

С Р П С К И

ТЕХНИЧКИ ЛИСТ

ОРГАН УДРУЖЕЊА СРПСКИХ ИНЖЕЊЕРА

РЕДАКЦИОНИ ОДБОР

УПРАВНИ ОДБОР УДРУЖЕЊА

УРЕДНИК МИЛАН Ј. АНДОНОВИЋ, ПРОФЕСОР ВЕЛ. ШКОЛЕ

ГОДИНА IV.

ЈАНУАР и ФЕБРУАР 1893.

СВЕСКА 1.

КОНТРОЛНО ГРАФИЧКО РАЧУНАЊЕ НАПРЕЗАЊА

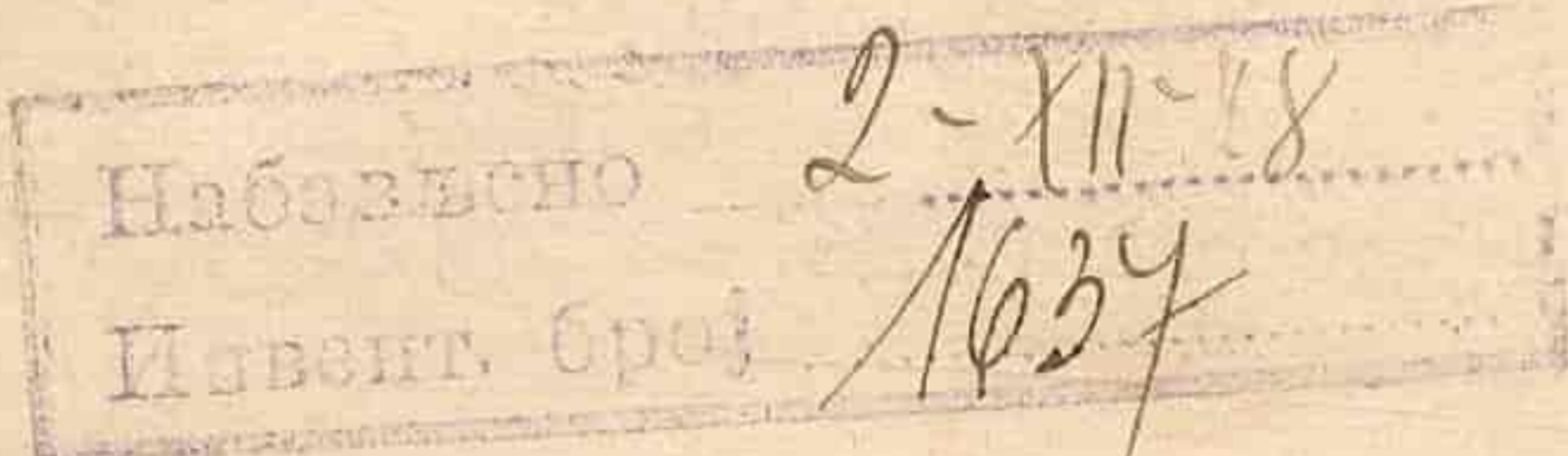
У

КОНСТРУКТИВНИМ ДЕЛОВИМА ГЛАВНОГ НОСИОЦА ЉУБИЧЕВ. МОСТА

ОД

Ј. СТЕФАНОВИЋА,

ИНЖЕЊЕРА.



На листу 49 извршено је графичко рачунање напрезања у свима деловима главног носача, под истим условима, који су служили и за основу аналитичког рачуна. (Види ово у 5. бр. «Техн. Листа» стр. 142.)

Да пропратимо у кратко ток графичког рачуна.

Најпре су одређена напрезања свију делова од сопственог терета. При томе је терет на чворовима распоређен тако, да падају 2 тоне на горње чворове, а 5 тони на доње чворове носиоца.

На слици 1. (види «План сила за неоптерећен мост») пренесени су терети истим редом, којим дејствују на носилац, т. ј. најпре реакција са левог ослоњаца по смислу и величини, затим силе на доњим чворовима у смислу како дејствују, од краја до краја; иза ових долази реакција на десном лежишту, а после ове, силе на горњим чворовима. Тако, да те све силе имају завршен полигон сила, односно резултанту равну нули.

Реакција представља већ величину нулте вертикале.

Да би одредили напрезања првог горњег појаса и дијагонале, треба пресећи носач вертикално у првом пољу. Сем реакције, — односно нулте вертикале, нема ни једне спољне силе, те с тога ову треба разложити у компоненте па-

ралелне са правцима дијагонале и горњег појаса у том пољу.

Сад прелазимо на доњи чвор а пресецамо први горњи појас, прву вертикалу и други доњи појас. У том чвору дејствују: *прва дијагонала и спољна сила у првом доњем чвору*. Обе ове дају резултанту, која је престављена трећом страном троугла, ког заклапа напрезање дијагонале и сила у првом чвору. Ову имамо да разложимо у компоненте паралелне са *правцем прве вертикале и правцем доњег појаса у другом пољу т. ј. у верт. и хориз. компоненти*.

Кад се то изврши, прелази се на горњи чвор исте вертикале. У том чвору дејствује: *вертикале 1, први горњи појас и спољна сила 2 тоне у самом чвору*. Оне са њиховом резултантом чине четвороугао а резултанту преставља завршна страна истог четвороугла. Ову имамо да разложимо у компоненте паралелне са *правцем: горњег појаса у другом пољу и компоненти паралелну дијагонали у истом пољу*.

Овако се поступа даље и прелази са једног чвора на други, док се не дође до последњег чвора.

Контрола тачности рада састоји се у томе што се овако конструјисани полигон мора да *склопи*.

При конструјисању појединих напрезања нужно је повлачење паралелних а ово би према

размери, у којој се црта изглед моста, а са кога би се паралелне повлачиле, било нетачно. С тога сам правце, који су ми потребни били, конструјисао у великој размери у самој фигури плана сила. Ово се врло zgodно може да ради на милиметарској хартији, на каквој је и извршен оригинални цртеж.

Кад су одређена напрезања од сопственог терета прелази се на одредбу *максимални напрезања од покретног терета*.

На листу 49. су максимална напрезања за горњи и доњи појас одређена на два начина.

1. Конструјисана је *линија максималних момената* помоћу *верижног полигона сила*. При томе је узета *полна дистанција* $= H = 4 \cdot \lambda$ (види сл. 3.). Конструкција верижног полигона отпочета је од горњег чвора нулте вертикале (сл. 4.). *Контрола за тачност конструкције овог полигона састоји се у томе, што последња страна верижног полигона мора да пролази кроз горњи чвор последње вертикале.*

Завршна страна овог верижног полигона је тетива параболоног лука по коме је конструјисан горњи појас. *Ординате овог верижног полигона, мерене од завршне стране, јесу величине максималних момената.* Ове ординате по принципу *Цимермановом* треба пренети од дотичних горњих чворова, па онда разложити овај момент на горњи и доњи појас.

Ово је извршено за горњи и доњи појас у 4-том пољу (сл. 4.).

2. Помоћу *Кремониног плана сила* за покретан терет под пред поставком, да је цео мост оптерећен, пошто је ово најопасније терећење за оба појаса. Ово је извршено на сл. 2.

Најопаснији положај покретног терета за дијагоналу у m -том пољу сазнаћемо из овог посматрања. Ма каква сила P у томе пољу разлаже се на две компоненте, које се патосном конструкцијом преносе на суседне чворове.

Ако јој је остојање од десног чвора x и са λ означимо ширину поља (Feldweite, раппеау), онда на десни чвор преноси се део од P који добијамо разлагањем:

$$P(\lambda - x) = p\lambda \text{ или } p = \frac{P(\lambda - x)}{\lambda};$$

а део што пада на леви чвор тога поља износи

$$q = P - p = \frac{Px}{\lambda}.$$

сила P даје на левом ослоњу прилог реакцији:

$$r = \frac{P\{(n-m)\lambda + x\}}{n \cdot \lambda},$$

при чему n представља целокупни број поља.

Најзгоднији прекрет за одредбу напрезања исте дијагонала јесте пресек горњег и доњег појаса истог поља. Они се секу у тачки, која лежи иза левог ослоња за f .

p и напрезање дијагонала дејствују односно прекрета у једном смислу а реакција у противном.

Сила P сме напредовати по m -том пољу а ка $(m-1)$ чвору све донде, докле моменти, које дају: реакција услед силе P на левом ослоњу и компонента силе P , што пада на леви чвор m -тог поља, не буду једнаки.

Реакција дејствује према прекрету на краку f а поменута компонента на краку $f + (m-1)\lambda$.

Докле год буде:

$$r \cdot f > p(f + (m-1)\lambda)$$

сила P даваће прилог максимуму дијагонала у m -том пољу.

На месту гди су оба израза једнака прилог максимуму је нула; најзад, ако се буде P прекрело и даље, однос ће постати такав, да ће прилог максимуму од силе P бити са противним знаком; дакле сила P дејствоваће на смањење максимума.

Према томе место, до ког сме напредовати покретан једнако подељени терет, какав се при оптерећењу моста замишља, те да се произведе максимално напрезање m -те дијагонала добићемо из услова:

$$r \cdot f = p(f + (m-1)\lambda).$$

Гди кад заменимо вредности добијамо:

$$\frac{P\{(n-m)\lambda + x\}}{n \cdot \lambda} = \frac{Px}{\lambda}(f + (m-1)\lambda)$$

из чега је:

$$x = \frac{(n-m)\lambda \cdot f}{f(n-1)\lambda + n(m-1)}$$

Продужимо горњи појас у томе пољу на обе стране до пресека са крајним вертикалама, па ћемо добити одсечке N и \mathfrak{N} ; пресечне тачке вертикала и продуженог појаса (G и F) вежимо са доњим чворовима, (C и B) који то поље ограничавају, као што је то учињено на листу 49. сл. 4. и доведимо те две праве до пресека Координате пресечне тачке H у односу на десни чвор означимо са x и y .

Из подобности троуглова

$$\begin{aligned} \triangle SKH &\sim \triangle CHG \text{ и} \\ \triangle BKH &\sim \triangle BAF \end{aligned}$$

где је

$$\begin{aligned}AG &= N, & A, F &= \mathfrak{N}, \\KH &= y, & KB &= x, & AC &= (m-1) \lambda \\A, B &= (n-m) \lambda & \text{и} & & CK &= (\lambda-x)\end{aligned}$$

постоје сразмере:

$$\frac{\lambda-x}{y} = \frac{(m-1) \lambda}{N}; \quad \frac{x}{y} = \frac{(n-m) \lambda}{\mathfrak{N}}$$

а из ових двеју следује

$$\frac{\lambda-x}{x} = \frac{(m-1) \lambda \cdot \mathfrak{N}}{(n-m) \cdot \lambda \cdot N};$$

али постоји још сразмера:

$$\frac{\mathfrak{N}}{N} = \frac{f + n \lambda}{f}.$$

Дакле

$$\frac{\lambda-x}{x} = \frac{(m-1) (f + n \lambda)}{f (n-m)}$$

отуда:

$$\begin{aligned}x &= \frac{(n-m) f \cdot \lambda}{f (n-m) + (m-1) (f + n \lambda)} & \text{или:} \\x &= \frac{(n-m) f \cdot \lambda}{f (n-1) \lambda + n (m-1)},\end{aligned}$$

као и горе.

Овим је одређен начин изналажења границе терећења (*Belastungsscheide*) за напрезања у дијагонали.

Кад се на познати начин конструише линија трансверзалних сила (*A* полигон) покретног терета (за једнако подељено терећење добија се парабола), и одредимо границу терећења; онда само треба још одредити величину реакције, која одговара терећењу до тог места па је разложити на компоненте паралелне правцем дијагонале и горњег појаса.

Пошто постоје попречни носачи, отпада од реакције део, који даје компонента терета у *m*-том пољу, што пада на леви чвор истог поља.

Означимо са *p* терет на дужину јединицу, па је тај део

$$\begin{aligned}& p x \cdot \frac{x}{2} \\&= \frac{\quad}{\lambda}\end{aligned}$$

Пренесимо $p \lambda =$ терету на чвор на вертикалу левог чвора дотичног поља, саставимо пренету

тачку са десним чвором истог поља, па је величина, коју та права одсеца на вертикали кроз границу терећења, количина $p x$. Ову количину пренесимо, помоћу паралелне линије са доњим појасом, на вертикалу другог левог чвора иза тога поља, па добивену тачку кад вежемо са десним чвором поља које испитујемо; онда та отсеца на вертикали кроз границу терећења

$$\frac{p x \cdot x}{2 \lambda}.$$

Овако одређену реакцију за терећење до границе (*Belastungsscheide*) треба пренети на место гди дејствује и тамо је разложити у компоненте паралелне дијагонали и горњем појасу.

Да би се ово могло извршити, треба замислити пресек кроз исто поље, тако, да се сече дијагонала која је у питању. Па како силе: реакција, појас O_m , дијагонала D_m и појас U_m не пролазе кроз једну тачку, те да се на прост начин изврши разлагање реакције; мора се кроз пресек O_m са D_m положити помоћна сила L која пролази кроз пресек реакције и U_m . Сад реакцију разложимо на L и U_m а L на D_m и O_m .

Тако је одређена максимална вредност за D_m .

Кад је дијагонала највећма напрегнута, онда је и вертикала на чијем је горњем крају дијагонала везана такође у максималном напрезању, пошто она има да се опире вучењу дијагонале. Ово би се и из сличног рачуна могло увидети.

Зарад одредбе величине напрезања у вертикали ($m-1$) треба дакле узети опет границу терећења у m -том пољу но пресек тако, да овај пресеца горњи појас ($m-1$ -ог поља ($m-1$ -ве вертикалу и m -ти доњи појас па разлагање реакције извршити на исти начин који је горе описан за дијагоалу.

Минимална напрезања дијагонала и вертикала; односно напрезања са противним знаком, добићемо ако терећење извршимо с противне стране до границе терећења и употребимо позитивне трансверзалне силе.

Но како се реакције допуњују до целог терета, довољно је да извршимо описани рад од једног краја моста до другог, па ћемо добити све вредности напрезања ових конструктивних делова

Ова напрезања од покретног терета треба затим комбиновати са напрезањима, која добијају ти делови услед сопственог терећења па ће се тиме добити прави максимум и минимум

Полигон деформације.

На листу 49. извршено је и прорачунавање повијања свију чворова при тоталном оптерећењу и оптерећењем услед сопственог терета,

које одговара извршеним димензијама моста. Ово повијање израчунато је графичком конструкцијом *полигона деформације* (*Verschiebungspolygon Polygon finiculaire de déformation*) а по методи Williot-a

Помоћу кремониног плана сила одређена су напрезања и услед сопственог терета и услед тоталног оптерећења (сл. 5). Па из ових израчунате праве дужине, за које се сваки конструктивни део истеже или скраћује. Ове су количине у милиметрима уписане у приложеном табеларном прегледу.

Принцип је овај.

