

METEOROLÓGIAI MÉRŐESZKÖZÖK

Meteorológiai eszközök ismerete

- Internetes anyagok:

<https://tudasbazis.sulinet.hu/hu/szakkepzes/mezogazdasag/a-mezogazdasagi-termeles-fobb-okologiai-tenyezoi/leghomerok-ii/six-fele-minimum-maximum-homero>

I. LÉGNEDVESSÉG MÉRÉS

- Páratartalom mérése hagyományos eszközzel
- **1. Hajszálas légnedvességmérő (Poliméter)**
- A hajszálas légnedvességmérők működésének az alapja, hogy a zsírtalanított hajszálak tulajdonsága, hogy a növekvő páratartalom esetén a hajszál meghosszabbodik csökkenő esetén pedig rövidül. Ezeknél a műszereknél viszont több hibaforrás is előfordulhat. A legegyszerűbb ilyen hiba a hajszálak szennyeződése lehet, ekkor már a műszer nem mér pontosan, akár több %-os eltérés is lehetséges.
- A műszeren található egy hőmérő is, maga a poliméter 0-tól 100%-ig kalibrált.
- Ezzel a műszerrel meghatározható a relatív légnedvesség, gőznyomás, harmatpont és a telítettségi hiány.
- Elhelyezése szintén hőmérőházban történik.

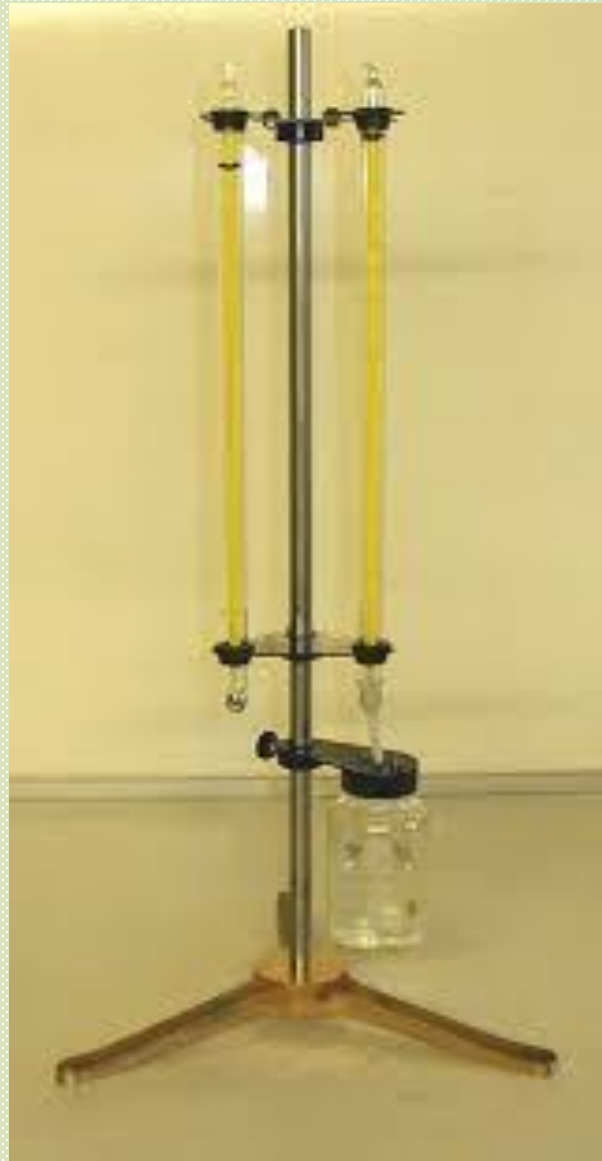
1. Poliméter



I. LÉGNEDVESSÉG MÉRÉS

- 2. Nedves-száraz hőmérő
- Egy közös állványon van elhelyezve két darab higanyos hőmérő. Ezen hőmérők közül az egyiknek a higanygömbjét egy szívóharisnya borítja. A szívóharisnya másik vége egy kis víztartó csészébe nyúlik ahonnan benedvesíti a hőmérő higanygömbjét. A víztartó csészébe desztillált vizet kell önteni és ajánlatos gyakran ellenőrizni, hogy mennyi víz párologott el az edényből, főleg nyári időszakban. A vízszint túlzott lecsökkenésével, már nem kapunk pontos adatokat. A két hőmérőt, ami az állványon van száraz-nedves hőmérőpárnak is szokták nevezni. Mindkét hőmérő 0,2°C-os beosztású, ezek közül pedig nedves hőmérő mutatja az alacsonyabb, mert a párologás hőelvonással jár. Ezen két hőmérsékleti érték leolvasásával ki lehet számítani a levegő relatív légnedvesség tartalmát.
- Minél nagyobb a két hőmérsékleti érték közti különbség, annál alacsonyabb a levegő páratartalma, magas légnedvesség esetén viszont (főleg ködös időben) egész kicsi is lehet ez a különbség, sőt akár közel egyenlő is.
- Elhelyezése szabványos hőmérőházban 2 m-es magasságban történik.

2. Nedves-száraz hőmérő



Relatív légnedvesség számítása

- Ha a száraz és nedves hőmérő leolvasott °C értékei között nincs különbség, akkor a relatív légnedvesség 100%
- Ha van különbség, akkor a relatív légnedvességet úgy számítom, ki hogy 100-ból levonom a száraz és nedves hőmérő hőmérsékleti különbségének (°C-ban) és a táblázatban található a száraz hőmérséklethez tartozó értékének a szorzatát.
- Például: száraz hőmérőn leolvasva: 20 °C
 - nedves hőmérőn leolvasva: 16 °C
 - A hőmérséklet különbsége 4 °CAkkor a relatív légnedvesség = $100 - 4 \times 8 = 68 \%$
(táblázat a következő oldalon)

Relatív légnedvesség számításához a táblázat

Száraz hőmérőn leolvasott °C	1 °C különbségre jutó relatív nedvesség változás %	Száraz hőmérőn leolvasott °C	1 °C különbségre jutó relatív nedvesség változás %
5	16	35	4
10	12	40	4
15	10	45	3
20	8	50	3
25	6	55	2
30	6	60	2

