

1. Energia-sávdiaagram erősen adalékolt n, ill. p-típusú félvezető esetén

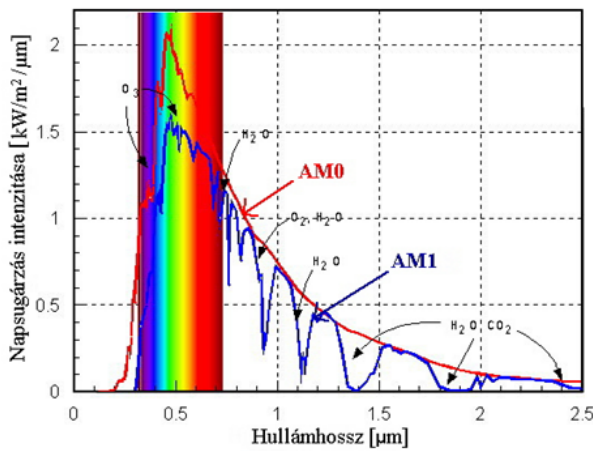
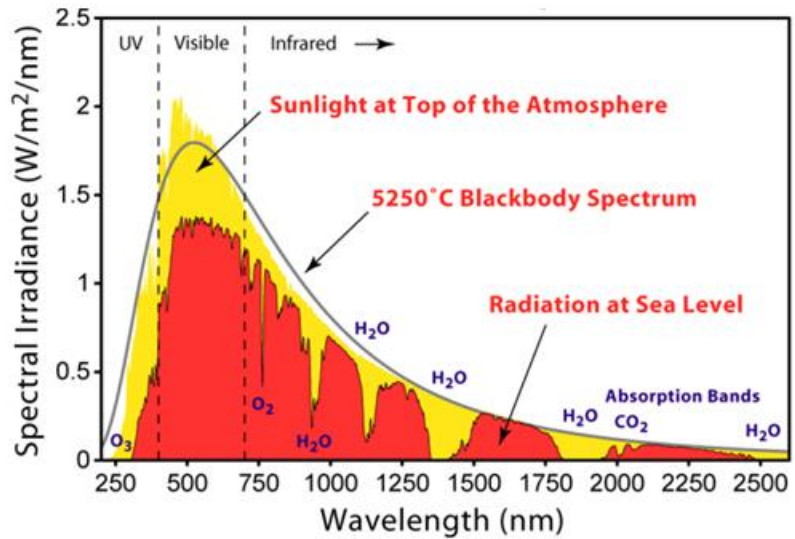
2. A napsugárzás spektruma a Föld felszínén

(feketetest sugárzó: 5800K ~kb AM 0)

Napállandó
(AM 0): 1354
W/m²

AM 1: 1040
W/m²

AM 1,5: 970
W/m²

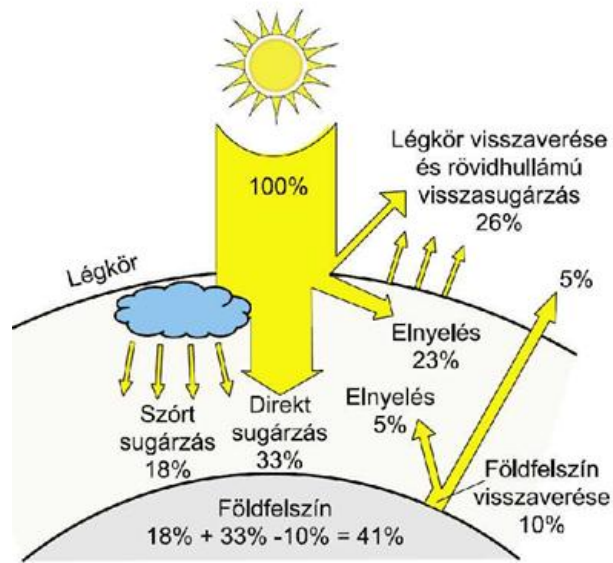


- ▶ Színhőmérséklet 5800K
- ▶ UV tartomány ~10% (380nm alatt)
- ▶ Látható tartomány ~ 40% (380 - 760nm között)
- ▶ Infravörös tartomány ~ 50% (760nm felett)
- ▶ AM0=1350W/m² (világűr)
- ▶ AM1=1000W/m² (felszín)

