

OPTICAL REDING CLINOMETER
OPTIQUE À CLINOMETRE
KALTEVUUSMITTARI

PM-5



SUUNTO

SUUNTO

The sturdy pocket-size construction renders the SUUNTO CLINOMETER most suitable for every type of work. Easy of rapid reading through a parallax-free lens is incorporated into the design.

Sighting and scale reading are done simultaneously. There are no screws to turn, no bubbles to center, and nothing to adjust.

Where space is limited, as in geological and mineralogical work, the inclination of strata and other formations can be read placing the instrument along the contour or surface of the formation and reading the angle directly through the side window.

Construction features

The framework is of corrosion resistant light-weight aluminum. The scale card is supported by a jewel bearing assembly and all moving parts are immersed in a damping liquid inside a high strength hermetically sealed plastic container. The liquid dampens all undue scale vibrations and permits a smooth shockless movement of the scale card.

The material of the container is not attacked by sunlight or water. The liquid does not freeze in the arctic or evaporate in the tropics.

Fig 1. here illustrates the features that are important in its use.

Specifications

Weight 4,2 oz. Dimensions: 2 3/4" x 2"x5/8". The optical scales are graduated in degrees from 0° +/- 90°, and 0% +/- 150%.

All instruments are supplied in a skylon case, by special request they can be supplied with leather case, which has a belt loop. A table of cosines is imprinted on the back of the instrument.

Accuracy: Can be read directly to one degree or one per cent.

Can be estimated to 10 minutes or 1/5 of 1 per cent, the latter naturally applying to readings around the zero level.

Available PM-5 versions

The basic PM-5/360 PC has been modified by fitting it with different scale combinations for special uses. Thus there is available a version with a "new degree" or grade scale. Here, instead of the normal 360 degree division, the full circle is division into 400 degrees (g). The per cent scale there alongside is normal. The code is PM-5/400 PC

Another version is equipped with a secant scale (based on 360° division) and a percentage scale. The corresponding code is **PM-5/S PC**

A version with a secant scale and degrees scale is called **PM-5/360 S**

INSTRUCTIONS FOR USE

Readings are usually taken with the right eye as shown on the title page. Owing to differences in the keenness of the sight of

the eyes and because of personal preferences the use of the left eye is sometimes easier. It is of prime importance that both eyes are kept open. The supporting hand must not obstruct the vision of the other eye.

The instrument is held before the reading eye so that the scale can be read through the optics, and the round side-window faces to the left. The instrument is aimed at the object by raising or lowering it until the hairline is sighted against the point to be measured. At the same time the position of the hair line against the scale gives the reading. Owing to an optical illusion the hair line (crosshair) seems to continue outside the frame and is thus easily observed against the terrain or the object, *Fig. 1*.

The left-hand scale gives the slope angle in degrees from the horizontal plane at eye level. The right-hand scale gives the height of the point of sight from the same horizontal eye level, and it is expressed in per cent of the horizontal distance. The following example illustrates the procedure.

The task is to measure the height of a tree at a distance of 82 ft. on level ground (*Fig. 2*). The instrument is tilted so that the hair line is seen against the tree-top (apex). The reading obtained will be 48 per cent (ca $25\frac{1}{2}^\circ$). As the distance is 82 ft. the height of the tree is $48/100 \times 82\text{ft.} = \text{ca. } 39\text{ft.}$ To this must be added the eye's height from the ground, e.g. $5\frac{1}{2}\text{ ft.}$ Their sum is $44\frac{1}{2}\text{ ft.}$, the height of the tree.

In very exact measurements, and particularly on sloping ground two readings are taken, one to the top, the other to the base of the trunk. When the trunk base is below eye level the percentages obtained are added. The total height is the sum percentage of the horizontal distance. For example, if the apex reading is 41% and the ground reading 13%, the total height of the tree measured from a distance of 82 ft. is $(41+13)/100 \times 82\text{ft} = 54/100 \times 82 \text{ ft} = \text{ca. } 44.28 \text{ ft}$. (Fig. 3).

