

*"Schools at University for Climate and Energy" (SAUCE)
Universitāšu un skolu sadarbības projekts par ilgtspējīgu enerģijas
izmantošanu un klimata pārmaiņām*

Saules un vēja enerģijas apgūšana: tehnoloģijas un prakse

1. *Saules enerģija*
2. *Saules kolektori*
3. *Saules fotoelektriskie paneļi („baterijas”)*
4. *Organiskās Saules baterijas*
5. *Saules elektrostacijas*
6. *Vēja enerģija*
7. *Saules izglītības aktivitātes Latvijas Universitātes Cietvielu fizikas institūtā*

WUERKER

Daba un saule



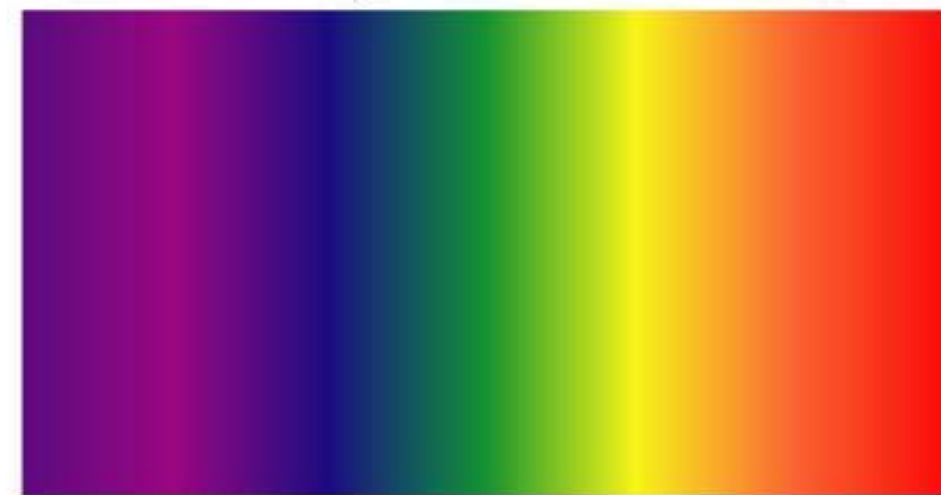
Zemes zaļā rota ir dabiski Saules enerģijas pārveidotāji un spēj izmantot līdz 60% no krītošas gaismas.

Daba un saule



Dabiskos apstākļos augu zaļās lapas absorbē līdz 35-50 % no visa Saules starojuma (300-4000 nm) lai nodrošinātu savus eksistences procesus. Absorbēta tiek galvenokārt redzamā gaism, kas ir tikai maza daļa no visa Saules starojuma.

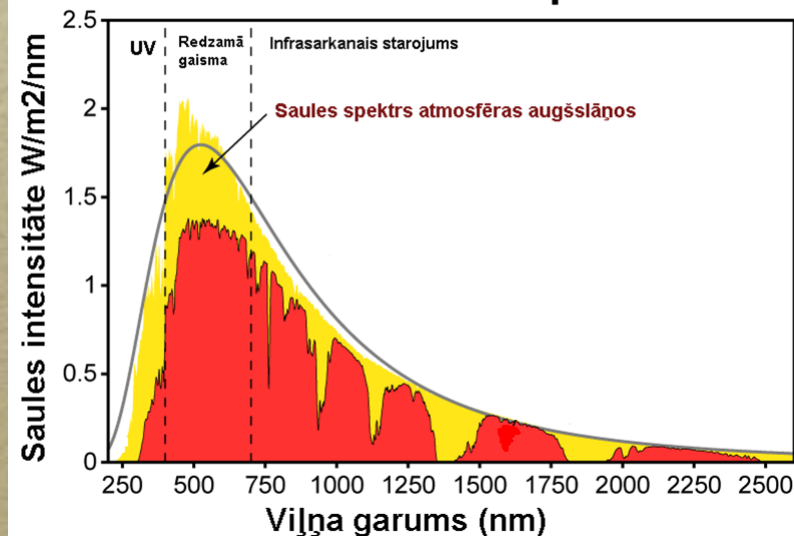
Redzamā gaismā



400nm

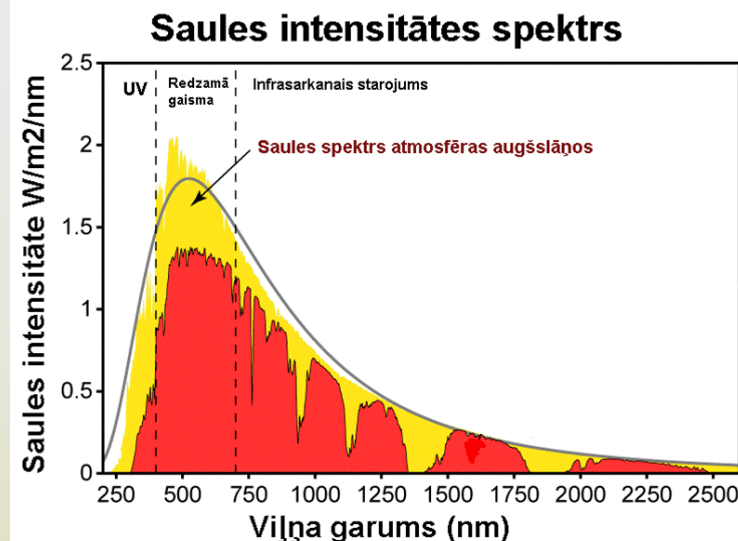
700nm

Saules intensitātes spektrs





Saules enerģija



- 1. Sekundē Saule izstaro $4 \cdot 10^{26} \text{ J}$;*
- 2. Kopējā Saules starjauka ir $3,826 \cdot 10^{26} \text{ W}$;*
- 3. Gadā Zeme saņem no Saules enerģiju $10^{25} \text{ J} = 2,78 \cdot 10^9 \text{ TWh}$;*
- 4. Latvija gadā no Saules saņem $2,5 \cdot 10^{21} \text{ J} = 694000 \text{ TWh}$ jeb 0.04% no visa Zemes saņemtā Saules starojuma enerģijas;*
- 5. Gadā uz Zemes tērē ap $4 \cdot 10^5 \text{ TWh}$ elektrības;*
- 6. Gadā Latvijas iedzīvotāji tērē līdz 8 TWh elektriskās enerģijas;*
- 7. Lai nosegtu šodienas elektrības patēriņu visai Latvijai, ar Saules paneļiem jānoklāj līdz 40 km^2 liels laukums (izmantojot šodien pieejamās lētākās tehnoloģijas – lietderības koeficients $\sim 12\%$, iegūstamā jauda no viena kvadrātmetra Latvijā - ne vairāk kā 200 kWh/m^2 gadā)*
- 8. Latvijas platība - $64\,589 \text{ km}^2$, tātad nosedzot $0,06\%$ no teritorijas, būtu iespējams saražot visai Latvijai nepieciešamo elektroenerģiju*

Saules enerģijas vēsture

- 7. gadsimts pirms Kristus – palielināmais stikls izmantots uguns iegūšanai no Saules;*
- 3. gadsimts pirms Kristus – grieķu un romiešu priesteri upurus aizdedzināja ar sakoncentrētu Saules gaismu;*
- 212. g. pirms Kristus Arhimeds izmantoja bronzas ekrānus Saules staru koncentrēšanai lai aizdedzinātu romiešu karakuģus, kad tie tuvojās Sirakūzām (1973.g. Grieķijas flote šo eksperimentu atkārtoja, izdevās aizdedzināt koka laivu 50 m attālumā);*
- 20. gada ķīniešu dokumentā aprakstīti spoguļi gaismas koncentrēšanai uguns iegūšanai reliģiskās ceremonijās;*
- 1.-4. gs. būvētās romiešu pirtis izmantoja Saules siltumu ūdens uzsildīšanai;*
- “Saules Virtuve”, iespējams, pazīstama jau ļoti sen:*



Saules enerģijas vēsture

1838 - Edmund Becquerel publicēja savus novērojumus par to, kā dažādi materiāli gaismu spēj pārvērst enerģijā elektrolīta šūnā ar metālu elektrodiem;

1860 – 1881 Auguste Mouchout patentēja motoru, ko darbina Saules enerģija: Saules siltums ražo tvaiku, kas darbina tvaika mašīnu. Viņš Saules tvaika mašīnu pievienoja saldējamai mašīnai un pirmais demonstrēja, ka ar Saules siltumu var iegūt ledus...