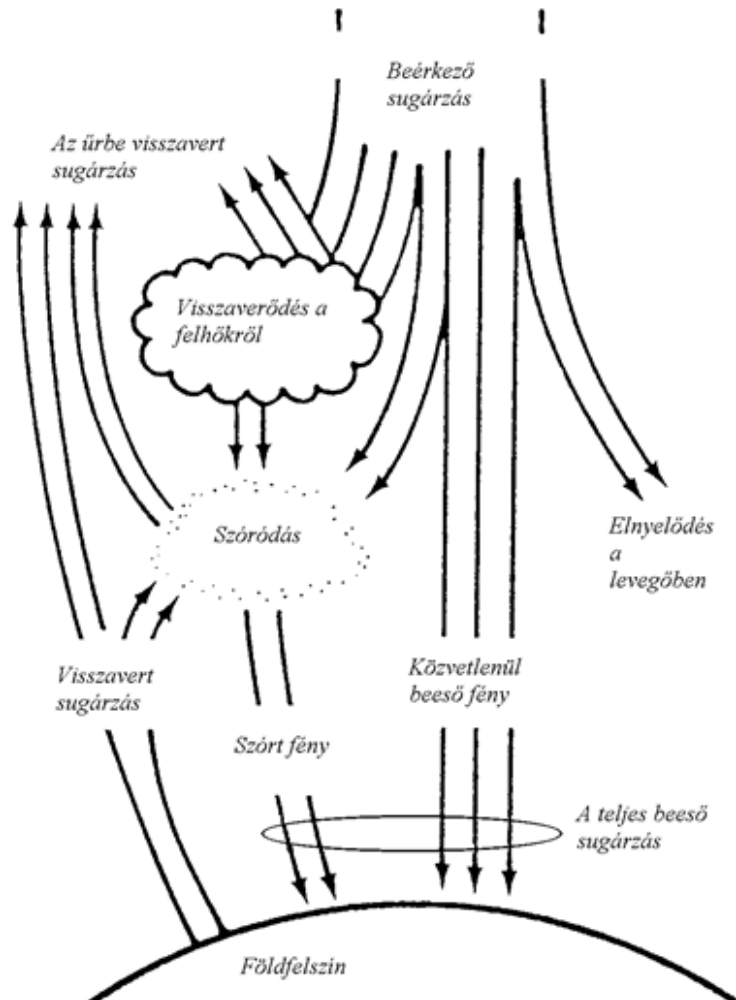
3. Hogyan érkezik a napsugárzás a napelemre?

[nap->űr->légkör->modul üveglapja: szóródás, visszaverődés, stb.]

