

# **Betekintés a napelemek világába**

**(működés, fajták, alkalmazások)**

Nemcsics Ákos

Óbudai Egyetem

Óbudai Zöld Szabadegyetem, 2010

# Tartalom

## Bevezetés

energetikai problémák

napenergia hasznosítás módjai

## Napelemről nem középiskolás fokon

napelem működése

egyszerűbb napelemstruktúrák

összetettebb napelemstruktúrák

## Napelemek alkalmazása

nem helyhez kötött alkalmazások

építészeti alkalmazás lehetőségei

megvalósult építészeti példák

## Energetikai problémák

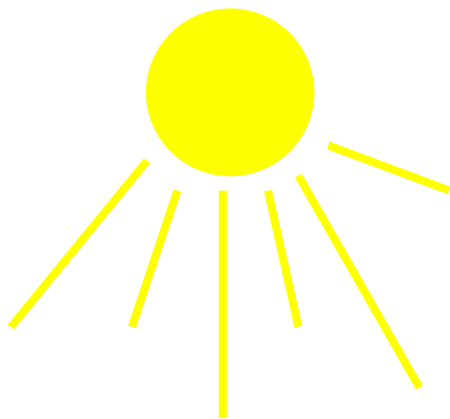
Környezet szennyezés  
Globális energetikai problémák  
Épületüzemeltetés

Megújuló energiák kiaknázása  
Passzív napenergia-hasznosítás  
Aktív napenergia-hasznosítás



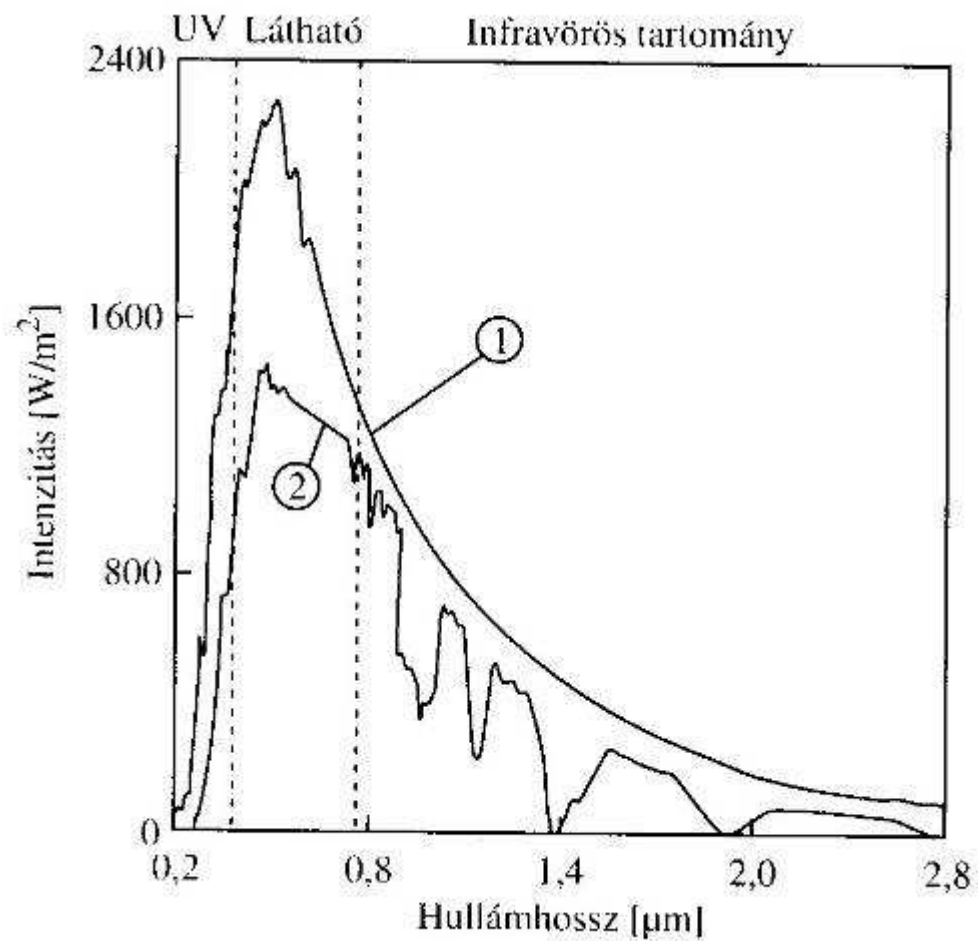
Óbudai Zöld Szabadegyetem, 2010

## Napsugárzás tulajdonságai (spektruma)

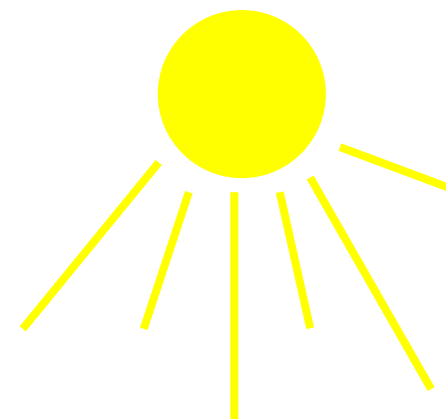
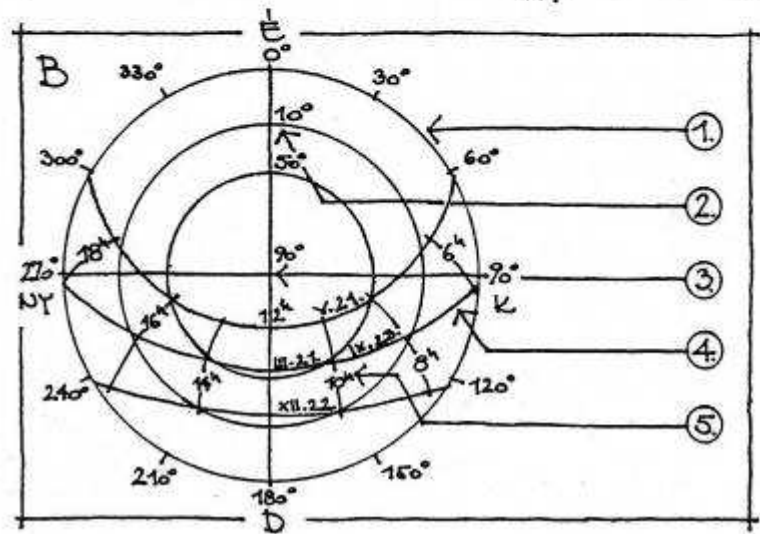
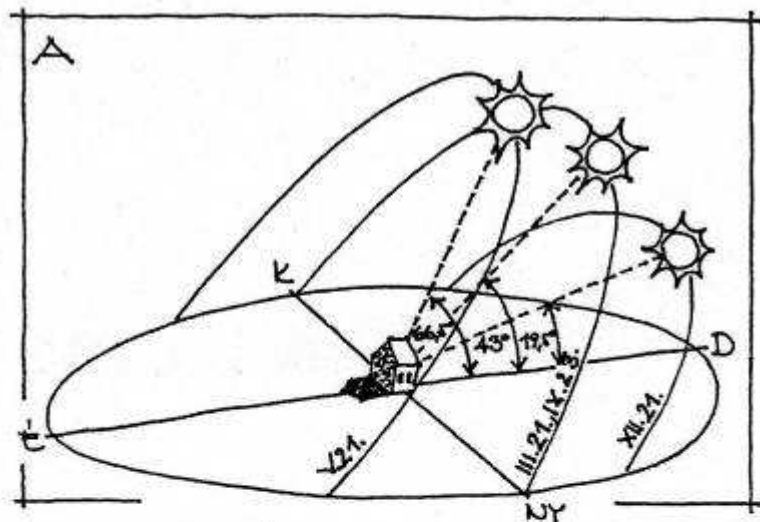


