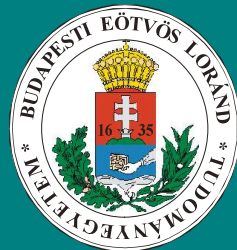


A LÉGKÖRI SUGÁRZÁS

SUGÁRZÁSI TÖRVÉNYEK, LÉGKÖRI VESZTESÉGEK

Bartholy Judit

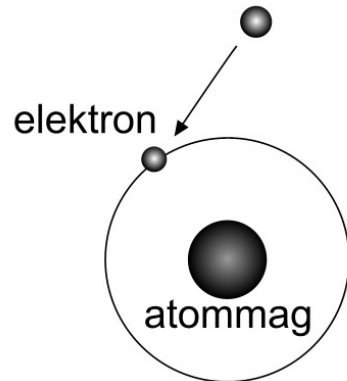


**A NAPSUGÁRZÁSNAK A
LÉGKÖR FELSŐ HATÁRÁRA ÉRKEZŐ
MENNYISÉGE:**

**földrajzi szélesség,
évszak szerinti változások**

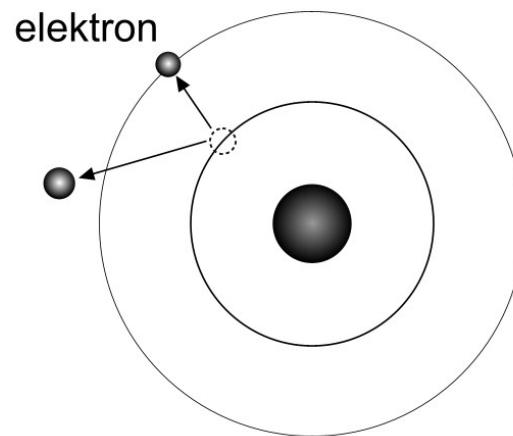
A NAPSUGÁRZÁS FOLYAMATA MOLEKULÁRIS SZINTEN

1. nagy energiájú részecske



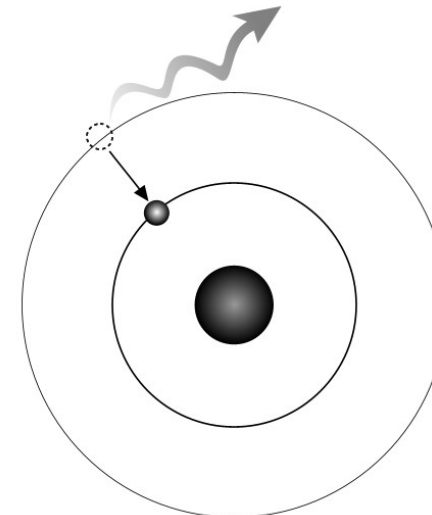
A Napból jövő nagy energiájú részecske ütközik egy légköri gázmolekulával.

2.



Az atómmag körül keringő elektron magasabb energiaszintre kerül.

3.



Az elektron visszatér eredeti pályájára, az ütközés során nyert energiátöbbletet kisugározza a gáz.

A gerjesztett gázok sugárzásának folyamata

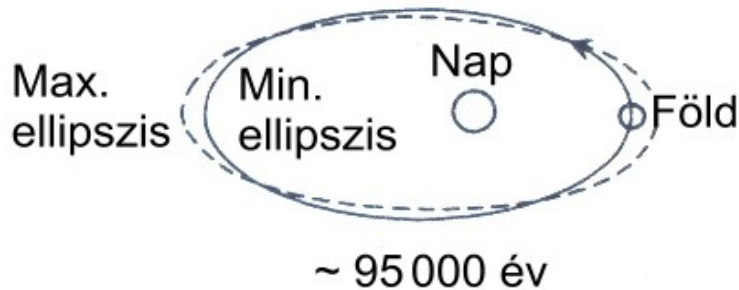
CSILLAGÁSZATI HATÁSOK

**(melyek módosítják a Földfelszínre érkező
sugárzás mennyiségét)**

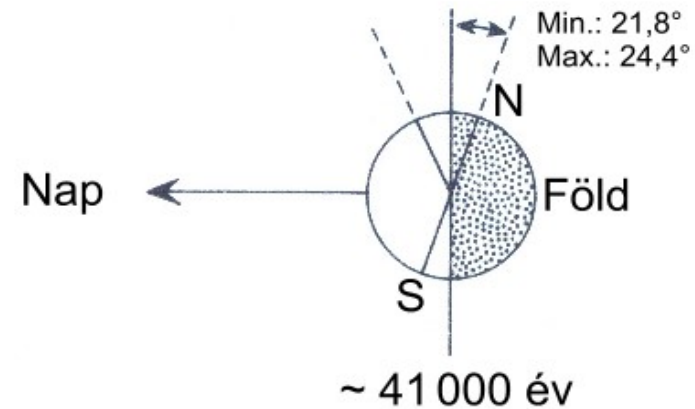
- 1. excentricitás**
- 2. tengelyelhajlás**
- 3. szögsebesség változás**
- 4. perihelion eltolódás**
- 5. évszakok váltakozása**

A sugárzás mennyiségét befolyásoló orbitális paraméterváltozások

A Pályamódosulás (Az ellipszis lapultsága)

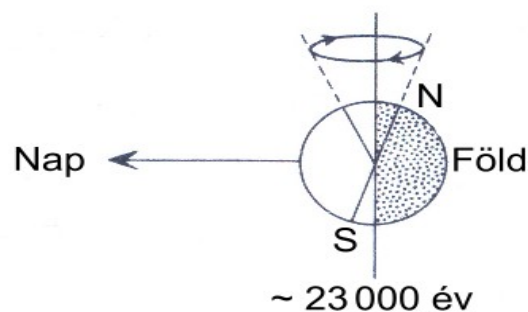


B Tengelyelhajlás változása



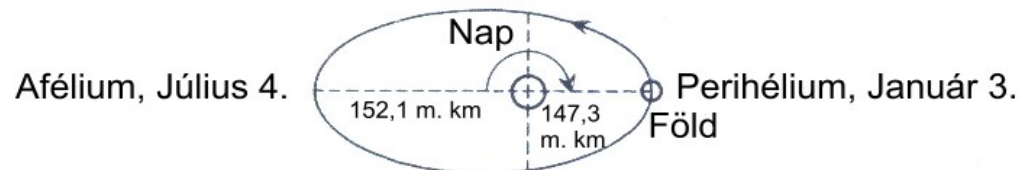
A sugárzás mennyiségét befolyásoló orbitális paraméterváltozások

C Tengelyirány változása (Precesszió)



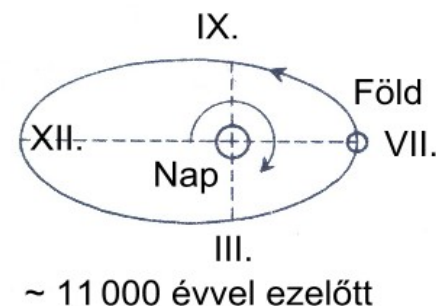
D Perihelion eltolódás

Tavaszi napéjegyenlőség, Március 21.



Őszi napéjegyenlőség, Szeptember 23.