3. Modern légnedvesség-mérő

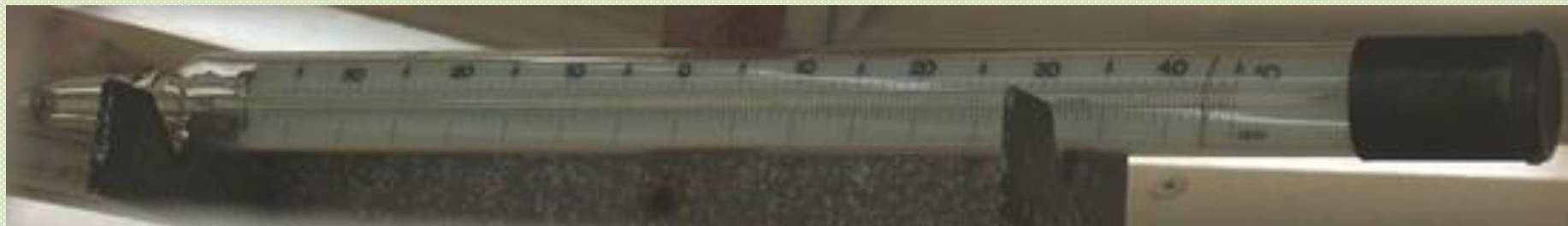


- - légnedvességet és hőmérsékletet is mér

II. Hőmérők

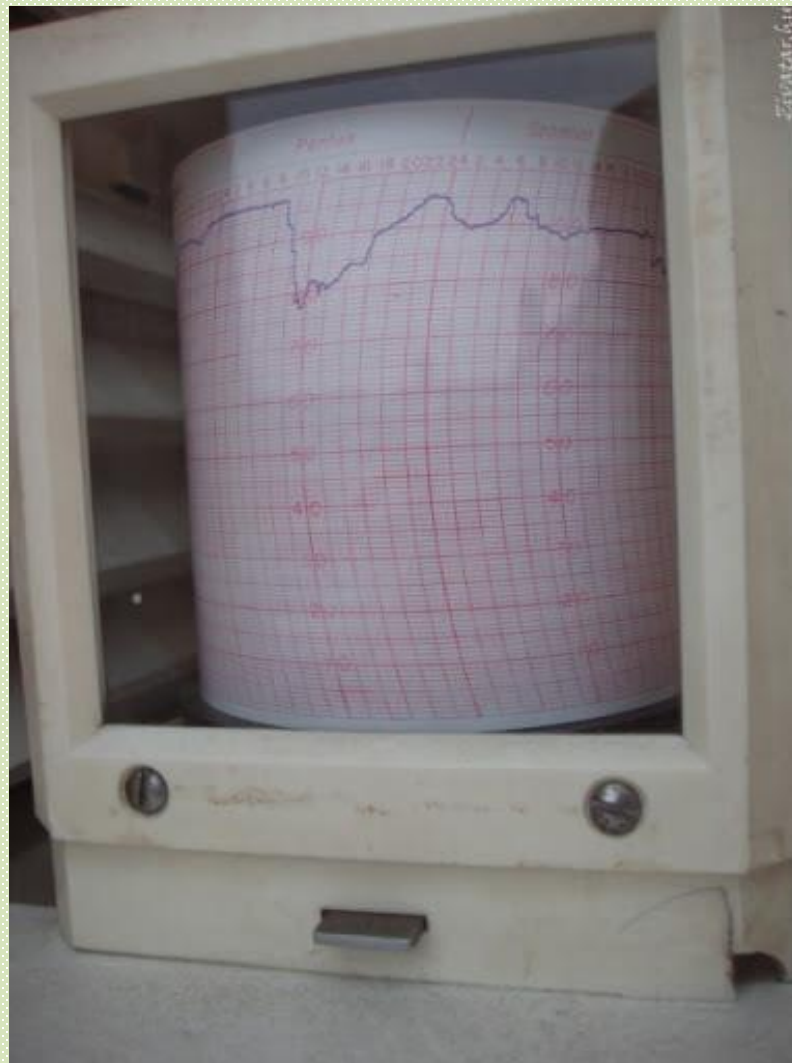
- a meteorológiában a hőmérsékleten a levegő hőfokát értjük
- **1. Léghőmérők**
- **A hőmérők működése**
- A folyadékos hőmérők mérési tartományát a hőmérőben található folyadék forrás és fagyáspontja határozza meg. A higanyos hőmérő a magas hőmérsékleti tartományban jól használható, mivel a higany forráspontja 357°C , azonban a fagyáspontja -39°C , tehát a higanyos hőmérők ennél alacsonyabb hőmérsékleti tartományban nem alkalmazható. Az alacsony hőmérsékleti tartományban az alkoholos hőmérők a használatosak, mivel az alkohol fagyáspontja -100°C .
- A léghőmérőket nem érheti közvetlen napsugárzás, és a talajtól 1,2-2 m magasságban célszerű elhelyezni. Ezt legegyszerűbben a meteorológiai házikóban tehetjük meg.
- A hőmérőket mindig szem magasságban kell leolvasni!

- **A./ Az állomáshőmérő**
- Az állomási hőmérők a léghőmérséklet meghatározására szolgálnak, °C beosztásúak, higanyos hőmérők, melyek mérési tartománya -35 és 45 °C között van. Az állomáshőmérő beosztása 0,2 °C, azonban a 0,1 °C-os pontosságú mérést is lehetővé teszi. A léghőmérsékletet az állomáshőmérő segítségével naponta négyszer, 1-kor, 7-kor, 13, 19 órakor mérik.



- **B./ A termográf**
- Működésének alapelve, hogy a hőmérőt alkotó fémek hőtágulása eltérő.
- A fémlemezek össze vannak hegesztve, a hőmérséklet emelkedése során elgörbülnek.
- A termográf alkalmas a hőmérséklet-változás folyamatos változásának regisztrálására egy a bimetálhoz csatlakoztatott írókar segítségével. Az írókar egy óraműhöz van csatlakoztatva, amely egy hengerpalástot mozgat. A hengerpaláston rögzített papírszalagra rajzolja az írókar a hőmérséklet-változást. Az óramű lehet 24 órás és 7 napos működésű. A műszer pontossága 1 °C, pontosabb mérést nem tesz lehetővé.

Egykaros termográf



Meteorológiai mérőházba helyezett termográf –
kétkaros, hőmérsékletet és légnedvességet is mér



C./ A min-max hőmérők

- A hőmérsékleti szélsőségek a napi hőmérséklet eloszlásban igen fontos jellemzők. A napi maximum és minimum hőmérsékletek a hajnali és a kora délutáni órákban mérhetőek. A hőmérsékleti szélsőségek mérése maximum és minimum hőmérők segítségével valósíthatóak meg.
- Fajtái: **A Fuess-féle maximum és minimumhőmérő**
Six-rendszerű maximum és minimumhőmérő

