

# Kipp & Zonen honlap - Tudástár témák fordítása \_”Főoldal”<sup>1</sup>

## Alapvető elméleti információk

A holland Kipp & Zonen műszergyártó cég vezető szerepet játszik a napsugárzás és a légkör egyes tulajdonságai mérésének területén. Több évtizedes tapasztalat testesül meg a termékek minőségében és a vásárlók hatékony támogatásában. A cég támogat egyes kutatóhelyeket, munkatársai rendszeres kapcsolatban vannak a Meteorológiai Világszervezettel (WMO) és más nemzetközi tudományos intézetekkel és kutatócsoportokkal. Ez a tudományos háttér biztosítja a műszerek magas színvonalát, az igényes kutatói környezetben jelentkező igények visszacsatolását az eszközök fejlesztésébe és a gyártásba.

A hatalmas tudásanyag alapvető része nem (vagy ritkán) változik, ezért az alapvető tájékozódás („milyen alkalmazásokra és mely paraméterek mérésére gyárt a Kipp & Zonen műszereket?”) szempontjából érdemes átolvasni az általunk összeállított „tudásbázist”.

<b>A Nap, az Atmoszféra és a Föld (bevezetés) .....</b>	<b>2</b>
<b>A Nap sugárzása.....</b>	<b>6</b>
<b>Meteorológiai mennyiségek, mérések.....</b>	<b>9</b>
<b>Az ibolyántúli sugárzás erőssége (az UV index).....</b>	<b>13</b>

---

<sup>1</sup> További információ: <http://www.kippzonen.com/Knowledge-Center/Theoretical-info>

## Kipp & Zonen honlap - Tudástár témák fordítása \_1

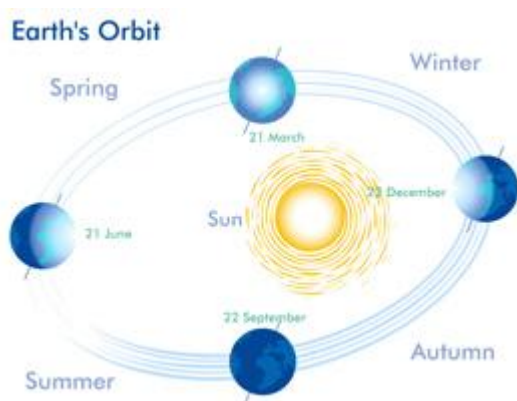
### A Nap, az Atmoszféra és a Föld (bevezetés)<sup>2</sup>

A Nap a Naprendszer gravitációs középpontja, és egyben a Föld energiaforrása. Közvetlenül, vagy közvetve, a Nap által sugárzott energiának köszönhetjük, hogy van Élet a földön.

A Nap által kisugárzott teljesítmény  $3,72 \times 10^{20}$  MW, mely az égitest felszínén  $63 \text{ MW/m}^2$  kisugárzási teljesítménynek felel meg. A Nap - Föld távolság átlagára számolva ebből a sugárzásból a légkör legfelső rétegeit  $1367 \text{ W/m}^2$  sugárzási teljesítmény éri el, sugárzásra merőleges felületet feltételezve. Ezt az értéket nevezzük Napállandónak (Solar Constant).

A Nap legkülső, viszonylag vékony, mintegy 400 km-es rétegét hívják Fotoszférának, melynek hőmérséklete körülbelül 5770 Kelvin. Ez a réteg – mint neve is mutatja – bocsátja ki azt a sugárzási spektrumot, melyet „fénynek” nevezünk.

A Nap és a Föld átlagtávolsága kb. 150 millió km. A pályán a napközeli pontot (147 millió km) a Föld január elején éri el, majd július 4-én halad át a legtávolabbi ponton (152 millió km). Ez a távolság különbség 7 % teljesítmény különbséget jelent, azaz ennyivel erősebb a Föld légkörét elérő sugárzás január elején. Ez a különbség azonban alig hat az évszakok hőmérsékletére.



### A Föld légköre, az Atmoszféra

A Föld 70-80 km vastagságú, 78 % nitrogént és 21 % oxigént tartalmazó légköre jelentősen befolyásolja a felszínre érő napsugárzás erősségét. Mert ugyan csak 1 % a fennmaradó rész, mely vízgőzből és kb. egy tucatnyi különböző gázból tevődik össze, de pontosan ezen gázok egyike-másika (metán, széndioxid) okozza az üvegház-hatást, jelentős hatást gyakorolva az éghajlatra és az élő környezetre.