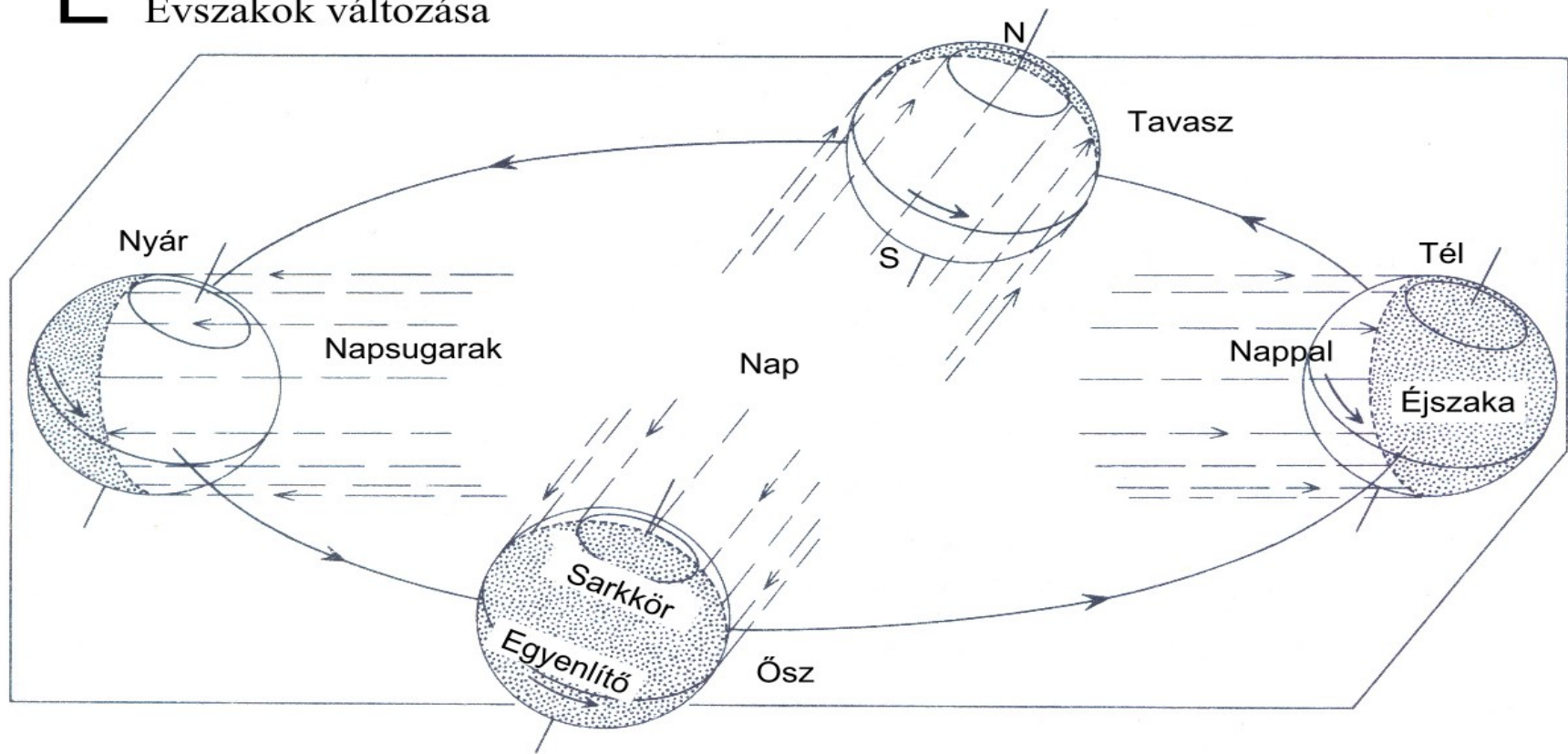
~ 11 000 év



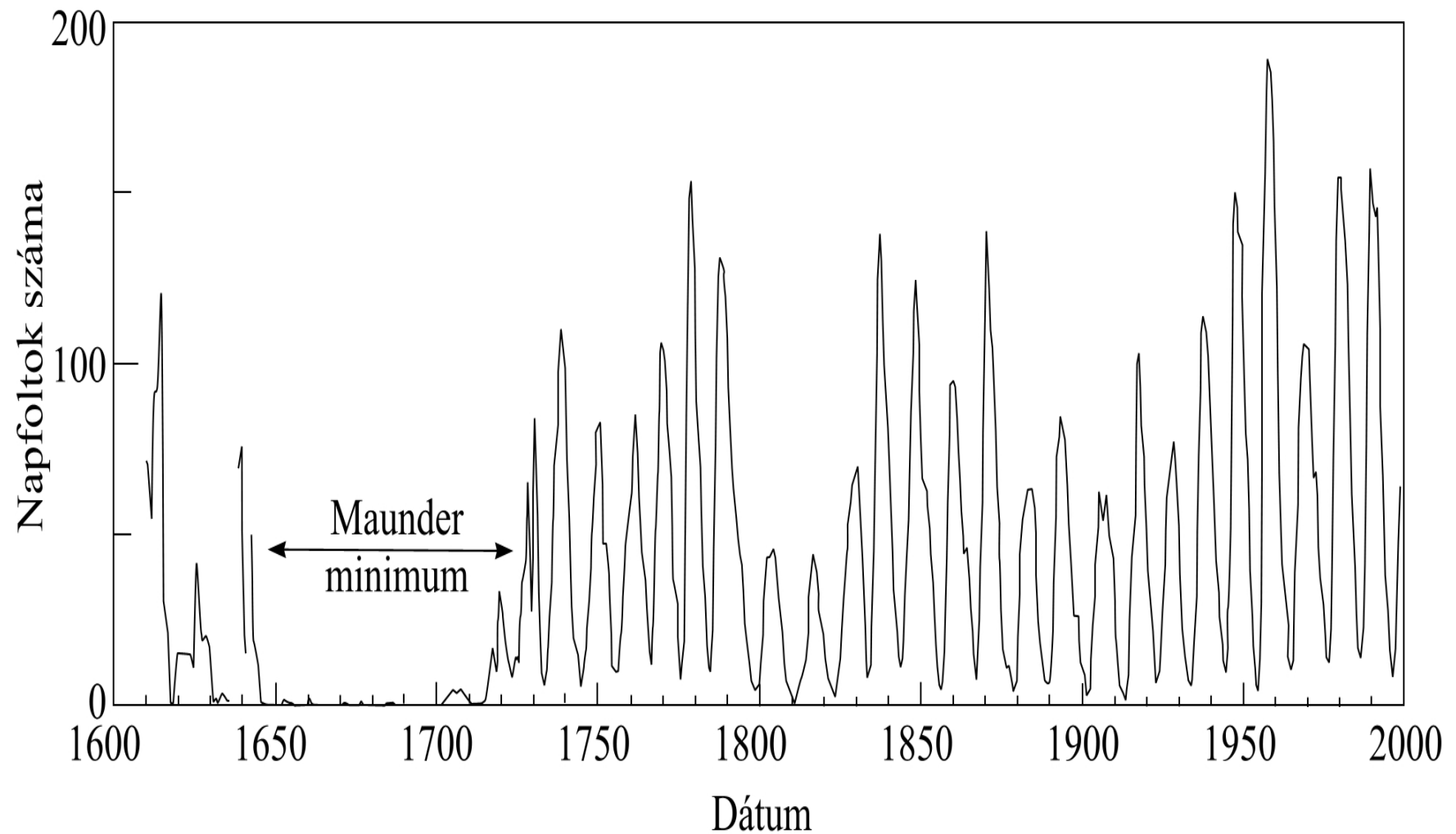
~ 11 000 évvel ezelőtt

A sugárzás mennyiségét befolyásoló orbitális paraméterváltozások

E Évszakok változása

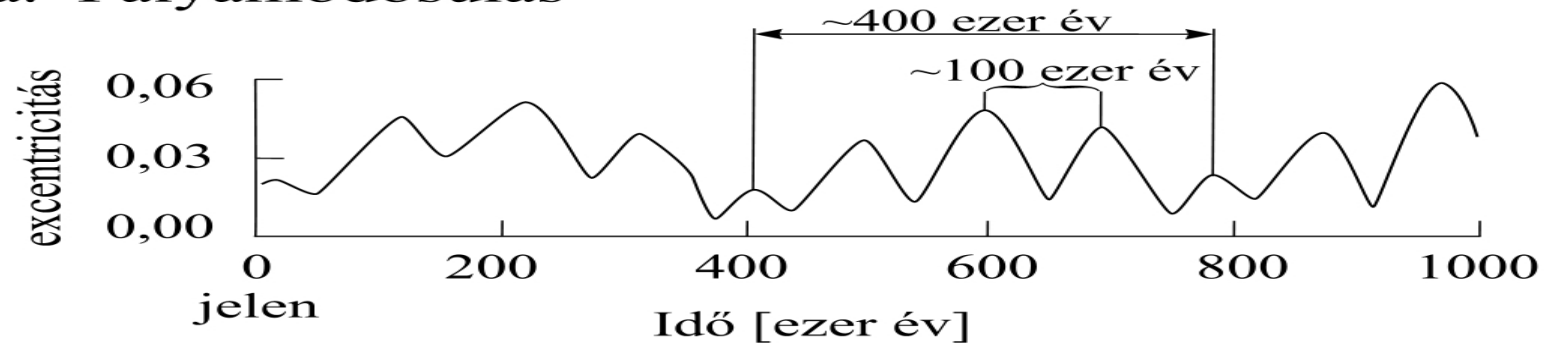


Éves közepes napfoltszám 1600-2000

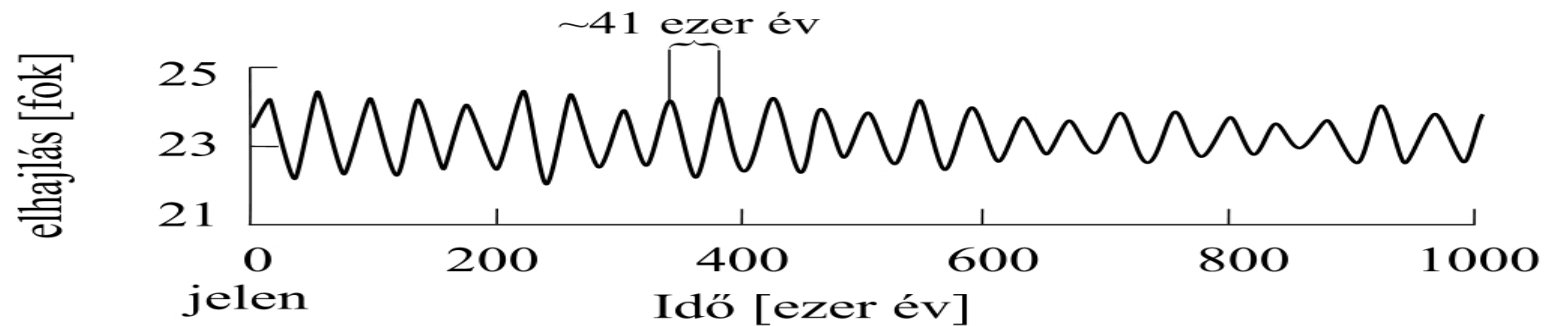


CSILLAGÁSZATI HATÁSOK

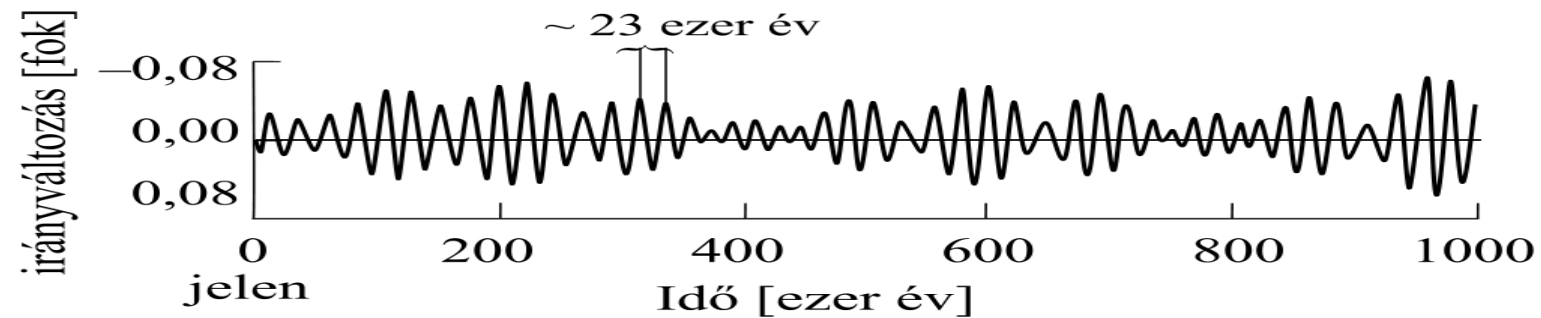
a. Pályamódosulás



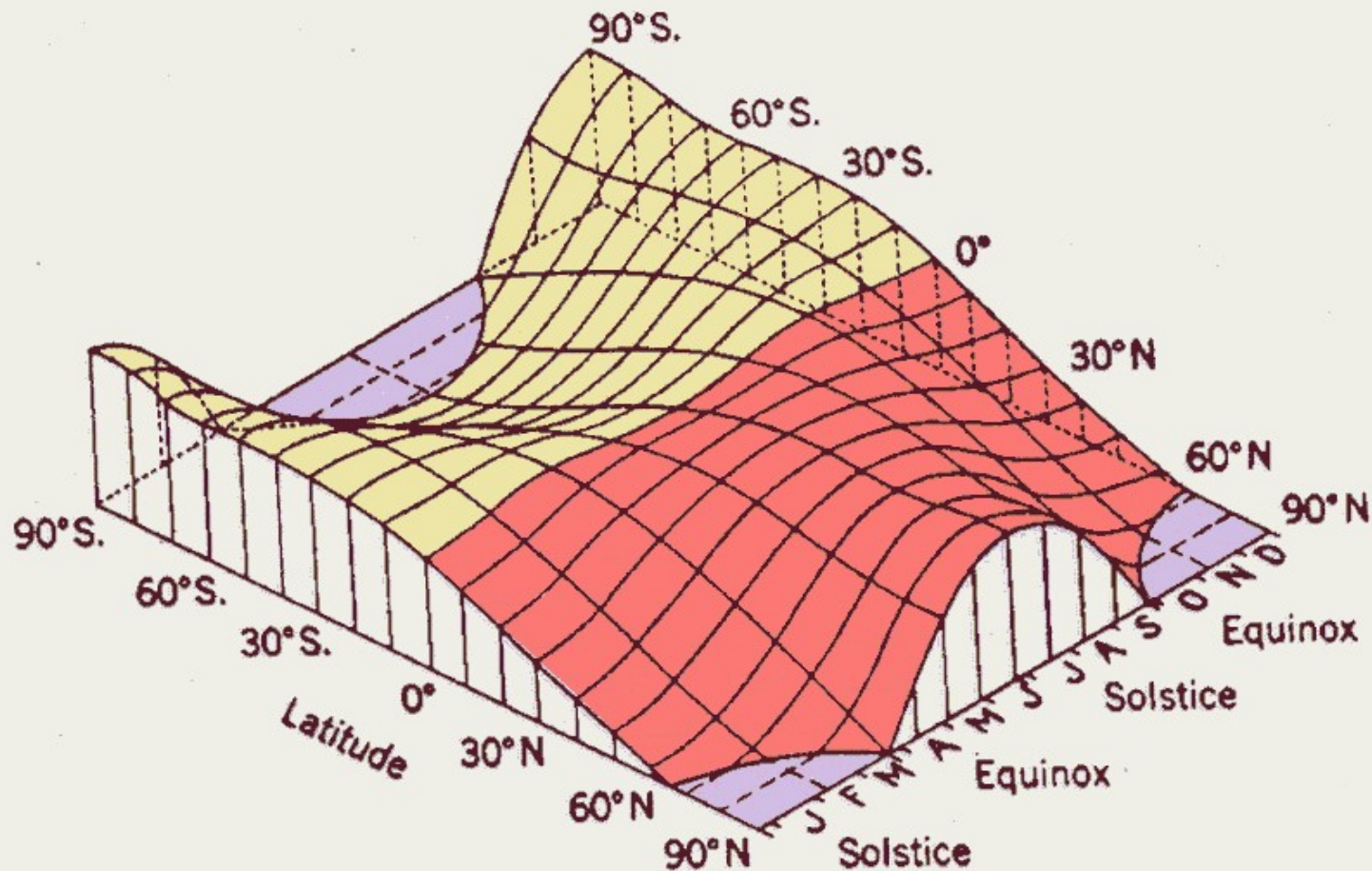
b. Tengelyelhajlás változása



c. Tengelyirány változása



A FÖLDI LÉGKÖR FELSŐ HATÁRÁRA ÉRKEZŐ SUGÁRZÁS



**A NAPBÓL ÉRKEZŐ SUGÁRZÁS ÉVES
ÉS FÖLDRAJZI SZÉLESSÉG SZERINTI VÁLTOZÁSAI
A FÖLDÖN, LÉGKÖR NÉLKÜLI ÁLLAPOTOT FELTÉTELEZVE
(Forrás: Davis-Strahler)**

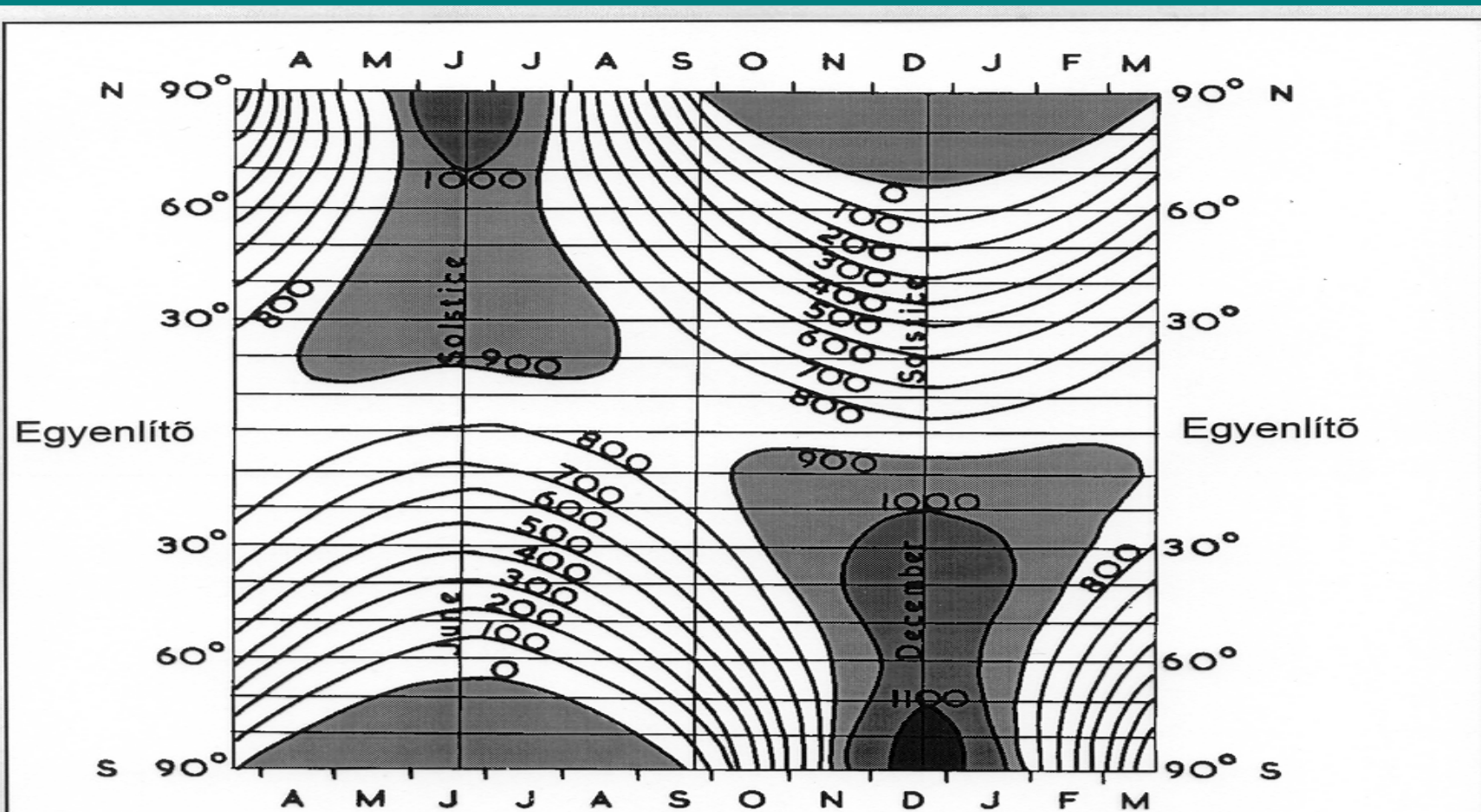
A FÖLDI LÉGKÖR FELSŐ HATÁRÁRA ÉRKEZŐ SUGÁRZÁS

A LÉGKÖR FELSŐ HATÁRÁRA, EGY VÍZSZINTES FELSZÍRE
ÉRKEZŐ SUGÁRZÁS ÉVI MENETE [W/m^2]

DÁTUM	90°N	30°N	0	30°S	90°S
Dec. 22.	0	233	421	520	574
Márc. 21.	0	387	447	387	0
Jún. 22.	538	487	487	218	0

(Forrás: Kondratyev)

A FÖLDI LÉGKÖR FELSŐ HATÁRÁRA ÉRKEZŐ SUGÁRZÁS



**A SUGÁRZÁSI ENERGIA NAPI ÖSSZEGEI A FÖLD
KÜLÖNBÖZŐ SZÉLESSÉGEIN AZ ÉV FOLYAMÁN
(A LÉGKÖR FELSŐ HATÁRÁN)**

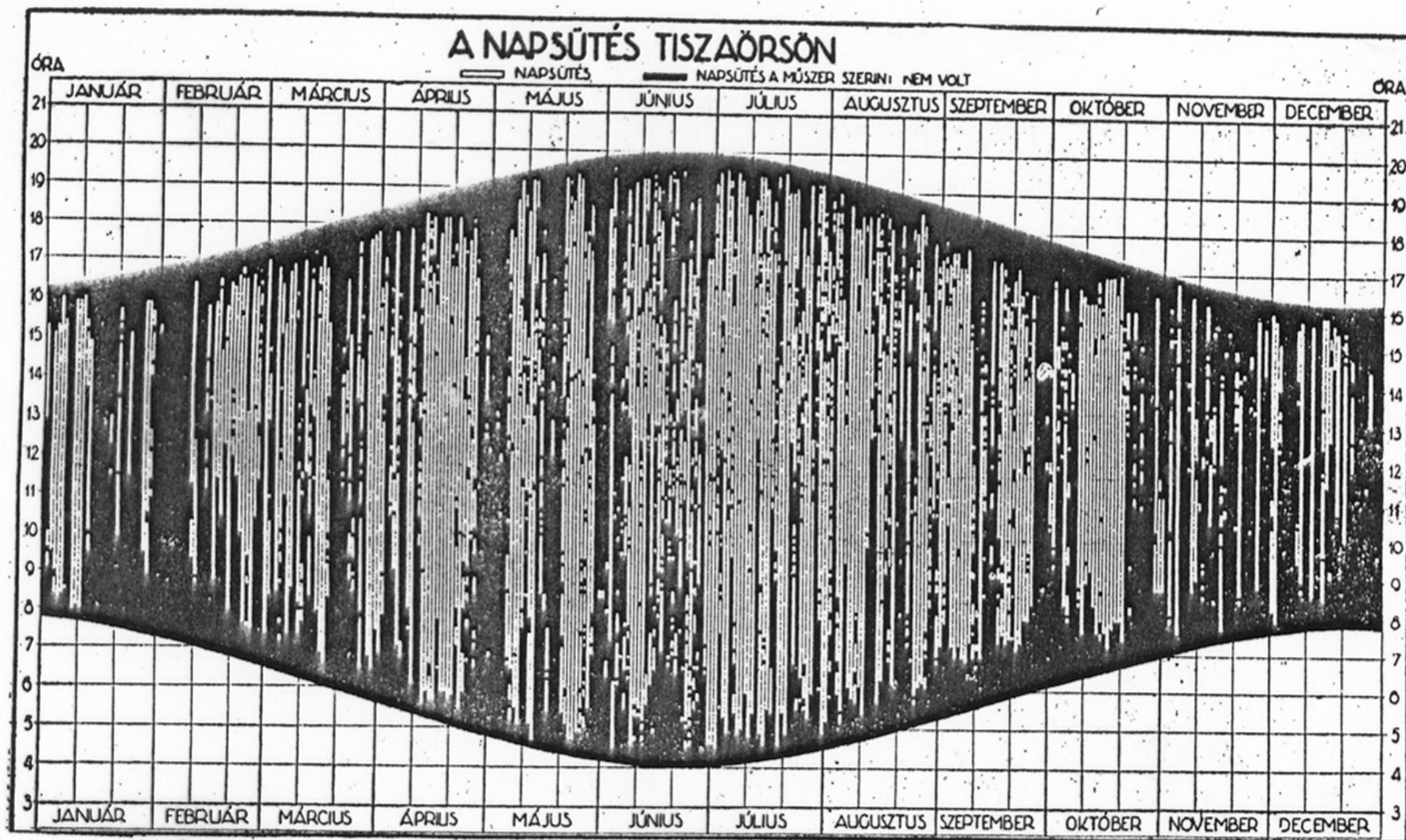
[g cal/cm²]

**A BESUGÁRZÁS
ÉVI, NAPI CIKLUSA,
FÖLDRAJZI SZÉLESSÉGTŐL VALÓ
FÜGGÉSE**

NAPFÉNYTARTAM MÉRÉSE (CAMPBELL-STOKES-féle napfénytartammérő üveggömb)

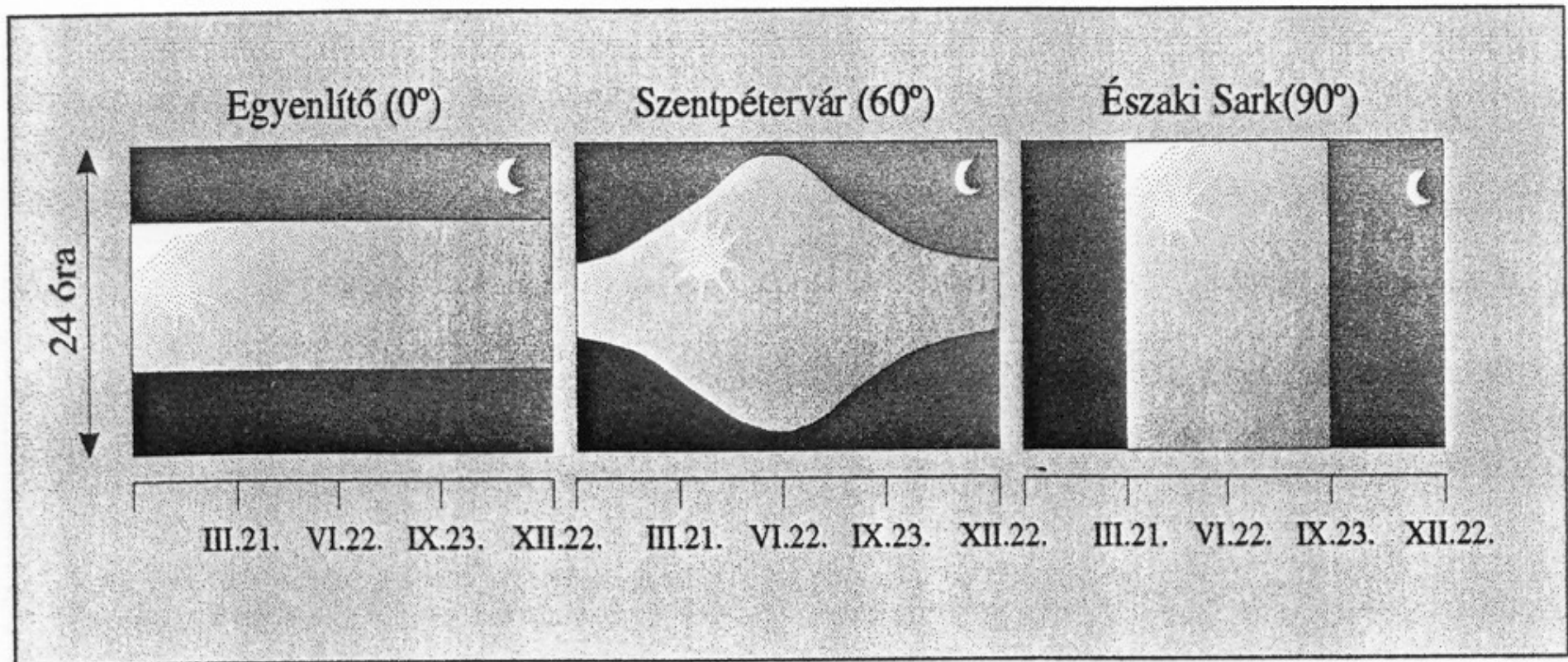


NAPFÉNYTARTAM (CSILLAGÁSZATIILAG LEHETSÉGES ÓRÁK SZÁMA)