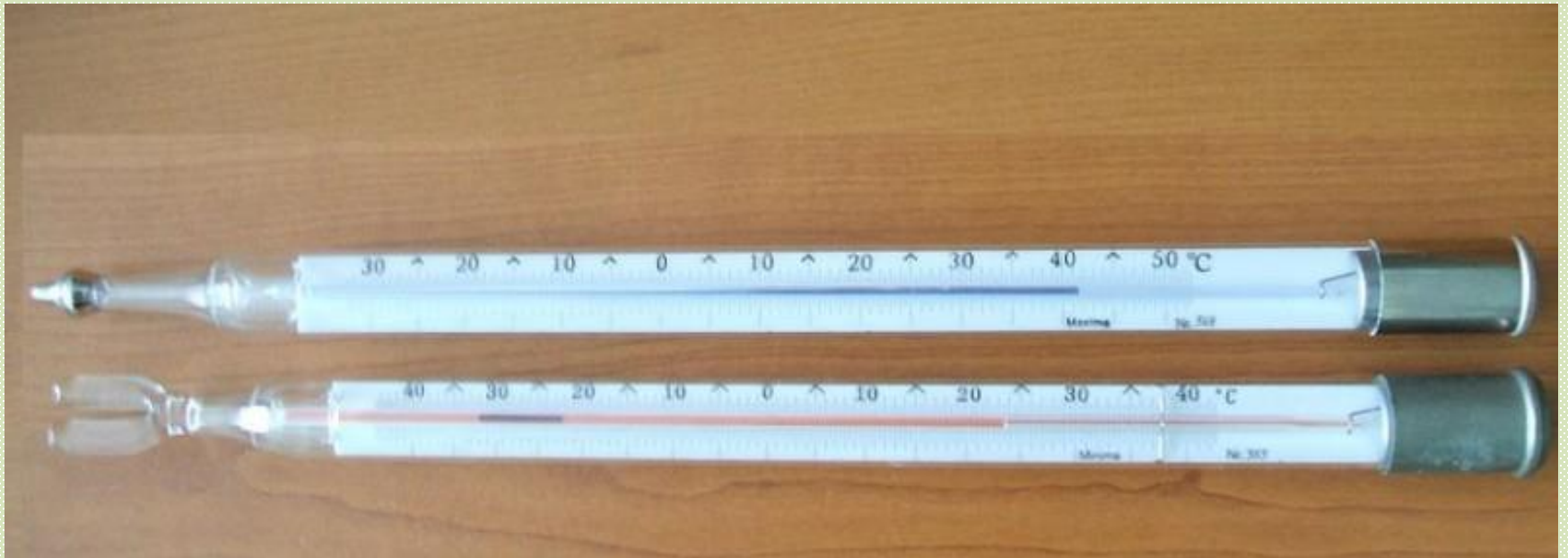
A Fuess-féle maximumhőmérő

- Szerkezete hasonló az állomási hőmérőhöz. A hajszálcsőben, rögtön a tartály és a cső között szűkület van. A tartály aljára forrasztott vékony üvegpálcika benyúlik a kapillárisba, növelve a higany súrlódását. A mérőtestből kivezető cső kétszer meg van hajlítva, szintén a súrlódás fokozása miatt. Hőmérséklet emelkedéskor a higany átpréselődik az akadályokon. Lehűléskor azonban nem tud visszafolyni a tartályba, hanem a kapillárisban marad. Ekkor a higany-szál két részre szakad, külön-külön húzódik össze a tartályban és a kapillárisban. A kapillárisban végbemenő összehúzódás elhanyagolható mértékű. Egy adott időtartam alatt bekövetkezett maximum hőmérsékletet a higanyszál vége jelzi. Az alapállapot visszaállításához a hőmérőt le kell rázni. Annak érdekében, hogy lehűléskor ne csússzon a higanyszál magasabbra, ezt a hőmérőt a vízszinteshez képest 2 fokos szögben megdöntik úgy, hogy a higanygömb felőli rész van alacsonyabban. A maximum hőmérő fél fokos beosztású, a tizedeket becsüljük. Leolvasása naponta kétszer történik.

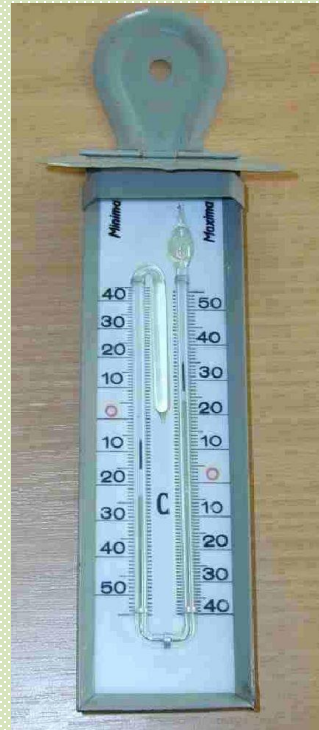
A Fuess-féle minimumhőmérő

- Fuess-féle minimumhőmérő alkoholos hőmérő. A hőmérőtest nyújtott, egy-, vagy kétágú, hogy minél nagyobb felületen érintkezzen a környezettel, ezáltal gyorsabban kövesse a hőmérsékletváltozást. Nagyon fontos, hogy a minimum hőmérőt mindig vízszintesen kell elhelyezni! A minimum hőmérő fontos alkotórésze az alkoholban úszó üvegpálcika. Az üvegpálcika a folyadékban szabadon mozoghat, a hőmérséklet csökkenésekor az alkohol meriszkusza magával viszi az üvegpálcikát. A hőmérséklet emelkedésekor a folyadékoszlop elmozdul, azonban a pálcika a minimum ponton marad, mivel vízszintesen van a hőmérő elhelyezve, így a gravitáció nem mozdítja el a pálcikát. A Fuess-féle minimum hőmérő leolvasása naponta kétszer történik, reggel és este. Beosztása $0,5\text{ }^{\circ}\text{C}$, a pontosabb leolvasás becsléssel oldható meg.
- Ezt alkalmazzák a radiációs minimum hőmérésre is. A talaj mentén kialakuló minimum hőmérséklet mérésére szolgál. A talaj felett 5 cm-re elhelyezve, vízszintesen este kihelyezve, és reggel 7 órakor leolvasva alkalmazzák.

A Fuess-féle maximum és minimumhőmérő



- **Six-rendszerű maximum-minimum hőmérő:**
- Bizonyos idő alatt bekövetkező minimum és maximum hőmérséklet mérésére. Egyszerű, olcsó, de nem túl pontos műszer. Régen általánosan ezt használták a meteorológiai állomásokon. Mára visszaszorult.



A hőmérőház

- Meteorológiai műszerek elhelyezésére szolgáló szabványos kialakítású és elhelyezésű tároló-szekrény. Célja a benne lévő műszerek megóvása a sugárzó hőtől és a csapadéktól, úgy hogy közben a folyamatos légcserre biztosított legyen. Kettős zsaluzású jó hőszigetelő fából vagy műanyagból készül, kívül és belül is fehérre festett. Lábazatra állítják, hogy 1,8 m-rel legyen a talaj felszíne fölött. Ajtaja északra néz, fedőlapja déli lejtésű.
- **A hőmérőház funkciói**
- A hőmérőház teszi lehetővé, hogy az egyezményes 2 m-es magasságban történő hőmérést biztosítsák, valamint a hőmérők sugárzás, valamint csapadék elleni védelmét is hivatott megoldani. A sugárzás nagy mértékben hathat a hőmérőre, így a mérés során hiba léphet fel. A benedvesedett hőmérőtől pedig a víz a párolgása során hőt von el, így a valódi hőmérsékletnél alacsonyabb értéket mutathat a hőmérő.

A hőmérőház 2

- **A hőmérőház kialakítása**
- A hőmérőház jó hőszigetelő agyagból készül, elsősorban fából, vagy műanyagból. A hőmérőház kívül-belül fehérre festett. Ajtaja észak felé néz. A mérőállomás fontos tartozéka a lépcső, amely a műszerek pontos leolvasását szolgálja.

A mérőház



D./ Talajhőmérők

- Két fő típusát különböztetjük el a talajhőmérőknek, a felszíni és a mélységi talajhőmérőket. A felszíni talajhőmérők 2, 5, 10, 20 cm mélységű rétegek hőmérsékletét képesek mérni, míg a mélységi talajhőmérők az 50, 100, 200 cm mélységű rétegek hőmérsékletét mérik. A talajhőmérők higanyos folyadékhőmérők, beosztásuk 0,2 °C. A felszíni hőmérők leolvasása naponta háromszor történik, míg a mélységi esetében naponta egyszeri leolvasás elegendő.
- **1. A felszíni talajhőmérők**
- +45 °C-tól - 30 °C-ig terjedő mérés-tartományú, 0,2 °C-os beosztású hőmérők. A felszíntől számított 2, 5, 10, 20 cm-es talajrétegek hőmérsékletének meghatározására szolgálnak. Naponta 3-szor kell leolvasni. A mérülés mélységét üveggyűrű jelzi. A felszínen maradó vastagabb, és a talajba kerülő vékonyabb rész találkozásánál a hajlásszög 150°.

