

СРПСКИ ТЕХНИЧКИ ЛИСТ

ОРГАН УДРУЖЕЊА СРПСКИХ ИНЖЕЊЕРА И АРХИТЕКТА

САДРЖАЈ: Члановима Удружења. XXI Главни скуп стр. — 157 — Члановима Удружења стр. — 158 — Велики канал—ту-
нел кроз Апенине од Ј. стр. — 158 — Париске подземне железнице (наставак) од Ј. стр. — 160 — Прилог Теорији
земљиног потиска на потпорне зидове од Др. Макс Ритер. Цирих. стр. — 161. —

ЧЛАНОВИМА УДРУЖЕЊА

Удружење Српских Инжењера и Архитекта одржаће, по прописима чл. 55, 56
57, 58, и 59 свога устава, свој

XXI ГЛАВНИ СКУП

на дан 6. Јуна 1910 године у Београду, у дворници нове основне школе код
Саборне Цркве, а са овим дневним редом:

- 1.) Избор два секретара
- 2.) Примање нових чланова
- 3.) Итвештај Управног Одбора
- 4.) Извештај о „Срп. Техничком Листу“
- 5.) Извештај о благајни Удружења и „Техн. Листа“
- 6.) Извештај о књијници Удружења
- 7.) Извештај Надзорног Одбора
- 8.) Давање разрешнице Управном Одбору
- 9.) Утврђење буџета Удружења и „Техн. Листа“ за 1910/11 год.
- 10.) Избор председника и четири члана Управног Одбора
- 11.) Избор чланова Надзорног Одбора
- 12.) Предлози

По чл. 32 Устава ове године иступају из Управе; председник г. К. Главинић и
чланови Управног Одбора г.г. Јован Андрејевић, Драгутин Маслаћ, Бранко Таназевић и
Нешке М. Смиљанић.

По чл. 56 Устава може се на главном скупу решавати само о оним предлозима,
који се поднесу Управи најмање 20 дана пре скупа.

Редовни и ванредни чланови Удружења имају на скупу право гласања, а остали
учествују само са саветујућим гласом.

Почетак скупа тачно у 8 часова пре подне

Секретар

Неш. М. Смиљанић

Председник

К. Д. Главинић

Члановима Удружења.

Да би чланови Удружења могли узети учешћа на овогодишњем главном скупу, као и на пројектованој екскурзији Београд—Софија—Царигра. Управа се обратила за потребна осуства члановима Удружења, и извештава чланове да су: Господин Министар Грађевина, Господин Министар Народне Привреде, Господин Министар Војни и Господин Председник Општине Београдске изволели одобрити подручним члановима нашег Удружења тражена осуства, и то:

1.) Онима, који ће учествовати само на главном скупу по три (3) дана без путовања и

2.) онима, који ће учествовати на скупу и екскурзији по осам (8) дана, такође без путовања до Београда и повратка кућама.

Господин Министар Грађевина изволео је осим тога одобрити бесплатан подвоз железницом за све чланове Удружења и њихове породице, како за скуп тако и за екскурзију.

Стога се умољавају г. г. чланови Удружења, да најдаље до 18. III. м. јаве са колико ће чланова своје породице учествовати на овогодишњем главном скупу Удружења, како би им се благовремено могле послати потребне карте.

Управа је поред тога тражила повлашћене карте за чланове Удружења, како од Српског и Дунавског Бродарског Друштва за долазак на скуп, тако и од бугарске и турске железничке Дирекције за екскурзију Београд—Софија—Цариград и чим буду стигли одговори објави ће се у „Техн. Листу“ или путем нарочитог циркулара.

Најзад, Управа се обратила и на наша посланства у Софији и Цариграду, и она су обећала да ће екскурзистима, за време њихова бављења у овим местима, учинити све олакшице при налажењу станова као и иначе.

Управа.

Члановима Удружења у Београду.

Пошто се VI. месни скуп, заказан за 10 V. 1910, није могао одржати због недовољног броја присутних чланова, то ће се одржати поновни VI. месни скуп, 17^{ог} овог месеца у 6^{1/2} часова после подне, у стану Удружења, а са овим дневним редом:

1.) Попуњавање једног упражњеног места у Надзорном Одбору.

2.) Пријем нових чланова.

3. Предлози, питања и саопштења.

Позивају се чланови Удружења да на овај месни скуп дођу у што већем броју, пошто ће се према чл. 52. Устава, решавати са онолико чланова, колико их буде дошло.

Нарочито се члановима скреће пажња, да се Удружење 1^{ог} маја преселило и да се нови стан Удружења налази на „Теразијама,“ Краља Милана ул. Бр. 5.

Управа

Велики канал - тунел кроз Апенине.

Од пре неколико година почела је италијанска влада радити на томе да приведе у дело већ одавно припремани огромни план, да се цела област Апулија која се протеже поред источне обале Јужне Италије између Апенина и Јадранског мора, снабде у довољној мери са добром изворском водом помоћу једног великог канала, који пробија Апенине са тунелом од 20 км. дужине и који се тада грана у густу мрежу канала преко провинција Foggia Bari и Lecce до најудаљенијих места. Апулија је врло сиромашна у употребљивој изворској и подземној води и упућена је готово искључиво на употребу кишнице, која се скупља у цистерне. Свакако то је једна незгода, која се са полетом трговине и саобраћаја у овој области свештетније осећа. С тога је Министарство Грађевина у Риму добило од владе налог; да изради пројекат за опште снабдевање Апулије са добром водом за пиће и за употребу. У почетку 1901 год. образовано је нарочито одељење „Regio Ufficio Speciale del Genio Civile“ за извршење потребних штудија и генералних претходних радова под руковођењем вишег инжењера Bruno, који се већ у деведесетим годинама детаљно бавио са овим пројектом па спремио за исти и генерални предрачун. Пошто у ближој околини Апулије није имало водоносних падина и извора довољне јачине, да њи се цела област са више од 2 милиона својих становника могла са водом снабдети морала се и западна страна Апенина узети у обзир. Ближа испитивања показала су да су извори што се налазе у већем броју код планинског села Caposele довољно издашни. и да се у исто време са сразмерно незнатном радном свагом и коштањем могу довести у Апулију. Њихова количини износи 5 m³ у секунди, а каквоћа воде је тако беспрекорна, да се према испитивањима инжењера-геолога Baldacci, директора краљевског геолошког института у Риму, може назвати „најбољег квалитета“ како у хигијенском тако и у бактериолошком погледу. Температура воде износи из године у годину 9° С а количина во

де не спушта се ни у најсушнијем годишњем времену испод 4 m^3 у секунди. Год. 1903. претходни радови на основу нивелмана, топографских снимања и планова са изохипсама у размери 1 : 2000, геолошких испитивања терена итд. толико су напредовали, да се могао израдити генерални пројекат за довођење воде у Апулију, и тај је пројекат од стране италијанске владе објављен под називом „Relatione sul Profetto di Massima dell' Acquedotto Pugliese, те да послужи као основа за даљи рад на овоме. Овај пројекат предвиђа грађење једног главног канала око 240 км. дужине, који ће да води воду, од извора у Caposele, кроз Апенине у Апулију.