When the trunk base is above eye level, the base reading is subtracted from the apex reading, and the total height is the difference percentage of the horizontal distance. For example, if the apex reading is 65% and the base reading 14%, the total height is $(65-14)/100 \times 82 \text{ ft} = 51/100 \times 82 \text{ ft} = 41.82 \text{ ft}$ (Fig. 4). When calculations are made mentally it is advisable to use measuring distance of 50, 100 or 200 ft. for the sake of simplicity. All readings of the percentage scale are based on the horizontal distance. This means that if the distance on sloping terrain is measured along the ground an error is introduced, and this must be corrected for accurate results. The error is insignificant for most purposes at small ground slope angles but increases progressively as the angle increases. The trigonometrical correlation is

$$H_{\text{real}} = H_{\text{obs.}} \times \cos \alpha$$

Where H is the true or corrected height, h is the observed height and (alfa) is the ground slope angle. With the aid of the above equation the correction can also be made in the distance. In this case h means the distance measured along the ground and H is the horizontal distance sought. If the corrected distance is used no correction in the height observed is needed.

When calculating the horizontal distance by using the ground distance and the slope angle it must be pointed out that an error is introduced if the slope is measured from eye level to the trunk base. Measuring the slope along the ground would be cumbersome and inconvenient. No error is introduced, however, when the slope angle is measured from eye level to a sighting mark made or placed on the trunk at eye level (*Fig. 5*) whereby the two lines of measurement become parallel. The true angle of slope is 9 degrees.

The example shown in Fig. 5 illustrates both methods of calculation.

Method 1. Measure the ground distance. This is found to be 82 ft. Then measure the slope angle. This is 9 degrees. Read percentages of top and ground points. There are 29 and 23 per cent.

Calculate:
$$\frac{23}{100} + \frac{29}{100} = \frac{52}{100}$$

Take 52 per cent of 82 ft. This is 42,6 ft. Multiply this by the cosine of 9 degrees.

$$0,987 \times 42.6 \text{ ft.} = 42 \text{ ft.}$$

Method 2. Multiply the ground distance by the slope angle cosine.

$$0,987 \times 82 \text{ ft.} = 80,9 \text{ ft.}$$

Add percentage readings as above and take the sum percentage of the corrected distance.

$$\frac{52}{100} \times 80.9 \text{ ft.} = 42 \text{ ft.}$$

This example shows that a slope angle of 9 degrees causes a correction of only 2,3 per cent but when the slope angle is 35 degrees the correction means a reduction of about 18 per cent in the observer height.

NOMOGRAPHIC HEIGHT CORRECTION

When the accompanying nomograph is used, all correction calculation becomes unnecessary. Only a ruler or some other convenient object with a straight edge is needed to obtain the nomographical solution. The nomograph is used by placing the ruler so that its edge intersects the angle scale on the left at the

slope angle point and the observed height scale (on the right) at the pertinent point. The corrected height (or distance) is read at the point where the edge intersects the corrected height scale in the middle. When using a measuring distance of 100 ft. along the ground the correction procedure becomes very simple. No slope angle measurement is then necessary. One needs only the reading of the top point and that of the ground point. Depending on the situation their sum or difference gives the apparent height directly in feet. This is then corrected as follows:

First, find on the right-hand scale in the nomograph the point indicating the apparent height. Secondly find on the left-hand double scale the point indicating the ground point reading. Thirdly, connect these points. The corrected reading will be found from the pertinent middle scale at the point of intersection. In this procedure the slope angle can be neglected as the left-hand ground point scale has been constructed so that both the ground slope angle and the average eye level height of 5,5 ft. have been taken into account.

Le clinomètre de poche SUUNTO est de construction solide, ce qui permet de l'utiliser pour tout travail sur le terrain. L'appareil est doté d'une optique exempte de parallaxe, grâce à quoi les lectures sont précises et rapides. Là où il y a peu de place, ce qui est le cas du travail géologique et minéralogique, les déclivités peuvent être déterminées en plaçant le clinomètre long du profil ou de la surface de la formation, après quoi l'angle se lit directement à travers la fenêtre latérale.

La visée et la lecture de la graduation se font simultanément. L'instrument ne comporte ni vis de fixation ni niveau à observer. La mesure peut se faire d'une seule main.

