

Meritve mikroklimе

Meritve mikroklimе

Študijsko gradivo za vaje

1. UVOD

Z mikroklimo označujemo **toplotne razmere v delovnem okolju**. Za oceno toplotnih razmer je potrebno poznati sledeče količine:

- temperaturo zraka,
- relativno vlažnost zraka,
- hitrost gibanja zraka in
- toplotno sevanje.

Toplotne razmere, ki znatno odstopajo od toplotnega udobja, so lahko škodljive zdravju ali usodne za delavca.

S skrbjo za primerne toplotne razmere v delovnem okolju želimo doseči, da se delavec prijetno počuti.

Toplotne razmere moramo upoštevati z več vidikov:

- predpisov,
- počutja,
- produktivnosti,
- nevarnosti za zdravstvene okvare ali nesreče,
- splošnega gospodarjenja delovne organizacije,
- zmožnosti za opravljanje določenih nalog idr.

Občutek toplote je odvisen od:

- fizikalnih parametrov v delovnem okolju,
- teže dela (stopnje metabolizma),
- obleke in
- individualnih posebnosti delavca.

2. ZRAK

Življenjski prostor kopenskih živih bitij je zrak. Gre za mešanico plinov, ki obdajajo zemeljsko oblo kot nek plašč, in jo imenujemo atmosfera. Glede na spreminjanje temperature z naraščajočo višino atmosfero delimo na:

- troposfero
- stratosfero
- mezosfero
- termosfero

Troposfera je najnižja plast, sega do 10 km in temperatura pada 6,5 K/km višine. Za živa bitja je pomembna še stratosfera, ker je na višini 25 - 30 km ozonska plast, ki varuje življenje na zemlji.

Zrak je sestavljen iz 78.09% N₂, 20.94% O₂, 0.94% Ar, 0.03% CO₂, 10⁻⁶ ozona. V sledovih pa najdemo neon, helij, kripton, ksenon, vodik

Vemo, da se na zemeljski obli v odvisnosti od zemljepisne širine spreminja tudi podnebje (polarni, zmerni, tropski podnebni pas).

Slovenija spada med države z zmernim podnebnim pasom in je ena redkih držav, ki ima na relativno majhni površini mediteransko, alpsko in celinsko podnebje. Samo podnebje pa kroji več klimatskih faktorjev.



Za živa bitja so pomembni naslednji klimatski faktorji

- temperatura
- vlaga
- gibanje zraka
- svetloba
- radiacija
- zračni pritisk

3. TEMPERATURA

S temperaturo so povezani občutki, kot so mrzlo, hladno, toplo, vroče. Vendar so naši občutki "precej relativna stvar" saj so odvisni od našega počutja, gibanja zraka, vlažnosti Zato moramo uporabiti priprave, ki neodvisno od ostalih vplivov določijo vrednosti temperature, ki jih imenujemo termometri.

Temperatura je ena izmed osnovnih termodinamičnih spremenljivk, ki določa stanje teles in jo merimo s termometrom.

Vpeljemo jo lahko kot količino, katera je sorazmerna:

- prostornini razredčenega plina pri konstantnem tlaku
- s povprečno kinetično energijo molekule v razredčenem plinu.

Enota za temperaturo je **kelvin** (K). Kelvin je določen s predpisom, da je temperatura trojnega stanja vode (v ravnovesju so led, kapljevinska voda in vodna para) 273,15° K.

V vsakdanjem življenju uporabljamo Celzijevo temperaturno skalo, ki ima ničlo pri tališču ledu in 100°C pri vrelišču vode.

Poznamo pa še nekaj temperaturnih skal (slika).

ENOTA	OZNAKA	°C	°R	°F	°K
Celzij	t°C	t	0,8 · t	1,8 t + 32	1 + 273
Reumir	t°Re	1,25 · t	t	1,25 t + 32	1,25 t + 273
Fahrenheit	t°F	$\frac{5(t - 32)}{9}$	$\frac{4(t - 32)}{9}$	1	$\frac{5(t - 32)}{9} + 273$
Absolutna temperatura po Kelvinu	t°K	T - 273	(T - 273) · 0,8	(T - 273) · 1,8 + 32	1

Pretvorjanje temperaturnih skal (osnova za preračunavanja)

Kakšne termometre poznamo?

Osnovni način delovanja termometrov izkorišča pojav raztezanja oz. krčenja snovi. Drugače deluje uporovni (digitalni) termometer, ki izkorišča spremembo upornosti v električnem krogu. Kot upor je lahko element (npr. platinaste), ki spreminja upornost glede na temperaturo.