Генерални владин пројекат за снабдевање Апулије водом износи предрачунску суму од 136 милиона динара, од које суме даје италијанска држава 100 милиона динара, а Апулија 25 милиона динара. Остатак коштања мора прикупити предузеће—предузимач, на кога ће се са извршењем целог постројења пренети и продаја воде за јавне и приватне цели за време од 90 година а према утврђеним ценама.

Грађењем руководи Министарство Грађевина у Риму, где има своје седиште и предузимач „Erscole Antico e Soci,“ са којим је закључен Уговор 3. Јула 1905 године. Предузеће се обвезало да апулијски водовод потпуно доврши до 1920 год.

Први посао предузећа, чији је технички рукавалац виши инжењер **Bruno**. био је тачнија разрада генералног пројекта у свима појединостима и добијање дефинитивног плана за извршење. Овај план поднет је Министарству Грађевина у почетку 1909 год. и одобрен је за извршење у свему, задржавајући само право на мање измене, које се за време грађења укажу као целисходне.

Са хватањем воде са извора у Caposele и са припремним радовима за пробијање Апенина почело се већ пре две године под руковођењем инжењера **Muzzani**, који је радио и на Симплонском тунелу на пробијању његовом на јужној страни. **Muzzani** је у пром реду одредио податке за обележавање великог тунела кроз Апенине — „La grande Galeria dell' Appennino“—један у геодетском погледу врло интересантан и са много вештине извршен посао. Тунел је положен према тачном испитивању земљишта од стране предузећа и према владином пројекту. Тунел улази у Апенине на неколико метара источно од Caposele, пробија планину у више кривина и излази на источној страни у долину **Ficochia**, изнад места **Calitri** његова дужина износи 19,4 км. **Muzzani** је, ради надземног спајања обе тунелске стране, положио главну триангулациону мрежу са девет станица преко планине.

На свакој триангулационој тачци подигнут је што трајнији сигнални стуб правилног облика који ће што боље бити осигуран од злонамерног квара и рушења. Сви сигнали премазани су црвено пошто се ова боја показала као најцелисходвија за посматрања. За мерење углова употребљен је **Weydhaupt**-ов теодолит са микроскопима, који се врло добар показао. Посматрања праваца вршена су при шест разних кружних положаја по 4 пута, али су имала много да трпе од разних препрека и кретања ликова у дурбину, изазваних треперењем ваздуха услед јаког сунчаног зрачења о већином голе стене, преко којих су визуре бацане. Око подне су посматрања за више часова прекидана. Посматрања су вршена у месецима јулу и августу. У хладније годишње време поменута треперења ваздуха била би мање јака, али тада наступају у Апененима често дуготрајне кишне периоде и врло јаки ветрови, који би довршење послова могли још више одложити.

При склапању мерених углова по троугловима јављала се средња разлика од само 1 а после изравњавања мреже средња грешка угла од $\pm 0,8$.

Одређивање дужина могло би се добити помоћу тригонометријског надовезивања троуглова на тријангулацију, коју је у тим крајевима извршио италијански генералштаб. Али је **Muzzani** претпоставио, да сам измери једну основицу па да из њене дужине израчуна и стране осталих троуглова. Мерење основице, која има дужину око 1200 м. вршено је помоћу 4 м. дугачких летава од погодног дрвета и са клинастим металним крајевима и то два пута и са највећом образривошћу. Разлика између та два мерења изнела је само неколико сантиметра.

Ради тачније одредбе *високог положаја* тунела извршио је **Muzzani** прецизни нивелман од једног до другог тунелског портала преко планине између њих, а везујући се у у Caposele на једну сталну тачку, коју је утврдио италијански генералштаб. Нивелман се није могао вршити непосредно по правцу тунелске осовине, пошто је планина испресецана многим точилима и провалијама, већ се морало држати путова, који кроз и преко Апенина чине обострану везу. **Muzzani** је употребљавао Kern-ов нивелр-инструмент са 40-губим увећањем дурбина и са осетљивошћу либеле од 6.“

Дневно је нивелано просечно дужина од 1,20 км. а за 48 дана свршен је и контролни нивелман. Дужина пута на коме је постављено око 30 сталних висинских белега, износила је 32 км.. средња грешка по километру $\pm 3,3$ мм а средња грешка целог нивелмана ± 13 мм. Висински положај тунела на тај начин је утврђен са сваком жељеном тачношћу.

Осовина великог тунела кроз Апенине иде по једном изломљеном влаку $a-b-c-d$ чије су стране благим кривинама повезане. Тачка a , која одговара почетку тунела код Carosele је теме за прву кривину, са којом тунел улази у брдо. Она лежи неколико метара далеко од портала a у самом тунелу, па пошто се она не може непосредно везати за главну триангулациону мрежу, то је у њеној близини изабрата помоћна тачка P , и то у правцу $a-P$ — *колимације*, па ова тачка мерењем углова везана са главном триангулацијом. Непосредним мерењем дужине $a-P$ лако се добија и положај тачке a .

На другој страни планине лежи излаз тунела b . који се одређује исто као и тачка a .

Код тачке c тунел на једној краткој дужини иде преко једне провалије, дакле јавља се изнад земље као аквадукт. И ова тачка је везана за главну триангулацију.

У близини тачке b копан је за тунел један вертикалан шахт звани „Сосимелла-шахт.“ И ова тачка везана је за главну триангулациону мрежу на терену.

Један врло интересантан посао чини преношење над земљом утврђене тунелске осовине кроз „Сосимелла-шахт у унутрашњост планине, да би се одатле могао тунел на обадве стране радити. Овај шахт има дубину од 63 м. и пречник 3,50 м., али је због унутарње облоге остала слободна чиста ширина шахта само 2,50 м. на којој се ради преношења праваца могу вешати два виска. Ова два виска добијају бакарне жице од 1 мм. јачине а доле су оптерећени са теговима од 6 кгр. који се ради мањег клаћења потапају у судове напуњене машинским уљем.

Оба виска вешају се изнад шахта о греде у близини тунелске осовине и помоћу нарочитих микрометарских направа померају се дотле. док њихова спојна линија не дође тачно у над земљом утврђени правац тунелске осовине. Њихов положај доле у шахту одређивао је Muzzani више пута и са највећом обазривошћу, и из свих тако добивених података јавља се средња вредност, коју је он употребљавао као правац подземне тунелске осовине, Пошто се тунел од шахта мора радити по 5 км. на обе стране, док се не сретне са другим суседним прокопима, то би се морала на дну шахта виском утврђена линија за правац тунела дужине свега 2,50 м. продужавати 2000 пута до сусрети. При толиком продужавању кратке линије за правац могу се „неизбежне“ мале грешке посматрања јако повећати и толико нарасти, да довољна сигурност пробијања тунела да овој основи мора изгледати сумњива. С тога је Muzzani у надземном правцу тунела, а на одстојању око 200 м. од Сосимелла — шахта, правио вертикалан шахт од


цеви пречника 0,40 м. и терао до тунела, те да би у овом шахту добио још једну другу тачку за правац тунелске осовине. Али се при овом јавља тешкоћа, што се сваки додир жице од клатна са дуваровима цеви у узаном шахту, мора најбвижљивије избегавати. Ако се на овај начин успе, то се везивањем ове нове тачке за правац са оном у Сосимелла — шахту, добија дужина осовине од 200 м., која се тада са довољном сигурношћу може продужавати на обе стране и по више километара дужине. По довршењу вертикалног шахта за цеви, спуштао је Muzzani да низ-а-њ полако клизи парче метала од 6 кгр. тежине, правилног облика а на бакарној жици од 1 мм. јачине. Чим је овај метал додирнуо дуварове цеви, додир је производио електрично звоњење. Али се овај начин слободног спуштања виска показао као врло приметан. Стога су се одлучили, да у шахт од цеви спуштају на бакарној жици електричну лампу, па да се непосредним посматрањем на дурбин утврди, да ли има додира или не. Али је Muzzani пронашао још простији пут, да до жељеног циља дође. Помоћу једног огледала, које је над шахтом намештено, сунчана светлост бацала је рефлекс унутра. Тиме постигнута јасноћа и осветљеност виска дозвољава да се при посматрању са добрим дурбином може лепо и сигурно видети слободно спуштање виска, па баш и до 70 м. дубине, где се и тунел достиже. Тако је Muzzani на прост и елегантан начин решио овај задатак, који у почетку није тако лак изгледао.