Le boîtier est en métal léger éloxé résistant à la corrosion. Le disque gradué se déplace entre deux paliers à rubis. Les pièces mobiles sont logées dans une capsule en plastique hermétiquement close remplie de liquide amortissant toutes les oscillations qui perturbent le disque gradué et résultent en ce que la graduation se déplace lentement et également.

La capsule de la graduation a été conçue en vue d'une bonne tenue aux conditions de terrain. Les propriétés du liquide de remplissage restent inchangées dans les conditions arctiques et tropicales.

La fig. 1 montre les pièces qui sont importantes dans l'emploi du clinomètre.

Caractéristiques techniques

Poids: 120g

Dimensions: 74 x 52 x 15mm

Division de la graduation $\pm 90^\circ$ et $\pm 150\%$

Les clinomètres sont livrés dans un étui en skailon ou, sur commande spéciale, dans un solide étui en cuir, muni d'une boucle de fixation à la ceinture. Une table de cosinus est imprimée au dos de l'instrument.

Precision: Lecture directe avec une précision d'un degré ou d'un pour-cent et estimation dans la zone 0 avec une précision de dix minutes ou env. 15^{ème} de %.

EMPLOI DU CLINOMÈTRE

Ainsi qu'il ressort de la page de couverture, les mesures se font dans la plupart des cas avec l'œil droit. Selon les propriétés des yeux de l'utilisateur il peut cependant parfois être plus facile de se servir de l'œil gauche. En cas normal, les deux sont ouverts. La main qui supporte le clinomètre ne doit pas ombrager le champ de vision d'aucun des deux yeux. Le clinomètre est tenu devant l'œil

de manière que la graduation soit lisible travers l'optique et que l'orifice lateral rond soit à gauche. Le clinomètre est vise vers l'objectif en le levant ou le baissant jusqu'à ce que le reticule rencontre l'objectif à mesurer. En même temps la position du reticule sur la graduation indique le résultat de mesure.

En raison de l'illusion d'optique le reticule semble se prolonger au-delà du boîtier du clinomètre et est de ce fait facile à discerner dans le champ de vision (*fig. 1*).

La graduation à gauche indique l'angle en degrés du plan horizontal et de la droite allant de l'oeil à l'objectif et la graduation à droite indique la hauteur de l'objectif en % par rapport au plan horizontal, la hauteur de l'oeil du mesureur etant le plan zero (*fig. 2*). Les exemples suivants illustrents les différents modes de mesure:

MODÈLES PM-5 DISPONIBLES

Le PM-5/360 PC standard a été d'veloppé en plusieurs variants dotées de différentes combinaison de graduation puor usages spéciaux comme suit.

Modèle PM-5/500 PC à nouvelle division en degrés. Le cercle est divisé en 400 au lieu de 360°. Graduation en pour-cent normale.
Modèle PM-5/360 S avec graduation sécante et graduation en degrés.

Fig 2. La mesure de la hauteur d'un arbre sur un plan égal à une distance de 25 mètres. Incliner le clinomètre de façon que le reticule soit visible contre sommet de l'arbre. La valeur lue sera 48% (env. 25,5°). A une distance de 25m la hauteur de l'arbre est $(48/100 \times 25 \text{ m} = \text{env. } 12\text{m})$. En y ajoutant sa hauteur de l'oeil du mesureur, env. 1,6m, on obtient comme résultat 13,6m.

Dans les mesures très précises et particulièrement dans un terrain inégal on exécute deux mesures, l'une vers le sommet et l'autre vers la base de l'arbre.

Si la valeur vers le sommet de l'arbre est p.ex. 41% et vers la base 13%, la hauteur totale de l'arbre mesurée à une distance de 25m sera $(41+13) / 100 \times 25\text{m} = \text{env. } 13,5\text{m}$ (*fig. 3*).

Si le bas du tronc de l'arbre est au-dessus du niveau des yeux, on soustrait la valeur obtenue vers la base celle vers le sommet. P. ex. Si la visée vers le sommet du tronc donne la valeur 64% et celle vers le bas du tronc 14%, la hauteur de l'arbre à une distance de 25 m sera $(64-14) / 100 \times 25\text{m} = 50/100 \times 25\text{m} = 12,5\text{m}$ (*fig. 4*.)