1873 - Willoughby Smith meklējot materiālus zemūdens telegrāfa kabeļiem, atklāja, ka ar selēnu var izveidot šūnu, kas jūt saules gaismu

1876 – 1878 - William Adams uzrakstīja pirmo grāmatu par Saules enerģiju; viņš eksperimentēja ar spoguļiem Saules starojuma koncentrēšanai, darbinot 2.5 Zs tvaika dzinēju. Viņa ideja par Saules torņiem iedzīvināta šodien.

1883 - Charles Fritz izveidoja fotoelektrisko Saules šūnu, kuras efektivitāte bija 1-2%.

1885 – 1889 - Charles Tellier izveidoja pirmos Saules kolektorus siltā ūdens iegūšanai.

1868 – 1888 - John Ericsson rakstīja, ka nepaies pāris tūkstoši gadu, kad Eiropa būs iztukšojusi savus akmeņogļu laukus un tikai tad sāks attīstīt Saules enerģijas apgūšanu.

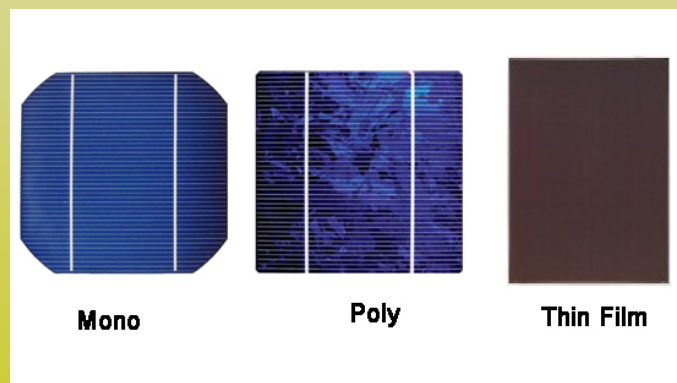
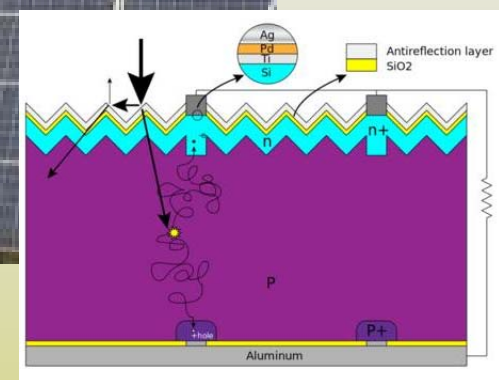
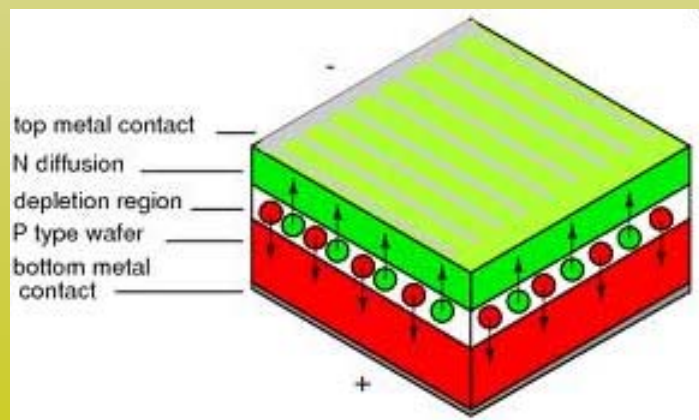
Saules fotoelektriskie paneli („baterijas”)

Saules panelis fotoelektriska pusvadītāju ierīce Saules starojuma enerģijas tiešai pārvēršanai elektriskajā enerģijā.

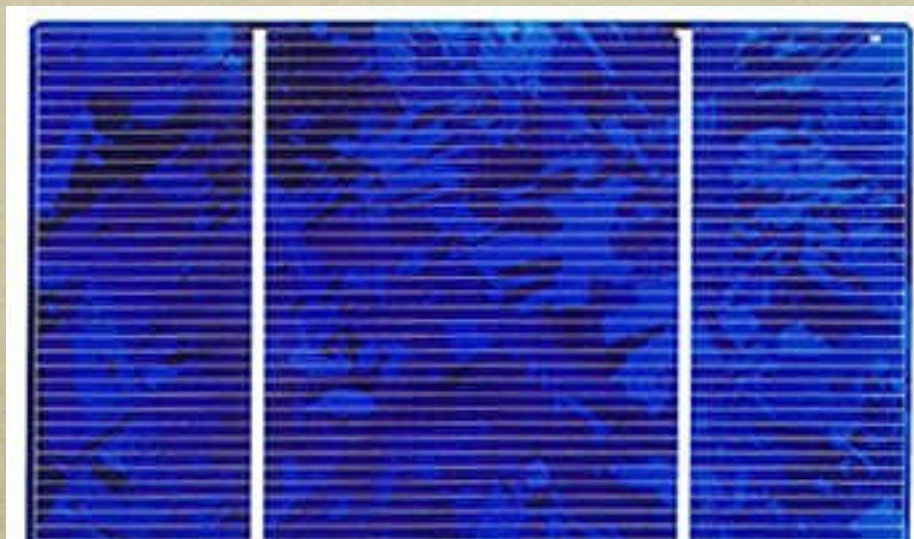
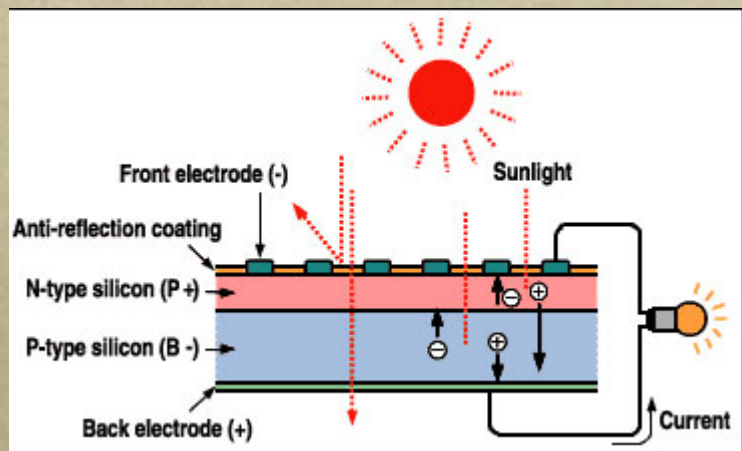
Saules baterija sastāv no silīcija, kadmija sulfīda vai gallija arsenīda fotoelementiem, kuri būtībā ir lielas pusvadītāju fotodiodes ar lielu p-n pāreja laukumu.

Ir vairākas ražošanas tehnoloģijas:

No monokristāliskā silīcija:



Silīcija monokristālu Saules elementi



Cik grūti iegūt!
Mājās to
neizdarīsi...