V široki uporabi najbolj pogosto srečamo sledeče tipe termometrov:

- plinski termometer (laboratoriji, hitra in najnatančnejša odčitavanja)
- tekočinski termometer (vsakdanja raba)
- kovinski termometer (vsakdanja raba, počasna odčitavanja)
- uporovni termometer (vsakdanja raba, digitalno odčitavanje)

1.1. Tekočinski termometri

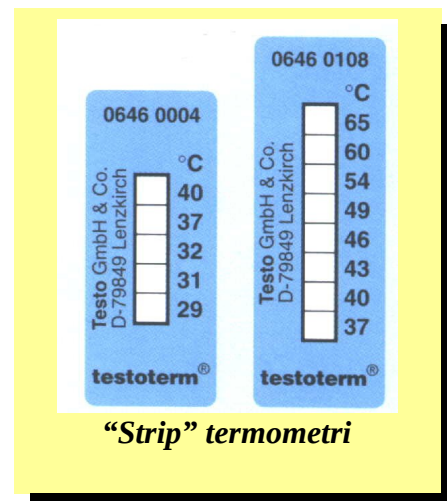
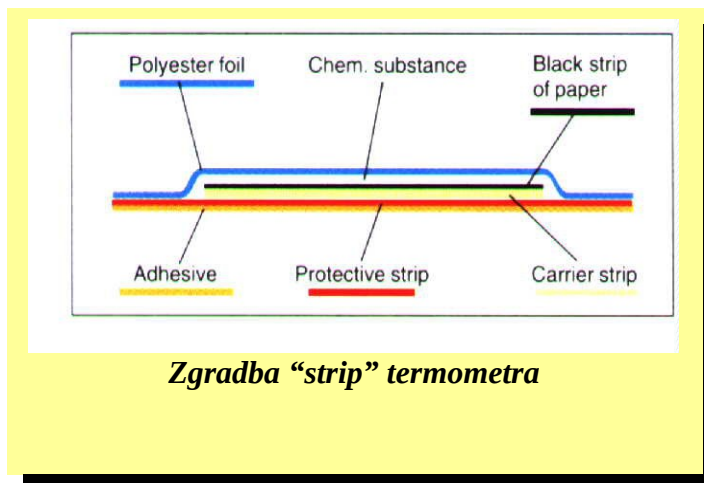
Tekočinske termometre delimo na :

1. alkoholne
2. živosrebrne

Tekočinski termometri delujejo na principu krčenja oz. raztezanja tekočine. Tekočina je lahko alkohol ali živo srebro.

1.2. »Strip« termometri

»Strip« termometri so neke vrste kontaktni termometri, ki jih lahko prilepimo na površino. Zaradi kemične snovi, ki je v notranji zgradbi takšnega termometra pride do barvne spremembe preko katere lahko odčitamo temperaturo površine. Uporabljamo jih za merjenje telesne temperature.



1.3. Kovinski termometer

Kovinski termometri imajo aktivni del sestavljen iz dveh kovin, ki sta natančno zvarjeni (bimetal). Ob spremembi temperature pride do napetosti med njima in s tem do deformacije v obliki odklona, kar izkoriščamo pri merjenju temperature. Da bi takšne spremembe opazili, so na bimetal namestili vzvod, s pomočjo katerega zaznamo najmanjše odklone in s tem spremembe temperature. Uporabljamo jih pri navadnih termometrih, termografih

Digitalni termometer

Digitalni termometer je sestavljen iz tipala ali sonde in dela za odčitavanje podatkov.

V vseh digitalnih napravah teče nek električni tok. Ta prihaja iz vira napajanja (baterije). Senzor ob spremembi stanja (v našem primeru temperature), spremeni upornost in s tem se spremeni električni tok, ki ga zazna ampermeter. Vrednost toka poskaliramo v temperaturo.

Poznamo več izvedb digitalnih termometrov, ki lahko imajo:

- stalno sondo
- zamenljivo sondo (*kontaktni termometer*)

1.4. Plinski termometer

Plinski termometri se uporabljajo za dela v laboratorijih. So zapleteno zgrajeni, in nam dajejo hitre in natančne podatke (odčitavanje na 10^{-2} , 10^{-3} natančno). Vsebina takega termometra je plin.

1.5. Termografi

Popolnejšo sliko o gibanju temperature nam prikažejo celodnevni (24 urni) zapisi. Tako napravo imenujemo termograf.

Delovanje

Merilni del termografa je bimetalni trak, ki s svojim krčenjem in raztezanjem premika pisalo, ki je povezano z njim, le to pa riše krivuljo na papir na valju, ki se enakomerno vrti. Papir ima narisano temperaturno mrežo, ki nam omogoči odčitavanje temperature. Valj se lahko vrti na urni mehanizem (navijanje), lahko pa ga poganja elektro motorček na baterijo.