Toutes les valeurs de la graduation en % sont basées sur la distance dans le plan horizontal. Dans un terrain incliné les valeurs mesurées doivent donc être corrigées en conséquence. Si les dénivellations

du terrain sont faibles, l'erreur reste insignifiante, mais s'accroît progressivement, lorsque l'angle de déclivité s'agrandit. La formule trigonométrique est

$$H_{\text{real}} = H_{\text{obs.}} \times \cos \alpha$$

H = hauteur réelle (corrigée) h = hauteur lue et (alfa) = angle de déclivité.

Cette formule permet également de corriger une erreur de distance. Dans ce cas:

H = distance mesurée

H = distance horizontale

Les cosinus jusqu'à l'angle 45° sont imprimés au dos du clinomètre. Les zéros et les virgules décimales ont été exclus de la table des cosinus.

En calculant une distance le plan horizontal à partir d'une distance le long du sol et d'un angle de déclivité, il y a lieu de tenir compte de ce que l'angle de déclivité doit être mesuré du niveau de l'œil à l'objectif sur le tronc d'arbre, qui est au niveau de l'œil. Si la déclivité est mesurée du niveau de l'œil à la base de l'arbre, il se

produit une erreur. La mesure de la déclivité le long du sol donne également un résultat correct, mais la mesure peut être difficile.

Figure 5. Mesure de la déclivité du terrain.

On met un bâ auxiliaire à l'autre extrémité de la ligne à mesurer où il y a au niveau de l'oeil (env. 1.6 m) un point de repère du baton auxiliaire coïncident. La déclivité du terrain peut être lue directement en % et en degrés.

Emploi du nomogramme pour la correction de la hauteur.

En utilisant le nomogramme livré le clinomètre tous les calculs de correction sont inutiles. Il suffit d'avoir une règle ou un autre objet approprié à côtés droits. Mettre la règle de manière que le bord de celle-ci coupe la graduation d'angle gauche au droit de l'angle de déclivité mesuré et la graduation de hauteur droite au droit de la valeur de hauteur mesurée. La valeur de hauteur (ou de distance) corrigée s'obtient à l'endroit où la règle coupe la graduation médiane. En utilisant une distance de mesure de 20 m et en mesurant cette distance le long du sol, l'opération de correction est très simple. Il suffit d'avoir le relevé du point le plus haut et de la base; leur somme ou différence, selon la situation est, est alors la hauteur apparente, qui est corrigée comme suit:

Checher d'abord sur la graduation de droite du nomogramme la hauteur apparente mesurée. Chercher ensuite sur la graduation double de gauche le point correspondant à la valeur obtenue à la base de l'arbre. Réunir ces points, et alors la valeur corrigée sera le point d'arbre. Réunir ces points, et alors la valeur corrigée sera le point d'intersection de la graduation médiane. En ce cas on peut ignorer l'angle de déclivité, car la graduation de gauche a été établie en tenant compte de l'angle de déclivité du sol et du niveau moyen de l'œil (1,6).

Taskukokoinen Suunto-kaltevuusmittari on lujarakenteinen, jonka johdosta se soveltuu kaikenlaiseen kenttätyöhön. Laitteessa on parallaksiton optiikka, jonka avulla lukemat saadaan tarkasti ja nopeasti.

Ahtaissa tiloissa, kuten geologisessa mineralogisessa työssä, voidaan kaltevuuksia määrätä asettamalla mittari pitkin muodostuman ääriveriä tai pintaa, jonka jälkeen kulma luetaan suoraan siviikkunan läpi.

Tähtäys ja asteikon lukeminen suoritetaan samanaikaisesti. Laitteessa ei ole mitään asetinruuveja eikä lipelliä, jota olisi pidettävä silmällä. Mittaus voidaan suorittaa yhdellä kädellä.