1: AM0

2: AM1

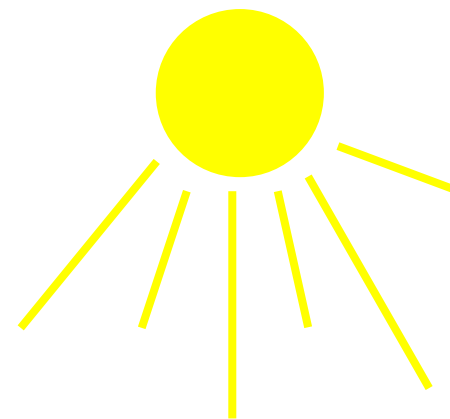
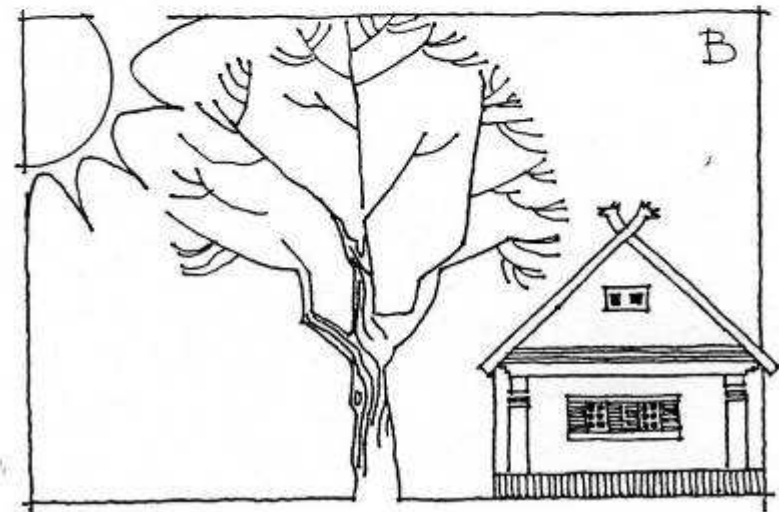
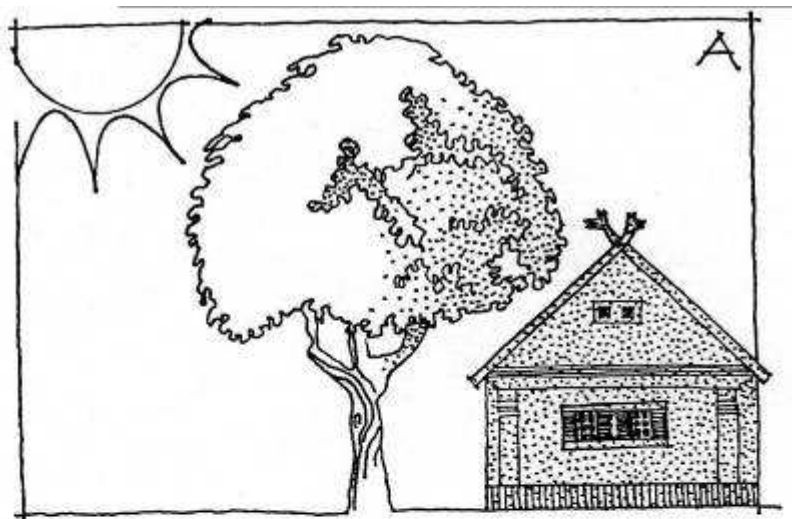


# Napsugárzás tulajdonságai (térbeli, időbeli eloszlása)

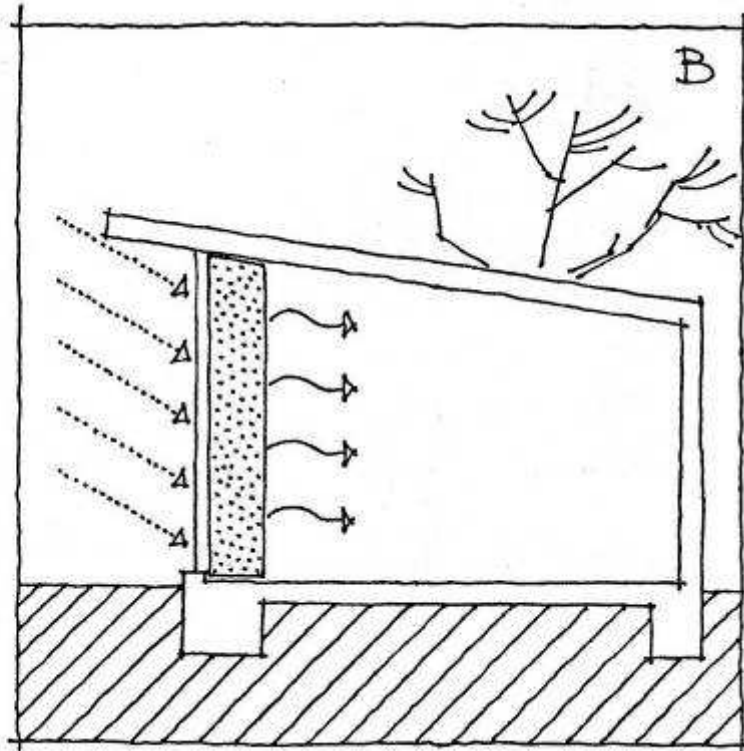
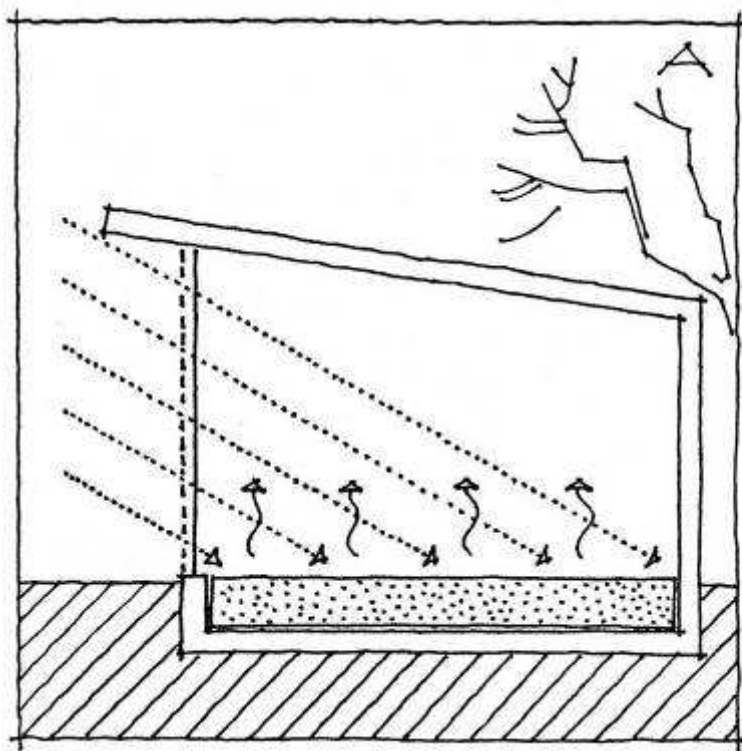
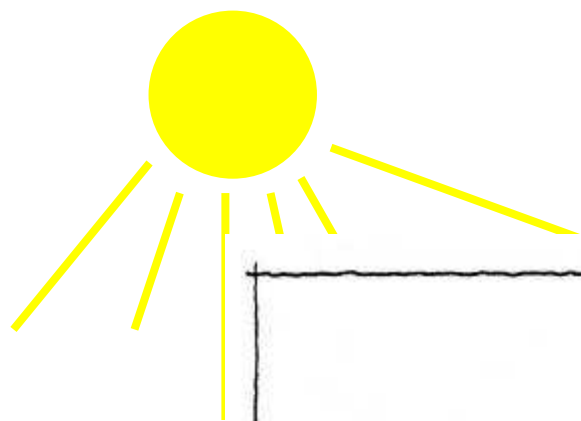


nappályadiagram

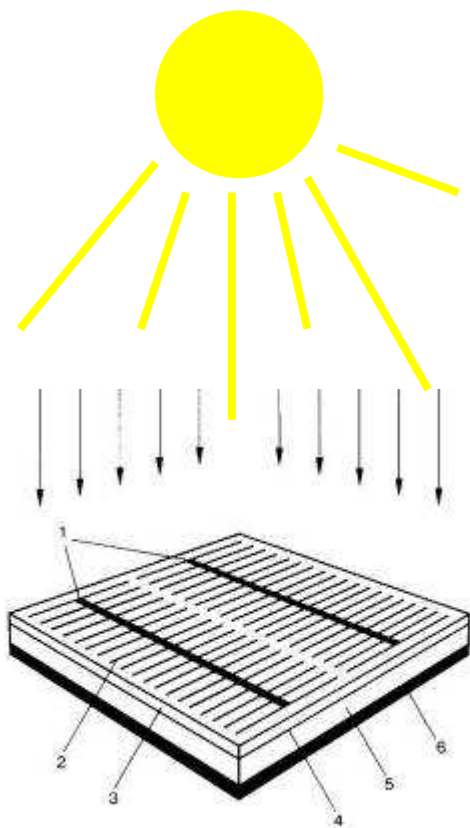
## Passzív napenergia-hasznosítás (népi építészet)



## Passzív napenergia-hasznosítás (Tömegfal)



## Napelem működése és fajtái



Töltéshordozók generálása

Eltérő elektrokémiai potenciál

Kristályos, polikristályos

(tokozás: üveg, színezés, különleges modulok)

Vékonyréteg

(amorf-Si, CIS, hordozó: merev – üveg, hajlékony – műanyag fólia)

Nagy hatásfokú

(III-V-alapú, világűri és földi alkalmazás egyaránt)