Nap (felülete: 5800K) → világűrben sugárzással 150 millió km →

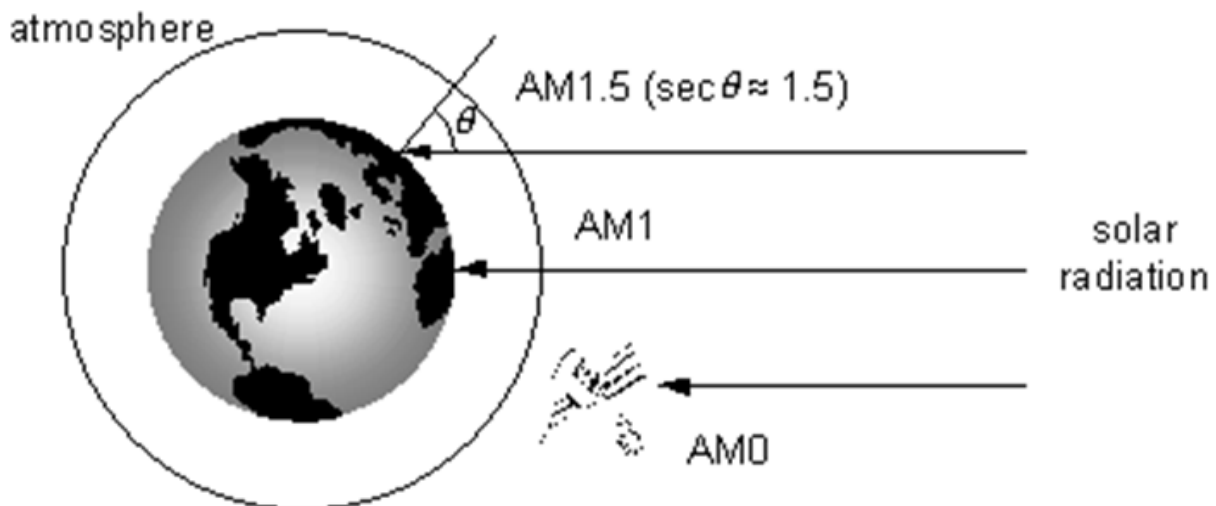


→ puszta Si reflexiója kb 40% (csökkenteni kell!)



4. Mi az AM és hol használják?

AM = Air Mass



Napállandó
(AM 0): 1354
W/m²

AM 1: 1040
W/m²

AM 1,5: 970
W/m²

AM0=1350W/m² (világűr)

AM1=1000W/m² (felszín)

A sugárzás intenzitása a világűrben (AM0 feltétel, vagyis nincs elnyelő légréteg a sugárforrás és a napelem között) az átlagos nap-föld távolságban 1353 W/m² (napállandó).

A föld felszínére érkező energia spektrumában a nap és a föld felszíne között elhelyezkedő gázréteg összetételétől függően ettől eltérések adódnak. Ez a réteg ugyanis egyes hullámhosszakon jobban, más hullámhosszakon kevésbé nyeli el a sugárzás energiáját, így bizonyos hullámhossz tartományokban a sugárzás intenzitása jelentősen eltérhet az űrben várható értékektől. Egyszeres földi levegő réteget (mint elnyelő közeget) feltételezve mintegy 925 W/m² sugárzási teljesítmény érkezik a föld felszínére.

Ez az érték (AM1) a merőlegestől eltérő beesés esetén kisebb, 45 fokos szög esetében (AM1.5) 844 W/m², ami jó közelítés a szokásos kültéri alkalmazások esetére. Az AM2 feltétel 60 fokos beesési szögre érvényes, ekkor 691 W/m² a föld felszínére érkező teljesítménysűrűség.

5. Mi a fill-factor (FF)?

= kitöltési tényező vagy formatényező.