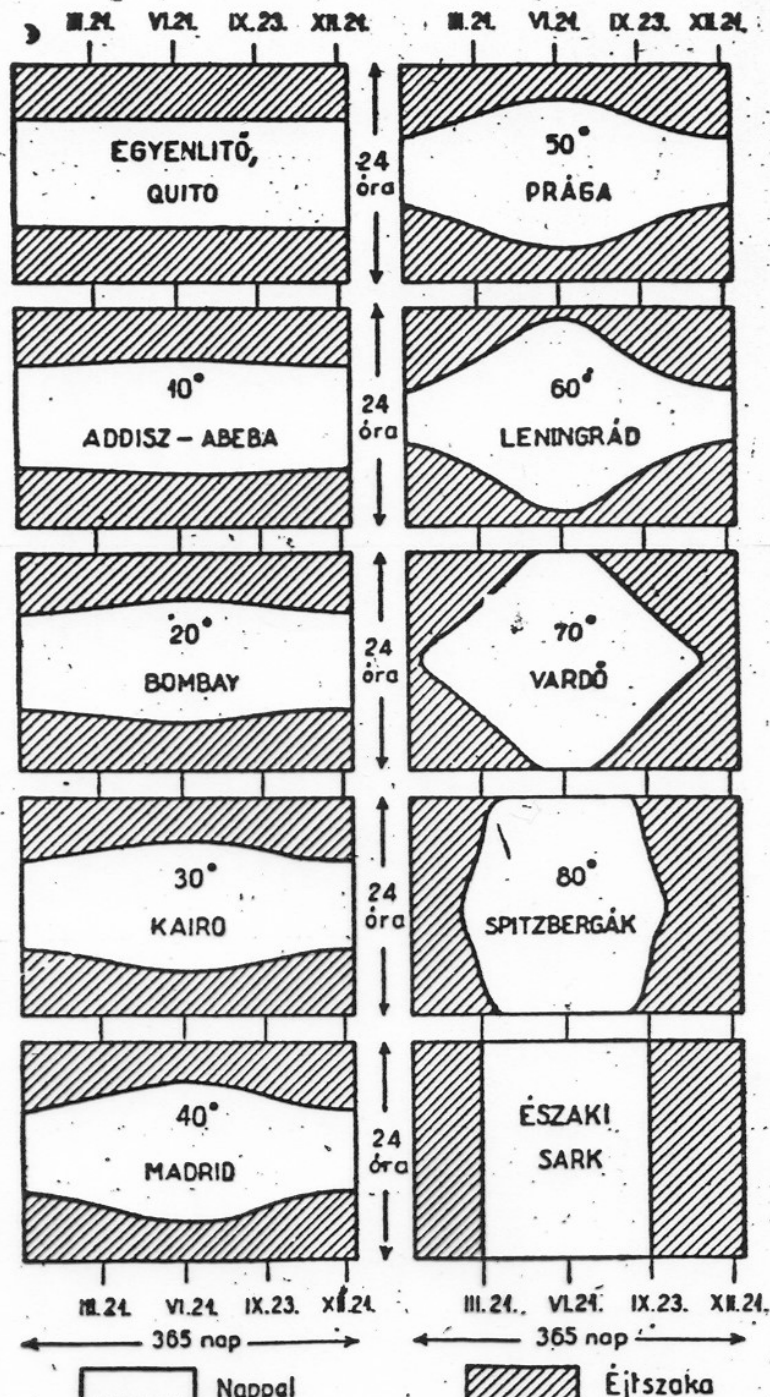


A napfénytartammérőműszer csak napkelte után negyed órával kezdli működését és napnyugta előtt negyed órával befejezi, mert ezekben az időközökben a nap melege nem elegendő a szalag kiégetéséhez.

CSILLAGÁSZATIILAG LEHETSÉGES ÓRÁK SZÁMA

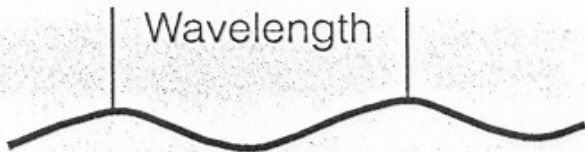






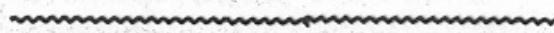


A nappalok és éjszakák időtartamának változása különböző földrajzi szélességeken

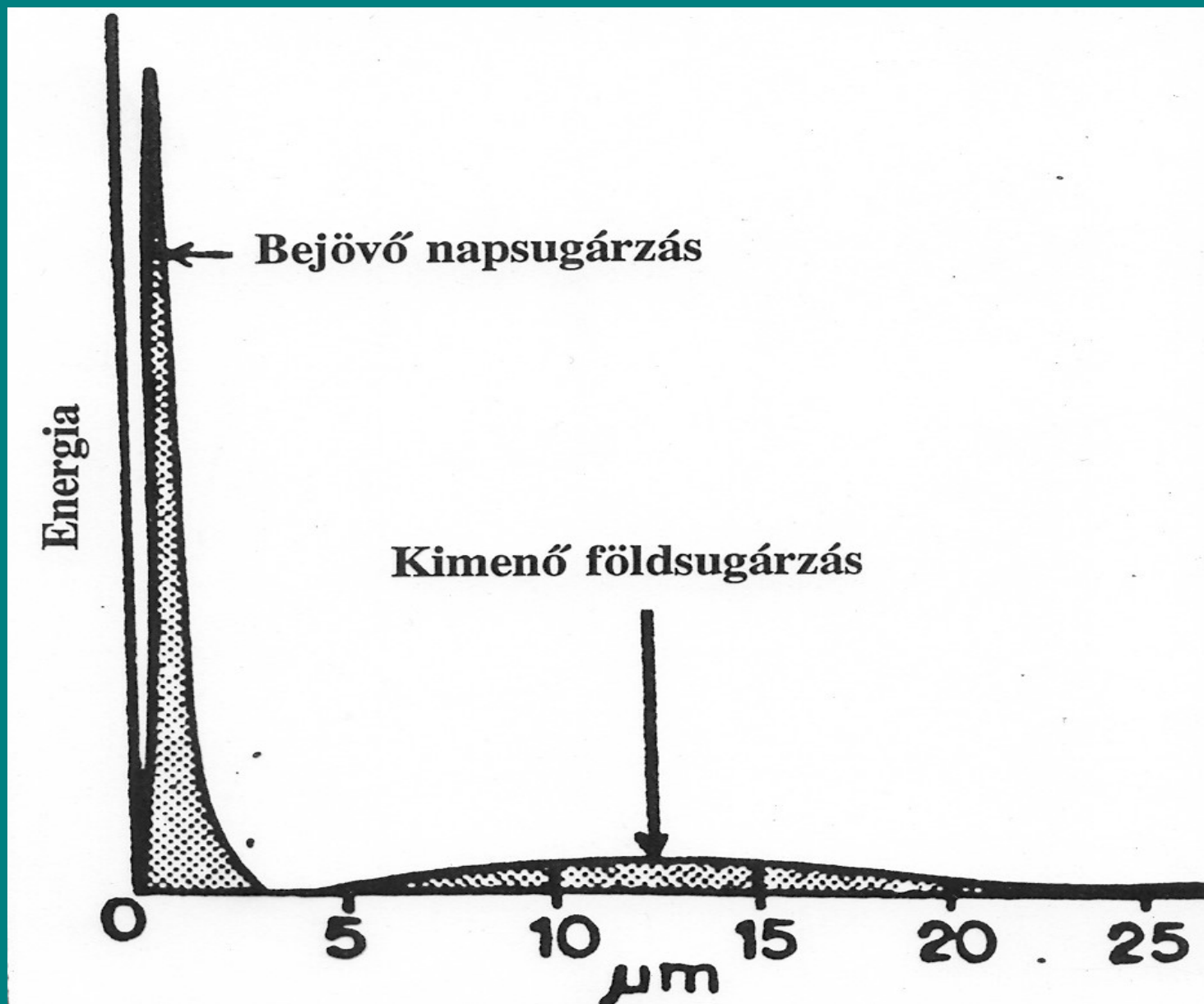


**CSILLAGÁ-
 SZATILAG
 LEHET-
 SÉGES
 ÓRÁK
 SZÁMA**

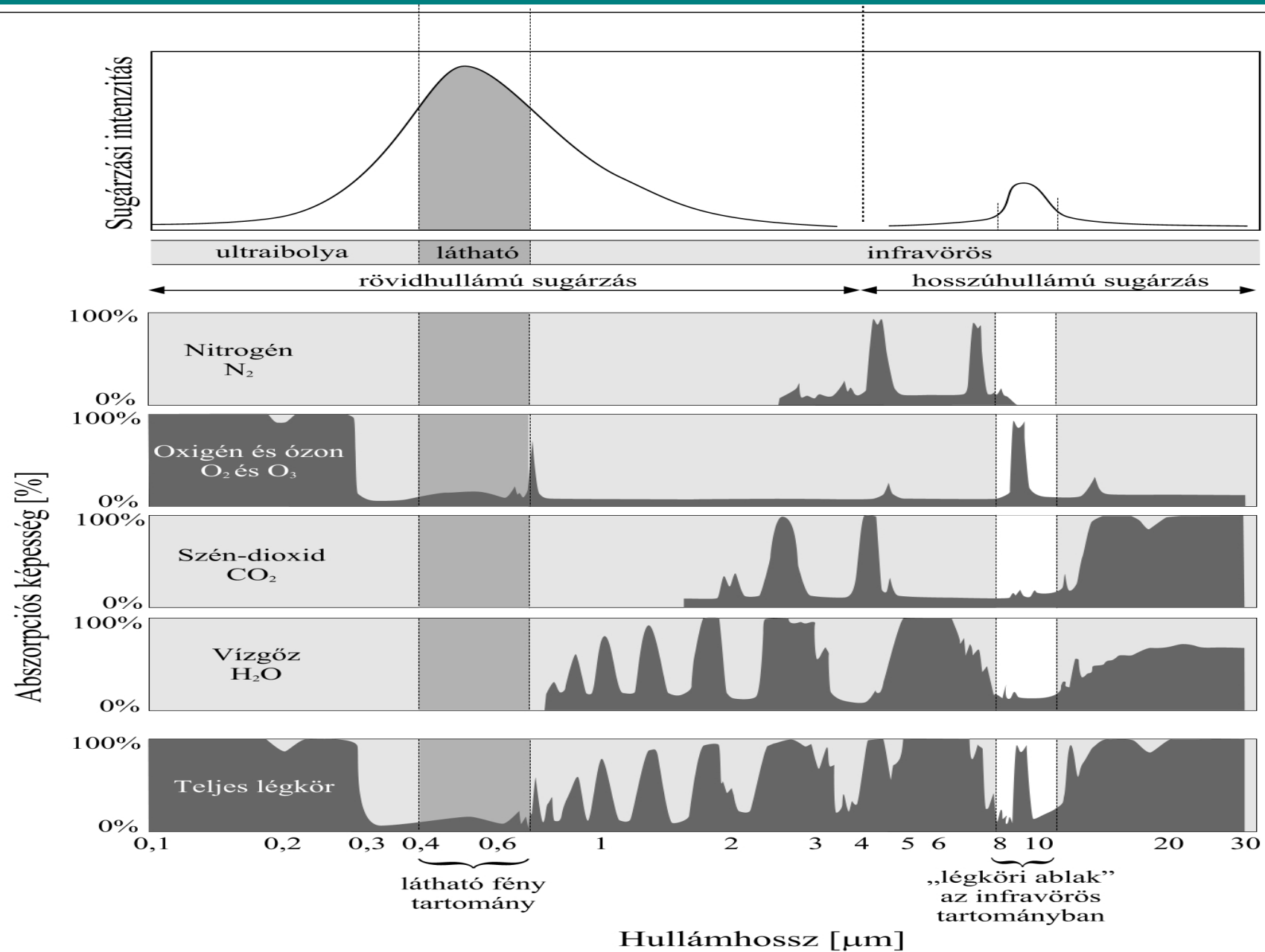
SUGÁRZÁS TÍPUSA – SZÁLLÍTOTT ENERGIA

SUGÁRZÁS TÍPUSA	RELATÍV HULLÁMHOSSZ	TIPIKUS HULLÁMHOSSZ (M)	A FOTONÁRAM ÁLTAL SZÁLLÍTOTT ENERGIA
AM radio waves		100	<p>Increasing</p> 
Television waves		1	
Microwaves		10^{-3}	
Infrared waves		10^{-6}	
Visible light		5×10^{-7}	
Ultraviolet waves		10^{-7}	
X rays		10^{-9}	

A NAP ÉS FÖLDSUGÁRZÁS SPEKTRÁLIS ELOSZLÁSA (ÜVEGHÁZHATÁS)



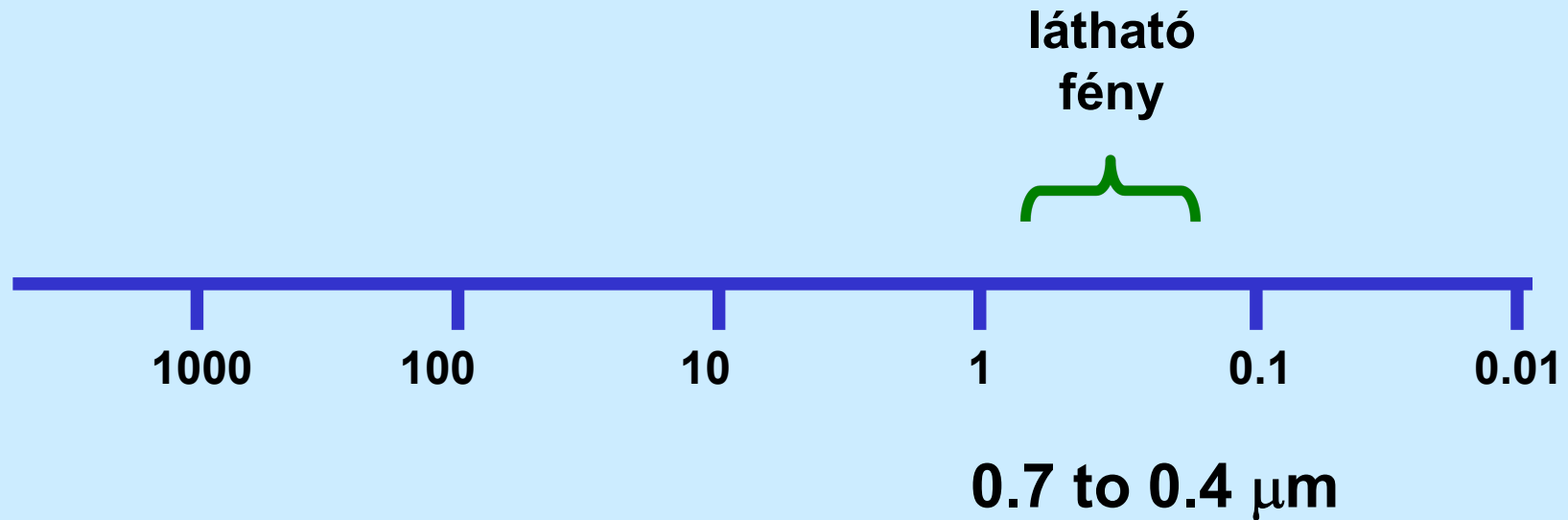
A fontosabb légköri összetevők elnyelési sávjai