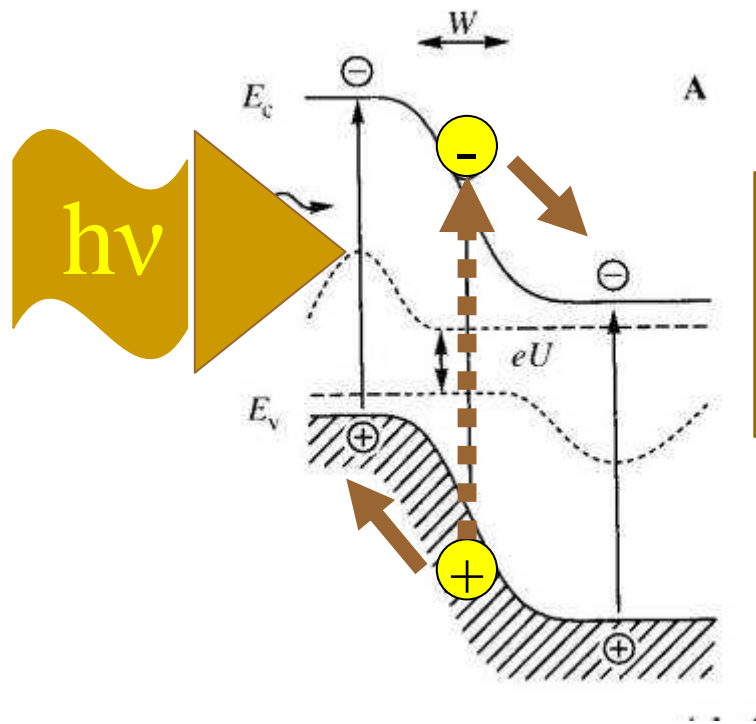
Koncentrátoros

Különleges struktúrák

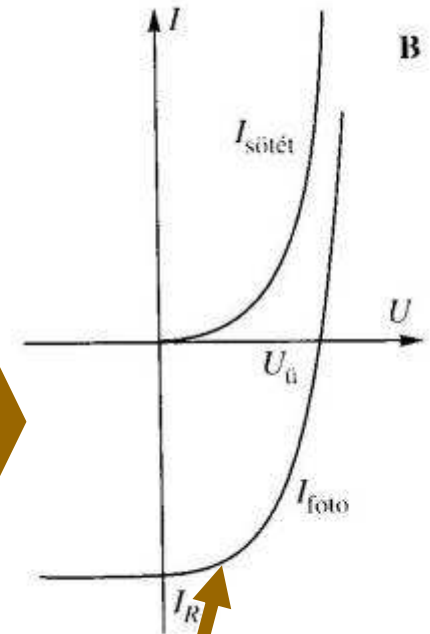
(Grätzel, Polimer-alapú, nanostruktúrák)

# A fotovoltaikus hatás

magyarázat a pn-átmenet példáján



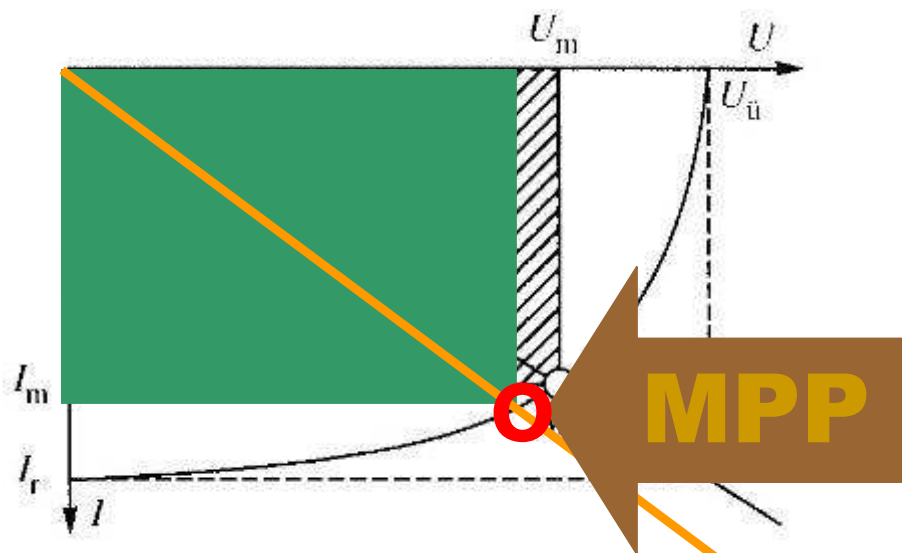
a fotoáram iránya az átmenet záróirányú áramával egyezik



fotoáram

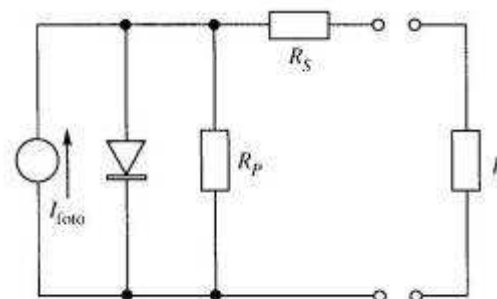
$$I = I_s \left[ \exp\left(\frac{eU}{kT}\right) - 1 \right] - I_{foto}$$

# A napelem hatásfoka



$$\eta = \frac{I_m U_m}{P_{foto}} = \frac{\phi I_r U_{\ddot{u}}}{P_{foto}}$$

a napelem elektromos helyettesítő képe



A kitöltési tényező:

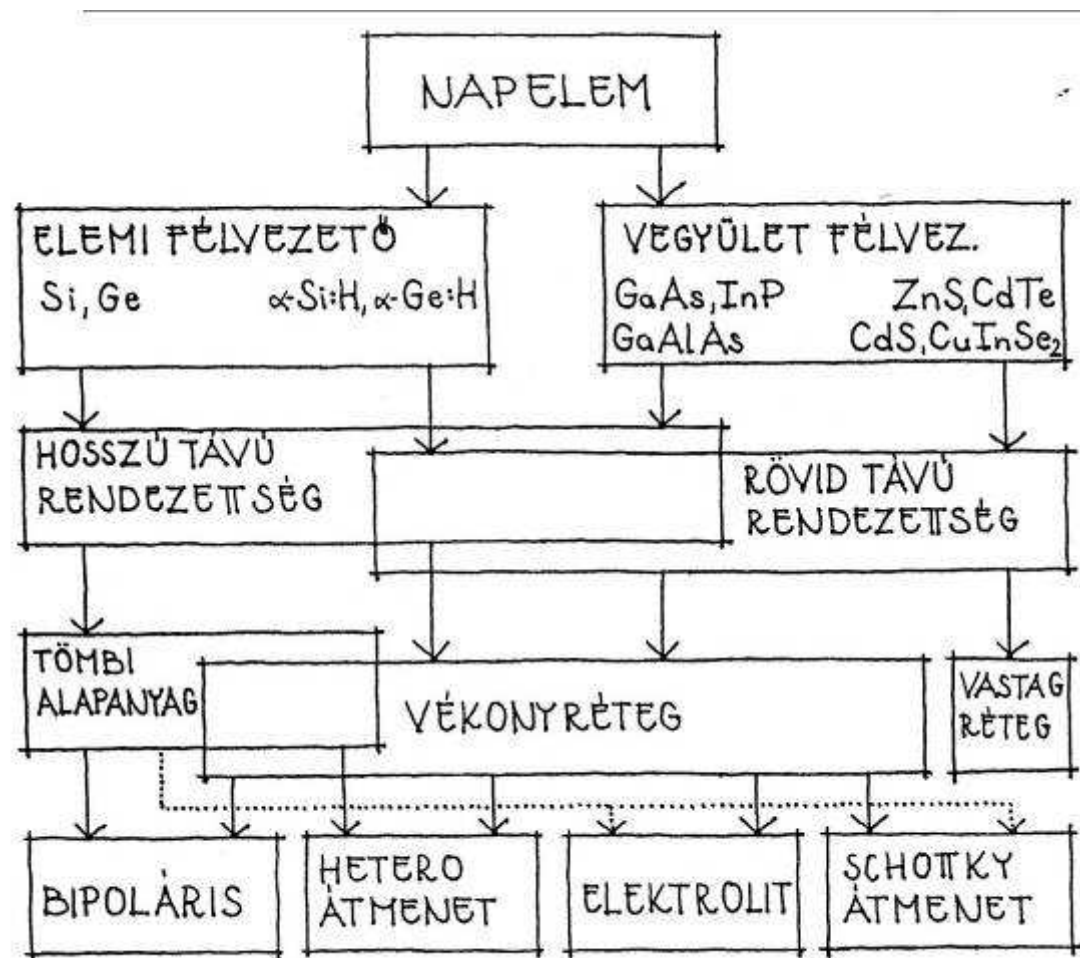
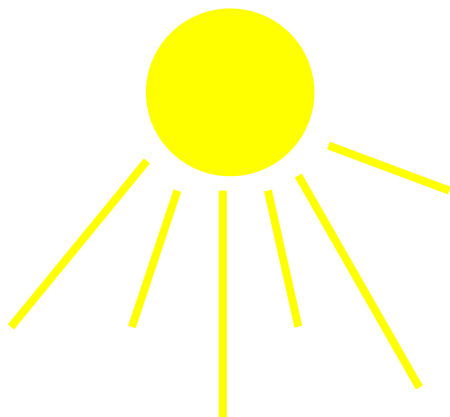
$$\phi = \frac{I_m U_m}{I_r U_{\ddot{u}}}$$