<sup>2</sup> További információ: <http://www.kippzonen.com/Knowledge-Center/Theoretical-info/Solar-Radiation/Introduction>



A Föld légkörének egyes rétegei különböznek egymástól, ezért külön elnevezést kaptak, mely a fenti képen látható.

A legalsó réteget Troposzférának nevezzük. Itt van a legtöbb felhő. Felső határa 11 – 16 km magasan van, attól függően, hogy a földfelszín mely része felett vizsgáljuk és hogy éppen milyenek a légköri viszonyok.

A következő réteg a Sztratoszféra, mely szinte felhőtlen, annyira kevés nedvességet tartalmaz. Itt helyezkedik el az Ózonréteg, nagyjából 15 – 85 km-es magasságban. A Sztratoszféra felett a Mezoszféra helyezkedik el, mely kb. 50 km magasságban kezdődik. Felette az Ionoszféra van, kb. 640 km-es magasságig. Majd az Exoszféra következik, mely már a Föld külső burkának tekinthető és kb. 9600 km-es magasságig tart, ahonnan már a csillagközi tér következik.

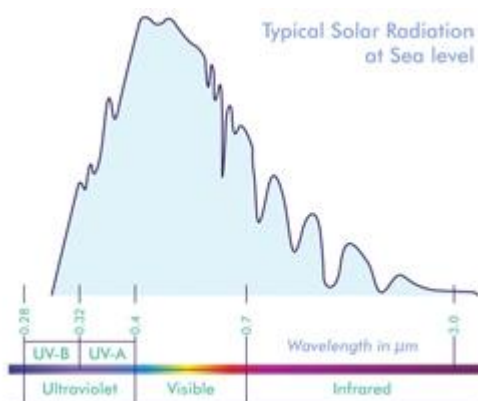
A légkör teljes tömegének fele a földfelszín feletti 5-6 km-es rétegében van. Amikor a nap sugárzása a légkörön áthatol, veszt az erősségéből a szóródás és elnyelés által, melyet a levegő molekulái és a légkörben lévő aeroszolok, vízcseppek és jégkristályok okoznak.

A napsugárzás szóródása a teljes spektrumban megtörténik, de különböző módon:

- A szóródás a felhőkben lévő vízcseppeken és/vagy jégkristályokon nagyjából a teljes spektrumon egyenletes.
- A molekulákon történő szóródás (Rayleigh-szóródás) jellemzően a rövidebb hullámhosszokon megy végbe.
- Az aeroszolokon történő szóródás (Mie-szóródás) pedig függ a részecskék nagyságától és eloszlásától.

A gázmolekulák és az aeroszolok együttesen viszonylag nagy elnyelést eredményeznek. A szóródás és az abszorpció együtt pedig erősen befolyásolják a földfelszínre elérő napsugárzás spektrális egyensúlyát.

Az alábbi ábrán látható, hogy ideális légköri körülmények esetén, tengerszinten milyen a napsugárzás spektruma.

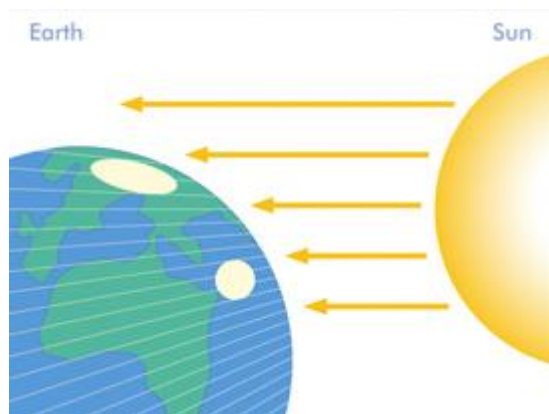


A légnyomás és a hőmérséklet változásai befolyásolják a légkör abszorpcióját, így módosítják a spektrumot is, még hozzá a magasságtól is függően.

