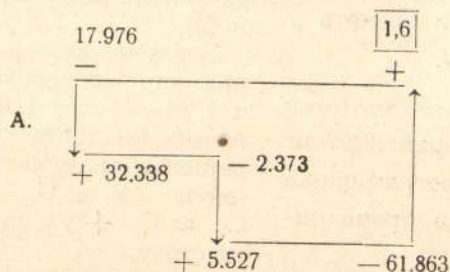
За непопуњене квадрате срачу-
нате су величине $C_{ij} = (V_i + V_j)$ и
дате су табеларно

Т—5

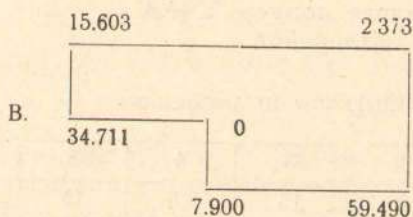
i_j	C_{ij}	$U_i + V_j$	$C_{ij} - (U_i + V_j)$	i_j	C_{ij}	$U_i + V_j$	$C_{ij} - (U_i + V_j)$	i_j	C_{ij}	$U_i + V_j$	$C_{ij} - (U_i + V_j)$
1,3	35	25	10	2,3	25	20	5	3,4	35	30	5
1,4	45	25	20	2,4	30	20	10	3,5	40	30	10
1,5	60	25	35	2,5	50	20	30	3,6	35	25	10
1,6	15	20	-5	2,6	20	15	5	4,1	25	10	15
2,1	35	15	20	3,1	45	25	20	4,2	20	20	0

Негативна величина (-5) у квадрату „1,6“ показује да тај квадрат треба попуњити према правилу „затвореног ланца“.

Измена се врши на следећи начин:



до побољшања плана.



после побољшања плана.

Прва итерација

Т—6

J	1	2	3	4	5	6	a _i	
$\frac{V_j}{U_i}$	15	25	15	15	15	10		
1	5	20 460	30 15603	35	45	60	15 2374	18.436
2	0	35	25 1706	25	30	50	20	1.706
3	10	45	35 34711	30	35	40	35	34.711
4	0	25	20	15	15	15	10	
	b _j	460	52020	7900 7900	25250 25250	1190 1190	59490 61863	93.800 148.683

За непопуњене квадрате табеле
 прве итерације величине C_{ij} —
 $-(U_i + V_j)$ дате су у Т—7

Т—7

i_j	C_{ij}	$U_i + V_j$	$C_{ij} - (U_i + V_j)$	i_j	C_{ij}	$U_i + V_j$	$C_{ij} - (U_i + V_j)$	i_j	C_{ij}	$U_i + V_j$	$C_{ij} - (U_i + V_j)$
1,3	35	20	15	2,4	30	15	15	3,4	35	25	10
1,4	45	20	25	2,5	50	15	35	3,5	40	25	15
1,5	60	20	40	2,6	20	10	10	3,6	35	20	15
2,1	35	15	20	3,1	45	25	20	4,1	25	15	10
2,3	25	15	10	3,3	30	25	5	4,2	20	25	-5

Негативна величина (— 5) у квадрату „4,2“ показује да у другој итерацији треба тај квадрат попу-
нити према правилу затвореног

ланца. Ланац је показан у Т— 6 и добије се табела друге итерације Т— 8.

Друга итерација — Оптимално решење

								Т— 8
	J	1	2	3	4	5	6	
i		15	20	15	15	15	10	a _i
1	5	20 460	30	35	45	60	15 17976	18.436
2	5	35	25 1706	25	30	50	20	1.706
3	10	45	35 34711	30	35	40	35	34.711
4	0	25	20 15603	15 7900	15 25250	15 11190	10 43887	93.830
b _j		460	52020	7900	25250	11190	61863	148.683

За непопуњене квадрате Т— 8 срачунавају се величине $C_{ij} - (U_i + V_j)$ у Т-9.