értékek a gyakorlatban:

$$\phi = 0.75 - 0.85$$

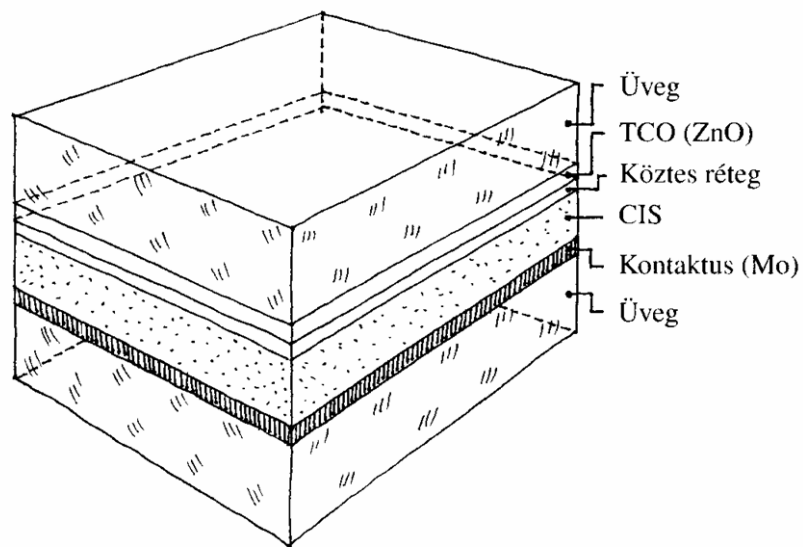
$$\eta = 5 - 40 \%$$

# Napelem működése és fajtái



vékonyréteg-napelem

## CIS, CIGS, CdTe

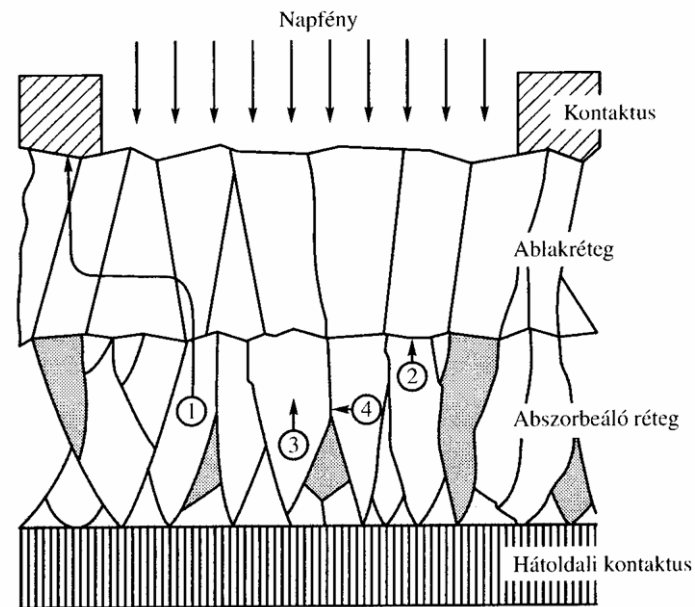


5.14. ábra

### technológia:

vákuumpárolgatás, porlasztás, CVD eljárások, elektrokémiai leválasztás stb. **anyag:**

polikristályos, hasábos, domén méret kb. 1  $\mu\text{m}$



5.14. ábra

### tilossáv:

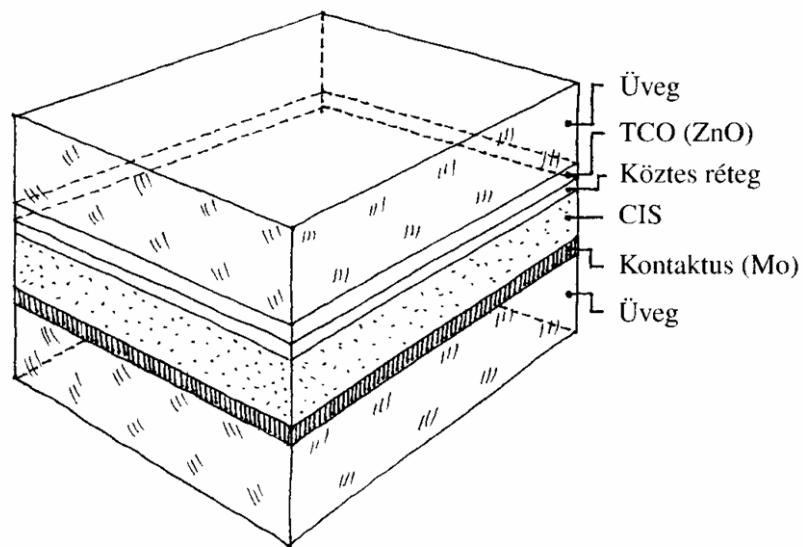
összetétellel beállítható

### adalék:

adalék nélkül általában p-típusú

vékonyréteg-napelem

## CIS, CIGS, CdTe

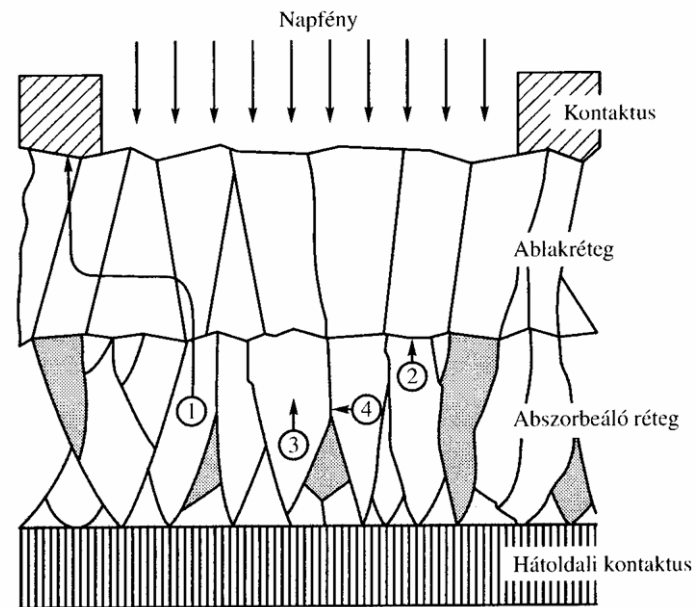


5.14. ábra

### technológia:

vákuumpárolgatás, porlasztás, CVD eljárások, elektrokémiai leválasztás stb. **anyag:**

polikristályos, hasábos, domén méret kb. 1  $\mu\text{m}$



5.14. ábra

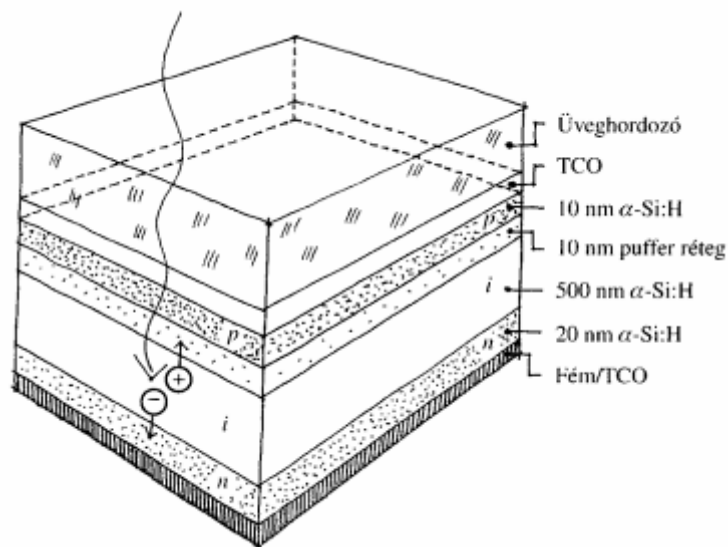
### tilossáv:

összetétellel beállítható

### adalék:

adalék nélkül általában p-típusú

## amorf Si és SiGe napelem struktúrák

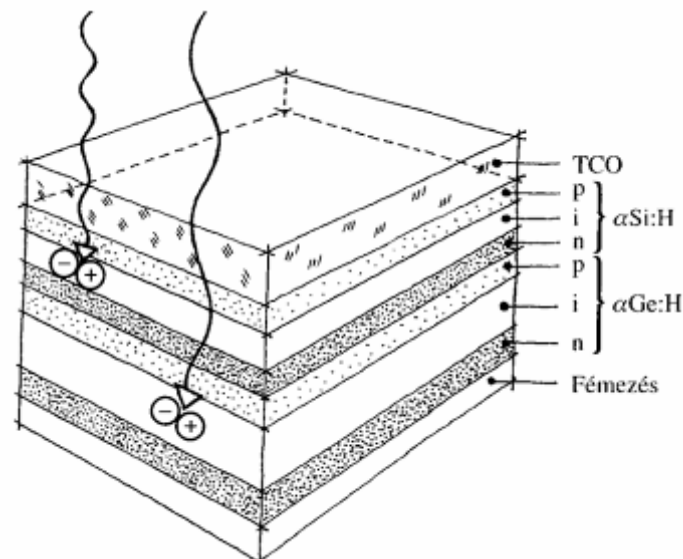


5.19. ábra

egy amorf Si napelem felépítése  
**pin-struktúra**

adalékolás

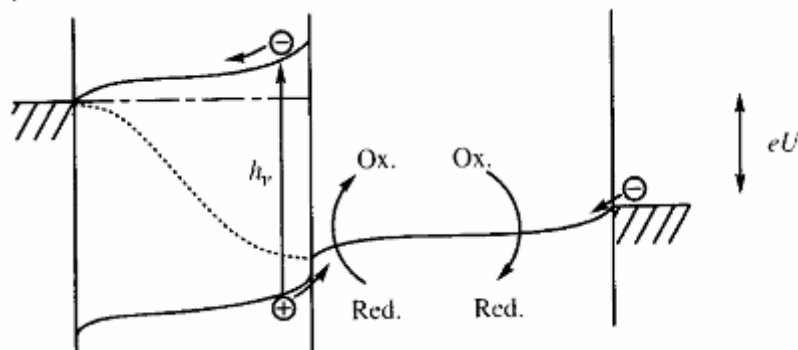
Saeber-Wronski-effektus



α-Si:H/α-Ge:H tandemstruktúra

$$E_{goben} > E_{gunten}$$

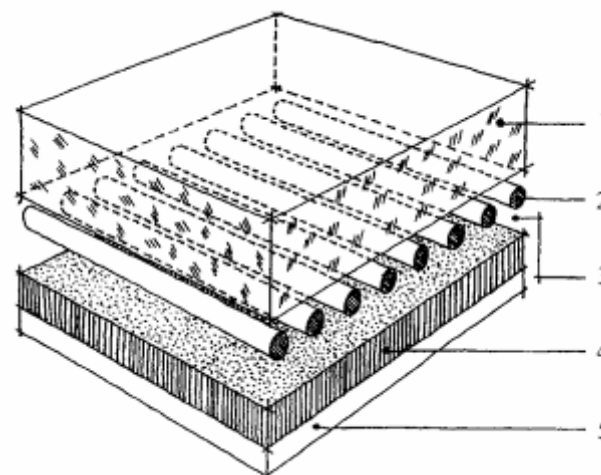
# Elektrokémiai napelem



regenerálódni képes napelem működésének elve

a redox-rendszer oxidálódik megvilágítás hatására az n-típusú félvezetőn, majd redukálódik a fémelektrodán