Па и даље ток његових интересантних и са много вештине и стручности извршених послова за утврђивање и обележевање осовине великог канал тунела кроз Апенине без сумње ће имати најбољи успех и одговарати свима модерним захтевима технике.

Н. М. С.

ПАРСКЕ ПОДЗЕМНЕ ЖЕЛЕЗНИЦЕ.

(наставак)

Главни носачи мостова преко 40 м. распона израђени су као здружени носач; поједини носачи сваког пара размакнути су за 48 см. Вертикале и дијagonале извршене су као решеткасти штапови и уклапају се међу усправне лимове појасева. Код мањих мостова штапови испуне притврђени су с обе стране појасног усправног лима. Ти су штапови на крајњим пољима састављени из лима и по два угаоника на ободу лимовом а у средњим пољима штапови су састављени из 2  гвожђа.

Попречни носачи окачени су о вертикале. А и њих се ослања међу-конструкција. То су сводови 22 см. дебели озидани циглом. Президак је испуњен бетоном. Тај је патос за воду непробојан

а звук не продире јако. По ивици упоредо с главним носачима подигнути су ниски ивични зидови па је затим сва ширина од 5,75 м. још премазана 2 см. дебелим слојем цементног малтера. Колосек је на попречним праговима а ови су на застору од туцаника. Колосек је према томе потпуно одвојен од гвоздене конструкције те зато и не одјекује трангарање воза онако као код обичних железничких мостова.

Једна незгода овог начина израде патоса у томе је, што је гвожђарија потпуно неприступачна, око сводова те ако се ту појави рђа, онда се не да отклонити а ни приметити.

Код великих мостова од 75,25 м. распона патос је израђен друкчије. Ту су између попречних носача уметнути уздужни испод шина. Сав је патос покривен избразданим лимом, који служи и као укрућење противу хоризонталних потисака у доњем појасу моста. Лим је дебео 8 мм. и прикован је за главне носаче. Шине су положене на уздужне раслове греде које се опиру непосредно на уздужне носаче. Како су возови врло чести, и како ова конструкција патоса појачава клопарање воза; то се с правом може примити већ познати израз; да надуличне железнице тутње као громовник. На ту тутњаву тужили су се у своје време и берлинци који станују близу надуличне железнице. Међутим у Паризу ови велики мостови премощују само широке усеке а у близини нема кућа, те зато та тутњава слабо коме смета.

Дуж свију главних носача има на мостовима још и по стаза која служи пружном особљу. Стаза је од избразданог лима и 60 см. широка. Ове стазе и ширина између носача условљени су прописом који смо поменули приликом описа тунелског попречног профила, на име, да мора бити од ивице кола до конструкције још по 70 см. слободног профила.

Између два узастопна моста има размака око 640 см. рачунајући између лимова крајњих попречних носача. И тај међупростор је покривен, али тако, да тај покривач, та веза између узастопних мостова, не смета ниуколико дилатацији мостова. Са спољне стране крајњих попречних носача притврђене су конеоле које носе на себи патос али тако, да се горњи део може померати преко доњег, како би мост могао дилатирати.

Материјал за мостове је тешко заварљиво ковано гвожђе (Flusseisen), лежишта су од ливеног челика, а закивци од челика.

Стубови на којима почивају мостови озидани су од чврстог пешчара отворене боје: Стране су под нагибом 10:1 а слојеви 40 см. дебели. С почетка било је решено да се лежишта мостова заклоне украсним назидком; али се од тога одустало, и сва су лежишта видна, изузимајући на неколико

места. На северној појасној прузи стубови имају ове главне мере: висина око 6 м, горња дужина и ширина $1,90 \times 1,50$ а у равни уличне калдрме $2,45 \times 2,41$ м. Зидани стубови према томе изгледају и сувише јаки наспрам витких стубова од ливеног гвожђа. На јужној појасној прузи зидани стубови су тањи, изгледају елегантније а и не сметају толико саобраћају.

Стубови од ливеног гвожђа имају ове главне димензије: врат има пречник 0,66 м. проширују се на ниже $\frac{1}{20}$; дебљина гвожђа 65 мм. на најтањем месту. Стубови имају канелуре, по ребрима канелура је лив дебљи. Капители су лепо украшени и дају $1,25 \times 0,95$ м. површине за налегање моста. Око стубова, који долазе у улични коловоз, израђени су уздигнути перони за заштиту противу удара колских точкова. Стубови се ослањају на фундамент од бетона. У случају да се при фундирању није могла наћи здравица, побијани су шипови [16 у квадрат] у земљу па преко њих положени бетонски фундаменти. Између бетона и стуба је ножица врло јака и широка и везана је с бетоном јаким шрафовима. Било је места где је здравица лежала тек на дубини од 20 метара испод калдрме.

Прелази из тунела у деонице изнад улица имају успоне до 40‰ (1:25) положени су тако како ће најмање сметати уличном саобраћају. Положај им је тако изабран, да не пресецају улице са живим саобраћајем а поред тога, прилагођени су конфигурацији земљишта, како би испали што краћи. Леже делом у усеку а делом у насипу. Зидови су од мрког ломљеног камена зидани као циклопски зидови. Где год је било могуће, постављени су испод прелазних насипа сводови за саобраћај.

(наставиће се.)

J.