Saules fotoelektriskie paneli („baterijas”)

No polikristāliskā pusvadītāja (silīcija) plānslāņu pārklājumu veidā:

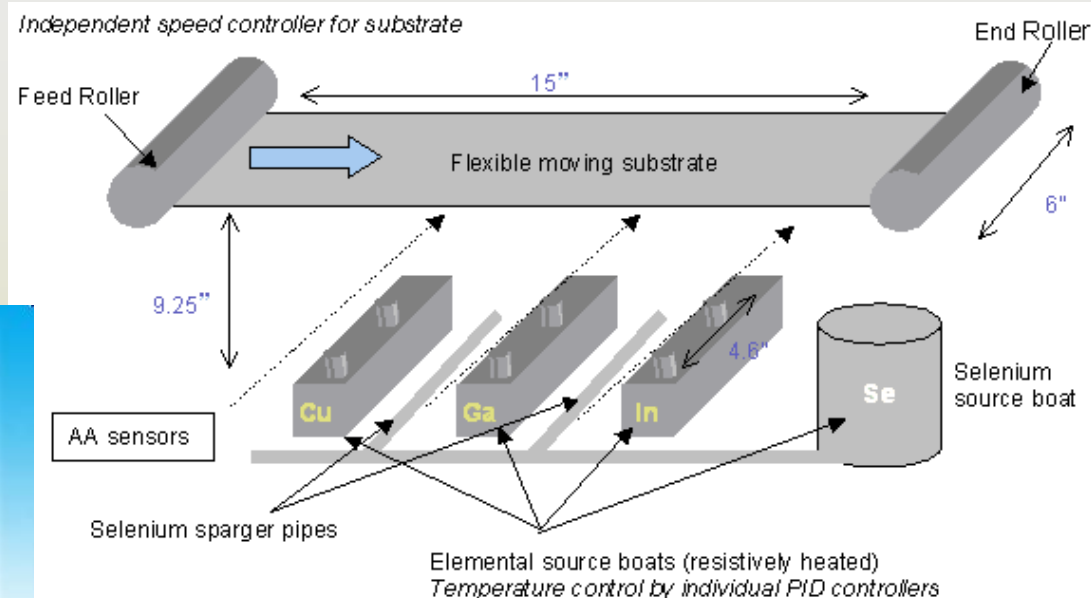
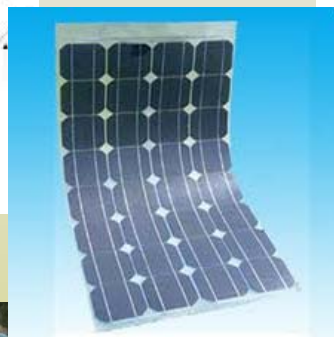
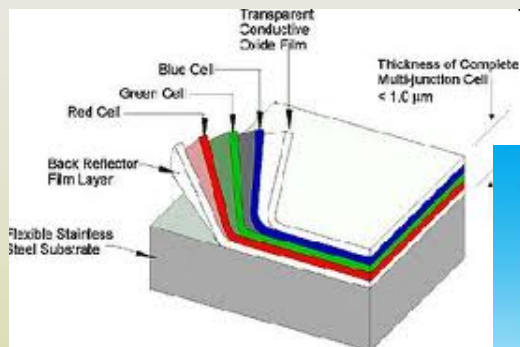
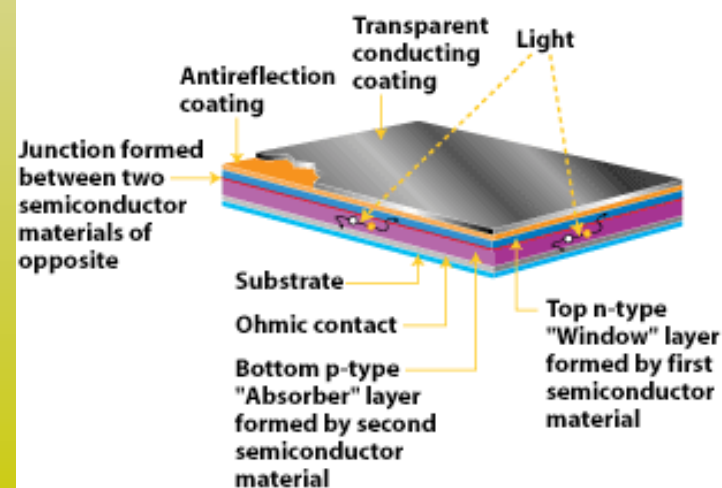


Figure 1: IEC co-evaporative PVD process

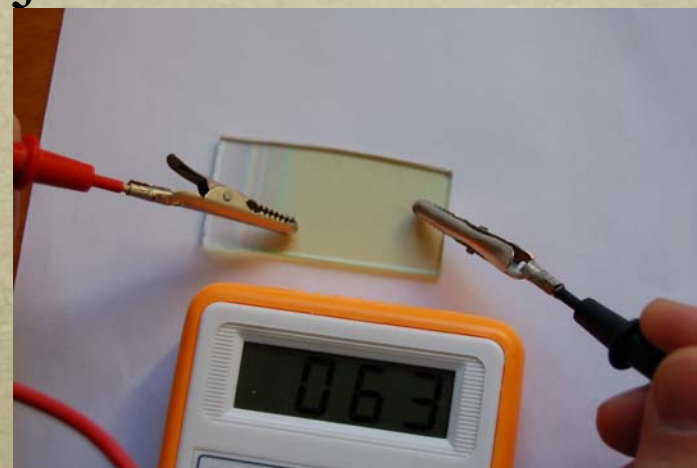


Organiskās Saules baterijas

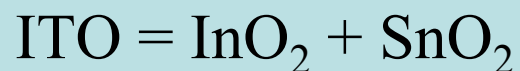
Atklāja 1988, Dr. Michael Graetzel



Ja ir stikls ar elektrovadošu un caurspīdīgu pārklājumu ITO...



ITO = indium and tin oxide = indija un alvas oksīds

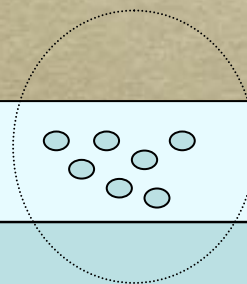


Organiskās Saules baterijas

Tiek pārklāts ar plāno TiO_2 nanokristālu pastu



TiO_2 pastas pārklājums

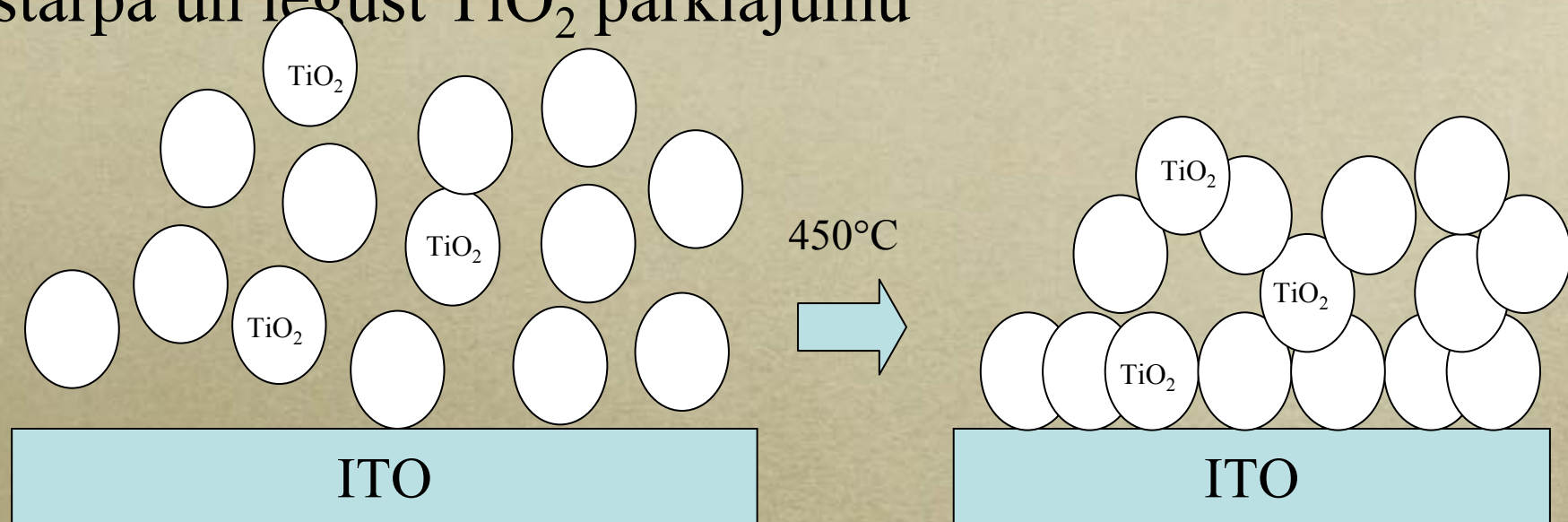


$\text{ITO} = \text{InO}_2 + \text{SnO}_2$

Stikls

Organiskās Saules baterijas

Pēc tam izkarsē TiO_2 lai savienotu tā daļiņas savā starpā un iegūst TiO_2 pārklājumu



Keramika ar ļoti lielu virsmu

TiO_2 pārklājums

$\text{ITO} = \text{InO}_2 + \text{SnO}_2$

Stikls

Organiskās Saules baterijas

Šo izkarsēto TiO_2 pārklājumu nokrāsojam ar krāsvielu kas ir :



Organiskās Saules baterijas

Der VISAS !!!