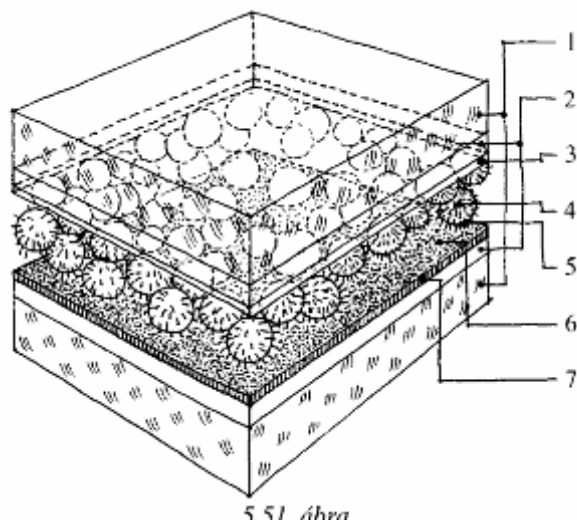
## Elektrokémiai napelem konstrukciója



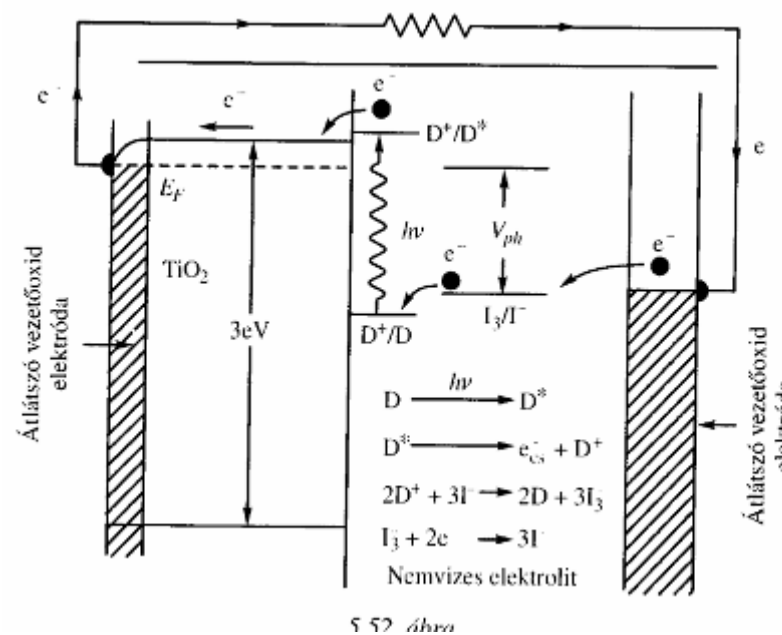
1: üveg 2: ellenelektroda, 3: elektrolit, 4: félvezető, 5: hátoldali kontaktus

# Elektrokémiai napelem

A fotokorrózió elkerülése  
Grätzel cella



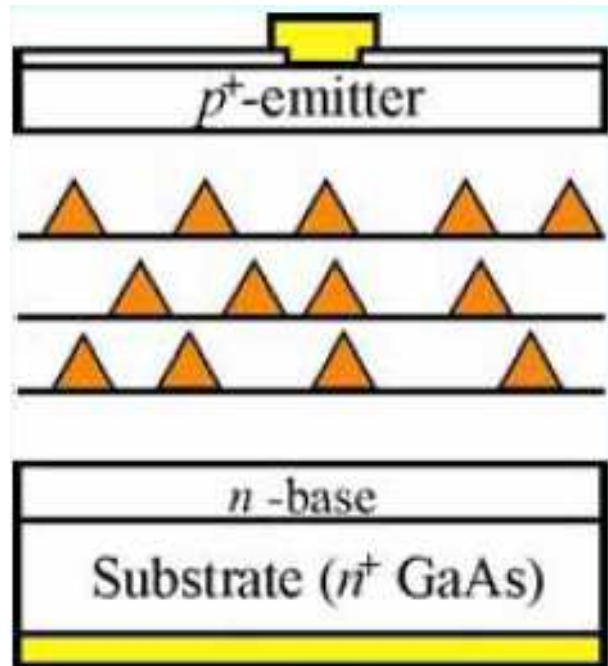
1: üveg, 2:TCO, 3: vékony TiO<sub>2</sub> réteg, 4: TiO<sub>2</sub> részecskék (méret: 10 – 30 nm, rétegvastagság 10 μm), 5: festékrészecskék a TiO<sub>2</sub> felületén, 6: elektrolit, 7: Pt elektroda



A Grätzel cella elektronikus sávszerkezete

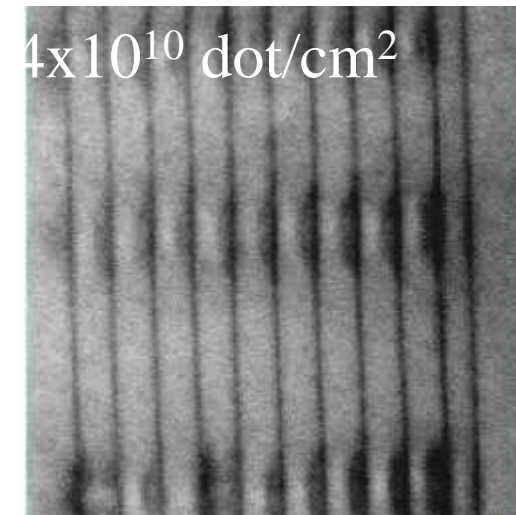
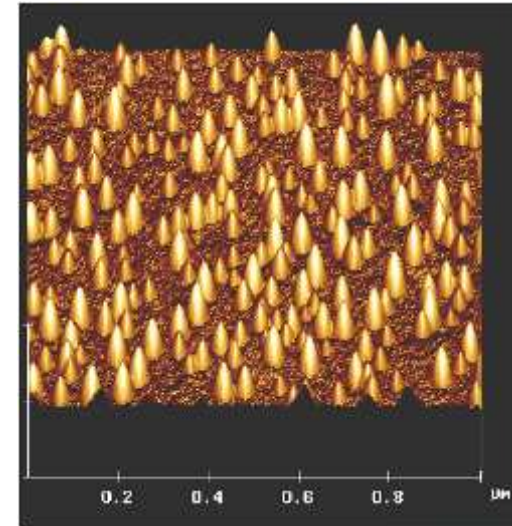
# III-V –alapú napelem

