

NOWY SPOSÓB

OBLICZANIA POWIERZCHNI WYKOPÓW I NASYPÓW

PRZEZ

FUCYANA WOJCIECHOWSKIEGO

Dyrektora dróg żelaznych w departamencie Seine-et-Marne.

(Przedstawiono na posiedzeniu Towarzystwa Nauk Ścisłych, dnia 2 października 1873 roku.)

TREŚĆ :

I. — Wstęp.

II. — Stan obecny kwestyi dotyczącej obliczania bryłowości wykopów lub nasypów : 1° Własność zasadnicza; 2° drugie dowodzenie własności zasadniczej.

III. — Obliczanie powierzchni wykopów lub nasypów : 1° Obliczanie jakiegokolwiek profilu sprowadza się do obliczania trójkąta; 2° tablice służące do obliczania powierzchni wykopów i nasypów po prawej i po lewej stronie osi.

IV. — Zastosowania : 1° Sposób oznaczania wcięcia; 2° obliczanie powierzchni wykopów i nasypów.

V. — Tablice : 1° Wzory; 2° tablice; 3° sposób użycia tablic.

VI. — Zwięzłość naszej metody.

VII. — Prostszy sposób jest niepodobny : 1° Podział profilów na trapezy i trójkąty jest podziałem najprostszym; 2° sprowadzenie profilu do jednego trójkąta nie może być otrzymanem łatwiej, jak za pomocą naszego sposobu.

I. — WSTĘP.

Sposób obliczania powierzchni wykopów i nasypów, który zamierzamy tu przedstawić, już przeszło od roku został ogłoszonym przez nas w języku francuzkim (*). Praca nasza zyskała bardzo dla nas pochlebne powrodenie u inżynierów francuzkich; żałowaliśmy zrazu, iż nie mogła być wczesniej zamieszczoną w naszym Pamiętniku: jednak z drugiej strony opóźnienie to pozwoliło nam skorzystać z licznych krytyk i uwag, uczynionych w skutek uprzedniej publikacyi francuzkiej przez inżynierów, mianowicie należących do Ciała Dróg i Mostów i przedstawić w skutek tego tę pracę publiczności naszej w nierównie poprawniejszym i doskonalszym wykończeniu.

(*) Szkoła Dróg i Mostów paryzka i ministerstwo Robót Publicznych francuzkie przyznały naszemu sposobowi zna-

Niech nam mianowicie wolno będzie wspomnieć tu z wdzięcznością o p. Ludwiku Duran-Clay, inżynierze Dróg i Mostów, który wskazał nam sposób uproszczenia wzoru, na samym początku tego artykułu zamieszczonego; jako też o p. Ludwiku Collart, inżynierze cywilnym, który uczynił nam kilka uwag wymienionych w dalszym ciągu.

II. — SATN OBECNY KWESTYI DOTYCZĄCJ OBLICZANIA BRYŁOWATOŚCI WYKOPÓW LUB NASYPÓW.

Zanim przystąpimy do opisanja *własności zasadniczej*, na której polega sposób obliczania powierzchni profilów poprzecznych, przez nas wynaleziony, powiemy słów kilka o sposobach już istniejących i po dziś dzień używanych.

czenie, wskazane w dwóch następujących listach, które pozwałamy sobie przytoczyć w dosłowném tłumaczeniu.

MINISTERYUM

ROBÓT PUBLICZNYCH

—
Oddział Personelu

—
2^o BIURO

—
WYDATKI

Wersal, dnia 12 listopada 1872 roku.

Życzysz pan dowiedzieć się o konkluzji raportu komisji wynalazków przy szkole Dróg i Mostów, dotyczącej pracy którąś pan mi załączył, w kwestyi odnoszącej się do nowego sposobu obliczania powierzchni profilów poprzecznych w wykopach i nasypach.

Mam honor zawiadomić pana że komisya uradziła :

to Napisać sprawozdanie dotyczące pańskiego sposobu i przesłać takowe do komisji roczników dróg i mostów.

2^o Odbić dwieście egzemplarzy tablic przez pana ułożonych i poddać takowe pod praktyczny sąd inżynierów zajmujących się tym przedmiotem.

Decyzją z dnia 17 października, przesłań panu dyrektorowi szkoły Dróg i Mostów, przyjąłem te propozycje.

Przyjmij pan zapewnienie mego szacunku,

Minister robót publicznych.

Za ministra i z Jego upoważnienia, Radca stanu, sekretarz naczelny

(podpisano) DE BOUREUILLE.

Dnia 24 maja 1873 roku, inżynierowie naczelni i inspektorowie jeneralni otrzymali następujący list :

Wersal, dnia 24 maja 1873 roku.

MINISTERYUM

ROBÓT PUBLICZNYCH

—
Oddział Personelu

—
2^o BIURO

—
WYNALAZKI

—
Tablice wykopów i nasypów
przez p.
WOJCIECHOWSKIEGO

PANIE,

Stosownie do raportu komisji specjalnej inżynierów, administracya robót publicznych zezwoliła na wydrukowanie tablic przedstawionych przez p. Wojciechowskiego, byłego ucznia szkoły Dróg i Mostów, odnoszących się do obliczania powierzchni profilów poprzecznych w wykopach i nasypach.

Mam honor załączyć panu jeden egzemplarz tych tablic, prosząc o przesłanie mi pańskiej opinii o praktycznym ich użytku.

Przyjm pan zapewnienie mego wysokiego szacunku,

Minister robót publicznych.

Za ministra i z jego upoważnienia, Radca stanu, sekretarz naczelny

(podpisano) DE BOUREUILLE.

Postanowienie to wyższej administracyi robót publicznych we Francyi nastąpiło dopiero w skutek uprzednich surowych badań i studyów rozporządzonych przez Ministra, które jeszcze się ciągną. Niech nam wolno jeszcze będzie przytoczyć następujące ocenienie naszej pracy, uczynione w skutek rozporządzenia ministra, przez inspektora naczelnego dróg i mostów z dyrekeji robót miasta Paryża :

Praktyczny pożytek metody jest niezaprzeczalny.

Najprostszym i najpraktyczniejszym, ze sposobów używanych po dziś dzień do obliczania bryłowości wykopów i nasypów, jest bezwątpienia sposób *powierzchni średniej* (moyenne des aires). Bryłowość wykopu lub nasypu, za pomocą tego sposobu, otrzymuje się biorąc jużto połowę summy powierzchni dwóch profilów i mnożąc takową przez ich odległość; jużto mnożąc powierzchnię jakiegokolwiek profilu, przez połowę summy odległości tegoż profilu od dwóch najbliższych go leżących: jednego po lewej a drugiego po prawej stronie.

Sposób o którym mówimy, używanym jest zawsze do ocenienia wszelkich znaczniejszych robót, jakoto: przy obliczaniu objętości wykopów lub nasypów, służących pod kolej żelazną, lub téż do przeprowadzenia kanału, lub jakiegóż drogi. Wypadki w ten sposób otrzymane są dostatecznie przybliżone; jednakże prędkość w zastosowaniu tego sposobu, do jakiej w tej chwili dojść było można, nie odpowiada w zupełności wymaganiom praktyki z tego powodu, iż przy użyciu sposobu *powierzchni średniej*, niezbędną jest dokładna znajomość związków zachodzących pomiędzy profilem poprzecznym przyjętym do budowy i profilami poprzecznymi gruntu, których liczba zwiększa się tém więcej, im przybliżenie do którego dążymy ma być większe.

Dla oznaczenia związków, zachodzących pomiędzy profilem poprzecznym przyjętym do budowy a profilami poprzecznymi gruntu, potrzebną jest dokładna znajomość wszelkich znamion (côtes) i nachyleń (pentes) profilów poprzecznych gruntu, która tylko za pomocą dokładnego ich rysunku otrzymaną być może.

Otóż, jeżeli zwrócimy uwagę, że ostateczne przyjęcie profilu podłużnego zależy jedynie od objętości wykopów i nasypów, a ta objętość oblicza się za pomocą profilów poprzecznych, dostrzeżemy: że dla każdej zmiany profilu podłużnego, zmuszeni jesteśmy rysować znaczną liczbę nowych profilów poprzecznych, obliczać dla każdego z nich wiele znamion i nachyleń i wykonać następnie wszelkie pozostałe rachunki niezbędne do znalezienia objętości szukanój.

Sposób *powierzchni średniej*, z tego cośmy dotąd powiedzieli, zostawia wiele do życzenia, a jednakże jest on najkrótszym z dotąd znanych.

Sposób *ściśły* (méthode exacte), o którym wspominamy tylko dla formy, jest tyle długi i wymaga tyle mozolnych rachunków, że użycie jego staje się całkowicie niepraktycznym; bywa on używanym w razach zupełnie wyjątkowych, np. kiedy natura gruntu, w którym wykop ma być robiony czyni ten wykop wielce kosztownym.

Dla uniknięcia niedogodności napotykaných, przy użyciu jużto sposobu *powierzchni średniej*, jużto sposobu *ściśłego*, od pewnego już czasu zajmowano się pilnie wynalezieniem nowego sposobu, za pomocą którego, nie rysując profilów poprzecznych gruntu, można byłoby otrzymać ich powierzchnię, a następnie objętość wykopów lub nasypów danych do obliczenia. Jednym z nowo wynalezionych sposobów jest sposób następujący: *Powierzchnia gruntu przyjmuje się za płaszczyznę poziomą przechodzącą przez punkt leżący na osi profilu podłużnego*. Przyjmując to przypuszczenie i oznaczając przez h wysokość nasypu lub wykopu daną w profilu podłużnym, powierzchnia profilu poprzecznego będzie miała wartość następującą:

Dla wykopu, jeżeli

a oznacza szerokość korony (płafonu) (*), a spadki (talus) są pod kątem 45° ,

$$S = h(a + h).$$

(*) Wyraz ten użytym już był w dziele *Poziomowanie topograficzne*, A. GERSCHOW, Warszawa, 1851 roku; str. 209 i inne.

Dla nasypu, jeżeli

b oznacza szerokość korony, a spadki mają pochyłość przeciwprostokątnej trójkąta, którego podstawą jest 3 a wysokością 2, czyli $3/2$.

$$S = h(b + 1.50h).$$

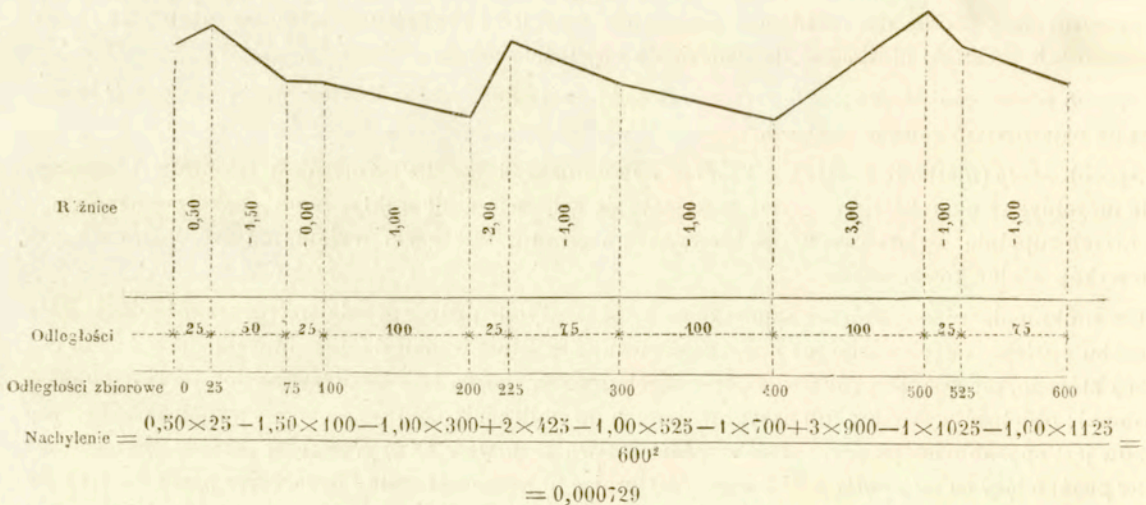
Postępując w podobny sposób, znajdziemy wykopy zawsze za małe, a nasypy zawsze za duże; jeżeli nadto przypuścimy, iż pochyłość gruntu jest jednostajną, wypadnie, że przewyżka nasypu będzie bardzo zbliżoną do niedostatku wykopu dla jednego i tegoż samego znamienia korony. Widzimy więc, iż sposób ten postępowania może być użytym z korzyścią tylko do pobieżnego opracowania projektu, mającego na celu oznaczenie zrównoważenia pomiędzy wykopami i nasypami, lecz nigdy do całkowitego i dokładnego obliczenia wartości nasypu, przybliżenie bowiem w ten sposób otrzymane, nie może być zadowalniającem w dzisiejszym stanie nauki.

Oto jest w krótkości przedstawienie kwestyi dotyczącej bryłowości wykopów lub nasypów (cubatures de terrassements).

Widzimy więc, iż ze wszystkich sposobów dotąd znanych, sposób powierzchni średniej daje wypadki najdokładniejsze w praktycznym zastosowaniu; dodać jednakże tu należy, że wynalezienie sposobu nowego, za pomocą którego można byłoby obliczać powierzchnie profilów poprzecznych łatwo, prędko i dokładnie, zrobiłoby rzeczywisty postęp w sztuce inżynierskiej.

Własność zasadnicza. — Uważmy jakąkolwiek linię łamaną odniesioną do współrzędnych prostokątnych.

Fig. 1.



Niech będzie, jak zazwyczaj, kierunek dodatni osi x , licząc od strony lewej ku prawej, a kierunek dodatni osi y , licząc od dołu do góry.

Jeżeli chcemy znaleźć położenie linii prostej, wychodzącej z jednego końca linii łamanej i tworzącej z każdej strony powierzchnie równoważne tym, które tworzy linia łamana, to pochyłość tej linii prostej będzie równa: odwrotnemu kwadratowi z odległości krańców linii łamanej (mierzonej poziomo) pomnożonemu przez iloczyn, którego pierwszym czynnikiem jest summa iloczynów wzniesień lub obniżczeń, a drugim summa długości zbiorowych (cumulées), odpowiadających tymże obniżeniom lub wzniesieniom. W samej rzeczy :

Jeżeli linia szukana wychodzi z prawego końca linii łamanej, a my wyjdziemy z końca lewego téjże linii w takim razie wszystkie wzniesienia będą dodatne, a wszystkie obniżenia odjemne; przeciwnie, jeżeli linia szukana wychodzi z prawego końca linii łamanej, i wychodzimy również z prawego końca dla oznaczenia znaków we wzorze, wtedy wzniesienie należy poprzedzić znakiem mniej a obniżenie znakiem więcej.

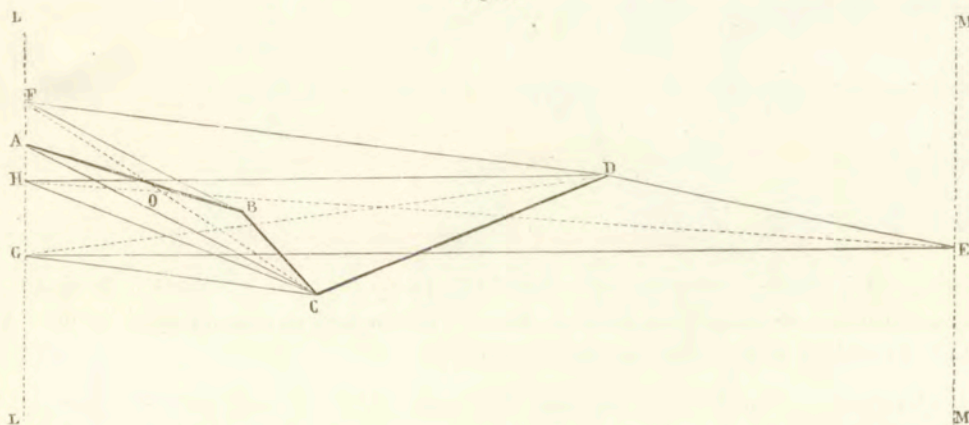
Zastosowanie podanego powyżej twierdzenia podajemy na figurze 1^{ej}.

Obok objętości nasypów, o których w téj chwili mówimy, pozostaje nam jeszcze poznanie innego elementu, t. j. szerokości całego wcięcia (emprise) czyli przecięcia się poziomu naturalnego z nasypem lub wykopem, bez którego nie bylibyśmy w stanie obliczyć powierzchni gruntu potrzebnego pod drogę projektowaną. Tablice, o których poniżej powiemy, dadzą obliczenie powierzchni profilów poprzecznych w funkeyi szerokości wcięcia, zatem oba rachunki będą mogły być robione razem, a znajomość objętości wykopu lub nasypu da zarazem powierzchnię gruntu do nabycia.

DOWÓDZENIE WŁASNOŚCI ZASADNICZEJ. — Postarajmy się najprzód rozwiązać zadanie sposobem geometrycznym.

Niech będzie linia łamana ABCDE (fig. 2) zawarta pomiędzy dwiema równoległymi LL i MM; znaleźć linię prostą, wychodzącą z punktu E i tworzącą, z każdą stroną pomiędzy temi równoległymi

Fig. 2.



powierzchnie równoważne tym, które tworzy linia łamana ABCDE. W tym celu połączmy punkt A z punktem C i przez punkt B poprowadźmy równoległą do AC aż do spotkania się jęj w punkcie F z linią LL; nakoniec połączmy z sobą punkta F i C. Dwa trójkąty AFC i ABC są równoważne, jako mające podstawę wspólną AC i wierzchołki F, B, na jednej linii prostej równoległej do podstawy; trójkąt AOC jest ich częścią wspólną, z kąd wynika, że pozostałe dwa trójkąty AFO i OBC są równoważne; a zatem linia FCDE utworzy z każdą stroną pomiędzy równoległymi powierzchnie równoważne tym, które tworzy linia łamana ABCDE.

Dla znalezienia więc szukanej linii prostej, dostatecznym jest powtórzyć powyższe wykreślenie tyle razy ile linia łamana ma boków; w samej rzeczy, poprowadźmy najprzód DF, następnie GG równoległą do DF, a GD będzie nową linią równoważącą; w końcu, połączmy punkt E z punktem G i poprowadźmy DH równoległą do EG: prosta EH jest właśnie linią szukaną.

Postarajmy się obecnie znaleźć sposobem analitycznym położenie prostej EH, nie używając bynajmniej sposobu geometrycznego podanego powyżej, który staje się tém trudniejszym im liczba boków

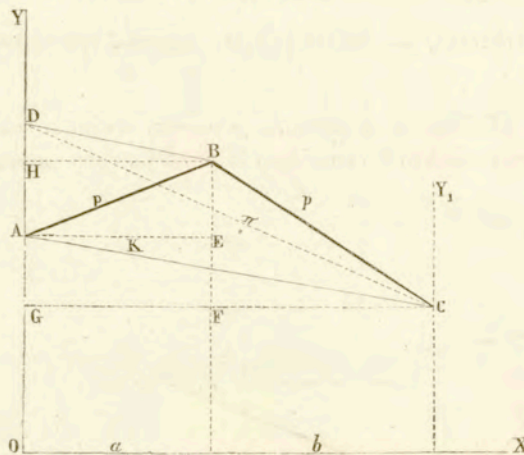
daną linią łamaną jest większą. W takim razie wzór algebraiczny dający odrazu np. *nachylenie* prostą EH, może być korzystniejszym. W samej rzeczy, znając punkt E i nachylenie prostą EH położenie jej jest całkowicie określone.

Dla zupełnego rozwiązania podanego zadania rozberzemy kolejno wszystkie przypadki, na które w praktyce natrafic można, są one zależne od wzajemnego położenia dwóch po sobie następujących boków linii łamanej, a wartość algebraiczna nachylenia prostą, znaleziona dla dwóch boków po sobie idących pozwoli, tak dalej postępując, oznaczyć ostateczne *nachylenie* prostą EH.

Niech będzie linia łamana złożona z dwóch tylko boków, liczba położen różnnych od siebie, jaką te dwa boki przyjmować mogą względem siebie, otrzymuje się w sposób następujący :

Niech będą AB i BC dwa boki linii łamanej (fig. 3) i dwie równoległe YO i Y_1C . Poprowadźmy OX

Fig. 3.



prostopadłą do OY i rzucmy równoległe do prostą OX punkta B i C na prostą OY. Punkta G i H tak otrzymane są rzutami prostopadłymi punktów B i C. A zatem możemy powiedzieć iż boki AB i BC przyjąć mogą względem siebie cztery odmienne położenia.

- | | | |
|--------------------------------|---|--|
| Przypadek pierwszy
(fig. 3) | { | Bok AB dąży oddalając się ciągle od OX a bok BC dąży obniżając się ku OX,
rzut G punktu C na prostą OY przypada zewnątrz HA. |
| Przypadek drugi
(fig. 4) | { | Boki AB i BC zachowują powyższe kierunki, tylko punkt G, rzut punktu C na prostą OY, przypada pomiędzy punktem A i rzutem H punktu B. |
| Przypadek trzeci
(fig. 5) | { | Bok AB dąży zniżając się ku prostą OX a bok BC dąży oddalając się od OX,
rzut G punktu C na prostą OY przypada na prostą AY na zewnątrz AH. |
| Przypadek czwarty
(fig. 6) | { | Boki AB i BC zachowują powyższe kierunki tylko rzut G punktu C na prostą OY przypada pomiędzy punktem A i rzutem H punktu B. |

Oprócz powyższych czterech przypadków tworzących pierwszą seryę, możnaby uważać jeszcze cztery inne tworzące drugą seryę; z uwagi jednakże, że przypadki drugiej seryi odpowiadają dokładnie czterem przypadkom pierwszej seryi, rozbiór czterech pierwszych przypadków będzie wystarczającym.