Fekete test sugárzás

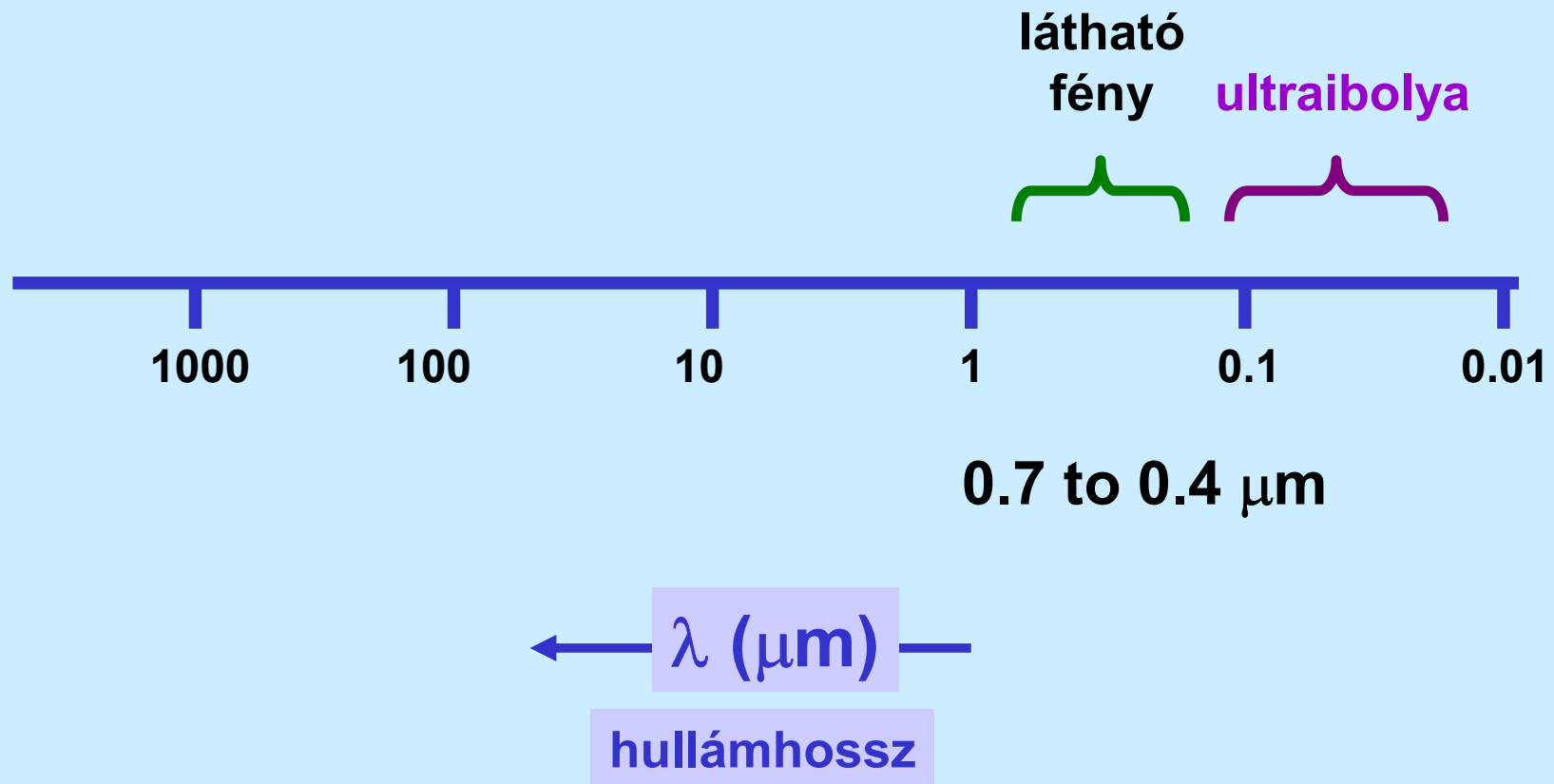
Planetáris energia egyenleg

Elektromágneses spektrum

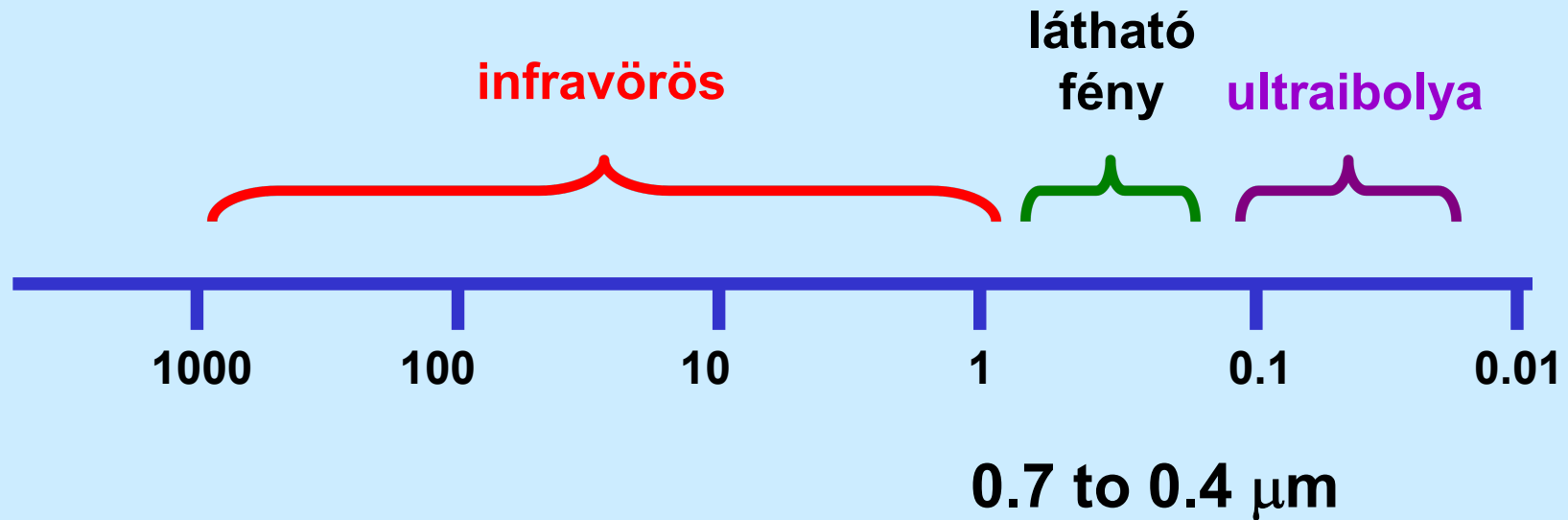


λ (μm)
hullámhossz

Elektromágneses spektrum

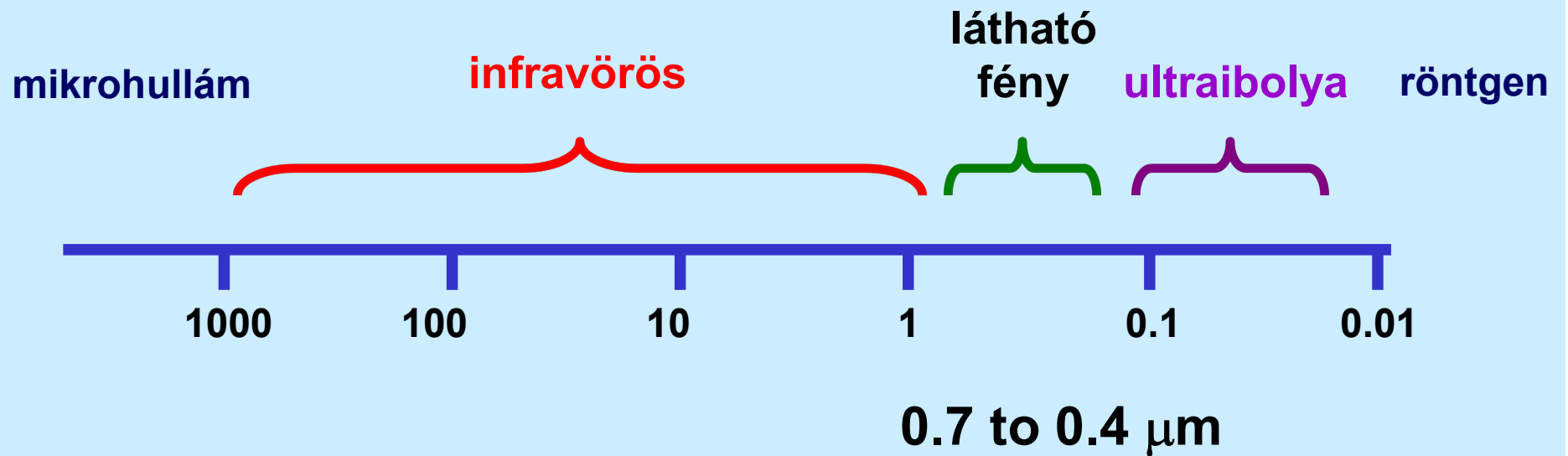


Elektromágneses spektrum



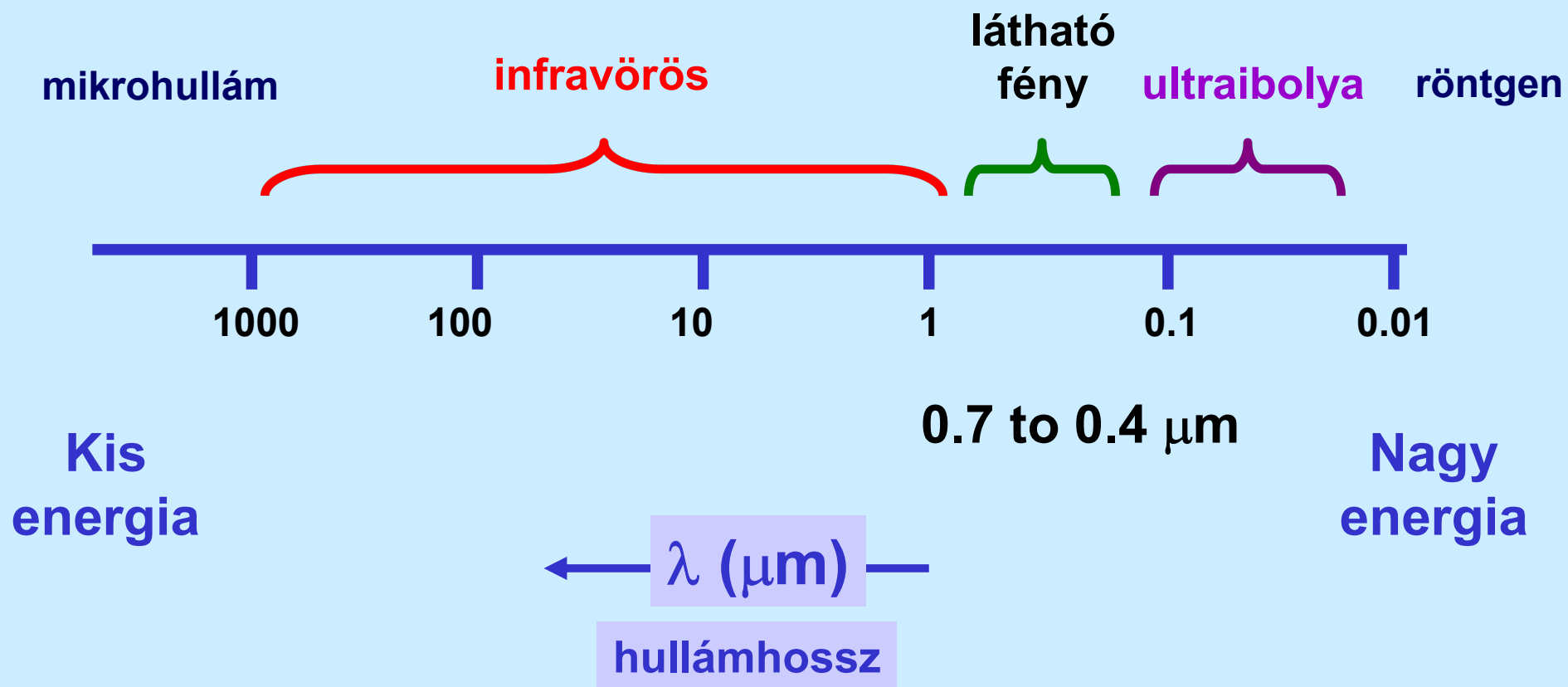
← λ (μm) →
hullámhossz

Elektromágneses spektrum



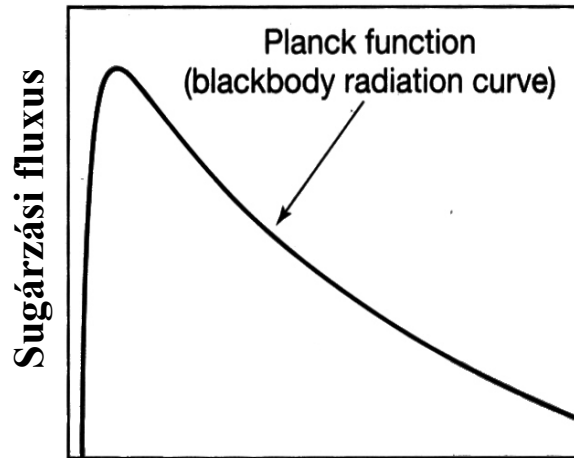
← λ (μm) →
hullámhossz

Elektromágneses spektrum

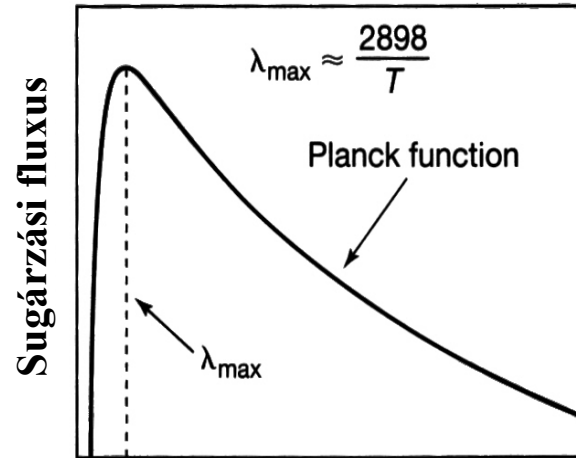


SUGÁRZÁSI TÖRVÉNYEK

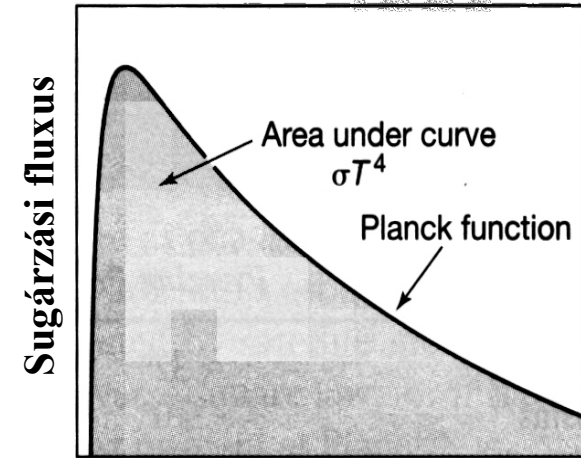
A fekete test sugárzásának törvényszerűségei:



Hullámhossz
(a)



Hullámhossz
(b)



Hullámhossz
(c)

- (a) Planck függvény, vagy a fekete test sugárzási görbéje
- (b) Wien törvény
- (c) Stefan-Boltzman törvény

Fekete test sugárzás: az a sugárzás, melyet olyan test bocsát ki, mely **minden hullámhosszon egyformán** jól emittál, illetve absorbeál.

SUGÁRZÁSI TÖRVÉNYEK - 1

⇒0. Minden $T > 0$ K-nél melegebb test sugároz

⇒1. Planck törvény:

$$E_{\lambda} = f(\lambda, T)$$

λ = hullámhossz

T = abszolút hőmérséklet

-- Egy test kisugárzása nem állandó!!!

-- $f(\lambda, T)$ = Planck függvény = energiaspektrumot írja le

SUGÁRZÁSI TÖRVÉNYEK - 2

➔ 2. Kirchoff törvény:

$$\frac{e(\lambda, T)}{a(\lambda, T)} = E(\lambda, T)$$

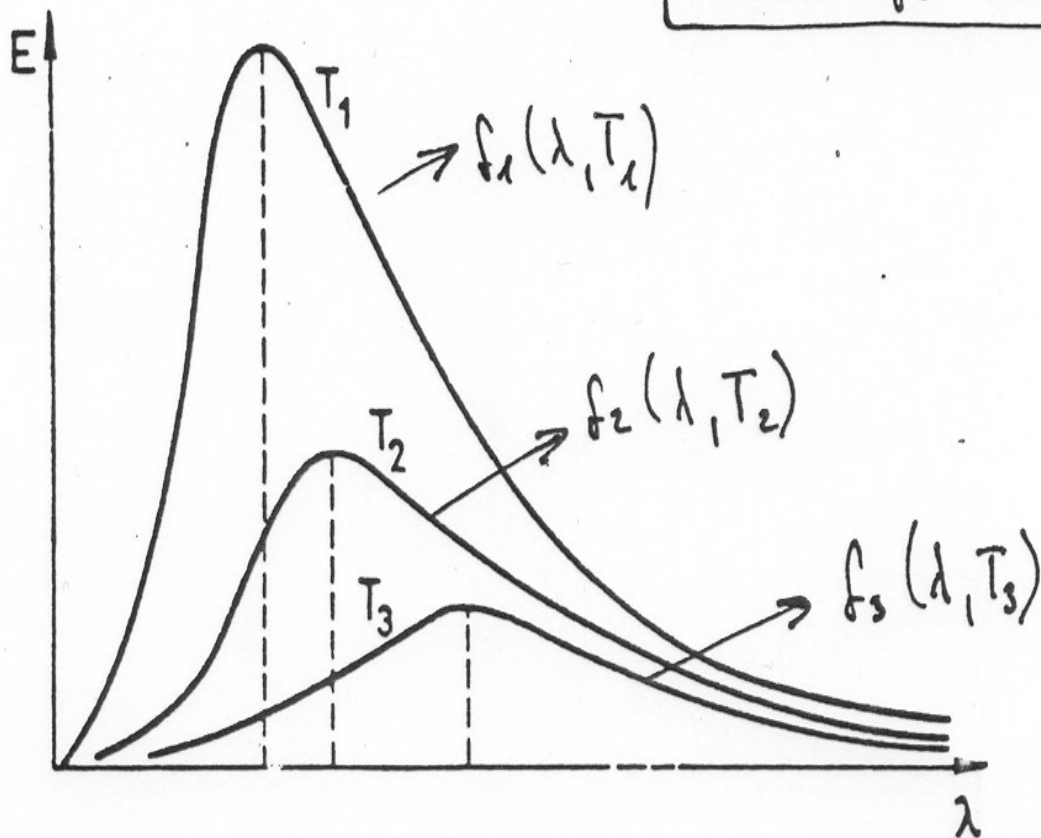
Ahol e = kibocsátás = emisszó
 a = elnyelés = abszorpció

-- A kibocsátott és elnyelt energiák hányadosa **nem függ** az anyagi minőségtől,

-- A **jó** elnyelő test egyben **jó** kisugárzó is,

-- A **rossz** elnyelő test egyben **rossz** kisugárzó is.

Planck - f_ν - ek



- 1./ a teljes kisugárzott energia (görve alatti terület) annál nagyobb, minél nagyobb T
- 2./ a max.-hoz tartozó λ annál nagyobb, minél kisebb T

PLANCK TÖRVÉNY

KÜLÖNBÖZŐ HŐMÉRSÉKLETŰ TESTEK SUGÁRZÁSI ENERGIA- SPEKTRUMA

SUGÁRZÁSI TÖRVÉNYEK - 3

➔ Stefan Boltzmann törvény:

$$F = \sigma T^4$$

F = energia fluxus (W/m^2)

T = abszolút hőmérséklet (K)

$\sigma = 5.67 \times 10^{-8} \text{ W}/\text{m}^2\text{K}^4$ (konstans, Stefan Boltzmann áll.)