Посмотримо троугао (сл. 6) коме се две стране по дужини мењају. Страна a нека се продужи за Δa а страна b нека се, рецимо, скрати за дуж Δb . Онда ће се и теме троугла преместити. Нов положај темена после деформације страна, наћићемо лако помоћу шестара. Треба нове дужине страна захватити у шестар и њима описати луке. Пресек ових лукова одређује нови положај темена. Но како су дужине Δa и Δb врло мале количине, јер истезања појединих конструктивних делова моста једва односе 2 до 3 милиметра на дужину од 5 до 10 метара то су и померања услед ових малих промена дужина незнатна; те се и поменути луци, описани са полупречником од неколико метара, могу сматрати на кратке дужине као управне на правац дотичне стране. Нов положај тачке добијамо дакле кад из крајних тачака промењених дужина страна подигнемо управне на дотичне стране и ове доведемо до пресека. (Види сл.).

И ако сад посмотримо саму тачку, која се помера, видимо да треба само од ње у дотичним правцима пренети величине Δa и Δb па се помоћу управних конструише нов положај C' . Кад је одређен нов положај C' онда се на сличан начин одређује и положај другог троугла, који може бити у вези са a или са b . Тим начином се налази и узајамни промењени положај целог система тачака. Но овакав би цртеж за деформацију моста морао заузети врло велике димензије

Место тога треба одредити само мрежу промена појединих т. ј. одређивати релативно померање сваке тачке односно њене две предходне у истом троуглу.

Та мрежа зове се *полигон деформације*.

Зарад конструкције целог полигона деформације, треба само још знати положај ма које стране после деформације, те да се иста узме као полазна. Ако се то унапред не зна, онда се ма која, која је за лакшу конструкцију згоднија, привремено сматра као стална; па се почев од ње, конструише цео полигон деформације; па

тек после, обртањем целог полигона све док основна страна не дође у нови положај, и цео полигон доведе у природан положај.

Овде је конструкција симетрична према средини носача (6-тој вертикали) а тако исто је и терећење симетрично, па је с тога лако појмити да ће и деформације око ове средине бити симетричне, те ће по томе вертикала 6 остати и после деформације вертикална. С тога је и цртање полигона отпочето са средњим чвором доњег појаса и истезањем средње вертикале.

Да пропратимо ток конструкције.

Узмимо на пример конструкцију полигона деформације за *сопствен терет носача* (сл. 7). Од повољне изабране тачке пренето је истезање вертикале 6 у вредности 0,426 mm у смислу у коме би се суседни чвор на тој вертикали морао при истезању кретати, кад би се изабрала тачка сматрала као непомична. Почели смо од доњег чвора средње вертикале и с тога је 0,426 пренесено на више јер би се у том правцу горњи чвор морао кретати кад би био доњи непомичан.

У доњем чвору 6-те вертикале стичу се две дијогонале и два доња појаса. И њима одговарајућа истезања пренели смо у дотичним правцима и у смислу кретања суседног чвора. Дакле за леви појас одговарајуће истезање на лево, а за десни на десно, слично а и за дијогонале слично њихове вредности. За појасеве су истезања: 0,731 mm а за дијогонале 0,280 mm.

У горњем чвору исте вертикале, коме смо већ положај одредили, стичу се оба горња појаса (6-тог и 7-мог поља). Пошто се појаси скраћују (истезање негативно), морамо и смисао променути и пренети одговарајуће скраћење леве стране на десао; јер би се суседни чвор у том смислу морао кретати при скраћењу појаса, кад би овај чвор био непомичан. Из истог разлога је скраћење десног појаса пренето на лево. Вредност скраћења је — 1,181 mm.

Шеста вертикала, појас горњи и дијогонала 6-та образују троугао. Кад опишемо напред наведене луке, односно повучемо нормале на правац дијогонале и правац горњег појаса, онда је пресек ових одговарајућих управних нов релативан положај горњег чвора бр. 5. и с друге стране бр. 7.

У овом чвору сад стиче се 5-та односно 7-ма вертикала и 6-ти односно 7-ми појас. Њихове су деформације негативна истезања, зато их преносимо у противном смислу и то дуж — 1,176 у правцу појаса а — 0,238 у правцу вертикале бр. 5. одн. 7. 5-та вертикала, шеста дијогонала и шести доњи појас чине троугао, треће теме, односно релативни положај доњег

петог чвора, наћићемо у пресеку управних на правац вертикале бр. 5 и доњег појаса бр. 6. (исто вреди и за чвор бр. 7.).

Овако се иде од тачке до тачке и конструира релативан положај свију чворова редом, сваки у односу на своја два суседна.

Тиме се најзад добија и релативно издизање нултог и 12-тог чвора доњег појаса, дакле непомичних ослонаца моста, над средњим чвором доњег појаса; као и узајамно померање појединих чворова горњег и доњег појаса у хоризонталном и вертикалном смислу.

Слично је, само у другој размери, конструисан и полигон деформације од сопственог и прелазног терета сл. 8.

Истежања или скраћења појединих конструктивних делова израчуната су овако:

ϵ је модуло еластичности, који се може назвати сила, што би штап јединице пресека ис-

тегла за дужину l гди је l првобитна дужина штапа, наравно с претпоставком, као да закон о сразмерности сила и истежања вреди и преко границе еластичитета. Ако је S напрезање дотичног конструктивног дела, а F површина пресека, онда је $\frac{S}{F}$ специфично напрезање тога конструктивног дела (напрезање на јединицу пресека) Па како су деформације, о којима је овде реч, врло мале и повијање моста треба да остане у границама еластичности; то онда постоји закон сразмерности сила и истежања и

$$\Delta l : l = \frac{S}{F} : \epsilon \text{ отуд } \Delta l = \frac{Sl}{\epsilon F} .$$

Δl је позитивно или негативно како је кад сила, која дејствује, S , позитивна или негативна.

ТАБЕЛАРНИ ПРЕГЛЕД

ПРОРАЧУНАВАЊА ИСТЕЖАЊА ПОЈЕДИНИХ КОНСТР. ДЕЛОВА МОСТА, УСЛЕД СОПСТВЕНОГ ТЕРЕТА И УСЛЕД ТОТАЛНОГ ОПТЕРЕЖЕЊА. СОПСТВЕН ТЕРЕТ 5 ТОНИ НА ДОЊИМ, 2 НА ГОРЊИМ ЧВОРОВИМА, МОБИЛАН 6,4 ТОНИ НА ДОЊИМ.

ДЕО МОСТА	РЕДАН БРОЈ ПОЈА ИЛИ КОНСТ. ДЕЛА	ПОВРШИНА ПРесеКА F mm^2	ДУЖИНА КОНС. ДЕЛА e mm	$\frac{l}{F}$	СОПСТВЕН ТЕРЕТ			КОМБИНОВ. СОПСТ. И МОБИЛАН ТЕРЕТ		
					НАПРЕЗАЊ. S ТОНЕ	$\frac{S}{\epsilon}$	$\frac{S}{\epsilon} \cdot \frac{l}{F}$ mm	НАПРЕЗ. $Stot$ ТОНЕ	$\frac{Stot}{\epsilon}$	$\frac{Stot}{\epsilon} \cdot \frac{l}{F}$ mm
горњи појас	1	10200	5393	0.5290	-40,40	2,245	-1,184	-77,30	4,290	-2,267
	2	12880	5309	0,4115	-57,20	3,178	-1,395	-109,50	6,065	-2,670
	3	14440	5241	0.3640	-66,00	3,665	-1,572	-126,34	7,000	-3,009
	4	15480	5189	0,3445	-70,20	3,900	-1,332	-134,38	7,445	-2,550
	5	16070	5155	0,3200	-72,20	4,010	-1,286	-137,64	7,630	-2,546
	6	16070	5137	0,3197	-72,72	4,040	-1,291	-138,72	7,700	-2,472
доњи појас	1		5135		0,00	0,00	0,000	0,00	0,000	0,000
	2	13780	5135	0,3725	38,38	2,135	0,790	73,47	4,080	1,512
	3	19060	5135	0,2700	55,30	3,078	0,800	105,86	5,875	1,531
	4	20500	5135	0,2505	64,20	3,575	0,900	122,90	6,830	1,723
	5	25440	5135	0,2025	69,30	3,850	0,780	132,66	7,360	1,493
	6	26060	5135	0,1975	72,00	4,000	0,800	137,83	7,650	1,531
диагонале	1	11200	6214	0,5550	46,45	2,580	1,419	87,52	4,860	2,500
	2	6240	7272	1,1650	24,03	1,335	1,547	46,00	2,555	2,850
	3	5200	8283	1,5950	14,38	0,798	1,272	27,53	1,328	2,430
	4	3840	9125	2,3800	9,26	0,514	1,222	17,72	0,984	2,233
	5	3080	9760	3,1700	4,95	0,280	0,870	9,47	0,526	1,671
	6	2400	10144	4,2300	1,60	0,089	0,308	3,06	0,170	0,588
вертикале	0	8410	3500	0,4160	-38,50	2,140	-1,013	-73,70	4,880	-1,700
	1	5686	5150	0,9080	-21,20	1,178	-0,866	-38,75	2,145	-1,930
	2	5686	6500	1,1451	-12,00	0,667	-0,550	-21,14	1,190	-1,320
	3	5686	7550	1,3302	-6,35	0,355	-0,465	-10,32	0,574	-0,732
	4	5686	8300	1,4620	-2,38	0,133	-0,093	-3,64	0,202	-0,295
	5	4884	8750	1,7700	+0,80	0,045	+0,078	+3,93	0,218	+0,386
6	4884	8900	1,8219	+3,63	0,220	+0,367	+8,78	0,487	+0,887	

Професор Милер — Бреслау у својој графичкој статисти препоручује да се вредност модула еластичности сведе од 2000 на 1800 за mm те тиме води у неколико рачуна и обзира на дозвољене нетачности при монтажи и непотпуном узајамном дејству нових нитна.

По горњој формули састављен је горњи табеларни преглед.

У првобитном пројекту биле су друге димензије вертикала предвиђене, и ја сам тада рачунским путем одредио био величину повијања средњег чвора доњег појаса.

С тога и овај рачун прилажем у следећој табелици:

ПРОРАЧУНАВАЊЕ

ПОВИЈАЊА СРЕДЊЕГ ЧВВРА НА ДОЊЕМ ПОЈАСУ МОСТА ПРЕКО МОРАВЕ КОД ЉУБИЧЕВА БРОЈ ПОЉА 12. СОПСТВЕН ТЕРЕТ 5 ТОНИ НА ДОЊИМ 2 НА ГОРЊИМ ЧВОРОВИМА. МОБИЛ. ТЕРЕТ 6,4 ТОНЕ НА ЧВОР.

ДЕО МОСТА	РЕДНИ БРОЈ ПОЉА ИЛИ ДЕЛА	ДУЖИНА l	ПОВРШИНА ПРЕСЕКА F	$\frac{l}{F}$	НАПРЕЗАЊА ОД СИЛЕ У СРЕДЊЕМ ЧВОРУ S	СОПСТВЕНИ ТЕРЕТ МОСТА			КОМБИНОВАНИ МОБИЛ. И СОП.			НАПРЕЗАЊЕ ОД ТЕРЕЊА СА ТОНОМ НА СВАКОМ ЧВОРУ
						НАПРЕЗАЊЕ S_e ТОНЕ	$S_e \cdot s$	АРГУМЕНТ $\frac{l}{S_e \cdot s} \cdot F$	НАПРЕЗАЊЕ $St. s.$ ТОНА	$St. s$	АРГУМЕНТ $\frac{l}{St. s} \cdot F$	
ГОРЊИ ПОЈАС	1	5393	10200	0,5290	-0,524	-40,400	+ 21,15	+ 11,20	- 77,300	+ 40,50	+21,40	- 5,760
	2	5309	12880	0,4115	-0,817	-57,200	+ 46,70	+ 19,20	-109,500	+ 89,50	+36,80	- 8,166
	3	5241	14440	0,3640	-1,042	-66,000	+ 68,80	+ 25,02	-126,340	+131,60	+47,75	- 9,370
	4	5189	15480	0,3445	-1,250	-70,200	+ 87,70	+ 30,20	-134,380	+168,00	+57,75	-10,000
	5	5155	16070	0,3200	-1,473	-72,200	+106,30	+ 33,90	-137,640	+202,80	+65,00	-10,310
	6	5137	16070	0,3197	-1,619	-72,720	+117,60	+ 37,70	-138,720	+224,50	+71,00	-10,390
ДОЊИ ПОЈАС	1	5135			0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	+ 0,000
	2	"	13780	0,3725	+0,498	+38,380	+ 19,19	+ 7,175	+ 73,470	+ 36,73	+13,70	+ 5,482
	3	"	19060	0,2700	+0,790	+55,300	+ 43,70	+11,820	+105,860	+ 83,65	+22,60	+ 7,900
	4	"	20500	0,2505	+1,020	+64,200	+ 65,50	+16,400	+122,900	+127,8	+32,00	+ 9,181
	5	"	25440	0,2025	+1,233	+69,300	+ 85,20	+17,350	+132,660	+163,8	+33,20	+ 9,898
	6	"	26060	0,1975	+1,467	+72,000	+ 105,8	+21,000	+137,830	+201,5	+40,00	+10,275
ДИАГОНАЛЕ	1	6214	11200	0,5550	+0,590	+46,450	+ 27,30	+15,20	+ 87,520	+ 51,60	+28,65	+ 6,400
	2	7272	6240	1,1650	+0,412	+24,030	+ 9,90	+11,53	+ 46,000	+ 18,50	+21,55	+ 3,440
	3	8283	5200	1,5950	+0,371	+14,380	+ 5,34	+ 8,52	+ 27,530	+ 10,20	+16,30	+ 2,055
	4	9125	3840	2,3800	+0,386	+ 9,260	+ 3,57	+ 8,50	+ 17,720	+ 6,84	+16,30	+ 1,322
	5	9760	3080	3,1700	+0,437	+ 4,950	+ 2,16	+ 6,85	+ 9,470	+ 4,14	+13,12	+ 0,706
	6	10144	2400	4,2300	+0,521	+ 1,600	+ 0,83	+ 3,50	+ 3,060	+ 1,59	+ 6,72	+ 0,228
ВЕРТИКАЛЕ	0	3500	8410	0,4160	-0,500	-38,500	+ 19,25	+ 8,02	- 73,700	+ 36,85	+15,30	- 5,500
	1	5150	5686	0,9080	-0,339	-21,200	+ 7,19	+ 6,52	- 38,750	+ 13,15	+11,93	- 2,745
	2	6500	5686	1,1451	-0,292	-12,000	+ 3,52	+ 4,03	- 21,140	+ 6,16	+ 7,05	- 1,430
	3	7550	5686	1,3302	-0,292	- 6,350	+ 1,85	+ 2,46	- 10,320	+ 3,01	- 4,01	- 0,624
	4	8300	4884	1,7300	-0,319	- 2,380	+ 0,76	+ 1,31	- 3,640	+ 1,16	+ 2,01	- 0,197
	5	8750	4140	2,1020	-0,371	+ 0,800	- 0,29	- 0,61	+ 3,930	- 1,45	- 3,05	- 0,488
	6	8900	3460	2,5700	+0,551	+ 3,630	+ 2,00	+ 5,14	+ 8,780	+ 4,84	+12,43	+ 0,805
						СВЕГА : 311,93				СВЕГА : 593,57		

Повијање моста добијамо према овоме:

$$а) \text{ за сопствени терет } = \frac{1}{\epsilon} (2 \times 311,93 - 5,14) = \frac{1}{20t} (623,86 - 5,14) \\ = 30,679 \text{ милиметра}$$

$$б) \text{ за тотално терећење } = \frac{1}{\epsilon} (2 \times 593,57 - 12,43) = \frac{1}{20t} (1187,14 - 12,43) = 58,735$$

$$в) \text{ Разлика } = \text{ повијању од самог мобилног терета } = \\ = 28,056^{mm}$$

Као што се види из таблице, рачунање повијања је овде извршено по моровој методи, која се оснива на принципу рада, и повијање износи (види сл. 9.):

$$\delta = \frac{1}{\epsilon} \sum \frac{S \cdot l \cdot s}{F}$$

(Види и *Gegenseitigkeit der Verschiebungen* од проф. Forchheimer-a)

Из таблице се увиђа значај појединих количина у формули. При срачунавању истезања појединих делова моста уведене су теор. дужине њихове, што је теоријски нетачно; али су разлике у том погледу тако мале, да немају уплива на тачност израчунатог повијања.

