

Măsurătórea înălțimelor prin barometru.

(Conferință ținută de d-l inginer Manega).

În studiile preliminare ale traseurilor, care aũ adesea a se întinde peste suprafețe mari de terenuri și peste lungimi însemnate, asemenea și la măsurătórea înălțimelor pe terenuri accidentate acoperite cu păduri; în fine, pentru căutarea punctului de trecătóre a unui lanț de munți, unde în genere nu se cere de cât a se determina cu aproximațiune înălțimea trecătórei, séu a cător-va puncte ale terenului, întrebuițarea nivelului pe de o parte este prea lungă și costisitóre, ear pe de altă parte, mai cu seamă în țeri prea accidentate, dă rezultate puțin esacte, afară numai dacă s'ar pune în facerea operațiunilor o îngrijire și o precisiune estraordinară. În aceste casuri se póte întrebuița cu avantagiũ procedeul măsurătórei înălțimelor prin barometru.

Se cunóșce principiul care servă de basă la acestũ procedeũ. Densitatea aerului descreșce în raport cu depărtaarea de la suprafața pământului, și este proporțională cu înălțimea colonei de mercur a unui barometru; urmează de aci că distanța verticală a două puncte este în raport cu înălțimea barometrului în aceste locuri, și că stabilind acest raport, se póte determina, prin observațiuni barometrice înălțimea fie-cărui punct al terenului.

Daca atmosfera ar avea la fie-care înălțime o densitate fixă și uniformă, soluțiunea problemei ar fi fórté ușóră.

Însă studiile teoretice și numeroșe experiențe aũ demonstrat că înălțimea colonei de mercur suportată de atmosferă la un punct determinat, nu depinde numai de înălțimea acestui punct deasupra suprafeței pământului, dar și de temperatura aerului, de greutatea și cantitatea apei în soluțiune coprinsă în aer, de starea sa electrică și de multe alte împrejurări locale și accidentale, care determină tóte împreună densitatea aerului.

O parte din aceste influențe, și mai ales acelea ale tem-

peraturei aerului și a mercurului, precum și acelea care provin din variațiunea greutatei în diferite înălțimi și sub diferite latitudini, se guvernează de legi fizice, pe când alte influențe, ca acelea care provin din starea hygrometrică și electrică a aerului, nu se pot măsura, cu toate că sunt foarte simțite, și că pot, în unele condițiuni se compromiță cu totul valoarea observațiunilor barometrice și ale calculelor ce se pot baza pe ele, pentru a determina înălțimea punctelor.

Influențele de această natură se pot însă micșora luându-se la măsurătorile barometrice, precauțiunile indicate de experiențele făcute, și ast-fel se pôte ajunge la rezultate care intrec, ca precisiune, rezultatele obținute prin procedurile geometrice.

Voiu indica în cursul acestui studiu regulile principale ce trebuiesc păzite în această privință.

a) Măsurătorea înălțimeii lor prin barometrele cu mercur.

Când se fac observațiuni barometrice în acelaș timp la la două puncte situate vertical unul d'asupra celui-l'alt, întrebuițându-se două barometre bine regulate în funcționarea lor, și prevăzute cu bune termometre, se constată, precum am arătat mai sus, un raport între distanța verticală a celor două puncte de observațiune și înălțimele barometrice. Acest raport se exprimă prin formula următoare:

$$H = n \left(\log. \frac{B}{B_1} - \frac{T - T_1}{12500} \right) \left(1 + \frac{t + t_1}{500} \right)$$

În această formulă n însemnă o constantă, care după Laplace este 18393 și după Gauss 18382, dacă H trebuie se rezultă în metri; în genere s'a adoptat această din urmă valoare.

B și B_1 însemnă înălțimele barometrice la cele două stațiuni; T și T_1 temperaturile în centigrade ale mercurului barometrelor în momentul când s'a făcut observațiunile barometrice B și B_1 ; t și t_1 temperaturile în centigrade ale aerului la cele două stațiuni în momentul când s'a făcut observațiunile barometrice B și B_1 .