## A Föld

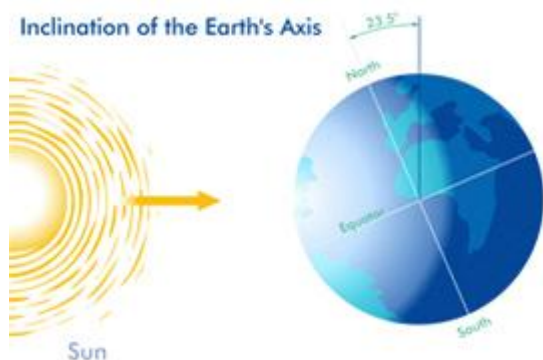
A Föld felszínét elérő sugárzás mennyisége és típusa tehát függ a légkör folyamatosan változó tulajdonságaitól. További fontos befolyásoló tényező a Föld mérete és elhelyezkedése a világűrben. De a legfontosabb dolog, ami eldönti, hogy mennyi sugárzást nyel el a felszín, illetve mennyit ver vissza, az a Föld felszínének a milyensége.

A földfelszín energiáját 99,98 %-ban a napsugárzás biztosítja, és csak a maradék származik a geotermikus energiából! A nap energiájának köszönhető, hogy a föld felszínének átlaghőmérséklete 14 °C, amely értéktől persze helytől és időszaktól függően jelentős eltérések fordulnak elő: az eddig mért legmagasabb hőmérsékletet (57,3 °C) Líbiában, a legalacsonyabbat (-93,2 °C) az Antarktison mérték 2010-ben, műholdak segítségével.



A napsugárzás beesési szöge is állandóan változik, mert a Föld kering a Nap körül, miközben saját tengelye körül is forog. A sugárzás erőssége és a beesési szög között koszinusz összefüggés van, amit Lambert törvényének is nevezünk.

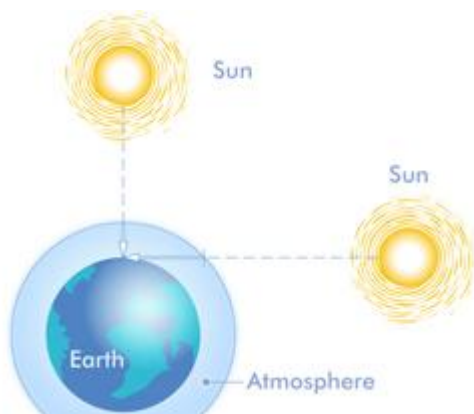
A Föld forgástengelye 23,5 °C-kal tér el a keringési pályájának síkjára állított merőlegestől. Ennek is van befolyása, de egy napon belül a leglényegesebb a beesési szög folyamatos időbeli változása.



A Föld nem egy sík korong, majdnem teljesen gömb alakú, és a földkérget, mint egy héjat tartja rajta a gravitációs erő. A felszín egy adott pontján a sugárzás erősségét befolyásolja a felszín alakja, görbületei és a felette lévő légkör effektív vastagsága is.

A napsugárzás erőssége akkor a legnagyobb a földfelszín egy adott pontján, ha a beesési szög  $90^\circ$  és a légkör vastagsága minimális. Minél kisebb szögben érkezik a sugárzás, annál vastagabb légrétegen keresztül kell áthatolnia, annál erősebb lesz a szóródás és az abszorpció, így annál kevesebb sugárzás éri el a pontot.

Az atmoszféra hatásos (effektív) vastagságát Atmoszférikus mélységnek (Atmospheric Depth) hívjuk. A merőleges sugárzás esetéhez képest a horizonton ez az érték kb. 11-szeres.



Mint már említettük, a napsugárzást a felszín milyensége is befolyásolja. Nem nehéz belátni, hogy eltérő mértékben veri vissza a sugárzást egy hóval, erdővel vagy fekete sziklával borított felszín. A napsugárzásnak a felszín által visszavert töredékét nevezzük Albedónak.

## Kipp & Zonen honlap - Tudástár témák fordítása \_2

### A Nap sugárzása<sup>3</sup>

A Nap széles spektrum-tartományban, változó erősséggel sugároz. Elektromágneses sugárzása eléri a Föld atmoszférájának felső rétegét, ahol a teljes spektrumra vonatkozó összesített átlagértéke: 1367 W/m<sup>2</sup>. Ez az úgynevezett Napállandó, vagy Szoláris állandó.

A napsugárzás és az atmoszférikus sugárzás hullámhosszát szokásosan nanométerben, az infravörös sugárzásét mikrométerben szokták megadni. A hullámsávok az alábbi táblázatban láthatóak. A csillagászatban és a régebbi szakirodalomban az Angström-öt (10<sup>-10</sup> m) is megtaláljuk.