Te cztery nowe przypadki są następujące :

1° Boki AB i BC oddalają się jednocześnie od OX.

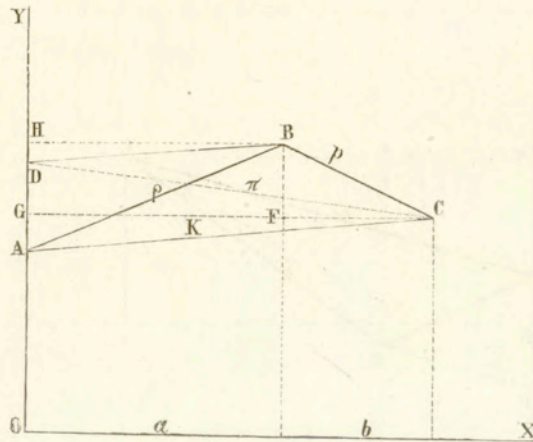
2° Boki AB i BC zblizają się jednocześnie do OX.

3° Jeden z boków jest pionowy.

4° Jeden z boków jest poziomy.

Figury 7, 8, 9 i 10 przedstawiają te cztery ostatnie przypadki. Dodać tu należy, że przypadki 3 i 4

Fig. 4.



drugiej seryi, jakkolwiek zlewają się z powyższymi już podanymi pierwszej seryi, mają one jednakże szczególną wagę przy użyciu naszych tablic.

W ciągu dowodzenia przedstawimy obszerniej w jaki sposób cztery przypadki drugiej seryi zlewają się z czterema przypadkami pierwszej seryi, tymczasem w tej chwili przyjmiemy to za pewnik, albowiem dwa pierwsze przypadki drugiej seryi odpowiadają dokładnie pierwszemu i trzeciemu przypadkowi pierwszej seryi, porównywając je z sobą stosownie do położenia odpowiedniego rzutów ich wierzchołków; a dwa ostatnie przypadki drugiej seryi dwóm pozostałym przypadkom pierwszej seryi, albowiem w razie kiedy jeden z boków jest pionowym rzecz jest widoczną, a w przypadku w którym jeden z boków jest poziomym, uważać można rzut G za dążący ku rzutowi H z którym się zlewa w granicy. Wpływ tej granicy na ostateczny wzór rozbiemy przy wyprowadzeniu tegoż.

Uważmy więc *pierwszy przypadek* (fig. 3), powtórzmy wykreślenie któregośmy użyli do zastąpienia linii łamaniej ABC przez prostą CD; wiemy że prosta BD jest równoległą do AC.

Nazwijmy p i P nachylenia prostych AB i BC do prostej OX, k nachylenie linii pomocniczej AG i π nachylenie szukane prostą CD, otrzymamy :

$$GD = GH + HD \quad \text{lub} \quad GD = BF + HD.$$

Niech będą nadto a i b rzuty boków AB i BC na prostą OX; będziemy mieli :

$$BF = bP \quad \text{i} \quad HD = ak \quad (\text{trójkąt BHD}),$$

a zatem

$$DG = bP + ak,$$

czyli że nachylenie π będzie równe :

$$\pi = \frac{DG}{GC} = \frac{bP + ak}{a + b}.$$

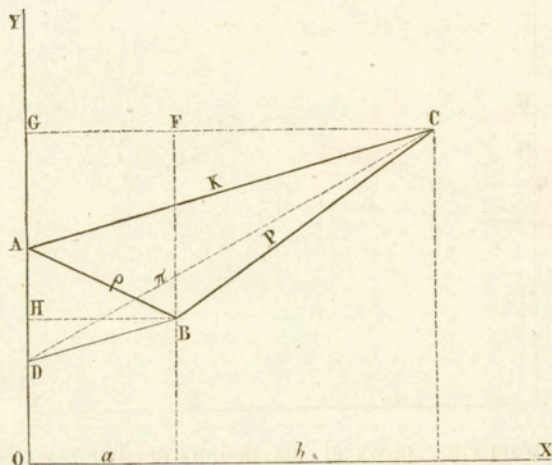
Przypadek drugi (fig. 4). -- Zachowując też same znakowanie i powtarzając poprzednio już podane wykreślenie otrzymamy :

$$DG = GH - HD,$$

$$DG = BF - HD;$$

z uwagi że : $BF = bP$ a $HB = ak$ (trójkąt BHD), wypada : $DG = bP - ak$; a zatem nachylenie π

Fig. 5.



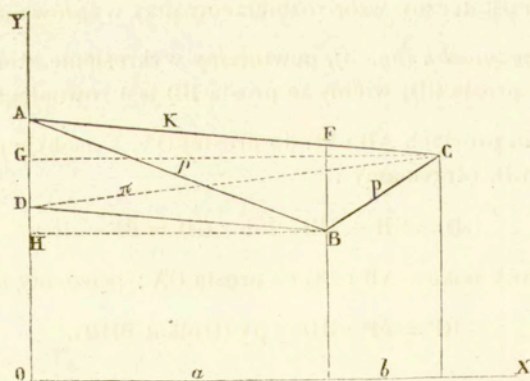
będzie równe :

$$\pi = \frac{DG}{GC} = \frac{bP - ak}{a + b}.$$

Widzimy z poprzedzających wzorów, że nachylenie π w obydwóch przypadkach ma tenże sam mianownik; lecz że znak dodatny nadany wartości k w pierwszym przypadku zmienił się na odjemny.

Przypadek trzeci (fig. 5). — Mamy jak poprzednio : BD jest równoległą do AC ; a oznaczając przez

Fig. 6.



p , P , k i π nachylenia prostych AB , BC , AC i CD ; jako też : przez a i b rzuty prostych AB i BC na prostą OX , otrzymamy .

$$DG = GH + HD,$$

$$DG = FB + HD.$$

Z uwagi, że $FB = bP$ a $HD = ak$; mamy: $DG = bP + ak$, a zatem nachylenie prostej CD będzie równe:

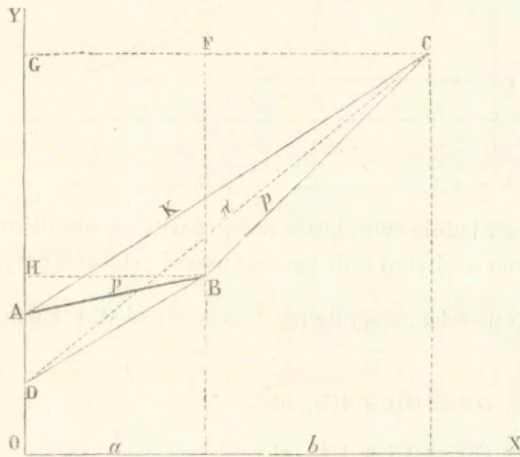
$$\pi = \frac{DG}{GC} = \frac{bP + ak}{a + b}.$$

Przypadek czwarty (fig. 6). — Mamy co następuje: $DG = GH - HD = BF - HD$, a zatem $DG = bP - ak$ i nachylenie będzie równe:

$$\pi = \frac{DG}{GC} = \frac{bP - ak}{a + b}.$$

Z powyższych dowodzeń widzimy, że wypadki otrzymane w przypadku pierwszym i drugim są

Fig. 7.



tęż same, co w przypadku trzecim i czwartym, zostaje nam więc do rozbioru tylko dwa wzory:

$$\pi = \frac{bP + ak}{a + b} \quad \text{i} \quad \pi = \frac{bP - ak}{a + b}.$$

Dwa powyższe wzory przedstawiają jedną linię prostą, jeżeli zapatrywać się na nie będziemy ze stanowiska geometrii analitycznej. W samej rzeczy, figury 3, 4, 5 i 6 pokazują dokładnie, że dwa te przypadki różnią się od siebie tylko kierunkiem prostej AC , który na figurze 3 jest odwrotnym przedstawionemu na figurze 4. Raz k jest dodatnim, drugi raz k jest ujemnym.

Wreszcie p i P są tych samych znaków na figurach porównywanych z sobą co druga, a zatem wartość na π jest wyrażona jednym tylko wzorem.

$$\pi = \frac{bP + ak}{a + b},$$

z warunkiem jednakże, że zwracać będziemy uwagę na znaki nadawane nachyleniom prostych, stosownie do zasad podanych w geometrii analitycznej.

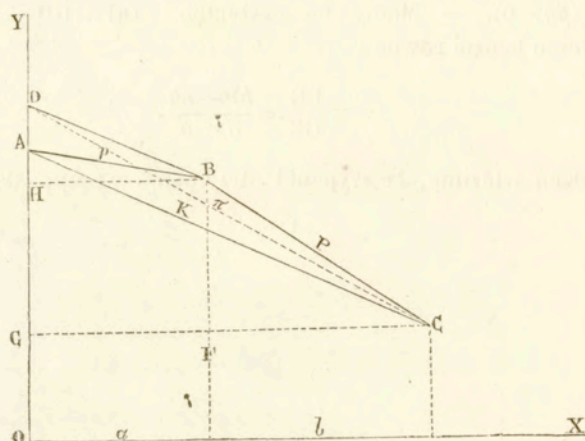
Biorąc pod uwagę figurę 3, nachylenie szukane prostej wyrazi się przez wzór następujący:

$$\pi = \frac{bP - ak}{a + b},$$

w którym P i k , przedstawiają wartości dodatnie nachyleń. Postępując w ten sposób otrzymamy wartości na π z właściwymi znakami.

Zanim pójdziemy dalej, pokażmy że cztery przypadki drugiej seryi, o których mówiliśmy

Fig. 8.



poprzednio, odpowiadają dokładnie tym, które w tej chwili rozebraliśmy, i że ten sam wzór, podany powyżej, służy do obliczania nachyleń linii równoważąc czterech przypadków drugiej seryi.

W tym celu, uważmy co przedstawiają figury odnoszące się do każdego z przypadków o których mowa, otóż :

1° z figury 7 widzimy iż $GD = GH + HD$, etc.

2° z figury 8 » $GD = OH + HD$, etc.

3° z figury 9 w przypadku boku poziomego mamy :

$$\frac{DG}{GC} = \pi = \frac{ak}{a+b};$$

jest to wzór ogólny, w którym zakładamy $P = 0$.

4° Figura 10 w przypadku boku pionowego wskazuje nam że :

$$DG = GH + HD;$$

a założywszy, że długość boku pionowego jest równa h , otrzymamy :

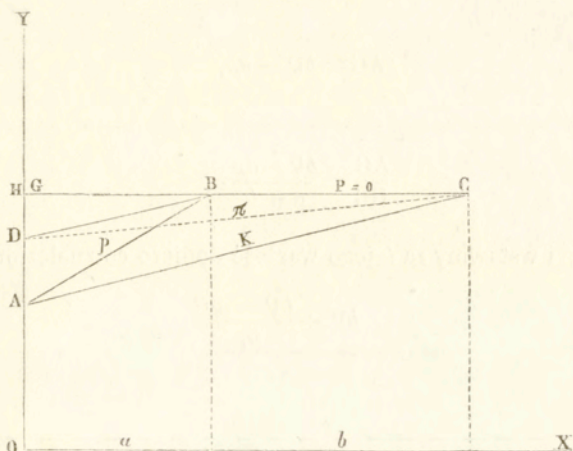
$$\frac{DG}{GC} = \pi = \frac{h - ak}{a}.$$

Łatwo można dostrzedz, iż wzór ten wypływa także ze wzoru ogólnego. W samej rzeczy, we wzorze ogólnym bP oznacza wysokość pionową, otrzymaną przebiegając prostą CB , a w przypadku, którym się zajmujemy obecnie, b staje się zerem, a P nieskończonością. Iloczyn zaś $0 \times \infty$, jak wiadomo, przedstawia wyrażenie nieoznaczone, szukać więc należy w inny sposób wartości tego wyrażenia.

Wartość ta jest właśnie wzniesieniem pionowem któreśmy już znaleźli wprost. W ak nie ma nic

do zmienienia, gdyż b i P tam nie wchodzą, wreszcie mianownik sprowadza się do a , albowiem b jest zerem.

Fig. 9.



Wzór więc ogólny i w tym przypadku daje jeszcze wartość na π , t. j.

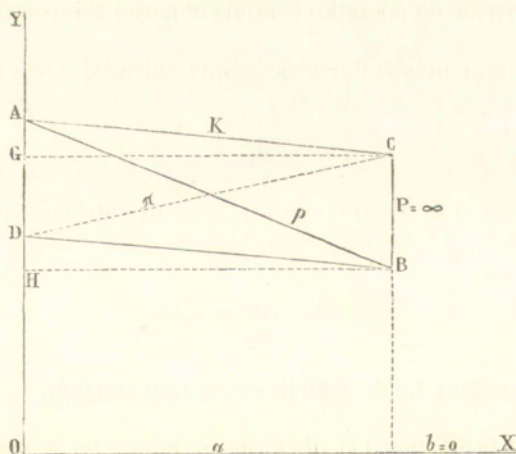
$$\pi = \frac{h - ak}{a},$$

z warunkiem jednakże, ażeby uważać czynnik bP jako przedstawiający zawsze wielkość wzniesienia na linii pionu, przebiegając bok odpowiedni tym wartościom. Gdyby wzniesienie o którym mowa, zmieniło się na obniżenie, wartość dla h byłaby ujemną. Wzór więc

$$\pi = \frac{bP + ak}{a + b},$$

może się stosować do wszystkich przypadków, zwracając tylko starannie uwagę na znaki i nadając

Fig. 10.



odpowiednie znaczenie iloczynowi bP , jak to już powyżej powiedzieliśmy. Obecnie szukamy wartości dla k w funkcji nachyleń i rzutów prostych AB i BC . Weźmy za przykład figurę 3, mamy :

$$k = \frac{AG}{GC},$$

a ponieważż

$$AG = BF - BE \quad \text{a} \quad BF = bP \quad \text{i} \quad BE = ap,$$

a zatem

$$AG = bP - ap,$$

czyli

$$\frac{AG}{GC} = \frac{bP - ap}{a + b}.$$

Załóżmy : że $a + b = a_1$, i wstawmy za k jego wartość dopiero co znaną, otrzymamy :

$$\pi = \frac{bP + \frac{bP - ap}{a_1}}{a_1},$$

a upraszczając :

$$\pi = \frac{bPa_1 + abP - a^2p}{a_1^2} = \frac{bP(a_1 + a) - a^2p}{a_1^2}.$$

Wzór ten daje wartość na π w funkcji rzutów na prostą OX i wzniesień lub obniżień bP i ap ; z łatwością zatem znajdziemy wartość na π dla jakiegokolwiek linii łamanej; oznaczmy ją najprzód dla przypadku kiedy jeden z boków jest pionowym lub poziomym.

1° *Jeden bok pionowy.* — Wiemy że bP jest wysokością h boku pionowego, a zatem otrzymamy :

$$\pi = \frac{h(a + a) - a^2p}{a^2} = \frac{2ah - a^2p}{a^2}.$$

Zwrócić należy uwagę w zastosowaniach, że współczynnik odpowiadający h jest równy dwa razy wziętej odległości boku pionowego od początku (summa długości zbiorowych) (somme des cumulées).

2° *Jeden bok poziomy.* — W tym przypadku wzór ogólny sprowadza się do następującego kształtu :

$$\pi = \frac{-a^2p}{a_1^2},$$

widzimy więc, że bok poziomy nie wchodzi do wzoru, a zatem obliczanie nachylenia wielce się uprości, więc wzór :

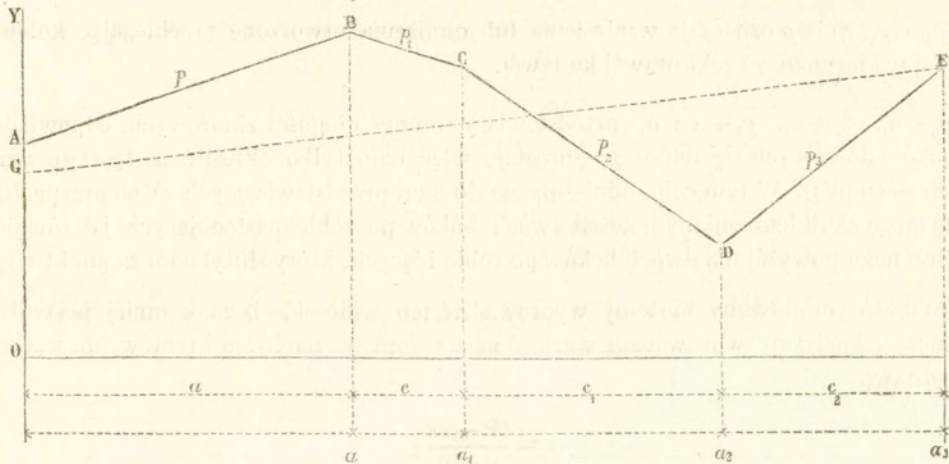
$$\frac{1}{a^2} [bP(a_1 + a) - a^2p],$$

pozwala nam napisać wzór stosujący się do jakiegokolwiek linii łamanej.

Niech będzie linia łamana $ABCDE$ (fig. 11) dla której p, p_1, p_2, p_3 , są nachylenia po sobie idących boków; a, c, c_1, c_2 , odległości rzutów wierzchołków pomiędzy sobą i w końcu a, a_1, a_2, a_3 , odległości tychże rzutów od początku O , czyli odległości zbiorowe, albowiem którakolwiek z nich, naprzykład a równa się a więcej c , czyli summie odległości : a, c, c_1 . Nazwijmy π nachylenie prostej zastępującej linię ABC a wychodzącej z punktu C , π_1 nachylenie prostej zastępującej tę nową linię w połączeniu

z bokiem CD, a π_2 nachylenie prostej zastępującej tę ostatnią linię w połączeniu z bokiem DE, to jest

Fig. 11.



nachylenie prostej EG odpowiadającej zadaniu, otrzymamy dla π , π_1 , π_2 wyrażenia następujące :

$$(1) \quad \pi = \frac{cp_1(a_1 + a) - a^2p}{a_1^2},$$

$$(2) \quad \pi_1 = \frac{c_1p_2(a_2 + a) - a_1^2\pi_1}{a_2^2},$$

$$(3) \quad \pi_2 = \frac{c_2p_3(a_3 + a_2) - a_2^2\pi_1}{a_3^2}.$$

Podstawiając w równaniu (2) za π jego wartość daną przez równanie (1), a następnie tak otrzymaną wartość na π_1 , w równaniu (3), otrzymamy :

$$\pi_2 = \frac{c_2p_3(a_3 + a_2)}{a_3^2} - \frac{a_2^2}{a_3^2} \left[\frac{c_1p_2(a_2 + a_1)}{a_2^2} - \frac{a_1^2}{a_2^2} \left(\frac{cp_1(a_1 + a)}{a_1^2} - \frac{a^2p}{a_1^2} \right) \right].$$

Wykonywając działania w małym nawiasie mamy :

$$\frac{a^2cp_1(a_1 + a)}{a_2^2a_1^2} - \frac{a_1^2a^2p}{a_2^2a_1^2},$$

upraszczając i sprowadzając do jednakowego mianownika

$$\frac{cp_1(a_1 + a) - a^2p}{a_2^2}.$$

Wykonywając rachunek w drugim nawiasie będzie :

$$\frac{c_1p_2(a_2 + a_1) - cp_1(a_1 + a) + a^2p}{a_1^2},$$

mnożąc przez $\frac{a_2^2}{a_3^2}$ i dodając do ostatniego wyrazu, otrzymamy ostatecznie :

$$\pi = \frac{c_2p_3(a_3 + a_2) - c_1p_2(a_2 + a_1) + cp_1(a_1 + a) - a^2p}{a_3^2}.$$

Wzór ten, jak to widzimy z łatwością, może być zastosowanym do jakiegokolwiek linii łamanéj o ilu-
kolwiek bokach, zostaje nam więc tylko określić go.

Ilości c_2p_3 , c_1p_2 , cp i ap oznaczają wzniesienia lub obniżenia utworzone przebiegając kolejno boki
linii łamanéj w kierunku od ręki prawéj ku lewéj.

Ilości a_3+a_2 , a_2+a_1 , a_1+a i a , przedstawiają summy długości zbiorowych, odpowiadających
końcom boków do których się odnoszą; pozostaje więc nam tylko określić następstwo znaków +
(więcej) lub — (mniej). W tym celu odnieśmy się do figur przedstawiających różne przypadki, które
natrafić się mogą skutkiem zmiany położenia dwóch boków po sobie następujących, jak również i do
wzoru obliczonego powyżej dla dwóch boków po sobie idących, który służył nam za punkt wyjścia.

Ze wzoru o którym mówimy możemy wyprowadzić ten wniosek, iż znak mniej pojawił się do-
piéro wtenczas, kiedyśmy wprowadzili wartość na k w funkeyi nachyleń i rzutów, do wzoru służą-
cego za podstawę

$$\pi = \frac{bP - ak}{a + b}.$$

Otóż, dla figury 3 znajdujemy że k ma wartość następującą :

$$k = \frac{bP - ap}{a + b};$$

wartość ta k przyjmie kształt :

$$k = \frac{bP + ap}{a + b},$$

dla figury 7. Różnica pomiędzy temi dwoma wartościami wynika ztąd, że na figurze 3 boki AB i BC
mają nachylenia wprost przeciwne, tymczasem nachylenia tychże boków na figurze 7 mają ten sam
kierunek.