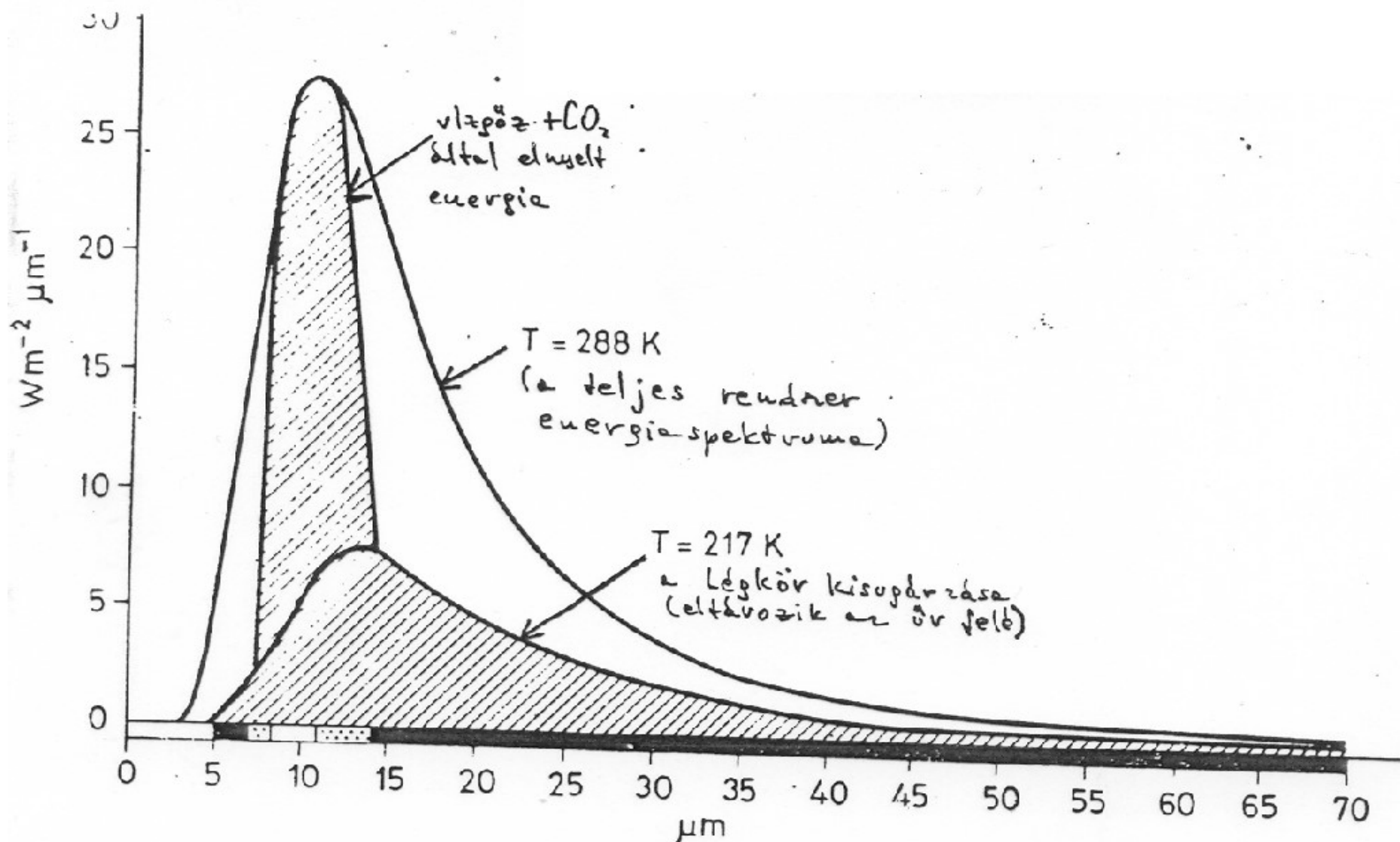
A teljes kisugárzott energia CSAK a sugárzó test hőmérsékletétől függ!!!

➔ Wien törvény:

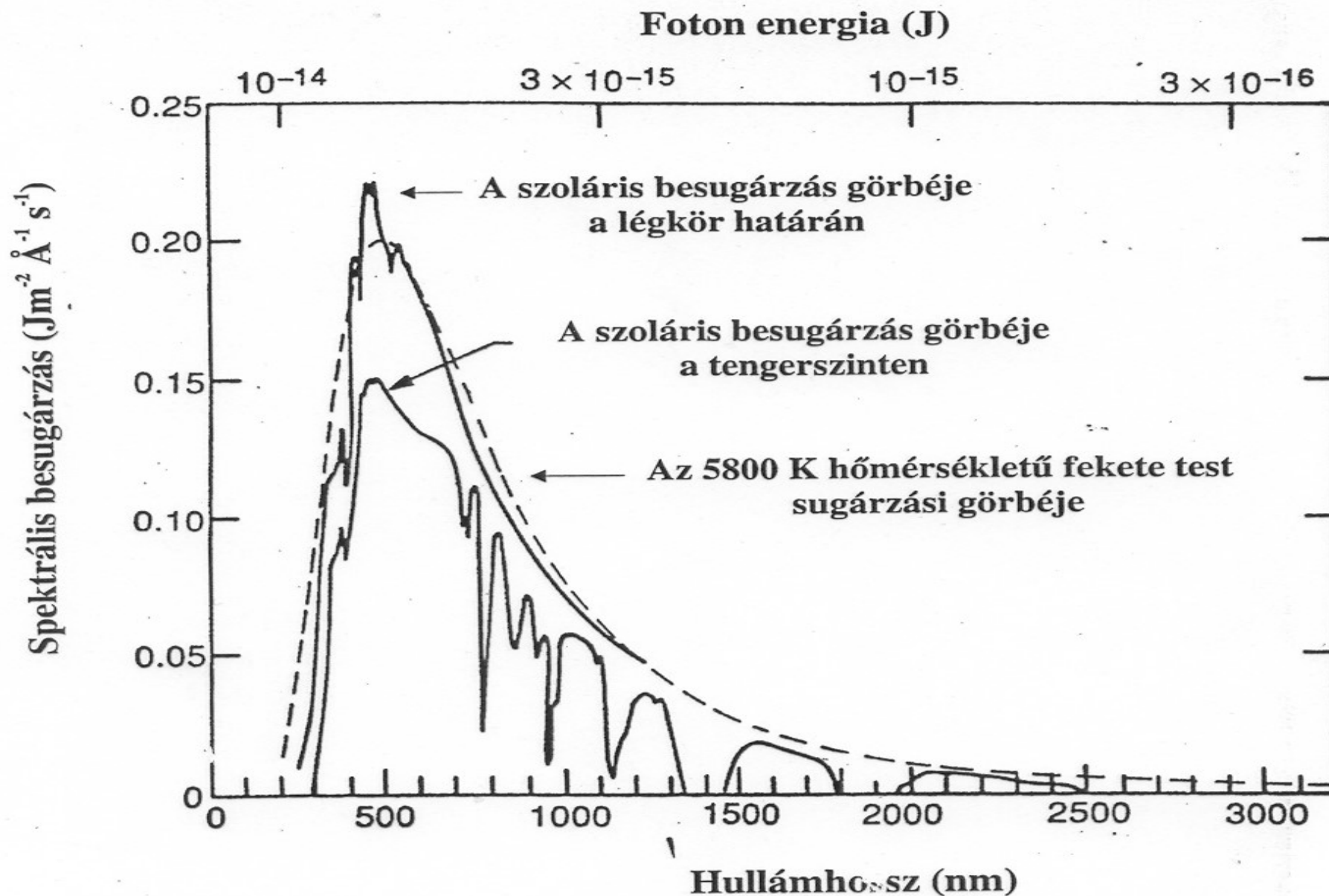
$$\lambda_{\max} \cong \frac{2884 \text{ } (\mu\text{m})}{T(\text{K})}$$

Ahol λ_{\max} a maximális sugárzás hullámhossza (μm)-ben

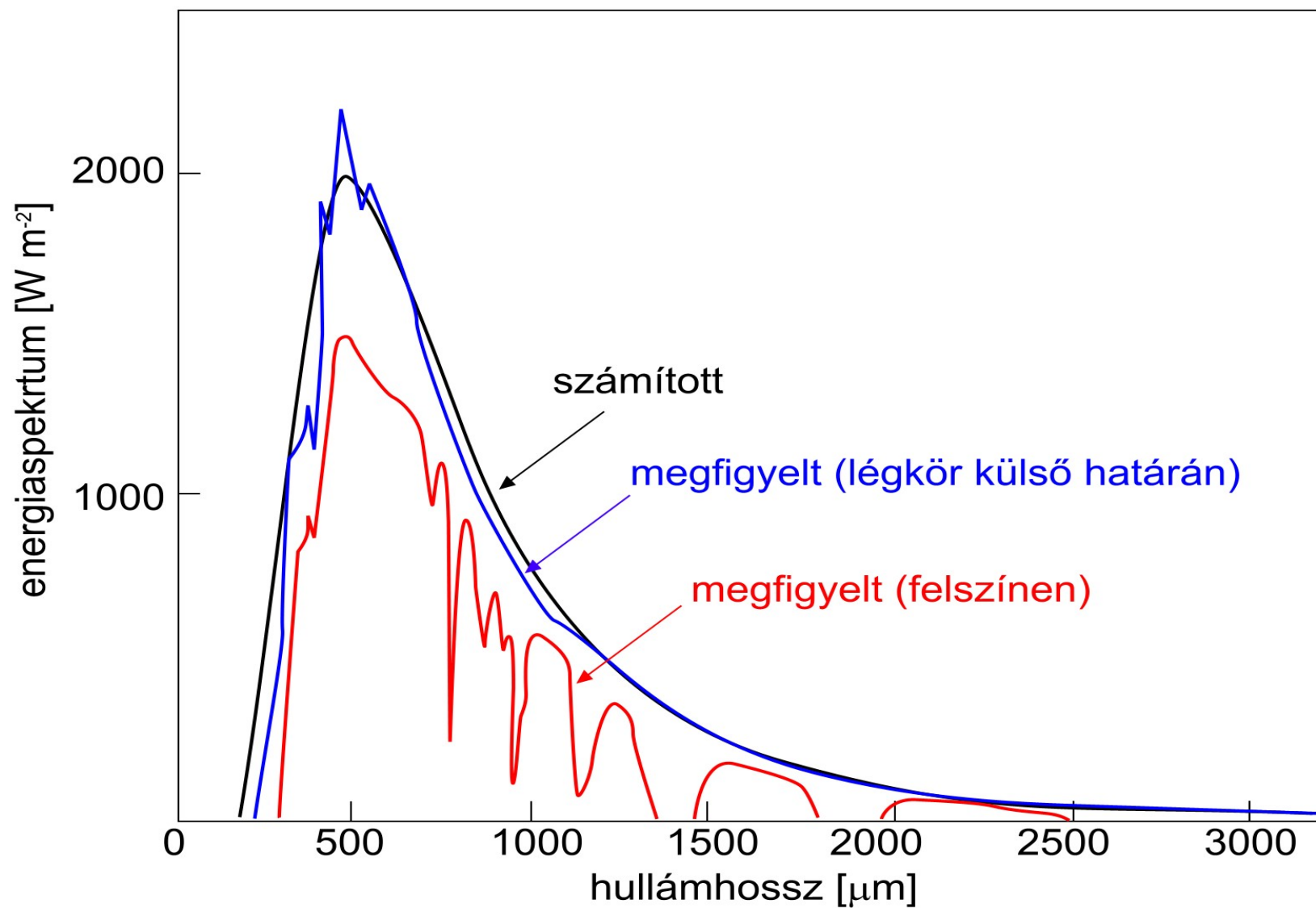
A FÖLD-LÉGKÖR RENDSZER SUGÁRZÁSI ENERGIASPEKTRUMA (A STEFAN-BOLTZMAN TÖRVÉNY ALAPJÁN SZÁMÍTVA 288 K = 15 C, 217 K = -56 C)



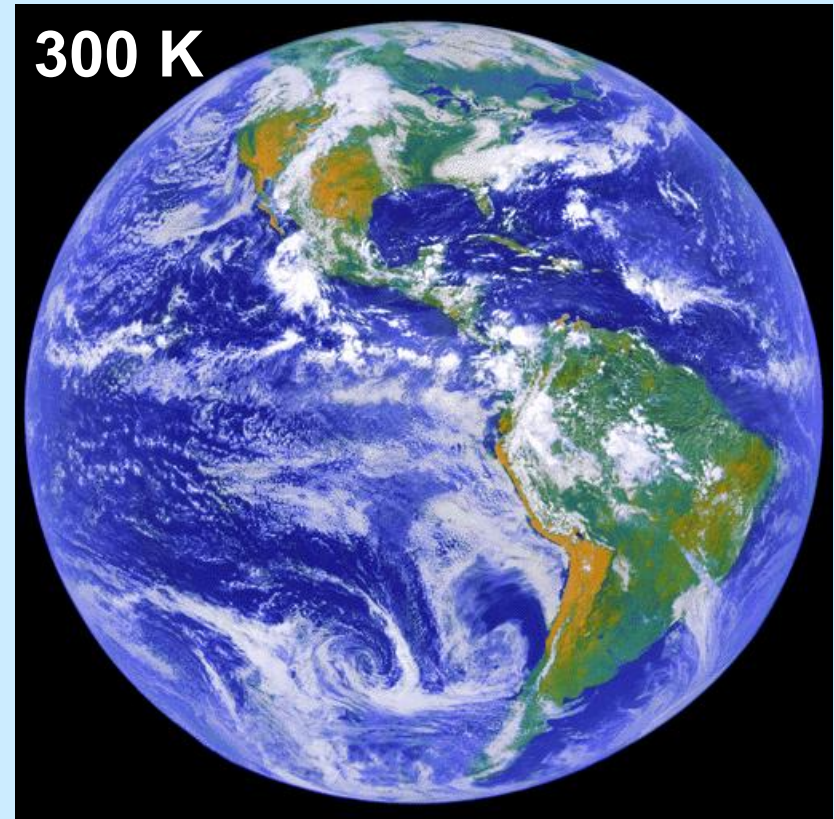
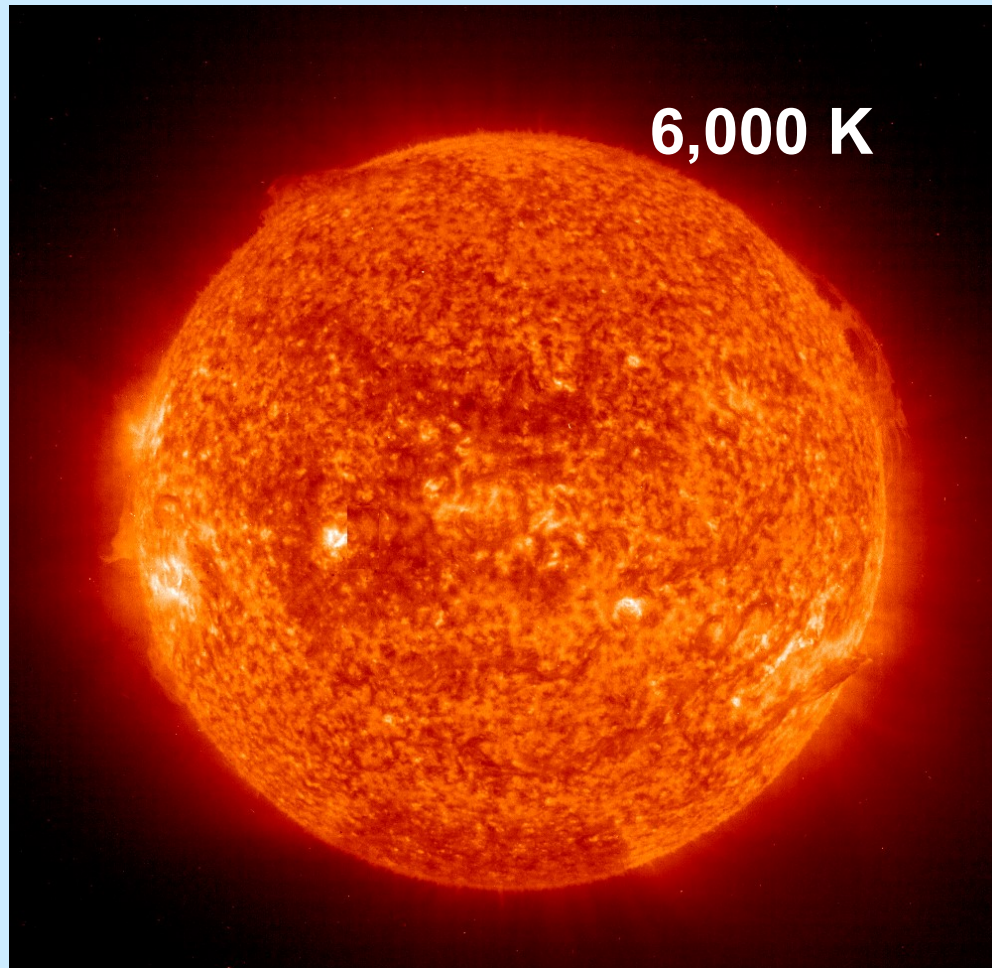
A NAPSUGÁRZÁS SPEKTRÁLIS ELOSZLÁSA



A NAPSUGÁRZÁS SPEKTRÁLIS ELOSZLÁSA A LÉGKÖR FELSŐ HATÁRÁN ÉS A FELSZÍNEEN



Ezeket a törvényeket felhasználhatjuk, hogy kiszámítsuk a Nap és a Föld sugárzásának mennyiségét, jellemzőit.