## QD intermediate band solar cell

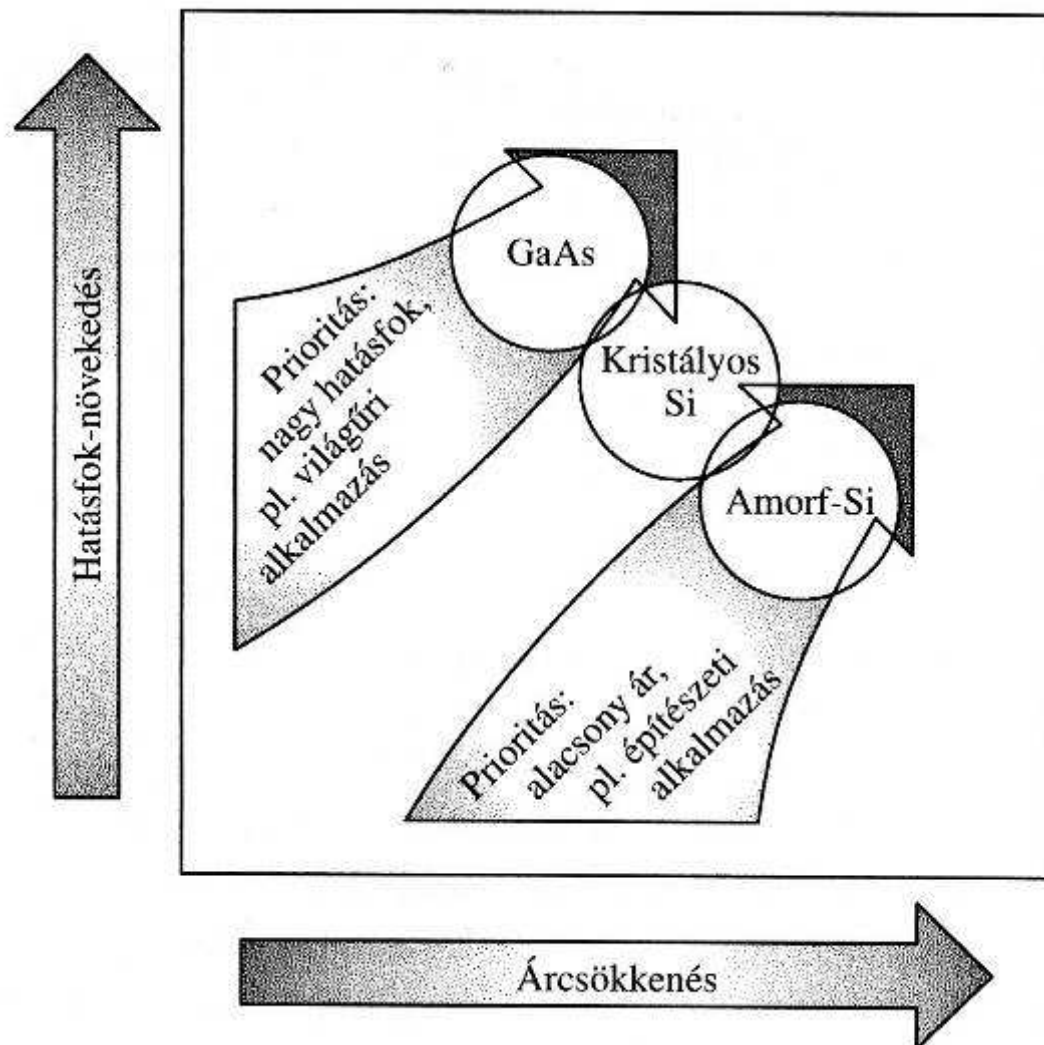
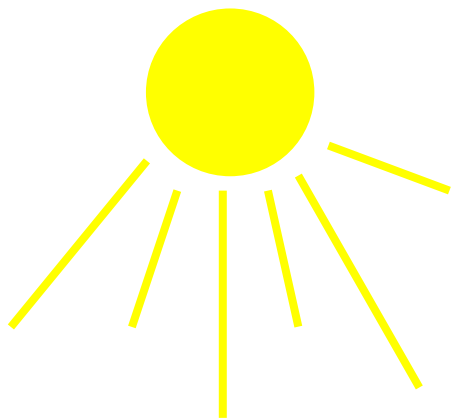


struktúra növesztés

MBE, Stranski-Krastanov növekedési mód

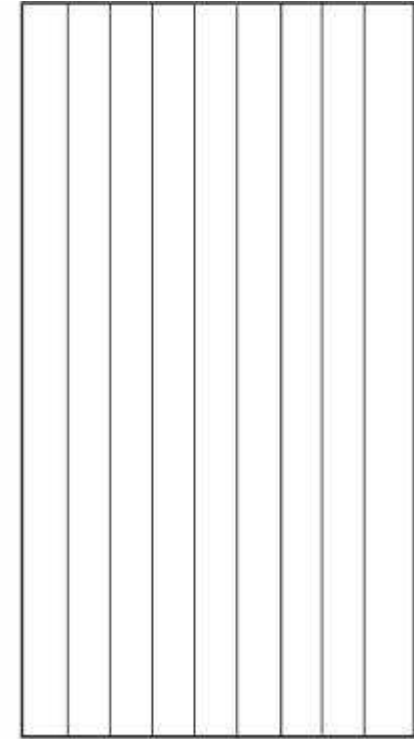
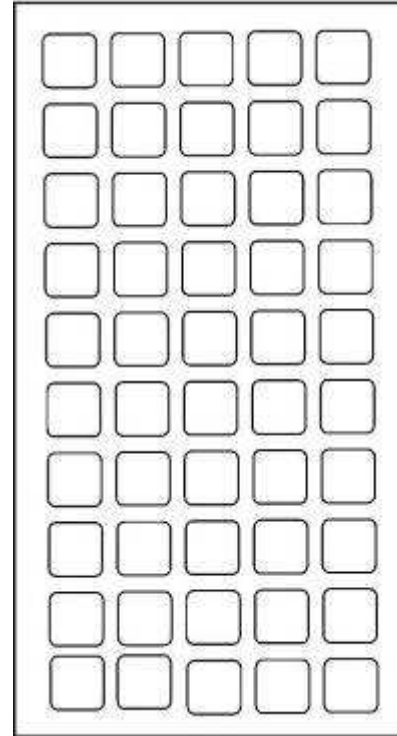