1. Felszíni hőmérők

- +45 °C-tól -30 °C-ig terjedő méréstartományú 0,2 °C-os beosztású hőmérők
- A felszíntől számított 5, 10, 15 és 20 cm-es talajrétegek hőmérsékletének meghatározására szolgál
- Naponta 3-szor kell leolvasni
- A merülés mélységét üveggyűrű jelzi
- A felszínen maradó vastagabb és talajba kerülő vékonyabb rész találkozásánál a hajlásszög 150 °



Modern talajhőmérés



talajhőmérő



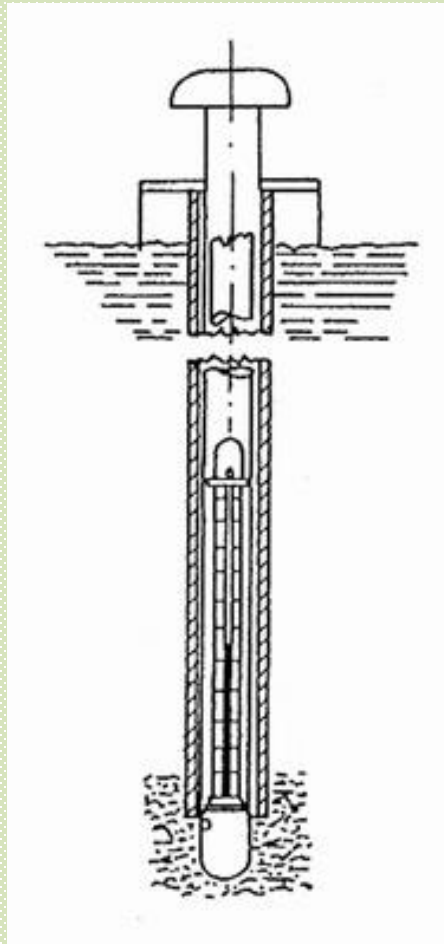
Digitális talajhőmérő



2. Mélységi talajhőmérők

- +30 °C-tól – 30 °C-ig terjedő méréstartományú, 0,2 °C-os beosztású, megnagyobbított Hg-zsákú hőmérők. Fontos a nagy tehetetlenségük: leolvasáskor ne változzon a hőmérő állása. 50, 100, 150, 200 cm mélységű talajréteg hőmérsékletét naponta egyszer mérik.

Mélységi talajhőmérők



pH mérés eszközei

- Hagyományos pH mérő
- Kézi
- Hordozható
- Asztali, laboratóriumi
- Digitális
- Egyéb mérővel összekapcsolt pl. EC mérővel

Elektromos pH-mérés 1.

(Kovács Ilona: Általános kémiai laboratóriumi gyakorlatok könyvből)

Mivel a pH ismerete minden területen rendkívül fontos, mérésére számos módszert dolgoztak ki. Ezen módszerek közül a legnagyobb jelentőségű a potenciometrikus pH-mérés, mely az elektródpotenciálkülönbség mérésén alapszik.

A pH legpontosabban olyan koncentrációs elemmel határozható meg, melynek egyik elektródja a vizsgálandó oldatba merül, másik pedig ismert hidrogénion-koncentrációjú oldattal készült hidrogénelektrod. Ha egy ilyen koncentrációs elem elektromotoros erejét megmérjük, a Nernst-képlet alkalmazásával az ismeretlen hidrogénion-koncentráció kiszámítható. Tehát az elektrokémiai pH-mérésnél két elektródra van szükség, egy *mérőelektrodra* és egy *összehasonlító* (referencia) elektródra. A két elektród potenciálja között mutatkozó különbséget határozzuk meg. A mérőelektroddal szemben az igényünk, hogy annak potenciálja a hidrogénion-koncentrációjával arányosan változzék, pontosan reprodukálható és lehetőleg ismert potenciálú legyen.

Mérőelektrodként használhatunk hidrogénelektrodot, de kényelmi szempontból inkább a könnyebben kezelhető üvegelektrod használatos. Vizes oldatba merülő üvegfelület bizonyos körülmények között jól definiált potenciált vesz fel az oldattal szemben, amely az oldat hidrogénion-koncentrációjától ugyanúgy függ, mint a hidrogénelektrod potenciálja. E jelenség azzal magyarázható, hogy az üveg felületén hidrogénionok adszorbeálódnak. A potenciálkülönbség az adszorbeált és az oldatban levő hidrogénionok között alakul ki. Mivel az üvegfelület hidrogénionokkal adszorptív telített, e potenciálkülönbség az oldatban levő hidrogénionok koncentrációjával közelítőleg ugyanúgy változik, mint a hidrogénelektrodé.

Elektromos pH-mérés 2.

Az üvegelektrod előnyei közé tartozik, hogy kismennyiségű folyadék pH-jának mérésére alkalmas olyan körülmények között is, amikor pl. a hidrogénelektrod nem lenne alkalmazható, így ha az oldat elektródmérgeket, mint pl. fehérjéket és nehézfém sókat tartalmaz. Másik nagy előnye, hogy redoxi rendszerekben is alkalmazható. Az üvegelektrod 0–14 pH-ig alkalmazható. Mérőelektrodként 8-nál kisebb pH-jú oldatokban használhatunk ún. *kinhidron-elektrodot* is, melyet úgy állítunk elő, hogy a vizsgálandó oldatot kinhidronnal telítjük, és platina- vagy aranyelektrodot helyezünk bele. A kinhidron az elektródon redoxipotenciált hoz létre, melynek értéke az adott esetben ugyanúgy függ a hidrogénion koncentrációtól, mint a hidrogéngáz-elektrodé.

Az összehasonlító elektród potenciálja viszont nem lehet a pH függvénye, csakis egy jól definiált, pontosan reprodukálható érték. Összehasonlító elektrodként leggyakrabban különböző töménységű KCl oldatokkal megtölthető Hg/Hg₂Cl₂ (kalomel) és Ag/AgCl másodfajú elektródok használatosak.

A pH-érzékeny kombinált üvegelektrod egy egybeépített üvegelektrodból és egy ezüst/ezüstklorid referenciaelektrodból áll.