Termograf je lahko kombiniran s higrografom (termohigrograf).

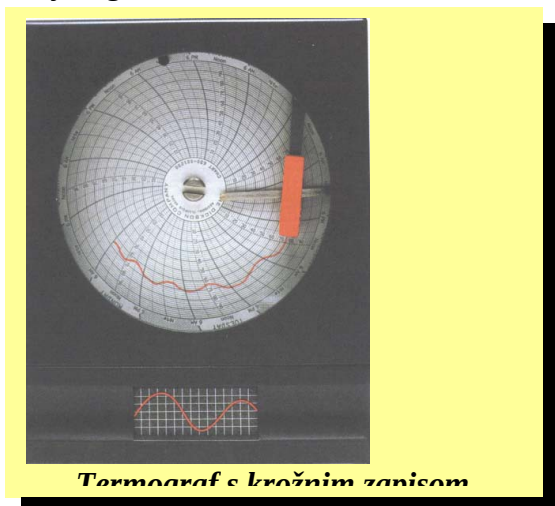
V današnjem času poznamo digitalne termografe, ki lahko merijo temperaturo do 500 dni in so energetske neodvisni, saj jih poganja litijeva baterija, podatke pa lahko z ustreznim računalniškim programom prenesemo na osebni računalnik. S pomočjo računalniškega programa lahko odčitamo posamezne časovne temperaturne intervale. Tako se nam ne izgubljajo podatki o trenutnih temperaturnih vrednostih. Termograf je primeren predvsem za eksperimentalne analize, kontrola prevoza zamrznjenega mesa... .



Termohigrograf



Termoaraf z



Termograf s krožnim zapisom

4. VLAŽNOST ZRAKA

Poleg plinske sestave zraka (78% N, 21% O₂, 0,03% CO₂ in ostali plini), je v sestavi zraka za mikroklimo pomembna tudi vlaga.

Vlaga je primes vodne pare v zraku. Vlažnost zraka lahko opišemo z različnimi definicijami.

Absolutna vlažnost:

je delna gostota vodne pare v zraku. Gre za količino, ki je določena kot kvocient mase vodne pare v zraku in prostornine zraka. Merimo jo v g/m³.

Nasičena vlažnost:

je največja možna vlažnost pri določeni temperaturi. Merimo jo v g/m³.

Relativna vlažnost:

je količina, ki je določena kot kvocient absolutne vlažnosti in nasičene vlažnosti. Relativno vlažnost izrazimo v %.

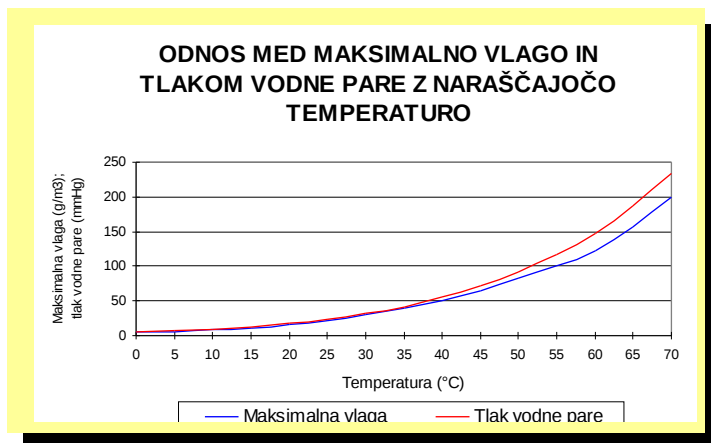
Rosišče ali točka rosišča:

je temperatura, pri kateri se vodna para utekočinja in se izločajo kapljice vode (megla, slana). Z absolutno vlažnostjo izrazimo, koliko vlage v gramih je v enem m³ zraka pri določeni temperaturi. Nasičena vlažnost nam pove, koliko največ vlage v gramih lahko sprejme en m³ zraka pri določeni temperaturi. Relativna vlažnost pa nam pove razmerje (%) med absolutno vlago in nasičeno vlago oziroma koliko vlage v % trenutno je v zraku, glede na to koliko bi je lahko bilo pri dani temperaturi.

Vidimo, da so pojmi o vlažnosti zelo povezani s temperaturo.

Pri definicijah pa smo omenili tudi rosišče ali točko rosišča. To je tista temperatura, pri kateri se vlaga v plinastem stanju utekočini. Takšne pojave najpogosteje opazimo v naravi v jutranjih urah, ko temperatura med nočjo pade, in se na travi pojavi rosa ali slana; v spodnjih plasteh zraka megla, v visokih zračnih plasteh pa oblaki.

Po definiciji o relativni vlagi, je le ta lahko največ 100%.