Jeżeli zastosujemy wzór dający wartość na k , nadając nachyleniom odpowiednie znaki, otrzymamy
w pierwszym przypadku :

$$k = \frac{-bP + ap}{a + b} \quad (\text{fig. 3}),$$

a w drugim

$$k = \frac{bP + ap}{a + b} \quad (\text{fig. 7});$$

widzimy więc, że nadając stosowne znaki, dwa powyższe przypadki zlewają się w jeden, albo-
wiem ilości bP i ap są dodatne wtenczas tylko kiedy oba boki wznoszą się w kierunku rzędnej
pionowéj dodatnéj, a odjemne tylko wtenczas kiedy oba boki obniżają się w kierunku rzędnej pio-
nowéj odjemnéj, przyjmując za kierunek ruchu kierunek odciętéj pozioméj dodatnéj.

Lecz ilości c_2p_3 , c_1p_2 , cp , i ap ogólnego wzoru, są właśnie ilościami o których mówimy, a zatem
możemy obecnie powiedzieć, że wartość na π równa się *odwrotnemu kwadratowi z długości zbiorowéj
całkowitéj, pomnożonéj przez iloczyn, którego pierwszym czynnikiem jest summa algebraiczna iloczynów
z wzniesień lub z obniżen, a drugim summa odpowiadających długości zbiorowych (cumulées).*

Wyrazy summy iloczynów o której w tej chwili mówimy, są już to dodatne już to ujemne, są one dodatne jeżeli się odnoszą do boków wznoszących się a ujemne jeżeli się odnoszą do boków obniżających się, przyjmując zawsze, że wszelki ruch odbywa się od ręki lewej ku prawej.

UWAGA. — Jeżeli przy ocenianiu znaków wzniesień i obniżen, postępować będziemy od ręki prawej ku lewej, summa, o której wyżej mówiliśmy, nie zmieni się, uważając wzniesienia za ujemne a obniżenia za dodatne.

Powyższe dowodzenie zdaje nam się być użytecznym, albowiem służy ono: najprzód do oznaczenia z wszystkimi szczegółami położeń jakie dana linia łamana przyjmować może, a następnie, do poznania związków zachodzących pomiędzy wzorem ogólnym i wzorami odpowiednimi położeń wzajemnym dwóch jakichkolwiek, do siebie przyległych, boków danej linii łamanej.

W końcu, zrobić możemy jeszcze następującą uwagę: « Rozwiązanie algebraiczne równań dających wartość na π , odpowiada, w skutek ciągłych podstawień, każdej z części po sobie następujących danego profilu i jest zgodne z rozwiązaniem geometrycznym ».

Oto jest sposób przez nas przyjęty do znalezienia wartości na π ; jest on prawdziwy i pozwala wypisać od razu równania linii uważanych, nie zaś szukać takowych, stosując algebrę do geometrii lub przypuszczając, że zadanie jest rozwiązaniem.

Przy wypisywaniu równań i rozwiązywaniu takowych, zdarza się niekiedy konieczność wprowadzenia pewnych uproszczeń, w skutek których prawdziwość wypadku szukanego może być naruszona. Dla uniknięcia tej niedogodności, użyć można sposobu analitycznego, który ma tę wyższość nad poprzedzającym, iż stosując go, można nieustannie zwracać uwagę na ostateczny wypadek do którego się dąży a w razie niepewności, przypuszczać prędzej niedokładność rachunków, która wkrasć się może, jak niemożność otrzymania szukanego wypadku.

Zdaje nam się iż lepszym jest to ostatnie przypuszczenie, kiedy idzie o rozwiązanie jakiegoś nowego zadania jednakże, zważywszy, że rozwiązanie algebraiczne zadania uważanego za rozwiązane służy do znalezienia, w bardzo licznych przypadkach, rzeczywistej wartości szukanój; podamy tutaj, inne dowodzenia *naszej własności zasadniczej*, które opierają się właśnie na tém przypuszczeniu.

Drugie dowodzenie własności zasadniczej.

Uważmy jakąkolwiek linię łamaną ABCDE, odniesioną do współrzędnych prostokątnych OX i OY, niech będzie d rzędna albo znamię w początku współrzędnych, nazwijmy a, a_1, a_2, a_3 odległości zbiorowe licząc od początku O, to jest długości Oa, Oa₁, Oa₂, Oa₃.

Niech $b, b_1, b_2, b_3 \dots$ będą rzędne punktów B, C, D, E. Niech będzie nadto EL prosta szukana, której nachylenie do osi x nazwijmy π .

Powiadamy, że powierzchnia LEA₃O powinna być równa powierzchni ABCDEa₃O.

Dla dowiedzenia tego wyrazimy powyżej podane powierzchnie w funkeji ich składowych.

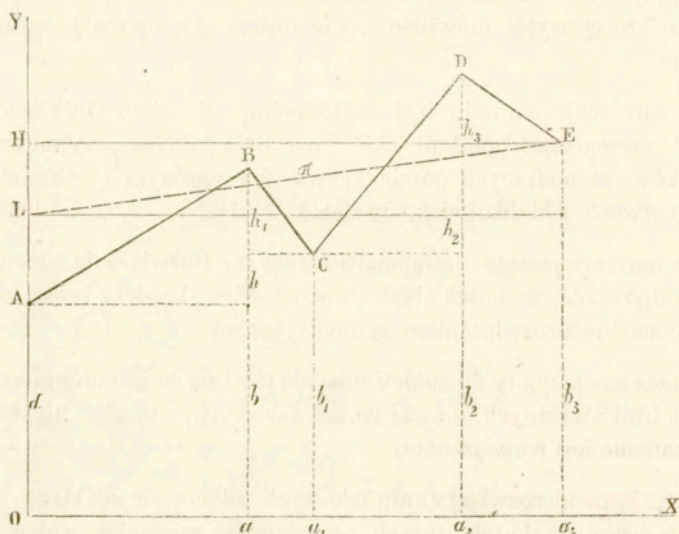
Powierzchnia ABCDEa₃O, jak to widzimy na figurze 12, równa się summie powierzchni cząstkowych ABaO, BCa₁a, ... i t. d.

Podwajając tę powierzchnię, którą nazwijmy S, będzie :

$$2S = (d+b)a + (b+b_1)(a_1-a) + (b_1+b_2)(a_2-a_1) + (b_2+b_3)(a_3-a_2).$$

Ażeby wyrazić powierzchnię trapeza $OLEa_3$ w funkcji nachylenia π , poprowadźmy poziomą EH ; powierzchnia tego trapeza stanie się równą powierzchni prostokąta $OHEa_3$, zmniejszonej powierzchnią trójkąta HEL .

Fig. 12.



Otóż powierzchnia trójkąta HEL jest równa $\frac{1}{2} \pi a_3^2$. Powierzchnia prostokąta $OHEa_3 = b_3 a_3$, a zatem podwajając powierzchnię trapeza $OLEa_3$ będzie

$$2S = 2b_3 a_3 \pm \pi a_3^2.$$

Jeżeli porównamy z sobą dwie wartości na $2S$ podane powyżej, wykonamy działanie wskazane w nawiasach, uprościmy i wyrzucimy za nawias długości zbiorowe, otrzymamy :

$$\pm \pi a_3^2 = a(d - b_1) + a_1(b - b_2) + a_2(b_1 - b_3) + a_3(b_2 - b_3),$$

ponieważ h, h_1, h_2, h_3 etc., przedstawiają różnice wysokości pomiędzy punktami A i B , B i C , C i D i E ; więc nie zwracając uwagi na znaki mamy :

$$d - b_1 = d - b + h_1 = h_1 - h,$$

$$b - b_2 = b - b_1 + h_2 = h_1 - h_2,$$

$$b_1 - b_3 = b_1 - b_1 + h_3 - b_2 = h_3 - h_2,$$

a podstawiając te wartości w równaniu poprzedzającym będzie :

$$\pm \pi a_3^2 = a(h_1 - h) + a_1(h_1 - h_2) + a_2(h_3 - h_2) + a_3 h_3.$$

Wzór ten napisać jeszcze możemy w sposób następujący :

$$\pm \pi a_3^2 = -ah + (a + a_1)h_1 - (a_1 + a_2)h_2 - (a_2 + a_3)h_3.$$

Ten ostatni wzór mogliśmy napisać, odrazu nie posługując się wzorami poprzedzającymi. Wzór ten po raz pierwszy dostrzeżonym został przez p. Collard.

W wyrazie $\pm \pi a_3^2$ należy brać znak dodatni wtenczas, kiedy prosta EL jest nachylona do osi x ,

licząc od strony lewej ku prawej; wtedy zaś znak odjemny, kiedy też prosta jest nachylona do tejże osi w kierunku przeciwnym poprzedzającemu, lub kiedy liczyć będziemy od strony prawej ku lewej; w pierwszym bowiem przypadku trójkąt ELH powinien być dodany do prostokąta Oa_3EH , a w drugim odjęty od tegoż prostokąta, ażeby otrzymać powierzchnię równoważną trapezowi Oa_3EL .

Widzimy więc, iż kiedy według naszego sposobu liczenia przyjąć należy znak (+), prosta EL ma nachylenie, któremu, postępując zgodnie z zasadami geometrii analitycznej, należałoby nadać znak (-); przypadek przeciwny ma także miejsce. Wartość na π otrzyma się z właściwym jęj znakiem względem osi OX i OY, zmieniając znaki nadane każdemu wyrazowi drugiej strony równania, albowiem współczynnik samego π jest kwadratem, a długości a , a_1 , a_2 , a_3 są brane w kierunku dodatnym.

Otrzymamy więc wzór :

$$\pi a_3^2 = ah - (a - a_1)h_1 + (a_1 + a_2)h_2 - (a_2 + a_3)h_3,$$

czyli

$$\pi = \frac{1}{a_3^2} [a(+h) + (a + a_1)(-h_1) + (a_1 + a_2)(+h_2) + (a_2 + a_3)(-h_3)].$$

Wzór, który zamierzaliśmy otrzymać, a w którym π ma znak mu właściwy.

Wróćmy raz jeszcze do równania podanego powyżej :

$$\pm \pi a_3^2 = a(h_1 - h) + a_1(h_1 - h_2) + a_2(h_3 - h_2) + a_3 h_3;$$

stosując w tém równaniu wszystkie uwagi dane powyżej i zwracając szczególną uwagę na znak wyrazu πa_3^2 , dochodzimy do tegoż samego wniosku co poprzednio, to jest : znaki wyrazów drugiej strony równania powinny być odmienione dla otrzymania π z właściwym mu znakiem; czyli że będzie :

$$\pi a_3^2 = a(h - h_1) + a_1(h_2 - h_1) + a_2(h_2 - h_3) + a_3 h,$$

albo

$$\pi = \frac{1}{a_3^2} \{ a[h + (-h_1)] + a_1[h_2 + (-h_1)] + a_2[h_2 + (-h_3)] - a_3 h \}.$$

Wzór ten znalezionym został przez p. Collard, i wysłowić go możemy jak następuje : Nachylenie π równa się odwrotnemu kwadratowi z długości poziomej pomiędzy końcami linii tamanej, pomnożonemu przez sumę algebraiczną iloczynów, których jednym czynnikiem jest summa algebraiczna po sobie następujących różnic poziomów, a drugim, odpowiednio tym różnicom długości zbiorowe.

Przypomnimy tu, iż należy pamiętać o prawie wyprowadzonem w samym początku tęj pracy i dotyczącem znaków różnic poziomów, kiedy różnice te są liczone od strony lewej ku prawej, prawidło to brzmi jak następuje :

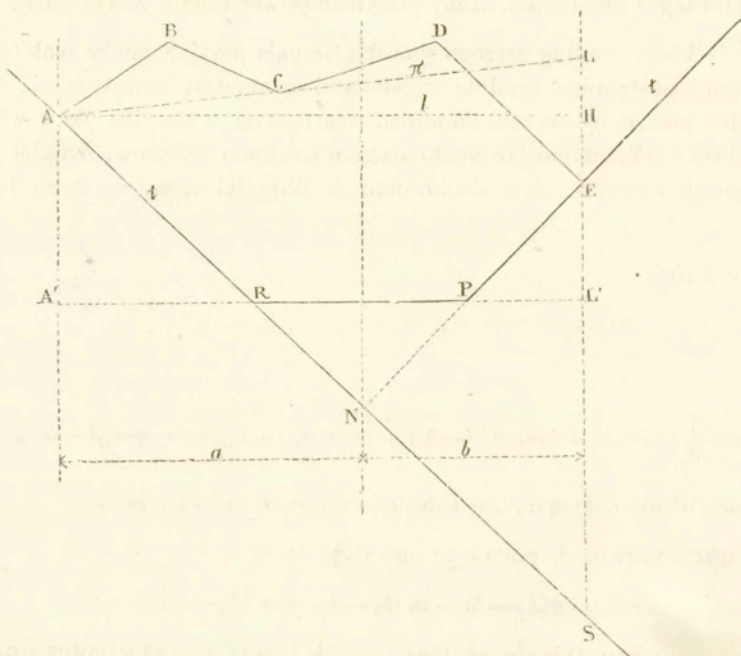
Wzniesienia dają różnice dodatne, obniżenia zaś dają różnice odjemne.

III. — OBLICZANIE POWIERZCHNI WYKOPÓW I NASYPÓW.

1° Obliczanie powierzchni jakiegokolwiek profilu sprowadza się do obliczania trójkąta.

Niech będzie przecięcie poprzeczne gruntu, np. ABCDE i przecięcie poprzeczne, które chcemy wykonać, np. ARPE (fig. 13).

Fig. 13.



Przecięcie o którym mowa, jak to widzimy na figurze 13, jest przecięciem wykopu, lecz wszystko co tutaj podamy stosować się będzie do przecięć nasypu.

Niech będzie t nachylenie spadku, a i b części szerokości wcięcia i l jego szerokość całkowita.

Poprowadziwszy prostą AR aż do przecięcia się jej z prostą LL' w punkcie S, powierzchnia szukana wykopu będzie powierzchnią trójkąta ALS, od której odejmiemy powierzchnie trójkątów RNP i NES.

W samą rzecz, powierzchnia trójkąta

$$ALS = \frac{\pi l^2}{2} + \frac{t l^2}{2},$$

Powierzchnia trójkąta RPN jest stałą i równą tp^2 , gdzie p oznacza połowę korony czyli $\frac{1}{2}$ RP; w końcu powierzchnia trójkąta ENS równa się

$$LNS = tb^2.$$

Widzimy więc, że rachunek powierzchni wykopu sprowadza się do prostego obliczenia powierzchni trójkąta, najpierwszym warunkiem rachunku o którym mowa, jest znajomość dokładna szerokości wcięcia wykopu lub nasypu na prawo i na lewo osi; znając te dwie wartości składowe, z łatwością otrzymamy całkowitą szerokość wcięcia, biorąc ich sumę.

2° Tablice służące do obliczania powierzchni wykopów i nasypów po prawej i po lewej stronie osi.

Zasadzając się na t \acute{e} m cośmy dotąd powiedzieli, wyrażenie powierzchni wykopu i nasypu, przyjąć może kształt następujący :

$$S = \frac{\pi l^2}{2} + m^2,$$

w którym to wyrażeniu m^2 oznacza ilość równą $\frac{1}{2} tl^2$

Pierwszy wyraz drugiej strony tego równania jest funkcją nachylenia π i szerokości wcięcia; drugi zaś jest funkcją t \acute{e} żże szerokości wcięcia i nachylenia spadków (talus), wartość zat \acute{e} m ilości πl^2 oznacza, przy dan \acute{e} y szerokości wcięcia, wartość powierzchni S; można więc byłoby ułożyć tablice, których argumentami byłyby szerokość wcięcia i wartość ilości πl^2 .

W tak ułożonych tablicach, każd \acute{e} y szerokości wcięcia, służąc \acute{e} y dla pewn \acute{e} y oznaczonej liczby kartek odpowiada pewna liczba wartości na πl^2 , obok których znajdują się wartości dla S. Zwrócić tu należy uwagę, iż dla dwóch wcięć jednakow \acute{e} y szerokości i dając \acute{e} y wartości równe dla πl^2 , wartości na S mogą być różne tylko wtenczas, kiedy położenia dwóch części składowych wcięcia na planie, są różne, t. j. : kiedy przecięcia się w punktach A i E spadków z wcięciem nie są też same.

Tablice ułożone w powyższych warunkach wymagają niemal ciągłego powtarzania jedn \acute{e} y i t \acute{e} żże sam \acute{e} y szerokości wcięcia, o t \acute{e} m z łatwością przekonać się możemy, nadając szerokości wcięcia wzięt \acute{e} y pod uwagę wartości różne pomiędzy sobą, tak np. jeżeli wartości wcięcia różnią się pomiędzy sobą o jeden centymetr, RP wymaga tylko jedn \acute{e} y seryi argumentów dla πl^2 , lecz jeżeli wartość szerokości wcięcia równa się RP + 17 centymetrów, wówczas potrzeba siedmnastu seryi argumentów dla πl^2 i t. d.

Dla uniknięcia podobnych trudności, należy wprowadzić do naszych tablic jeden nowy argument, a mianowicie *odległość* np. punktu A od osi, to jest jedn \acute{e} z części składowych szerokości wcięcia; przypuścimy że wprowadzamy część szerokości wcięcia leżącą po lew \acute{e} y stronie osi; powierzchnia profilu któr \acute{e} y szukamy zostanie oznaczoną, jeżeli znajdziemy wartości odpowiednie : szerokościom częściow \acute{e} y wcięcia, szerokości całowit \acute{e} y tegoż wcięcia, i jeżeli obliczymy wartość dla πl^2 ; znając bowiem powyższe wartości, tablica nasza wskaże nam wartości dla ilości a zawart \acute{e} y w rozdziale odległości częściow \acute{e} y, w którym to rozdziale naprzeciw argumentu πl^2 , odpowiadając \acute{e} y argumentowi l nagł \acute{o} wka, znajduje się także wartość dla S.

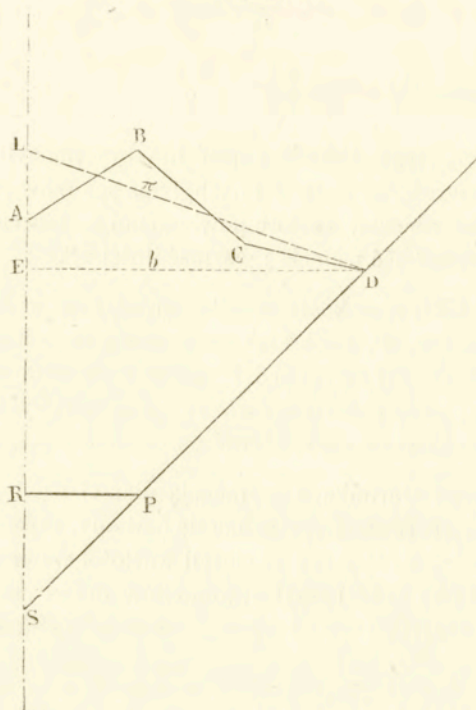
Trudności o któr \acute{e} y w t \acute{e} j chwili mówimy mogą być jeszcze pomini \acute{e} te i rozmiary tablic zmniejszone, obliczając odrazu powierzchnie całowite, to jest : szukając wartości składowych szerokości wcięcia po praw \acute{e} y i po lew \acute{e} y stronie osi leżących, jednocześnie. W sam \acute{e} y rzeczy, postępując w ten sposób, każd \acute{e} y dan \acute{e} y szerokości wcięcia i wartości dla πl^2 odpowiada jedna tylko powierzchnia, a zat \acute{e} m jedna powierzchnia wystarcza zupełnie do wykonania wszelkich rachunków, a co w \acute{e} ksza, że tablica ta b \acute{e} dzie mniej obszerną.

Rozmiary tablicy, o któr \acute{e} y mowa, zmniejszą się dlatego, że rozdział szerokości częściow \acute{e} y równych, sprowadzi się do jedn \acute{e} y seryi, w któr \acute{e} y liczba wartości dla πl^2 jest także mniejszą, albowiem wartości te odnoszą się do jedn \acute{e} y tylko szerokości częściow \acute{e} y wcięcia, nie zaś do całow \acute{e} y wcięcia.

Tablice w ten sposób ułożone, mają jeszcze jedn \acute{a} bardzo w \acute{a} żną zaletę, to jest łatwość z jak \acute{a} mcg \acute{a} być obliczone. Dla uwydatnienia t \acute{e} j zalety, uważmy połow \acute{e} szerokości wcięcia np. ABCD; niech b \acute{e} dzie prosta DL (fig. 14) któr \acute{a} daje powierzchnię wykopu równoważną z rzeczywist \acute{a} , a któr \acute{a} nast \acute{e} pnie nazywać b \acute{e} dziemy *prost \acute{a} równoważącą* i niech b \acute{e} dą dane : szerokość wcięcia DE i nachylenie

linii równoważąc DL, trójkąt DLS jest całkowicie oznaczony. Ażeby więc otrzymać powierzchnię wykopu, dosyć jest odjąć od trójkąta LDS trójkąt RPS.

Fig. 14.