<b>A nap és a légköri sugárzás spektrumának felosztása meteorológiai alkalmazásokra</b>			
<b>Rövidhullámú</b>	UV-C	100 – 280 nm	A nap kisugározza, azonban teljesen abszorbeálja a légkör, nem éri el a felszínt.
	UV-B	280 – 315 nm	A nap kisugározza, s bár 90 %-át abszorbeálja a légkör, a maradéknak is erős biológiai hatása van, a bőr leégését okozza.
	UV-A	315 – 400 nm	A nap kisugározza, eléri a felszínt, ám biológiailag nem túl aktív.
	Látható fény (Vis)	400 – 780 nm	A szivárvány színei, ibolyától a vöröségig.
<b>Hosszúhullámú (infravörös)</b>	NIR	780 nm – 3 μm	A nap hőszugárzása.
	FIR	3 – 50 μm	A légkör, a felhők, a föld és a környezet hőszugárzása.

A meteorológia szempontjából fontos spektrumtartomány 300 – 3000 nm-ig (rövidhullámú sugárzás) terjed. A kozmikus sugárzás 96%-a ebben a hullámhossz-tartományban van. A napsugárzás hullámhossz tartományában a legnagyobb energiájú sugárzás 500 nm környékén van, a látható tartomány kék színű végének közelében.

A teljes spektrum tartalmazza az ultraibolya (UV), a látható (Vis) és infravörös (IR) sugárzást is. A spektrumot azonban szükséges további tartományokra is osztani a különböző hatások ill. alkalmazások miatt. A legismertebb tartomány a látható fény, melynek prizával történő színekre bontását (szivárvány) mindenki ismeri. Az infravörös (IR) tartományt közeli (NIR) és távoli (FIR) infravörösre osztják. Az ultraibolya sugárzásokon belül pedig megkülönböztetik az UV-A, UV-B és UV-C tartományt. A földre jutó sugárzásnak mintegy 6%-a ibolyántúli. A rövidebb hullámhosszú (nagyobb frekvenciájú) sugárzásoknak nagyobb az energiája, ezért nagyobb hatást gyakorolnak a kémiai és biológiai rendszerekre.

**A légkörön áthaladó napsugárzás csillapodását a következő jelenségek okozzák:**

**Ibolyántúli (UV) tartományban:**

<sup>3</sup> További információ: <http://www.kippzonen.com/Knowledge-Center/Theoretical-info/Solar-Radiation>

Szóródás a molekulákon és aeroszol részecskéken, valamint az ózon, kéndioxid, nitrogén-dioxid és néhány igen kis koncentrációjú gáz általi abszorpció.



### Látható fény tartományában:

Szóródás a molekulákon és aeroszol részecskéken, valamint gyengébb abszorpció az aeroszol részecskék, az ózon és más igen kis koncentrációjú gázok által.

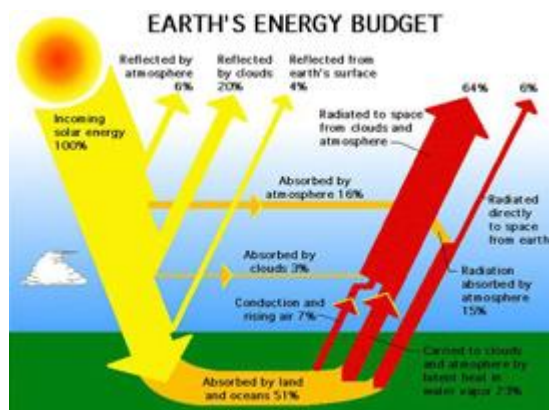
### Infravörös tartományban:

Az aeroszol részecskék és a vízgőz abszorpciója, miközben a szóródás alacsony fokú.

A légkör felső rétegeiben található ózon szűri az ultraibolya sugárzást, és a szűrés határfoka a rövidebb hullámhosszok felé nő. Míg az UV-A sugárzás egésze eléri a földfelszín, addig az UV-B 90 %-át elnyeli az ózonréteg, az UV-C-t pedig teljesen. A folyamat közben új ózon (O<sub>3</sub>) is keletkezik a levegő oxigénje segítségével, ami a szűrő hatást erősíti.

A légkörben, a földön és a tengerekben a napsugárzás a mozgató ereje sok kémiai, biológiai és fizikai jelenségnek.