➔ Stefan Boltzmann törvény.

$$F = \sigma T^4$$

F = energia fluxus (W/m²)

T = hőmérséklet (K)

$\sigma = 5.67 \times 10^{-8}$ W/m²K⁴ (konstans)

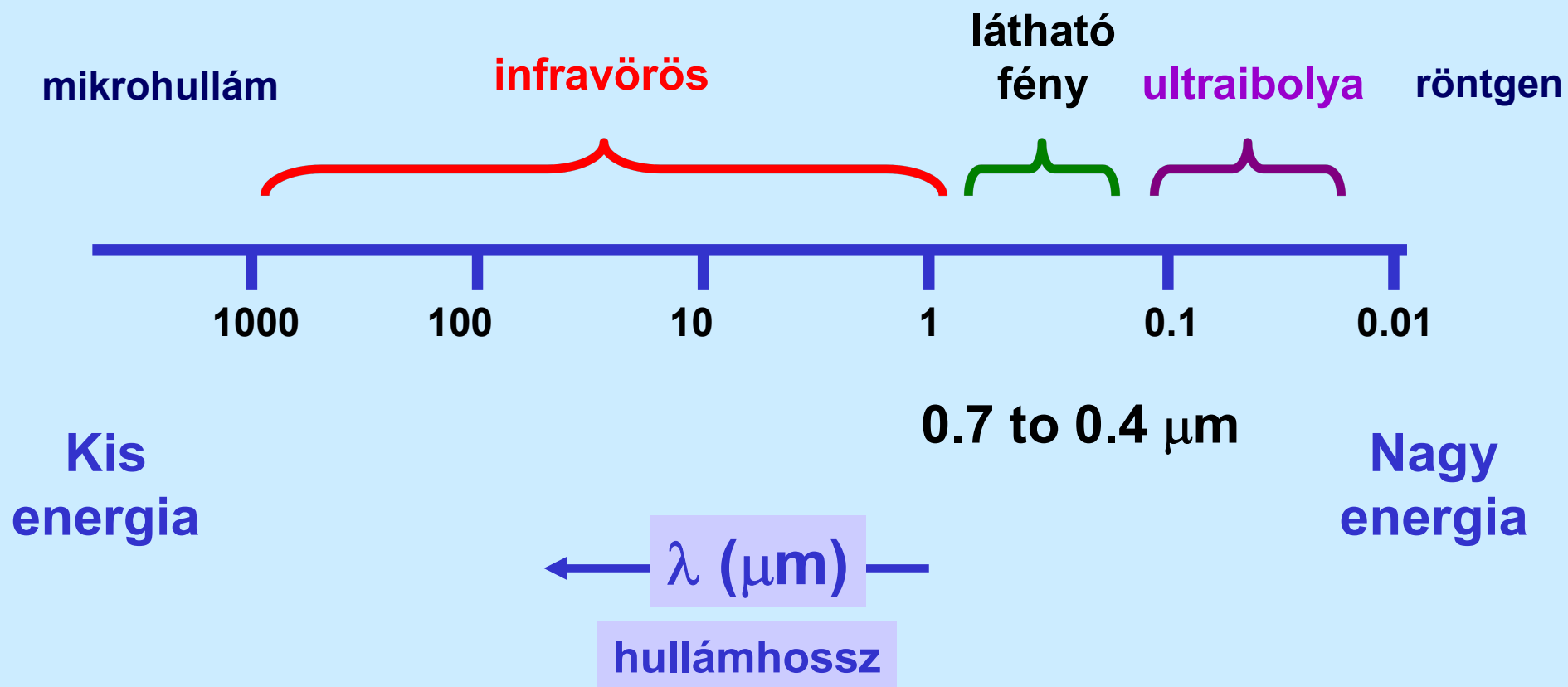
➔ Wien törvény

$$\lambda_{\max} \cong \frac{3000 \text{ } (\mu\text{m})}{T(\text{K})}$$

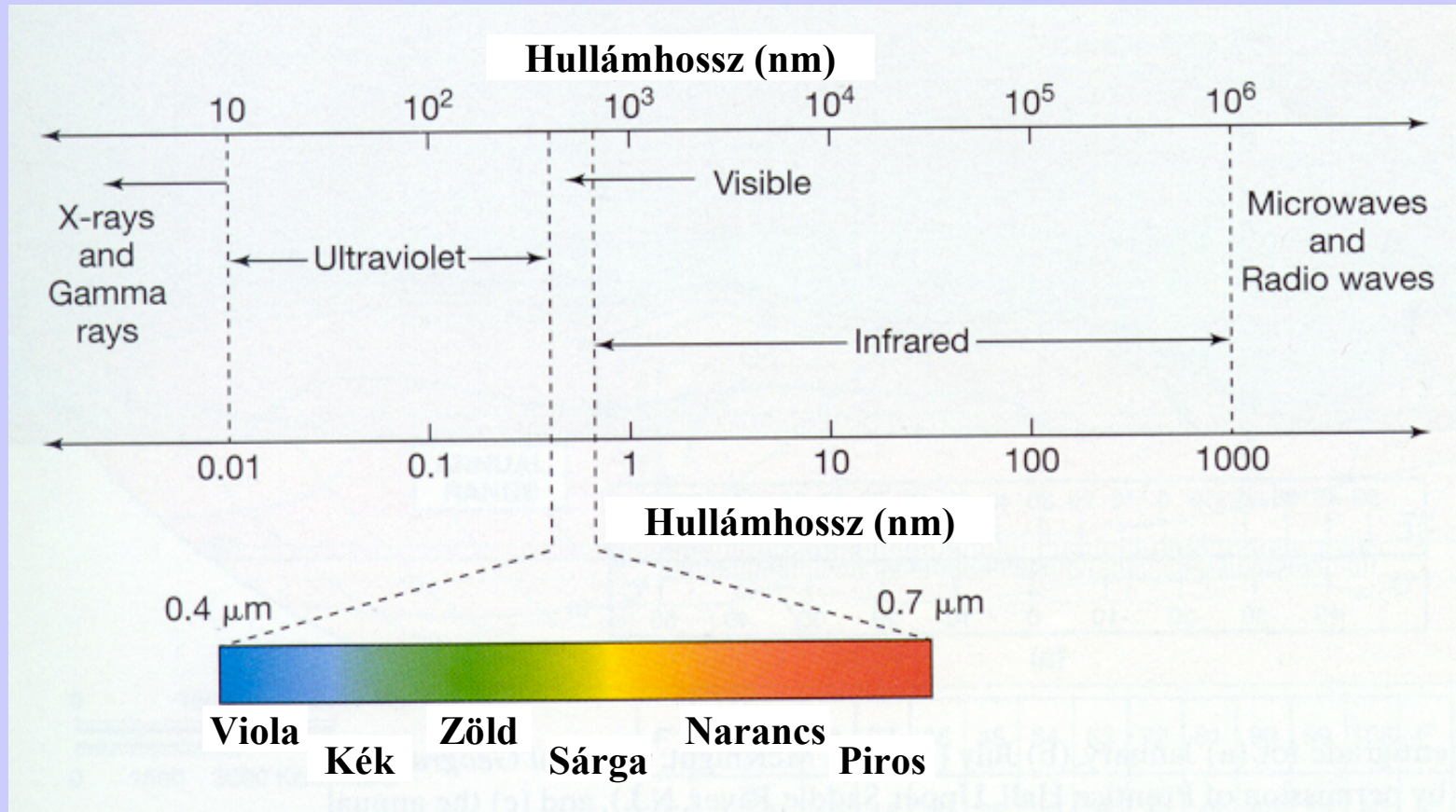
	T (K)	λ_{\max} (μm)	Spektrum tartomány	F (W/m²)
Nap	6000			
Föld	300			

	T (K)	λ_{\max} (μm)	Spektrum tartomány	F (W/m²)
Nap	6000	0.5		
Föld	300	10		

Elektromágneses spektrum



	T (K)	λ_{max} (μm)	Spektrum tartomány	F (W/m²)
Nap	6000	0.5	Látható fény (zöld)	
Föld	300	10	infravörös	



A Rayleigh szóródás kiszűri a napsugárzásból a kék színárnyalatokat, így a Nap **sárgának** tűnik, ha a Föld felszínéről tekintjük, annak ellenére, hogy a sugárzási maximum a **zöldben** van.

	T (K)	λ_{max} (μm)	Spektrum tartomány	F (W/m²)
Nap	6000	0.5	Látható fény (zöld)	
Föld	300	10	Infravörös	

➔ Stefan Boltzman törvény:

$$F = \sigma T^4$$

F = energia fluxus (W/m²)

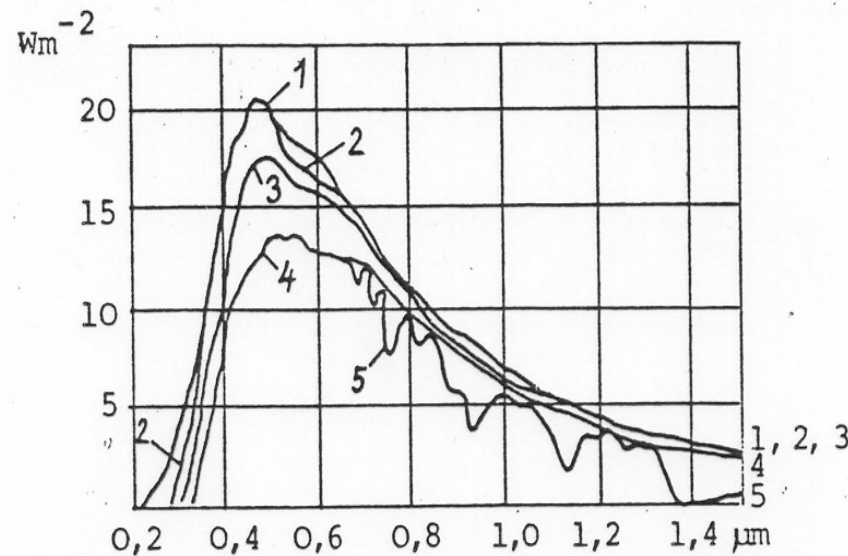
T = hőmérséklet (K)

$\sigma = 5.67 \times 10^{-8}$ W/m²K⁴ (konstans)

	T (K)	λ_{max} (μm)	Spektrum tartomány	F (W/m²)
Nap	6000	0.5	Látható fény (zöld)	7×10^7
Föld	300	10	infravörös	460

A SUGÁRZÁS LÉGKÖRI VESZTESÉGEI

A SUGÁRZÁS LÉGKÖRI VESZTESÉGEI SZINTENKÉNT

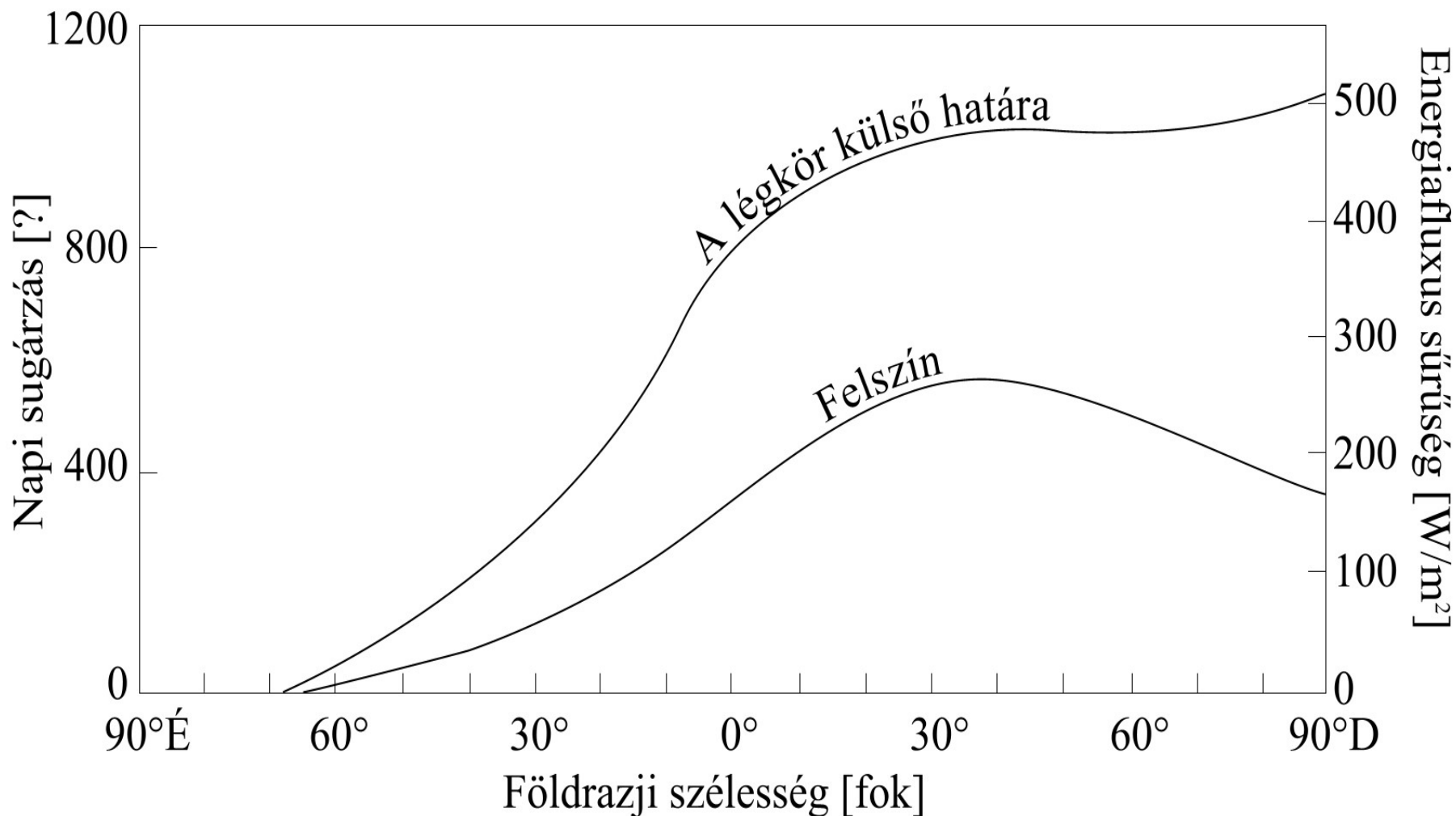


A veszteségek λ függése jelentős

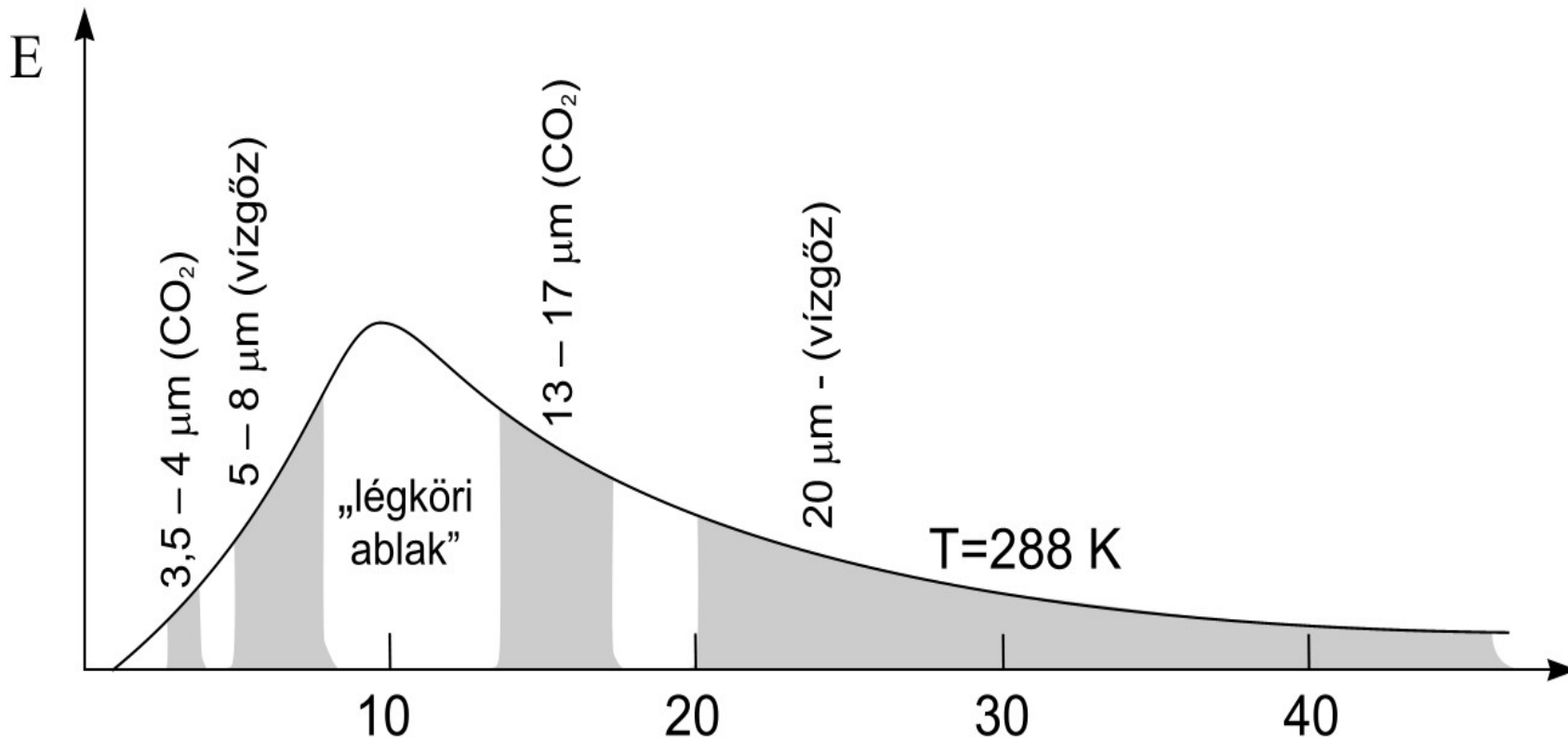
Jelmagyarázat:

1. görbe: a légkör külső határára érkező sug. spektruma
2. görbe: az ózonszint alatti rétegre érkező sug. spektr.
3. görbe: Rayleigh-szóródás
(lev. molekulákban való szóródás)
4. görbe: Mie-szóródás
(levegőben lebegő nagyobb részecskéken való szóródás)
5. görbe: Talajra lejutó sug.