Dla ułożenia tablic, o których powyżej mówiliśmy, należało odejmować dwa trójkąty, z których jeden był stałym, a powierzchnię drugiego należało znaleźć; tymczasem tutaj mamy tylko jeden trójkąt do odcięcia, i ten właśnie jest stałym.

UWAGA.— Wszystko cośmy dotąd powiedzieli, wskazuje nam iż z jednej strony trójkąt AKL (fig. 13) a z drugiej trójkąt ELD (fig. 14) są całkowicie oznaczone w funkeji nachylenia π , którą to funkeję umiemy znaleźć za pomocą twierdzenia podanego w rozdziale drugim.

We wzorze na π wyprowadzonym z własności zasadniczej, wchodzi jako czynnik, odwrotny kwadrat z szerokości wcięcia, lecz my szukamy wartości trójkątów ALH i ELD, które są właśnie połowami argumentów π^2 i πb^2 .

Zamiarem naszym było ułożyć tablice mające π za argument. Nie będziemy tu opisywać różnego rodzaju zawikłań, jakieby wynikły z tablic w taki sposób ułożonych, tak przy układaniu ich jako też i w zastosowaniach, wspomnimy tu tylko o tój myśli dla nadmienia że wybór argumentu π^2 w miejsce π został nam nasunięty przez p. Durand-Claye i że to ważne uproszczenie, sprowadzając jednym skokiem do praktyki wszystko co miało pewną wartość w teorii, wiele przyczyniło się do rozpowszechnienia i ustalenia nowej metody.

Po wspólnej pracy wraz z p. Durand-Claye doszliśmy do ułożenia tablic podanych poniżej, i mogących służyć za typ, a które rozdanemi zostały naczelnym inżynierom i inspektorom Dróg i Mostów we Francyi.

Wróćmy obecnie do tablic dla pokazania, że tablice ułożone do obliczania półprofilów są nie tylko

łatwiejsze do ułożenia i mniej obszerne; lecz nadto, że sposób obliczania przez półprofile wymaga mniej czasu aniżeli rachunek polegający na zastosowaniu całkowitych profilów.

3° Obliczanie powierzchni za pomocą całych profilów.

Celem naszym jest dowieść iż zastosowanie tego sposobu czyni rachunek daleko trudniejszym i daleko dłuższym. Szukanie w tablicach: 1° rozdziału, 2° argumentu wcięcia, 3° seryi i w końcu wartości πl^2 jest mozolniejsze aniżeli podwójne szukanie argumentu wcięcia i πl^2 . Utрудnienie w praktycznym zastosowaniu powstaje skutkiem wartości szerokości wcięcia, która jest dana w liczbach dziesiętnych.

Licząc przeciwnie od osi, jak przy zdejmowaniu profilów poprzecznych, gdzie przyjmuje się zawsze bez naruszenia prawdziwości wypadków, liczby całkowite, rachunki są o wiele krótsze, i cyfry dziesiętne wchodzą tylko w wyrazach odnoszących się do wcięć lub do *długości zbiorowej ostatecznej*.

Dla zupełnego wyczerpania kwestyi dotyczącej wyboru argumentów pozostaje nam tylko rozwinięcie jednej myśli, która nasunąć się może.

Z tego cośmy powyżej powiedzieli, widzimy: że tablice, których podstawą jest profil całkowity, powinny być usunięte, albowiem obliczanie argumentu πl^2 prowadzi do wykonywania rachunków z cyframi dziesiętnymi. Zobaczmy obecnie czy zaczynając obliczanie wartości dla πl^2 od osi, nie można będzie znaleźć sposobu, w którym działania z cyframi dziesiętnymi zostaną całkowicie usunięte z jednej strony, a z drugiej, czy te rachunki nie są krótsze od tych, które należy wykonać posługując się tablicami mającemi za podstawę półprofile, w których znalezienie wartości na πl^2 odbywa się wychodząc ze skrajnej wcięcia. W tym ostatnim razie otrzymamy dwie wartości na πl^2 , których summa wyda właśnie argument, naprzeciwko którego znajduje się powierzchnia szukana.

Te ostatnie tablice byłyby więcéj złożone aniżeli pierwsze, skutkiem różnego położenia końców wcięcia od osi (to przypuszczenie rozebraliśmy poprzednio), lecz w miejsce dwóch czytań i jednej summy, mamy jedną summę i jeden odczyt.

W tablicach, w których trzeba szukać rozdziału seryi i argumentu trzech ilości, wpływających na zmniejszenie korzyści wynikającej z usunięcia jednego odczytu lub jednej summy, należy dodać jeszcze nową niedogodność, a mianowicie: jeżeli przy obliczaniu wartości na πl^2 zaczniemy od osi, zamiast zacząć od końca wcięcia, wzór w ten sposób otrzymany będzie więcéj złożony jak inne. Dla dowiedzenia tego powróćmy do rachunków zawartych w rozdziale II i odnoszących się do oznaczenia wartości na π (fig. 15).

Niech będzie ABCDE jakikolwiek profil gruntu, E koniec wcięcia, KL prostopadła przechodząca przez punkt E, i nakoniec AL *linia równoważąca* (fig. 15), otrzymamy:

Powierzchnia ABCDE a_3 N jest równoważną powierzchni AL a_3 O. W samej rzeczy; wyrażmy tę powierzchnię w funkcji jéj składowych, mamy:

Powierzchnia ABCDE a_3 O równa jest summie trapezów ABA a_3 O, BCa a_1 a i. t. d., podwajając tę powierzchnię otrzymamy, oznaczwszy ją przez S:

$$2S = (d + b)a + (b + b_1)(a_1 - a) + (b_1 + b_2)(a_2 - a_1) + (b_2 + b_3)(a_3 - a_2).$$

Poprowadźmy linię poziomą AH, otrzymamy

Trapez ALa_3O = prostokątowi AHa_3O + trójkąt AHL , czyli

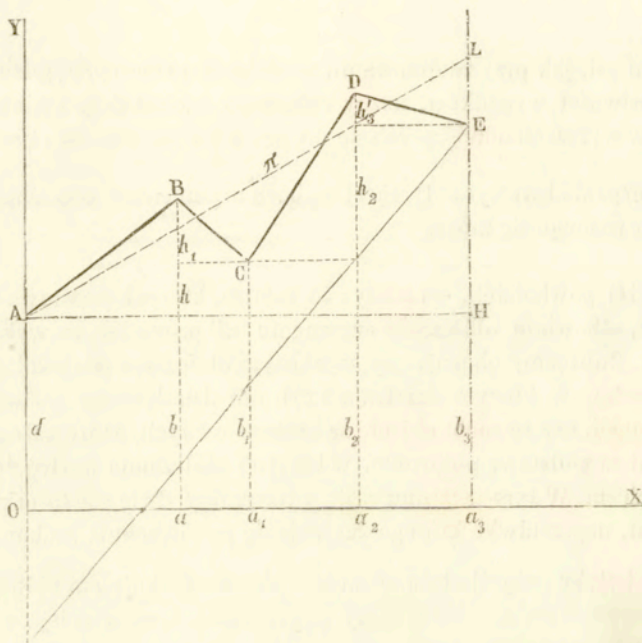
$$2S = da_3 + \pi a_3^2.$$

Porównyując te dwa równania, upraszczając i wykonywając wskazane działania, otrzymamy :

$$\pi a_3^2 = a(h - h_1) + a_1(h_2 - h_1) + a_2(h_2 - h_3) + a_3(b_2 + b_3 - 2d).$$

Z uwagi, że πa_3^2 jest właśnie ilością, którą nazwaliśmy, mówiąc o wyborze tablic, przez πl^2 , wzór

Fig. 15.



który w tej chwili otrzymaliśmy, ma ostatni wyraz powiększony o dwie summy; a zatem ostatecznie mamy do wykonania trzy summy i jeden odczyt, zamiast wykonać dwa odczyty i jedną sumę.

4° **Wyniki.** — Rozbiór szczegółowy, dotyczący wyboru różnych układów tablic, mających zawsze za podstawę zamienienie profilu jakiegokolwiek na trójkąt, wskazuje: iż tablice najlepiej odpowiadające zadaniu, mają za podstawę obliczanie profilów w dwóch częściach, t. j. : licząc najprzód powierzchnie leżące na prawo i na lewo od osi, a następnie dodając takowe do siebie. Tablice tego systemu są najkrótsze, wzory służące do ich obliczania najprostsze i czas potrzebny do ich ułożenia najkrótszy.

Przychodzimy nakoniec do samego ułożenia tablic o których mowa, poprzednio jednakże okażemy że sposób polegający na użyciu linii *równoważającej* może służyć do obliczania powierzchni jakiegokolwiek profilu.

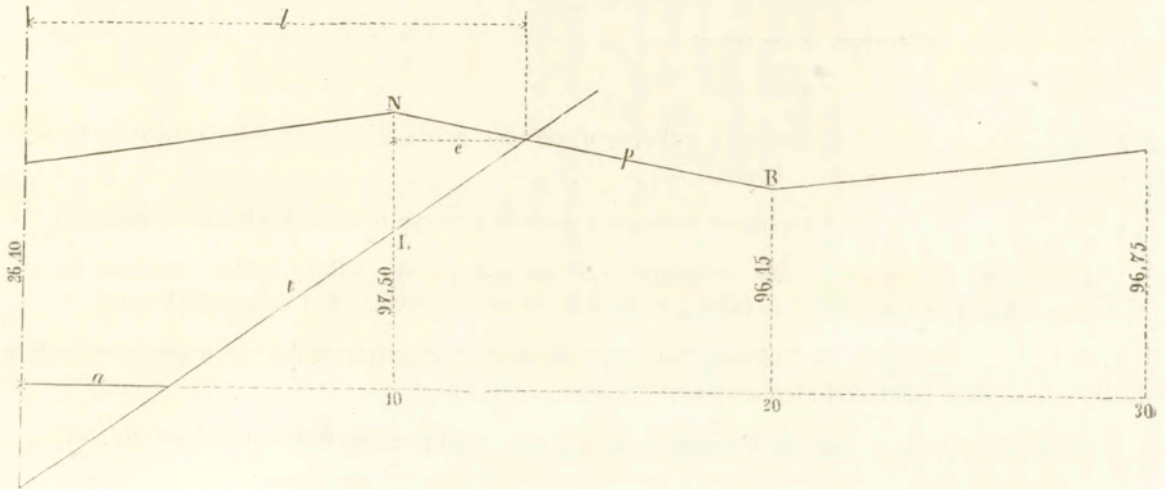
IV. — ZASTOSOWANIA.

Rozdział ten podzielimy na dwie części: w pierwszej zajmiemy się znalezieniem węgicia, które jest podstawą rachunków; a w drugiej podamy sposób obliczania powierzchni wykopów i nasypów.

1° Sposób oznaczania wcięcia. — Przytaczamy tutaj sposób oznaczania wcięcia jedynie tylko dla pamięci, dodamy jednakże, że rachunki podane poniżej nie mogą być skróconymi.

Weźmy pod uwagę jakiegokolwiek półprofilu i szukajmy najprzód położenia punktu *L* (fig. 16), wy-

Fig. 16.



ciągnijmy następnie wartości na *NL*, znajdziemy nachylenie *p* boku *NR*, a za pomocą wzoru nachyleń znajdziemy wartość na *e* :

$$e = \frac{NL}{p + t},$$

a ostatecznie szerokość wcięcia

$$l = 10 + e.$$

Zauważmy tu jeszcze, że jakiegokolwiek sposób obliczania powierzchni profilu zostanie przyjętym, zawsze rachunek wartości *e* i *l* musi być wykonanym, a zatem, porównyując treściwość naszego sposobu ze sposobem ogólnie używanym, rachunek ten będzie miał charakter bierny; t. j. nie przedstawi on nic nowego, ani pod względem korzyści w sposobie używanym, ani pod względem zawiłkiania.

2° Obliczanie powierzchni wykopów i nasypów. — Tutaj dopiero pojmiemy bezwarunkową wyższość naszego sposobu w porównaniu ze sposobami po dziś dzień używanymi, albowiem może on być zastosowanym z łatwością do wszystkich przypadków jakie w praktyce napotkamy możemy.

Sposób przez nas podany nie może być z całą słusnością porównanym pod względem krótkości działań ze sposobami używanymi po dziś dzień (jeżeli takowe można nazwać sposobami), albowiem sposoby te polegają jedynie na użyciu tablic, które przekształcają całkowicie dane do obliczenia profile i tylko kosztem niedokładności można przyspieszyć otrzymanie szukanych wartości; tymczasem nasz sposób daje wartość rzeczywistą powierzchni profilów wziętych pod uwagę; dodamy jednakże, że w tych sposobach już pełnych różnego rodzaju fortelów, kiedy idzie o obliczenie przecięcia przedstawiającego całkowicie wykop lub nasyp, należy używać nowych fortelów, jeżeli idzie o obliczenie przecięć, częścią przedstawiających wykop a częścią nasyp.

W sposobie przez nas podanym *własność zasadnicza* może być zastosowaną we wszystkich przypadkach, i to co w sposobach dotąd istniejących jest powodem trudności, służy do uwydatnienia obfitości i wyższości naszego sposobu.

Ukażąc będziemy cztery główne przypadki które obejmują bez wyjątku wszystkie inne, jakie w praktyce natrafic się dają.

1° Pół profilu całkowicie w wykopie,

2° „ „ „ w nasypie.

3° „ „ „ częścią w wykopie a częścią w nasypie, część jego krańcowa w wykopie.

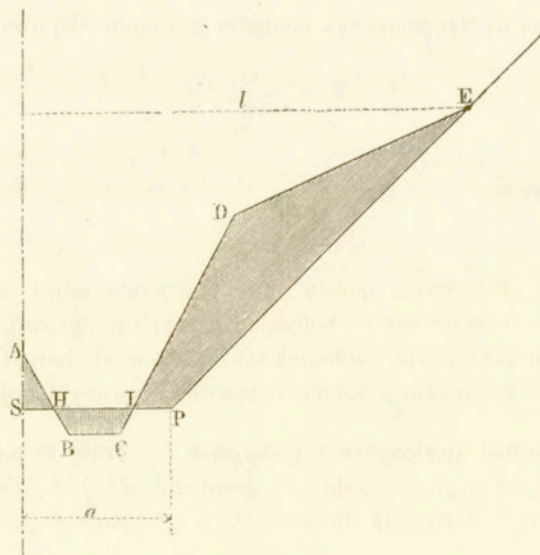
4° „ „ „ częścią w wykopie a częścią w nasypie, część krańcowa w nasypie.

1° *Pół profilu w wykopie.* — Dla obliczania takiego pół profilu należy szukać wartości na π^2 , znalazłszy takową, prosty odczyt w tablicach da nam wartość powierzchni danego wykopu.

2° *Pół profilu w nasypie.* — Podobnie jak w powyższym przypadku szuka się wartości na π^2 , a prosty odczyt daje powierzchnię nasypu.

3° *Pół profilu częścią w wykopie a częścią w nasypie, część jego zbrzeźna będąc w wykopie (fig. 17).*

Fig. 17.



Niech będzie a szerokość równa połowie korony.

Wartość powierzchni otrzymamy, znalazłszy wartość na π^2 dla obwodu AHJDE.

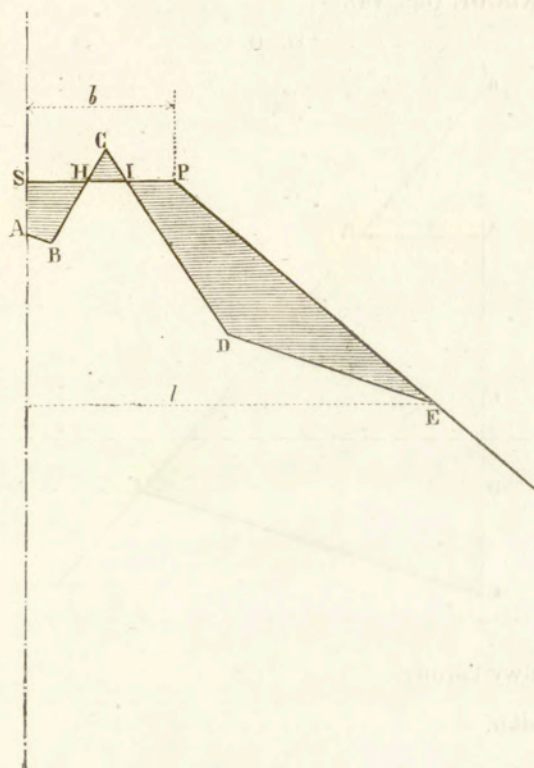
Znalazłszy wartość na πa^2 odpowiadającą obwodowi SHBCIP i biorąc jej połowę, otrzymamy wartość powierzchni nasypu.

4° *Pół profilu częścią w wykopie częścią w nasypie, część jego zbrzeźna w nasypie (fig. 18).*

Niech będzie b szerokość równa połowie korony.

Znalazłszy wartość dla πl^2 odpowiadającą obwodowi ABHIDE, odrazu odczytać możemy powierzchnię nasypu.

Fig. 18.



Znalazłszy wartość na SHCIP i biorąc połowę πb^2 otrzymamy wartość powierzchni wykopu.

V. — TABLICE,

W tablicach skróconych, które tutaj podajemy, wartości argumentów liniowych zmieniają się od $0^m,05$ do $0^m,05$, jakkolwiek do wykonania dokładnych rachunków należałoby ułożyć tablice w których wartości argumentów liniowych zmieniałyby się od centymetra do centymetra. Tablice w ten sposób ułożone nie byłyby nigdy dużych rozmiarów, nawet wtenczas kiedy ich granicami byłyby tak granice wykopów jako też granice nasypów, t. j. kiedy te tablice posłużyłyby mogły do obliczania wykopów i nasypów aż do chwili, w której korzystniej jest wybudować tunel niż robić wykop; lub do chwili, w której korzystniej jest zbudować wiadukt niż robić nasyp.

O rozmiarach tablic, o których w tej chwili mówimy, z łatwością możemy się przekonać, zważywszy że tablice które tutaj podajemy, są już wystarczające do zastosowania naszej metody i do wskazania w jaki sposób z nią postępować należy.

Tablice przez nas ułożone mogą służyć za typ i za podstawę tablic, które radzimy ułożyć, dostatecznym bowiem będzie do ich ułożenia, dla każdego szczególnego przypadku, odjąć pewną ilość stałą od wartości podanych w naszej już ułożonej tablicy.

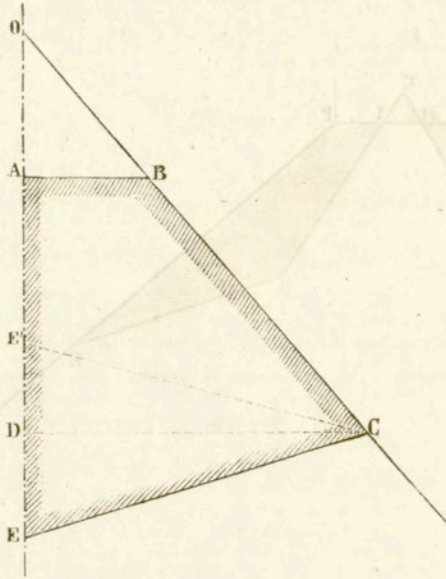
Powiemy tu słów kilka o wzorach, o których już mówiliśmy; a wskazując ich zastosowanie, opiszemy tablice i podamy sposób w jaki nimi postąpić się należy.

1° Wzory. — Stosując zawsze, jak powyżej, pół profilu, rozróżnimy tutaj dwa przypadki.

PRZYPADEK PIERWSZY. — *Jednostajne nachylenie gruntu.*

Niech będzie pół profilu ABCDE (fig. 19).

Fig. 19.



Niech będzie AB ślad połowy korony,

» » BC ślad spadku,

» » CE ślad gruntu.

Powierzchnia A profilu wyrazi się przez $A = \text{trójkąt OCD} - \text{trójkąt OAB} + \text{trójkąt CDE}$.

Nazwijmy E szerokość wcięcia CD,

l szerokość połowy korony AB,

t nachylenie $\frac{AO}{AB}$ spadku BC,

p nachylenie $\frac{DE}{DC}$ gruntu CE,

otrzymamy :

$$\text{trójkąt OCD} = S = \frac{1}{2} l E^2,$$

$$\text{id. OAB} = S' = \frac{1}{2} t l^2,$$

$$\text{id. CDE} = s = \frac{1}{2} p E^2,$$

azatem

$$A = S - S' + s.$$

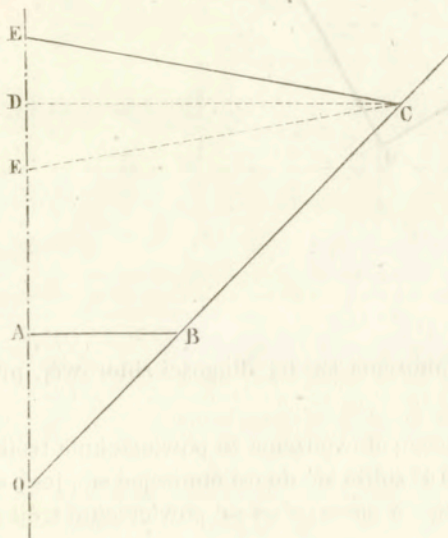
Gdyby grunt, zaczynając od osi i dążąc ku punktowi C obniżał się, należałoby w wyrażeniu A odjąć s zamiast go dodawać.