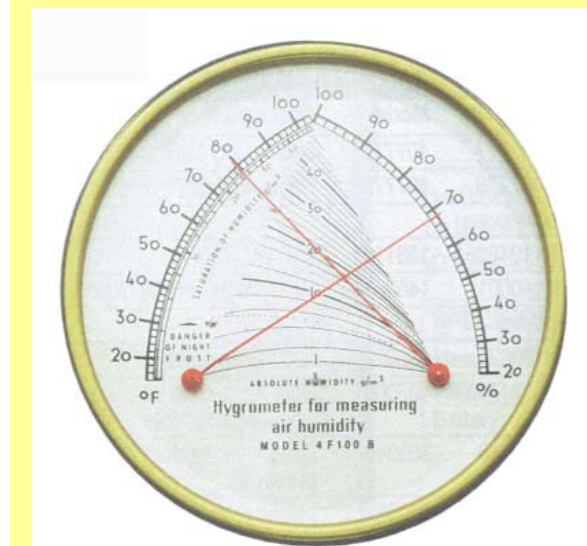
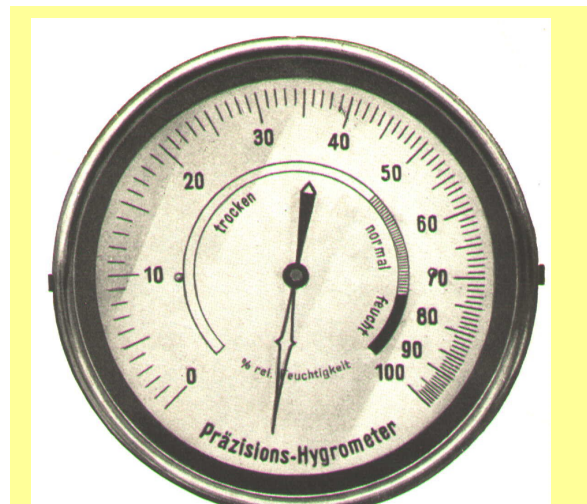
1.6. Psihrometer

To je naprava za merjenje vlage, ki pa deluje na principu razlike v temperaturi dveh termometrov. Eden od termometrov ima ovito gobico oz. krpico, ki jo navlažimo z destilirano vodo. Okrog obeh termometrov moramo ustvariti gibanje zraka (ali oba termometra vrtimo – rotacijski higrometer; ali imamo ventilator na vrhu termometrov in s tem ustvarimo podtlak, s čemer dosežemo gibanje zraka). Po določenem času odčitamo razliko temperatur in v tabelah odčitamo vlažnost zraka. Psihrometri so naprave, ki so zelo zanesljivi pri odčitavanju vlažnosti. Zato jih uporabljamo pri umerjanju lasnih in uporovnih higrometrov.

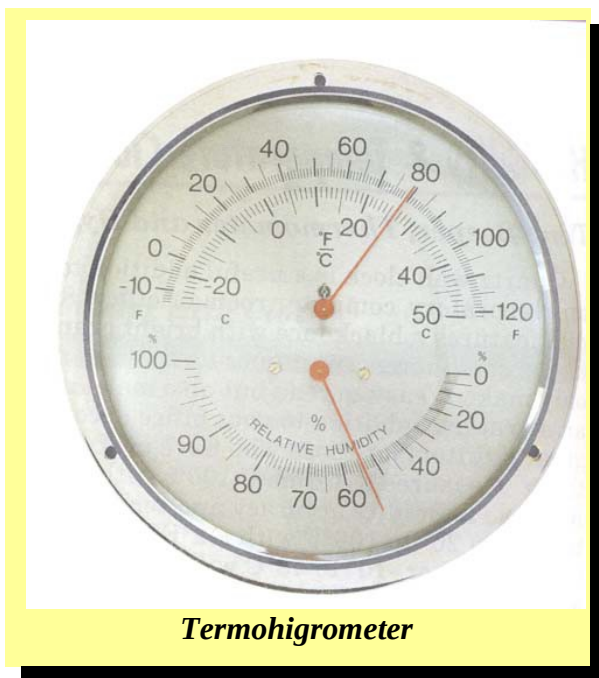
1.7. Lasni higrometer

Lasni higrometer, ki deluje na principu raztezanja oz. krčenja lasu oz. sintetičnih vlaken (tudi živalska in rastlinska dlaka se podobno obnaša). S pomočjo vzvodov dosežemo večje odmike, ki jih lahko zaznamo na skali. So manj natančni kot psihometri, vendar enostavnejši za uporabo. Pogosteje jih je potrebno umerjati zaradi tega, ker se na vlaknih nabira prah in maščoba, ki spreminjata natančnost delovanja aparature.