У последњој рубрици израчуната су напрезања свију конструктивних делова с претпоставком, да у сваком чвору стоји сила 1. Ово је имало да послужи за срачунавање напрезања у случају, када би се имале пробе извршити или друкчијим теретом или када би сопствен терет знатно надмашио предвиђени у предрачуну. Коefицијенти из те рубрике, множени са дотичним у свима чворовима једнаким теретом, дали би дотична напрезања од тог новог већег или мањег терета на чвор.

Ово вреди што се тиче дијагонала и оба појаса и за сопствени терет а и за вертикале у толико, што би се добивеним производима морало додавати одречна вредност терета на горњем чвору.

У овој таблицу добивено повијање моста под тоталним теретом износи око 59 mm. С тога сам, при конструјисању моста у фабрици, предложио био и господин министар усвојио је, да се доњи појас моста скроји «на скок» т. ј са стрелицом од 60 у mm средини, како би при тоталном терећењу тек, средњи чвор доњег појаса дошао приближно у једну праву линију са лежишним чворовима. Управо би остала стрелица још од 1 mm. А под сопственим теретом мост треба да има 28 mm стрелице у средини.

Ово је и извршено и мост у доњем појасу показује заиста линију са стрелицом. Иначе, кад би се мост по теоријској линији скројио он би се услед сопственог терета повио за 30 mm и место праве добили би ланчаницу. А и кад би се удесило, да мост при сопственом терету дође са својим средњим чвором доњег појаса у праву са ослонцима, онда би опет изгледао повијен, јер дугачке праве линије имају то својство да изгледају слободном оку као ланчанице.

Потпуности ради слеђују и «Основи и прописи, према којима је мост рачунат и грађен.

ОСНОВИ И ПРОПИСИ

ЗА САСТАВ ПРОЈЕКТА ОДНОСНО ГРАЂЕЊА СТАЛНОГ МОСТА ПРЕКО МОРАВЕ КОД ЉУБИЧЕВА.

1. *Цељ моста.* Исти треба да служи, како за обичан, тако и за железнички саобраћај, које се при изради *пројекта*, мора узети у обзир. Но за сад ће се мост употребити само за обичан колски саобраћај.

2. *Положај моста.* Исти ће постојати у близини профила III. и IV. и спојиће се с постојећим путем, с обе стране рампама које имају 3% пада.

3. *Број и величина отвора моста.* Мост ће имати 3 отвора сваки по 60 m распона.

4. *Чиста ширина моста.* Слободна ширина моста биће 6,00 m.

5. *Висински положај моста.* Доња ивица моста гвоздене конструкције треба да буде 1,50 m над највећим стањем воде од прилике на коти 97,10.

6. *Гвоздена конструкција,* треба да је од ковнога гвозђа, речни и обални стубови пак да буду масивно зидани с каменом.

7. *Фундирање (оснивање) за обалне и речне стубове.* Темељи обалних стубова извршиће се помоћу оплате (Spundwand) на бетону, а у дубини 7—8 m (у којој се свакојако налази ситан шљунак са песком помешан или чврста глина) дакле приближно на коти 81,50.

Темељи речних стубова извршиће се пневматичним начином на дубину од прилике 10 m испод корита речног (у којој се дубини на сваки начин налази чврста глина или ситан шљунак) дакле приближено на коти 78.50.

Специјални (особени) прописи при израчунавању.

1. Оптерећење моста:

а) Сопствена тежина и случајни терет.

Гвоздена конструкција треба да се израчуна са обзиром на сопствени терет моста и на случајни.

Као случајни терет треба узети један путујући железнички воз од ниже означеног састава са притисцима појединих осовина, при чему треба ону слободну остављену површину пута сматрати као неоптерећену, а терети да се не узимљу као једнако подељени, већ као засебни терети да се узимају у рачун.

Оптерећење патоса за колски саобраћај узеће се 400 kg на 1 m².

2. *Дејство ветра* рачунаће се под претпоставком да притисак износи 270 kg на 1 m² неоптерећеног и 170 kg оптерећеног моста, од којих ће се неповољнији у рачун узети.



3. За неооптерећени мост рачунаће се први носач по његовој стварној површини а други носач по површини, која се има по следећој табели редуковати.

РАЗМЕР ОТВОРЕНЕ ПОВРШИНЕ МАШИНА НА УКУПНОЈ ПОВРШИНИ НОСАЧА	РАЗМЕР ЗА РАДУКОВАЊИ ВЕТРУ ИЗЛОЖЕНЕ ПОВРШИНЕ ДРУГОГ НОСАЧА
0,4	0,2
0,6	0,4
0,8	1,0

б) При оптерећеном мосту узете се воз као 2,50 m висок и 0,5 m над шинама помичући се се правоугаоник.

Као површина напада ветра изложена, узете се површина воза и ван обима истога налазећи се делови првог носача, као и редукована површина тих делова другог носача.

3. *Напрезање.* Дозвољено напрезање k (Spannung) за конструктивне делове од ковног гвожђа је на 1 cm^2 кориснога пресека (т. ј. по одбитку заковница) рачунаће се по овом образцу:

$$K = 700 \left(1 + \frac{1}{2} \frac{S_{\min}}{S_{\max}} \right) \text{ kg.}$$

Свакојако пак не сме бити веће од 900 kg на 1 cm^2 .

За рачунање заковница — нита — узете се 560 kg на 1 cm^2 а напрезања између нита не сме прећи од $1,100 \text{ kg}$ на 1 cm^2 и има се рачунати по формули:

$J = 2,5 Pl^2$ ако је њихова дужина према пресеку знатна, при чему је J моменат лењивости пресека 1 cm^2 ; AP предпоставља притисак у тонама у правцу дужине; а l је слободна дужина конструктивнога дела у метрима.

За конструктивне делове од дрвета напрезање не сме бити веће од 50 kg на 1 cm^2 .

Димензије подложених плочица треба да су толике, да не буду са више од 25 kg на 1 cm^2 оптерећене.

Код свију конструктивних делова, који се на притисак напрежу, треба узети у обзир и отпор против превијања.

2. *Конструкција стубова.* Стубови средњи и обални озидате се сијенимом из Доњег Милановца (на Дунаву) и то спољне површине са полутесаницима (Hackelstein) а остали простор ломљеним каменом, а све у хидрауличном малтеру. Темељни зид до проширења самога основа — који мора бити $1,50 \text{ m}$ испод најниже воде — треба саградити са најбољим ломљеним каменом (евентуално оба обална стуба са бетоном).

Над дном темеља долази слој квадера (quader) од $0,50 \text{ cm}$; а над њим треба да дође за сваки $2—3 \text{ m}$ висине по један везујући слој (liebage) исте јачине.

Остали слојеви зида, што су међу и над тим поменути слојевима имају се саградити ломљеним каменом, а оне поршине које се виде треба израдити са полу тесаним каменом, и то свуда од једнаке јачине слоја. Прочеље стубова, камење на ћошковима (код речних стубова) камене подлоге и плоче израдиће се од квадера.

Напрезање зида у појединим деловима стубова треба да износи: За камене подлоге испод гвоздених подложних плоча $15—16 \text{ kg}$ на 1 cm^2 . За зид испод камених подлога око подложних плоча $7,5 \text{ kg}$ на 1 cm^2 . За земљиште (дно темеља) до $4,00 \text{ kg}$ на 1 cm^2 .

Особени прописи за поднашање пројекта (плана).

Сви подаци имају се поднети у два равна примерка са припадајућим (мото) а ти подаци морају се састојати из следећег:

1. *Ситуационе скице*, у размери $1:200$.
2. *Планова моста* у размери $1:200$ (прегледни план). Основом, изгледом са уздужним и попречним пресеком.
3. *Детаљних* (појединих) планова и то из:
 - а) гвоздене конструкције у размери $1:20$, са детаљом чворова, подлога, и т. д. у размери $1:10$, са уписаним димензијама и означањем материјала;
 - б) обалних и разних стубова, као и из специјалног пневматичког фундаирања у размери $1:100$ са детаљом (détaille) у размери $1:10$ и $1:20$ са означањем материјала.

4. *Шематичког погледа отвора моста.* Са шематично уписаним уздужним и попречним пресеком димензија сваког појединог конструктивног дела у размери $1:200$ поред означања саставака.

5. *Шематичког погледа отвора моста.* Са рачунским или графичким опредељењим напонима појединих конструктивних делова у размера $1:200$.

6. *Рачунски и графички опредељеним напонима* сваког појединог дела конструкције.

7. *Табеларног прегледа* пронађених напона, попречних (нужних) пресека за конструкцију узетих и из њих резултујући правих напона.

8. *Израчунања* праве тежине гвожђа, као сопствена тежина моста.

9. *Потпуног предрачуна* моста са тачним описом свију врста радова.

10. *Мотивисаног исказа* у коме се опредељује и разлаже време, које је нужно за грађење моста.

САСТАВЉАЊЕ ПРЕДРАЧУНА ЗА ГРАЂЕЊЕ ЖЕЛЕЗНИЦА

од

М. МАРКОВИЋА.

(НАСТАВАК)

Пренос материјала.

1. Пренос на колицама. Материјал се преноси на колицама обично онда, када треба да се пренесе мала количина материјала или када материјал треба пренети на кратка одстојања, или где су успони пута за пренос такви, да се ни један други начин преноса не може корисно употребити.

Пренос на колицама употребљује се најчешће и у великој мери при преносу земље и стене при извршењу усека и насипа за друмове или железнице.

Пошто се при изналагању коштања за извршење таквих насипа и усека увек у рачун узима запремина ископа, то се запремина Q преносног средства мора помножити са сачиниоцем q , да би тако добили простор, редуциран на запремину ископа. Овај сачиниоц q зависи од каквоће ископа и износи од прилике:

- 1) за хумус, песак и шљунак $q = 0,8$
- 2) „ иловачу и глину . . . $q = 0,7$
- 3) „ камен $q = 0,6$

У једна колица са простором од $0,1 \text{ m}^3$ може дакле да стане ископа:

- 1) хумуса, песка и шљунка $= 0,08 \text{ m}^3$
- 2) иловаче и глине . . . $= 0,07 \text{ m}^3$
- 3) камена $= 0,06 \text{ m}^3$

Надница за једнога радника, који колица гура и истоварује, износи за 10 часова рада $6 = 3,00$ дин.

а) Наднице. — Један радник може са колицама на хоризонталном путу а са брзином од $0,8 \text{ m}$ у секунду или 48 m у минути да пређе сваког дана пут од 28800 m .

Под претпоставком, да радник при повратку са празним колицама увек затече пуна колица, износи

време при спреми за полазак $= 1$ минут
 задржавање при изручивању $= 0,5$ минута
 СВЕГА $= 1,5$ минута,

које време одговара корисном путу од $1,5 \cdot 48 = 72 \text{ m}$.

За даљину преноса x^m износи број на дан учињених путовања (вожња) $= \frac{28800}{2x+72} = \frac{14400}{x+36}$, а маса коју један радник пренесе $= \frac{14400}{x+36} \cdot q \cdot Q \text{ m}^3$, дакле:

1) За хумус, песак и шљунак

$$= \frac{14400}{x+36} \cdot 0,08 = \frac{1152}{x+36} \text{ m}^3$$

2) За иловачу и глину

$$= \frac{14400}{x+36} \cdot 0,07 = \frac{1008}{x+36} \text{ m}^3$$

3) За стену

$$= \frac{14400}{x+36} \cdot 0,06 = \frac{864}{x+36} \text{ m}^3$$

Коштање 1 m^3 износи према томе

$$= \frac{b(x+36)}{14400 \cdot q \cdot Q} \text{ дин.}, \text{ дакле:}$$

1) За хумус, песак и шљунак

$$= \frac{b(x+36)}{1152} = \frac{x+36}{384} = 0,00260(x+36) \text{ дин.}$$

2) За иловачу и глину

$$= \frac{b(x+36)}{1008} = \frac{x+36}{336} = 0,00298(x+36) \text{ дин.}$$

3) За стену

$$= \frac{b(x+36)}{864} = \frac{x+36}{288} = 0,00347(x+36) \text{ дин.}$$

2. Коштање колица. — Једна колица коштају $15,00$ динара. За резерву је потребно 10% . Набавка кошта дакле $= 16,50$ динара.

Колица, која се сваког дана употребљују, не трају дуже од пола године. Ако рачунамо 240 радних дана у години, то колица коштају на дан $= \frac{16,5 \cdot 2}{240} = 0,138 =$
 $= \text{rot. } 0,15 \text{ дин.}$

Колица путују најменше, јер се у међувремену товаре, и с тога може са њима да се пренесе само половина оне масе, коју један радник пренесе. — Коштање износи према томе $= \frac{0,15 \cdot (x+36)}{28800 \cdot q \cdot Q}$ динара, дакле:

1) За хумус, песак и шљунак

$$= \frac{0,15 \cdot (x+36)}{2304} = 0,00006(x+36) \text{ дин.}$$

2) За иловачу и глину

$$= \frac{0,15(x+36)}{2016} = 0,000075(x+36) \text{ дин.}$$

3) За стену

$$= \frac{0,15(x+36)}{1728} = 0,00009(x+36) \text{ дин.}$$

с) Коштање путање. 1 m путање од талпе чамове, 30 см шир. и 6 см . деб. кошта $1,83$ динара.