# Napelem működése és fajtái



## Napelem működése és fajtái

Polikristályos napelemtábla



Vékonyréteg  
napelemtábla

## Napelem működése és fajtái



Napelem hajlékony  
hordozóra

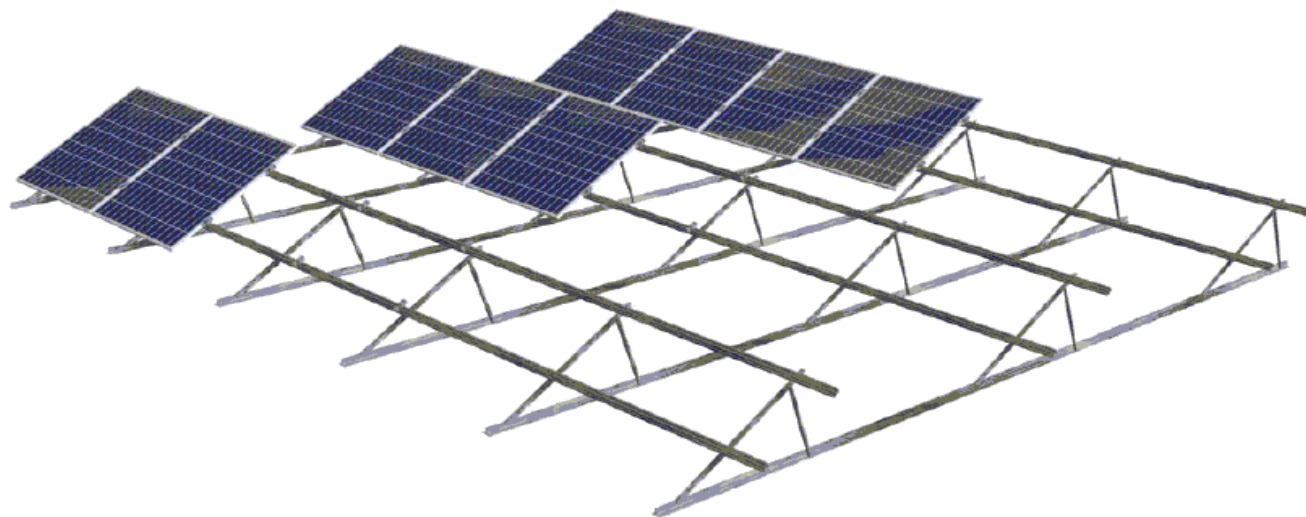
## Napelem működése és fajtái

Koncentrátoros  
napelemtábla



Óbudai Zöld Szabadegyetem, 2010

## Napelem lapostetőn



## Napelem magastetőn



Pikkelyfedéshez kapcsolódó rögzítő elem

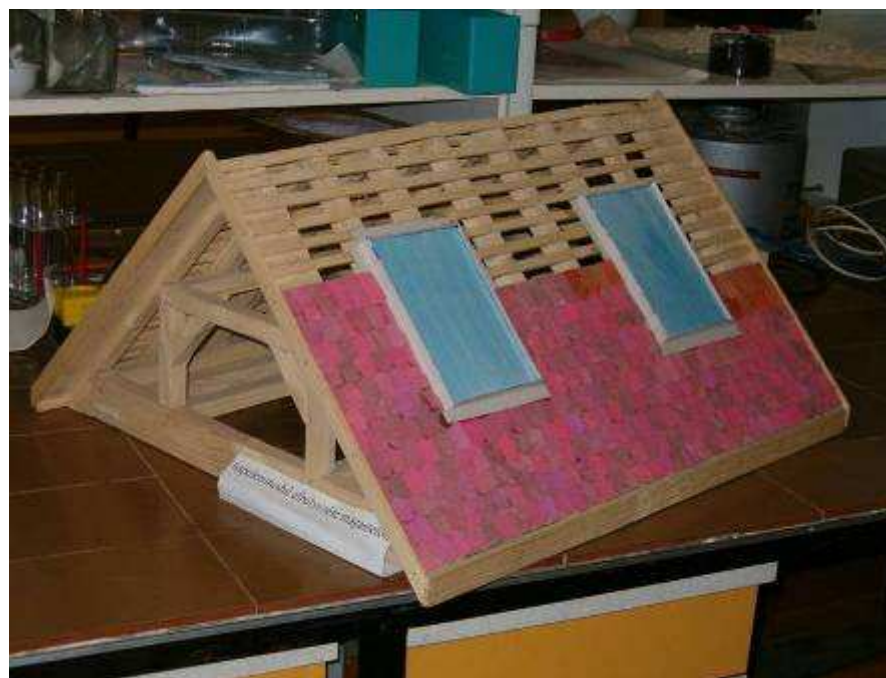
Óbudai Zöld Szabadegyetem, 2010

## Napelem magastetőn



Óbudai Zöld Szabadegyetem, 2010

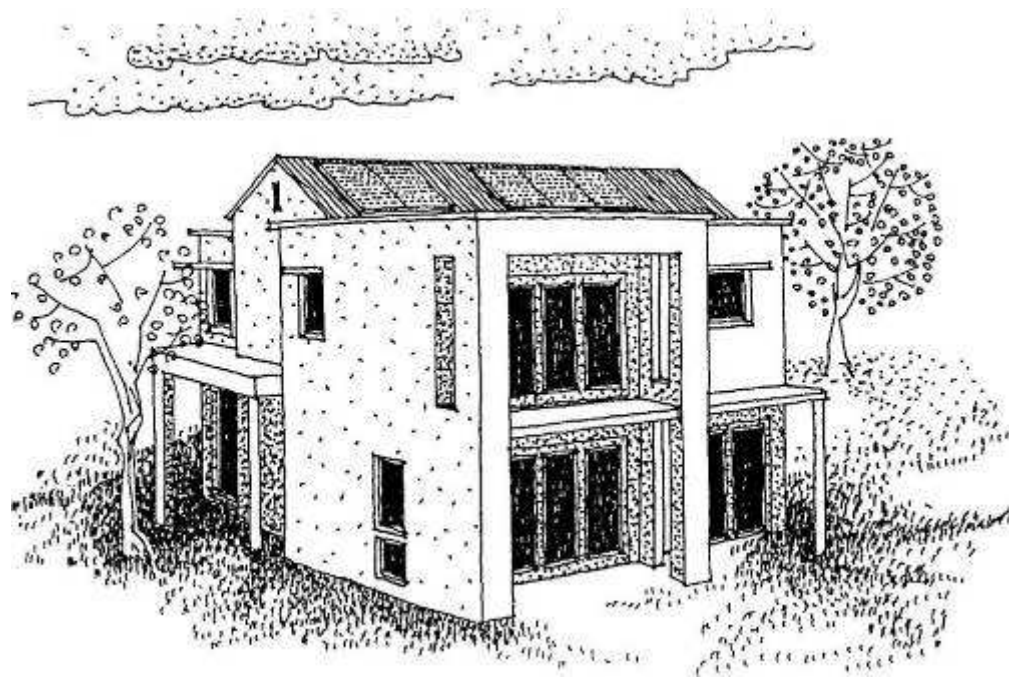
## Napelem magastetőn



Napelemtábla beépítése tetősíkban  
fekvő ablakéhoz hasonlóan

Óbudai Zöld Szabadegyetem, 2010

## Napelem magastetőn



Napelemtábla beépítése tetősíkban fekvő  
ablakéhoz hasonlóan

Óbudai Zöld Szabadegyetem, 2010

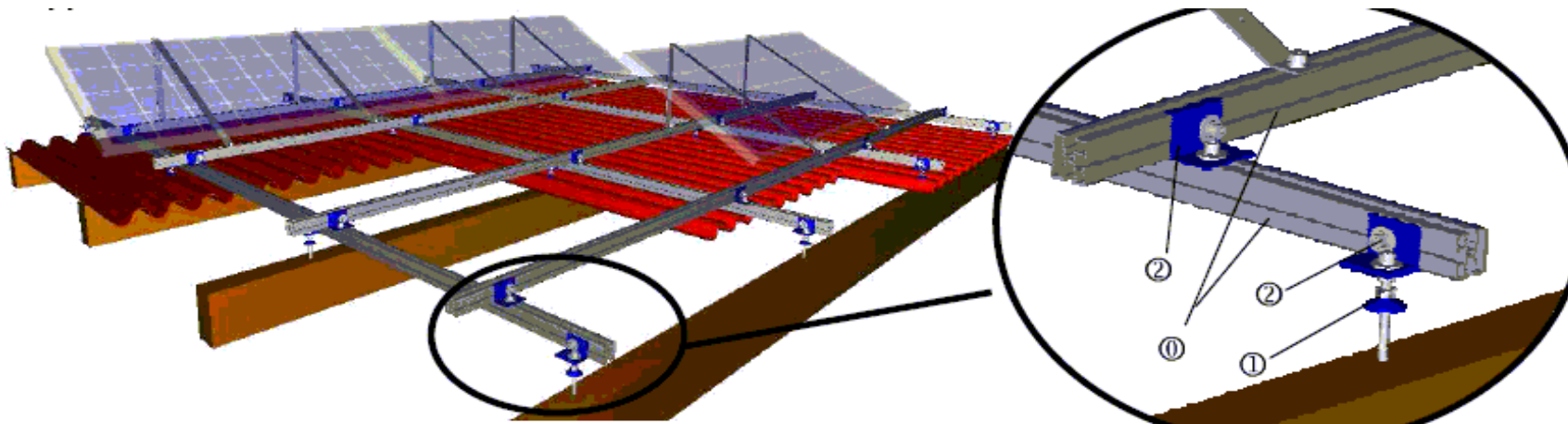
Napelem magastetőn



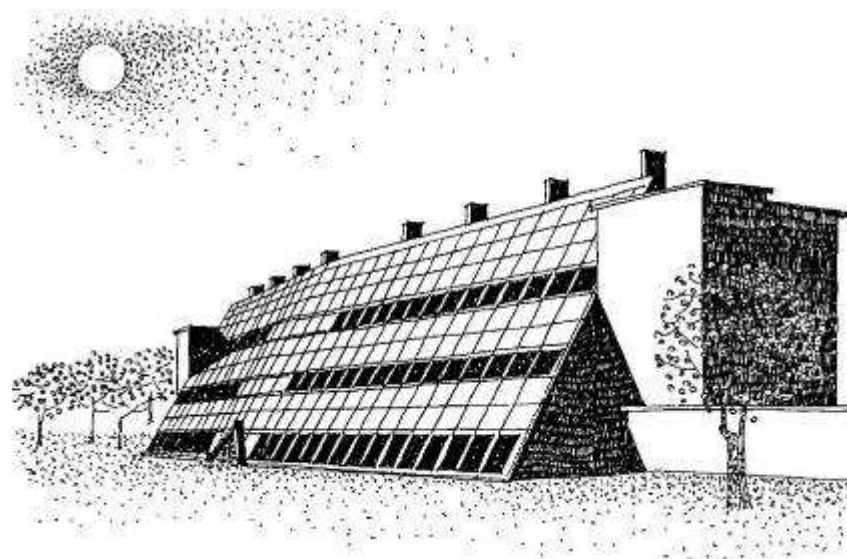
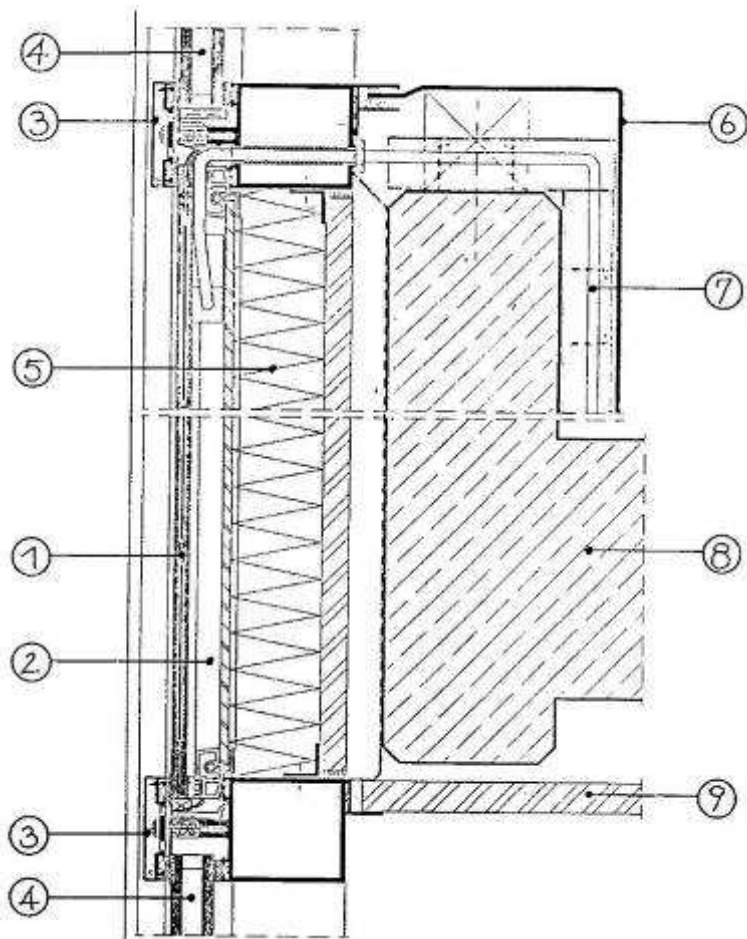
Napelem mint pikkelyfedés

Óbudai Zöld Szabadegyetem, 2010

## Napelem kishajlású tetőn



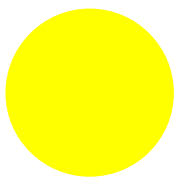
## Napelem homlokzaton



### Mellvédfalra szerelt modul

- 1: napelem
- 2: légréteg
- 3: rögzítő szerkezet
- 4: hőszigetelő üvegezés
- 5: hőszigetelés
- 6: parapet
- 7: elektromos kábel
- 8: beton földém
- 9: mennyezet