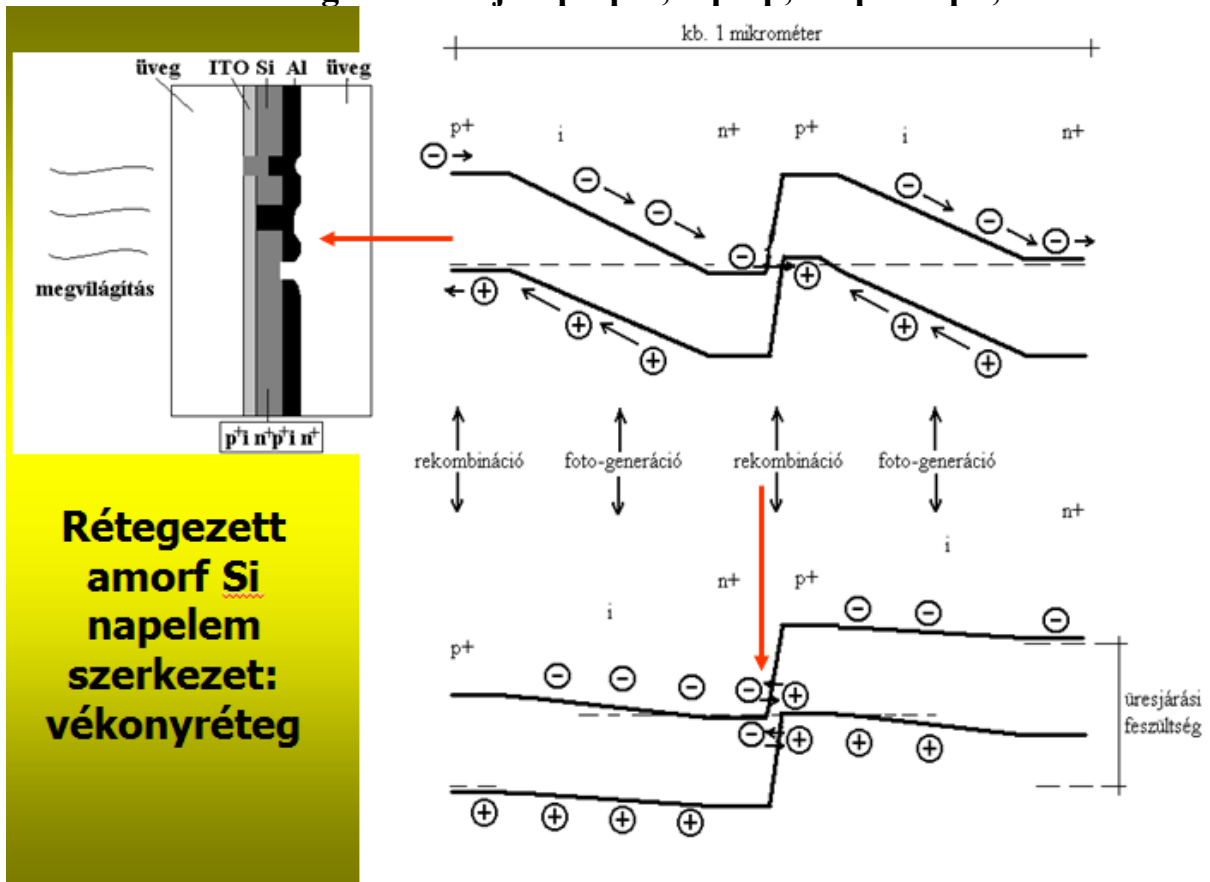
A maximális leadott teljesítmény ($U_m I_m$) viszonya az adott megvilágításhoz tartozó üresjárási feszültség és rövidzárási áram szorzatához.

$$FF = (U_m I_m) / (U_0 I_L) \quad (\sim \text{max } 0.89)$$

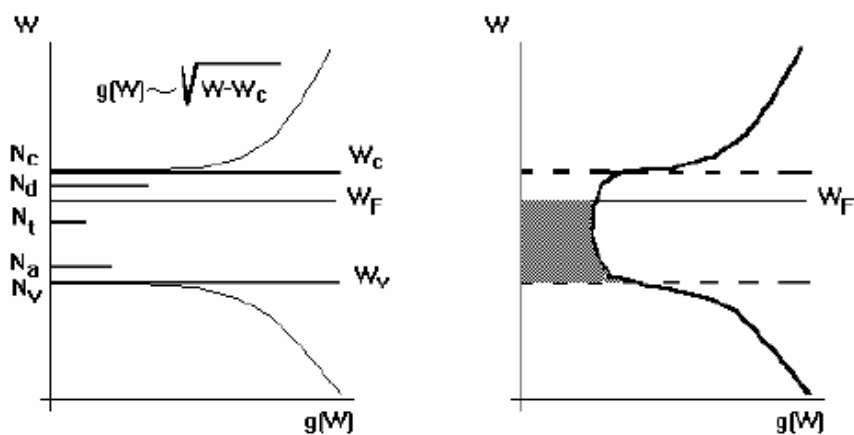
6. Az üresjárási fesz. vagy a rövidzárási áram mérhető meg egyszerűbben egy nagyfelületű napelemcella esetén? Miért?

7. Soroljon fel a napelemre jellemző paraméterek közül legalább 5-öt!
 új.fesz/rz.áram, max.telj, mp.fesz/áram, opt.terh.ellenállás, hatásfok, FF, soros/söntellenállás

8. Amorf Si rétegezési módjai: pinpin, nipnip, n+ip+n+ip+, stb.



9. Kristályos és vékonyréteg napelemek összehasonlítása (előny/hátrány)



25.ábra. Kristályos és amorf félvezető sáv szerkezete, a megengedett állapotok elhelyezkedése és sűrűsége.