Acastă formulă a fost stabilită de Laplace. Teoreticește-

ea nu este cu totul exactă, fiind că nu s'a ținut compt de loc de descreșterea intensității greutatei la diferite înălțimi nici de variațiunile presiunii la diferite latitudini. Dacă s'ar introduce și acești doi factori în formulă; această din urmă ar lua forma următoare :

$$H = n \left(\log \frac{B}{B_1} - \frac{T - T_1}{12500} \right) \left(1 + \frac{t + t_1}{500} \right) (1 + 0,0026 \cos^2 S) \left(1 + \frac{H}{R} \right)$$

în care formulă S semnifică latitudinea stațiunilor barometrice și R raza pământului egală cu 6,747, 000m.

Pentru a face us de această formulă ar trebui să se determine mai întâi valoarea lui H prin cei d'intăi patru factori, și valoarea ast-fel găsită să se multiplie în urmă cu $\left(1 + \frac{H}{R} \right)$.

Cunoscând valoarea lui R , acest factor s'ar putea neglije, fără a se comite o eróre sensibilă.

Cât despre factorul $(1 + 0,0026 \cos^2 S)$ observăm că latitudinea S trece mai în totă Europa, sau cel puțin în părțile unde s'ar putea face observațiuni barometrice, peste 30° și nu ajunge la 60° ; în cât $\cos^2 S$ este $< \frac{1}{2}$, și $0,0026 \cos^2 S \leq 0,0013$.

Urméză de aci, că corecțiunea ce se pote obține prin acest factor este, chiar în condițiunile cele mai defavorabile, mai mică de cât $\frac{1}{1000}$ a înălțimeii H , adică fără însemnătate în practică, și se póte neglija cu totul.

Vom conserva dar fórmula prescurtată.

$$H = n \left(\log \frac{B}{B_1} - \frac{T - T_1}{12500} \right) \left(1 + \frac{t + t_1}{500} \right)$$

Esaminând această formulă se vede eă B și B_1 nu figurează într'ansa de cât în raportul lor $\frac{B}{B_1}$, și că prin urmare pentru calcularea lui H este cu totul indiferent ce măsură (picior, toise, metru, palmac englez, etc.) ar servi la observațiunile barometrice.

Resultă asemenea din inspecțiunea acestei formule, gradul de precisiune ce trebuie a se căuta în determinarea diferitelor valori ce intră în compunerea ei, pentru a obține un rezultat satisfăcător ca precisiune.

Ast-fel un simplu calcul demonștră ca o eróre de 1m|m în

B sau B_1 produce o diferență de mai bine de un metru în valoarea lui H ; o eroré de $1^\circ C$ în t sau t_1 aduce pentru H o diferență de $\frac{1}{500}$ din valoarea sa, iar o diferență de $1^\circ C$ în temperaturile T sau T_1 produce o eroré de $1m20$ în altitudinea calculată.

Aceste calcule indică precauțiunile ce trebuie a se lua și calea ce trebuie să se urmeze, pentru a atinge esactitatea cerută în măsurătorile cu barometru.

Condițiunile cele mai favorabile pentru a obține o mare precisiune, cu observațiunile barometrice, sunt un aer calm o temperatură egală, un cer senin; pentru a face operațiunile se întrebuintează doué barometre regulate esact unu-ca altul; unul se așază la stațiunea inferióră și cel-alt la stațiunea superióră, pozițiunea barometrelor va fi vertical și la adăpost de razele sórelui și de curente de aer rece se evită ast-fel ori-ce greșală de observațiune a temperaturilor T și t .

Termometrele destinate a măsura temperatura aerului se instalează cu aceleași precauțiuni, pe când termometrul destinat a măsura temperatura mercurului se află în genere fixat chiar pe barometru.

Aceste instrumente urméză apoi a se lăsa cate-va minute în acéstă pozițiune, pentru ca termometrele se aibă timpul de a lua temperaturile aerului și a mercurului cea ce se recunósce când colóna de mercur remâne neclintită.

Dupé ce s'aú luat tóte aceste precauțiuni, se póte proceda la observațiunea înălțimelor barometrice la fie-care din cele doué stațiuni. Pentru acest scop se aduce vernierul divisiunei, prin șurupul micrometric la înălțimea punctului cel mai înalt al colónei de mercur.