Прилог теорији земљиног потиска на потпорне зидове

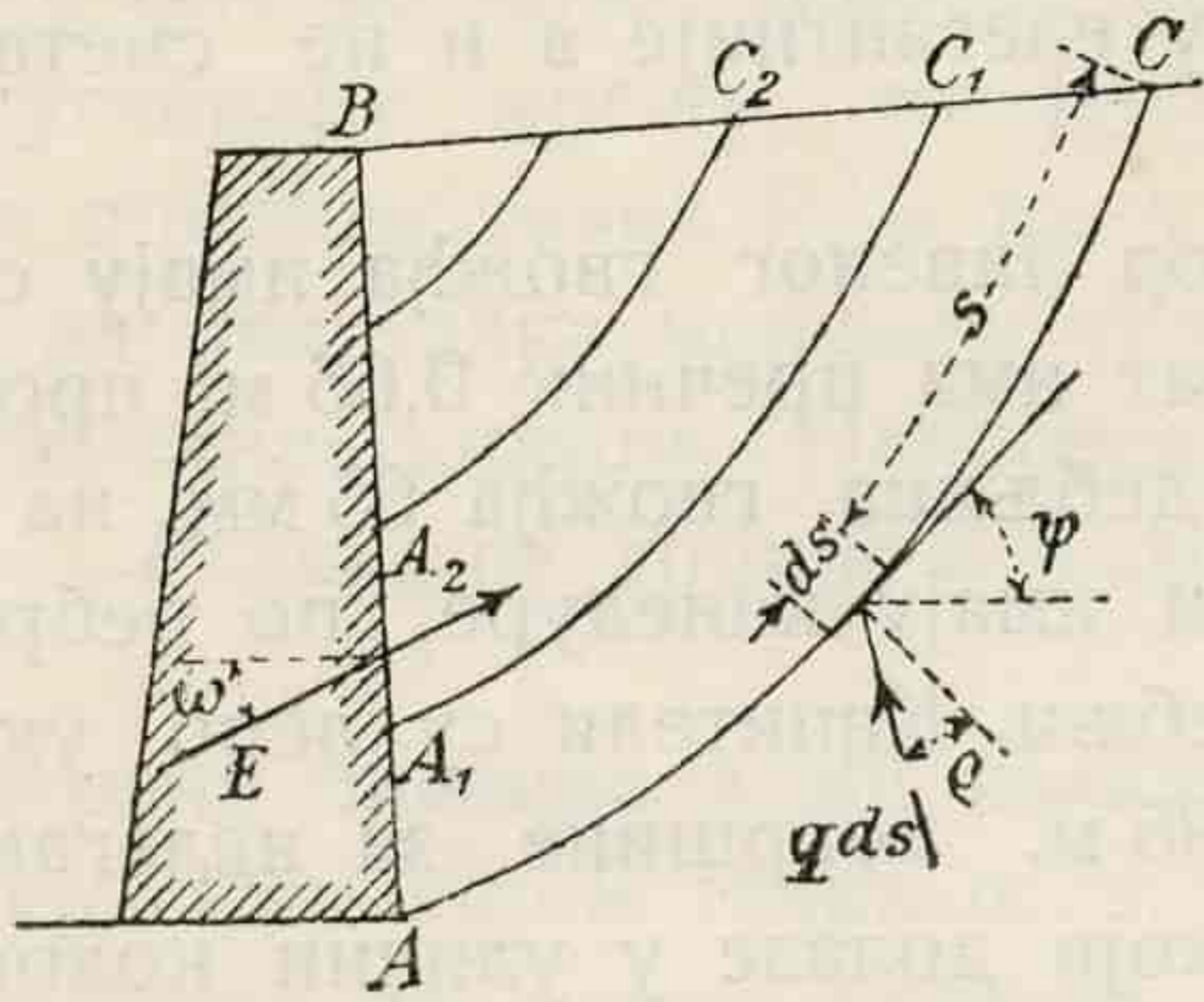
Dr. инжењер Макс Ритер. Цирих.

Замислимо да зид попусти под притиском земље у којој има кохезије. Један ће део земље поћи на ниже; земља ће се срозати, јер ће поједини делови склизнути једио преко друго на ниже.

Ово срозавање бива по извесним површинама, по површинама клизања, на којима је управо савладан отпор трења. Пошто се успостави равнотежа у свакој ће тачци површине клизања — клизалишта, притисак заклапати угао терењл φ с нормалом на тачци. Тај је угао истоветан с углом природног нагиба и лако се даје експериментом одредити.

Сл. 1. преставља попречни пресек кроз зид и кроз земљу. Линије АС, А₁С₁ и т. д. престављају пресечне криве линије неколиких клизалишта с ли-

коравни. Наравно да унапред не знамо какве су те криве линије те су у слици само провизорно нацртане, како од прилике највероватније изгледају. Вероватно је да ће површине клизања бити међусобом сличне ако буде и површина земље равна и зид ра-



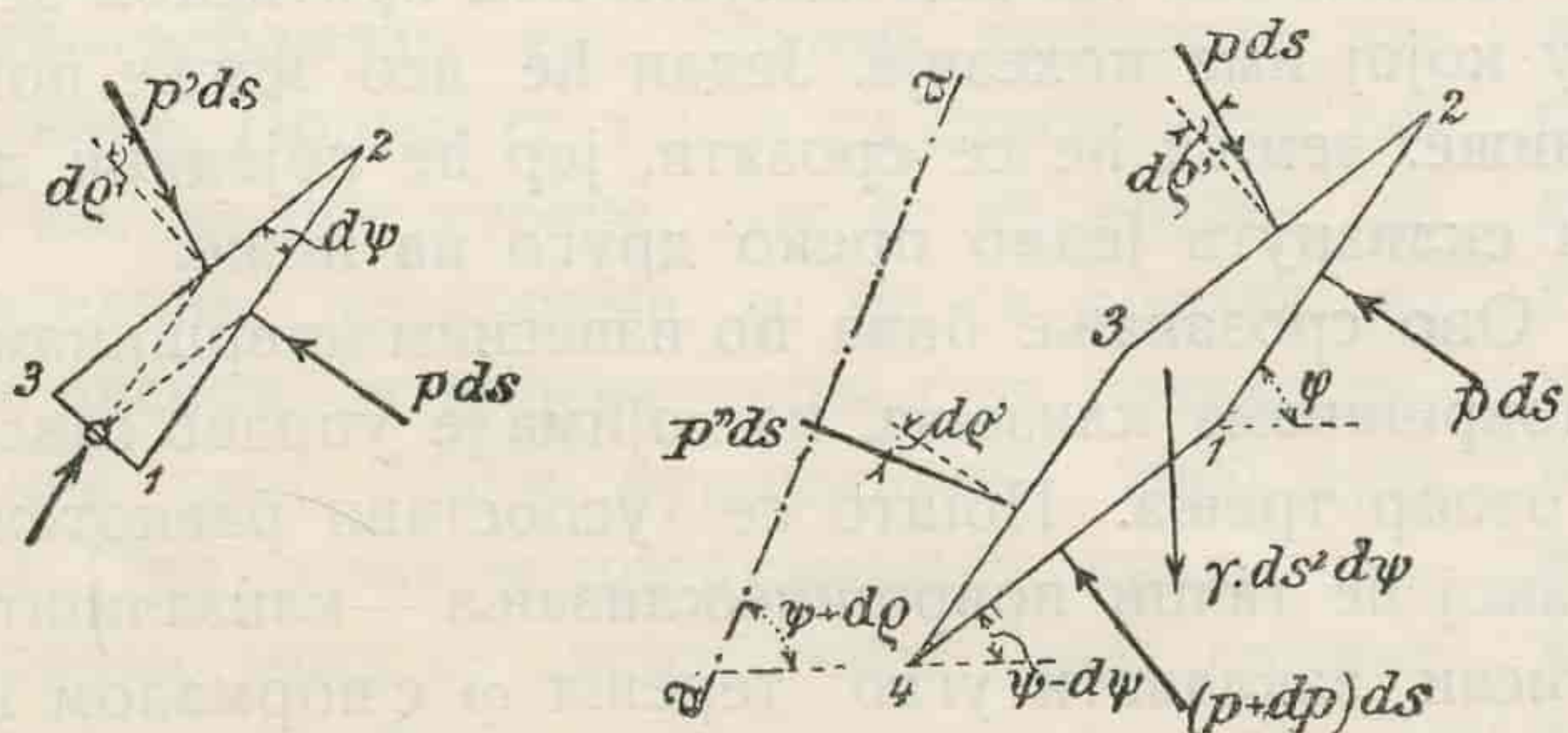
Слика 1.