Rakenne: Runko on eloksoitua korroosion kestävää kevytmetallia. Asteikkolevy liikkuu kahden safiirilaakerin välissä. Likkuvat osat ovat hermeettisesti suljetussa, nestetäytteisessä muovikapselissa. Neste vaimentaa kaikki asteilevyä häiritsevät heilahdukset ja saa aikaan sen, että asteikko liikkuu tasaisesti ja rauhallisesti.

Asteikkokapseli on rakennettu kestäväseen kenttäolosuhteeseen. Täyttöneste pysyy ominaisuuksiltaan muuttumattomana niin hyvin arktisissa kuin trooppisissa olosuhteissa.

Kuvassa 1, on mainittu ne osat jotka ovat tärkeitä mittarin käytössä.

Teknisiä tietoja:

Paino: 120g

Mitat: 7,4 x 5,2 x 1,5 cm.

Asteikkojako: 0°:sta +90°:een ja 0°:sta -90°:seen

0°:sta +150°:iin ja 0°:sta -150°:iin

Mittarit toimitetaan samettisuojuksessa tai erikoistilauksesta tukevassa, vyölekillä varustetussa nahkakotelossa. Mittarien taakse on painettu kosnitaulukko.

Tarkkuus: Voidaan suoraan yhden asteen tai yhden prosentin tarkkuudella ja arvioimalla nolla-alueella kymmenen minuutin tai n. 1/5 prosentin tarkkuudella.

Saatavissa olevat PM-5 mallit: Vakiomallista PM-5/360 PCT:stä on kehitetty useita muunoksia, jotka on varustettu erikoistarkoituksiin sopivilla asteikkoyhdistelmillä seuraavasti:

Malli **PM-5/400 PC**, uusastejakoinen malli. Ympyrä on jaettu 360°:n sijasta 400°:seen. Prosenttiasteikko normaali.

Malli **PM-5/SPC**, jossa sekanttiasteikko sekä prosenttiasteikko.

MITTARIN KÄYTTÖ

Kuten kansilehdeltä ilmenee, suoritetaan mittaukset useimmiten oikealla silmällä. Riipuen käyttäjän silmien ominaisuuksista voi joskus kuitenkin olla helpompaa käyttää vasenta silmää. Normaalityapauksessa molemmat silmät ovat auki. Mittaria kannattava käsi ei saa varjostaa kummankaan silmän näkökenttää.

Mittari pidetään silmän edessä siten, että asteikko luetaan linssin läpi ja pyöreä sivuaukko on vasemmalla. Mittari suunnataan kohdetta kohti nostamalla tai laskemalla sitä kunnes hiusviiva osuu mittaustulokseen. Samanaikaisesti antaa hiusviivan asento asteikolla mittaustuloksen. Optisen näköharhan johdosta näyttää hiusviiva jatkuvan mittarin rungon ulkopuolelle ja on siten helppo näkökentässä (*kuva 1*).

Vasen asteikko antaa vaakatason ja silmästä kohteeseen kulkevan suoran välisen kulman asteina ja oikeanpuoleinen asteikko antaa koheen korkeuden prosentteina vaakasuorasta etäisyydestä niin, että mittaajan silmän korkeus on nolla-taso (*kuva 2*). Seuraavat esimerkit kuvaavat erilaisia mittaustapoja:

Kuva 2. Puun korkeuden mittaaminen tasaisella maalla 25 metrin etäisyydeltä. Mittaria kallistetaan siten, että hiusviiva näkyy puun latvaa vasten. Lukema tulokseksi arvon 48% (n.25,5°). 25m:n etäisyydeltä on puun korkeus $(48/100) \times 25\text{m} = \text{n.}12\text{m}$. Siihen lisätään vielä mittaajan silmän korkeus, n.1,6m, joten tulos on 13,6m.

Hyvin tarkoissa mittauksissa sekä erikoisesti epätasaisessa maastossa suoritetaan kaksi mittausta, toinen puun latvaan ja toinen tyveen.

Jos lukema puun latvaan on esim. 41% ja tyveen 13%, on puun kokonaiskorkeus mitattuna 25m:n etäisyydeltä $[(41+13)]/100 \times 25\text{m} = 13,5\text{m}$ (kuva 3.)