Talaj pH mérő

- Ha állt a pH mérő pár napot mérés nélkül, akkor **a mérés előtt KALIBRÁLNI KELL!** Ehhez **puffer oldat KELL!**
- **pH mérő működési elve**
- Minden pH mérőben van két elektróda: egyik pH érzékeny, ez az üveg elektróda és a másik, amelyiknek fix a potenciálja (nem pH érzékeny), ez a referencia elektróda.
-
- A pH mérőben van még egy beépített mV méter, amelyik méri a két elektróda közötti különbséget. Természetesen a modern pH mérők már digitális pH mérők, és a mért pH értéket számokban adják meg. A pH mérés folyamata nagyon egyszerű, ezért már a pH érték mérését házilag is el tudjuk végezni.
- Ahhoz, hogy a pH mérőnk meg tudja állapítani, hogy a mért potenciál milyen pH-nak felel meg, a pH mérőt meg kell "tanítani", vagyis kalibrálni kell.
- A kalibrálás nem más, mint két ismert pH értékű oldat (ezek a kalibráló puffer oldatok) mV értékének a megmérése és a műszer memóriájába való beírása. Ilyen kalibrálás után már a műszerünk a helyes pH értékeket fogja mutatni bármilyen mért oldatban.
- A [kalibráló puffer oldatok](#), szabványos oldatok elfogadott összetétellel és nagyon pontos, stabil pH értékkel.
- Legalább **0,01pH-mérési pontosság szükséges:** pH-mérés ivóvízben, akváriumban, medencében, dzsakuzsiban, [talajban](#), lúgos vízben. Vagyis jellemzően olyan mérésekre, amelyek csak teszt jelleggel mutatják meg a pH értéket.

pH mérő : a műszer felépítése

- A pH-mérési feladat különlegessége határozzák meg, hogy
- **kézi** (kisméretű, egy kézben hordozható műszer, elektróda és a mérő rész egybe van építve) ,
- **hordozható** (kézben hordozható műszer, amelyhez az elektróda kb. 1 m kábellel van csatlakoztatva),
- **asztali** (laboratóriumi mérésekre használt műszer, állvánnyal az elektródák fixálására és mozgatására) mérőműszerrel oldjuk meg a mérési feladatot.

Digitális pH mérő (ez a készülék hőmérséklet mérő is egyben)



- Széleskörű felhasználási lehetőség
- Külső pH-érzékelő csatlakoztatható hozzá - a rugalmas használathoz
- Automatikus végérték felismerés
- Robusztus és vízálló a TopSafe (IP 68)
- Automatikus hőmérséklet-kijelzés (ha a szondához hőmérsékletérzékelő van csatlakoztatva)

pH és EC mérő



- A BlueLab Combo Meter Plus egy professzionális pH mérőeszköz, amivel egyszerre tudod mérni a tápoldat pH és hőmérséklet értékét és a talajét.

A BlueLab Combo Meter két szondával rendelkezik, egy BlueLab pH és egy hőmérséklet szondával, melyek egy időben képesek mérni a tápoldat értékeit. Használata egyszerű, csak helyezd a szondákat a tápoldatba, és a mért adatok azonnal megjelennek a kijelzőn. A BlueLab Combo Meter hordozható pH és hőmérséklet mérő nem igényel áramot, ezért bárhol és bármikor tudod használni.

A pH-mérő kalibrálása egyszerű, az utasítások a mérő hátoldalán találhatóak.

A vezetőképesség / hőmérséklet érzékelő nem igényel kalibrálást, mivel ez a gyártás során pontosan be van állítva.

A nyomógombos kialakítás miatt ez az egyik legegyszerűbben használható mérőeszköz a piacon.

A BlueLab Combo Plus pH-mérő segítségével közvetlenül mérhető a pH a talajban.

Jellemzők:

- Könnyű és hordozható
- Nagy, könnyen olvasható kijelző
- Egyszerű pH kalibrálása, az EC és a hőmérséklet szondát nem kell kalibrálni
- Cserélhető szondák
- Alacsony töltöttség jelző
- 2 db AAA elemet tartalmaz
- Automatikus kikapcsolás funkció

Bluelab pH szonda tisztítása és karbantartása

- A pH szonda karbantartása. A pH-szonda nem örökké tart. Normál, gyakori használat során gyorsan elhasználódnak. Ezek a lépések segítenek megőrizni a pontosságot és javítja a pH-szonda élettartamát:
- A szonda hegyét mindig nedvesen kell tartani. Ha kiszárad, tönkremegy!
- A pontosság érdekében a leolvasások között öblítse le a pH-szonda hegyét tiszta csapvízben.
- Használat után mindig helyezze vissza a tároló sapkát a pH-érzékelőre. Győződjön meg arról, hogy a kupakban elegendő mennyiségű Bluelab pH Probe KCl Storage Solution van a szonda hegyének lefedéséhez.
- Tisztítsa meg és kalibrálja a pH-szondát 30 naponta. > Hidratálja a pH-szondát KCl-tároló oldatban, a szondahegyet mindig tárolja KCl-tárolóoldatban, az olvasási válaszsebesség javítása érdekében.
- Tisztításhoz, kalibráláshoz és / vagy hidratáláshoz kizárólag műanyag tartályokat használjon.
- Az üveget ne fogja meg ujjával, mert az szennyezi az üveget.
- Soha ne merítse a hideg szondát forró folyadékba (vagy fordítva). A hirtelen hőmérséklet-változások tartósan károsíthatják a szondát.
- A szondát ne használja, olajokban, fehérje, szuszpendált szilárd anyagokban, mert azok bevonatot hagynak az üvegen.
- Soha ne gyakoroljon oldalirányú erőt, ejtse le és ne kopogtassa meg a pH-szondát, mert üveg eltörik, könny megreped.
- **SOHA ne tárolja, öblítse és áztassa a pH-szondát RO (fordított ozmózis), desztillált vagy ionmentes vízben A tiszta víz is megváltoztatja a kémiai referenciákat és a szonda tönkremegy**

Bluelab pH/Soil pH Probe tisztítása.

- Távolítsa el a tárolósapkát. Fogja meg a tárolósapka felső részét és óvatosan lazítsa meg, majd csavarja le.
- Öblítse le a pH szonda hegyét friss folyó csapvíz alatt.
- Öntsön egy kevés csapvizet egy kevés műanyag edénybe. Adjon hozzá egy kevés Bluelab pH Probe Cleanert és alaposan keverje el.
- Óvatosan keverje meg a szonda hegyét a keverékben. Ügyeljen arra, hogy a szonda ne gyakoroljon oldalirányú erőt, és ne kopogtassa meg a pH-szondát, mert üveg eltörik, könnyű megreped.
- Ha a szonda szennyeződött akkor tisztítani kell Óvatosan kefével az üveg rész körül néhány csepp Bluelab pH Probe Cleanerrel vagy enyhe mosószer (mosogatószerrel) és egy puha fogkefe segítségével. Megjegyzés: Ha hidratálnia kell a pH-szondát, áztassa a szondahegyet 24 órán át KCl tárolóoldatban, mielőtt kalibrálná.
- Öblítse le alaposan a szonda hegyét friss folyó csapvíz alatt, hogy eltávolítsa a mosószerkeverék minden nyomát.
- Kalibrálja a pH-szondát a tisztítás után, lásd a mérő hátulján. Kalibrálás után tárolja a pH-szondát a tárolósapkában, ügyelve arra, hogy elegendő mennyiségű KCl-tároló oldat legyen a szonda hegyének lefedéséhez.