ван; пошто ће тад бити подједнаке погодбе при склизавању призме $A_1 B C_1$ и призме $A_2 B C_2$ и т. д. Услед тога ће и промена притиска земље на зид бити приближно сразмеран дубини испод горње ивице, и резултанта притисака на дужну јединицу зида, т. ј. земљин притисак E , имаће нападну тачку у доњој трећини зидне висине.

Ми ћемо претпоставити, да се напрезања у земљишту од места до места потпуно мењају. У том је случају угао ϱ' , који заклапа напрезање q' ма ког елемента површине његовом нормалом, непрекидна функција угла ψ под којим дотични елеменат нагиба према хоризонталу. На површинама клизања достиже угао ϱ' своју највећу вредност ϱ и с тога за сваки елеменат површине клизања вреди еквација

$$\frac{\partial \varrho'}{\partial \psi} = 0 \dots \dots \dots (1)$$

Овај услов је већ довољан да израчуна, *напрезање q у свакој тачци површине клизања* Зарад тога посматрајмо бескрајно мален елеменат призме 1-2-3, усправан на ликораван, коме је дужина равна јединици, а једна раван 1-2 = 1. ds лежи у површини клизања и заклапа с хоризонталом 2-3 угао $d\psi$, (види сл. 2.) На раван 1-2 дејствује прити-



Сл 2. и 3.

сак $q \cdot ds$ под углом трења ϱ ; на раван 2-3 дејствује међутим притисак $q' ds$ који с обзиром на образац (1) мора заклапати с нормалом угао трења ϱ . Услов

равнотеже противу обртања око $Oa Oy$ равни 1-3 гласи:

$$q \cdot ds \cos (\varrho - d\psi) \cdot \frac{ds}{2} = q' ds \cos (\varrho + d\psi) \frac{ds}{2},$$

а отуда:

$$q' = q \frac{\cos \varrho - d\psi}{\cos (\varrho + d\psi)} = q \frac{\cos \varrho \cos d\psi - \sin \varrho \sin d\psi}{\cos \varrho \cos d\psi + \sin \varrho \sin d\psi}$$

а пошто је $\cos d\psi = 1$ а $\sin d\psi = d\psi$ следи:

$$q' = q (1 + 2 \operatorname{tg} \varrho \cdot d\psi) \dots \dots \dots (2)$$

Тежина призме занемарује се, јер је то количина која даје моменат бескрајно мале величине вишег реда. Додајмо сад на раван 1-3 подударну призму 1-3-4. (види сл. 3.) Раван 1-4 лежи у површини клизања и прима притисак $(q + dq) ds$ под углом трења ϱ . Тежина призме 1-2 3-4 износи $\gamma s^2 \cdot d\psi$, где је γ специфична тежина земље. Противу померања у правцу осе $a-a$ која заклапа угао $(\psi - \varrho)$ са управном на правац притиска q'' , гласи услов равнотеже:

$$(q + dq) ds d\psi - q (1 + 2 \operatorname{tg} \varrho d\psi) = \gamma \sin (\psi - \varrho) ds^2 d\varrho$$

и даје линеарну диференцијалну еквацију:

$$\frac{dq}{ds} - 2q \operatorname{tg} \varrho \frac{d\psi}{ds} = \gamma \sin (\psi - \varrho) \dots \dots \dots (3)$$

Њу је лако интегралити. Интегралење даје:

$$q = \gamma e^{2\psi \operatorname{tg} \varrho} \int_0^s (1 - \varrho \psi \operatorname{tg} \varrho) \sin (\psi - \varrho) ds \dots \dots (4)$$

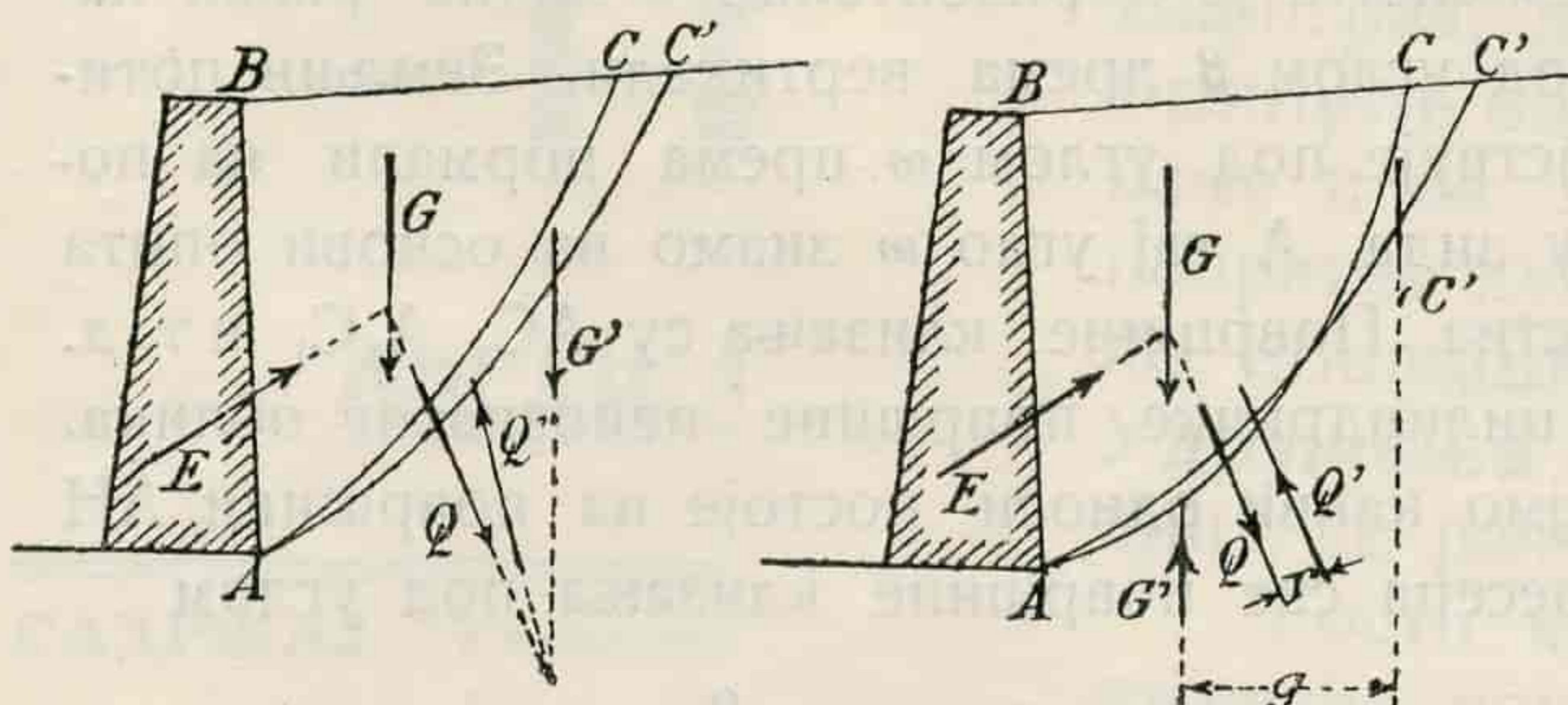
Интегрална константа отпада пошто интеграција почиње од површине земље где је $q = 0$.*)

Помоћу еквације (4) даје се одредити укупни притисак Q на јединицу дужине површине клизања AC . Кад још тежину призме $G = \gamma \cdot 1$ (површина ABC) спојимо с притиском Q у резултанту, онда добијамо потисак земље E по величини и по положају. Он пролази кроз доњу трећину зида и с нормалом на површину зида заклапа угао ω , који свакојачко није већи но што је угао трења између земље и зида.