(egy)kristályos Si napelemek: ...
 amorf Si napelemek:

- amorf félvezetők vr. formában könnyen előállíthatók
- olcsó hordozóra (pl. üveg) leválasztott, amorf anyagot tartalmazó rétegszerkezetek
- egykristályos Si-nál lazább gyártási követelmények
- csak a működésben fontos tartományokhoz szükséges a drága félvezető beépítése
- gyengébb hatásfok
- olcsó szerkezet
- energiasávdiagram: tiltott tartományban a megengedett állapotok eloszlása folytonos (a tiltott sáv szélei nem élesek)
- abszorpció a látható fény tartományában kb egy nagyságrenddel nagyobb, mint az egykristályosnál
- nagy csapdasűrűség → vékony réteg kell (nagy abszorpció miatt ez lehetséges ☺)

- jellemző kialakítás: adalékolt amorf félvezető napelemek (=vékonyréteg napelemek)
 - $p^+ - i - n^+$ (két erősen adalékolt réteg közé leválasztott adalékolás nélküli tartomány)
 - amorf Si vezetőképessége kicsi (még erős adalékolásnál is)
 - üveg hordozón → átlátszó vezető réteg → amorf Si réteg (pl. vákuumgőzölés, katódporlasztás, CVD)

10.Mi a mono- és polikristályos napelemek közötti legfőbb különbség?

egykristály:

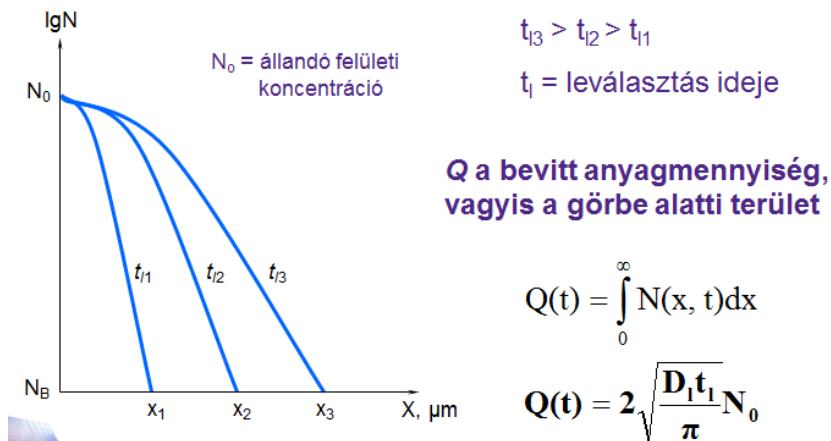
- viszonylag magas ár
- jó minőségű alapanyag szükséges (kristályhibáktól mentes)
- 20% fölötti hatásfok (Si esetén)

polikristályos:

- kristályhatárokon fellépő nagy hibahely sűrűség csökkenti a kisebbségi töltéshordozók élettartamát, mivel ezeken a helyeken a rekombináció valószínűsége nagyobb, így a hatásfok csökken (annál jobb a polikristályos napelem, minél nagyobbak a kristályméretek, és lehetőleg nincsenek a felülettel párhuzamos kristályhatárok)
- olcsóbb, egyszerűbb gyártási technológia
- (multikristály = ha a kristályméret néhány milliméter, ami jóval nagyobb a szeletvastagságnál, így ekkor a lemez túlnyomórészt függőleges kristályoszlopokból áll)

11.Hol van az adalékolási maximum pn-átmenet diffúziója esetén? [vagy valami hasonló volt...]

Állandó felületi koncentráció melletti diffúzió esetén:



(N_B : a szelet adalékkoncentrációja)

Tehát a felülethez közel a legnagyobb az adalékolás, és egyre mélyebben egyre csökken.