Талпа од 6 см дебљине, ако има добру подлогу и ако се на крајевима окује, да се неби цепала — може

да траје $\frac{1}{4}$ године, после тога времена може се само још као гориво употребити. Са обзиром на мале трошкове одржавања путање (повећање цене 1m талпе на 2,25 динара) и рачунајући 240 радних дана у години износи коштање путање на 1 радни дан:

$$\frac{2,25 \cdot 4}{240} = 0,0375 \text{ динара на 1 m}$$

Коштање путање, сведено на кубни метар маса, које се по истој преносу, и када се на путању рачунају 25 људи, износи: $\frac{0,0375 (x + 36) \cdot x}{25 \cdot 14400 \cdot q \cdot Q}$ динара.

1) За хумус, песак и шљунак

$$= \frac{0,0015 (x + 36) x}{1152} = 0,0000013 x (x + 36) \text{ дин.}$$

2) За иловачу и глину

$$= \frac{0,0015 (x + 36) x}{1008} = 0,0000015 x (x + 36) \text{ дин.}$$

3) За стену

$$= \frac{0,0015 (x + 36) x}{864} = 0,0000018 x (x + 36) \text{ дин.}$$

d) Укупно коштање. Исто износи на хоризонталном

$$\text{путу} = \frac{(x + 36)}{14400 \cdot q \cdot Q} (b + 0,075 + 0,0015 \cdot x)$$

1) За хумус, песак и шљунак

$$= (x + 36) (0,00267 + 0,0000013 x) = \text{rot.} \\ 0,0000013 (x + 36) (x + 2054) = \\ 0,0000013 (x^2 + 2090 x + 73944) \text{ динара.}$$

2) За иловачу и глину

$$= (x + 36) (0,00305 + 0,0000015 x) = \text{rot.} \\ 0,0000015 (x + 36) (x + 2033) = \\ 0,0000015 (x^2 + 2069 x + 73188) \text{ дин.}$$

3) За стену

$$= (x + 36) (0,00356 + 0,00000174 x) = \text{rot.} \\ 0,00000174 (x + 36) (x + 2046) = \\ 0,00000174 (x^2 + 2082 x + 73656) \text{ дин.}$$

Према томе добијамо за разне даљине преноса ову таблицу:

ДАЉИНА ПРЕНОСА x У МЕТР.	КОШТАЊЕ ПРЕНОСА НА КОЛИЦАМА НА ХОРИЗОНТАЛНОМ ПУТУ, У ДИНАРИМА.											
	а. НАДНИЦЕ			б. КОШТАЊЕ КОЛИЦА			с. КОШТАЊЕ ПУТАЊЕ			д. УКУПНО КОШТАЊЕ		
	ЗА ХУМУС ПЕСАК И ШЉУНАК	ЗА ИЛОВАЧУ И ГЛИНУ	ЗА СТЕНУ	ЗА ХУМУС ПЕСАК И ШЉУНАК	ЗА ИЛОВАЧУ И ГЛИНУ	ЗА СТЕНУ	ЗА ХУМУС ПЕСАК И ШЉУНАК	ЗА ИЛОВАЧУ И ГЛИНУ	ЗА СТЕНУ	ЗА ХУМУС ПЕСАК И ШЉУНАК	ЗА ИЛОВАЧУ И ГЛИНУ	ЗА СТЕНУ
	5	0,11	0,12	0,14	—	—	—	—	—	—	0,11	0,12
10	0,12	0,13	0,16	—	—	—	—	—	—	0,12	0,13	0,16
15	0,13	0,15	0,18	—	—	—	—	—	—	0,13	0,15	0,18
20	0,15	0,17	0,19	—	—	0,01	—	—	—	0,15	0,17	0,20
25	0,16	0,18	0,21	—	—	0,01	—	—	—	0,16	0,18	0,22
30	0,17	0,20	0,23	—	—	0,01	—	—	—	0,17	0,20	0,24
40	0,20	0,22	0,26	—	0,01	0,01	—	—	0,01	0,20	0,23	0,28
50	0,22	0,26	0,30	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,24	0,28	0,32
60	0,25	0,29	0,33	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,27	0,31	0,35
70	0,27	0,32	0,37	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,29	0,34	0,39
80	0,30	0,35	0,40	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,32	0,37	0,43
90	0,33	0,38	0,44	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,35	0,40	0,47
100	0,35	0,40	0,47	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,38	0,43	0,50
120	0,41	0,46	0,54	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,03	0,44	0,49	0,58
140	0,46	0,52	0,61	0,01	0,01	0,02	0,03	0,03	0,04	0,50	0,56	0,67
160	0,51	0,58	0,68	0,01	0,01	0,02	0,04	0,04	0,06	0,56	0,63	0,76
180	0,56	0,65	0,75	0,01	0,02	0,02	0,05	0,06	0,07	0,62	0,73	0,84
200	0,61	0,70	0,82	0,01	0,02	0,02	0,06	0,07	0,08	0,68	0,79	0,92
250	0,74	0,85	0,99	0,02	0,02	0,03	0,09	0,11	0,13	0,85	0,98	1,15
300	0,87	1,00	1,17	0,02	0,02	0,03	0,13	0,15	0,18	1,02	1,17	1,38

Коштање преноса на успонима и падовима добићемо, када у обрасцима за наднице (под а) на хоризонталном путу место прости даљине преноса x ставимо ове вредности:

$$\text{за успоне : } (1 + 13s + 325s^2) x, \\ \text{за падове : } (1 + 9s + 106s^2) x,$$

где $s = \frac{h}{x}$ означава размер нагиба.

Ако обе вредности диференцирамо у односу на x , то ћемо наћи, да ће коштања бити минимум за размер нагиба:

$$\text{у успону од } s = \frac{1}{18}; 1\text{m висине} = 49,0\text{m хориз. дужине};$$

$$\text{у нагибу од } s = \frac{1}{10,3}; 1\text{m висине} = 29,6\text{m хор. дужине}.$$

Ако k означава укупно коштање преноса са колицама на хоризонталном путу за даљину преноса x , то износи коштање преноса:

α) у успону $K = k + \alpha x$

1. за хумус, песак и шљунак

$K = k + 0,00260 s (13 + 325 s) x$ дин.

2. за иловачу и глину

$K = k + 0,00298 s (13 + 325 s) x$ „

3. за стену

$K = k + 0,00347 s (13 + 325 s) x$ „

β) у паду $K = k + \beta x$

1. за хумус, песак и шљунак

$K = k + 0,00260 s (9 + 106 s) x$ дин.

2. за иловачу и глину

$K = k + 0,00298 s (9 + 106 s) x$ „

3. за стену

$K = k + 0,00347 s (9 + 106 s) x$ „

Таблица за вредности αx и βx , т. ј. за вредности, које треба додати дотичном коштању преноса на хоризонталном путу.

РАЗМЕР НАГИБА		ЗА УСПОНЕ			ЗА ПАДОВЕ		
		αx У ДИНАРИМА			βx У ДИНАРИМА		
		ХУМУС ПЕСАК И ШЉУНАК	ИЛОВАЧА И ГЛИНА	СТЕНА	ХУМУС ПЕСАК И ШЉУНАК	ИЛОВАЧА И ГЛИНА	СТЕНА
$\frac{1}{10}$	0,1000	0,01183 x	0,01356 x	0,01579 x	0,00510 x	0,00584 x	0,00680 x
$\frac{1}{18}$	0,0560	0,00448 x	0,00513 x	0,00600 x	0,00215 x	0,00250 x	0,00290 x
$\frac{1}{25}$	0,0400	0,00270 x	0,00310 x	0,00361 x	0,00138 x	0,00158 x	0,00184 x
$\frac{1}{30}$	0,0333	0,00206 x	0,00237 x	0,00276 x	0,00107 x	0,00122 x	0,00143 x
$\frac{1}{40}$	0,0250	0,00137 x	0,00157 x	0,00183 x	0,00076 x	0,00087 x	0,00101 x
$\frac{1}{50}$	0,0200	0,00101 x	0,00116 x	0,00135 x	0,00057 x	0,00066 x	0,00077 x
$\frac{1}{60}$	0,0167	0,00080 x	0,00092 x	0,00107 x	0,00047 x	0,00054 x	0,00062 x
$\frac{1}{80}$	0,0125	0,00055 x	0,00064 x	0,00074 x	0,00034 x	0,00038 x	0,00045 x
$\frac{1}{100}$	0,0100	0,00042 x	0,00048 x	0,00056 x	0,00028 x	0,00032 x	0,00037 x
$\frac{1}{200}$	0,0050	0,00019 x	0,00022 x	0,00025 x	0,00012 x	0,00014 x	0,00017 x

II. Пренос на двоколицама ручним.

Овај начин преноса најподеснији је, када нам стоје на расположењу мале дружине здраво снажних људи, који су ради да се својом снагом користе при раду у акорду. Запремина двоколица износи обично $0,50 m^3$. Према томе може у двоколица да стане:

- 1. песка и шљунка . . . = $0,8 \cdot 0,5 = 0,40 m^3$ ископа,
- 2. иловаче и глине . . . = $0,7 \cdot 0,5 = 0,35$ „ „
- 3. стене = $0,6 \cdot 0,5 = 0,30$ „ „

- Тежина двоколица износи = 200 kg
- „ $1 m^3$ песка и шљунка (ископа) = 1600 kg, а товара = 640 „
- „ $1 m^3$ иловаче и глине (ископа) = 1800 kg, а товара = 630 „
- „ $1 m^3$ камена (ископа) = 2000 kg, а товара = 600 „

Напон човека, средње снаге, износи 15 kg за трајање рада од 10 часова. Сачиниоц трења точкова на путањи од таласа може се узети $= 0,033 = \frac{1}{30}$, тако да су два човека у стању да вуку на хоризонтали терет од 2, 15, 30 = 900 kg. Због тегобног рада треба надницу рачунати по 3,75 динара.

а) Наднице. — На сваким двоколицама раде по 2 човека са брзином од 0,9 m у секунду или 54 m у

минути на хоризонталном путу, према томе могу они за један радни дан од 10 часова да пређу пут од 32 400 m. При преносу са двоколицама возари и товаре материјал.

Задржавање двоколица износи:

- при товарењу = 6 мин.
- „ примеме за одлазак на месту товарења и истоваривања = 1 „
- „ изручивању = 1 „
- свега = 8 мин.

које време одговара изгубљеном путу од 432 m.

За даљину преноса x износи број путовања, које једна двоколица на дан учине $= \frac{32400}{2x + 432} = \frac{16200}{x + 216}$, а запремина материјала, који се на дан са једним двоколицама пренесе:

- 1. за песак и шљунак $= \frac{16200 \cdot 0,4}{x + 216} = \frac{6480}{x + 216} m^3$
- 2. за иловачу и глину $= \frac{16200 \cdot 0,35}{x + 216} = \frac{5670}{x + 216}$ „
- 3. за стену = $\frac{16200 \cdot 0,3}{x + 216} = \frac{4860}{x + 216}$ „



Време које је потребно за товарење, несме се овде, где је само питање о коштању преноса узимати у обзир при коштању надница.

Од задржавања пашће само $\frac{1}{4}$ на пренос. Коштање надница износи дакле на 1 m^3 ископа :

1. за песак и шљунак

$$= \frac{7,50(x+54)}{6480} = 0,00116(x+54) \text{ дин.}$$

2. за иловачу и глину

$$= \frac{7,50(x+54)}{5670} = 0,00132(x+54) \text{ дин.}$$

3. за стену

$$= \frac{7,50(x+54)}{4860} = 0,00154(x+54) \text{ дин.}$$

б) Коштање двоколица. — Једна двоколица коштају 112,50 динара. Пошто је 10% потребно за резерву, то набавка двоколица кошта = 123,75 динара. Она могу да трају у непрекидном раду преко 240 радних дана = 1 годину, али оправка за то време кошта половину вредности нових двоколица, тако да двоколица за 1 радни дан коштају $\frac{123,75 \cdot 1,5}{240} = 0,77$ динара.

1 m^3 ископа кошта дакле:

1. за песак и шљунак

$$= \frac{0,77(x+216)}{6480} = 0,00012(x+216) \text{ дин.}$$

2. за иловачу и глину

$$= \frac{0,77(x+216)}{5670} = 0,000136(x+216) \text{ дин.}$$

3. за стену

$$= \frac{0,77(x+216)}{4860} = 0,00016(x+216) \text{ дин.}$$

с) Коштање путање. — Талпе 8 см дебљине и 30 см ширине коштају на метар 2,44 динара. Летва, која је са стране талпе приковане ради управљања точкова, и која је 4 см дебела а 6 см широка кошта на 1 m 0,19 д.; дакле свега 2,63 динара Путања (коловоз) састоји се из два трага таласа, и према томе кошта 1 m = $2 \cdot 2,63 = \text{got. } 5,25$ динара. Иста се употребљава само за *натоварена* двоколица и може да траје преко $\frac{1}{4}$ године = 60 рад-

них дана. Трошкови за полагање пруге (путање) и њено одржавање нису овде урачунати, јер су сасвим незнатни.

Путања (пруга) за дужину x метра кошта према томе = $\frac{5,25}{60} x = 0,09 x$ динара.

Пошто је за изручивање двоколица само 1 минут потребан, то могу двоколица од $1\frac{1}{2}$ минута до $1\frac{1}{2}$ минута да дођу на место стоварења, те тако могу за 1 радни дан = $\frac{10 \cdot 60}{1,5} = 400$ двоколица да пређу путању.

1 m^3 ископа кошта дакле:

1. за песак и шљунак

$$= \frac{0,09 \cdot x}{400 \cdot 0,4} = 0,00057 x \text{ дин.}$$

2. за иловачу и глину

$$= \frac{0,09 \cdot x}{400 \cdot 0,35} = 0,00064 x \text{ дин.}$$

3. за стену

$$= \frac{0,09 \cdot x}{400 \cdot 0,3} = 0,00075 x \text{ дин.}$$

д) Укупно коштање. — Пренос са двоколицама на хоризонталном путу кошта на 1 m^3 ископа :

1. за песак и шљунак = $0,00185 x + 0,09$ динара

2. за иловачу и глину = $0,00210 x + 0,10$ "

3. за стену = $0,00245 x + 0,12$ "

Према томе добијамо ову таблицу:

ДАЉИНА ПРЕНОСА x У МЕТР.	УКУПНО КОШТАЊЕ ПРЕНОСА НА ХОРИЗОНТАЛНОМ ПУТУ			ДАЉИНА ПРЕНОСА x У МЕТР.	УКУПНО КОШТАЊЕ ПРЕНОСА НА ХОРИЗОНТАЛНОМ ПУТУ		
	ЗА ПЕСАК И ШЉУНАК	ЗА ИЛОВАЧУ И ГЛИНУ	ЗА СТЕНУ		ЗА ПЕСАК И ШЉУНАК	ЗА ИЛОВАЧУ И ГЛИНУ	ЗА СТЕНУ
	Д И Н А Р А				Д И Н А Р А		
5	0,10	0,11	0,13	160	0,39	0,44	0,51
10	0,11	0,12	0,14	180	0,42	0,48	0,56
15	0,12	0,13	0,16	200	0,46	0,52	0,61
20	0,13	0,14	0,17	250	0,55	0,62	0,73
25	0,14	0,15	0,18	300	0,65	0,73	0,86
30	0,15	0,16	0,19	350	0,74	0,84	0,98
40	0,16	0,18	0,22	400	0,83	0,94	1,10
50	0,18	0,21	0,24	450	0,92	1,05	1,22
60	0,20	0,23	0,27	500	1,02	1,15	1,35
70	0,22	0,25	0,29	550	1,11	1,26	1,47
80	0,24	0,27	0,32	600	1,20	1,36	1,59
90	0,26	0,29	0,34	700	1,39	1,57	1,83
100	0,28	0,31	0,37	800	1,57	1,78	2,08
120	0,31	0,35	0,41	900	1,75	1,99	2,33
140	0,35	0,39	0,46	1000	1,94	2,20	2,57

Ако пут лежи у успону или паду, и ако је $s = \frac{h}{x}$ размер нагиба, то треба место x (под а) да се стави вредност $x(1 + 20s + 350s^2)$. Овај изрез даје за успон одн. за пад $s = \frac{1}{18,7}$ најмање коштање, при коме нагибу пужање одн. силажење на 1 m висине исто толико кошта као 57,4 m на хоризонталном путу.