A földet elérő napsugárzás egyik legfontosabb hatása a földfelszín felmelegedése, ami az élet egyik alapfeltétele. A légkört elérő kozmikus és napsugárzás mintegy 30 %-a visszaverődik az űr irányába, de kb. 51 %-ot elnyel a felszín (a talaj és a vizek), a maradék kb. 19 %-ot pedig a légkör és a felhők fogadják magukba. Az alábbi ábrán szemléltetjük is a Föld energiamérlegét.



A hosszúhullámú infravörös sugárzást pirossal ábrázoltuk. Ennek többsége átalakított, a felmelegedett talaj, víz, felhők és légkör által visszasugárzott rövidhullámú sugárzás. A teljes beérkezett energiának csak egy kis része marad itt a Földön, de az elegendő a biológiai folyamatok és az időjárási rendszerek működésének fenntartásához.

A visszavert és újrásugárzott energia mennyiségében bekövetkező változások természetesen befolyásolják a Föld és az atmoszféra közötti energia-egyensúlyt és így változások következhetnek be mind az időjárásban, mind más folyamatokban (pl. növények növekedése).

A nagyobb terméshozamok elérése mellett egyre növekvő fontossággal bír a környezetvédelem, valamint jelenlegi életmódunk fenntarthatóságának vizsgálata. Ehhez pedig elengedhetetlen a beérkező és visszavert sugárzás mennyiségének állandó pontos mérése, s azon belül is különösen fontos a sugárzási energia hullámhossz szerinti megoszlásának folyamatos vizsgálata.

Napjainkban számos alkalmazás igényli a napsugárzás komplex mérését: klimatológia, meteorológia, hidrológia, környezetszennyezési előrejelzés készítés, napenergia kutatás, mezőgazdaság, anyagvizsgálatok.



## Kipp & Zonen honlap - Tudástár témák fordítása \_3

### Meteorológiai mennyiségek, mérések<sup>4</sup>

Meteorológiai méréseket évszázadok óta végeznek rendszeresen annak érdekében, hogy előre jelezzék az időjárást és a klíma változásait. Igen gyakran azonban a légkör állapotára vonatkozó adatokat csak hosszabb-rövidebb statisztikai adatgyűjtési periódus eltelte után lehet csak értékelni és értelmezni.

Napjainkban a szállítás és a kommunikáció, a felszíni, légi és vízi közlekedés nem lenne fenntartható időjárás nélkül az adatok nélkül, melyeket többségében a földfelszínhez közel végzett mérések és megfigyelések útján gyűjtenek össze. A fő meteorológiai jellemzők a következők:

- Szél iránya és sebessége
- Levegő hőmérséklete
- Légnyomás
- Légnedvesség
- Csapadék
- Homályosság a levegőben
- Napsugárzás és földi kisugárzás

Ezek a paraméterek fontosak még a következő területeken is: légszennyezés mérés, lavinaveszély jelzés, napsugárzás szimuláció, megújuló-energia ipar, mezőgazdaság, erdőgazdálkodás, vízellátás, települési és régiós tervezés, vidékfejlesztés. Például a gáz kibocsátási mérések adatai csak az egyidejű meteorológiai adatokkal együtt értékelhetők és értelmezhetők.

A légkör földfelszínhez közeli rétegének felépítése különlegesen fontos a helyi éghajlat alakulása szempontjából. A napsugárzási adatok, valamint a levegő páratartalmának és hőmérsékletének ismerete elengedhetetlen a légkörben lévő szennyezők közötti kémiai reakciók elemzéséhez.

Minden meteorológiai mennyiség rövid idő alatt is megváltozhat, mert a légkörben állandó keveredés (turbulencia) van. A napsugárzás is – közvetve, vagy közvetlenül – befolyással van rájuk, aminek eredményeként keletkeznek a tipikus napi, vagy éppen éves trendek.

A tipikus trendek értékeléséhez szükséges, hogy bizonyos időszakokban rögzített mérési értékek átlagát képezzük. Egyes meteorológiai mennyiségek esetén a napi változási ciklus teljesen természetes. Például a hőmérsékletet egy elég egyszerű görbével adható meg, melynek minimuma egy kicsivel napkelte után, maximuma pedig kora délután van. Egy meteorológiai mennyiség éves ciklusa éppen az ilyen napi méréseken alapul. Egy éghajlati területre a meteorológiai mennyiség átlagos éves változása viszont a legjobb esetben is csak legalább 30 évnél mérési adat alapján állapítható meg.