Powyżej podany wzór może być zastosowanym w obydwóch przypadkach, jeżeli przyjmiemy że nachylenie p jest dodatnie kiedy ślad gruntu obniża się dążąc ku osi, a odjemne w przypadku przeciwnym.

Przyjawszy to zastrzeżenie, wystarczy powiedzieć, że s powinno być dodane algebraicznie.

Wzór, który wyprowadziliśmy dla profilu w nasypie, może być zastosowanym także w przypadku wykopu, z tym warunkiem jednakże, że wyraz s będzie odjęty algebraicznie zamiast być dodanym,

Fig. 20.



zachowując zawsze regułę dotyczącą znaków więcej lub mniej, nadanych nachyleniom gruntu. Wzór zatem ogólny napisze się w ten sposób (fig. 20):

$$A = S - S' \pm (\pm s).$$

Podwójny znak, stojący przy s , nie zmienia się kiedy profil uważany jest wcięciem nasypu lub wykopu, a podwójny znak stojący przed nawiasem używa się w następujących warunkach: Znak $+$ używa się dla profilów nasypu, znak $-$ używa się dla profilów wykopu.

PRZYPADK DRUGI. — Ślad gruntu przedstawiony jest przez jakąkolwiek linię łamaną (fig. 21).

Niech będzie ślad gruntu CLMN, zaczynając od punktu C końca wycięcia.

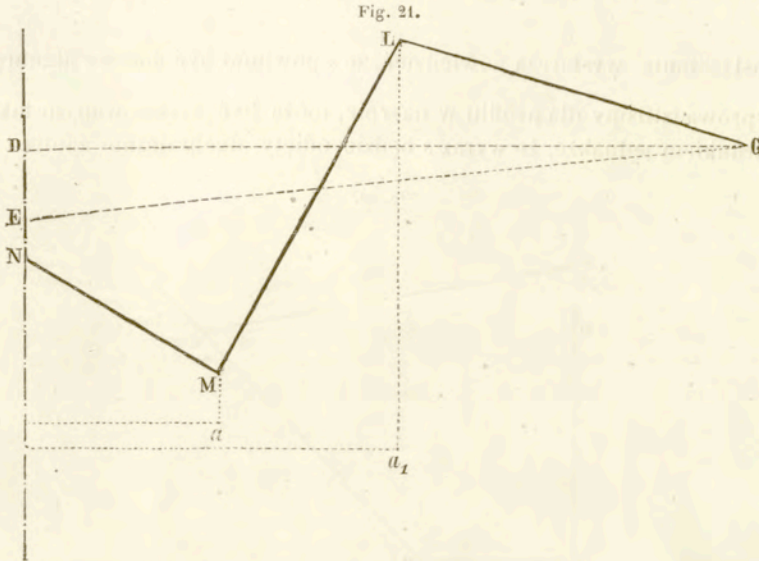
Przypadek drugi sprowadza się do pierwszego, zastępując linię łamaną CLMN inną linią np. CE taką, iż powierzchnie przez nią utworzone są równoważne powierzchniom utworzonym przez linię łamaną CLMN.

Ażeby wzór ogólny, podany powyżej, mógł być zastosowanym do obliczenia danego profilu, należy znaleźć powierzchnię trójkąta CDE. W tym celu nazwijmy a i a_1 odległości punktów M i L od osi, δ i δ_1 różnice po sobie następujące dodatnie lub odjemne punktów M, N i L, to jest: różnice poziomów punktów M i N, i N i L.

Niech będzie nakoniec E wcięcie CD, a δ_e różnica poziomów z właściwym znakiem punktów L i C, otrzymamy :

$$\text{trójkąt CDE} = a(\delta + \delta_1) + a_1(\delta_1 + \delta_2) + E\delta_e,$$

to jest, że dla każdej linii łamanej jak np. CLMN, trójkąt CDE równa się : summie algebraicznej



iloczynów utworzonych z pomnożenia każdej długości zbiorowej, przez sumę algebraiczną przyległych różnic poziomów.

Widzimy więc z poprzedzającego dowodzenia że powierzchnia trójkąta CDE, otrzymana jak powyżej, jest dodatnią kiedy prosta CE zbliża się do osi obniżając się, jest zaś ona ujemną, kiedy taż prosta zbliża się do osi wznosząc się, a zatem wartość powierzchni trójkąta wchodzi do wzoru ogólnego ze swym znakiem, czyli że wzór

$$A = S - S' \pm (\pm s)$$

jest ogólnym.

2° Tablice.

Zadaniem tablic jest skrócenie rachunków prowadzących do znalezienia wartości dla A, otóż wzór ogólny dający tę wartość, zmienia się tylko z wyrazem E; wiemy nadto, że S oblicza się wprost a S' jest stałą dla tegoż samego projektu, a zatem argumentem tablic będą wartości dla E, a obok nich wartości dla S.

Wartości dla t najczęściej używane w praktyce, t. j. $\frac{1}{4}$, $\frac{2}{3}$ i $\frac{1}{5}$ posłużyły nam do ułożenia trzech oddzielnych tablic.

Chcąc przejść z tych tablic do tablic szczególnych, odnoszących się do danego projektu, dostatecznym będzie, jak to już powyżej zauważyliśmy, wziąć za argumenta dla tych nowych tablic wartości E i S. W samej rzeczy, wiemy że wartości dla S odpowiadają dokładnie połowie kwadratów liczb pomnożonych przez spadki, a wzór ogólny wskazując nadto że te wartości dla S zależą jedynie od E, albowiem S' jest wielkością stałą, a zatem w tablicy wartości dostatecznie zbliżonych dla S, znajdziemy wartości dla A w kolumnie obok położonej, wartości zaś dla E posłużą nam za klucz do tych tablic.

Wartościom dla E odpowiadają wartości dla H i dla T, które podajemy w naszych tablicach.

Wartości dla H są wartościami linii takich jak OD (fig. 20). Wartości zaś dla T są wartościami linii takich jak OC.

Pierwsze służą do obliczania położenia punktu C końca wcięcia, a drugie do znalezienia długości spadków. Znamię (côte) punktu C służy do bezpośredniego obliczania wartości λ_e , wchodzącej do wzoru dającego wartość dla S.

Tablice, które tutaj podajemy są więc tablicami służącymi do uproszczenia rachunków i do ułożenia nowych tablic obszerniejszych, na zasadzie których, znając S i mając wartość dla A, możemy unikać obliczania wielomianu

$$S - S' \pm s.$$

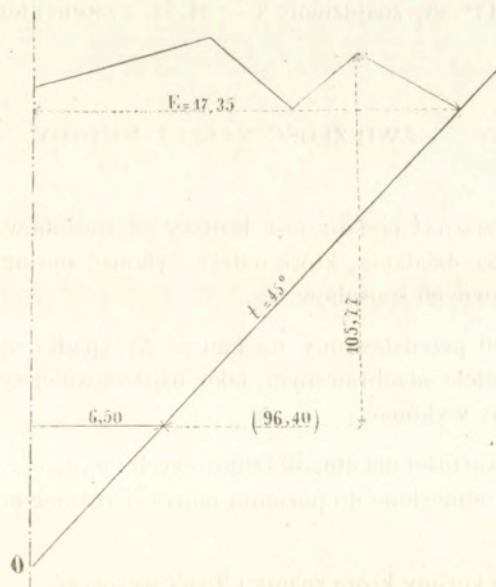
Najmniejsza szerokość wcięcia w przypadku nasypu, t. j. dla spadków równych $\frac{3}{2}$ równa jest dwóm metrom, jest ona równa 2^m,50 dla wykopów, t. j. dla spadków równych $\frac{1}{4}$ i $\frac{1}{3}$.

Szerokości wcięcia zawarte w tablicach powiększają się bezustannie aż do granicy równej dla połowy korony, w przypadku nasypu 5 metrów, a w przypadku wykopu 6^m,50, licząc w to doły istniejące po obu stronach.

Tablice nasze rozciągają się do wysokości wysypu równej 20 metrom powyżej lub poniżej platformy; grunt na tej wysokości, uważany jest za poziomy.

3° Sposób użycia tablic. — Zastosowanie do obliczenia jednego jakiegokolwiek profilu wydaje nam się dostatecznym.

Fig. 22.



Niech będzie np. półprofil w przypadku wykopu; połowa korony ma 6^m,50 szerokości, a spadek jest pod 45°, wysokość korony ma za znamię (96,40).

Niech będzie 105,77 wysokość wierzchołka najwięcej zbliżonego do końca wcięcia i $E = 17^m,35$

wartość wcięcia. Znamię punktu O jest równe $96,40 - 6,50 = 89,90$, tablica daje dla wartości $E = 17,35$ $H = 17,35$, więc znamię końca wcięcia jest $89,90 + 17,35 = 107,25$, a zatem wartość dla δ_e będzie

$$\delta_e = 105,77 - 107,25 = -1,48.$$

Znając wartości δ_e i E , wszystkie inne ilości służące do obliczania S , znajdują się w wykazie poziomowania.

Przypomnimy w kilku słowach; sposób zdejmowania profilów poprzecznych i wpisywania takowych do książki na ten użytek przeznaczonój, sposób uświęcony praktyką i uważany za racjonalny jest następujący :

Poczynając od palika położonego na osi, mierzą się odległości od tegoż punktu wszystkich punktów profilu poprzecznego, których położenie względem osi chcemy oznaczyć; postępowanie to jest rzeczywiście racjonalne, działając bowiem inaczej, t. j. mierząc odległości od jakiegokolwiek punktu profilu do punktu danego, błąd popełniony w jednym punkcie powtórzyłby się dla wszystkich pozostałych: zwyczajem bowiem jest dodawać odległości do siebie. Różnice dodatne lub ujemne otrzymane z poziomowania, są właśnie różnicami, które wchodzi do naszego wzoru. Znajdujemy więc w wykazie poziomowania nie zmieniając zwyczajów, i długości zbiorowe i różnice których potrzebujemy. Dostatecznym więc będzie zachować jedną kolumnę, w której wpiszemy summy różnic wziętych po dwie.

Otrzymamy wtedy wartość na S bez wielkiej trudności, a następnie wartość dla A . Zwrócić należy tu uwagę, że do wartości otrzymanych odrazu dla S' dodać należy wartość powierzchni rowu (fossé).

Ażeby otrzymać wartość długości spadku, uważmy, że dla szerokości połowy korony równej $6^m,50$ długość spadku T jest stała i równa $9^m,19$; szukajmy następnie wartości na T , w właściwej kolumnie wartości odpowiadającej $E = 17^m,35$, znajdziemy $T = 24,54$, a zatem długość spadku $= 24,54 - 9,19 = 15^m,35$.

VI. — ZWIĘZŁOŚĆ NASZEJ METODY.

Dla okazania o ile sposób przez nas podany jest krótszy od sposobów dotąd używanych, dostatecznym będzie porównać z sobą działania, które należy wykonać posługując się nim, z rachunkami wykonywanymi przy użyciu dawnych sposobów.

Weźmy jako przykład profil przedstawiony na figurze 23; spadki są nachylone pod kątem 45° ; przedstawimy rachunki w kształcie algebraicznym, jako najstosowniejszym do ocenienia wszystkich działań które zmuszeni jesteśmy wykonać.

Wykaz poziomowania daje wartości dla długości zbiorowych: $a_1, a_2, a_3, \dots, a', a'', a''', \dots$, znamiona im odpowiednie $c_1, c_2, \dots, c', c'', c'''$ odniesione do poziomu morza, i różnice po sobie następujące $\delta_1, \delta_2, \dots, \delta', \delta'', \delta'''$.

Nazwijmy γ znamię poziomu korony którą znamy i $2p$ jej szerokość.

Obliczmy najprzód powierzchnię wykopu za pomocą sposobu dotąd używanego; w tym celu szukajmy wartości dla $AB, CD, I_1, \dots, EF, GH, IS, I' \dots$, za pomocą których obliczymy szukaną powierzchnię, dzieląc ją na trójkąty, prostokąty i trapezy.

Rachunki, które należy wykonać, licząc już w to oznaczenie wcięć, są następujące :

$$AB = c - \gamma + \frac{\delta_1}{a_1} \times p,$$

$$CD = c_1 - (a_1 - p),$$

$$EF = c' - \gamma,$$

$$GH = c' - \gamma + \frac{[\delta''}{a'' - a} (p - a'),$$

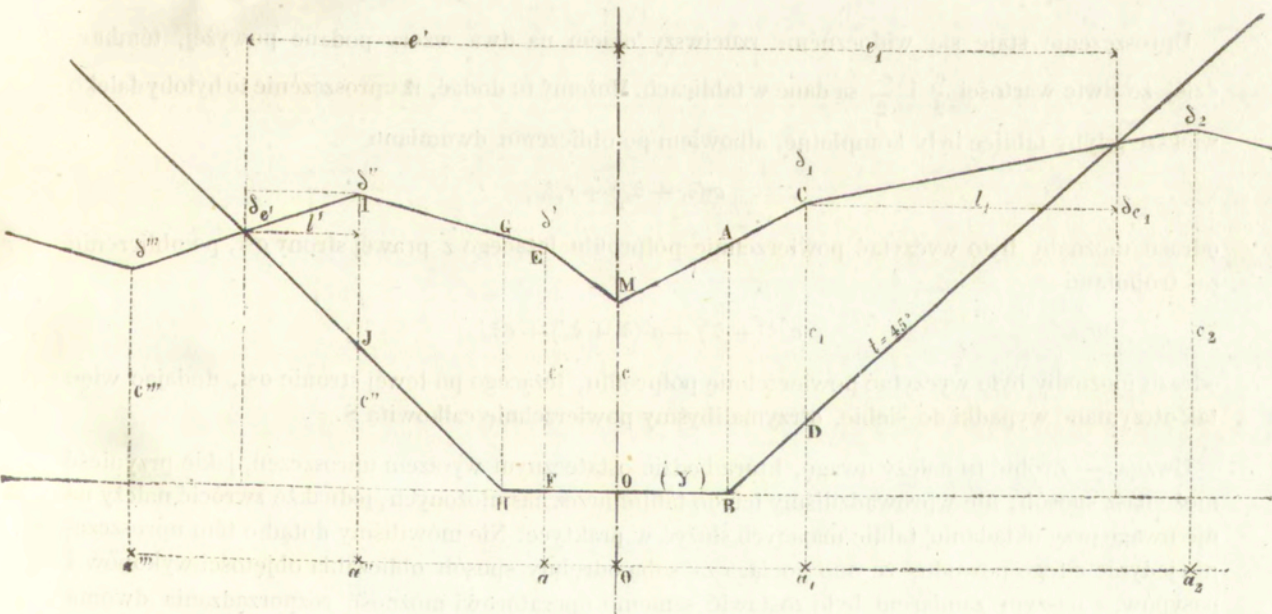
$$IJ = c'' - (a' - p),$$

$$OM = c - \gamma,$$

$$l_1 = \frac{CD}{1 + \frac{\delta^2}{a_2 - a_1}},$$

$$l' = \frac{IJ}{1 + \frac{\delta'''}{a''' - a}},$$

Fig. 23.



Powierzchnia

$$S = \frac{OM + AB}{2} p + \frac{AB + CD}{2} (a_1 - p) + \frac{CD \times l_1}{2} + \frac{OM + EF}{2} a' + \frac{EF + GH}{2} (p - a') + \frac{GH + IJ}{2} (a' - p) + \frac{IJ \times l'}{2},$$

i w końcu

$$e_1 = a_1 + l,$$

$$e' = a'' + l.$$

Zachowując też same znakowanie, zobaczymy co się dzieje, stosując nową metodę, z dodaniem δ_e i δ'_e , t. j. różnic poziomów pomiędzy ostatecznymi punktami wcięcia i wierzchołkami profilu gruntu, najbliżej nich leżącymi C i I.

Rachunki, które należy wykonać są następujące:

$$e_1 = a_1 + \frac{c_1 - (a_1 - p)}{1 - \frac{\delta_2}{a_2 - a_1}},$$

$$e' = a'' + \frac{c'' - (a'' - p)}{1 + \frac{\delta''}{a'' - a'}},$$

$$\delta_{e_1} = (\gamma + e_1 - p) - e_1,$$

$$\delta'_{e'} = c''(\gamma + e' - p),$$

a w końcu

$$S = \frac{1}{2} \left[a_1(\delta_1 + \delta_{e_1}) + e_1 \delta_{e_1} + a'(\delta'' + \delta') + a''(\delta'' - \delta'_e) + e' \delta'_e \right] + \frac{e_1^2}{2} + \frac{e'^2}{2} - \text{ilość stała.}$$

Uproszczenie staje się widocznym, rzuciwszy okiem na dwa wzory podane powyżej, témbar-dziej że dwie wartości $\frac{e_1^2}{2}$ i $\frac{e'^2}{2}$ są dane w tablicach. Możemy tu dodać, iż uproszczenie to byłoby daleko większe gdyby tablice były kompletne, albowiem po obliczeniu dwumianu

$$a_1(\delta_1 + \delta_{e_1}) + e_1 \delta_{e_1},$$

odrazu możnaby było wyczytać powierzchnię półprofilu leżącego z prawej strony osi, po obliczeniu zaś trójmianu

$$a'(\delta' + \delta'') + a''(\delta'' + \delta'_e) + e' \delta'_e$$

odrazu możnaby było wyczytać powierzchnię półprofilu, leżącego po lewej stronie osi, dodając więc tak otrzymane wypadki do siebie, otrzymalibyśmy powierzchnię całkowitą S.

UWAGA. — Zrobić tu należy uwagę, która będzie ostatecznym wyrazem uproszczenia, jakie przynieść może nasz sposób; nie wprowadziliśmy ich do tablic przez nas ułożonych, jednakże zwrócić należy na nie uwagę przy układaniu tablic mających służyć w praktyce. Nie mówiliśmy dotąd o tém uproszczeniu jedynie z tego powodu, że ono pociąga za sobą odrębny sposób obliczania objętości wykopów i nasypów, a naszym zamiarem było zostawić samemu operatorowi możliwość rozporządzania dwoma sposobami.

Weźmy pod uwagę jakikolwiek przekop, niech będą S, S₁, S₂, S₃ powierzchnie profilów, l, l₁, l₂, l₃, l₄ odległości pomiędzy profilami.

Objętość przekopu wyrazi się przez równanie

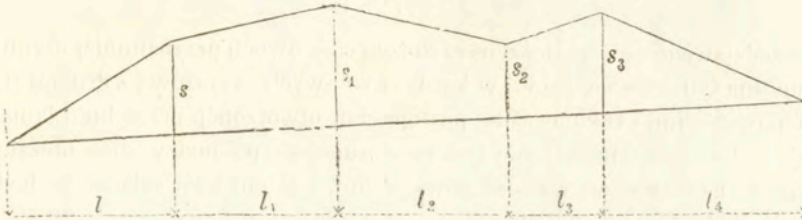
$$l \frac{S}{2} = l_1 \frac{S + S_1}{2} + l_2 \frac{S_1 + S_2}{2} + l_3 \frac{S_2 + S_3}{2} + l_4 \frac{S_3}{2},$$

albo

$$\frac{l}{2} S = \frac{l_1}{2} (S + S_1) + \frac{l_2}{2} (S_1 + S_2) + \frac{l_3}{2} (S_2 + S_3) + \frac{l_4}{2} S_3.$$

Różnica zachodząca pomiędzy temi dwoma równaniami była dotąd uważaną prawie za nic niezna-
cząca, jednakże przyczyna dla której należy przyjąć prędzej pierwsze z nich aniżeli drugie, powstaje

Fig. 24.



złąd : 1° że rachunki do obliczania powierzchni są łatwiejsze do wykonania, wszystkie bowiem odle-
głości pomiędzy profilami mogą być brane wprost z profilu podłużnego, i 2° że sprawdzenie jest nad-
zwyczaj łatwe.

VII. — PROSZY SPOSÓB JEST NIEPODOBNYM.

Z tego cośmy dotąd powiedzieli wnosić możemy, że sposób przez nas podany wymaga krótszych
rachunków aniżeli sposoby dotąd istniejące ; dla okazania więc, że sposób nasz jest najprostszym do-
statecznym będzie dowieść :

1° Że sposób obecnie używany jest najprostszy ze wszystkich innych które możnaby było utwo-
żyć dzieląc dane profile na części łatwe do obliczania, i

2° Że nasz sposób nie może być więcej uproszczonym.

1° Podział profilów na trapezy i trójkąty jest podziałem najprostszym.

W samej rzeczy, podział profilu na trójkąty jakiegokolwiek wymagałyby oznaczenia podstaw i wysoko-
ci za pomocą wzoru Sympson'a; o tém przekonamy się z łatwością biorąc pod uwagę profile podane
w rozdziale VI. Tymczasem rachując sposobem zwyczajnym, podstawy i wysokości otrzymują się
przez proste dodawanie lub za pomocą łatwych proporcyj.

**2° Sprowadzenie profilu do jednego trójkąta nie może być otrzymanem łatwiej jak
za pomocą nowego sposobu.**

W samej rzeczy, sposób obliczania wcięcia z dwóch stron osi nie może być uproszczonym, albowiem
końce wcięcia, to jest punkta przecięcia się spadków z gruntem są od siebie niezależne; dwa więc
rachunki potrzebne do ich znalezienia są zupełnie różne i niezależne, oto jest wszystko co się tyczy
wcięć, wreszcie widzieliśmy iż sposób ich obliczania nie może być uproszczonym.