T — 9											
i_j	C_{ij}	$U_i + V_j$	$\left \begin{matrix} C_{ij} - \\ -(U_i + V_j) \end{matrix} \right $	i_j	C_{ij}	$U_i + V_j$	$\left \begin{matrix} C_{ij} - \\ -(U_i + V_j) \end{matrix} \right $	i_j	C_{ij}	$U_i + V_j$	$C_{ij} - (U_i + V_j)$
1,2	30	25	5	2,3	25	20	5	3,3	30	25	5
1,3	35	20	15	2,4	30	20	10	3,4	35	25	5
1,4	45	20	25	2,5	50	20	30	3,5	40	25	15
1,5	60	20	40	2,6	20	15	5	3,6	35	20	15
2,1	35	20	15	3,1	45	25	20	4,1	25	15	10

Све величине $C_{ij} - (U_i + V_j)$ су позитивне и то је доказ да је решење дато у другој итерацији — Т— 8 оптимално т. ј. да је

$$Z = \sum_{i=1}^{i=m} \sum_{j=1}^{j=n} C_{ij} \cdot X_{ij} = \text{minimum}$$

Функција циља — укупно коштање земљаних радова износи:

$$\begin{aligned} Z_t = \sum_{i=1}^{i=4} \sum_{j=1}^{j=6} C_{ij} \cdot X_{ij} &= 20 \times 460 + 15 \times 17.976 + 25 \times 1.706 + \\ &+ 35 \times 34.711 + 20 \times 15.603 + 15 \times 7.900 + 15 \times 25.250 + \\ &+ 15 \times 1.190 + 10 \times 43.887 = 2.802.551 \text{ d.} \end{aligned}$$

Коштање по класичном начину распореда са истим јединачним ценама износи:

$$Z_{kl} = 20 \times 460 + 30 \times 17 \cdot 976 + 20 \times 12 \cdot 948 + 35 \times \\ \times 20 \cdot 000 + 25 \times 1 \cdot 0,96 + 25 \times 610 + 30 \times 7 \cdot 290 + 35 \times 7 \cdot 421 + \\ 15 \times 17 \cdot 829 + 15 \times 1 \cdot 190 + 10 \times 54 \cdot 913 = 2,862 \cdot 940 \text{ din.}$$

т. ј. за 6.038.900 старих динара више. Разлика може бити и неупоредиво већа у зависности од цена.

4. Решење оптималног распореда применом приближних метода.

Сем решења по транспортној методи која даје тачне резултате могу се применити и приближне методе:

- индексна метода [15]
- метода Фогелове апроксимације [10]
- статичка метода [6].

Техника рачунања по приближним методама дата је у часопису „Изградња“ бр. 10/1967.

За решење задатка по индексној методи уносе се у матрицу T — 10 јединичне цене „ C_{ij} “ — (у доњи десни угао) и вредности индекса „ Y_{ij} “ за сваки стубац срачунате по једначини

$$Y_{ij} = \frac{C_{ij} - C_{si}}{C_{si}}$$

где је C_{si} — стандартна (најмања) цена за сваки стубац. Стандартне цене су заокружене у T — 10.

Најмања вредност индекса J_{ij} је најповољнија и распоред се врши попуњавањем квадрата почевши од најмањих вредности индекса. Попуњена табела T — 11 према редоследу датом у T — 10 даје оптимално решење.

Матрица за решење по индексној методи.

T — 10

Уседи	j	Насипи и депоније						a _i
	и	1	2	3	4	5	6	
1	0,0 20— ₁	0,50 30	1,33 35	2,00 45	3,00 60	0,5 15— ₂	18.463	
2	0,75 35	0,25 25— ₃	0,67 25	1,00 30	2,33 50	1,00 20	1.706	
3	1,25 45	0,75 35— ₄	1,00 30	1,33 35	1,67 40	2,50 35	34.711	
4	0,25 25	0,0 20— ₅	0,0 15— ₆	0,0 15— ₇	0,0 15— ₃	0,0 10— ₉	93.830	
b _j	460	52.020	7.900	25.250	1.190	61.863	148.683	

$$Y_{11} = \frac{20-20}{20} = 0; Y_{12} = \frac{30-20}{20} = 0,5; Y_{13} = \frac{35-15}{15} = 1,33 \text{ itd.}$$

Оптимално решење по индексној методи

Усеци	и j	Насипи и депоније						ai
		1	2	3	4	5	6	
	1	460	—	—	—	—	17.976	18.436
	2	—	1.706	—	—	—	—	1.706
	3	—	34.711	—	—	—	—	34.711
	4	—	15.603	7.900	25.250	1.190	43.887	93.830
	b _j	460	52.020	7.900	25.250	1.190	61.863	148.683

Решење је идентично са решењем по транспортној методи и

$$Z_I = 2,802.551 \text{ дин.}$$

За решење по методи Фогелове апроксимације у табели Т — 12 дате су вредности јединачних цена C_{ij} и за сваки рад унета је разлика између две најмање вредности цена, на исти начин унета је разлика и за сваки стубац. У стубцу

(односно реду) који има највећу вредност разлике попуњава се квадрат са најмањом вредношћу C_{ij} до попуњавања капацитета реда односно ступца. Стубац односно ред са попуњеним капацитетом прецрта се и не улази у даљи поступак. За преостале квадрате поступак се понавља до задовољења свих капацитета. Редослед попуњавања унет је у табели Т — 12.