Ако k означава укупно коштање преноса са ручним двоколицама на хоризонталном путу за даљину преноса $= x$, то је коштање K преноса $1 m^3$ по нагибу (успону и паду):

1. за песак и шљунак:

$$K = k + 0,0116 x s (2 + 35 s) \text{ динара}$$

2. за иловачу и глину:

$$K = k + 0,0132 x s (2 + 35 s) \text{ динара}$$

3. за стену:

$$K = k + 0,0154 x s (2 + 35 s) \text{ динара}$$

III. Пренос на коњским двоколицама.

Овај начин употребљава се у новије доба ретко. Ако хоћемо да овај начин преноса буде рационалан, то су потребна здраво велика двоколица од најмање $1 m^3$ запремине, која се не могу употребити за пренос људима; осем тога потребан је и колосек од шина са широком ножицом од најмање 12 см висине, које су поребарке положене, [по чијем се телу (штегу) крећу точкови двоколица, при чему ножица и глава шине омразује одук] или од \square гвожђа. Када је пак предузимач принуђен, да набави себи шине и нарочита возна средства, то је много целисходније, да се одмах поруче кода са 4 точка која су за побочно изручивање удешена и да се набаве шине лакшег профила, које се могу лако преносити са једне грађевине на другу и да се удеси саобраћај са вагонима и коњима или локомотивама.

При свем том дешава се по некада, да смо приморани, да се због оскудице у шинама и у колима са 4 точка, послужимо двоколицама у усецима, којих кубатура није велика, а где се материјал мора на далека одстојања пренети. — Тада се узимају обично двоколица од $0,50 m^3$ запремине при чему се рукунце морају преиначити тако, да се коњи могу упрегнути, што не кошта много.

Још је уобичајено, да се сагради пруга од таласа са прикованим летвама.

Ми ћемо овде овај последњи начин имати пред собом.

Моћ теглења једнога коња (за брзину од 75 m у минуту) износи најмање 60 kg. Сачиниоц трења точкова на прузи од таласа може се као под II ставити $= 0,033 = \frac{1}{30}$, тако да је један коњ у стању, да на хоризонтални вуче терет од 1800 kg. Овај терет одговара ономе од 2 натоварених двоколица, која су једно иза друго закачена.

а) Коштање коња и возара. — Један коњ кошта 1050 динара, чему се додају још 10% за резерву, што чини свега rot. 1200 динара.

У рачун треба узети на годину:

а) Камату на главницу, 5% од 1200 динара	= 60	дин.
б) Издржавање коња на годину	= 1350	"
γ) Смањивање вредности на годину 20% од 1200 дин.	= 240	"
σ) Кирију за коњушнице, за 1 коња и годину	= 75	"
ε) Абање амова и одржавање њихово на годину	= 75	"
Свега на год. =		1800 дин.

Кад се рачунају 240 радних дана у

години, онда излази, да 1 коњ кошта на 1 радни дан	= 7,50	дин.
Возар добија на недељу плату од од 22,50 дин. на годину 1170 динара, дакле за 1 радни дан	= 4,875	"
Свега на 1 радни дан =		12,375 дин.

Средња брзина коња износи 1,25 m у секунду = 75m у минути, исто одговара корисном путу од 45000 m на дан од 10 часова рада.

За сваку возњу потребно је време:

за товарење двоколица	6	минута
" стоваривање (изручивање)	1	"
" одкачивање двокол. на месту истоваривања	1	"
" закачивање " " " " " "	1	"
" окретање " " " " " "	2	"
" одкачивање " " товарења	1	"
" закакачивање " " " " " "	1	"
" окретање " " " " " "	2	"
Свега 15 мин.		

Које је време равно изгубљеном корисном путу од $15 \cdot 75 = 1125 m$. Коњи чекају при томе у усеку донде, док се двоколица не натоваре. Због напора ограничава се рад једнога коња на 30 km на дан $= 6 \frac{1}{2}$ часа стварног рада, при чему коњ остаје у служби 10 часова на дан. За време остала $3 \frac{1}{2}$ часа мора се коњ одмарати. Коњ ће се најкорисније употребити, када је даљина преноса x толика, да сума задржавања по 15 мин., које је за сваку возњу потребно, износи управо ова $3 \frac{1}{2}$ часа, да се дакле $\frac{3,5 \cdot 60}{15} = 14$ возња на дан учине. То је случај за $x = 1045 m$.

Број дневних возња за даљину преноса x метара износи $= \frac{45000}{2x + 1125} = \text{rot.} \frac{22500}{x + 563}$; према томе могу све по двоја двоколица да пренесу на дан:

1. песка и шљунка $= \frac{2 \cdot 0,4 \cdot 22500}{x + 563} = \frac{18000}{x + 563} m^3$
2. иловаче и глине $= \frac{2 \cdot 0,35 \cdot 22500}{x + 563} = \frac{15750}{x + 563} "$
3. стене $= \frac{2 \cdot 0,3 \cdot 22500}{x + 563} = \frac{13500}{x + 563} "$

1 m³ кошта дакле :

1. за песак и шљунак

$$= \frac{12,375 (x + 563)}{18000} = 0,00069 (x + 563) \text{ дин.}$$

2. за иловачу и камен

$$= \frac{12,375 (x + 563)}{15750} = 0,00078 (x + 563) \text{ дин.}$$

3. за стену

$$= \frac{12,375 (x + 563)}{13500} = 0,00092 (x + 563) \text{ дин.}$$

б) Коштање радника. — На месту стоваривања потребно је 3 радника за одкачивање двоколица, за стоваривање (изручивање) и за закачивање. Пошто овај посао траје сваки пут по три минута, то могу сваког четвртог минута да дођу по двоја (пар) скопчаних двоколица. За време рада од 10 часова пређу дакле пут 150 пари двоколица.

Надница за оваког радника износи $i = 3,75$ динара. Коштање 1 m³ ископа износи дакле :

$$1. \text{ за песак и шљунак} = \frac{3 \cdot 3,75}{150 \cdot 2 \cdot 0,4} = 0,09 \text{ динара}$$

$$2. \text{ за иловачу и глину} = \frac{3 \cdot 3,75}{150 \cdot 2 \cdot 0,35} = 0,107 \text{ „}$$

$$3. \text{ за стену} \dots \dots = \frac{3 \cdot 3,75}{150 \cdot 2 \cdot 0,3} = 0,125 \text{ „}$$

в) Коштање двоколица. — Проста двоколица коштају 112,50 динара. Са 10% резерве кошта пар двоколица 247,50 динара. За 1 годину трајања и 50% од нове вредности за оправке треба на радни дан и пар

$$\text{двоколица ставити у рачун} = \frac{247,50 \cdot 1,50}{240} = 1,546 \text{ д.}$$

1 m³ ископа кошта дакле :

1. за песак и шљунак

$$= \frac{1,546 (x + 563)}{18000} = 0,000086 (x + 563) \text{ дин.}$$

2. за иловачу и глину

$$= \frac{1,546 (x + 563)}{15750} = 0,000098 (x + 563) \text{ дин.}$$

3. за стену

$$= \frac{1,546 (x + 563)}{13500} = 0,000115 (x + 563) \text{ дин.}$$

д) Коштање пруге. — Пруга од талана 8 см дебелих и 30 см широких са прикованим летвама кошта (као и под II.) = 5,25 динара. За трајање од 100 радних дана износи коштање на 1 радни дан = 0,0525 x динара, и пошто 150 пари двоколица пређу пут за 1 дан, то 1 m³ кошта :

$$1. \text{ за песак и шљунак} = \frac{0,0525 x}{150 \cdot 2 \cdot 0,4} = 0,000437 x \text{ д.}$$

$$2. \text{ за иловачу и глину} = \frac{0,0525 x}{150 \cdot 2 \cdot 0,35} = 0,000500 x \text{ „}$$

$$3. \text{ за стену} \dots \dots = \frac{0,0525 x}{150 \cdot 2 \cdot 0,3} = 0,000583 x \text{ „}$$

е) Укупно коштање. — Пренос 1 m³ ископа коњским двоколицама износи на хоризонти:

$$1. \text{ за песак и шљунак} \dots = 0,00121 x + 0,526 \text{ динара}$$

$$2. \text{ „ иловачу и глину} \dots = 0,00138 x + 0,60 \text{ „}$$

$$2. \text{ „ стену} \dots \dots = 0,00162 x + 0,71 \text{ „}$$

Према томе добијамо ову таблицу :

ДАЉИНА ПРЕНОСА x У МЕТР.	УКУПНО КОШТАЊЕ ПРЕНОСА НА ХОРИЗОНАТНОМ ПУТУ			ДАЉИНА ПРЕНОСА x У МЕТР.	УКУПНО КОШТАЊЕ ПРЕНОСА НА ХОРИЗОНАТНОМ ПУТУ		
	ЗА ПЕСАК И ШЉУНАК	ЗА ИЛОВАЧУ И ГЛИНУ	ЗА СТЕНУ		ЗА ПЕСАК И ШЉУНАК	ЗА ИЛОВАЧУ И ГЛИНУ	ЗА СТЕНУ
	ДИНАРА						
300	0,89	1,01	1,20	1400	2,22	2,53	2,98
350	0,95	1,08	1,28	1500	2,34	2,67	3,14
400	1,01	1,15	1,36	1600	2,46	2,81	3,30
450	1,07	1,22	1,44	1700	2,58	2,95	3,46
500	1,13	1,29	1,52	1800	2,70	3,08	3,63
550	1,19	1,36	1,60	1900	2,83	3,22	3,79
600	1,25	1,43	1,68	2000	2,95	3,36	3,95
700	1,37	1,57	1,84	2100	3,07	3,50	4,11
800	1,59	1,70	2,01	2200	3,19	3,64	4,27
900	1,62	1,84	2,17	2300	3,31	3,77	4,44
1000	1,74	1,98	2,33	2400	3,43	3,91	4,60
1100	1,86	2,12	2,49	2500	3,55	4,05	4,76
1200	1,98	2,26	2,65	2600	3,67	4,19	4,92
1300	2,10	2,39	2,82	3000	4,16	4,74	5,57

За успоне или падове између граница $\pm s = \frac{1}{20}$ треба у обрасцу под a место x ставити вредност

$$(1 + 25s + 520s^2)x,$$

где је $s = \frac{h}{x}$ размер нагиба пута. Ова вредност је минимум за $s = \frac{1}{22,8}$. За овај нагиб кошта дизање или спуштање на висину од 1 m исто толико, колико и пренос на хоризонталном путу од 70,6 m дужине.

Да би се добило коштање преноса по нагибу, треба коштању на хоризонталном путу за даљину преноса од x метара додати ове вредности:

- 1. за песак и шљунак = 0,00345 (5 + 104 s) s x динара
- 2. за пловачу и глину = 0,00390 (5 + 104 s) s x „
- 3. за стену = 0,00460 (5 + 104 s) s x „

IV. Коштање преноса нари привременим железницама када људи покрећу терет.

Кола За пренос земље на колосеку од 0,75 m ширине има обично запремину од 1,5 m³ и према томе могу у њима да стану ископа:

- 1. песка и шљунка = 1,5 · 0,8 = 1,2 m³
- 2. пловаче и глине = 1,5 · 0,7 = 1,0 „
- 3. стене = 1,5 · 0,6 = 0,9 „

Празна кола са кочницом теже	rot = 1000 kg
1 m ³ песка и шљунка = 1600 kg; а товар = 1920 „	
„ пловаче и глине = 1800 „ „ = 1800 „	
„ стене = 2000 „ „ = 1800 „	

Сачиниоц отпора кола на привременом колосеку износи $0,01 = \frac{1}{100}$. Пошто је моћ теглења човека = 15 kg, то могу 2 човека на хоризонтали да потискују = 2 · 15 · 100 = 3000 kg или 1 натоварена кола.

а) Коштање надница. — Брзина, са којом могу 2 човека да потискују натоварена кола износи у средњу руку 0,9 m на секунд или 54 m на минут. Користан пут на дан од 10 радних часова износи дакле 32400 m. Задржавање износи:

при товарењу једних кола	10 минута
„ припремању за одлазак на месту товарење и стоваривања	3 „
„ стоваривању (изручивању)	2 „
	Свега 15 „

Свака кола могу на дан да учине = $\frac{32400}{2x + 15 \cdot 54} = \frac{16200}{x + 405}$ возња, дакле могу да пренесу ископа:

1. песка и шљунка = $\frac{1,2 \cdot 16200}{x + 405} = \frac{19440}{x + 405}$ m³

2. пловаче и глине = $\frac{1,0 \cdot 16200}{x + 405} = \frac{16200}{x + 405}$ „

3. стене = $\frac{0,9 \cdot 16200}{x + 405} = \frac{14580}{x + 405}$ „

Од поменутих 14 минута задржавања долази само $\frac{1}{3}$ на стварни пренос. Пошто потискивачи (радници) уједно и њихова кола товаре, то кошта пренос 1 m³ ископа за надницу од 3,75 динара:

- 1. за песак и шљунак = $\frac{2 \cdot 3,75 (x + 135)}{19440} = 0,00039 (x + 135)$ дин.
- 2. за пловачу и глину = $\frac{2 \cdot 3,75 (x + 135)}{16200} = 0,00046 (x + 135)$ дин.
- 3. за стену = $\frac{2 \cdot 3,75 (x + 135)}{14580} = 0,00051 (x + 135)$ дин.

б) Коштање кола. — Једна кола, удешена за побочно изручивање, коштају 337,50 динара. Са обзиром на 10% резерве, 50% камате и одржавања на годину, и 50% смањивања вредности на годину, коштају кола, (за 240 радних дана у години), за сваки радни дан = rot. 1,50 динара или на 1 m³.