III. Csapadékmérés eszközei

- **Csapadék mérése**
- Mezőgazdasági szempontból a csapadék az egyik legfontosabb éghajlati elem. A csapadék térben és időben rendkívül változékony elem, csak területileg sűrű, részletes mérések adnak tájékoztatást alakulásáról. Ökológiai szempontból lényeges szerepe folytán a csapadék az egyik legrégebben megfigyelt és mért éghajlati elem.
- A csapadék mérése során annak a vízrétegnek a milliméterben mért magasságát határozzuk meg, amely sík felületen képződne, ha elfolyás, hozzáfolyás és szivárgás nem következne be. Az ily módon kialakult vízborítást 0,1 mm pontossággal szokás megadni. A csapadékhullás három fontos jellemzője:
 - a csapadék mennyisége,
 - a csapadékhullás tartama,
 - a csapadékhullás intenzitása.
- Csapadékmérő neve: ombrométer, ombrográf

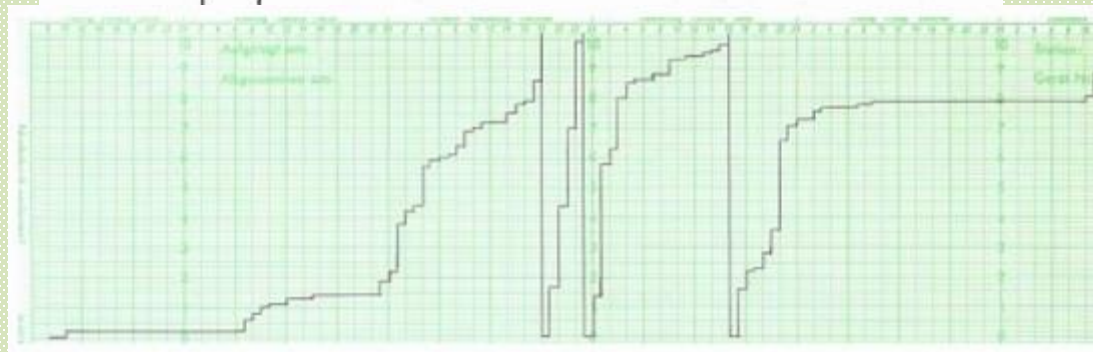
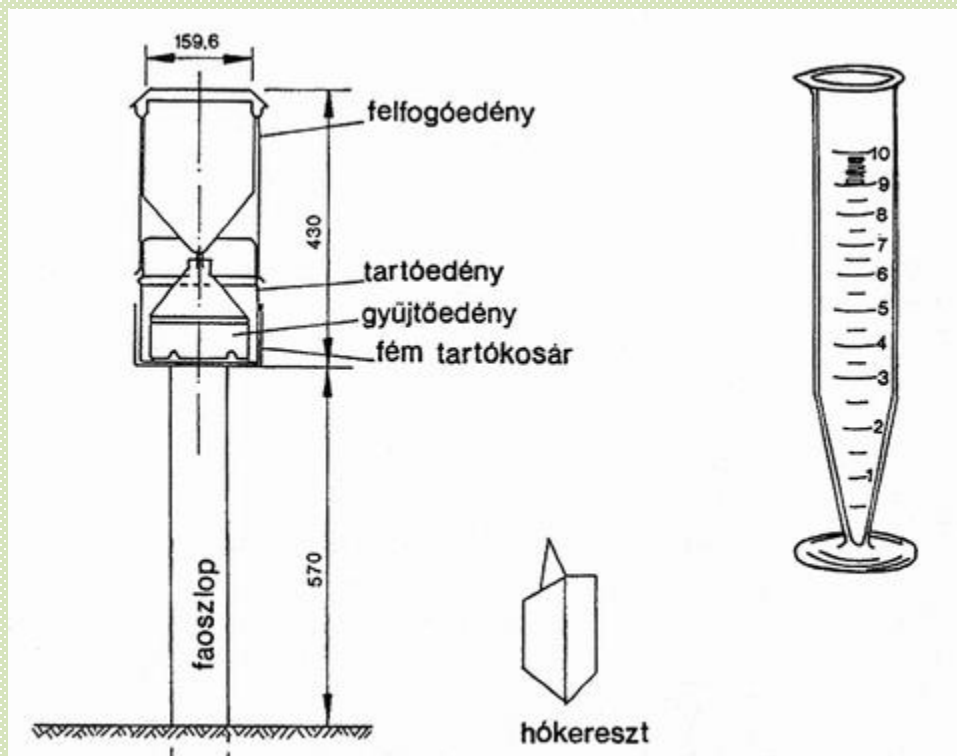
Csapadékmérés

- A csapadékmérés során fel kell jegyezni a csapadék hullás kezdetét és végét.
- Az éghajlati feldolgozásokban egy csapadéknapi 7 órától 7 óráig tart, tehát eltér az órában kifejezett napkezdet és-vég idejétől (0-24 óra). Amennyiben idő szerinti részletes mérésre nincs lehetőség, úgy naponta egy alkalommal, 7 órakor kell a mérést elvégezni. Az így kapott mérési eredmény a napi csapadékösszeg, amit az előző nap összegének kell tekinteni.
- Amikor a lehullott csapadék rendkívül csekély – nem éri el a 0,1 mm-t – nyomcsapadéknak nevezzük
- A csapadék mérésére szolgáló eszközöket összefoglalóan **ombrométernek** nevezzük, működési elvük, szerkezeti felépítésük ma már igen sokféle. A csapadékmérést célszerű vizuális megfigyelésekkel kiegészíteni, hasznos tájékoztatásul szolgálhat a csapadék formáinak feljegyzése (köd, szitálás, jeges eső, ónos eső, zivatar).

A Hellmann-féle csapadékmérő

- A Hellmann-rendszerű csapadékmérő a legelterjedtebb
- amely három részből áll: felfogó-, gyűjtő-, és tartóedényből. A felfogó edény felső peremét háromszög keresztmetszetű fémgűrű alkotja, amelynek a felső él által bezárt területe $1/50 \text{ m}^2$, vagyis 200 cm^2 , átmérője $159,6 \text{ cm}$. A felfogó edény kettős falú alumíniumhenger, amely bizonyos mértékig a túlzott felmelegedés párolgást fokozó hatását küszöböli ki. A felfogó edény alul tölcészerűen összeszűkül, és ezen keresztül a felfogott vízmennyiség a gyűjtőedénybe jut. A csapadékmérőt egy oszlopon úgy kell elhelyezni, hogy a felfogó edény felső pereme a talaj felszíne felett 1 m magasságban, vízszintesen helyezkedjék el.
- Télen a felfogó edényben ún. hókeresztet kell elhelyezni, amelynek célja a káros szélhatás csökkentése, ugyanis a nagy sebességű szél a felfogó edényben örvényeket kelt, és az örvények kiemelik az edénybe behullott havat.
- A csapadékmennyiséget úgy állapítjuk meg, hogy a gyűjtőhengerben lévő vizet mérőhengerbe áttöltjük és a $0,1 \text{ mm}$ -es osztás alapján leolvassuk a vízoszlop magasságát. (leolvasás mindig szem magasságban történik)
- Télen, hócsapadék esetén az egész csapadékmérőt leemeljük, és szobahőmérsékleten kiolvasztjuk. Majd ezt követően mérjük meg a vízoszlop magasságát.