Widzieliśmy nadto, że dwa boki trójkąta, który zamierzamy nakreślić są naprzód znane, albo-
wiem jeden z nich jest osią profilu a drugi spadkiem; jeden z jego wierzchołków znajduje się
w punkcie przecięcia się spadku z osią a drugi może być na końcu wcięcia, lecz to nie jest konieczne,
i możemy powiedzieć w ogóle, że *linia równoważąca* której szukamy jest trzecim bokiem tego

trójkąta i wyznacza położenie dwóch pozostałych jego wierzchołków. Otóż, jeżeli za wierzchołek trójkąta o którym mowa, nie bierzemy końca profilu, zmuszeni jesteśmy nadać *linii równoważcej* pewne oznaczone położenie, lecz sposób taki obliczania wprowadza do zadania nowy i niepotrzebny element i prowadzi do następującego wyrażenia dającego wartość dla S :

$$S = f(\pi, x^2).$$

Przyjmując za wierzchołek trójkąta koniec wcięcia, otrzymamy zawsze dla S wartość :

$$S = f(\pi, l^2).$$

Funkcje te przedstawiają szeregi iloczynów złożonych z dwóch przynajmniej czynników, otóż wzór przez nas podany ma tylko dwa czynniki w każdym ze swych wyrazów ; z drugiej strony, wyrażenie to przedstawia powierzchnię równoważną powierzchni utworzonej przez linię łamaną. Z uwagi, że w danym profilu, kierunek i nachylenie boków są zupełnie pomiędzy sobą niezależne, wynika że każdy z nich wpływa na ostateczną wartość powierzchni, a zatem wzór składać się będzie z tylu wyrazów ile linia łamana profilu ma boków.

Wzór przez nas podany do obliczania πl^2 , mieści w sobie tyle wyrazów ile linia łamana ma boków i każdy z nich składa się z dwóch tylko czynników, więc wyrażenie dla πl^2 nie może być już więcej uproszczoném.

TABLICE

SŁUŻĄCE DO OBLICZANIA POWIERZCHNI PROFILÓW POPRZECZNYCH.

TABLICE OGÓLNE

1^a Tablica : Spadek mający $\frac{1 \text{ za podstawę}}{1 \text{ za wysokość}}$

2^a Tablica : Spadek mający $\frac{4 \text{ za podstawę}}{5 \text{ za wysokość}}$

3^a Tablica : Spadek mający $\frac{3 \text{ za podstawę}}{2 \text{ za wysokość}}$

WYKAZ

WYKAZ PRACOWNIKÓW I PRACOWNICZYNI

TABELA

1. Wykaz pracowników i pracowniczy
2. Wykaz pracowników i pracowniczy
3. Wykaz pracowników i pracowniczy

Spadek 1/1

E	H	T	S	E	H	T	S	E	H	T	S	E	H	T	S
2,50	2,50	3,54	3,12	5,00	5,00	7,07	12,50	7,50	7,50	10,61	28,12	10,00	10,00	14,14	50,60
55	2,55	3,61	3,25	05	5,05	7,14	12,75	55	7,55	10,68	28,50	05	10,05	14,21	50,50
60	2,60	3,68	3,38	10	5,10	7,21	13,00	60	7,60	10,75	28,88	10	10,10	14,28	51,00
65	2,65	3,75	3,51	15	5,15	7,28	13,26	65	7,65	10,82	29,26	15	10,15	14,35	51,51
70	2,70	3,82	3,64	20	5,20	7,35	13,52	70	7,70	10,89	29,64	20	10,20	14,42	52,02
75	2,75	3,89	3,78	25	5,25	7,42	13,78	75	7,75	10,96	30,03	25	10,25	14,49	52,53
80	2,80	3,96	3,92	30	5,30	7,50	14,04	80	7,80	11,03	30,42	30	10,30	14,57	53,04
85	2,85	4,03	4,06	35	5,35	7,57	14,31	85	7,85	11,10	30,81	35	10,35	14,64	53,56
90	2,90	4,10	4,20	40	5,40	7,64	14,58	90	7,90	11,17	31,20	40	10,40	14,71	54,08
95	2,95	4,17	4,35	45	5,45	7,71	14,85	95	7,95	11,24	31,60	45	10,45	14,78	54,60
1,00	3,00	4,24	4,50	5,50	5,50	7,78	15,12	8,00	8,00	11,31	32,00	10,50	10,50	14,85	55,12
05	3,05	4,31	4,65	55	5,55	7,85	15,40	05	8,05	11,38	32,40	55	10,55	14,92	55,65
10	3,10	4,38	4,80	60	5,60	7,92	15,68	10	8,10	11,46	32,80	60	10,60	14,99	56,18
15	3,15	4,45	4,96	65	5,65	7,99	15,96	15	8,15	11,53	33,21	65	10,65	15,06	56,71
20	3,20	4,52	5,12	70	5,70	8,06	16,24	20	8,20	11,60	33,62	70	10,70	15,13	57,24
25	3,25	4,60	5,28	75	5,75	8,13	16,53	25	8,25	11,67	34,03	75	10,75	15,20	57,78
30	3,30	4,67	5,44	80	5,80	8,20	16,82	30	8,30	11,74	34,44	80	10,80	15,27	58,32
35	3,35	4,74	5,61	85	5,85	8,27	17,11	35	8,35	11,81	34,86	85	10,85	15,34	58,86
40	3,40	4,81	5,78	90	5,90	8,34	17,40	40	8,40	11,88	35,28	90	10,90	15,41	59,40
45	3,45	4,88	5,95	95	5,95	8,41	17,70	45	8,45	11,95	35,70	95	10,95	15,48	59,95
3,50	3,50	4,95	6,12	6,00	6,00	8,49	18,00	8,50	8,50	12,02	36,12	11,00	11,00	15,56	60,50
55	3,55	5,02	6,30	05	6,05	8,56	18,30	55	8,55	12,09	36,55	05	11,05	15,63	61,05
60	3,60	5,09	6,48	10	6,10	8,63	18,60	60	8,60	12,16	36,98	10	11,10	15,70	61,60
65	3,65	5,16	6,66	15	6,15	8,70	18,91	65	8,65	12,23	37,41	15	11,15	15,77	62,16
70	3,70	5,23	6,84	20	6,20	8,77	19,22	70	8,70	12,30	37,84	20	11,20	15,84	62,72
75	3,75	5,30	7,03	25	6,25	8,84	19,53	75	8,75	12,37	38,28	25	11,25	15,91	63,28
80	3,80	5,37	7,22	30	6,30	8,91	19,84	80	8,80	12,45	38,72	30	11,30	15,98	63,84
85	3,85	5,44	7,41	35	6,35	8,98	20,16	85	8,85	12,52	39,16	35	11,35	16,05	64,41
90	3,90	5,52	7,60	40	6,40	9,05	20,48	90	8,90	12,59	39,60	40	11,40	16,12	64,98
95	3,95	5,59	7,80	45	6,45	9,12	20,88	95	8,95	12,66	40,05	45	11,45	16,19	65,55
4,00	4,00	5,66	8,00	6,50	6,50	9,19	21,12	9,00	9,00	12,73	40,50	11,50	11,50	16,26	66,12
05	4,05	5,73	8,20	55	6,55	9,26	21,45	05	9,05	12,80	40,95	55	11,55	16,33	66,70
10	4,10	5,80	8,40	60	6,60	9,33	21,78	10	9,10	12,87	41,40	60	11,60	16,40	67,28
15	4,15	5,87	8,61	65	6,65	9,40	22,11	15	9,15	12,94	41,86	65	11,65	16,47	67,86
20	4,20	5,94	8,82	70	6,70	9,48	22,44	20	9,20	13,01	42,32	70	11,70	16,55	68,44
25	4,25	6,01	9,03	75	6,75	9,55	22,78	25	9,25	13,08	42,78	75	11,75	16,62	69,03
30	4,30	6,08	9,24	80	6,80	9,62	23,12	30	9,30	13,15	43,24	80	11,80	16,69	69,62
35	4,35	6,15	9,46	85	6,85	9,69	23,46	35	9,35	13,22	43,71	85	11,85	16,76	70,21
40	4,40	6,22	9,68	90	6,90	9,76	23,80	40	9,40	13,29	44,18	90	11,90	16,83	70,80
45	4,45	6,29	9,90	95	6,95	9,83	24,15	45	9,45	13,36	44,65	95	11,95	16,90	71,40
4,50	4,50	6,36	10,12	7,00	7,00	9,90	24,50	9,50	9,50	13,44	45,12	12,00	12,00	16,97	72,00
55	4,55	6,43	10,35	05	7,05	9,97	24,85	55	9,55	13,51	45,60	05	12,05	17,04	72,60
60	4,60	6,51	10,58	10	7,10	10,04	25,20	60	9,60	13,58	46,08	10	12,10	17,11	73,20
65	4,65	6,58	10,81	15	7,15	10,11	25,56	65	9,65	13,65	46,56	15	12,15	17,18	73,81
70	4,70	6,65	11,04	20	7,20	10,18	25,92	70	9,70	13,72	47,04	20	12,20	17,25	74,42
75	4,75	6,72	11,28	25	7,25	10,25	26,28	75	9,75	13,79	47,53	25	12,25	17,32	75,03
80	4,80	6,79	11,52	30	7,30	10,32	26,64	80	9,80	13,86	48,02	30	12,30	17,39	75,64
85	4,85	6,86	11,76	35	7,35	10,39	27,01	85	9,85	13,93	48,51	35	12,35	17,46	76,26
90	4,90	6,93	12,00	40	7,40	10,47	27,38	90	9,90	14,00	49,00	40	12,40	17,54	76,88
95	4,95	7,00	12,25	45	7,45	10,54	27,75	95	9,95	14,07	49,50	45	12,45	17,61	77,50

E	H	T	S	E	H	T	S	E	H	T	S	E	H	T	S
12,50	12,50	17,68	78,12	15,00	15,00	21,21	112,50	17,50	17,50	24,75	153,12	20,00	20,00	28,28	200,00
55	12,55	17,75	78,75	05	15,05	21,28	113,25	55	17,55	24,82	154,00	05	20,05	28,35	201,00
60	12,60	17,82	79,38	10	15,10	21,35	114,00	60	17,60	24,89	154,88	10	20,10	28,42	202,00
65	12,65	17,80	80,01	15	15,15	21,42	114,76	65	17,65	24,96	155,76	15	20,15	28,50	203,01
70	12,70	17,96	80,64	20	15,20	21,50	115,52	70	17,70	25,03	156,64	20	20,20	28,57	204,02
75	12,75	18,03	81,28	25	15,25	21,57	116,28	75	17,75	25,10	157,53	25	20,25	28,64	205,03
80	12,80	18,10	81,92	30	15,30	21,64	117,04	80	17,80	25,17	158,42	30	20,30	28,71	206,04
85	12,85	18,17	82,56	35	15,35	21,71	117,81	85	17,85	25,24	159,31	35	20,35	28,78	207,06
90	12,90	18,24	83,20	40	15,40	21,78	118,58	90	17,90	25,31	160,20	40	20,40	28,85	208,08
95	12,95	18,31	83,85	45	15,45	21,85	119,35	95	17,95	25,38	161,10	45	20,45	28,92	209,10
13,00	13,00	18,38	84,50	1550	15,50	21,92	120,12	18,00	18,00	25,45	162,00	20,50	20,50	28,99	210,12
05	13,05	18,45	85,15	55	15,55	21,99	120,90	05	18,05	25,53	162,90	55	20,55	29,06	211,15
10	13,10	18,53	85,80	60	15,60	22,06	121,68	10	18,10	25,60	163,80	60	20,60	29,13	212,18
15	13,15	18,60	86,46	65	15,65	22,13	122,46	15	18,15	25,67	164,71	65	20,65	29,20	213,21
20	13,20	18,67	87,12	70	15,70	22,20	123,24	20	18,20	25,74	165,62	70	20,70	29,27	214,24
25	13,25	18,74	87,78	75	15,75	22,27	124,03	25	18,25	25,81	166,53	75	20,75	29,34	215,28
30	13,30	18,81	88,44	80	15,80	22,34	124,82	30	18,30	25,88	167,44	80	20,80	29,41	216,32
35	13,35	18,88	89,11	85	15,85	22,41	125,61	35	18,35	25,95	168,36	85	20,85	29,49	217,36
40	13,40	18,95	89,78	90	15,90	22,48	126,40	40	18,40	26,02	169,28	90	20,90	29,56	218,40
45	13,45	19,02	90,45	95	15,95	22,56	127,20	45	18,45	26,09	170,20	95	20,95	29,63	219,45
13,50	13,50	19,09	91,12	16,00	16,00	22,63	128,00	18,50	18,50	26,16	171,12	21,00	21,00	29,70	220,50
55	13,55	19,16	91,80	05	16,05	22,70	128,80	55	18,55	26,23	172,05	05	21,05	29,77	221,55
60	13,60	19,23	92,48	10	16,10	22,77	129,60	60	18,60	26,30	172,98	10	21,10	29,84	222,60
65	13,65	19,30	93,16	15	16,15	22,84	130,41	65	18,65	26,37	173,91	15	21,15	29,91	223,66
70	13,70	19,37	93,84	20	16,20	22,91	131,22	70	18,70	26,44	174,84	20	21,20	29,98	224,72
75	13,75	19,44	94,53	25	16,25	22,98	132,03	75	18,75	26,52	175,78	25	21,25	30,05	225,78
80	13,80	19,52	95,22	30	16,30	23,05	132,84	80	18,80	26,59	176,72	30	21,30	30,12	226,84
85	13,85	19,59	95,91	35	16,35	23,12	133,66	85	18,85	26,66	177,66	35	21,35	30,19	227,91
90	13,90	19,66	96,60	40	16,40	23,19	134,48	90	18,90	26,73	178,60	40	21,40	30,26	228,98
95	13,95	19,73	97,30	45	16,45	23,26	135,30	95	18,95	26,80	179,55	45	21,45	30,33	230,05
14,00	14,00	19,80	98,00	16,50	16,50	23,33	136,12	19,00	19,00	26,87	180,50	21,50	21,50	30,40	231,12
05	14,05	19,87	98,70	55	16,55	23,40	136,95	05	19,05	26,94	181,45	55	21,55	30,48	232,20
10	14,10	19,94	99,40	60	16,60	23,47	137,78	10	19,10	27,01	182,40	60	21,60	30,55	233,28
15	14,15	20,01	100,11	65	16,65	23,55	138,61	15	19,15	27,08	183,36	65	21,65	30,62	234,36
20	14,20	20,08	100,82	70	16,70	23,62	139,44	20	19,20	27,15	184,32	70	21,70	30,69	235,44
25	14,25	20,15	101,53	75	16,75	23,69	140,28	25	19,25	27,22	185,28	75	21,75	30,76	236,53
30	14,30	20,22	102,24	80	16,80	23,76	141,12	30	19,30	27,29	186,24	80	21,80	30,83	237,62
35	14,35	20,29	102,96	85	16,85	23,83	141,96	35	19,35	27,36	187,21	85	21,85	30,90	238,71
40	14,40	20,36	103,68	90	16,90	23,90	142,80	40	19,40	27,43	188,18	90	21,90	30,97	239,80
45	14,45	20,43	104,40	95	16,95	23,97	143,65	45	19,45	27,51	189,15	95	21,95	31,04	240,90
14,50	14,50	20,51	105,12	17,00	17,00	24,04	144,50	19,50	19,50	27,58	190,12	22,00	22,00	31,11	242,00
55	14,55	20,58	105,85	05	17,05	24,11	145,35	55	19,55	27,65	191,10	05	22,05	31,18	243,10
60	14,60	20,65	106,58	10	17,10	24,18	146,20	60	19,60	27,72	192,08	10	22,10	31,25	244,20
65	14,65	20,72	107,31	15	17,15	24,25	147,06	65	19,65	27,79	193,06	15	22,15	31,32	245,31
70	14,70	20,79	108,04	20	17,20	24,32	147,92	70	19,70	27,86	194,04	20	22,20	31,39	246,42
75	14,75	20,86	108,78	25	17,25	24,39	148,78	75	19,75	27,93	195,03	25	22,25	31,47	247,53
80	14,80	20,93	109,52	30	17,30	24,46	149,64	80	19,80	28,00	196,02	30	22,30	31,54	248,64
85	14,85	21,00	110,26	35	17,35	24,54	150,51	85	19,85	28,07	197,01	35	22,35	31,61	249,76
90	14,90	21,07	111,00	40	17,40	24,61	151,38	90	19,90	28,14	198,00	40	22,40	31,68	250,88
95	14,95	21,14	111,75	45	17,45	24,68	152,25	95	19,95	28,21	199,00	45	22,45	31,75	252,00

1/1

E	H	T	S	E	H	T	S	E	H	T	S	E	H	T	S
22,50	22,50	31,82	253,12	23,50	23,50	33,23	276,12	24,50	24,50	34,65	300,12	25,50	25,50	36,06	325,12
55	22,55	31,89	254,25	55	23,55	33,30	277,30	55	24,55	34,72	301,35	55	25,55	36,13	326,40
60	22,60	31,96	255,38	60	23,60	33,37	278,48	60	24,60	34,79	302,58	60	25,60	36,20	327,68
65	22,65	32,03	256,51	65	23,65	33,45	279,66	65	24,65	34,86	303,81	65	25,65	36,26	328,96
70	22,70	32,10	257,64	70	23,70	33,52	280,84	70	24,70	34,93	305,04	70	25,70	36,34	330,24
75	22,75	32,17	258,78	75	23,75	33,59	282,03	75	24,75	35,00	306,28	75	25,75	36,42	331,53
80	22,80	32,24	259,92	80	23,80	33,66	283,22	80	24,80	35,07	307,52	80	25,80	36,49	332,82
85	22,85	32,31	261,06	85	23,85	33,73	284,41	85	24,85	35,14	308,76	85	25,85	36,56	334,11
90	22,90	32,38	262,20	90	23,90	33,80	285,60	90	24,90	35,21	310,00	90	25,90	36,63	335,40
95	22,95	32,46	263,35	95	23,95	33,87	286,80	95	24,95	35,28	311,25	95	25,95	36,70	336,70
23,00	23,00	32,53	264,50	24,00	24,00	33,94	288,00	25,00	25,00	35,35	312,50	26,00	26,00	36,77	338,00
05	23,05	32,60	265,65	05	24,05	34,01	289,20	05	25,05	35,43	313,75	05	26,05	36,84	339,30
10	23,10	32,67	266,80	10	24,10	34,08	290,40	10	25,10	35,50	315,00	10	26,10	36,91	340,60
15	23,15	32,74	267,96	15	24,15	34,15	291,61	15	25,15	35,57	316,26	15	26,15	36,98	341,91
20	23,20	32,81	269,12	20	24,20	34,22	292,82	20	25,20	35,64	317,52	20	26,20	37,05	343,22
25	23,25	32,88	270,28	25	24,25	34,29	294,03	25	25,25	35,71	318,78	25	26,25	37,12	344,54
30	23,30	32,95	271,44	30	24,30	34,36	295,24	30	25,30	35,78	320,04	30	26,30	37,19	345,84
35	23,35	33,02	272,61	35	24,35	34,44	296,46	35	25,35	35,85	321,31	35	26,35	37,26	347,16
40	23,40	33,09	273,78	40	24,40	34,51	297,68	40	25,40	35,92	322,58	40	26,40	37,33	348,48
45	23,45	33,16	274,95	45	24,45	34,58	298,90	45	25,45	35,99	323,85	45	26,45	37,41	349,80