A SUGÁRZÁS LÉGKÖRI VESZTESÉGEI (FÖLDRAJZI SZÉLESSÉG SZERINTI ELOSZLÁS)



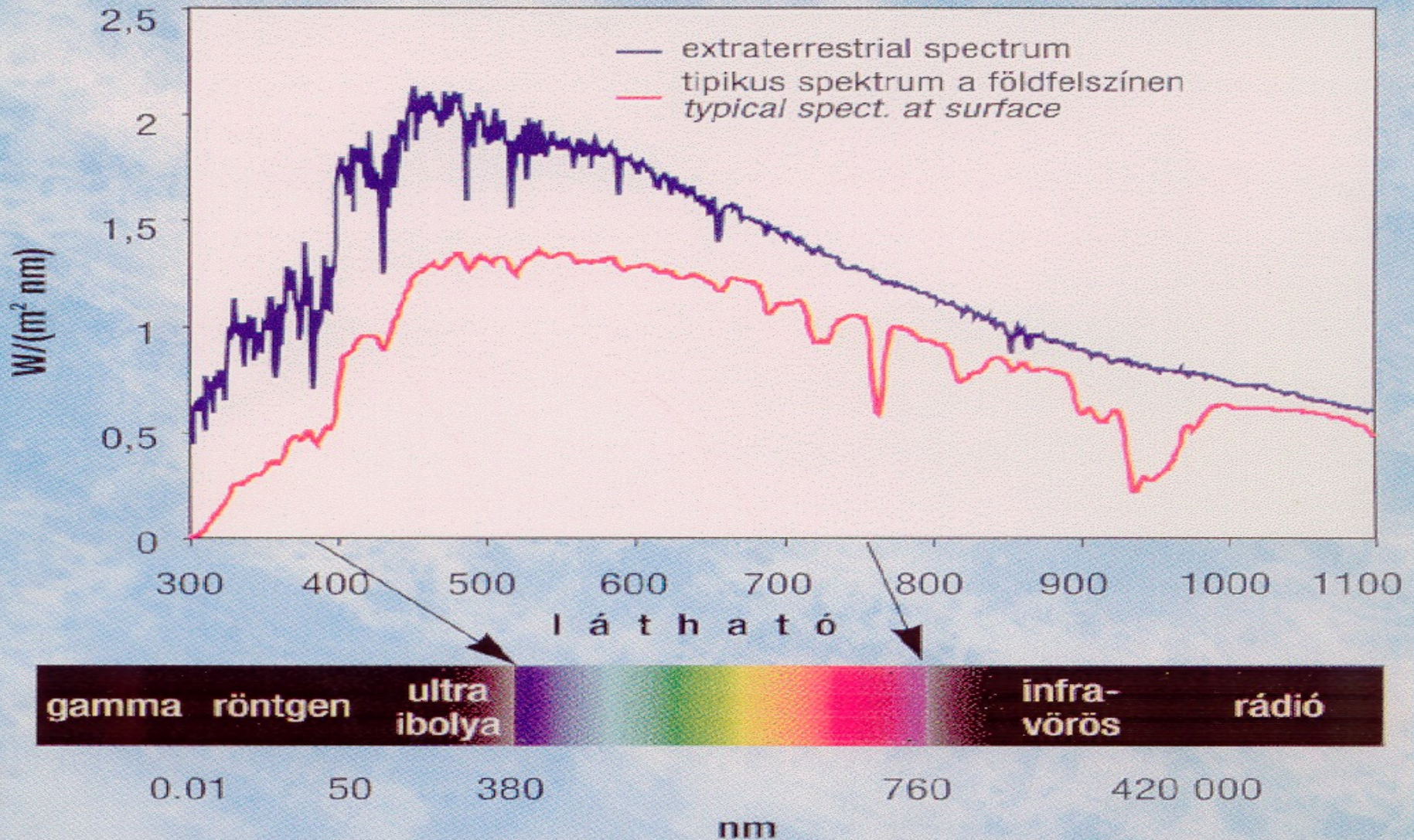
A HOSSZÚHULLÁMÚ FÖLDSUGÁRZÁS SPEKTRÁLIS ELOSZLÁSA

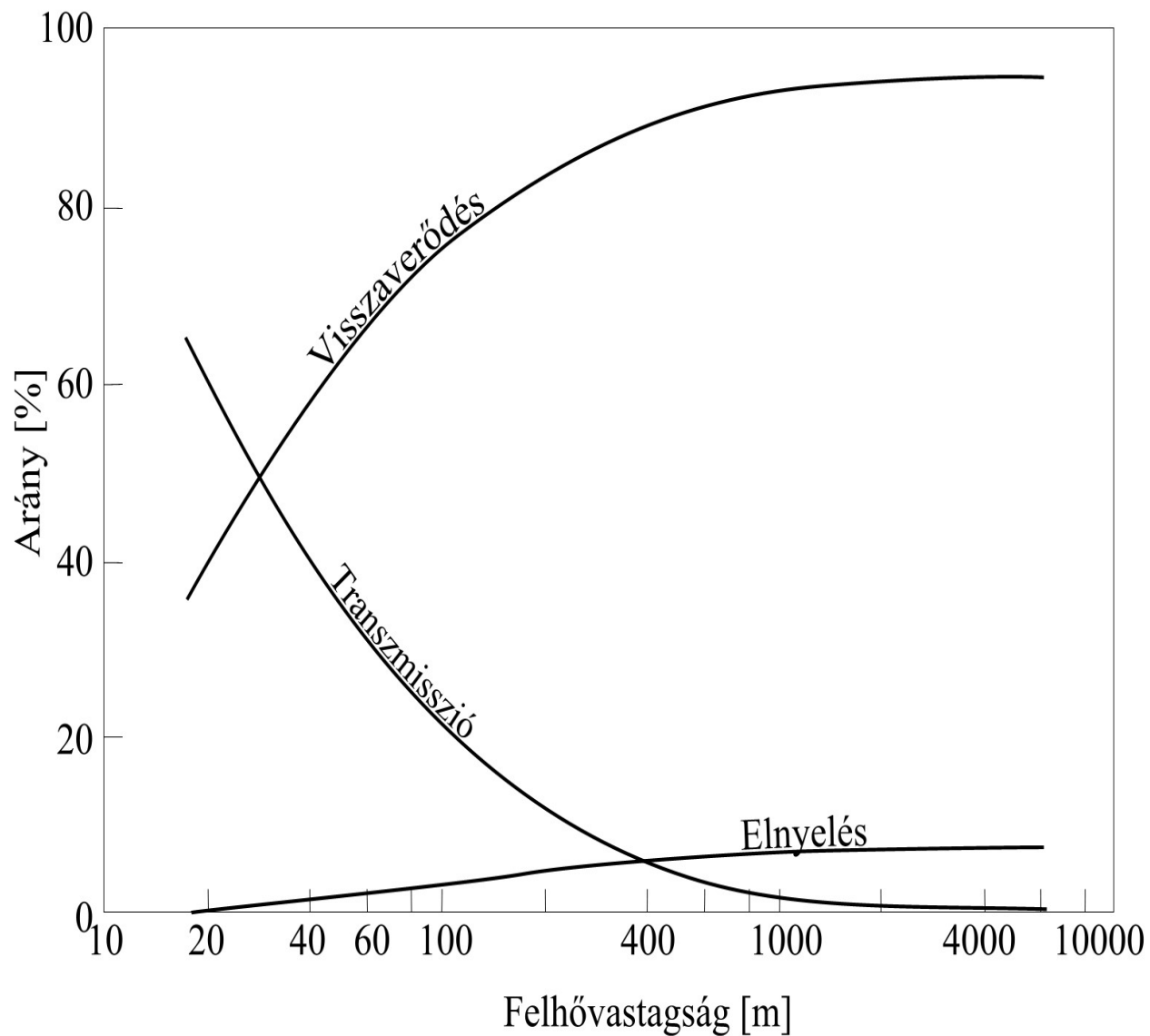


A hosszúhullámú terreztriális sugárzás elméleti spektruma,
valamint a légköri vízgőz és szén-dioxid főbb elnyelési sávjai

A NAPSUGÁRZÁS SPEKTRÁLIS ELOSZLÁSA

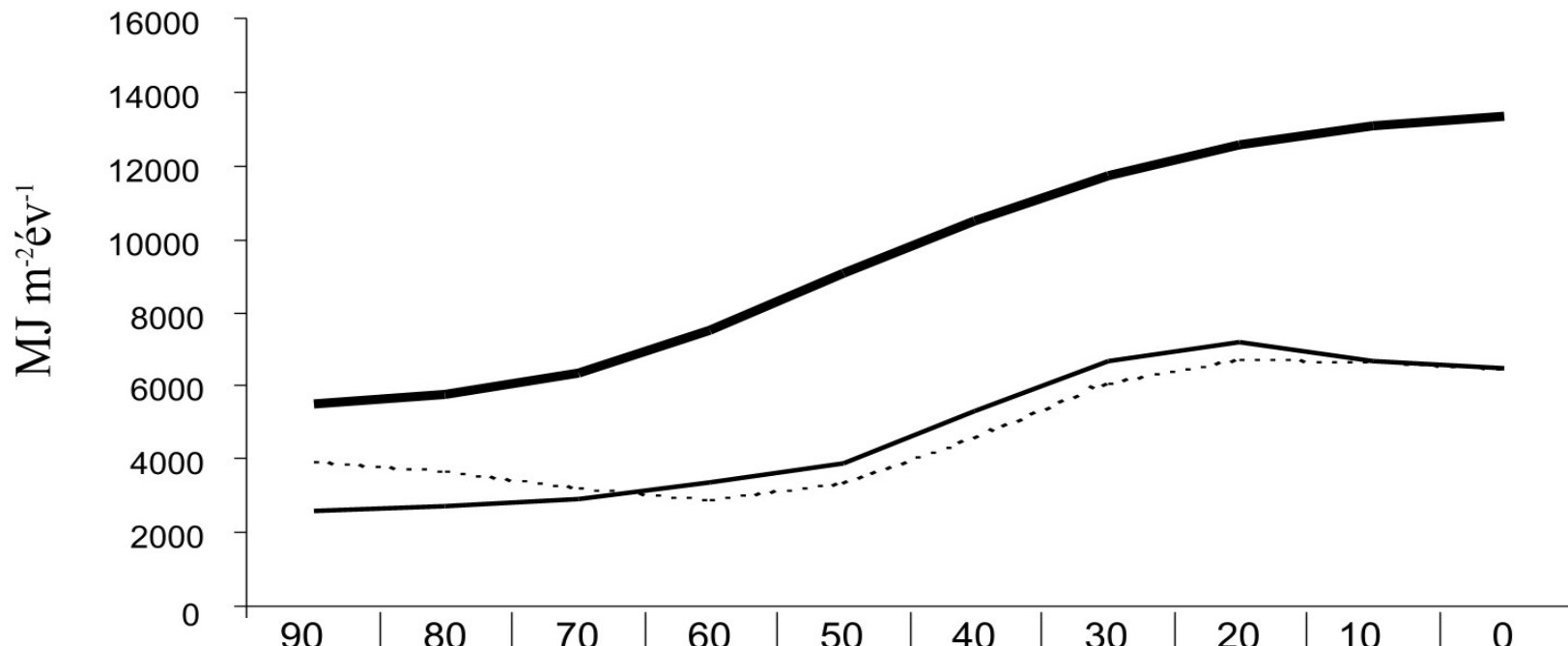
A napsugárzás spektrális eloszlása a légkörön kívül és a földfelszínen – *Spectral distribution of solar radiation outside the atmosphere and at the Earth's surface*



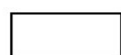


**A VISSZA-
VERŐDÖTT,
ELNYELT ÉS
TRANZMITTÁLT
(ÁTERESZTETT)
SUGÁRZÁS
VESZTESÉGEI
A FELHŐ-
VASTAGSÁG
FÜGGVÉNYÉBEN**

A NAPSUGÁRZÁS MENNYISÉGE AZ ÉSZAKI ÉS A DÉLI FÉLTEKÉN (ÉVI ÖSSZEG)



	90	80	70	60	50	40	30	20	10	0
— légkör határán	5527	5736	6322	7536	9085	10509	11723	12560	13063	13356
— É	2596	2721	2931	3349	3894	5339	6657	7201	6699	6490
..... D	3936	3720	3266	2889	3391	4605	6113	6741	6699	6490



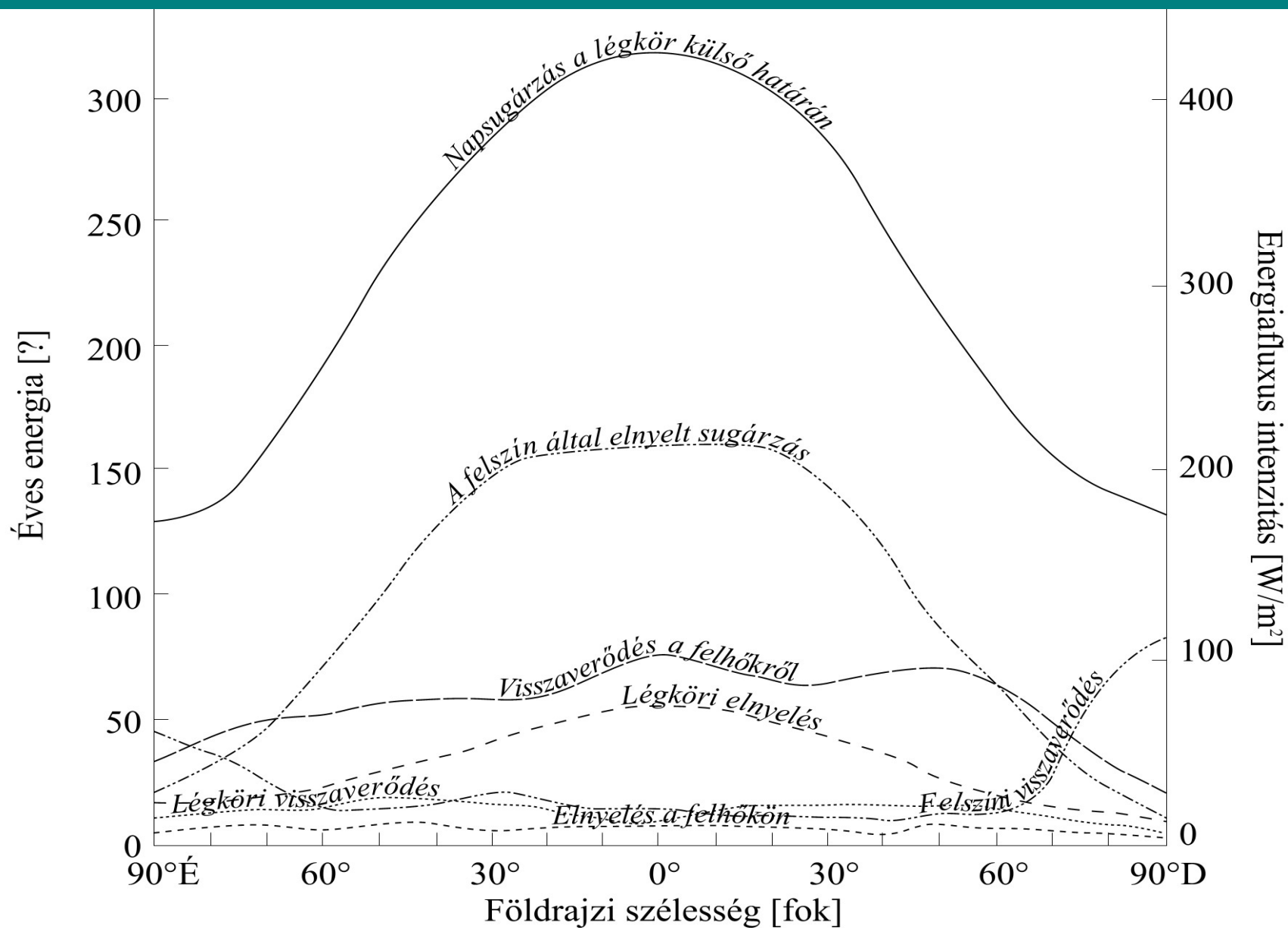
minimum



maximum

A sugárzás eloszlása a földrajzi szélesség függvényében

A NAPSUGÁRZÁS FÖLDRAJZI SZÉLESSÉG SZERINT ELOSZLÁSA



A NAPSUGÁRZÁS VESZTESÉGEI A TALAJBAN

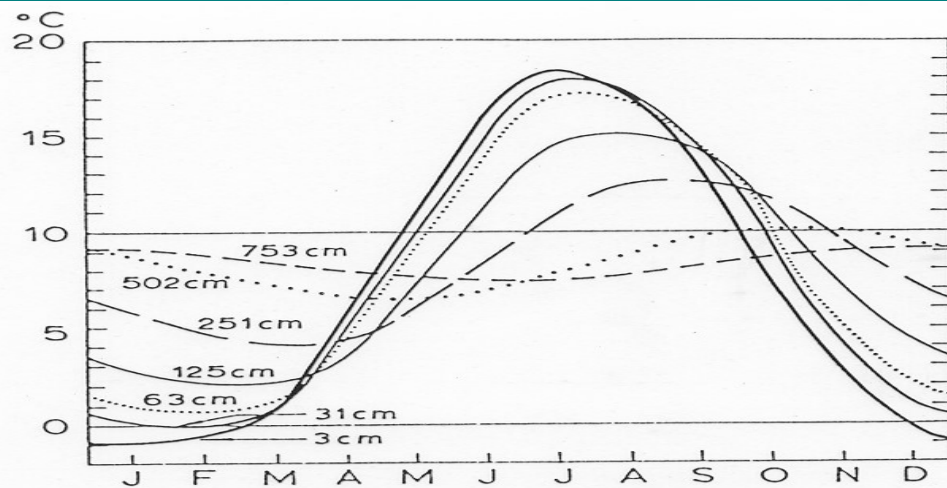
Az évi, napi ciklus mélysége

	<i>Diurnal variation</i>	<i>Annual variation</i>
Wet soil	0.5 m	9 m
Dry sand	0.2 m	3 m

A hőm. csökkenés mértéke a talajban

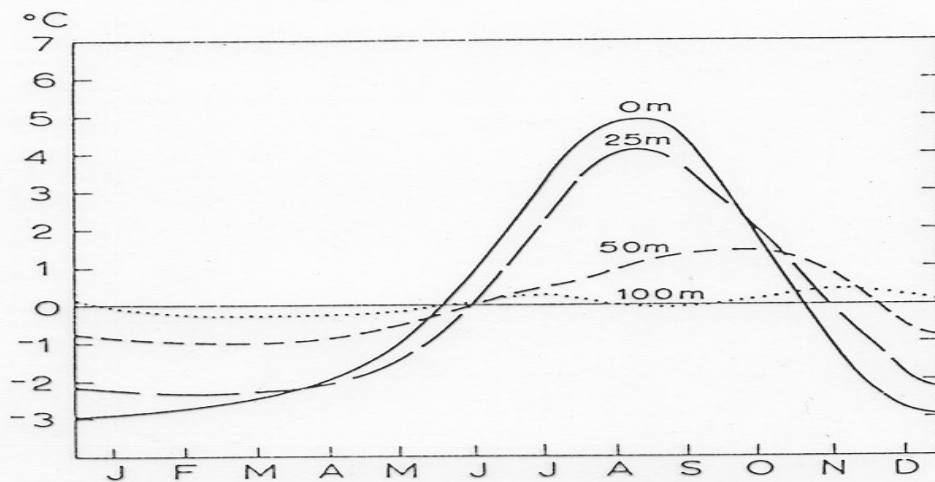
	<i>Sand</i> Homok	<i>Loam</i> Termésfölöd	<i>Peat</i> Tőzeg	<i>Clay</i> Ásvány
Surface	40°C	33°C	23°C	21°C
5 cm	20	19	14	14
15 cm	7	6	2	4