## Napelemes épületek



Herbert F. felvétele



Herbert F. felvétele

Óbudai Zöld Szabadegyetem, 2010

## Napelemes épületek



Willow House

Gregory Kiss

Óbudai Zöld Szabadegyetem, 2010

## Napelemes épületek

Lapostetőre szerelt napelemtáblák a  
Prágai Műszaki Egyetemen



Óbudai Zöld Szabadegyetem, 2010

## Napelemes épületek



Lapostetőre szerelt napelemtáblák a  
Müncheni Műszaki Főiskolán

Óbudai Zöld Szabadegyetem, 2010

## Napelemes épületek



kívülről



belülről

Vékonyréteg napelemmel „üvegezett” folyosó  
a Müncheneri Műszaki Főiskolán

Óbudai Zöld Szabadegyetem, 2010

Napelemes épületek

mozgatható napelemtáblák  
árnyékvetőként

üvegezéssel kombinált  
napelemtáblák a homlokzaton

Freiburgi Konferencia Központ



Óbudai Zöld Szabadegyetem, 2010

## Napelemes épületek



Napelemtáblák belső teret módosító hatása

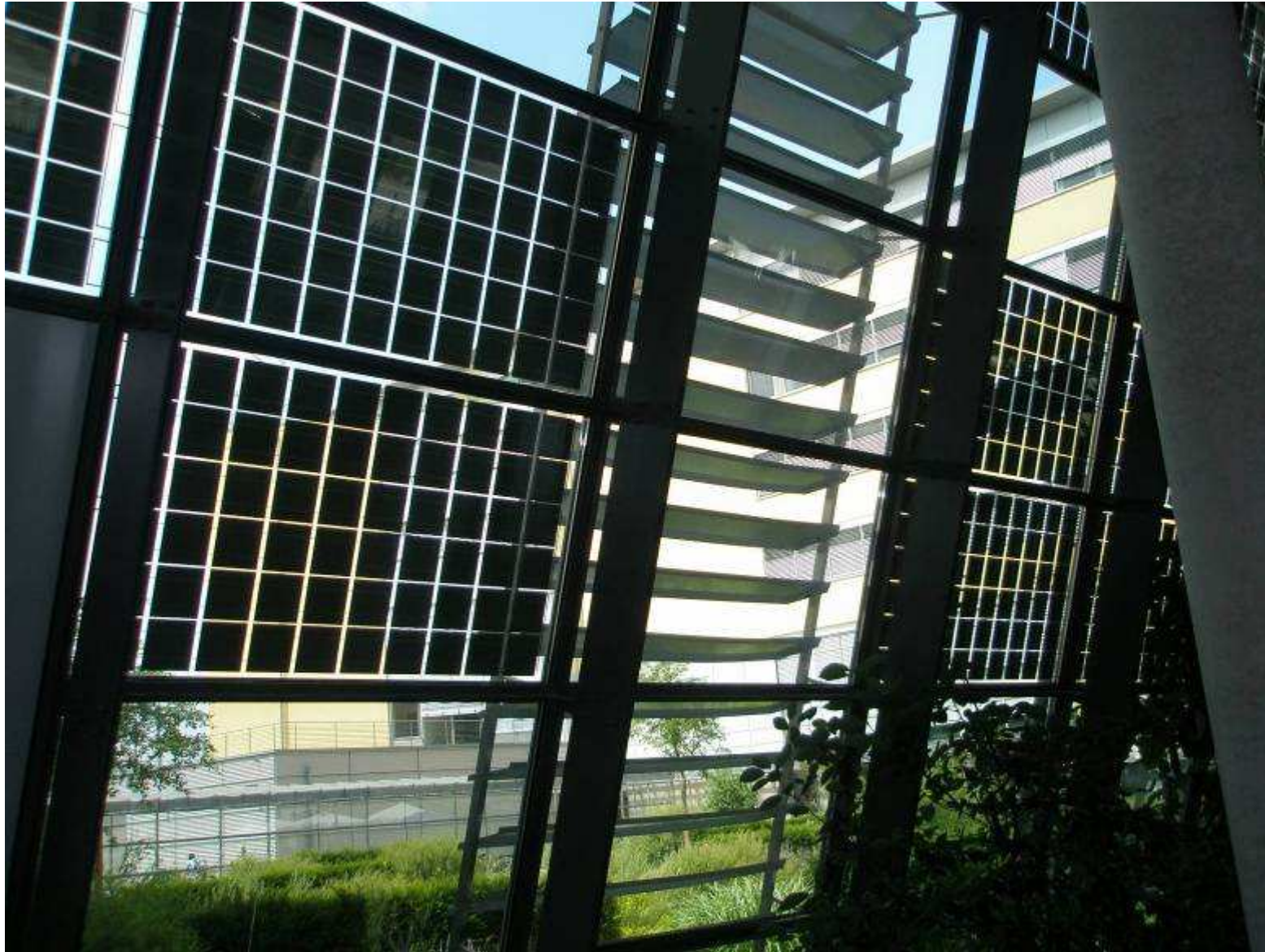


Herbert F. felvétele

Freiburgi Konferencia Központ

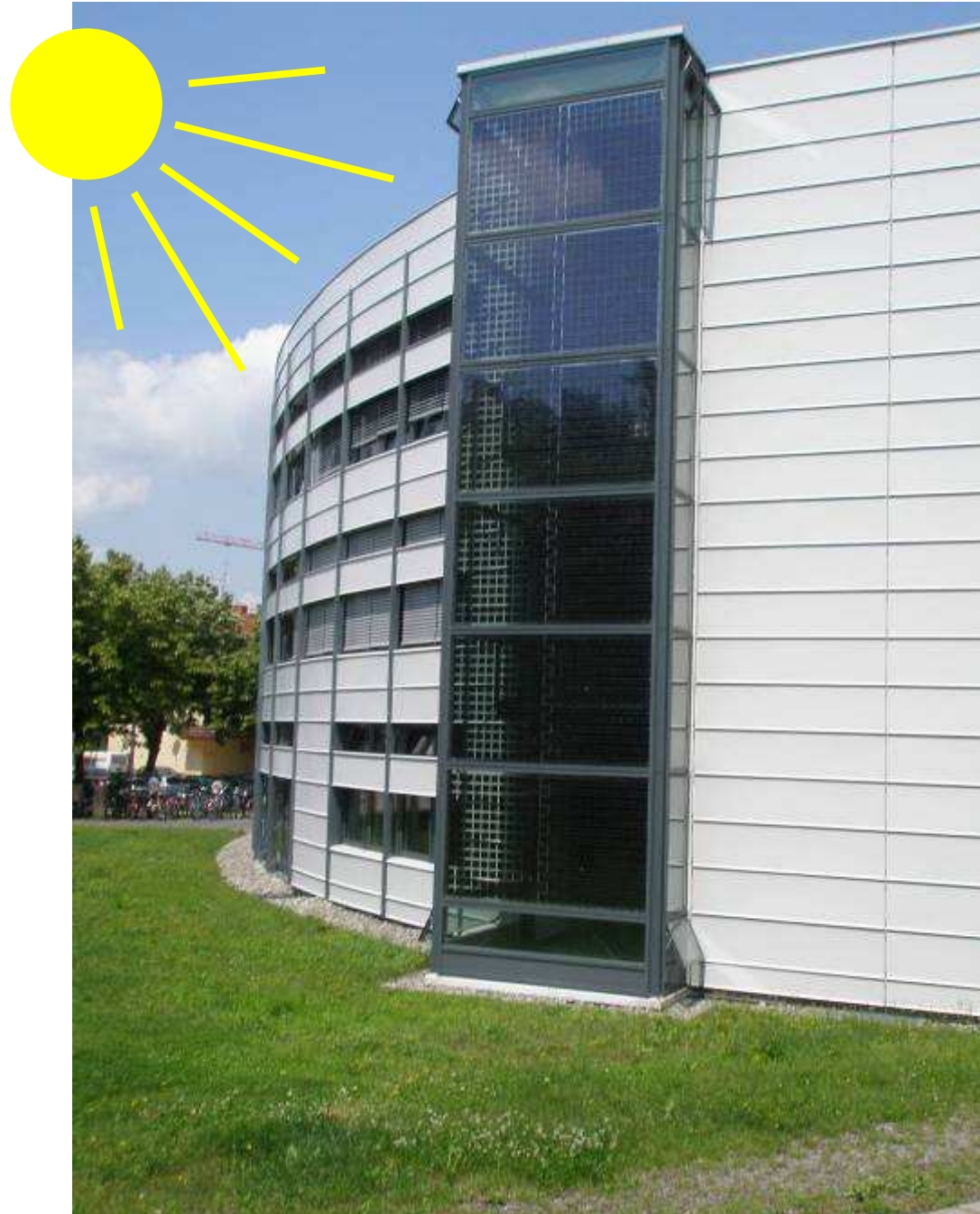
Óbudai Zöld Szabadegyetem, 2010

## Napelemes épületek



Óbudai Zöld Szabadegyetem, 2010

# Napelemes épületek



## Napelemes épületek

Íves felület lefedése napelemmel



Gregory Kiss

Coney Islands Stillwell Terminal, New York

Óbudai Zöld Szabadegyetem, 2010

Napelemes épületek

Íves felület lefedése napelemmel



Coney Islands Stillwell Terminal, New York

Óbudai Zöld Szabadegyetem, 2010