Če pogledamo graf odnosa med maksimalno vlažnostjo in temperaturo vidimo, da do določene temperature z enako sorazmernostjo narašča absolutna vlažnost. Zato so konstruktorji higrografom dodali še termometre, s pomočjo katerih lahko odčitamo poleg relativne vlage še absolutno vlago, maksimalno vlago, točko rosišča.



Hygrometer



Termohygrometer

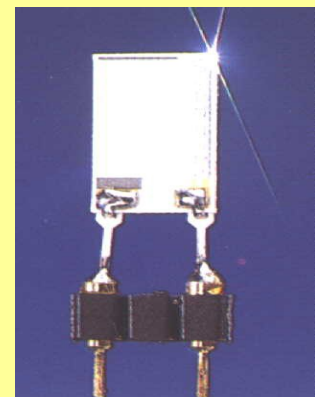
1.8. Digitalni ali uporovni higrometri

Poznamo pa tudi digitalne merilce vlage. S spremembo vlažnosti v zraku reagira uporovni element s spremembo upornosti, kar lahko zaznamo na digitalnem displeju.

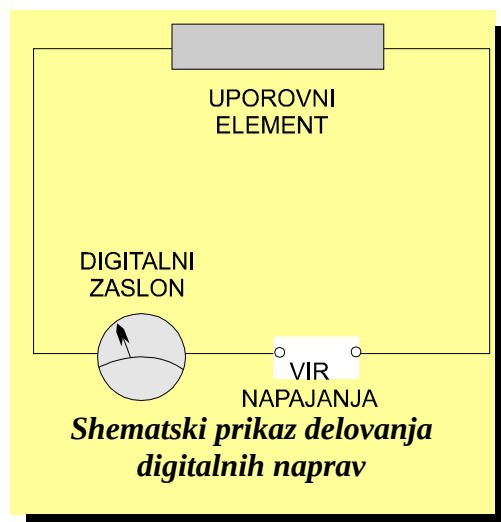
1.9. Ostali higrometri

Poznamo tudi higrometre na rosišče. Delujejo tako, da vlaga na hladnih predmetih kondenzira in se naberejo kapljice vode. Temperatura predmetov pove, pri kateri temperaturi bi postal zrak nasičeno vlažen. Iz tabel preberemo tlak nasičene pare pri temperaturi zraka in pri temperaturi oroselega predmeta in iz tega dobimo relativno vlažnost.

Infrardeči higrometer izkorišča odvisnost absorpcijskega koeficienta za infrardečo svetlobo od absolutne vlažnosti.

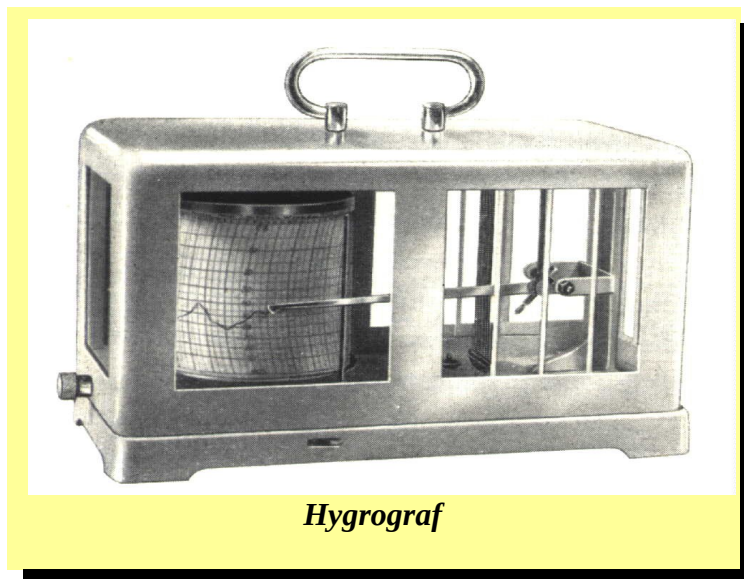


**Senzor za merjenje
vlažnosti pri
digitalnih**



1.10. Higrografi

Seveda vlažnost zraka ni nespremenljiva, zato bi morali meritve v nekaj periodah ponoviti. To nam olajšajo higrografi. Aktivni del deluje na osnovi krčenja oz. raztezanja las ali pa kot uporovni higrometer.