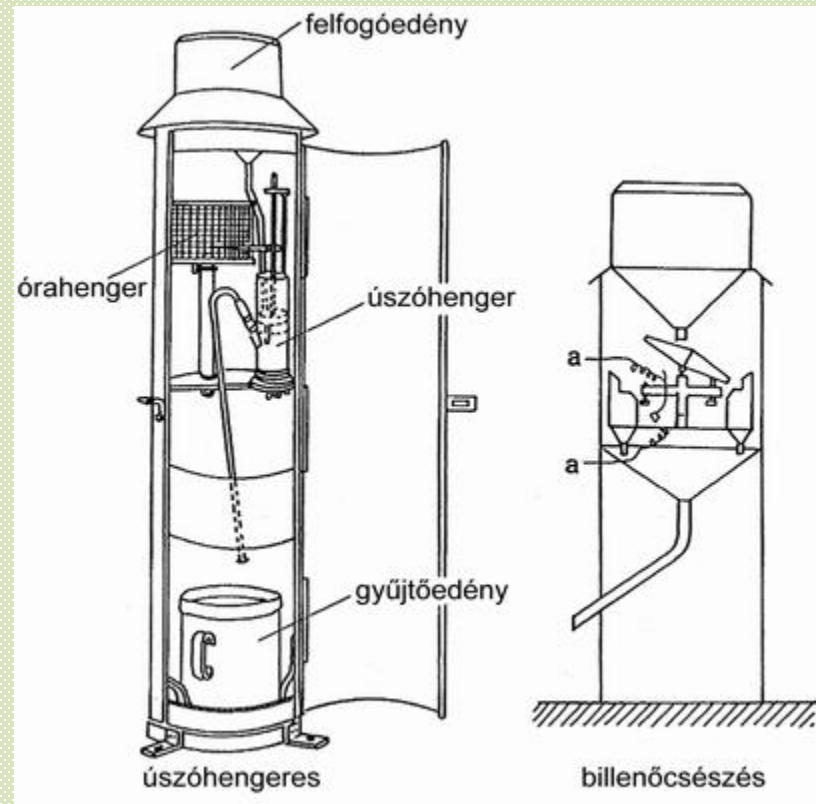
Csapadékmérés



Csapadékírók

- **A Hellmann-féle csapadékíró: ombrográf**
- Amennyiben a csapadék mennyiségének megállapítása mellett a csapadékhullás pontos tartamát és intenzitását is meg kívánjuk ismerni, csapadékírók, **ombrográfok** használata válik szükségessé.
- Hazánkban kétféle változat terjedt el az úszóhengeres és a billenőcsészés csapadékíró.
- Mindkét említett csapadékíró a már ismertetett fő részekből áll, csupán a mérési eredmény regisztrálásában térnek el egymástól. Az első esetében a felfogott vízmennyiség csővezetéken át az ún. úszóhengerbe jut. A hengerben az úszószelencét a vízoszlop növekedése emeli, s az úszószelencéhez csatlakoztatott regisztrálókar az órahengeren rögzített milliméteres beosztású papírszalagra jelöli a vízoszlop magasságát. A maximális magasság 10 mm, amennyiben a csapadék ennél nagyobb, a hengerben lévő vizet egy szivornya kiüríti, és a mérés újból a nulláról indulva folyik tovább. Amikor a hőmérséklet fagypont alatt van, az elektronikus szabályozás az egész rendszert +3 °C körül tartja, így a hó felolvasztása nem jelent külön feladatot.
- A billenőcsészés csapadékmérő pontosabb eredményt ad, és elektronikus kijelzésre is alkalmas. A felfogóedényből a csapadékvíz kétszeres billenőcsészébe folyik, amely átbillenve kiürül, miközben a másik csésze töltődik fel. Egy-egy feltöltés meghatározott mennyiségű – kb. 0.1 mm – csapadékot igényel, így a billenések száma alapján a hullott csapadék pontosan megállapítható. A készülék télen szintén fűthető.

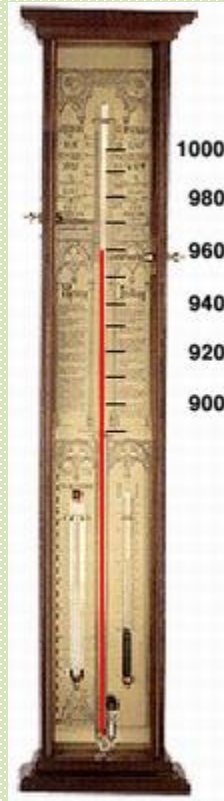
Ombrográf – úszóhengeres és billenőcsészés elvi működése



IV. A légnyomás mérése

- **A légnyomás mérése**
- A légnyomás ismerte számos feladat elvégzéséhez elengedhetetlenül szükséges. A légnyomás folyamatos időjárási elem, értéke és változása különböző légnyomásmérőkkel, az ún. barométerekkel határozható meg.
A barométereknek különböző típusai terjedtek el ezek közül a két legfontosabb:
 - a higanyos barométer,
 - az aneroid barométer.
- **A higanyos barométerek** alapleolvasásakor a légnyomást mmHg-ben határozzuk meg, noha ezen nyomásegység használata ma már nem megengedett. Az átszámításhoz az alábbi összefüggést alkalmazzuk:
 $1 \text{ mmHg} = 133,322 \text{ Pa} = 1,332 \text{ mbar}$

Higanyos barométer



Folyadékbarométer



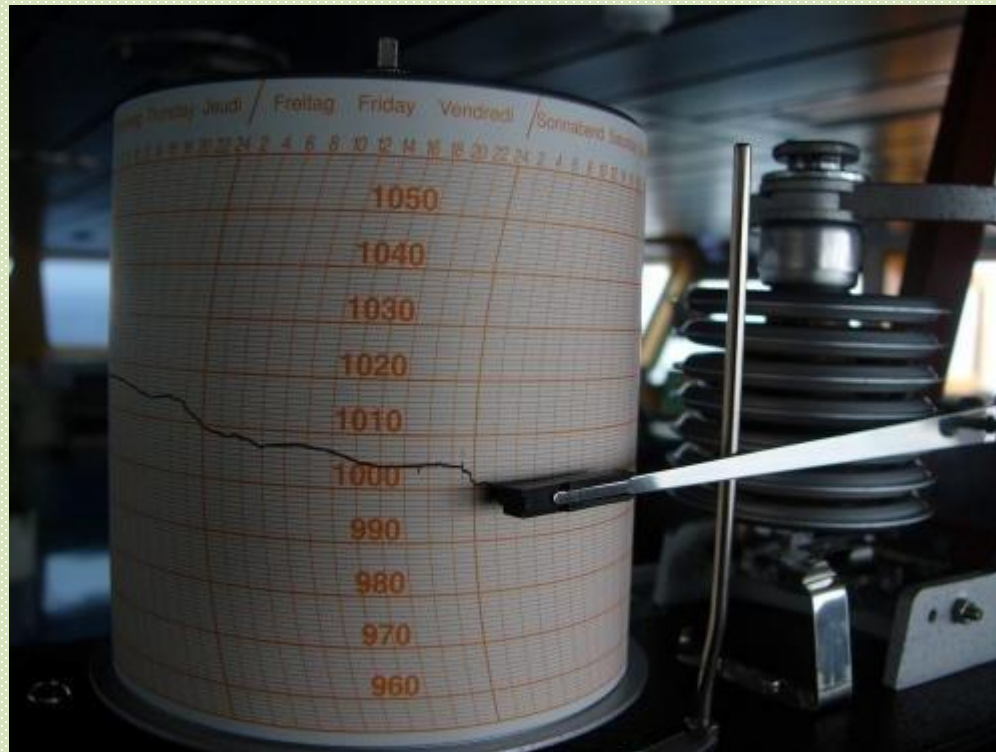
Aneroid barométerek

- Az aneroid barométerek a légnyomáskülönbség által keltett alakdeformáció szerint működnek. Az aneroid barométer nyomásérzékelője egy vagy több ún. Vidi-féle szelence. A szelence kör alakú, felülete hullámos, s a belsejében légritkított tér van. A növekvő nyomás összenyomja a szelencét, csökkenés esetén pedig egy rugórendszer - feszítő ék- kitágítja. Az aneroid barométerek légnyomásíróként is működtethetők több doboz összeépítésével és regisztráló áttétthez való kapcsolással.
- Az aneroidok elsősorban a nyomásváltozás irányának meghatározására alkalmasak, a légnyomás pontos megállapítása csak higanyos barométer egyidejű használatával lehetséges. Az aneroidos légnyomásmérőket íróműszerként szokás alkalmazni, ezek az ún. barográfok. A barográf óramű által forgatott hengeren elhelyezett papírszalagon, írókar segítségével rögzíti a nyomás változását.