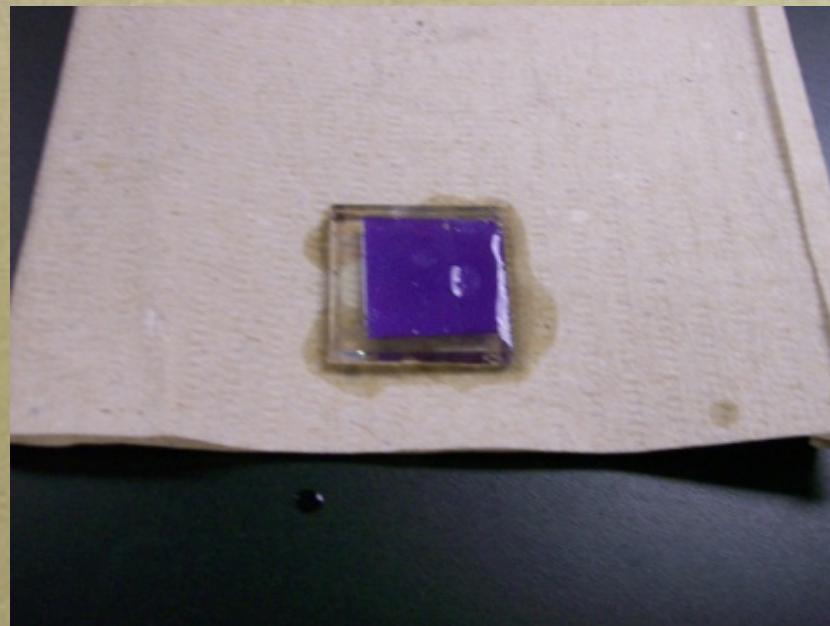
Organiskās Saules baterijas

Iegūstam:

TiO_2 pārklājums + Krāsviela

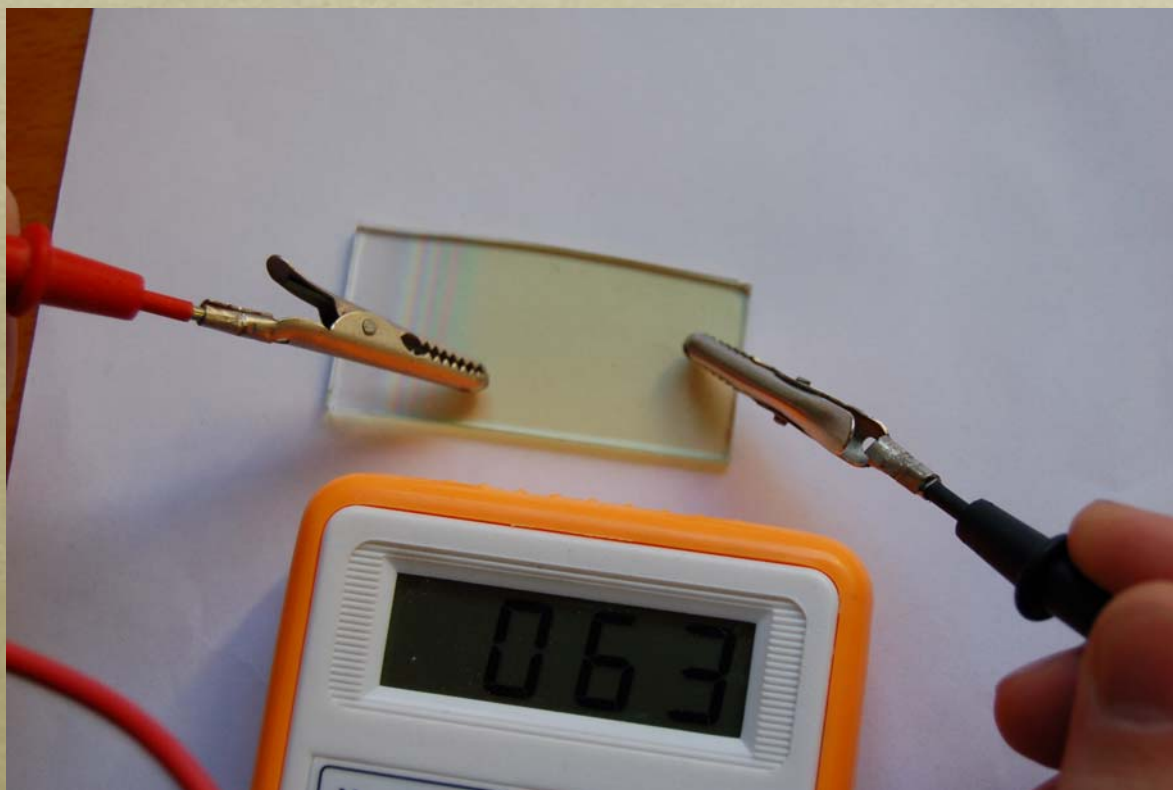
$\text{ITO} = \text{InO}_2 + \text{SnO}_2$

Stikls

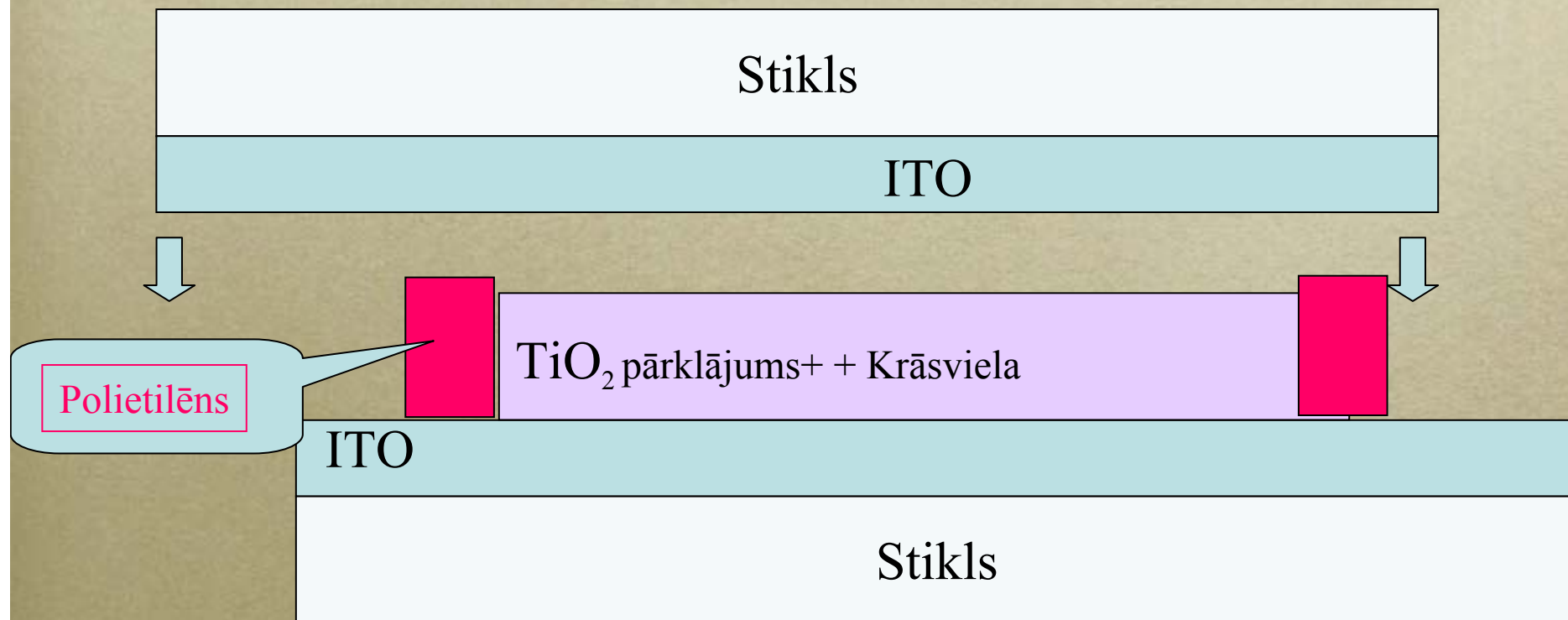


Organiskās Saules baterijas

Vajag vēl vienu ITO kā otru elektrodu baterijai:

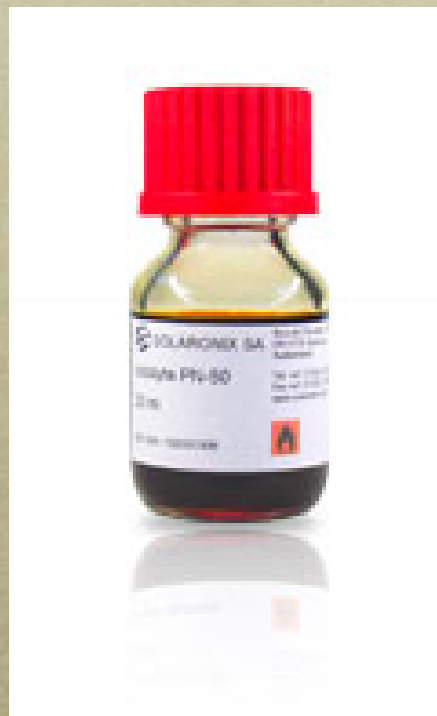
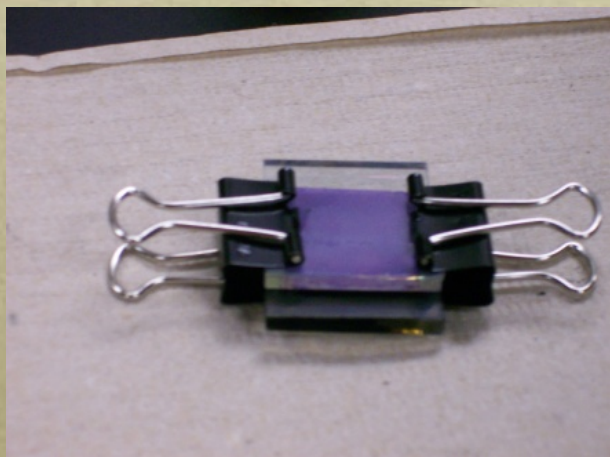


Uzliekam pirmā elementa pusei virsū polietilēna blīvi un otru elektrodu:



Organiskās Saules baterijas

Saspiežam un ielejam elektrolītu

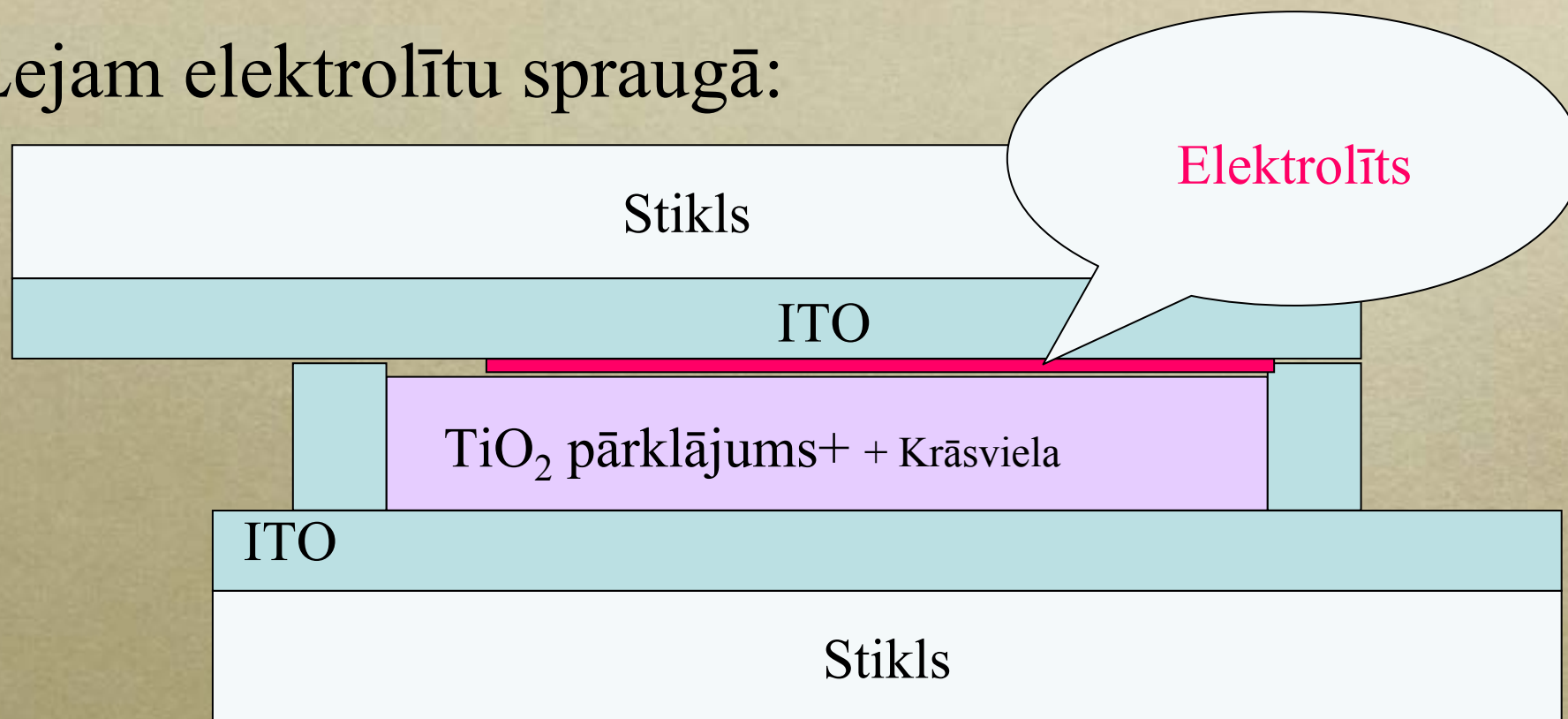


I_2^0 / I_3^+ šķīdums

Lai iegūtu joda elektrolītu, 0.127 g joda (I_2) izšķīdina 10 mL etilēnglikola un pievieno 0.83 g kālija jodīdu (KI), samaisa un uzglabā tumšā konteinerā.