12. Mi a BSF és mi a szerepe?

BSF = back surface field (felület passzíválás)

A napelem felületének „lezárása”.

(rossz minőségű felület → nagy felületi rekombinációs sebesség → spektrális válasz nagy foton energiákra 0 közeli → a cella árama és feszültsége csökken)

Legjobb passzíválás: SiO_2 (kevés lógó kötés)

13. Milyen reflexiót csökkentő megoldásokat ismer?

(puszta Si reflexiója: ~40%)

- antireflexiós rétegek (ARC) alkalmazása → interferencia (optikai szűrők)
 - LPF, BPF, BF, HPF szűrők
 - optikai szűrők: abszorpciós, reflexiós, interferencia, diszperziós, diffrakciós sz.
 - leggyakoribb ARC: Si-nitrid (CVD-vel viszik fel)
 - vékonyrétegeknél maga a TCO látja el
- texturálás (struktúrálás) → fényszórás
 - izotróp (multikristályosnál), anizotróp (monokrist.), RIE (monokrist.) marás

14. BIPV alkalmazási lehetőségei

Funkcionális alkalmazások:

- energiatermelő
- árnyékoló rendszer
- időjárás elleni védekezés
- zaj elleni védekezés
- hőszigetelés

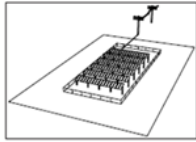
→ példák a beépítésre:

- tető, tetőburkoló téglák, tetőtéri ablak
- falak, homlokzati elemek, erkély, korlát, ...
- árnyékoló elemek
- stb.

Feltételek:

- illeszkedjen a környezetbe (legyen esztétikus)
- statikusan legyen stabil
- energetikai hasznosítás

Napelemes rendszerek elhelyezése



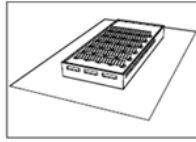
Szárazföldön, nyílt mezőn telepített

Előnyök:

Korlátlan orientáció

Hátrányok:

- föld terület költsége
- karbantartási költség
- modul rögzítő keret

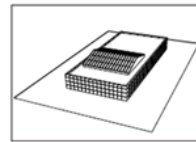


Épületre telepített

BAPV = Building Applied PV

Egyszerű rögzítő keret

- orientációfüggőség
- vízhatlanítás
- komplex szerkezet - nem esztétikus - járulékos terhelés a tetőszerkezetnek



Épületbe integrált

BIPV = B. Integrated PV

Alacsony beszerelési költség

- esztétikus
- napelem egyben a tető is (már az épület tervezésénél figyelembe veszik)

- orientációfüggőség
- magasabb működési hőmérsékletek
- vízhatlanítás
- komplex szerkezet

c

15. Mi a geotermikus energia és milyen környezetkárosító hatásai lehetnek?

= az az energia amit a földben tárolt hőenergiával vagy az atmoszférában illetve óceánokban tárolt energiából gyűjtve termelünk meg

Előnyök:

- tiszta, biztonságos en., nincs kibocsátott szennyezés
- időjárás változás nem befolyásolja az üzemelést → alaperőművi szerep → alacsony ár, versenyképes en., foszilis en. hordozóktól való függést csökkenti

Hátrányok:

- környezet talaj stabilitását befolyásolhatja (az erőmű építése)
- EGS típus → vizet nyomnak a forró kőzetbe, ami kioldhatja a kőzetet
- száraz gőz és elgőzölgöttes erőművek → kis mennyiségű CO₂, NO₂, kén kibocsátás (vissza lehet pumpálni a földbe)
- előfordulhat egyes telepek kihűlése (visszafordítható a kitermelés csökkentésével, mivel a felső földréteg hőkapacitása nagyon nagy)

16. Hogyan lehet adott vill. energia befektetéssel 100% feletti hatásfokot elérni fűtés/hűtés esetén? [hőszivattyú mők. elve nagy vonalakban]

hőszivattyúk: (hőszivattyús geotermikus rendszerek)