Hygrograf

5. GIBANJE ZRAKA

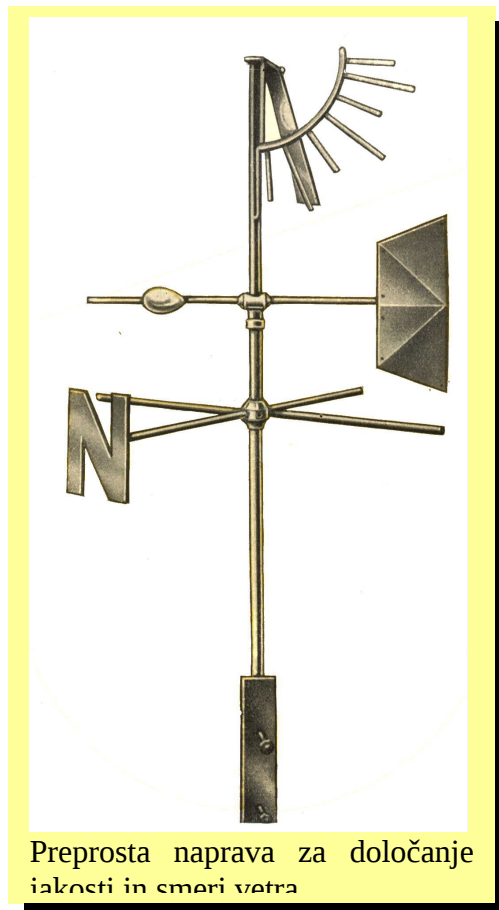
V naravi je zrak v neprestanem gibanju. Giblje se iz področja z višjim tlakom na področje z nižjim tlakom. Razlika v tlakih nastane s segrevanjem nekega področja, pri čemer se specifična teža zraka zniža (vzgonsko gibanje), in na to področje prodirajo zračne mase iz področja, kjer je specifična teža zraka večja. Za oceno gibanja zraka (vetra), obstaja možnost ocenjevanja - lestvica po Beaufourtu. Pomembna je tudi smer gibanja zraka. Tako lahko na nekem področju pravilno postavimo objekt (lega ventilatorjev, izpostavljanje stene vetrovom ...).

pomočjo ventilatorjev), pa deluje na principu nadtlaka ali podtlaka.

Vendar mora biti gibanje zraka v nekih mejah. Tako če piha veter pri temperaturi 22°C 0,5 ali 5,0 m/s, je po občutku precejšnja razlika. Ta občutek je povezan z oddajanjem toplote iz živalskega telesa. Preko tega določamo stopnjo ugodja živali.

Hitrost gibanja zraka merimo z merilnimi aparati oz. napravami, ki jih imenujemo anemometri.

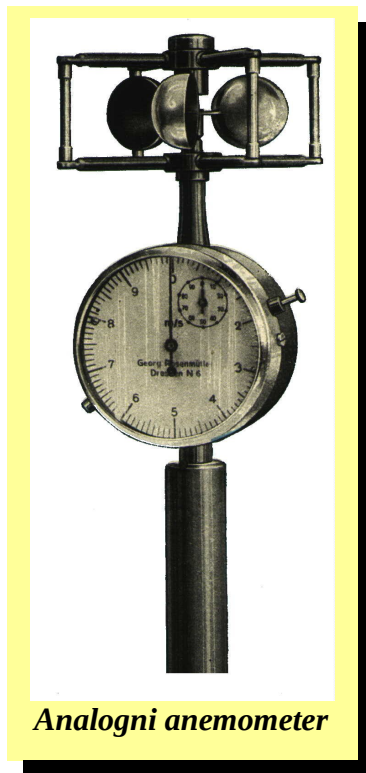
Anemometre lahko razdelimo na analogne in digitalne.



Preprosta naprava za določanje
iakoosti in smeri vetra

1.11. Analogni anemometer

Analogne anemometre uporabljamo pri merjenju gibanja zraka izven objektov. Zgrajen je iz gibljivega dela v obliki »skodelic«, ki se vrti okrog svoje osi. Drugi del je statičen, na katerem lahko odčitamo hitrost gibanja zraka.