Organiskās Saules baterijas

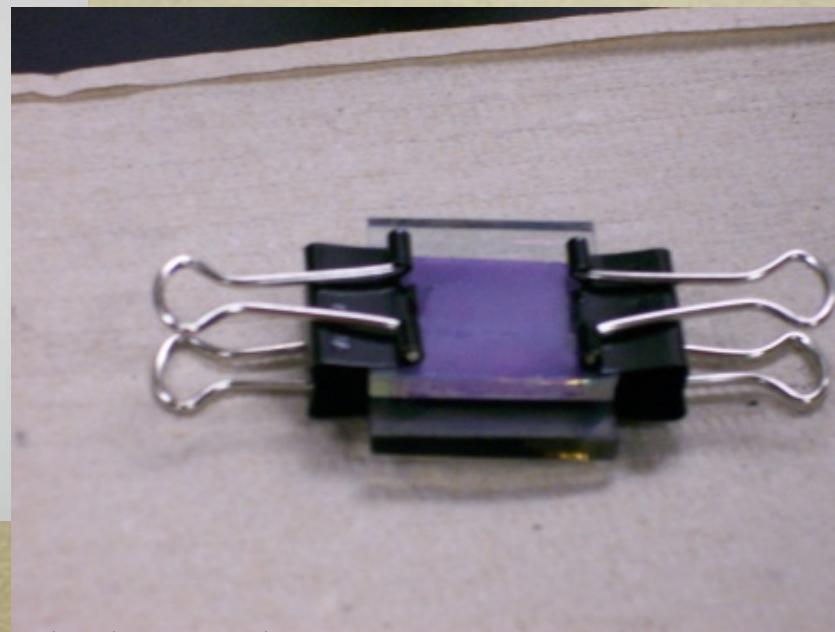
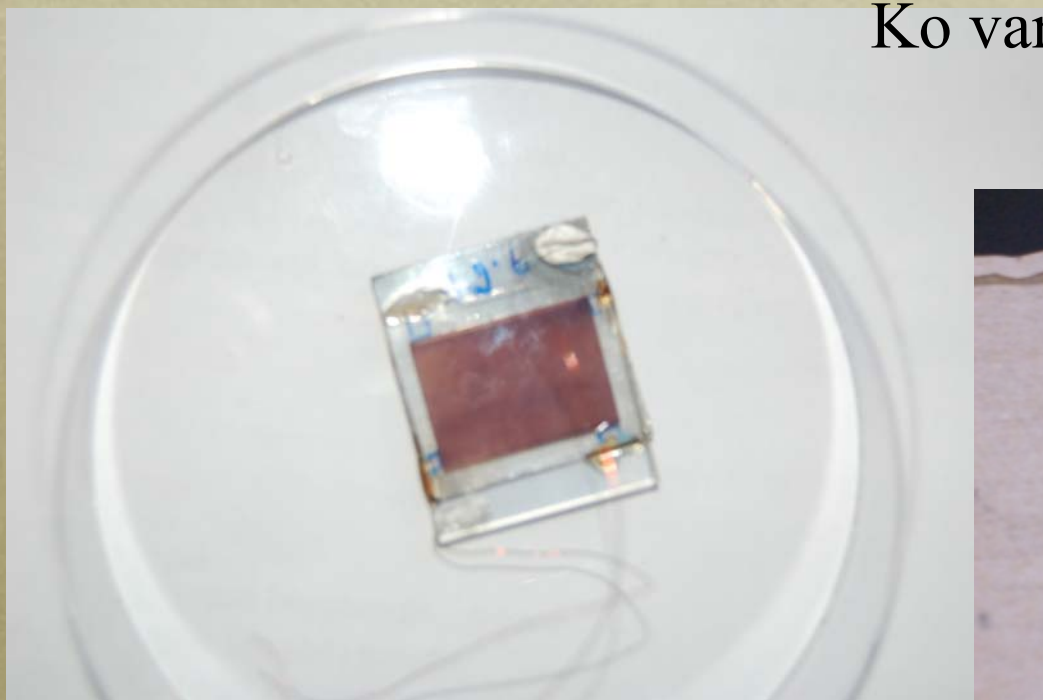
Lejam elektrolītu spraugā:



Organiskās Saules baterijas

Sanāk saules elements!!!

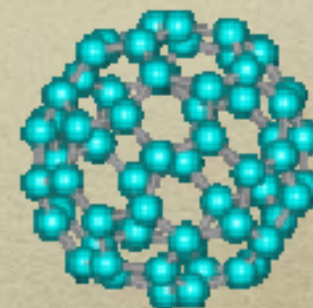
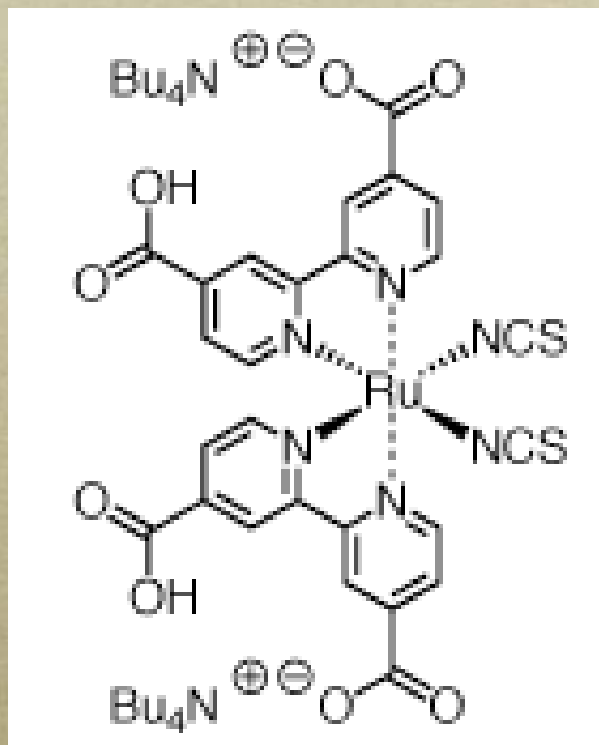
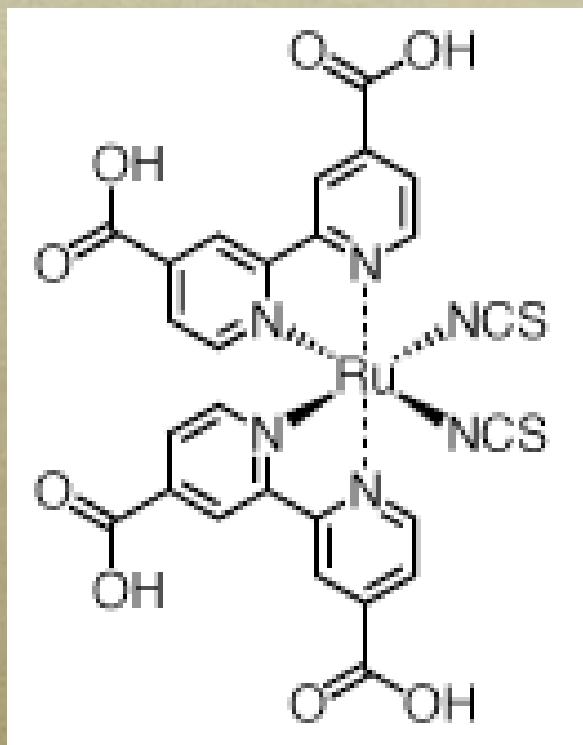
Ko var uztaisīt ikviens !!!



Šo saules elementu efektivitāte ir ap 0,1%

Organiskās Saules baterijas

Ja ogas sulu aizvietotu ar indola atvasinājumiem,



tad TiO₂ saules elementu efektivitāte ir >11%!

Organiskās Saules baterijas

Vislabākie rezultāti ir iegūti ar no Jaboticaba ($ISC = 9 \text{ mAcm}^{-2}$, $VOC=0.59 \text{ V}$) un Calafate (6 mAcm^{-2} , 0.47 V) ekstrahētu ogu sulu antocianīniem.

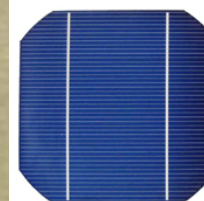
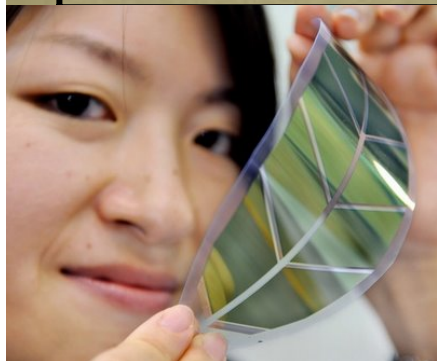


Jaboticaba

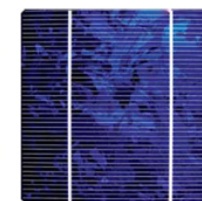
Pārējie antocianīni, ekstrahēti no ērkšķogu sulas dod Saules gaismas pārvēršanas efektivitāti ap 0.56 %

Saules elementu efektivitāte:

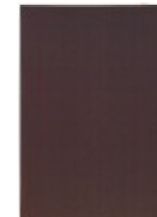
<i>Saules elementu efektivitāte</i>		
<i>Tips</i>	<i>Laboratorijas paraugiem, %</i>	<i>Komerčiāliem produktiem, %</i>
<i>Monokristāliskās</i>	<i>28</i>	<i>14-17</i>
<i>Polikristāliskās</i>	<i>18</i>	<i>13-15</i>
<i>Amorfās</i>	<i>42</i>	<i>15-17</i>
<i>Organiskās</i>	<i>11</i>	<i>Nav vēl</i>



Mono



Poly



Thin Film

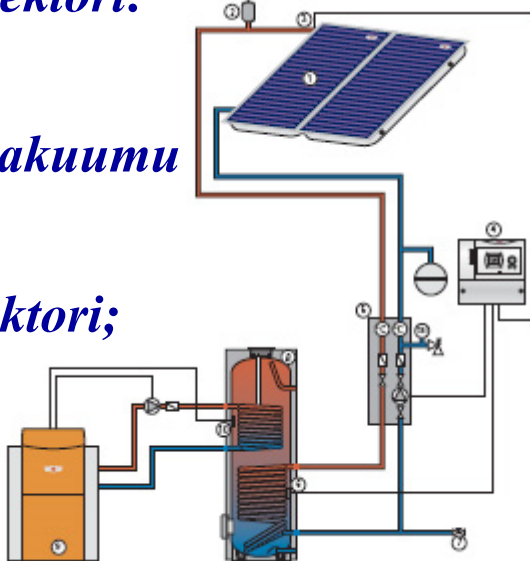
Saules kolektori

Saules kolektori ir ierīces, kas pārvērš Saules enerģiju siltuma enerģijā.