- 1. песка и шљунка = $\frac{1,5 (x + 405)}{19440} = 0,000077 (x + 405)$ дин.
- 2. пловаче и глине = $\frac{1,5 (x + 405)}{16200} = 0,000093 (x + 405)$ дин.
- 3. стене = $\frac{1,5 (x + 405)}{14580} = 0,000103 (x + 405)$ дин.

в) Коштање колосека. — При овом начину преноса полаже се обично само 1 колосек, али у усеку ради намештања 2 воза, који на изменце одлазе, полажу се 2 колосека, који су најпростијом скретницом спојени. Кола имају дужину од 3,00 m између одбијача, с тога мора други колосек за воз од 20 кола, да има дужину од 60 m plus 15 m за скретницу, свега дакле 75 m. Ми ћемо место тога узети 100 m. За даљину преноса x m износи дакле дужина колосека = 100 + x метра.

1 m шина тежи 10 kg; = 100 kg коштају у фабрици	= 22,50 дин.
plus пренос до места употребе = 15 дин. свега	= 37,50 „
Обе шине коштају дакле на 1 m колосека = 7,50 „	
На 1 m колосека долазе 2 прага од 1,20 m дужине и 10 см у пречнику, комад по 0,38 динара plus пренос 0,07 динара, свега = 0,45 динара, дакле на 1 m колосека	= 0,90 „

За сваки праг по 4 јексера plus 50% губитка, дакле на 1 m колосека 12 јексера, који скупа теже 0,70 kg; 100 kg = (60,00 динара, plus пренос 15,00 динара) свега = 75,00 динара; на 1 m колосека = 0,53 "

Полагање колосека са подбијањем, на 1 m колосека = 0,82 "

на 1 m колосека свега = 9,75 "

Шине ће трајати преко 5 година дана, те с тога треба на радни дан и метар колосека ставити у рачун $\frac{7,5}{5 \cdot 240}$. . . = 0,006 "

Прагови и јексери постаће за годину дана неупотребљиви. С тога можемо остатак узети у рачун за радни дан и метар колосека са $\frac{2,25}{240}$ = 0,009 "

За одржавање и померање колосека . . = 0,015 "

свега на радни дан и m колосека = 0,03 дин.

Нека се на сваком колосеку у усеку налазе по 20 кола у раду; 1 m³ ископа коштаће:

$$1. \text{ за песак и шљунка} \\ = \frac{0,03 (x + 100) (x + 405)}{19440 \cdot 40} = \\ = 0,000000039 (x + 100) (x + 405) \text{ дин.}$$

$$2. \text{ за пловачу и глину} \\ = \frac{0,03 (x + 100) (x + 405)}{16200 \cdot 40} = \\ = 0,000000046 (x + 100) (x + 405) \text{ дин.}$$

4. за стену

$$= \frac{0,03 (x + 100) (x + 405)}{14580 \cdot 40} = \\ = 0,000000051 (x + 100) (x + 405) \text{ дин.}$$

d) Укупно коштање. — Пренос 1 m³ кошта:

$$1. \text{ песака и шљунка} \\ = 0,07 + 0,000000039 (x + 12600) x \text{ дин.}$$

$$2. \text{ пловаче и глине} \\ = 0,10 + 0,000000046 (x + 12600) x \text{ дин.}$$

$$3. \text{ стене} \\ = 0,13 + 0,000000051 (x + 12600) x \text{ дин.}$$

За успоне или падове између граница $\pm s = \frac{1}{40}$ треба место x (под a) ставити вредност $(1 + 80s + 3870s^2)x$, где је $s = \frac{h}{x}$. За $s = \frac{1}{62,2}$ коштање је минимум. За овај нагиб пута кошта дизање 1 m³ на висину од 1 m исто толико, колико и пренос на 204,4 m хоризонталног колосека.

За падове треба место x ставити вредност $x(0,112 - 38s - 83s^2)$, *када* раденици, као што је то увек случај при јачим падовима, при преносу низбрдо стоје на натовареним колима и кочнице притежу.

Према горњим обрасцима добијамо ову таблицу:

ДАЉИНА ПРЕНОСА x МЕТАРА	КОШТАЊЕ ПРЕНОСА 1 m ³ НА ХОРИЗОНАТНОМ ПУТУ			ДАЉИНА ПРЕНОСА x МЕТАРА	КОШТАЊЕ ПРЕНОСА 1 m ³ НА ХОРИЗОНАТНОМ ПУТУ		
	ПЕСКА И ШЉУНКА	ПЛОВАЧЕ И ГЛИНЕ	СТЕНЕ		ПЕСКА И ШЉУНКА	ПЛОВАЧЕ И ГЛИНЕ	СТЕНЕ
	Д И Н А Р А						
50	0,10	0,13	0,16	1100	0,66	0,79	0,90
100	0,12	0,16	0,19	1200	0,72	0,86	0,97
150	0,14	0,19	0,23	1300	0,77	0,93	1,05
200	0,17	0,22	0,26	1400	0,83	1,00	1,13
250	0,20	0,25	0,29	1500	0,89	1,07	1,21
300	0,22	0,28	0,33	1600	0,96	1,14	1,29
350	0,25	0,31	0,36	1700	1,02	1,21	1,37
400	0,27	0,34	0,40	1800	1,08	1,29	1,45
450	0,30	0,37	0,43	1900	1,14	1,37	1,54
500	0,33	0,40	0,46	2000	1,21	1,44	1,62
550	0,35	0,43	0,50	2100	1,28	1,52	1,70
600	0,38	0,46	0,53	2200	1,34	1,60	1,79
700	0,43	0,53	0,60	2300	1,41	1,68	1,88
800	0,49	0,59	0,68	2400	1,47	1,76	1,97
900	0,54	0,66	0,75	2500	1,54	1,84	2,06
1000	0,60	0,73	0,82	2600	1,61	1,92	2,15

(НАСТАВИТЕ СЕ)

О МЕКАНИЧКИМ РАДОВИМА ДЕФОРМИСАЊА ЕЛАСТИЧНОГ ТЕЛА

од

ЉУБ. КЛЕРИЋА,

ПРОФЕСОРА МЕКАНИКЕ НА ВЕЛ. ШКОЛИ.

(НАСТАВАК)

II.

О раду деформисања савијених тела.

1. Једини природан пут којим се може одредити утрошени рад при савијању тела јесте тај, да се одреди величина тоталног истезања — аксијалног деформисања — појединих елементарних кончића, из којих замишљамо да је свако физичко тело склопљено и то кончића који иду паралелно неутралном слоју OO_1 , сл. 10 паралелошпедног тела $ABCD$, које је утицајем вертикалних сила савијено, а које је н. пр. у пресеку CD хоризонтално узидано. Пошто се буде одредило тотално деформисање једнога ма ког кончића, онда је лако одредити и одговарајући рад деформисања и то просто по принципима нормалне еластичности — или истезања или компримисања.

Но пошто су сви једнако дугачки кончићи н. пр. $\overline{WU} = x$ у једнаком одстојању $\overline{SU} = z$ дакле у слоју $U'U'$ паралелном неутралном слоју OO_1 једнако истегнути, то ћемо онда прећи на одредбу истезања слоја WU , у одстојању $\overline{SU} = z$ од неутралног слоја OO_1 ког слоја су димензује ово: $\overline{WU} = x$, $U'U' = y$ а дебелина је dz .

Узмимо дакле у посматрање молекуларна напрезања система молекула у пресеку MN у одстојању $OS = x$ од краја O греде рачунато, где је и почетна тачка правоуглог координатног система OX , OY и OZ , и нека је статички моменат система сила, које на греду савијајући до пресека MN дејствују, количина M_x , то је по теорији о савијању тела познато да је:

$$1) \quad M_x = (\sigma_x E) \cdot \mathfrak{Z}_n$$

где је σ_x специфично истезање региона молекула пресека MN у одстојању $z = 1$ од неутралне осовине SS' пресека MN , а E је моду еластичности, \mathfrak{Z}_n пак моменат лењивости целог пресека за неутралну осовину. Из те последње једначине можемо да израчунамо специфично деформисање σ_x , јер је исто:

$$2) \quad \sigma_x = \frac{M_x}{E \mathfrak{Z}_n}$$

које је σ_x променљиво или различито код молекула што леже у различитим одстојањима x од равни yz у слоју паралелно неутралном слоју а у одстојању један од истога, а то зато што се $M_x = f(x)$ мења од пресека до пресека.

Но пошто су специфична деформисања молекула једног и истог пресека сразмерна њиховом одстојању z од неутралне осовине, то је и специфично деформисање σ_{xz} региона молекула у елементарној прузи $U'U'$ дато у овој вредности:

$$3) \quad \sigma_{xz} = \frac{M_x}{E \mathfrak{Z}_n} z,$$

која је количина од пресека до пресека различите вредности и то нека функција од x , ако је \mathfrak{Z}_n стално, а ако је \mathfrak{Z}_n променљиво онда је σ_{xz} зависна од количина M_x и \mathfrak{Z}_n као што се то из једначине 3) види.

Пошто је дакле σ_{xz} променљиво, то имамо да одредимо резултујуће или тотално деформисање само у елементарном паралелошпеду UV , кога је дужина $UV = dx$, дебелина dz а ширина $U'U' = y$, и ако тотално деформисање (паралелно Ox осовини) реченога паралелошпеда или слоја WU означимо са λ , онда је деформисање реченог елементарног паралелошпеда $d\lambda$, и исто:

$$d\lambda = \sigma_{xz} \cdot dx$$

те је услед потребне замене:

$$4) \quad d\lambda = \frac{M_x}{E \mathfrak{Z}_n} z \cdot dx.$$

Ми знамо специфично деформисање региона молекула $U'U'$, зато можемо израчунати и одговарајуће специфично напрезање q_{xz} , а исто је:

$$5) \quad q_{xz} = \sigma_{xz} \cdot E = \frac{M_x}{E \mathfrak{Z}_n} z \cdot E = \frac{M_x}{\mathfrak{Z}_n} z.$$

Означимо сада резултујуће напрезање свију молекула у прузи $U'U'$ са Q_{xz} , онда је:

$$Q_{xz} = q_{xz} y \cdot dz$$

откуда је заменом количине q_{xz} из једначине 5) резултујуће напрезање:

$$6) \quad Q_{xz} = \frac{M_x}{\mathfrak{Z}_n} z y \cdot dz$$

Пошто знамо M_x , $d\lambda$ и Q_{xz} можемо сада одредити и елементарни рад деформисања елементарног паралелошпеда UV јер је исти

$$\frac{1}{2} Q_{xz} d\lambda.$$

Интеграл од тога јесте тотални рад деформисања елементарног слоја WV , дужине $= x$, и ако рад деформисања целог паралелошпеда $ABMN$ означимо са L онда је:

$$7) \quad dL = \int_0^x \frac{1}{2} Q_{xz} \cdot d\lambda$$

где кад место $d\lambda$ и Q_{xz} из 4) и 6) метнемо вредности биће

$$dL = \int_0^x \frac{1}{2} \left(\frac{\mathfrak{M}_x}{\mathfrak{Z}_n} z \cdot y \cdot dz \right) \left(\frac{\mathfrak{M}_x}{E \mathfrak{Z}_n} z \cdot dz \right)$$

откуда је свођењем:

$$dL = \frac{1}{2E} \int_0^x y z^2 \cdot dz \cdot \frac{\mathfrak{M}_x^2}{\mathfrak{Z}_n^2} dx, \text{ или је:}$$

$$8) \quad dL = \frac{(y dz) z^2}{2E} \int_0^x \frac{\mathfrak{M}_x^2}{\mathfrak{Z}_n^2} dx$$

кад је \mathfrak{Z}_n нека функција количине x , а ако је \mathfrak{Z}_n стално као што је код паралелоипедних тела $ABCD$, са чим ћемо се сада и занимати, онда је \mathfrak{Z}_n стално тада је:

$$9) \quad dL = \frac{(y dz) z^2}{2E \mathfrak{Z}_n^2} \int_0^x \mathfrak{M}_x^2 dx$$

дакле рад деформисања целог комада $ABMN$ јесте:

$$L = \frac{1}{2E} \int_{-e_1}^{+e_2} \frac{(y dz) z^2}{\mathfrak{Z}_n^2} \int_0^x \mathfrak{M}_x^2 \cdot dx \cdot :$$

где су $+e$ и $-e_1$ одсто јања најудаљенијег молекула изнад и испод неутралне осовине; но пошто је

$$\int_{-e_1}^{+e_2} (y dz) z^2 = \mathfrak{Z}_n \text{ то је најзад:}$$

$$A) \quad L_x = \frac{1}{2 \mathfrak{Z}_n E} \int_0^x \mathfrak{M}_x^2 \cdot dx$$

општа једначина за рад деформисања савијених паралелоипеда. Ако пак дужину целе узидане греде дакле $AD = OO_1 = l$ ставимо, онда је целокупни рад за савијање тела утицајем вертикалних сила ово:

$$B) \quad L_1 = \frac{1}{2 \mathfrak{Z}_n E} \int_0^l \mathfrak{M}_x^2 dx$$

Најзад механички рад L_x може се изразити и као функција геометријске природе саме еластичне линије на овај начин:

Познато је да је приближно:

$$\frac{d^2 y}{dx^2} = \frac{\mathfrak{M}_x}{\mathfrak{Z}_n E}$$

откуда је:

$$\mathfrak{M}_x = \mathfrak{Z}_n E \left(\frac{d^2 y}{dx^2} \right)$$

које кад у А) заменимо и довољно сведемо, јесте приближно:

$$C) \quad L_x = \frac{1}{2} \mathfrak{Z}_n E \int_0^x \left(\frac{d^2 y}{dx^2} \right)^2 dx \cdot$$

2. Изрази којима одређујемо механички рад савијања, вреде, разуме се, само онда кад је \mathfrak{M}_x непрекидна функција x -а; али ако је \mathfrak{M}_x прекидна функција од x као што је то случај за читав систем вертикалних сила које дејствују у различитим нападним линијама од узиданог места CD рачунато, онда је рад L савијања целе греде OO_1 раван алгебарској суми радова појединих сила до пресека CD .

Дакле ако на крају од AB дејствује сила P у одстојању $OO_1 = l$ од CD онда је: $M_x = P \cdot x$ и

$$L_x = \frac{1}{2 \mathfrak{Z}_n E} \int_0^x (P x)^2 dx = \frac{1}{6 \mathfrak{Z}_n E} \cdot P^2 x^3 \text{ или}$$

$$Li = \frac{P^2 l^3}{6 \mathfrak{Z}_n E} = \frac{2}{3} \frac{k}{E} \frac{Pl^2}{h}$$

где је k дозвољено специфичко напрезање тачке C а $h = DC$.