Spadek 1/5

E	H	T	S	E	H	T	S	E	H	T	S	E	H	T	S
2,40	12,00	12,24	14,40	2,90	14,50	14,79	21,92	3,10	17,00	17,34	28,90	3,90	19,50	19,89	38,02
41	12,05	12,29	14,52	91	14,55	14,84	21,17	41	17,05	17,39	29,07	91	19,55	19,91	38,22
42	12,10	12,34	14,64	92	14,60	14,89	21,32	42	17,10	17,44	29,24	92	19,60	19,99	38,42
43	12,15	12,39	14,76	93	14,65	14,94	21,46	43	17,15	17,49	29,41	93	19,65	20,04	38,61
44	12,20	12,44	14,88	94	14,70	14,99	21,61	44	17,20	17,54	29,58	94	19,70	20,09	38,81
45	12,25	12,49	15,00	95	14,75	15,04	21,76	45	17,25	17,59	29,76	95	19,75	20,14	39,01
46	12,30	12,54	15,13	96	14,80	15,09	21,90	46	17,30	17,64	29,93	96	19,80	20,19	39,20
47	12,35	12,59	15,25	97	14,85	15,14	22,05	47	17,35	17,69	30,10	97	19,85	20,24	39,40
48	12,40	12,65	15,38	98	14,90	15,19	22,20	48	17,40	17,74	30,28	98	19,90	20,29	39,60
49	12,45	12,70	15,50	99	14,95	15,25	22,35	49	17,45	17,79	30,35	99	19,95	20,35	39,80
2,50	12,50	12,75	15,62	3,00	15,00	15,30	22,50	3,50	17,50	17,85	30,62	4,00	20,00	20,40	40,00
51	12,55	12,80	15,75	01	15,05	15,35	22,65	51	17,55	17,90	30,80	01	20,05	20,45	40,20
52	12,60	12,85	15,88	02	15,10	15,40	22,80	52	17,60	17,95	30,98	02	20,10	20,50	40,40
53	12,65	12,90	16,00	03	15,15	15,45	22,95	53	17,65	18,00	31,15	03	20,15	20,55	40,60
54	12,70	12,95	16,13	04	15,20	15,50	23,10	54	17,70	18,05	31,33	04	20,20	20,60	40,80
55	12,75	13,00	16,26	05	15,25	15,55	23,26	55	17,75	18,10	31,51	05	20,25	20,65	41,01
56	12,80	13,06	16,38	06	15,30	15,60	23,41	56	17,80	18,15	31,68	06	20,30	20,70	41,21
57	12,85	13,10	16,51	07	15,35	15,65	23,56	57	17,85	18,20	31,86	07	20,35	20,75	41,41
58	12,90	13,15	16,64	08	15,40	15,70	23,72	58	17,90	18,25	32,04	08	20,40	20,80	41,62
59	12,95	13,21	16,77	09	15,45	15,75	23,87	59	17,95	18,31	32,22	09	20,45	20,85	41,82
2,60	13,00	13,26	16,90	3,10	15,50	15,81	24,02	3,60	18,00	18,36	32,40	4,10	20,50	20,91	42,02
61	13,05	13,31	17,03	11	15,55	15,86	24,18	61	18,05	18,41	32,58	11	20,55	20,96	42,23
62	13,10	13,36	17,16	12	15,60	15,91	24,34	62	18,10	18,46	32,76	12	20,60	21,01	42,44
63	13,15	13,41	17,29	13	15,65	15,96	24,49	63	18,15	18,51	32,94	13	20,65	21,06	42,64
64	13,20	13,46	17,42	14	15,70	16,01	24,65	64	18,20	18,56	33,12	14	20,70	21,11	42,85
65	13,25	13,51	17,56	15	15,75	16,06	24,81	65	18,25	18,61	33,31	15	20,75	21,16	43,06
66	13,30	13,56	17,69	16	15,80	16,11	24,96	66	18,30	18,66	33,49	16	20,80	21,21	43,26
67	13,35	13,61	17,82	17	15,85	16,16	25,12	67	18,35	18,71	33,67	17	20,85	21,26	43,47
68	13,40	13,66	17,96	18	15,90	16,21	25,28	68	18,40	18,76	33,86	18	20,90	21,31	43,68
69	13,45	13,72	18,09	19	15,95	16,26	25,44	69	18,45	18,82	34,04	19	20,95	21,36	43,89
2,70	13,50	13,77	18,22	3,20	16,00	16,32	25,60	3,70	18,50	18,87	34,22	4,20	21,00	21,42	44,10
71	13,55	13,82	18,36	21	16,05	16,37	25,76	71	18,55	18,92	34,41	21	21,05	21,47	44,31
72	13,60	13,87	18,50	22	16,10	16,42	25,92	72	18,60	18,97	34,60	22	21,10	21,52	44,52
73	13,65	13,92	18,63	23	16,15	16,47	26,08	73	18,65	19,02	34,78	23	21,15	21,57	44,73
74	13,70	13,97	18,77	24	16,20	16,52	26,24	74	18,70	19,07	34,97	24	21,20	21,62	44,94
75	13,75	14,02	18,91	25	16,25	16,57	26,41	75	18,75	19,12	35,16	25	21,25	21,67	45,16
76	13,80	14,07	19,04	26	16,30	16,62	26,57	76	18,80	19,17	35,34	26	21,30	21,72	45,37
77	13,85	14,12	19,18	27	16,35	16,67	26,73	77	18,85	19,22	35,53	27	21,35	21,77	45,58
78	13,90	14,17	19,32	28	16,40	16,72	26,90	78	18,90	19,27	35,72	28	21,40	21,82	45,80
79	13,95	14,23	19,46	29	16,45	16,77	27,05	79	18,95	19,33	35,91	29	21,45	21,87	46,01
2,80	14,00	14,28	19,60	3,30	16,50	16,83	27,22	3,80	19,00	19,38	36,10	4,30	21,50	21,93	46,22
81	14,05	14,33	19,74	31	16,55	16,88	27,39	81	19,05	19,43	36,29	31	21,55	21,98	46,44
82	14,10	14,38	19,88	32	16,60	16,93	27,56	82	19,10	19,48	36,48	32	21,60	22,03	46,66
83	14,15	14,43	20,02	33	16,65	16,98	27,72	83	19,15	19,53	36,67	33	21,65	22,08	46,87
84	14,20	14,48	20,16	34	16,70	17,03	27,89	84	19,20	19,58	36,86	34	21,70	22,13	47,09
85	14,25	14,53	20,31	35	16,75	17,08	28,06	85	19,25	19,63	37,06	35	21,75	22,18	47,31
86	14,30	14,58	20,45	36	16,80	17,13	28,22	86	19,30	19,68	37,25	36	21,80	22,23	47,52
87	14,35	14,63	20,59	37	16,85	17,18	28,39	87	19,35	19,73	37,44	37	21,85	22,28	47,74
88	14,40	14,68	20,74	38	16,90	17,23	28,56	88	19,40	19,78	37,64	38	21,90	22,33	47,96
89	14,45	14,74	20,88	39	16,95	17,28	28,73	89	19,45	19,84	37,83	39	21,95	22,38	48,18

1/5

E	H	T	S	E	H	T	S	E	H	T	S	E	H	T	S
4,10	22,00	22,44	48,40	1,90	24,50	24,99	60,02	5,10	27,00	27,53	72,90	5,90	29,50	30,08	87,02
41	22,05	22,49	48,62	91	24,55	25,04	60,27	41	27,05	27,59	73,17	91	29,55	30,14	87,32
42	22,10	22,54	48,84	92	24,60	25,09	60,52	42	27,10	27,64	73,44	92	29,60	30,19	87,62
43	22,15	22,59	49,06	93	24,65	25,14	60,76	43	27,15	27,69	73,71	93	29,65	30,24	87,91
44	22,20	22,64	49,28	94	24,70	25,19	61,01	44	27,20	27,74	73,98	94	29,70	30,29	88,21
45	22,25	22,69	49,51	95	24,75	25,24	61,16	45	27,25	27,79	74,26	95	29,75	30,34	88,51
46	22,30	22,74	49,73	96	24,80	25,29	61,50	46	27,30	27,84	74,53	96	29,80	30,39	88,80
47	22,35	22,79	49,95	97	24,85	25,34	61,75	47	27,35	27,89	74,80	97	29,85	30,44	89,10
48	22,40	22,84	50,18	98	24,90	25,39	62,00	48	27,40	27,94	75,08	98	29,90	30,49	89,40
49	22,45	22,89	50,40	99	24,95	25,44	62,25	49	27,45	27,99	75,35	99	29,95	30,54	89,70
4,50	22,50	22,95	50,62	5,00	25,00	25,50	62,50	5,50	27,50	28,04	75,62	6,00	30,00	30,59	90,00
51	22,55	23,00	50,85	01	25,05	25,55	62,75	51	27,55	28,10	75,90	01	30,05	30,65	90,30
52	22,60	23,05	51,08	02	25,10	25,60	63,00	52	27,60	28,15	76,18	02	30,10	30,70	90,60
53	22,65	23,10	51,30	03	25,15	25,65	63,25	53	27,65	28,20	76,45	03	30,15	30,75	90,90
54	22,70	23,15	51,53	04	25,20	25,70	63,50	54	27,70	28,25	76,73	04	30,20	30,80	91,20
55	22,75	23,20	51,76	05	25,25	25,75	63,76	55	27,75	28,30	77,01	05	30,25	30,85	91,51
56	22,80	23,25	51,98	06	25,30	25,80	64,01	56	27,80	28,35	77,28	06	30,30	30,90	91,81
57	22,85	23,30	52,21	07	25,35	25,85	64,26	57	27,85	28,40	77,56	07	30,35	30,95	92,11
58	22,90	23,35	52,44	08	25,40	25,90	64,52	58	27,90	28,45	77,84	08	30,40	31,00	92,42
59	22,95	23,40	52,67	09	25,45	25,95	64,77	59	27,95	28,50	78,12	09	30,45	31,05	92,72
4,60	23,00	23,46	52,90	5,10	25,50	26,01	65,02	5,60	28,00	28,55	78,40	6,10	30,50	31,10	93,02
61	23,05	23,51	53,13	11	25,55	26,06	65,28	61	28,05	28,61	78,68	11	30,55	31,16	93,33
62	23,10	23,56	53,36	12	25,60	26,11	65,54	62	28,10	28,66	78,96	12	30,60	31,21	93,64
63	23,15	23,61	53,59	13	25,65	26,16	65,79	63	28,15	28,71	79,24	13	30,65	31,26	93,94
64	23,20	23,66	53,82	14	25,70	26,21	66,05	64	28,20	28,76	79,52	14	30,70	31,31	94,25
65	23,25	23,71	54,06	15	25,75	26,26	66,31	65	28,25	28,81	79,81	15	30,75	31,36	94,56
66	23,30	23,76	54,29	16	25,80	26,31	66,56	66	28,30	28,86	80,09	16	30,80	31,41	94,86
67	23,35	23,81	54,52	17	25,85	26,36	66,82	67	28,35	28,91	80,37	17	30,85	31,46	95,17
68	23,40	23,86	54,76	18	25,90	26,41	67,08	68	28,40	28,96	80,66	18	30,90	31,51	95,48
69	23,45	23,91	54,99	19	25,95	26,46	67,34	69	28,45	29,01	80,94	19	30,95	31,56	95,79
4,70	23,50	23,97	55,22	5,20	26,00	26,51	67,60	5,70	28,50	29,06	81,22	6,20	31,00	31,61	96,10
71	23,55	24,02	55,46	21	26,05	26,57	67,86	71	28,55	29,12	81,51	21	31,05	31,66	96,41
72	23,60	24,07	55,70	22	26,10	26,62	68,12	72	28,60	29,17	81,80	22	31,10	31,71	96,72
73	23,65	24,12	55,93	23	26,15	26,67	68,38	73	28,65	29,22	82,08	23	31,15	31,77	97,03
74	23,70	24,17	56,17	24	26,20	26,72	68,64	74	28,70	29,27	82,37	24	31,20	31,82	97,34
75	23,75	24,22	56,41	25	26,25	26,77	68,91	75	28,75	29,32	82,66	25	31,25	31,87	97,66
76	23,80	24,27	56,64	26	26,30	26,82	69,17	76	28,80	29,37	82,94	26	31,30	31,92	97,97
77	23,85	24,32	56,88	27	26,35	26,87	69,43	77	28,85	29,42	83,23	27	31,35	31,97	98,28
78	23,90	24,37	57,12	28	26,40	26,92	69,70	78	28,90	29,47	83,52	28	31,40	32,02	98,60
79	23,95	24,42	57,36	29	26,45	26,97	69,96	79	28,95	29,52	83,81	29	31,45	32,07	98,91
4,80	24,00	24,48	57,60	5,30	26,50	27,02	70,22	5,80	29,00	29,57	84,10	6,30	31,50	32,12	99,22
81	24,05	24,53	57,84	31	26,55	27,08	70,49	81	29,05	29,63	84,39	31	31,55	32,17	99,54
82	24,10	24,58	58,08	32	26,60	27,13	70,76	82	29,10	29,68	84,68	32	31,60	32,23	99,86
83	24,15	24,63	58,32	33	26,65	27,18	71,02	83	29,15	29,73	84,97	33	31,65	32,28	100,17
84	24,20	24,68	58,56	34	26,70	27,23	71,29	84	29,20	29,78	85,26	34	31,70	32,33	100,49
85	24,25	24,73	58,81	35	26,75	27,28	71,56	85	29,25	29,83	85,56	35	31,75	32,38	100,81
86	24,30	24,78	59,05	36	26,80	27,33	71,82	86	29,30	29,88	85,85	36	31,80	32,43	101,12
87	24,35	24,83	59,29	37	26,85	27,38	72,09	87	29,35	29,93	86,14	37	31,85	32,48	101,44
88	24,40	24,88	59,54	38	26,90	27,43	72,36	88	29,40	29,98	86,44	38	31,90	32,53	101,76
89	24,45	24,93	59,78	39	26,95	27,48	72,63	89	29,45	30,03	86,73	39	31,95	32,58	102,08

E	H	T	S	E	H	T	S	E	H	T	S	E	H	T	S
6,40	32,00	32,63	102,40	6,90	34,10	33,18	119,02	7,40	37,00	37,73	136,90	7,90	39,50	40,28	156,02
41	32,05	32,68	102,72	91	34,55	33,23	119,37	41	37,05	37,78	137,27	91	39,55	40,33	156,42
42	32,10	32,74	103,04	92	34,60	33,29	119,72	42	37,10	37,83	137,64	92	39,60	40,38	156,82
43	32,15	32,79	103,36	93	34,65	33,34	120,06	43	37,15	37,89	138,01	93	39,65	40,44	157,21
44	32,20	32,84	103,68	94	34,70	33,39	120,41	44	37,20	37,94	138,38	94	39,70	40,49	157,61
45	32,25	32,89	104,01	95	34,75	33,44	120,76	45	37,25	37,99	138,76	95	39,75	40,54	158,01
46	32,30	32,94	104,33	96	34,80	33,49	121,10	46	37,30	38,04	139,13	96	39,80	40,59	158,40
47	32,35	32,99	104,65	97	34,85	33,54	121,45	47	37,35	38,09	139,50	97	39,85	40,64	158,80
48	32,40	33,04	104,98	98	34,90	33,59	121,80	48	37,40	38,14	139,88	98	39,90	40,69	159,20
49	32,45	33,09	105,30	99	34,95	33,64	122,15	49	37,45	38,19	140,25	99	39,95	40,74	159,60
6,50	32,50	33,14	105,62	7,00	35,00	35,69	122,50	7,50	37,50	38,24	140,62	8,00	40,00	40,79	160,00
51	32,55	33,19	105,95	01	35,05	35,74	122,85	51	37,55	38,29	141,00	01	40,05	40,84	160,40
52	32,60	33,25	106,28	02	35,10	35,80	123,20	52	37,60	38,34	141,38	02	40,10	40,89	160,80
53	32,65	33,30	106,60	03	35,15	35,85	123,55	53	37,65	38,40	141,75	03	40,15	40,95	161,20
54	32,70	33,35	106,93	04	35,20	35,90	123,90	54	37,70	38,45	142,13	04	40,20	41,00	161,60
55	32,75	33,40	107,26	05	35,25	35,95	124,26	55	37,75	38,50	142,51	05	40,25	41,05	162,01
56	32,80	33,45	107,58	06	35,30	36,00	124,61	56	37,80	38,55	142,88	06	40,30	41,10	162,41
57	32,85	33,50	107,91	07	35,35	36,05	124,96	57	37,85	38,60	143,26	07	40,35	41,15	162,81
58	32,90	33,55	108,24	08	35,40	36,10	125,32	58	37,90	38,65	143,64	08	40,40	41,20	163,22
59	32,95	33,60	108,57	09	35,45	36,15	125,67	59	37,95	38,70	144,02	09	40,45	41,25	163,62
6,60	33,00	33,65	108,90	7,10	35,50	36,20	126,02	7,60	38,00	38,75	144,40	8,10	40,50	41,30	164,02
61	33,05	33,70	109,23	11	35,55	36,25	126,38	61	38,05	38,80	144,78	11	40,55	41,35	164,43
62	33,10	33,76	109,56	12	35,60	36,31	126,74	62	38,10	38,85	145,16	12	40,60	41,40	164,84
63	33,15	33,81	109,89	13	35,65	36,36	127,09	63	38,15	38,91	145,54	13	40,65	41,46	165,24
64	33,20	33,86	110,22	14	35,70	36,41	127,45	64	38,20	38,96	145,92	14	40,70	41,51	165,65
65	33,25	33,91	110,56	15	35,75	36,46	127,81	65	38,25	39,01	146,31	15	40,75	41,56	166,06
66	34,30	33,96	110,89	16	35,80	36,51	128,16	66	38,30	39,06	146,69	16	40,80	41,61	166,46
67	33,35	34,01	111,22	17	35,85	36,56	128,52	67	38,35	39,11	147,07	17	40,85	41,66	166,87
68	33,40	34,06	111,56	18	35,90	36,61	128,88	68	38,40	39,16	147,46	18	40,90	41,71	167,28
69	33,45	34,11	111,89	19	35,95	36,66	129,24	69	38,45	39,21	147,84	19	40,95	41,76	167,69
6,70	33,50	34,16	112,22	7,20	36,00	36,71	129,60	7,70	38,50	39,26	148,22	8,20	41,00	41,81	168,10
71	33,55	34,21	112,56	21	36,05	36,76	129,96	71	38,55	39,31	148,61	21	41,05	41,86	168,51
72	33,60	34,27	112,90	22	36,10	36,81	130,32	72	38,60	39,36	149,00	22	41,10	41,91	168,92
73	33,65	34,32	113,23	23	36,15	36,87	130,68	73	38,65	39,42	149,38	23	41,15	41,96	169,33
74	33,70	34,37	113,57	24	36,20	36,92	131,04	74	38,70	39,47	149,77	24	41,20	42,02	169,74
75	33,75	34,42	113,91	25	36,25	36,97	131,41	75	38,75	39,52	150,16	25	41,25	42,07	170,16
76	33,80	34,47	114,24	26	36,30	37,02	131,77	76	38,80	39,57	150,54	26	41,30	42,12	170,57
77	33,85	34,52	114,58	27	36,35	37,07	132,13	77	38,85	39,62	150,93	27	41,35	42,17	170,98
78	33,90	34,57	114,92	28	36,40	37,12	132,50	78	38,90	39,67	151,32	28	41,40	42,22	171,40
79	33,95	34,62	115,26	29	36,45	37,17	132,86	79	38,95	39,72	151,71	29	41,45	42,27	171,81
6,80	34,00	34,67	115,60	7,30	36,50	37,22	133,22	7,80	39,00	39,77	152,10	8,30	41,50	42,32	172,22
81	34,05	34,72	115,94	31	36,55	37,27	133,59	81	39,05	39,82	152,49	31	41,55	42,37	172,64
82	34,10	34,78	116,28	32	36,60	37,32	133,96	82	39,10	39,87	152,88	32	41,60	42,42	173,01
83	34,15	34,83	116,62	33	36,65	37,38	134,32	83	39,15	39,93	153,27	33	41,65	42,47	173,47
84	34,20	34,88	116,96	34	36,70	37,43	134,69	84	39,20	39,98	153,66	34	41,70	42,53	173,89
85	34,25	34,93	117,31	35	36,75	37,48	135,06	85	39,25	40,03	154,06	35	41,75	42,58	174,31
86	34,30	34,98	117,65	36	36,80	37,53	135,42	86	39,30	40,08	154,45	36	41,80	42,63	174,72
87	34,35	35,03	117,99	37	36,85	37,58	135,79	87	39,35	40,13	154,84	37	41,85	42,68	175,14
88	34,40	35,08	118,34	38	36,90	37,63	136,16	88	39,40	40,18	155,24	38	41,90	42,73	175,56
89	34,45	35,13	118,68	39	36,95	37,68	136,53	89	39,45	40,23	155,63	39	41,95	42,78	175,98

1/5

E	H	T	S	E	H	T	S	E	H	T	S	E	H	T	S
10,40	52,00	53,03	270,40	10,45	52,25	53,28	273,01	10,50	52,50	53,54	275,62				
41	52,03	53,08	270,92	46	52,30	53,34	273,53								
42	52,10	53,13	271,44	47	52,35	53,39	274,05								
43	52,15	53,18	271,96	48	52,40	53,44	274,58								
44	52,20	53,23	272,48	49	52,45	53,49	275,10								