A meteorológiai méréseket természetesen a szabadban kell végezni. Ezért az érzékelőket és a kapcsolódó áramköröket úgy kell tervezni és kivitelezni, hogy elviseljék a gyakran szélsőséges éghajlati viszonyokat, a sivatagtól az Antarktiszig.

---

<sup>4</sup> További információ: <http://www.kippzonen.com/Knowledge-Center/Theoretical-info/Solar-Radiation/Parameters-of-Meteorology>

A légkörnek a fölfelszínhez közeli részében a sugárzási értékek időbeli és térbeli változásait a felszín tulajdonságai befolyásolják. A beeső sugárzásra leginkább hatással bíró tényezők:

- Elhelyezkedés a föld felszínén
- Dátum és idő
- Csapadék (felhő, köd, eső, hó)
- A horizont mérete (látószög)
- Légszennyezési adatok (aeroszok és gázok)
- Albedó („fehérség”)

A korábban leírt fizikai jelenségek miatt sok esetben nem elég csak a az adott pontba mindenfelől érkező ún. globális sugárzást megmérni. Szükség lehet a Naptól közvetlenül érkező sugárzás mérésére és/vagy a „nem egyenesen a Naptól érkező” sugárzás mérésére is. Sőt, a sugárzási mérleg (bejövő és kimenő sugárzás a rövid és hosszúhullámú tartományban) mérésére is szükség lehet.

A felszín elérése előtt a napsugárzást befolyásolja a légkör, illetve annak fizikai jellemzői. Igen lényeges az abszorpció mértéke az egyes hullámhossz tartományokban. Az Albedó, azaz a visszaverődés mértéke pedig függ attól, hogy mi található a felszínen: víz, jég, hó, kő, fű, gabona vagy éppen erdő.

A különböző hullámhossz tartományokat, valamint a légkör tulajdonságait figyelembe véve különleges érzékelőket kellett kifejleszteni a különféle, rendkívül összetett mérési feladatok elvégzésére.

A megfelelő érzékelők megalkotásához először meg kellett határozni azokat a meteorológiai mennyiségeket, melyek mérése szükséges a feladatok végrehajtásához.

**A rövidhullámú spektrumtartományban ezek a következők:**

Közvetlen napsugárzás	S
Diffúz égbolt sugárzás	H
Globális sugárzás	G (= S + H)
Visszaverődő globális sugárzás	R
Albedó (visszaverődési tényező)	R / (S + H)
Rövidhullámú sugárzási egyenleg	(S + H) – R

**A hosszúhullámú spektrumtartományban pedig a következők:**

Légköri (atmoszférikus) sugárzás	A
Földfelszín emissziója (beleértve a visszaverődő légköri sugárzást)	E
Leérkező globális sugárzás	S + H + A
Felfelé menő globális sugárzás	R + E
Hosszúhullámú sugárzási egyenleg	A – E

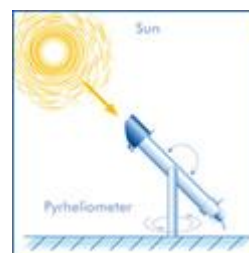
A fentiekből következően a sugárzási egyenleg a teljes spektrumra a különbség a beérkező és a kibocsátott sugárzás között:

$$Q = S + H - R + A - E$$

**A fentiek a legfontosabb klimatológiai tényezők, melyek mérésére az alábbi érzékelők születtek:**

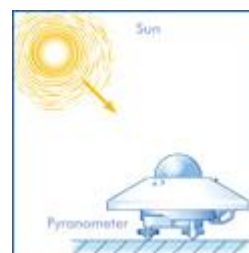
### Közvetlen napsugárzás

Érzékelő	Pirheliométer
Hullámhossz tartomány	300 – 3000 nm
Látószög	$< 5^\circ$
Szükséges tartozék	Napkövető



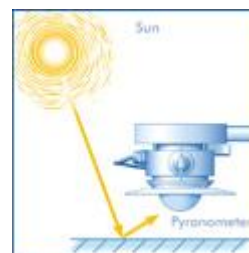
### Globális sugárzás

Érzékelő	Piranométer
Hullámhossz tartomány	300 – 3000 nm
Látószög	$180^\circ$
Szükséges tartozék	Nincs



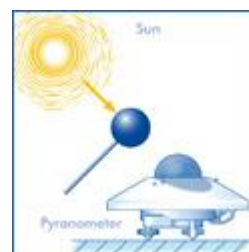
### Visszaverődő globális sugárzás

Érzékelő	Piranométer
Hullámhossz tartomány	300 – 3000 nm
Látószög	$180^\circ$
Szükséges tartozék	Árnyékolás az alacsony szög alatt érkező nem-visszaverődő sugárzás ellen.