Матрица за решење по методи Фогелове апроксимације

Усеци	Насипи и депоније							Разлика у реду
	j	1	2	3	4	5	6	
i	b _j i	5 460	8 52020	3 7.900	2 25.250	1 1.190	6 61.863	5 15-6
1	6 18.436	20 460	30 15.603	35	45	60	15 2 873	5
2	7 1.706	35	25 1.706	25	30	50	20	5
3	8 34.711	45	35 34.711	30	35	40	35	0
4	4 93.830	25	20	15 7.900	15 25.250	15 1.190	10 59.490	5
Разлика у ступцу		5 15-5	5	10-3	15-2	25-1	5	10-4

$$Z_I = 2,880.420 \text{ дин.}$$

За решење по статистичкој методи састављена је матрица T — 13 где су унете вредности C_{ij} (у средини квадрата), срачунате су за сваки ред и сваки стубац вредности и њихов збир

$$\frac{\sum_{i=1}^m C_{ij}}{m} \quad \text{ i } \quad \frac{\sum_{j=1}^n C_{ij}}{n} \quad \text{ i njihov zbir}$$

унет је у квадрате „ij“ у горњи део.
У доњи део квадрата уписана је

вредност разлике.

$$\frac{\sum_{i=1}^{l=m} C_{ij}}{m} + \frac{\sum_{j=1}^{j=n} C_{ij}}{n} - t_{ij}$$

Ове вредности сређене су по величини у T — 14 и то даје редослед попуњавања квадрата до величине капацитета a_i односно b_i .

У табели Т — 15 унет је редослед попуњавања и тиме је дато оптимално решење.

Матрица за решење по статистичкој методи

T-13

[illegible]

Табела редоследа вредности из Т — 13.

Т — 14

Редни број	Квадрат	Вредност	Редни број	Квадрат	Вредност
1	2 — 3	52,05	13	3 — 2	28,17
2	1 — 1	45,45	14	4 — 3	27,92
3	4 — 5	42,92	15	2 — 1	27,05
4	1 — 6	39,20	16	4 — 6	26,67
5	3 — 5	36,92	17	1 — 3	25,45
6	2 — 2	33,30	18	4 — 2	24,17
7	4 — 4	32,92	19	4 — 1	22,92
8	2 — 4	32,05	20	2 — 5	22,05
9	3 — 3	31,92	21	3 — 1	21,92
10	3 — 4	31,92	22	3 — 6	20,67
11	1 — 2	31,70	23	1 — 4	20,45
12	2 — 6	30,80	24	1 — 5	15,45

Оптимални распоред према статистичкој методи.

Т — 15

		Т—15							
Усеци и	Насипи и депоније								
	j	1	2	3	4	5	6		
	$\frac{b_j}{a_i}$	2			7	3	16		
1	4	20	460	52.020	7.900	25.250	1.190	61.863	
	18.436		2	11	17	23	24	15	4
			460					17.976	
			15	6	25	1	8	20	12
2	1.706				1.706				
	13	21		13	9	10	5	22	
3	34.711		35	34.711					
		19		18	14	7	3	16	
4	93.830		20	17.309	15	15	15	10	16
					6.194	25.250	1.190	43.887	

$$Z_s = 20 \times 460 + 15 \times 17.976 + 25 \times 1.706 + 35 \times 34.711 + 20 \times \\ \times 17.309 + 15 \times 6.194 + 15 \times 25.250 + 15 \times 1.190 + 10 \times \\ \times 43.887 = 2,810.935 \text{ дин.}$$

Упоређење коштања:

према тачној-транспортној методи — $Z_t = 2,802.551$ дин. — 100%

према приближним методама:

Индексној $Z_i = 2,802.551$ дин. — 100%

Фогеловој $Z_f = 2,880.420$ дин. + 2,8%

Статистичкој $Z_s = 2,810.935$ дин. + 0,3%

5. Закључак.