Spadek 3/2

E	H	T	S	E	H	T	S	E	H	T	S	E	H	T	S
2,00	4,33	2,40	4,33	4,50	3,00	5,44	6,75	7,00	4,67	8,44	16,33	9,50	6,33	11,42	30,68
05	1,37	2,46	4,40	55	3,03	5,47	6,90	05	4,70	8,47	16,37	55	6,37	11,48	30,40
10	1,40	2,52	4,47	60	3,07	5,53	7,05	10	4,73	8,53	16,80	60	6,40	11,54	30,72
15	1,43	2,58	4,54	65	3,10	5,59	7,21	15	4,77	8,59	17,04	65	6,43	11,60	31,04
20	1,47	2,64	4,61	70	3,13	5,65	7,36	20	4,80	8,65	17,28	70	6,47	11,66	31,36
25	1,50	2,70	4,69	75	3,17	5,71	7,52	25	4,83	8,74	17,52	75	6,50	11,72	31,69
30	1,53	2,76	4,76	80	3,20	5,77	7,68	30	4,87	8,77	17,76	80	6,53	11,78	32,01
35	1,57	2,82	4,84	85	3,23	5,83	7,84	35	4,90	8,83	18,01	85	6,57	11,84	32,34
40	1,60	2,88	4,92	90	3,27	5,89	8,00	40	4,93	8,89	18,25	90	6,60	11,90	32,67
45	1,63	2,94	5,00	95	3,30	5,95	8,17	45	4,97	8,95	18,50	95	6,63	11,96	33,00
2,50	4,67	3,00	5,08	5,00	3,33	6,04	8,33	7,50	5,00	9,04	18,75	10,00	6,67	12,02	33,33
55	1,70	3,06	5,17	05	3,37	6,07	8,53	55	5,03	9,07	19,00	05	6,70	12,08	33,67
60	1,73	3,12	5,25	10	3,40	6,13	8,67	60	5,07	9,13	19,25	10	6,73	12,14	34,00
65	1,77	3,18	5,34	15	3,43	6,19	8,84	65	5,10	9,19	19,51	15	6,77	12,20	34,34
70	1,80	3,24	5,43	20	3,47	6,25	9,01	70	5,13	9,25	19,76	20	6,80	12,26	34,68
75	1,83	3,31	5,52	25	3,50	6,31	9,19	75	5,17	9,31	20,02	25	6,83	12,32	35,02
80	1,87	3,37	5,61	30	3,53	6,37	9,36	80	5,20	9,37	20,28	30	6,87	12,38	35,36
85	1,90	3,43	5,71	35	3,57	6,43	9,54	85	5,23	9,43	20,54	35	6,90	12,44	35,71
90	1,93	3,49	5,80	40	3,60	6,49	9,72	90	5,27	9,49	20,80	40	6,93	12,50	36,05
95	1,97	3,55	5,90	45	3,63	6,55	9,90	95	5,30	9,56	21,07	45	6,97	12,56	36,40
3,00	5,00	3,00	6,00	5,50	3,67	6,64	10,08	8,00	5,33	9,61	21,33	10,50	7,00	12,62	36,75
05	2,03	3,67	6,10	55	3,70	6,67	10,27	05	5,37	9,67	21,60	55	7,03	12,68	37,10
10	2,07	3,73	6,20	60	3,73	6,73	10,45	10	5,40	9,73	21,87	60	7,07	12,74	37,45
15	2,10	3,79	6,31	65	3,77	6,79	10,64	15	5,43	9,80	22,14	65	7,10	12,80	37,81
20	2,13	3,85	6,41	70	3,80	6,85	10,83	20	5,47	9,86	22,41	70	7,13	12,86	38,16
25	2,17	3,91	6,52	75	3,83	6,91	11,02	25	5,50	9,92	22,69	75	7,17	12,92	38,52
30	2,20	3,97	6,63	80	3,87	6,97	11,21	30	5,53	9,98	22,96	80	7,20	12,98	38,88
35	2,23	4,03	6,74	85	3,90	7,03	11,41	35	5,57	10,04	23,24	85	7,23	13,04	39,24
40	2,27	4,09	6,85	90	3,93	7,09	11,60	40	5,60	10,10	23,52	90	7,27	13,10	39,60
45	2,30	4,15	6,97	95	3,97	7,15	11,80	45	5,63	10,16	23,80	95	7,30	13,16	39,97
3,50	6,00	4,21	7,08	6,00	4,00	7,21	12,00	8,50	5,67	10,22	24,08	11,00	7,33	13,22	40,33
55	2,37	4,27	7,20	05	4,03	7,27	12,20	55	5,70	10,28	24,37	05	7,37	13,28	40,70
60	2,40	4,33	7,32	10	4,07	7,33	12,40	60	5,73	10,34	24,65	10	7,40	13,34	41,07
65	2,43	4,39	7,44	15	4,10	7,39	12,61	65	5,77	10,40	24,94	15	7,43	13,40	41,44
70	2,47	4,45	7,56	20	4,13	7,45	12,81	70	5,80	10,46	25,23	20	7,47	13,46	41,81
75	2,50	4,51	7,69	25	4,17	7,51	13,02	75	5,83	10,52	25,52	25	7,50	13,52	42,19
80	2,53	4,57	7,81	30	4,20	7,57	13,23	80	5,87	10,58	25,81	30	7,53	13,58	42,56
85	2,57	4,63	7,94	35	4,23	7,63	13,44	85	5,90	10,64	26,11	35	7,57	13,64	42,94
90	2,60	4,69	8,07	40	4,27	7,69	13,65	90	5,93	10,70	26,40	40	7,60	13,70	43,32
95	2,63	4,75	8,20	45	4,30	7,75	13,87	95	5,97	10,76	26,70	45	7,63	13,76	43,70
4,00	7,00	4,81	8,33	6,50	4,33	7,81	14,08	9,00	6,00	10,82	27,00	11,50	7,67	13,82	44,08
05	2,70	4,87	8,47	55	4,37	7,87	14,30	05	6,03	10,88	27,30	55	7,70	13,88	44,47
10	2,73	4,93	8,60	60	4,40	7,93	14,52	10	6,07	10,94	27,60	60	7,73	13,94	44,85
15	2,77	4,99	8,74	65	4,43	7,99	14,74	15	6,10	11,00	27,91	65	7,77	14,00	45,24
20	2,80	5,05	8,88	70	4,47	8,05	14,96	20	6,13	11,06	28,21	70	7,80	14,06	45,63
25	2,83	5,11	9,02	75	4,50	8,11	15,19	25	6,17	11,12	28,52	75	7,83	14,12	46,02
30	2,87	5,17	9,16	80	4,53	8,17	15,41	30	6,20	11,18	28,86	80	7,87	14,18	46,41
35	2,90	5,23	9,31	85	4,57	8,23	15,64	35	6,23	11,23	29,14	85	7,90	14,24	46,81
40	2,93	5,29	9,46	90	4,60	8,29	15,87	40	6,27	11,30	29,43	90	7,93	14,30	47,20
45	2,97	5,35	9,61	95	4,63	8,35	16,10	45	6,30	11,36	29,77	95	7,97	14,36	47,60

E	H	T	S	E	H	T	S	E	H	T	S	E	H	T	S
12,00	8,00	14,42	48,00	14,50	9,67	17,43	70,08	17,00	11,33	20,43	96,33	19,50	13,00	23,44	126,75
05	8,03	14,48	48,40	55	9,70	17,49	70,57	05	11,37	20,49	96,90	55	13,03	23,50	127,40
10	8,07	14,54	48,80	60	9,73	17,55	71,05	10	11,40	20,55	97,47	60	13,07	23,56	128,05
15	8,10	14,60	49,21	65	9,77	17,61	71,54	15	11,43	20,61	98,04	65	13,10	23,62	128,71
20	8,13	14,66	49,61	70	9,80	17,67	72,03	20	11,47	20,67	98,61	70	13,13	23,68	129,36
25	8,17	14,72	50,02	75	9,83	17,73	72,52	25	11,50	20,73	99,19	75	13,17	23,74	130,02
30	8,20	14,78	50,43	80	9,87	17,79	73,01	30	11,53	20,79	99,76	80	13,20	23,80	130,68
35	8,23	14,84	50,84	85	9,90	17,85	73,51	35	11,57	20,85	100,34	85	13,23	23,86	131,34
40	8,27	14,90	51,25	90	9,93	17,91	74,00	40	11,60	20,91	100,92	90	13,27	23,92	132,00
45	8,30	14,96	51,67	95	9,97	17,97	74,50	45	11,63	20,97	101,50	95	13,30	23,98	132,67
12,50	8,33	15,02	52,08	15,00	10,00	18,03	75,00	17,50	11,67	21,03	102,08	20,00	13,33	24,04	133,33
55	8,37	15,08	52,50	05	10,03	18,09	75,50	55	11,70	21,09	102,67	05	13,37	24,10	134,00
60	8,40	15,14	52,92	10	10,07	18,15	76,00	60	11,73	21,15	103,25	10	13,40	24,16	134,67
65	8,43	15,20	53,34	15	10,10	18,21	76,51	65	11,77	21,21	103,84	15	13,43	24,22	135,34
70	8,47	15,26	53,76	20	10,13	18,27	77,01	70	11,80	21,27	104,43	20	13,47	24,28	136,01
75	8,50	15,32	54,19	25	10,17	18,33	77,52	75	11,83	21,33	105,02	25	13,50	24,34	136,69
80	8,53	15,38	54,61	30	10,20	18,39	78,03	80	11,87	21,39	105,61	30	13,53	24,40	137,36
85	8,57	15,44	55,04	35	10,23	18,45	78,54	85	11,90	21,45	106,21	35	13,57	24,46	138,04
90	8,60	15,50	55,37	40	10,27	18,51	79,05	90	11,93	21,51	106,80	40	13,60	24,52	138,72
95	8,63	15,56	55,90	45	10,30	18,57	79,57	95	11,97	21,57	107,40	45	13,63	24,58	139,40
13,00	8,67	15,62	56,33	15,50	10,33	18,63	80,08	18,00	12,00	21,63	108,00	20,50	13,67	24,64	140,08
05	8,70	15,68	56,77	55	10,37	18,69	80,60	05	12,03	21,69	108,60	55	13,70	24,70	140,77
10	8,73	15,74	57,20	60	10,40	18,75	81,12	10	12,07	21,76	109,20	60	13,73	24,76	141,45
15	8,77	15,80	57,64	65	10,43	18,81	81,64	15	12,10	21,81	109,81	65	13,77	24,82	142,14
20	8,80	15,86	58,08	70	10,47	18,87	82,16	20	12,13	21,87	110,41	70	13,80	24,88	142,83
25	8,83	15,92	58,52	75	10,50	18,93	82,69	25	12,17	21,93	111,02	75	13,83	24,94	143,52
30	8,87	15,98	58,96	80	10,53	18,99	83,21	30	12,20	21,99	111,63	80	13,87	25,00	144,21
35	8,90	16,04	59,41	85	10,57	19,05	83,74	35	12,23	22,05	112,24	85	13,90	25,06	144,91
40	8,93	16,10	59,85	90	10,60	19,11	84,27	40	12,27	22,11	112,85	90	13,93	25,12	145,60
45	8,97	16,16	60,30	95	10,63	19,17	84,80	45	12,30	22,17	113,47	95	13,97	25,18	146,30
13,50	9,00	16,22	60,75	16,00	10,67	19,23	85,33	18,50	12,33	22,23	114,08	21,00	14,00	25,24	147,00
55	9,03	16,29	61,20	05	10,70	19,29	85,87	55	12,37	22,29	114,70	05	14,03	25,30	147,70
60	9,07	16,35	61,65	10	10,73	19,35	86,40	60	12,40	22,35	115,32	10	14,07	25,36	148,40
65	9,10	16,41	62,11	15	10,77	19,41	86,94	65	12,43	22,41	115,94	15	14,10	25,42	149,11
70	9,13	16,47	62,56	20	10,80	19,47	87,48	70	12,47	22,47	116,56	20	14,13	25,48	149,81
75	9,17	16,53	63,02	25	10,83	19,53	88,02	75	12,50	22,53	117,19	25	14,17	25,54	150,52
80	9,20	16,59	63,48	30	10,87	19,59	88,56	80	12,53	22,59	117,81	30	14,20	25,60	151,23
85	9,23	16,65	63,94	35	10,90	19,65	89,11	85	12,57	22,65	118,44	35	14,23	25,66	151,94
90	9,27	16,71	64,40	40	10,93	19,71	89,65	90	12,60	22,71	119,07	40	14,27	25,72	152,65
95	9,30	16,77	64,87	45	10,97	19,77	90,20	95	12,63	22,78	119,70	45	14,30	25,78	153,33
14,00	9,33	16,83	65,33	16,50	11,00	19,83	90,75	19,00	12,67	22,84	120,33	21,50	14,33	25,84	154,08
05	9,37	16,89	65,80	55	11,03	19,89	91,30	05	12,70	22,90	120,97	55	14,37	25,90	154,80
10	9,40	16,95	66,27	60	11,07	19,95	91,85	10	12,73	22,96	121,60	60	14,40	25,96	155,52
15	9,43	17,01	66,74	65	11,10	20,01	92,41	15	12,77	23,02	122,24	65	14,43	26,02	156,24
20	9,47	17,07	67,21	70	11,13	20,07	92,96	20	12,80	23,08	122,88	70	14,47	26,08	156,96
25	9,50	17,13	67,69	75	11,17	20,13	93,52	25	12,83	23,14	123,52	75	14,50	26,14	157,69
30	9,53	17,19	68,16	80	11,20	20,19	94,08	30	12,87	23,20	124,16	80	14,53	26,20	158,41
35	9,57	17,25	68,64	85	11,23	20,25	94,64	35	12,90	23,26	124,81	85	14,57	26,26	159,14
40	9,60	17,31	69,12	90	11,27	20,31	95,20	40	12,93	23,32	125,42	90	14,60	26,32	159,87
45	9,63	17,37	69,60	95	11,30	20,37	95,77	45	12,97	23,38	126,10	95	14,63	26,38	160,60

3/2

E	H	T	S.	E	H	T	S	E	H	T	S	E	H	T	S
22,00	14,67	26,44	161,33	24,50	16,33	29,45	200,08	27,00	18,00	32,43	243,00	29,50	19,67	33,45	290,08
05	14,70	26,50	162,07	55	16,37	29,51	200,90	05	18,03	32,51	243,90	55	19,70	33,51	291,07
10	14,73	26,56	162,80	60	16,40	29,57	201,72	10	18,07	32,57	244,80	60	19,73	33,57	292,05
15	14,77	26,62	163,54	65	16,43	29,63	202,54	15	18,10	32,63	245,71	65	19,77	33,63	293,04
20	14,80	26,68	164,28	70	16,47	29,69	203,36	20	18,13	32,69	246,61	70	19,80	33,69	294,03
25	14,83	26,74	165,02	75	16,50	29,75	204,19	25	18,17	32,75	247,52	75	19,83	33,76	295,02
30	14,87	26,80	165,76	80	16,53	29,81	205,01	30	18,20	32,81	248,43	80	19,87	33,82	296,01
35	14,90	26,86	166,51	85	16,57	29,87	205,84	35	18,23	32,87	249,34	85	19,90	33,88	297,01
40	14,93	26,92	167,25	90	16,60	29,93	206,67	40	18,27	32,93	250,25	90	19,93	33,94	298,00
45	14,97	26,98	168,00	95	16,63	29,99	207,50	45	18,30	32,99	251,17	95	19,97	36,00	299,00
22,50	15,00	27,04	168,75	25,00	16,67	30,05	208,33	27,50	18,33	33,05	252,08	30,00	20,00	36,06	300,00
55	15,03	27,10	169,50	05	16,70	30,11	209,17	55	18,37	33,11	253,00	05	20,03	36,12	301,00
60	15,07	27,16	170,25	10	16,73	30,17	210,00	60	18,40	33,17	253,92	10	20,07	36,18	302,00
65	15,10	27,22	171,01	15	16,77	30,23	210,84	65	18,43	33,23	254,84	15	20,10	36,24	303,01
70	15,13	27,28	171,76	20	16,80	30,29	211,68	70	18,47	33,29	255,76	20	20,13	36,30	304,01
75	15,17	27,34	172,52	25	16,83	30,35	212,52	75	18,50	33,35	256,69	25	20,17	36,36	305,02
80	15,20	27,40	173,28	30	16,87	30,41	213,36	80	18,53	33,41	257,61	30	20,20	36,42	306,03
85	15,23	27,46	174,04	35	16,90	30,47	214,21	85	18,57	33,47	258,54	35	20,24	36,48	307,04
90	15,27	27,52	174,80	40	16,93	30,53	215,05	90	18,60	33,53	259,47	40	20,27	36,54	308,05
95	15,30	27,58	175,57	45	16,97	30,59	215,90	95	18,63	33,59	260,40	45	20,30	36,60	309,07
23,00	15,33	27,64	176,33	25,50	17,00	30,65	216,75	28,00	18,67	33,65	261,33	30,50	20,33	36,66	310,08
05	15,37	27,70	177,10	55	17,03	30,71	217,60	05	18,70	33,71	262,27	55	20,37	36,72	311,10
10	15,40	27,76	177,87	60	17,07	30,77	218,45	10	18,73	33,77	263,20	60	20,40	36,78	312,12
15	15,43	27,82	178,64	65	17,10	30,83	219,31	15	18,77	33,83	264,14	65	20,43	36,84	313,14
20	15,47	27,88	179,41	70	17,13	30,89	220,16	20	18,80	33,89	265,08	70	20,47	36,90	314,16
25	15,50	27,94	180,19	75	17,17	30,95	221,02	25	18,83	33,95	266,02	75	20,50	36,96	315,19
30	15,53	28,00	180,96	80	17,20	31,01	221,88	30	18,87	34,01	266,96	80	20,53	37,02	316,21
35	15,57	28,06	181,74	85	17,23	31,07	222,74	35	18,90	34,07	267,91	85	20,57	37,08	317,24
40	15,60	28,12	182,52	90	17,27	31,13	223,60	40	18,93	34,13	268,85	90	20,60	37,14	318,27
45	15,63	28,18	183,30	95	17,30	31,19	224,47	45	18,97	34,19	269,80	95	20,63	37,20	319,30
23,50	15,67	28,24	184,08	26,00	17,33	31,25	225,33	28,50	19,00	34,25	270,75	31,00	20,67	37,26	320,33
55	15,70	28,30	184,87	05	17,37	31,31	226,20	55	19,03	34,31	271,70	05	20,70	37,32	321,37
60	15,73	28,36	185,65	10	17,40	31,37	227,07	60	19,07	34,37	272,65	10	20,73	37,38	322,40
65	15,77	28,42	186,44	15	17,43	31,43	227,94	65	19,10	34,43	273,61	15	20,77	37,44	323,44
70	15,80	28,48	187,23	20	17,47	31,49	228,81	70	19,13	34,49	274,56	20	20,80	37,50	324,48
75	15,83	28,54	188,02	25	17,50	31,55	229,69	75	19,17	34,55	275,52	25	20,83	37,56	325,52
80	15,87	28,60	188,81	50	17,53	31,61	230,56	80	19,20	34,61	276,48	30	20,87	37,62	326,56
85	15,90	28,66	189,61	35	17,57	31,67	231,44	85	19,23	34,67	277,44	35	20,90	37,68	327,61
90	15,93	28,72	190,40	40	17,60	31,73	232,32	90	19,27	34,73	278,40	40	20,93	37,74	328,65
95	15,97	28,78	191,20	45	17,63	31,79	233,20	95	19,30	34,79	279,37	45	20,97	37,80	329,70
24,00	16,00	28,84	192,00	26,50	17,67	31,85	234,08	29,00	19,33	34,85	280,33	31,50	21,00	37,86	330,75
05	16,03	28,90	192,80	55	17,70	31,91	234,97	05	19,37	34,91	281,30	55	21,03	37,92	331,80
10	16,07	28,96	193,60	60	17,73	31,97	235,85	10	19,40	34,97	282,27	60	21,07	37,98	332,85
15	16,10	29,02	194,41	65	17,77	32,03	236,74	15	19,43	35,03	283,24	65	21,10	38,04	333,91
20	16,13	29,08	195,21	70	17,80	32,09	237,63	20	19,47	35,09	284,21	70	21,13	38,10	334,96
25	16,17	29,14	196,02	75	17,83	32,15	238,52	25	19,50	35,15	285,19	75	21,17	38,16	336,02
30	16,20	29,20	196,83	80	17,87	32,21	239,41	30	19,53	35,21	286,16	80	21,20	38,22	337,08
35	16,23	29,27	197,64	85	17,90	32,27	240,31	35	19,57	35,27	287,14	85	21,23	38,28	338,14
40	16,27	29,33	198,45	90	17,93	32,33	241,20	40	19,60	35,33	288,12	90	21,27	38,34	339,20
45	16,30	29,39	199,27	95	17,97	32,39	242,10	45	19,63	35,39	289,10	95	21,30	38,40	340,27

3/2

E	H	T	S	E	H	T	S	E	H	T	S	E	H	T	S
32,00	21,33	38,46	341,33	32,75	21,83	39,36	357,52	33,50	22,33	40,26	374,08	34,25	22,83	41,16	391,02
05	21,37	38,52	342,40	80	21,87	39,42	358,61	55	22,37	40,32	375,20	30	22,87	41,22	392,16
10	21,40	38,58	343,47	85	21,90	39,48	359,71	60	22,40	40,38	376,32	35	22,90	41,28	393,31
15	21,43	38,64	344,54	90	21,93	39,54	360,80	65	22,43	40,44	377,44	40	22,93	41,34	394,45
20	21,47	38,70	345,61	95	21,97	39,60	361,90	70	22,47	40,50	378,56	45	22,97	41,40	395,60
25	21,50	38,76	346,69	33,00	22,00	39,66	363,00	75	22,50	40,56	379,69	31,50	23,00	41,46	396,75
30	21,53	38,82	347,76	05	22,03	39,72	364,10	80	22,53	40,62	380,81	55	23,03	41,52	397,90
35	21,57	38,88	348,84	10	22,07	39,78	365,20	85	22,57	40,68	381,94	60	23,07	41,58	399,05
40	21,60	38,94	349,92	15	22,10	39,84	366,31	90	22,60	40,74	383,07	65	23,10	41,64	400,21
45	21,63	39,00	351,00	20	22,13	39,90	367,41	95	22,63	40,80	384,20	70	23,13	41,70	401,36
32,50	21,67	39,06	352,08	25	22,17	39,96	368,52	34,00	22,67	40,86	385,33	75	23,17	41,76	402,52
55	21,70	39,12	353,17	30	22,20	40,02	369,63	05	22,70	40,92	386,47	80	23,20	41,82	403,68
60	21,73	39,18	354,25	35	22,23	40,08	370,74	10	22,73	40,98	387,60	85	23,23	41,88	404,84
65	21,77	39,24	355,34	40	22,27	40,14	371,85	15	22,77	41,04	388,74	90	23,27	41,94	406,00
70	21,80	39,30	356,43	45	22,30	40,20	372,97	20	22,80	41,10	389,88	95	23,30	42,00	407,17
												35,00	23,33	42,06	408,33