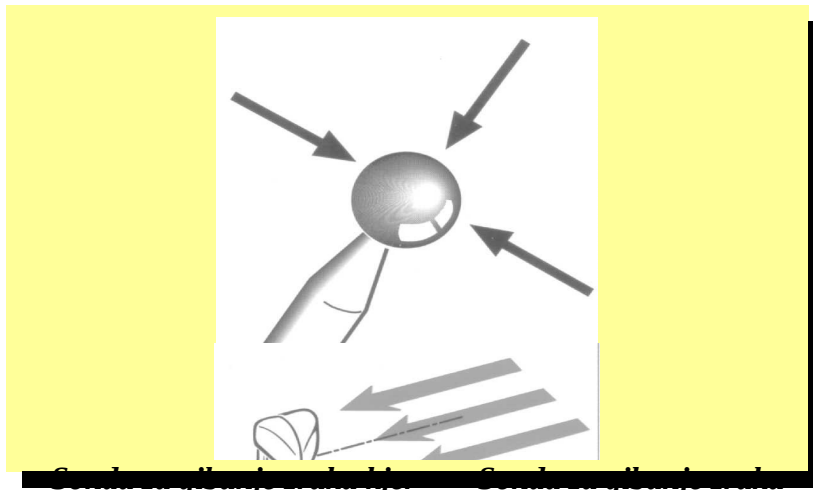


1.12. Digitalni anemometri

Digitalni anemometri delujejo na principu, kot ostale digitalne aparature. Poznamo pa več tipov senzorjev. Senzor na žarilno nitko, ki se ohlaja zaradi gibanja zraka in s tem spreminja upornost. Rotacijske sonde o sestavljene iz »propelerja«, ki se vrti. Pod njim je magnet. Zaradi vrtenja propelerja pride do spremembe magnetnega polja, kar zazna digitalna aparatura.

Pomembna je tudi smer gibanja zraka, zato moramo sonde usmerjati na os gibanja zraka. Obstajajo pa sonde (osnova na žarilno nitko), kjer pa ni potrebno paziti na smer gibanja zraka.





Anemometer s sondo na



Anemometer z vgrajeno rotacijsko

6. HRUP

Zvok je oblika longitudinalnega valovanja zraka, ki se lahko odbija, lomi, interferira in pri njem opazimo tudi Dopplerjev pojav. Hitrost zvoka je pri vlažnem zraku 340 m/s.

Izražamo ga v dB. Obstaja pa še enota fon.

Pri hrupu oz. zvoku je pomembna:

- **frekvenca**

Enota je Hz. Slušno polje človeka je 16 - 20.000 Hz. Valovanje z nižjo frekvenco je infrazvok, valovanje z višjo frekvenco pa je ultrazvok.

- **jakost zvoka**

Enota je W/m². Pove nam gostoto energijskega toka.

Da zaslišimo zvok višjih frekvenc, je potrebna nižja gostota energijskega toka, kot pa pri zvoku z nižjimi frekvencami.

Hrup sestavljajo zvočni viri različnih frekvenc in intenzivnosti.



Jakost hrupa pada s kvadratom razdalje. To pomeni, da če je izvor hrupa oddaljen 1m in je vrednost na fonometru 100 dB, bo vrednost na 10 m oddaljenosti od vira hrupa 80 dB, na 100 m pa 60 dB.

Pomembno pa je tudi, ali hrup traja neprekinjeno, ali prihaja v intervalih.

Kako merimo hrup?

Naprava za merjenje hrupa je fonometer. Sestavljena je iz mikrofona, ki pretvori zvočni signal v električnega. Ta signal se prikazuje na umerjeni skali s premikanjem kazalca. Izražamo ga v decibelih (dB)



7. SVETLOBA

Pod pojmom svetloba razumemo elektromagnetno valovanje, za katerega je občutljivo človeško oko. Hitrost potovanja svetlobe je 300.000 km/s. Poznamo še druga elektromagnetna valovanja.

Sončno sevanje kot vir svetlobe je sestavljeno iz naslednjih valovnih dolžin:

- 289 - 400 nm ultravijoličen spekter
- 400 - 780 nm vidni spekter
- 780 - 3000 nm in več infrardeč spekter

Vidni del svetlobe je sestavljen iz spektra naslednjih valovanj:

- vijolično 390 - 410 nm
- indigo 410 - 430 nm
- modra 430 - 500 nm
- zelena 500 - 560 nm
- rumeno - oranžna 560 - 600 nm
- rdeča 650 - 770 nm

Enote

- **svetlobni tok** ($Lm; W$)

Svetlobni tok je izsevana energija na časovno enoto pri 555 nm kjer je oko najboljčutljivejše. Svetlobni tok 1W v fizikalnem merilu ustreza 680 Lm fiziološkem merilu

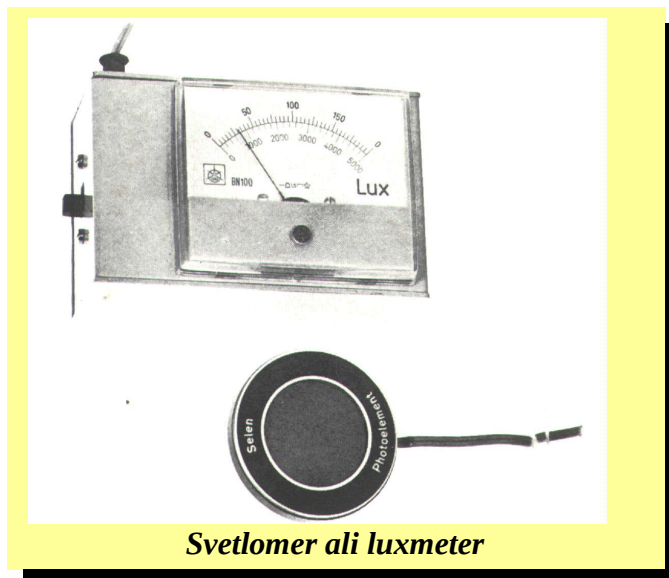
- **osvetljenost** ($Lm/m^2 = Lux; W/m^2$)

svetlobni tok na enoto površine pada s kvadratom razdalje

1.13. Merjenje jakosti svetlobe

Naprava za merjenje svetlobe je svetlometer ali luksmeter ali fotometer. Sestavljena je iz fotocelice, ki zaznava spremembo svetlobe.