Али овај рачун наилази на незгоду, пошто није позната површина клизања. Сем тога, може се замислити колико хоћемо таквих површина које пресецају ивицу A и задовољавају услов: да им резултанта између Q и G пролази кроз доњу трећину дотичне висине. Али се ствар јавља сасвим другачије ако можемо да оценимо величина угла ω и то или на основу опита или на основу искуства код потпорних зидова. Онда се одредбом тог угла до-

*) Односе (3) и (4) израчунао је први професор F. Kötter али је до њих дошао сасвим другим путем који изискује приметно и дуго рачунање; види: H. Müller — Breslau, „Erdruck auf Stützmaern 1906. стр. 107 и даље. Други врло елегантан начин извођења дао је O. Mohr у Zeitschrift für Architektur und Ingenieurwesen 1907 при чему се помагао Ранковим кругом.

бија само једна једина површина клизања AC, која се слаже с условима равнотеже. Истинитост овог тврђења можемо увидети ако узмемо у обзир да је притисак Q на површини клизања утолико већи уколико је површина клизања просечно стрменија, што се непосредно може увидети из обрасца (4) Зато је притисак Q на површини клизања AC већи но притисак Q₁ на површини клизања AC'



Сл. 4. и 5.

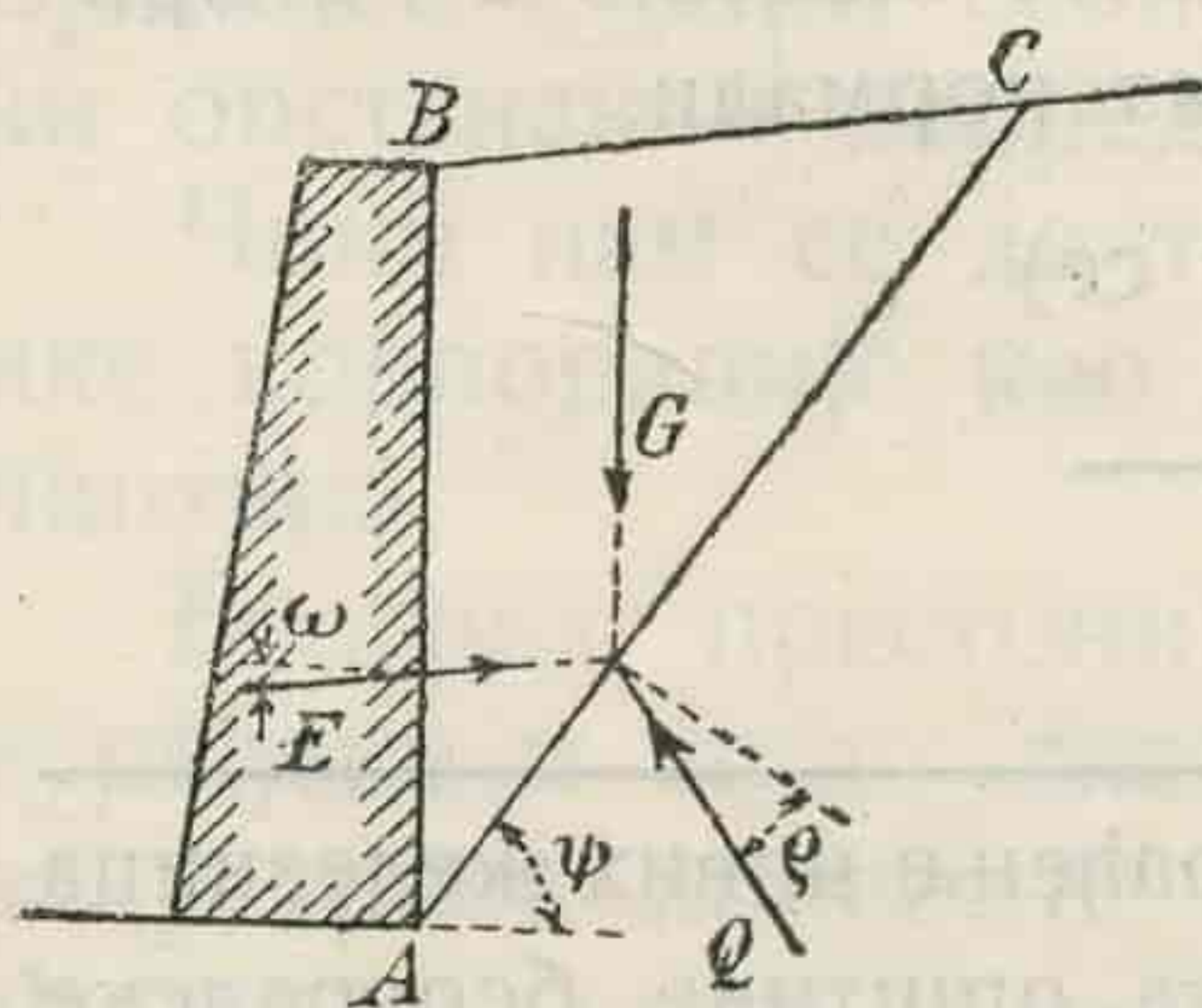
(види сл. 4). Када би обе површине клизања задовољавале услове равнотеже, онда би се морале држати у равнотежи силе: Q, Q₁ и G' = γ · 1. (површина AC₁.) А то према полигону сила све дотле не може бити, докле год је Q > Q₁. Једна од обеју површина клизања стоји дакле у опреди с условима равнотеже. Исто се тако може доказати да само једна површина клизања, од двеју које се секу, може одговарати условима равнотеже. Јер ако замислимо у сл. 5. две површине клизања AC и AC' које обухватају по запремини једнаке клинове земље, онда морају притисци Q и Q₁ чинити спрег, који држи равнотежу спрегу g · G₁. Сила Q мора дејствовати дакле на одстојању

$$r = g \frac{G'}{Q}$$

изнад силе Q. Али се то противи еквиацији (4) Према том обрасцу напротив Q₁ лежи дубље но Q јер је површина AC₁ у свом доњем делу стрменија но површина AC. Обе површине не могу дакле у исти мах испунити услове равнотеже.