- alacsonyabb hőm. helyről hőt von ki, és azt a magasabb hőm. helyre szállítja
- föld/víz hőenergia tárolását használják, a hőt a két hőtároló közt pumpálják
- külső hőtartály – hőszivattyú – belső hőrendszer
- típusok:
 - o gőzkompressziós

A hűtőfolyadék gőze a fűteni kívánt oldalon elhelyezett kondenzátorban lecsapódik, miközben a hőjét átadja. Ezután a cseppfolyós hűtőközeg fojtószelepen keresztül expandál, hirtelen elpárolog és hőmérséklete lecsökken. A kisnyomású, hideg gőzt a hideg oldali hőcserélőben a külső környezet felmelegíti, majd a kompresszor összenyomja és visszajuttatja a kondenzátorba.

- abszorpciós
- víz-levegő, víz-víz, levegő-levegő

17.A vízenergia forrásai [gyors folyó, bővizű folyam, hullám, ár-apály]

- gátak
 - helyzeti energia (a duzzasztott víz energiát termel egy turbina lapátjain, ami egy generátorhoz van kötve)
 - kinyerhető energia függ: víz esése, átáramló vízmennyiség
 - tárolás erőművek → egyetlen gazdaságos hálózati VE tárolás
- hullámok
 - tenger/óceán felett elfújó szél → (felületi) hullámok
 - függ: hullámmagasság, -sebesség, -hossz, vízsűrűség
- ár-apály
 - Hold vízre gyakorolt tömegvonzása (+ a Nap tömegvonzása is) → apály-dagály → áramlások folyótorkolatban, csatornában, ...
 - víz áramlással turbinákat hajtanak meg → kisebb költség és természet rombolás
 - duzzasztás gáttal (helyzeti en. kül.) → nagyobb ... (ráadásul kevés helyen megvalósítható)

18.Mi a szélenergia forrása? [gyk. hogyan keletkezik a szél]

Napsütés → egyenletlenül melegíti fel a földet (szárazföld gyorsabban melegszik a víznél)

→ globális konvekciós rendszer (magasabb régiókban kont. 160 km/h)

(a szél végül súrlódással hővé alakul a felszínen és a levegő rétegek közt)

- baj: felszínhez közelebb: nem eléggé megbízható, nem konstans, impulzusszerű en.
 - en. tárolási megoldások, cosfi korrekció kell

Turbina lehet: horizontális vagy vertikális tengelyű

19.A kontaktusokkal szembeni követelmények

Kontaktusréteggel szembeni követelmények:

- jól tapadjon a Si felületén
- fajlagos ellenállás kicsi legyen
- a rekombinációs veszteség minimális legyen a fém-félvezető határfelületén (ne legyen Schottky kontaktus)
- ne degradálódjon idővel
- forrasztható legyen
- minél olcsóbb legyen

20.Fém rétegfelviteli eljárások

- fizikai eljárások:
 - katódporlasztás (vékonyrétegek leválasztására)

- vákuumgőzölés
 - huzalról, tégelyből, csónakból, elektronsugárral
 - tartó anyaga: W, BN, Ta, Mo
- szitanyomás
- inkjet printing
- kémiai eljárások:
 - CVD (Chemical Vapour Deposition)
 - cementálás (electroless printing)
- elektrokémiai eljárások:
 - galvanizálás (electro plating)

21.Mi a CVD-eljárás, és hol használják?

Chemical Vapour Deposition – Kémiai rétegleválasztás

- vékony rétegek (fém, félvezető, dielektrikum) előállítása
- lényege:

A CVD **kémiai reakciók együttese**, amely során a **gázhalmazállapotú anyagokból** (elővegyületből) általában magas hőmérsékleten (600-1500°C) **szilárd anyag képződik** vékony réteg (vagy por) formájában a munkadarab felületén.
- előnyök:
 - kihasználjuk a gáz reaktánsok tulajdonságait
 - sokoldalú (bármely elem/vegyület felvitelére használható)
 - nagy tisztaságú, nagysűrűségű, konform, alakhú bevonat
 - anyagformálás jóval az olvadáspont alatt
 - gazdaságos (egyszerre több alkatrész bevonható)