Али за систем сила P, P_1, P_2 и т. д. којих је нападни линија од CD удаљена за l, l_1, l_2 и т. д., јесте целокупан рад савијања свих сила за паралелоипедну греду ове вредности:

$$L = \frac{P^2 l^3 + P_1^2 l_1^3 + P_2^2 l_2^3 + \dots}{6 \mathfrak{Z}_n E}$$

3) Изрази под А), В), С), Д) и Е) тачке 1. вреде нам, као што је то и речено, само за паралелоипедну греду, као и греде конгруентних пресека, за које је \mathfrak{Z}_n стално, али ако је \mathfrak{Z}_n променљиво, коју ћемо количину сада са \mathfrak{Z}_x означити, што је случај н. пр. код тела свугде једнаке јачине, онда ћемо за такве случајеве израчунати рад деформисања паралелних сила елементарног паралелоипеда $MNPQ$ сл. 11 кога је запремина MN $y \cdot dx$ за y стално, иначе је $= dx \int_{-z_1}^{+z_2} y dz$ и исти је рад по једначини 9) тачке 1. ове вредности

$$dL_x = \frac{\mathfrak{M}_x^2}{2 \mathfrak{Z}_x^2 E} dx \int_{-z_1}^{+z_2} y z^2 \cdot dz \cdot$$

где нам је $z = \overline{SM}$ а $z_1 = \overline{SN}$.

Пошто је \mathfrak{M}_x увек функција од x , а тако се исто и \mathfrak{Z}_n даје представити као функција од x а како је.

$$\int_{-z_1}^{+z_2} y z^2 dx = \mathfrak{Z}_x, \text{ то је онда:}$$

$$dL_x = \frac{\mathfrak{M}_x^2}{2 E \mathfrak{Z}_x} \cdot dx \left[\int_{-z_1}^{+z_2} y z^2 dz \right]$$

Према томе је рад деформисања нормалних сила комада AMN дат у простом изразу:

$$A) \quad L_x = \frac{1}{2 E} \int_0^x \frac{\mathfrak{M}_x^2}{\mathfrak{Z}_x} dx \cdot$$

За цело пак тело ABC имамо у решеном интегралу ставити $x = \overline{AO} = l$.

Израз под А) налази нарочиту примену за тела свуда једнаке јачине, код којих је дозвољено специфичко напрезање k најудељенијих молекула од неутралне осовине пресека сталне вредности, и пошто је код таквих тела у опште

$$\frac{\mathfrak{M}_x}{\mathfrak{S}_x} = \frac{k}{e_x}$$

то је услед замене ове размере у А) за тела свуда једнаке јачине:

$$B) L_x = \frac{k}{2E} \int_0^x \frac{\mathfrak{M}_x}{e_x} \cdot dx$$

где је e_x у опште функција од x .

За тела једнаке јачине сталних висина $\overline{MN} = h$ као што је то случај код опруга железничких кола, јесте $e_x = \frac{h}{2} = \text{const.} = e$, за тај је случај:

$$C) L_x = \frac{k}{2eE} \int_0^x \mathfrak{M}_x \cdot dx;$$

где је у овом случају $\mathfrak{M}_x = P \cdot x$, кад изолована сила дејствује у A , слика 2. вертикално на AX осовини, докле је ту:

$$L_x = \frac{k}{2eE} \frac{Px^2}{2} = \frac{1}{4} \cdot \frac{k}{e} \frac{P}{E} x^2;$$

но како је $e = \frac{h}{2}$ и стављајући $x = l$, добијамо да је рад деформисања за целу — у BC хоризонтално углављењу — опругу ове вредности:

$$L_1 = \frac{1}{2} \frac{k}{E} \cdot \frac{Pl^2}{h}.$$

III.

О раду деформисања тангенцијалних и трансверсалних сила.

1. Познато је да на систем молекула у једноме пресеку, одређеном координатама x и z , дејствују ван нормалних сила, о којима је говора било у одељку II., још и тангенцијалне силе које дејствују паралелно неутралном слоју OO_1 , а сем ових и трансверсалне силе нормално на неутралном слоју са нападном линијом у самом пресеку MN сл. 12 истог молекула или система молекула у одстојању z од неутралне осовине. У таквом региону молекула израчунато је и одговарајуће специфично напрезање t_{xz} и v_{xz} тангенцијалног и трансверсалног дејства, које су две силе за систем молекула одређених координата x и z једнаке, дакле је $t_{xz} = v_{xz}$, и то специфично напрезање региона молекула m јесте

$$1) t_{xz} = \frac{V_x}{\mathfrak{S}_n y} \int yz \cdot dz.$$

где нам је V_x резултујућа трансверзална сила пресека MN , дакле је $V_x = \frac{dM_x}{dx}$, а остале количине имају оно значење, које су имале у одељку II.

Означимо сада са σ_{xz} специфично помицање или клизање молекула m , који леже у димензији y , и ако још са C_{xy} означимо модуо еластичности смицања паралелног неутралном слоју, онда је речено специфично смицање или специфично деформисање клизања молекула m паралелно неутралном слоју ове вредности:

$$2) \sigma_{xy} = \frac{t_{xy}}{C_{xy}}.$$

Ако сада апсолутно деформисање смицања паралелно OO_1 елементарног паралелоипеда запремине $dx \cdot dz \cdot y$ означимо са $d\lambda_{xy}$, онда је исто деформирајуће висине dz , ове вредности:

$d\lambda_{xy} = \sigma_{xy} \cdot dz$ откуда је заменом:

$$3) d\lambda_{xy} = \frac{t_{xy} \cdot dz}{C_{xy}} = \frac{dz}{C_{xy} \mathfrak{S}_n \cdot y} \int_z^e yz \cdot dz.$$

а то је величина пута, за који се површина mn према површини op помакла и то утицајем резултујућег напрезања T_{xy} , које дејствује на површини mn , а исте је површине величина $= y \cdot dx$; сила пак T_{xy} , која дејствује паралелно неутралном слоју, јесте дата у овом изразу:

$$4) T_{xz} = y \cdot dx \cdot t_{xy} = y \cdot dx \cdot \frac{V_x}{y \mathfrak{S}_n} \int_z^e yz \cdot dz = \\ = \frac{V_x}{\mathfrak{S}_n} dx \int_z^e yz \cdot dz.$$

Дакле ако рад деформисања смицања целога тела $ABMN$ означимо са L_{xt} , онда је dL_{xt} , рад деформисања смицања паралелоипеда $MNPQ$, и исти је рад:

$$dL_{xt} = \frac{1}{2} \int_{-e_1}^e T_{xt} \cdot d\lambda_{xy},$$

где кад се замене вредности за T_{xy} и $d\lambda_{xy}$ из једначина 3) и 4), јесте:

$$dL_{xt} = \frac{1}{2} \frac{V_x^2}{\mathfrak{S}_n^2 C_{xy}} dx \int_{-e_1}^e \left[\int_z^e yz \cdot dz \right]^2 \frac{dz}{y}.$$

Отуда добијамо да је рад смичућег деформисања паралелоипеда $ABMN$ до пресека MN за који је $OS = x$ удучен од почетка O ове вредности:

$$A) L_{xt} = \frac{1}{2} \frac{V_x^2}{C_{xy}} \int_0^x \frac{V_x^2}{\mathfrak{S}_n^2} dx \cdot \int_{-e_1}^e \left[\int_z^e yz \cdot dz \right]^2 \cdot \frac{dz}{y}$$

где су e и e_1 сталне количине код паралелоипедног тела, или тела конгруентних пресека MN .

2. На исти начин имамо да одредимо и рад деформисања у правцу нормале неутралнога слога, дакле рад смицања у самом пресеку MN . Пошто је $v_{xz} = t_{xy}$ то су и специфична деформисања површина m и m_0 једнака, дакле ако апсолутно помицање површине om према површини np означимо са $d\lambda'_{xz}$ онда је исто

$$1) \quad d\lambda'_{yz} = \sigma_{xz} \cdot dx = dx \frac{V_x}{y \mathfrak{S}_n} \int_z^e yz \, dz$$

где је C_{yz} моду еластичности смицања у правцу трансверсалних или нормалних пресека савијеног тела.

Даље резултујуће напрезање смицања површине om , које је запремина $y \, dz$, ако означимо са S_{yz} , то је:

$$2) \quad S_{xz} = y \, dz \cdot t_{xz} = y \, dz \cdot \frac{V_x}{y \mathfrak{S}_n} \int_z^e yz \, dz;$$

зато је рад деформисања елементарне пружме $MNPQ$ ове вредности:

$$\begin{aligned} dL_{vy} &= \frac{1}{2} \int_{-e}^{+e} S_{yz} \cdot d\lambda'_{yz} = \\ &= \frac{1}{2} \frac{V_x^2 \, dx}{C_{yz} \mathfrak{S}_n^2} \int_{-e_1}^{+e} \left[\int_z^e yz \cdot dz \right]^2 \frac{dz}{y} \end{aligned}$$

откуда је рад смичућег деформисања свију пресека MN у нормалном правцу од AB па до MN ове вредности

$$B) \quad L_{xz} = \frac{1}{2 C_{yz}} \int_0^x \frac{V_x^2}{\mathfrak{S}_n^2} \, dx \int_{-e_1}^{+e} \left[\int_z^e yz \cdot dz \right]^2 \frac{dz}{y}.$$

Пошто добивене изразе под А) и В) сравнимо, видимо да је рад L_{xt} сразмеран раду L_{xy} , дакле резултујући рад деформисања тангенцијалних и трансверзалних смичућих сила паралелоипеда $ABMN$ ако са \mathfrak{A}_x означимо, јесте исти:

$$C) \quad \mathfrak{A}_x = L_{xt} + L_{xy}.$$

Међутим код таквих тела код којих је $C_{xy} = C_{yz} = C$ јесте $L_{xt} = L_{xz}$; дакле је онда:

$$D) \quad \mathfrak{A}_x = \frac{1}{C} \int_0^x \frac{V_x^2}{\mathfrak{S}_n^2} \, dx \int_{-e_1}^{+e} \left[\int_z^e yz \cdot dz \right]^2 \frac{dz}{y}.$$

Ако је паралелоипедно тело правоугаоног пресека кога димензија паралелно осовини z нека је h , а димензија паралелно y осовини нека је b , онда је у оваквом случају $y = b$, $e_1 = e = \frac{h}{2}$, исто је тако и $\mathfrak{S}_n = \frac{bh^3}{12}$. За овај је пример сада:

$$\begin{aligned} & \int_{-e_1}^{+e} \left[\int_z^e yz \cdot dz \right]^2 \cdot \frac{dz}{y} = \\ & = 2b \int_0^{\frac{h}{2}} \left[\int_z^{\frac{h}{2}} z \cdot dz \right]^2 dz \end{aligned}$$

које кад се израчуна добијамо још да је:

$$\frac{1}{\mathfrak{S}_n^2} \int_{-e_1}^{+e} \left[\int_z^e yz \cdot dz \right]^2 \cdot \frac{dz}{y} = \frac{6}{5 \cdot bh}.$$

Према овоме нам једначина D) прелази у ову:

$$E) \quad \mathfrak{A}_x = \frac{6}{5 \cdot bh \cdot C} \int_0^x V_x^2 \, dx.$$

Дакле кад је греда $ABCD$ по целој дужини конгруентнога пресека онда је:

$$\frac{1}{\mathfrak{S}_n^2} \int_{-e_1}^{+e} \left[\int_z^e yz \cdot dz \right]^2 \frac{dz}{y} = \text{const.} = A$$

и зато је у оваком случају простије:

$$\mathfrak{A}_x = \frac{A}{C} \int_0^x V_x^2 \, dx.$$

где је A функција пресека.

3. Најзад означимо са $L_{\rho x}$ резултујући рад деформисања паралелоипеда $ABMN$ правоугаоног пресека, за нормалне, тангенцијалне и трансверзалне силе, то је исти рад, по принципу сумисања дејства, дат у овом изразу:

$$F) \quad L_{\rho x} = L_x + \mathfrak{A}_x,$$

или диференцијални рад деформисања, свеколиких сила у најопштијем случају овога проблема савијања тела, јесте ове вредности:

$$\begin{aligned} G) \quad dL_{\rho x} &= \frac{1}{2 \mathfrak{S} E} \mathfrak{M}_x^2 \, dx + \\ &+ \frac{1}{2} \left(\frac{1}{C_{zy}} + \frac{1}{C_{xy}} \right) \frac{V_x^2}{\mathfrak{S}_n^2} \, dx \int_{-e_1}^{+e} \left[\int_z^e yz \cdot dz \right]^2 \frac{dz}{y}. \end{aligned}$$

Међу тим кад је $C_{xy} = C_{yz} = C$ и греда свигде конгруентнога пресека, онда је:

$$dL_{\rho x} = \frac{1}{2 \mathfrak{S} E} \mathfrak{M}_x^2 \, dx + \frac{A}{C} V_x^2 \cdot dx$$

дакле:

$$H) \quad L_{\rho x} = \frac{1}{2 \mathfrak{S} E} \int_0^x \mathfrak{M}_x^2 \, dx + \frac{A}{C} \int_0^x V_x^2 \, dx.$$

IV.

О раду деформисања увијених тела.