A NAPSUGÁRZÁS VESZTESÉGEI A TALAJBAN ÉS A TENGER FELSŐ RÉTEGEIBEN



Kaliningrad

TALAJ

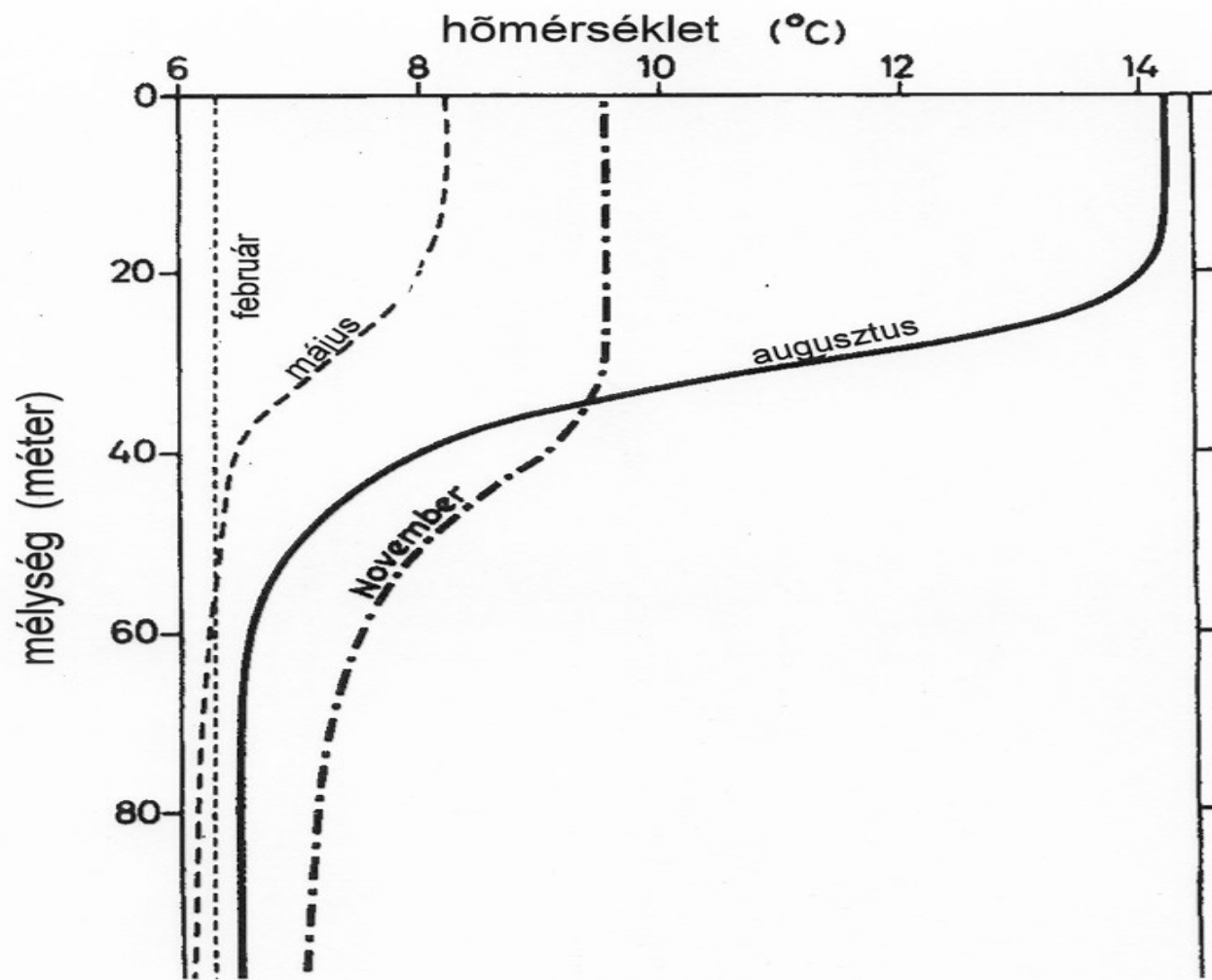


Biscajai öböl
(47°N, 12°W)

TENGER

Sources: From Geiger 1965 and Sverdrup 1945.

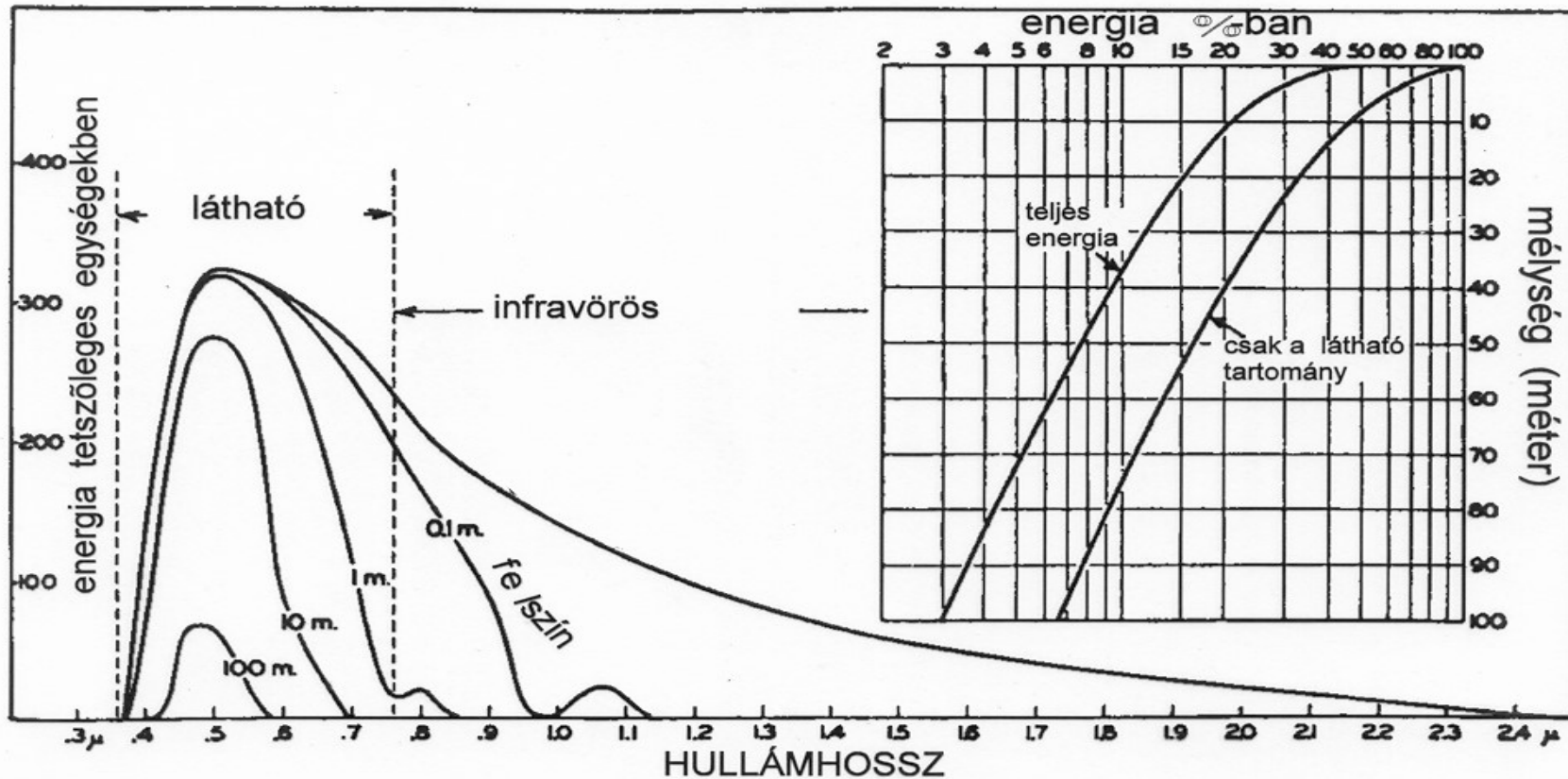
HŐMÉRSÉKLETVÁLTOZÁS MÉRTÉKÉNEK
MÉLYSÉG SZERINTI GÜGGÉSE



AZ ÉSZAKI-TENGER FELSŐ 100 MÉTERÉNEK
KÖZEPES HŐMÉRSÉKLETE MÁJUSBAN,
AUGUSZTUSBAN ÉS NOVEMBERBEN

**A
NAP-
SUGÁRZÁS
VESZTE-
SÉGEI
AZ
ÓCEÁN-
BAN**

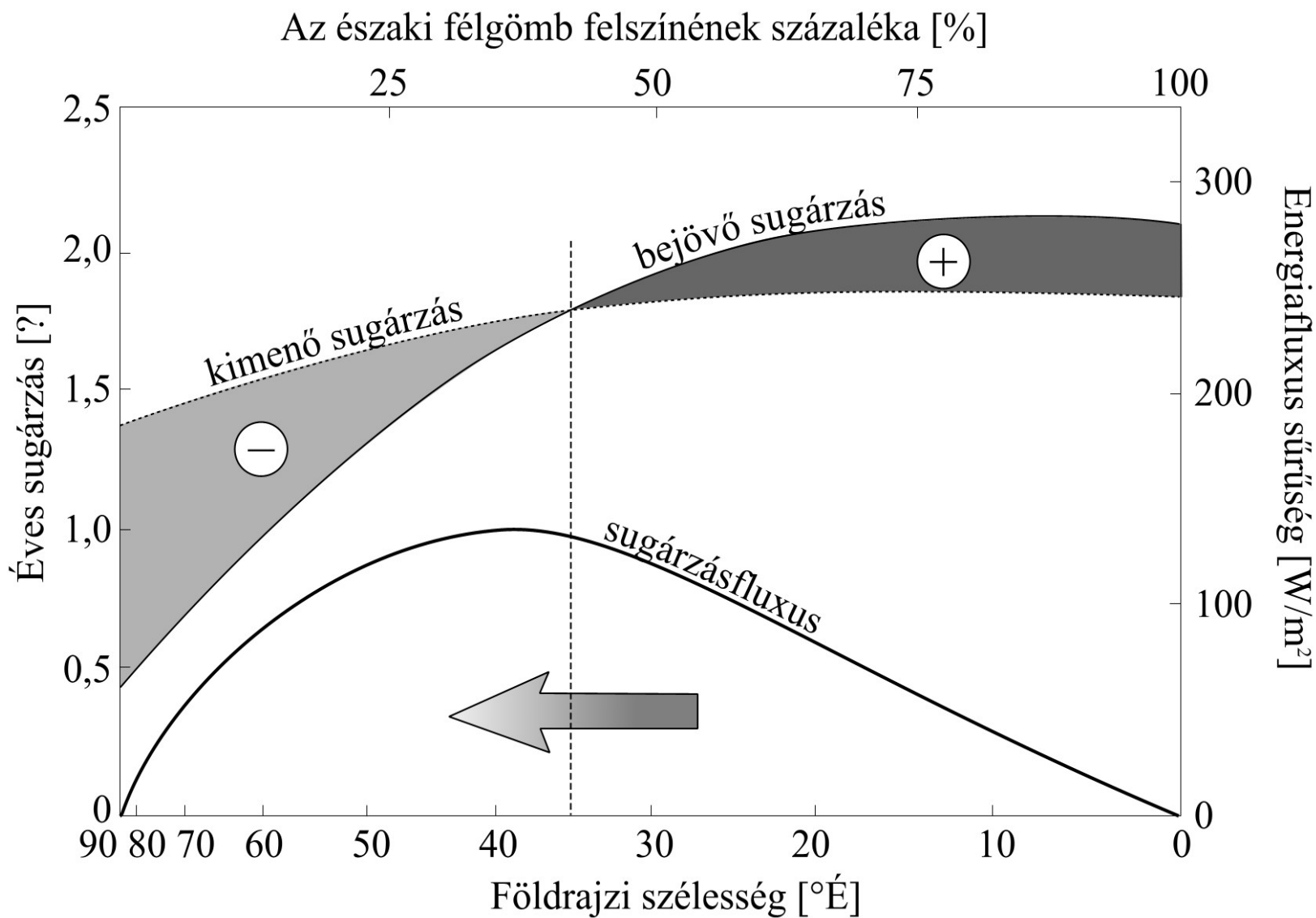
A NAPSUGÁRZÁS VESZTESÉGEI AZ ÓCEÁNBAN

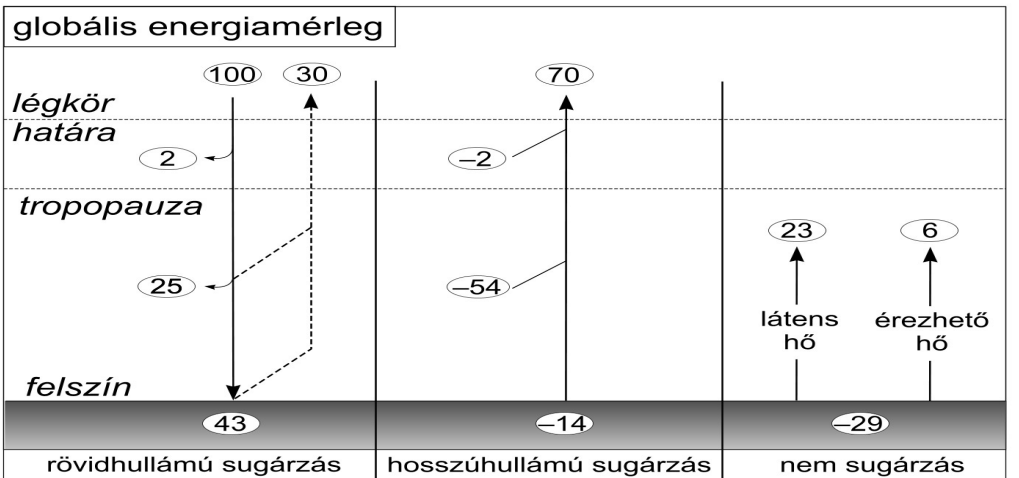
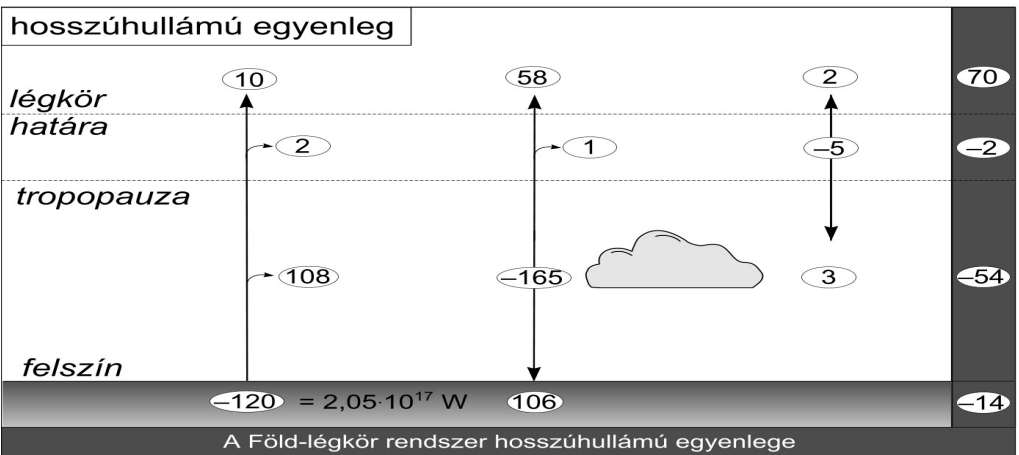
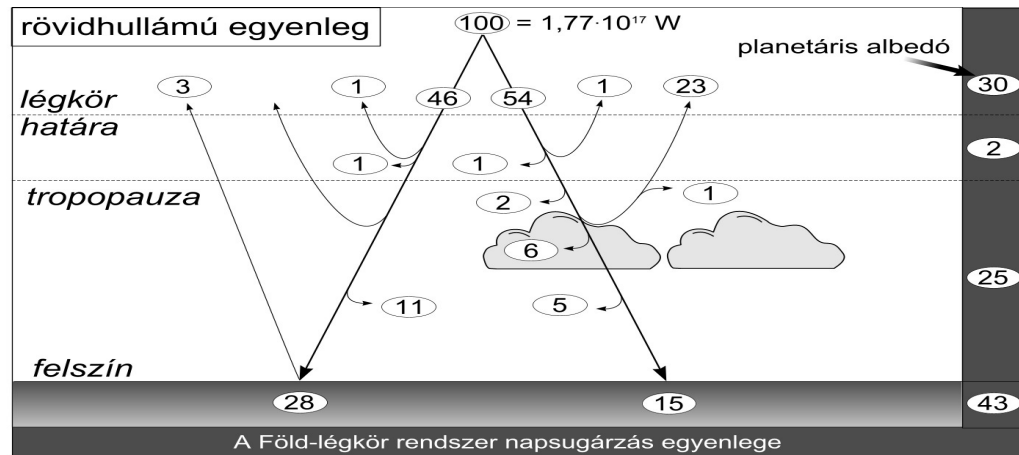


A TENGERFELSZÍNEEN ÁTHALADÓ NAPSUGÁRZÁS
ENERGIA SPEKTRUMÁNAK SEMATIKUS KÉPE
0.1m , 1m , 10m és 100m MÉLYSÉGEKBEN

A LÉGKÖR SUGÁRZÁSI EGYENLEGE

A BESUGÁRZÁS TÖBBLETE ÉS HIÁNYA





RÖVIDHULLÁMÚ EGYENLEG

HOSSZÚHULLÁMÚ EGYENLEG

A FÖLD ENERGIAMÉRLEGE