Досадашња теорија земљиног потиска почива као што је познато, на произвољној претпоставци, да су површине клизања равни. За специфичан притисак на равну површину под нагибом ω даје еквиација (4) ову вредност:

$$q = \gamma \cdot s \cdot \sin(\psi - \varrho) \dots \dots \dots (5)$$



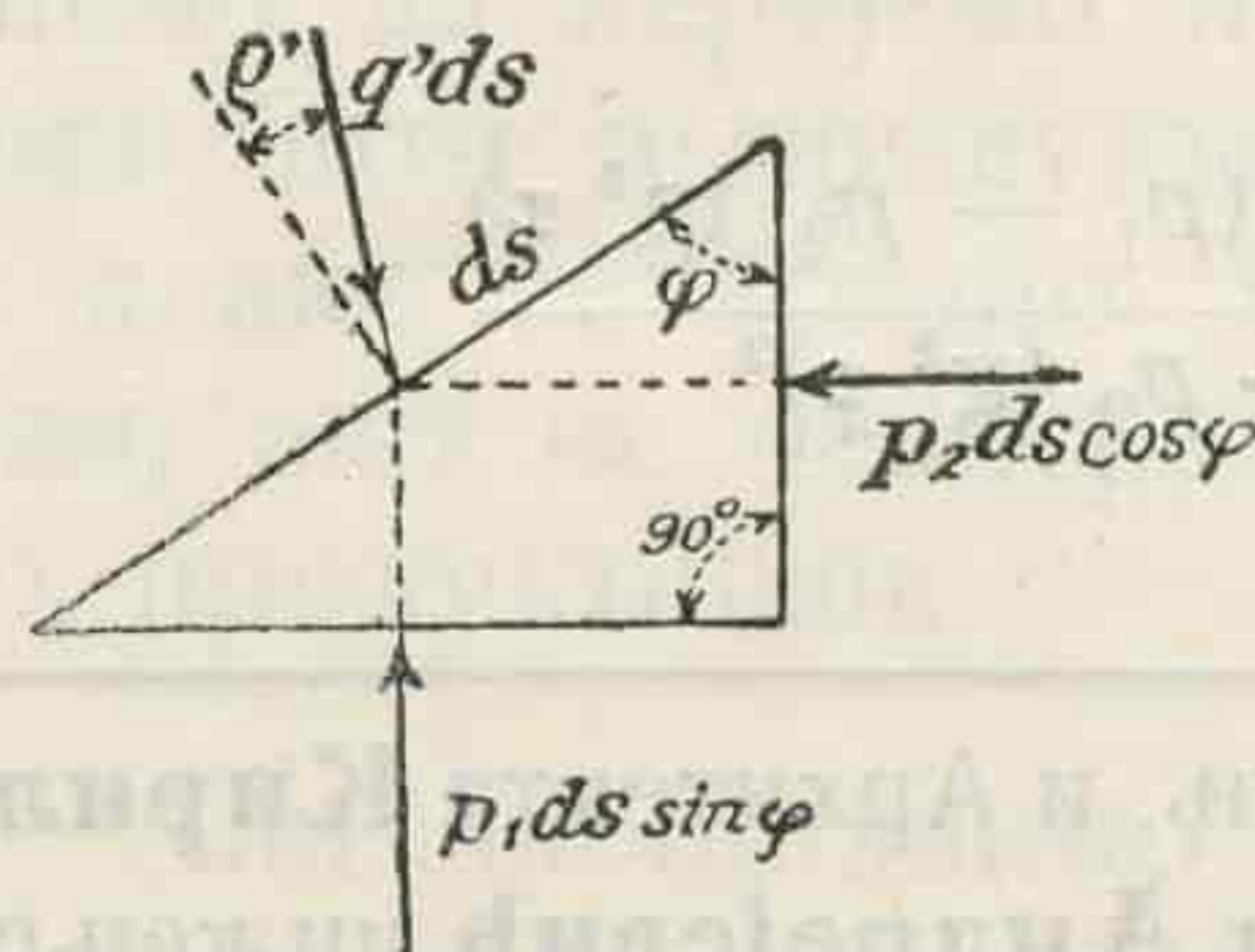
Сл. 6.

Специфичан притисак дакле расте линеарно с дубином, а резултанта Q свију притисака на јединицу дужине има своју нападну тачку у доњој трећини равни клизања. (види слику 6.) Ако је зид AB верти-

калан, онда може равнотеже бити, ако потисак земље E дејствује паралелно с површином земље; јер се само у том случају све три силе G, Q и E пресецају у једној тачци. Експериментална испитивања међутим показала су, да не постоји такав однос између правца земљиног потиска и нагиба површине земље. По експериментима које је саопштио проф. Н. Müller — Breslau у поменутој књизи, а извршио са сувим песком, излази да је угао под којим дејствује потисак на зиду просечно ω = 0,84 ρ кад је површина потпорног зида рапава (приликом опита обложена смирглом) и ω = 0,65 ρ кад је површина зида глатка (обложена црвеним воском). Није се могао констатовати никакав уплив облика горње површине земље на величину угла ω. Очеvidно угао ω постаје делом услед слегања земљишта. Према томе може се очекивати да је у пракси код високих потпорних зидова угао ω приближно једнак углу трења ρ. По томе дакле у већини случајева претпоставка, да је површина клизања равна, стоји у опрци са условима равнотеже. У литератури је већ више пута обрађена пажња на овај факт, па ипак није то могло знатно поколебати веру практичара у уобичајен начин рачунања, сигурно с тога, што су практичари увек сматрали да је рачунање потиска земље као емпиричко правило, које им је изгледало да се доста добро слаже с прикупљеним искуством.

Из досад наведеног излази, да се при прорачунавању потиска земље не смеју чинити произвољне претпоставке о облику површине клизања AC, ако се хоће да остане доследан законима статике. Површина клизања има сасвим одређен облик и он се даје у сваком случају једнозначно одредити. Али је ово наравно скопчано с врло великим тешкоћама. При томе се наилази на проблем из области интегралног рачуна, који није успео да реши писац ове расправе. Али то решење није ни потребно. Јер, баш у једном од најважнијих случајева за праксу, и то кад је површина земље хоризонтална, могуће је срачунаати потисак земље који дејствује под произвољним углом ω а да се у опште не мора знати ниши одредити каква је површина клизања.

То се може постићи на основу испитивања које је извршио Rankine о односима притисака у једној тачци земљине призме.



Сл. 7.

Зато ћемо ово најпре да проучимо. Замислимо бескрајно малену призму земље = 1, чији је пресек правоугли троугао коме су стране ds, ds · cos φ и ds · sin φ, види сл. 7. Замислимо да смо приз-

му исекли из земљишта тако, да јој оса пада у правац дужине потпорног зида и да су притисци p_1 и p_2 главни притисци. На површину $ds \cdot 1$ дејствује притисак q , под углом φ према нормали, и тај угао узимамо да је позитиван кад је положен као у слици 7. Услови равнотеже противу померања у правцу ds и управо на њ гласе :

$$q' \sin \varphi' = (p_2 - p_1) \sin \varphi \cos \varphi$$

$$q' \cos \varphi' = p_1 \cos^2 \varphi + p_2 \sin^2 \varphi$$

отуда

$$\operatorname{tg} \varphi = \frac{(p_2 - p_1) \operatorname{tg} \varphi}{(p_1 + p_2) \operatorname{tg} \varphi}, \dots \dots \dots (6)$$

Срачунајмо сад за коју вредност угла φ , добија φ' своју позитивну максималну вредност. Пошто кроз сваку тачку призме ABC пролази по једна површина клизања, биће поменути максимум раван углу трења φ дотичног земљишта. Одговарајући угао φ налазимо из :

$$\frac{\partial \operatorname{tg} \varphi'}{\partial \operatorname{tg} \varphi} = 0 = \frac{(p_2 - p_1) (p_1 + p_2) \operatorname{tg}^2 \varphi - 2 p_2 \operatorname{tg} \varphi}{(p_1 + p_2 \operatorname{tg}^2 \varphi)^2} (7)$$