Izmerimo jo tako, da izračunamo na vsakem merilnem mestu povprečje meritev s fotocelico šestih strani: zgoraj, spodaj, levo, desno, zgoraj, spodaj. Merimo v višini sredine telesa.



8. ZRAČNI TLAK

Zračni tlak na zemlji je odvisen od:

- absolutne nadmorske višine (za spremembo vsakih 10,5m nadmorske višine pade živosrebni stolpec za 1 mm)
- geografske širine
- temperature
- vlage zraka

Tlak ni parameter, ki bi bil stabilen, ampak se spreminja. Spreminjanja zračnega tlaka so lahko dnevna (ob stabilnem vremenu 1 mmHg) ali mesečna in letna 12 - 40 mmHg.

$$1 \text{ Torr} = 1 / 760 \text{ atm.} = 133 \text{ N/m}^2$$

$$1 \text{ Torr} = 1 \text{ mmHg}$$

$$750,1 \text{ mmHg} = 1000 \text{ mb}$$

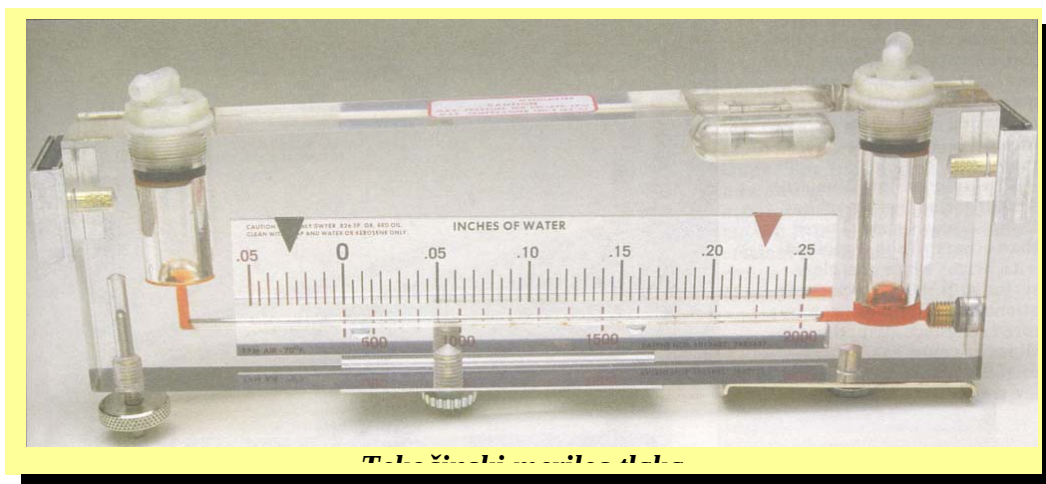
$$1 \text{ mmHg} = 1.33 \text{ milibar} = 0,1333 \text{ kPa}$$

Merjenje zračnega tlaka

- aneroidni barometer
- digitalni barometri
- barograf

Glavni del barometrov je komora, v kateri je vakuum. Bat, ki je na sredini komore je občutljiv na najmanjše spremembe tlaka. Ti premiki se prenesejo preko sistema ročic na kazalec, kjer odčitamo vrednost zračnega tlaka. Ker je znižan zračni tlak v ozki povezavi s padavinami, lahko lokalno napovemo vreme.

Enote:



Pri vaji meritev mikroklimе bomo uporabili sodoben merilnik Poly 6401, ki je sestavljen iz sledečih enot in pribora:

- adapter za sondo
- univerzalna mikroklimatska sonda
- sonda za osvetljenost tip B
- adapter za stativ
- torba
- PC SW SensorLink z RS 232 kablom
- polnilec in 6 NiMH akumulatorskih baterij AA
- navodilo za uporabo
- potrdilo o ustreznosti
- merilni list, garancijski list
- ISO-certifikat o kalibraciji kompletnega sistema

Merilne funkcije: temperatura zraka, izračun hitrosti pretoka zraka / multipoint / masnega pretoka, relativna vlažnost / temperatura rosišča in osvetljenost