Pati galvenā sastāvdaļa saules kolektoram ir absorberis, kura virsma tiek pārklāta ar ļoti labi absorbējoša materiāla pārklājumu, lai panāktu maksimālu saules enerģijas absorbciju.

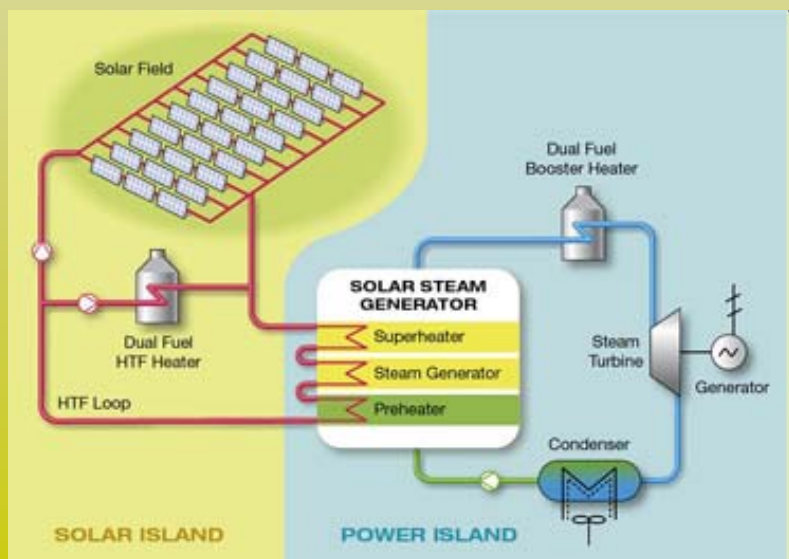
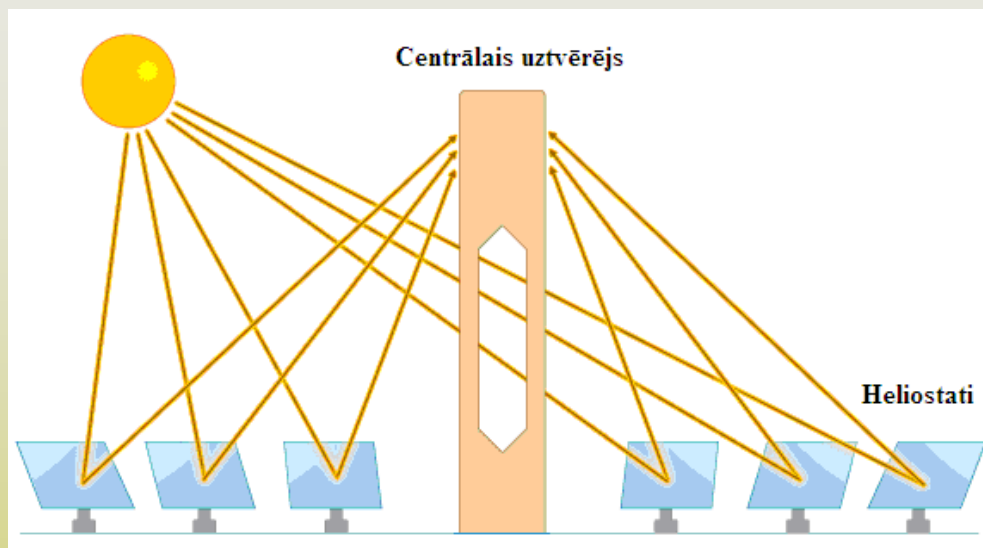
Ir vairāku veidu saules kolektori:
plakanie kolektori,

- plakanie kolektori ar vakuumu iekšpusē;*
- vakuuma cauruļu kolektori;*
- u.c.*



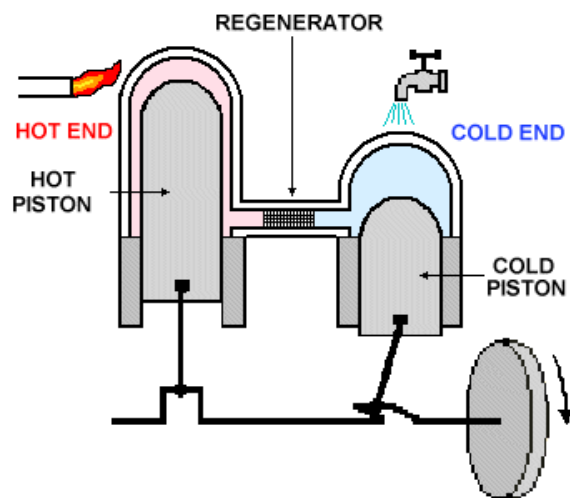
Saules elektrostacijas Spānijā (10 un 20 MW)

Saules elektrostacijas PS10/20 sistēmā ietilpst 600 kustīgi spoguļi, kuri seko līdzī saulei, un saules starojumu sakoncentrē uz 11x11 metru liela laukuma torņa galā



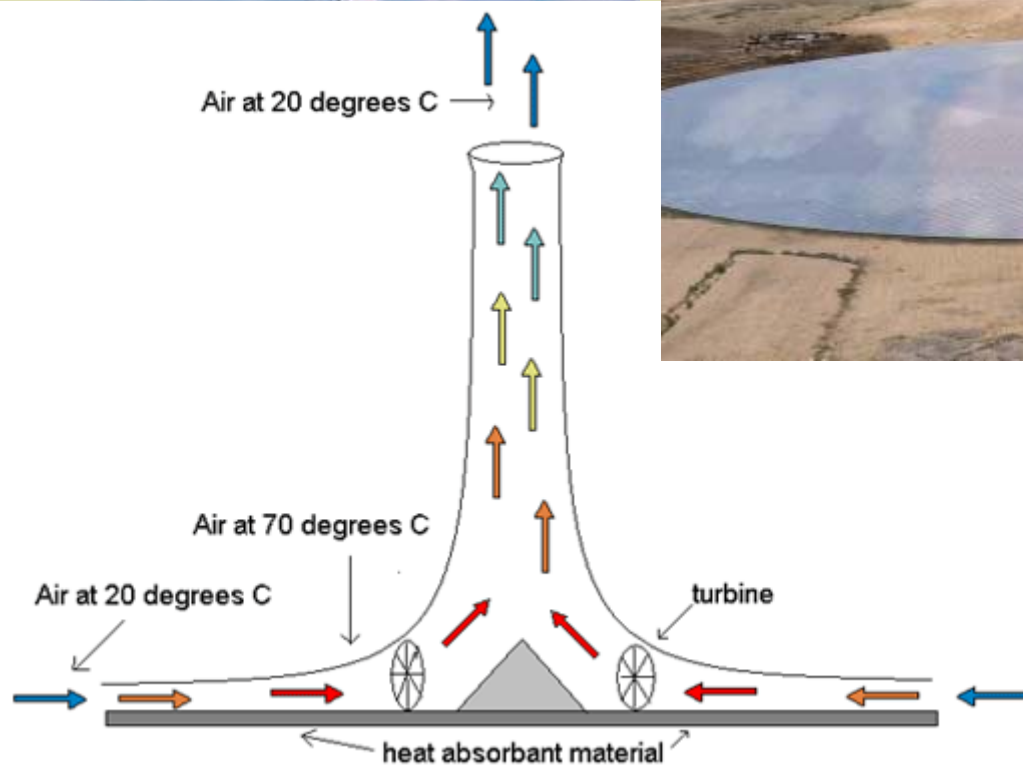
Saules elektrostacijas

Parabolisks spogulis fokusē Saules starojumu uz Stirlinga dzinēja, kurš darbina elektroģeneratoru.