Aneroid barométer



Barográf



Meteográf



Szél mérése

- **A szél eredete a különböző területek eltérő légnyomásából adódik.**
- **A szél mérése**
- A levegő mozgása vektoriális mérőszámmal jellemezhető, amelynek iránya és nagysága van. A szélirány elvileg x, y, z koordinátarendszerben értelmezhető, de a mindennapos gyakorlatban a horizontális szélirány kifejezésre szorítkozunk.
- A szélirány megjelölésére 8 főirányt használunk, ezek megegyeznek az égtájak angol nevének rövidítésével. A szélirány pontosabb megjelölésére a $0-360^\circ$ -os, jobb forgású koordináta-rendszert alkalmazzák. A szélirány azt fejezi ki, amerről a szél fúj.
- A szélesebbség kifejezésére különböző fogalmak használatosak: a legrégebbi és legelterjedtebb a Beaufort-skála. E skála tapasztalati egységek rendszere, amelynek fokozatai vizuális módon állapíthatók meg. A skála 12 sebességintervallumot ölel fel. Egzakt szélesebbégi fogalom az átlagos sebesség, amely tetszőlegesen kiválasztott t -re vonatkozik. A szélút egy képzeletbeli pontnak a széliránnyal ellentétes irányban megtett úthossza, t időtartam alatt.

A Wild-féle nyomólapos szélzászló

- A szél irányának és sebességének meghatározására régóta használt eszköz a Wild-féle nyomólapos szélzászló, amely mechanikus úton jelzi az említett tulajdonságokat. A szélzászló két részből áll:
- irányító,
- nyomólapos sebességmérő.
- Az irányjelző a függőleges tengelyen fordul elő, egy terelőlap két oldalán ható szélnyomás hatására; a tengely terelőlappal van ellátva, minden esetben a széliránnyal ellentétesen, míg a másik tengelyvég a szél irányát mutatja.
- A sebesség megállapítására a széliránnyal merőlegesen elhelyezett, meghatározott méretű (150 x 300 mm) és tömegű (200 g), szabadon lengő fémlap szolgál. A felfüggesztett lap a szélesebségtől függő szélnyomás hatására kilendül. A kilendülés mértéke az alatta elhelyezett, körívesen jelzett, 7 fokozatú skáláról olvasható le. A Wild-féle szélirány- és sebességmérő csak közelítő pontosságú mérésekre alkalmas



A kézi kanalas szélmérő

- Az átlagos sebesség meghatározására az $1 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ sebesség feletti tartományban a rotációs szélesebbességmérők használata terjedt el. Ezek leggyakrabban használt formája a kanalas sebességmérő.
- A szabadon forgó, függőleges tengelyen rendszerint háromágú keresztben, aerodinamikailag tervezett, félgömb alakú kanalak helyezkednek el. A szélesebbeségtől függően a szélnyomás a kanalakat, ill. a tengelyt forgásba hozza. A forgó tengelyről különböző jelek – elektromos kontaktus, fényjel, feszültség – vehetők le, amelyek időtengelyen regisztrálhatók. Az átlagos sebesség a jelsűrűség és az időintervallum alapján kiszámítható.
- Az agrometeorológiai mérések során csaknem kizárólag a rotációs szélesebbességmérők használata terjedt el. A rotációs szélesebbességmérőket használatba vétel előtt szélcsatornában kalibrálni kell.

A kézi kanalas szélmérő



A szélíró

- A szélíró olyan műszer, amely alkalmas a szél sebességének és irányának folyamatos regisztrálására. A mai technikai színvonal mellett ez történhet bármilyen adathordozón, hiszen az automata meteorológiai állomások képesek az adatokat továbbítani bármely távoli munkaállomásra.

Wild-féle szélzászló - Szélirány mérése



A napfénytartam mérése

- Napfénytartam-mérő: a napfénytartam mérésére szolgáló műszer
- A meteorológiai sugárzást az alábbi műszerekkel mérhetjük:
- Pirheliométer, mely a direkt sugárzást méri - A pirheliométer abszolút műszer, hitelesítésre használják.
- Piranométer összes rövidhullámú sugárzást méri
- Pirgeométer az összes hosszuhullámú sugárzást méri - Csak éjszakai mérésre alkalmas szélcsendes időben.
- Pirradiométer a rövid és hosszuhullámú sugárzást együttesen méri - A műszer szerkezete azonos a piranométerével, csak üvegbúra helyett lupolen (színtelen műanyag fóliához hasonló anyag) burát alkalmazunk. Ez 0,3 és 60 μm között egyenletesen engedi át a sugárzást.

Piranométer

- A piranométer a rövidhullámú sugárzás mérésére szolgáló műszer. A műszeren egy üvegbúra található, ami befókuszálja a sugarakat az érzékelőre, egyben védi az érzékelőt a szennyeződésektől, nedvességtől. Az üveg ráadásul azzal a tulajdonsággal is rendelkezik, hogy kiszűri a $4\ \mu\text{m}$ -nél nagyobb hullámhosszúságú sugarakat. Ezáltal az érzékelőre csak a rövidhullámú sugárzás jut.

A meteorológiai mérések során leggyakrabban alkalmazott termoelektromos piranométerben a sugárzás hatására hőmérsékletkülönbség alakul ki a műszertest, az érzékelő lemez és az üvegbúra között. Elektromos áram indul meg, melynek intenzitása szoros kapcsolatban van a sugárzás intenzitásával.

A meteorológiai állomásokon vízszintes helyzetben, a felszín felett általában 2 m-es magasságban helyezik el úgy, hogy az érzékelőt ne érje árnyék.

Piranométer



Legelterjebbb napfénytartam mérő

- Sugárzásegyenleg-mérő: a teljes sugárzási egyenleg mérésére alkalmas műszer a **Campbell-Stokes-féle napfénytartam mérő**.
- Ez egy 96 mm átmérőjű, 1,52 törésmutatójú, finoman csiszolt üveggömb a gyűjtőlencse, ami a Nap sugarait összefókuszálva kiégeti a gömb mögé helyezett papírszalagot. A napfénytartam mérő dél felé néz, földrajzi szélesség szerint megdöntve.
- A napfénytartam szalagról leolvasható a napsütés ténye, valamint a napsütés hossza is. A műszert óránként kel leolvasni, megállapíthatjuk, hogy hány tized órát süt a Nap.

Campbell-Stokes-féle napfénytartammérő.