и отуд :

$$\operatorname{tg}^2 \varphi = \frac{p_1}{p_2} \dots \dots \dots (8)$$

Заменимо ову вредност у једначину (6) па ћемо добити :

$$\operatorname{tg} \varphi = \frac{1 - \operatorname{tg}^2 \varphi}{2 \operatorname{tg}^2 \varphi} = \operatorname{Cotg} 2 \varphi$$

Према томе је :

$$\varphi = 45^\circ - \frac{\varphi}{2}$$

и еквација λ презази у.

$$p_1 = p_2 \operatorname{tg}^2 \left(45^\circ - \frac{\varphi}{2} \right) \dots \dots \dots (9)$$

Ми ћемо да допунимо ова Rankine-ова излагања тиме што ћемо одговорити на важно питање колики је овај диференцијални количник $\frac{\partial \varphi'}{\partial \varphi}$ за $\varphi = 0$, дакле за случај кад раван $ds \cdot 1$ положимо на раван која је управна на p_2' .

По еквацији (7) имамо :

$$\frac{\partial \operatorname{tg} \varphi'}{\partial \operatorname{tg} \varphi} = \frac{(p_2 - p_1) (p_1 - p_2 \operatorname{tg}^2 \varphi)}{(p_1 + p_2 \operatorname{tg}^2 \varphi)^2}$$

дакле ;

$$\left[\frac{\partial \operatorname{tg} \varphi'}{\partial \operatorname{tg} \varphi} \right]_{\varphi=0} = \frac{1}{\operatorname{tg}^2 \left(45^\circ - \frac{\varphi}{2} \right)} = 1 \dots \dots \dots (10)$$

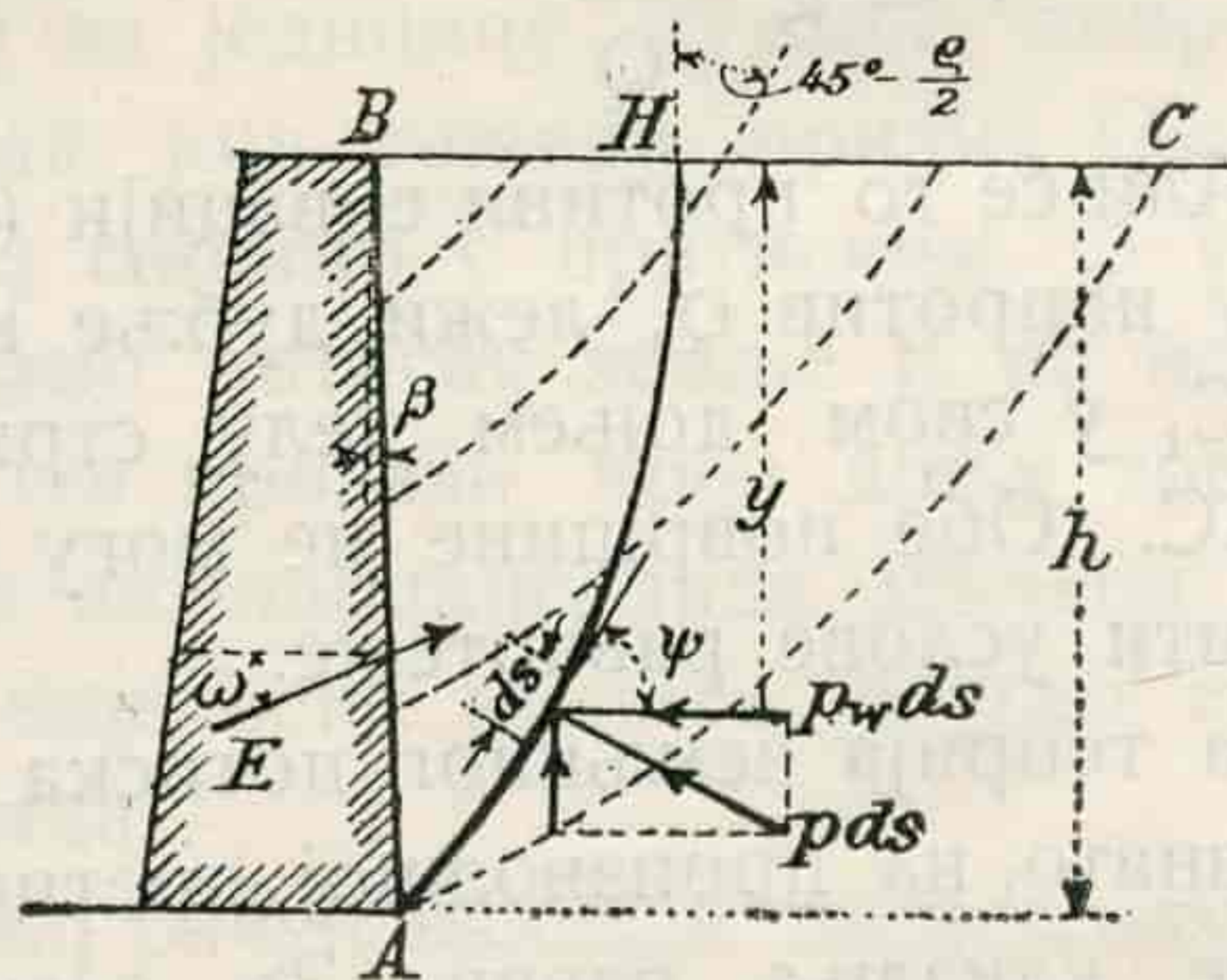
Посматрајмо сад потпорни зид скициран у сл. 8.— Земљиште је хоризонтално а зидна раван нагиба под углом β према вертикали. Земљин потисак дејствује под углом ω према нормали на површину зида. А тај угао ω знамо на основи опита и искуства. Површине клизања су AC , A_1C_1 и т. д. све су цилиндричке површине непознатог облика. Испитајмо какви односи постоје на површини $АН$ која пресеца све површине клизања под углом

$$\varphi = 45^\circ - \frac{\varphi}{2}$$

У тој површини према до сад наведеном нема тендеције за склизивање већ постоје само нормални притисци т. ј. постоје притисци p_1 . Дакле за све елементе површине $АН$ вреде односи изложени у обрасцу 10. т. ј.

$$\frac{d \varphi}{d \varphi} = \frac{1}{\operatorname{tg}^2 \left(45^\circ - \frac{\varphi}{2} \right)}$$

Сад поступимо исто онако као што смо чинили при извођењу обрасца (4), за израчунавање притиска на површини клизања. Узмимо дакле бескрајно малу призму 1—2—3 дужине = 1, чија једна пљосан 1—2 = $ds \cdot 1$ лежи у главној површини $АН$ и заклапа с хоризонталном равни угао ψ и са пљосни



Сл. 8.

2—3 угао $d\psi$ види сл. 9. На пљосањ 1—2 дејствује главни притисак $p_1 = p$ а на пљосањ 2—3 притисак p_1' под углом $d\varphi'$ према нормали.

(свршиће се)