1) Кад на ма какво тело призматичног, или цилиндарског облика дејствују спољне силе, којих је резултујуће дејство спрег, кога је осовина паралелна геометријској осовини тела, онда спољне силе такво тело увијају, и ако моменат резултујућег спрега означимо са \mathfrak{M} , онда је:

$$1) \quad \mathfrak{M} = (\hat{\omega} C_{y_z}) \cdot \mathfrak{F}_p$$

где нам је \mathfrak{F}_p полни моменат левности пресека за неутралну тачку, а та је тежиште пресека око кога се молекули истога утицајем спрега момента \mathfrak{M} окрећу, даље пак, $\hat{\omega}$ то је специфично лучно померање молекула два суседна пресека у одстојању = јединици, а система молекула ма кога пресека у одстојању = јединици од неутралне тачке и најзад је C_{y_z} модуо еластичности за смицање паралелно YZ равни, кад за x осовину узмемо геометријску осовину тела. Из горње једначине добијамо

$$2) \quad \hat{\omega} = \frac{\mathfrak{M}}{C_{y_z} \mathfrak{F}_p}$$

и ако одстојања молекула макога пресека, рачуната од неутралне тачке означимо са ϱ_1, ϱ_2 и т. д. онда је специфично смицање макога молекула у одстојању ϱ , које ако са $\hat{\omega}\varrho$ означимо, ове вредности:

$$3) \quad \hat{\omega}\varrho = \frac{\mathfrak{M}}{C_{y_z} \cdot \mathfrak{F}_p} \varrho$$

Дакле ако ма кога молекула пресековог у одстојању ϱ од неутралне тачке а према непомичном пресеку који лежи н. пр. на узиданом месту где је и почетна тачка координата а у одстојању x од истога места означимо са λ_x , онда је реченога молекула померање према своме суседном одстојању dx ове вредности:

$$d\lambda_x = \hat{\omega}\varrho \cdot dx$$

то је услед потребне замене:

$$4) \quad d\lambda_x = \frac{\mathfrak{M}}{C_{y_z} \cdot \mathfrak{F}_p} \varrho \cdot dx;$$

исто је тако и тога молекула специфично напрезање смицања, које ако са q_ϱ означимо, ове вредности:

$$q_\varrho = \hat{\omega}\varrho \cdot C_{y_z}, \text{ или је:}$$

$$5) \quad q_\varrho = \frac{\mathfrak{M}}{\mathfrak{F}_p} \varrho.$$

Означимо сада са Q_ϱ резултујуће напрезање молекула у одстојању ϱ од неутралне тачке, кога молекула пресек ако са dF означимо, означујући цео пресек са F , онда је:

$$6) \quad Q_\varrho = q_\varrho \quad dF = \frac{\mathfrak{M}}{\mathfrak{F}_p} \varrho \cdot dF.$$

Дакле ако тотални рад деформисања увијеног тела означимо са L онда је рад деформисања смицања молекула ма кога пресека у одстојању ϱ од неутралне тачке ове вредности:

$$d^2 L = \frac{1}{2} d\lambda_\varrho \quad Q_\varrho = \\ = \frac{1}{2} \frac{\mathfrak{M}}{C_{y_z} \cdot \mathfrak{F}_p} \cdot \varrho \cdot dx \cdot \frac{\mathfrak{M}}{\mathfrak{F}_p} \varrho \cdot dF$$

коју једначину кад сведемо јесте:

$$d^2 L = \left(\frac{1}{2} \frac{\mathfrak{M}^2}{C_{y_z} J_p^2} dx \right) \varrho^2 dF$$

Пошто извршимо интеграљење односно променљиве количине ϱ , за резултат тог оперисања добијамо елементаран рад деформисања свеколиких молекула пресека о коме је говор или рад деформисања свеколиких молекула у пресеку о коме је говор или рад деформисања смицања нормалнога слоја сталне дебљине dx , дакле је:

$$dL = \frac{1}{2} \frac{\mathfrak{M}}{C_{y_z} \mathfrak{F}_p^2} dx \int \varrho^2 \cdot dF,$$

но пошто је $\int \varrho^2 dF$ полни моменат левности пресека за неутралну тачку или тежиште истога, то је елементарни рад:

$$7) \quad dL = \frac{1}{2} \frac{\mathfrak{M}^2}{C_{y_z} \cdot \mathfrak{F}_p} \cdot dx.$$

Према томе, резултујући рад деформисања утицајем спрега а осовине \mathfrak{M} увијенога тела дужине $x = l$ јесте дат у изразу

$$A) \quad L = \frac{1}{2} \frac{1}{C_{y_z}} \int_0^l \frac{\mathfrak{M}^2}{\mathfrak{F}_p} dx.$$

Пошто је пак \mathfrak{M} стална количина; а за призматична и цилиндарска тела јесте и \mathfrak{F}_p стално, то је:

$$B) \quad L = \frac{\mathfrak{M}^2}{2 C_{y_z} \mathfrak{F}_p} \cdot l$$

Сравнимо сада овде добивени израз под А) са оним изразом одељка II, тачке З. под А), па ћемо отуда видети њихово реципрочно сродство, и то на овај начин.

Кад су тела утицајем сила савијена, онда се молекули макога пресека окрећу око неутралне осовине, која пролази кроз тежиште пресека, напротив, кад су тела утицајем спољних сила увијена, онда се молекули окрећу око неутралне тачке, која је тежиште пресека; дакле у једном и другом случају окретање наступа око обртне осовине одговарајућег дејствујућег спрега.

Код савијених тела \mathfrak{M}_x значи моменат сила за неутралну осовину, — као обрт у осовину — код увијених тела \mathfrak{M}_x значи моменат увијајућих сила за неутралну тачку пресека — као тачку обртања — даље, код савијених тела \mathfrak{F}_n јесте моменат левности пресека за неутралну осовину, код увијених тела јесте \mathfrak{F}_p моменат левности пресека за неутралну тачку. Пошто се даље код савијених тела пробуђује нормална еластичност, а код увијених тела напротив пробуђује се еластичност

смицања, то нам код савијених тела за моду еластичности долази E а код увијених долази C_{yx} .

Дакле видимо јасно то: како један ма који од речених израза за рад, можемо извести просто законом реципрочног сродства из онога другога.

Ако на цилиндарско тело, паралелно равни yz дејствује каква ексцентрична сила, онда ће тело бити и савијено и увијено, или ако је — уопште речено — тело савијено и увијено, онда је резултујући рад деформисања

раван суми радова услед савијања и увијања, или резултујући елементаран рад (диференцијални рад) јесте:

$$d \mathfrak{A} = \frac{1}{2 \mathfrak{S}_n E} \mathfrak{M}_x^2 dx + \frac{1}{2 C_{yx} \mathfrak{S}_p} \mathfrak{M}^2 dx + \\ + \frac{1}{2} \left(\frac{1}{C_{xy}} + \frac{1}{C_{yx}} \right) \frac{V_x^2}{\mathfrak{S}_n^2} dx \int_{-e}^{+e} \left[\int_z^e yz dz \right]^2 \frac{dz}{y}$$

(СВРШИЋЕ СЕ)

РАД УДРУЖЕЊА СРПСКИХ ИНЖЕЊЕРА.

ЗАПИСНИК ГЛАВНОГ РЕДОВНОГ САСТАНКА У БЕОГРАДУ

ДРЖАНОГ 17. ЈАНУАРА 1893. ГОДИНЕ.

На састанку су били присутни г.г.:

Миша Марковић, Никола Станковић, Милан Милашиновић, Милап Андоновић, Влада Тодоровић, Драгутин Матић, Милош Савчић, Нестор Манојловић, Јован Ковачевић, Велислав Вуловић, Миша Валента, Коста Живковић, Љуба Николић, Јоца Милојковић, Јевта Х. Јевтић, Јоца Јовановић, Милан Маринковић.

Председник М. Марковић, отвара састанак и саопштава збору да је деловођа удружења А. Стефановић болешћу спречен да долази на састанке, зато предлаже збору за деловођу овог састанка Јована Ковачевића.

Збор усваја предлог.

Дневни ред овога састанка био је:

1. Саопштење о саставу управног одбора.
2. Предлог за екскурзију у етаблисман електричног осветлења.
3. Предлог о набавци страних техничких листова.
4. О улозима чланова.
5. Предлог да се од Дунавског Паробродског Друшта тражи: да се чланови удружења са картом друге класе могу возити у првој класи.
6. О локалу и састанцима друштвеним и
7. Разни предлози чланова.

Пред. М. Марковић, саопштава збору, да се је управни одбор конституисао, изабравши г. Милана Андоновића за благајника и уредника «Српскога Техничког Листа», г. Тошу Селесковића за књижничара и г. Андру Стефановића за деловођу.

Збор прими к знању ово саопштење.

Предс. М. Марковић, чита другу тачку дневног реда и саопштава, да је он приватним путем сазнао да су радови у фабрици за електрично осветлење тек сад у развоју, зато је мишљења да се ова екскурзија одложи за доцније.

М. Андоновић, мишљења је, да би одбор требао да се обрати писмено директору фабрике с молбом, да нам он јави, кад би могао екскурзију примити.

Збор се слаже са мишљењем г. Андоновића, и ставља у дужност управном одбору, да се писмено обрати директору фабрике, те да овај одреди дан кад би могао екскурзију примити.

Предс. М. Марковић, чита трећу тачку дневног реда о набавци страних листова.

Андоновић вели да листове неби требало још за неко време поручивати, док се не види како ће се чланови са плаћењем улога одазвати, јер су улози за данас готово једини приход удружења, којим једва могу да се покрију издаци ако штампања листа. На државну помоћ, и ако је одређена не можемо много да рачунамо, јер она се врло тешко добија. Да се неби удружење задужило, мишљења је, да се листови набаве онда кад буду повољније материјалне прилике.

В. Тодоровић. Сматра да је дужност удружења да држи и који страни стручни лист и да би на ту цел' требало бар 300 д. годишње дати.

Н. Станковић, нада се да би удружење, у замену за «Српски Технички Лист» могло добити стране стручне листове, зато је мишљења да се покуша те да се на овај начин добије неколико страних листова.

Скуп се слаже са мишљењем г. Станковића.

Предс. М. Марковић пита чланове, да се изјасне које би листове удружење требало примити. Збор се изјаснио за ове листове:

1. Deutsche Bauzeitung. Berlin.
2. Zeitschrift des Österr. Ingenieur und Architekten Vereins. Wien.

3. Zeitschrift des Architekten und Ingenieur Vereins. Hannover.

4. Civilingenieur.

5. Génie civil.

6. Association des Ingenieurs sortis de l'école special de Gand.

7. Magyar mérnöki és építészöti közlök. Budapest.

8. Revue générale des chemins de fer. Paris.

9. Annales des ponts et chaussés. Paris.

10. Vjesti društva inžinira i arhitehta. Zagreb.

11. Časopis výstavni. Prag.

12. Један руски тех. лист.

Н. Манојловић, предлаже да се управни одбор обрати са молбом жел. дирекцији, те да нам она стави своје листове на расположење, које би јој после извесног времена опет вратили.

Андоновић је противан овоме предлогу, јер држи да би листове тешко било сачувати, и десило би се да би удружење морало поједине бројеве куповати и дирекцији враћати.

В. Тодоровић, побија разлоге г. Андоновића, за предлог је *Манојловића*.

Предс. М. Марковић, ставља на гласање предлог *Манојловића* и збор једногласно усваја: да се од дирекције траже листови на послугу.

Председник. Чита четврту тачку днев. реда:

Андоновић, саопштава збору, да се чланови сад много боље одазивају са плаћањем улога, но што је то до сад било. За последња три месеца ушло је у друштвену касу 1300 динара од улога, чиме је исплаћен сав дуг држ. штампарији. Нада се да и у будуће одзив неће бити слабији, а тиме биће осигуран и опстанак друштвенога органа.

Н. Станковић, предлаже да се улози по пристанку чланова обустављају на каси.

Ј. Х. Јевтић, не слаже се с предлогом *Станковића*, јер вели ово је на једном скупу већ било решено, и њему је улог на каси задржат, а благајнику удружења није предат, и он је данас још дужник удружења.

Н. Станковић мисли да би ове обуставе требале да уђу у платни списак и онда им се траг неби могао изгубити.

М. Андоновић, не слаже се са горњим предлогом из разлога: што би многи од чланова сматрао за увреду, да му се за удружење одбија по два динара месечно, кад би он могао од један или два пута да плати свој улог. После тога ова се обустава неможе званично вршити, па и благајници неби били дужни да је врше.

Н. Станковић, допуњује свој предлог тим, да се он односи само на чланове који су у дирекцији.

Председник ставља на гласање предлог *Станковића*.

Скуп једногласно усваја: да се члановима који су у дирекцији, улози месечно обустављају на каси.

Председник. чита пету тачку днев. реда: да се од Дунавског Пароброд Друштва тражи, да чланови удружења могу са картом друге класе путовати у првој класи.

Скуп ставља у дужност управ. одбору да се за ово обрати писменом молбом дирекцији Паробродског Друштва, но у исто време да упути молбу и дирекцији српских железница, да и она одобри да чланови удружења добијају у свако време железничку карту у пола цене.

Председник чита шесту тачку днев. реда: о локалу друштвеном и о састанцима.

Збор решава да друштвени локал за званичне скупове буде у министарству грађевина а за приватне један од јавних локала.

В. Тодоровић предлаже, да се држе месечно по два скупа званично, а сваке суботе дружински састанак у коме јавном локалу.

Н. Станковић, је за један званичан скуп месечно, а по потреби могу бити и више. Дружински састанци да буду сваке суботе.

Председник ставља на гласање: је ли збор за један или два скупа месечно.

Збор решава да се месечно по један званичан скуп држи у друштвеном локалу, а дружински састанци сваке суботе у вече у локалу гостионице „Руски цар“.

Разни предлози.

В. Тодоровић, предлаже да се добаве сви законски пројекти који су израђени, а тичу се устројства грађевинске струке, да би их удружење могло прегледати и своје приметбе господину министру доставити.

Н. Станковић, мишљења је да би председништво требало за ово да се обрати министру грађевина с молбом, да му израђене законске пројекте да.

Скуп се слаже са мишљењем *Станковића* и решава да председништво умоли господина министра, да удружењу да израђене законске пројекте.

Н. Манојловић, предлаже да се записници дружинских састанака штампају у друштвеном органу, како би и они чланови, који нису у Београду знали, шта се на састанцима удружења ради.

Збор једногласно усваја предлог *Манојловића*.

Пошто је дневни ред исцрпљен, председник закључује састанак у 8 сати у вече.

УНАПРЕЂЕЊА

Указом од 12-ог децембра 1892 постављени су:

а.) за инжењере II класе по новом

г. Милутин Божић, шеф пете секције, и
г. Миша Николић, инжењер при жељез. дирекцији

б.) за административног чиновника III класе

г. Петар Цукић

с.) за инжењере III класе по новом

г. Миливоје Павлићевић, инжењер III секције
г. Велислав Вуловић, „ I секције

г. Милан Пујић, инжењер V секције;
г. Јован Симеоновић, инжењер крајинског округа,

Указом од 31-ог Дец. 1892 постављен је

г. Јован Ковачевић, за инжењера III кл. по новом.

Расписом од 18 Дец. 1892, постављен је

г. Сима Шевић, за привременог инжењера III кл. по новом.

ПРЕМЕСТАЈИ

г. Јован Јовановић, шеф VI секције премештен је у жељезничку дирекцију, у Београд.

г. Јефта Јефтић, шеф секције сењске пруге за време грађења враћа се од 1-ог Јан. 1893 у жељезничку дирекцију.

г. Сима Шевић, постављен је да врши дужност шефа VI секције, са седиштем у Крагујевцу.

г. Фрања Бартош, инжењер жељезничке дирекције постављен је за шефа VII секције (Ђуприја-Сенски мајдан) са седиштем у Ђуприји.

Платили улог члански за 1892. годину:

Г.г. М. Андоновић, Миша Николић, Лука Ивковић, Жив. Димитријевић, Јов. Ковачевић, Вел. Вуловић, Мил. Божић, Пав. Денић, Јосиф Ринер, Пет. Цукић, Душ. Живановић, Миливој Јосиповић, Н. Стаменковић, К. Главинић, Мар. Каракашевић, Мил. Пујић, Мил. Павлићевић, Чед. Гагић, Наст. Пооовић, Фр. Ајперт, Др. Матић, Коста Рашић, Влад. Николић, Војтех Хрњичек, Стев. Чолић, Димитр. Стојановић, Коста Живковић, Сава Миленковић, Влад. Марковић, Нест. Манојловић, Јоца Смедеревац, Е. Надлер, Мил. Милашиновић, Марко Ђурковић, Милош Милошевић, Свет. Ивачковић, Иван Козлић, Милош Дамјановић, Мата Станисављевић, Јован Илкић, Петар Смедеревац, Тоша Селсковић, М. Слуцци, Љуб. Денић, Милош Савчић, Лазар Живковић, Светозар Поповић.