Потребно је почети примењивати методе линеарног програмирања код распореда маса код механизованог извођења радова, јер класичан начин путем уравница у случају примене разноврсних машина са различитим ценама по јединици мере и које нису управо пропорционалне дужинама радова нити може дати оптимално решење у погледу времена извођења.

Транспортна метода даје тачне резултате, и за матрице величине 20×20 , треба је без двоумљења

примењивати са уобичајеним начином рачунања.

За веће матрице треба користити за добијање тачних резултата електронске рачунаре.

Приближне методе прорачуна треба користити за брзо оријентационо решење које је често потребно у пракси, за постављање првог базног решења ради смањивања броја итерација, као и за грубу контролу добијеног решења по другим методама. Приближне методе могу се користити и за релативно велике матрице без употребе електронских рачунара.

*Пуштен у саобраћај пут
Краљево - Рашка*

У клисури Ибра, на улазу у Рашку, одржана је, на дан годишнице ослобођења града, велика народна свечаност. У присуству многобројних грађана, омладине и гостију, званично је пуштена у саобраћај деоница Ибарске магистрале Краљево - Рашка, дуга 84 километра.

Пуне три године грађен је овај пут. Коштао је 3 милијарде и 300 милиона старих динара и изграђен је углавном уз помоћ инжењеријских јединица Југословенске народне армије. Иако, добрим делом, иде старом трасом, пут је морао потпуно да се реконструише. На њему је изграђено шест нових мостова и 240 пропуста. Цела ова деоница је модернизована, проширена и асфалтирана.

Значај овог дела Ибарске магистрале је вишеструк. Траса пута вијуга покрај реке и пролази најлепшим и најпривлачнијим деловима Ибарске клисуре. Читав овај крај је познат због своје лепоте, дивних пејзажа, богатих ловних и риболовних терена.

Посебна вредност овог краја су многобројни културно - историјски споменици из средњег века који сада, отварањем овог пута, постају

доступни туристима и излетницима. Сада се из Београда, на пример, стиже асфалтом до самих Сопотана!

Пут је званично пустио у саобраћај, пресецањем траке, Станимир Петровић, председник Скупштине општине Рашка.

Следеће године довршиће се преостала 34 километра према Косовској Митровици, чиме ће Ибарска магистрала бити потпуно завршена.

Политика, Београд

Мостови, засад на суву

На Ђердапској магистрали до 1970. године биће изграђено 40 мостова. Њихова дужина достиже и 130 метара, а висина на појединим местима 30 метара. Радове изводе градитељи мостова пожаревачког грађевинског предузећа „Стиг“ и Грађевинско предузеће из Пријепоља који већ две године не напуштају Ђердап.

Занимљиво је да се ниједан мост у Ђердапу неће градити на води. Вода ће протећи испод мостова тек када се подигне ниво Дунава, а дотле они ће само премошћавати урвине којих има веома много на овој страни. Понеке задају велике тешкоће градитељима. То је случај и

са мостом пројектованим у близини Доњег Милановца над пећином која се није видела. Упркос свим покушајима градитеља да се пећина „савлада“, радови су обустављени да би стручњаци пројектовали нови мост.

Иначе, изградња мостова иде по плану. Управо, сваки мост завршава се месец до месец и по дана пре рока. Ово нарочито успевају градитељи „Стига“, који изводе највећи део радова, чијим су мостовима овде у Ђердапу дали високе оцене.