Jos puun rungon alaosa on silmäkorkeuden yläpuolelle, vähennetään tyveen saatu lukema latvalukemasta. Esim. Jos tähtäys puun latvaan antaa lukeman 64% ja tähtäys ungon alaosaan 14%, puun korkeus 25m:n etäisyydeltä on $[(64-14)]/100 \times 25\text{m} = 15,5\text{ m}$ (kuva 4).

Kaikki lukemat posenttiasteikolla perustuvat etäisyyteen horisontaalitasossa. Kaltevassa maastossa mitatut arvot on siinä mukaisesti korjattava. Jos maaston korkeuserot ovat vähäiset, jää virhe merkityksettömäksi, muut kasvaa progressiivisesti, kun kallavuuskulma tulee suuremmaksi. Trigonometrinen kaava on

$$H_{\text{real}} = H_{\text{obs.}} \times \cos \alpha$$

H = todellinen (korjattu) korkeus h = luettu korkeus ja (alfa) = kaltevuuskulma.

Ylläolevan kaavan mukaan voidaan korjata myös etäisyysvirhe.

Tässä tapauksessa

h = mitattu etäisyys

H = horisontaalietäisyys (vaakasuora etäisyys)

Kosinit kulmille 45°:seen saakka on painettu mittarin takaosaan. Kosinitaulukosta on jätetty pois nollat ja desimaalipilkut.

Kun lasketaan vaakatasossa oleva etäisyys lähtien etäisyydestä pitkin maanpintaa ja kaltevuuskulmasta on otettava huomioon, että kaltevuuskulma on mitattava silmän korkeudekta puun runkoon merkittyyyn kohteeseen, joka on silmän korkeudella. Jos kaltevuus mitataan silmän korkeudelta tyveen syntyy virhe. Kaltevuuden mittaaminen pitkin maanpintaa antaa myös oikean tuloksen, mutta mittaaminen voi olla vaikeaa.

Kuva 5. Maaston kaltevuuden mittaus.

Mitattavan linjan toiseen päätepisteeseen asetetaan apusauva, jossa silmän korkeudella (n1,6m) on selvästi näkyvä kohdistusmerkki. Mittarilla tähdätään linja toisesta päästä siten, että mittarin hiusviiva ja apusauvan kohdistusmerkki osuvat kohdakkain. Maaston kaltevuus on luettavissa suoraan prosentteina ja asteina.

NOMOGRAMMIN KÄYTTÖ KORKEUDEN KORJAUKSESSA

Mittarin mukana olevaa nomogrammia käytettäessä tulevat kaikki korjauslaskelmat tarpeettommiksi. Tarvitaan vain viivotin tai jokin muu sopiva suorasiivinen esine. Asetetaan viivotin siten, että sen syrjä leikkaa vasemmalla olevan kulma-asteikon mitatun kaltevuuskulmalukeman kohdalta sekä oikealla olevan korkeusasteikon mitatun korkeuslukeman kohdalta. Korjattu korkeus- (tai etäisyys-) lukema saadaan kohdasta, jossa viivotin leikkaa keskimmäisen asteikon. Jos käytetään 20m mittaetäisyyttä ja tämä etäisyys on

mitattu pitkin maan pintaa on korjaustoimenpide hyvin yksinkertainen. Tarvitaan vain lukema korkeimmasta kohdasta ja tyvestä niiden summa tai erotus, tilanteesta riippuen, on näennäinen korkeus, joka korjataan seuraavasti:

Etsitään ensin nomogrammin oikeanpuoleiselta asteikolta luettu näennäinen korkeus. Etsitään sen jälkeen vasemmanpuoleiselta kaksoisasteikolta puun kannasta saatua lukemaa vastaava kohta. Nämä pisteet uhdistetaan, jolloin korjattu lukema on keskiasteikolla oleva leikkauskohta.

Tässä tapauksessa voidaan olla välittämättä kaltevuuskulmasta, koska vasemmalla oleva kantalukema-asteikko on laadittu siten, että sekä maan kaltevuuskulma ja keskimääräinen silmäkorkeus (1,6m) on otettu huomioon.