Când operatorul nu dispune de un termometru special pentru măsuratórea temperaturei aerului, el póte fără a comite o eroré simțită, sé presupună temperatura aerului egală cu aceia a mercurului, adică $T = t$ și $T_1 = t_1$. Insá înainte de a face observațiunile barometrice el trebuie se ascepte un timp ore care, pentru a fi sigur că mercurul barometrului a luatú temperatura aerului.

Ochiul observatorului fiind la înălțimea vârfului colónei ;

acéstă condițiune este indeplinită cu siguranță când barometrul este ast-fel construit, în cât tubul de aramă în care este asezat barometrul are două deschideri opuse prin care se pot observa înălțimea colónei de mercur; în cea d'intăi deschidere alunecă cursorul cu divisiuni trase; ear în a doua este o placă, a cărei margine superióra orizontală, solidară de cursor, se află esact la aceiași înălțime ca și marginéa cursorului.

Divisiunea vernierului este est-fel făcută, în cât să se pótă observa și o decime de milimetru.

Făcând observațiunea înălțimelor barometrice, observatorul va avea grijă de a nu se apropiea prea mult timp de instrument, pentru a nu altera temperatura mercurului prin caldura corpului său a respirațiunei sale.

Fată cu marea influență ce esercită aceste observațiuni asupra rezultatelor, e bine ca în genere operatorul să nu se incredâ într'o singură citire, care pôte să fie susceptibilă de o eróre, ci să o repete de doue sau de trei ori, în intervale de câte-va minute, și a lua, ca observațiune definitivă, mijlocia acestor observațiuni făcute la acelaș punct.

Pentru determinarea distanței verticale întredoué puncte, urmând a se face observățiuni barometrice în acelaș timp la ambele puncte, rezultă neapărat că citirea necessită doi operatori, câte doué barometre, doué termometre și doué orologii.

Tóte instrumentele unei stațiunei trebuie să meargă în perfect acord cu acelea ale celei-l'alte stațiuni, si dacă există o diferență, ceea ce adesea nu se pôte evita pentru barometre cel puțin, ea trebuie să fie constatată. Dacă barometrele nu indeplinesc condițiunea de perfectă egalitate, ele nu pot fi întrebuințate.

După ce observatiunile s'a făcut cu îngrijirea cerută, un simplú calcul este de ajuns, pentru a determina înălțimea puntelor cerute. Dacă s. es. s'aú facut în acelaș timp observațiunile următóre:

la stațiunea inferióra :

$$\begin{aligned} B &= 745,6 \text{ m/m} \\ T &= 13^{\circ}.7 \text{ c} \\ t &= 15^{\circ}.4 \text{ c} \end{aligned}$$

iar la stațiunea superióra :

$$\begin{aligned} B_1 &= 713,8 \text{ m/m} \\ T_1 &= 12^{\circ}.5 \text{ c} \\ t_1 &= 11^{\circ}.6 \text{ c} \end{aligned}$$

Se obține, după formula de mai sus pentru înălțimea H :

$$\frac{T - T_1}{12500} = \frac{1.2}{12500} = 0,000096$$

$$\frac{t + t_1}{500} = \frac{27}{500} = 0,054$$

$$\log \frac{B}{B_1} = 2,8721912$$

$$= \frac{2,8531383}{0,0190529}$$

$$\log \frac{B}{B_1} - \frac{T - T_1}{12500} = 0,0189569$$

$$\text{iar } H = 18382 + 0,0189569 + 1,054 = 365\text{m}, 3.$$

Se vede din acest exemplu, că întrebuințarea acestei formule nu presintă nici o dificultate; când se cere însă a determina înălțimea unui mai mare număr de puncte, calculele ce sunt a se face pentru fie-care punct, sunt destul de lungi și cer prea mult timp.

O primă simplificare se poate obține, înlocuindu-se în formulă înălțimile barometrice B și B_1 observate la o temperatură a mercurului de T și T_1 , prin înălțimile barometrice ce s'ar fi observat la aceleași puncte și în același timp, dacă temperatura ar fi fost 0° .

Se știe că dilatațiunea colonei de mercur, este proporțională cu temperatura și că coeficientul dilatațiunii pentru $1^\circ \text{C} = 0,00018018$. (Va urma.)