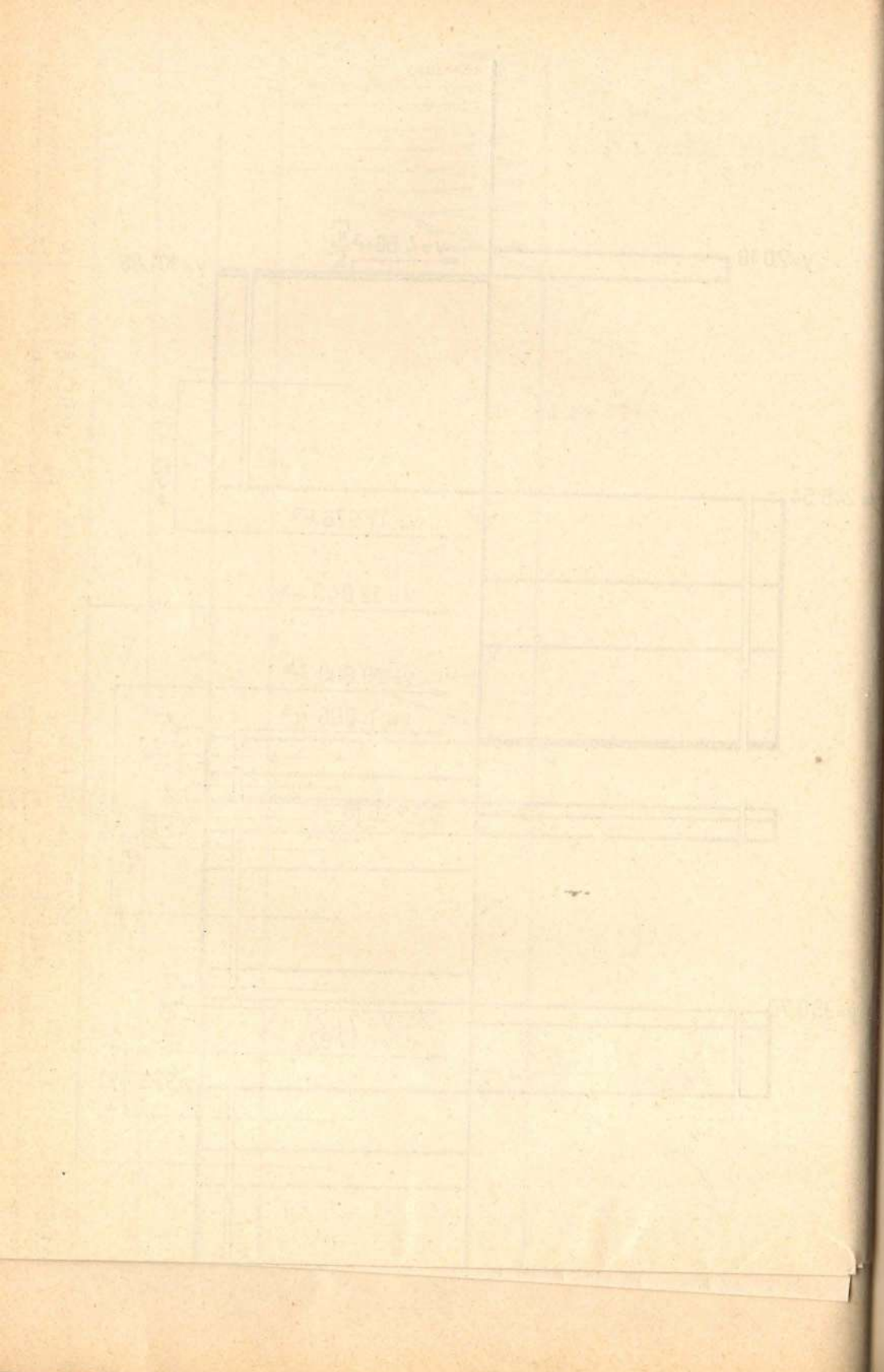
— Овде нико не сме да закасни, — каже управник „Стигове“ грађевине Радослав Дељанин. — Ако закаснимо ми с мостовима — закасниће „Партизански пут“ с путем, а ако они закасне — закасниће хидроцентрала, јер се брана не сме

пустити док пут не буде готов. И, досад нико није закаснио.

Од двадесетак мостова уговорених ове године, половина је већ изграђена. Друга половина градиће се у првом полугодишту идуће године. „Стиг“ увелико припрема материјал за десет мостова које ће градити на деоници Кожица — Добра — Брњица, док ће градитељи из Пријепоља радити на деоници изнад Горњег Милановца.

Најтежа деоница је Пецка бара — Текија на којој ће бити изграђено осам мостова у укупној дужини од 800 метара. Уколико буду обезбеђена средства, изградња ових мостова почела би већ у другој половини идуће године.

Експрес, Београд



САДРЖАЈ

Арса Томић, директор предузећа за путеве — Врање — Аутопут кроз Грделичку клисуру — проблем одржавања и безбедност саобраћаја.

Проф. инж. Исак Папо — Термичка анализа неуспјеха код израде танких асфалтних застора у касну јесен.

Д-р инж. Алексеј Постњиков — Оптимални распоред маса при механизованом извођењу земљаних радова.

Из Друштва за путеве

Из наше штампе