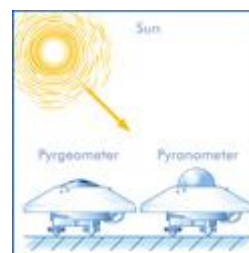
### Diffúz égbolt sugárzás

Érzékelő	Piranométer
Hullámhossz tartomány	300 – 3000 nm
Látószög	$180^\circ$
Szükséges tartozék	Árnyékoló gyűrű Árnyékoló szalag Napkövető/árnyékoló gömb Napkövető/árnyékoló korong



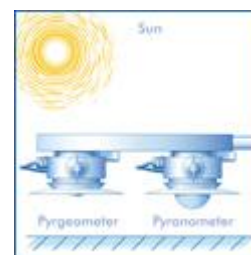
### Légköri sugárzás

Érzékelő	Piranométer és pirgeométer
Hullámhossz tartomány	300 nm – 50 $\mu\text{m}$
Látószög	$180^\circ$
Szükséges tartozék	Nincs



## Földfelszín kisugárzása (emissziója)

Érzékelő	Piranométer és pirgeométer
Hullámhossz tartomány	300 nm – 50 μm
Látószög	180°
Szükséges tartozék	Árnyékolás az alacsony szög alatt érkező nem-visszaverődő sugárzás ellen. Nincs



## Sugárzási egyenleg

Érzékelő	1 nettó sugármérő, 2 piranométer és 2 pirgeométer
Hullámhossz tartomány	300 nm – 50 μm
Látószög	180°
Szükséges tartozék	A lefelé néző érzékelőkre árnyékolás az alacsony szög alatt érkező nem-visszaverődő sugárzás ellen.



A konkrét feladat és a kívánt pontosság függvényében az itt felsorolt meteorológiai műszerek, illetve azok valamilyen kombinációja szükséges az időjárási előrejelzésekhez, valamint a korábban említett klimatológiai és egyéb alkalmazásokhoz.

A légszennyezés megfigyeléséhez és minimalizálásának eléréséhez a nemzeti szabványoknak megfelelően szükséges mérni a kibocsátást és a levegő minőségét. Ezeket „környezetvédelmi méréseknek” nevezzük.

Rendszerint ezek a vizsgálatok is magukban foglalják a globális sugárzás, a közvetlen napsugárzás és a sugárzási egyenleg mérését. Ugyanis e sugárzások mérési eredményei a spektrális eloszlás meghatározásával együtt segíthetnek a levegőben lévő gázok és aeroszol részecskék mennyiségének meghatározásában. Ezúton pedig információkat kaphatunk a fotokémiai úton keletkező másodlagos szennyezők keletkezésével kapcsolatosan is. A sugárzási mérleg pedig információkat ad a szennyeződések vertikális eloszlásáról és mozgásáról.

A napsugárzás érzékelők további alkalmazási területe a környezet-szimuláció, amikor különféle anyagokat vizsgálnak mesterséges napsugárzásnak kitéve őket. A vizsgálatokhoz szükséges idő lerövidítése érdekében nagy intenzitású sugárforrásokat használnak, melyek teljesítménye sokszorosan felülmúlja a szoláris állandó ( $1367 \text{ W/m}^2$ ) értékét. Az ilyen alkalmazásoknál az érzékelőknek el kell viselni a  $2000 - 4000 \text{ W/m}^2$  értéket, és igen gyakran a  $100 \text{ °C}$ -nál is magasabb hőmérsékletet is.

## Kipp & Zonen honlap - Tudástár témák fordítása \_4

### Az ibolyántúli sugárzás erőssége (az UV index)<sup>5</sup>

#### Az UV index leszámaztatása a terepi mérésekből

##### Az ibolyántúli (UV) sugárzás

A nap sugárzási spektrumának ibolyántúli részének több előnyös hatása van, ugyanakkor nagyon veszélyes is lehet, ha erőssége túlhalad bizonyos „biztonságos” értékeket. Ezért használunk egy jelzőszámot (UV index), mely figyelmeztethet a sugárzásra és a veszélyes hatásokra. Az UV index kiszámolásának módja legalul található.

Mint hogy az egyes bőrtípusok erősen különböznek egymástól a napfényre való érzékenység tekintetében, ezért a barnulási hajlam szerint csoportosítani kellett.

Bőrtípusok		Leég a napon	Lebarnul napozás után
I	Érzékeny	Mindig	Ritkán
II		Általában	Néha
III	Kompetens	Néha	Legtöbbször
IV		Ritkán	Mindig
V	Védett	Természetesen barna bőr	
VI		Természetesen fekete bőr	

/TB Fitzpatrick és JL Bologna (1995.) táblázata a WHO kiadványából (2002.) átvéve./

A globális szolár UV indexet (UVI) tehát a fenti táblázat írja le, s egy egyszerű mérési lehetősége az ibolyántúli sugárzás mérésének a földfelszínen, amelyet jól lehet használni arra, hogy az embereket figyelmeztetni lehessen a védekezésre a nap sugarai ellen.

##### UV sugárzásmérők (radiométerek)

Az erythema súlyozott UV sugárzás méréséhez a Kipp & Zonen UV-S-E-T precíziós sugárzásmérőket ajánl. A kvarc dómmal és diffúzorral felszerelt érzékelők kiváló koszinusz válaszfüggvénnyel szolgálják a sugárzási energia pontos mérését. Az érzékelő rendszer termosztátos szabályozása is a pontosságot garantálja. A robusztus felépítés lehetővé teszi a használatot bármilyen, akár forró, akár nagyon hideg éghajlati körülmények között.

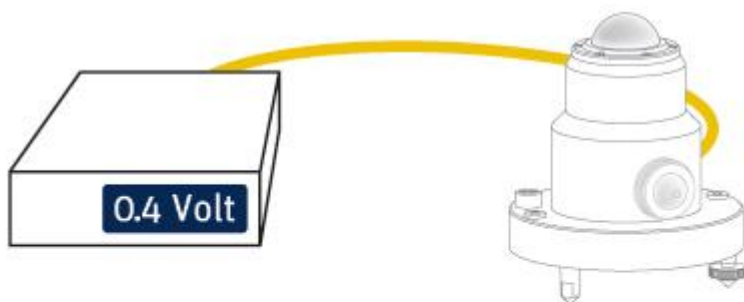
Az UV-S-E-T 0 – 3 Vdc kimenő jele 0 – 0,6 W/m<sup>2</sup> erythemás sugárzásnak felel meg. Az UV index az alább bemutatott módon számítható.

##### UV index

Az UV-E mérés eredményéből az UV index az alábbi módon számítható:

Vegyük az UV-E sugárzásmérő eredményét az ISO 17166:1999/CIE S007/E-1998. szabvány szerint. Alakítsuk át a kimeneti feszültséget W/m<sup>2</sup> mértékegységre a műszer érzékenységi adatát felhasználva.

<sup>5</sup> További információ: <http://www.kippzonen.com/Knowledge-Center/Theoretical-info/Solar-Radiation/UV-Index>

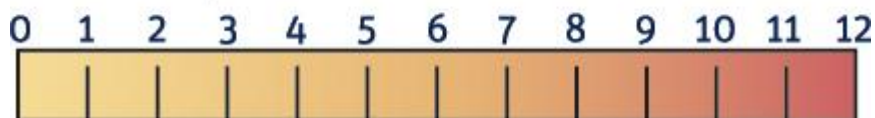


$$0.4 \text{ V} = 0.0675 \text{ W/m}^2$$



$$0.0675 \text{ W/m}^2 \times 40 \text{ m}^2/\text{W} = 2.7$$

UV Index = 2.7



### Erythema akciós spektrum

Mivel a bőr leégése az UV sugarak hatására következik be, az UV sugázmérőnek az emberi bőrt kell modelleznie. Ezért egy különleges erythema spektrum tartományt határoztak meg, amely megfelel az UV sugárzásnak kitett emberi bőr érzékenységének. Így az UV-S-E-T sugázmérők különleges szűrőkkel vannak ellátva, hogy pontosan az erythemás hatás tartományát mérijék.