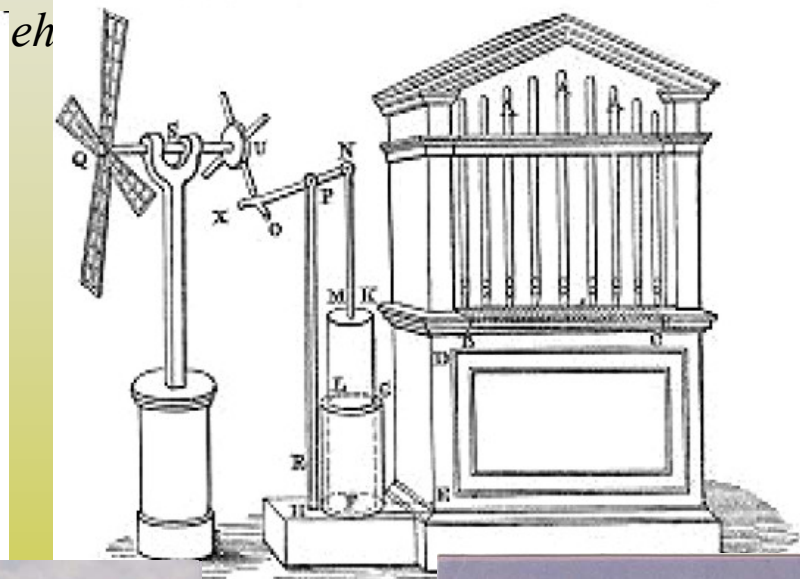
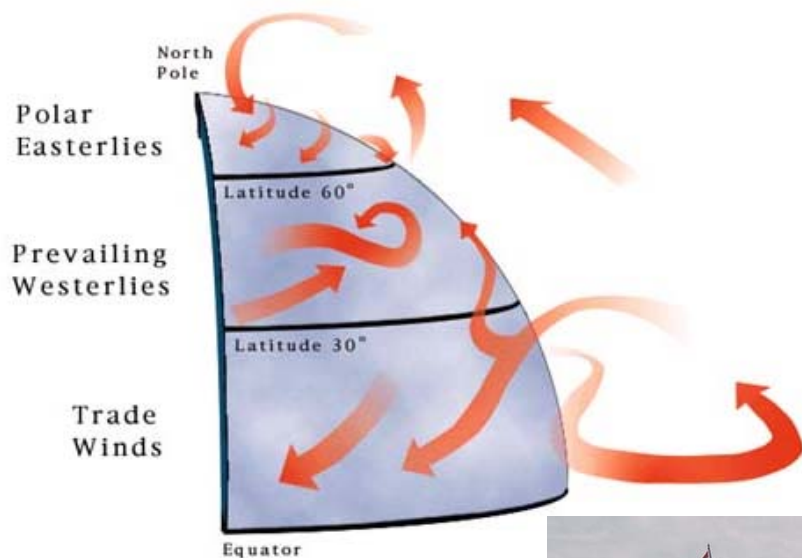
Saules elektrostacijas

*Saules Torņi – apkārt tornim zem pārsega sasilušais gaiss ceļas uz
augšu un griež elektroģeneratoru*



Vēja enerģijas savākšana

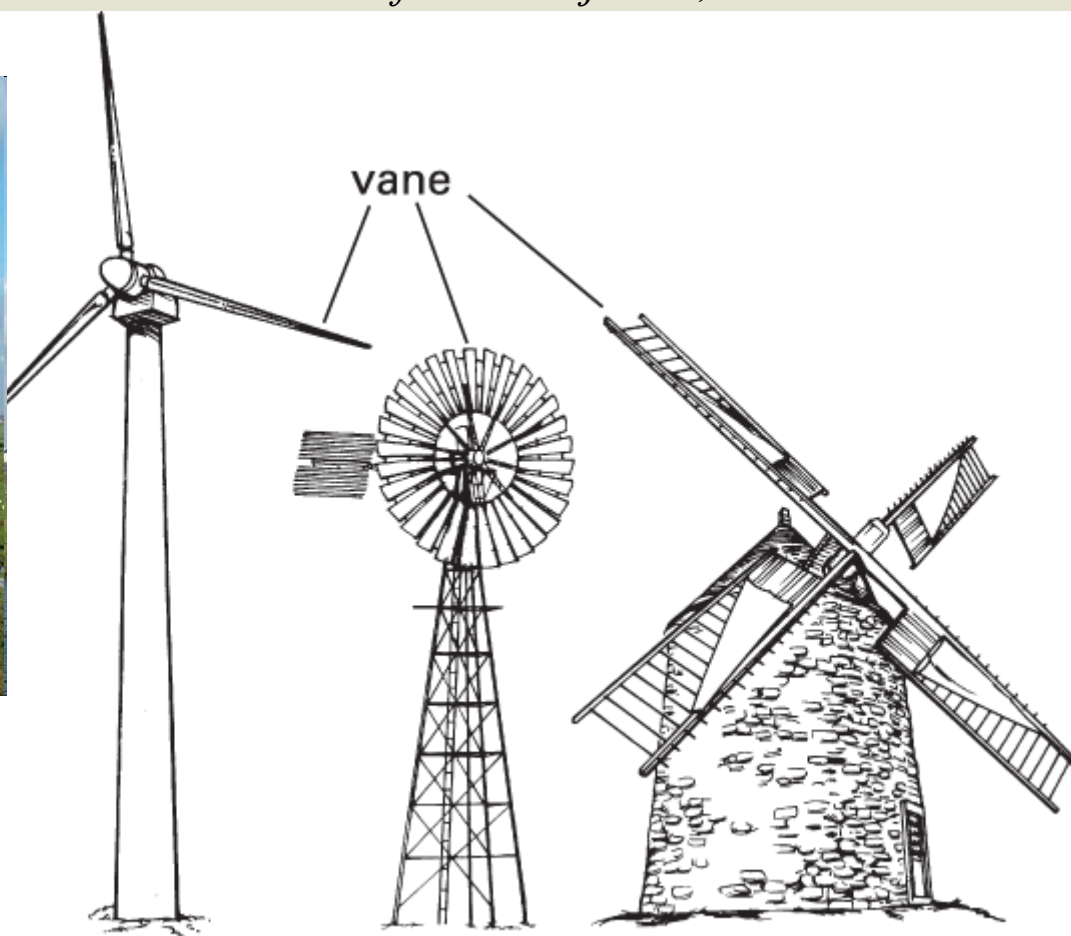
No Saules starojuma, ko saņem Zeme, 2% pārvēršas vēja enerģijā – gaisa masu kustībā. Saule visvairāk sasilda ekvatora apkārtni un siltais gaiss šajā apvidū ceļas augšup, līdz sasniedz apmēram desmit kilometru augstumu. Tad Zemes griešanās iespaidā tas aizplūst ziemeļu un dienvidu virzienā un tā rodas galvenokārt temperatūras starpības dzītie, galvenie globālie vēji.



Letonika.lv - atbildes, kuras tu meklē

Vēja enerģijas savākšana

Cilvēks vēja spēku izmantot savā labā ir iemācījies jau no seniem laikiem. Piemēram, Ēģiptē izmantoja buru laivas jau pirms 5000 gadiem p.m.ē., taču Ķīnā būvēja primitīvas vējdzirnavas 400-200 gadus p.m.ē.. Vēja enerģiju īpaši sāka izmantot 12. gs, ceļot vējdzirnavas, kuras mala miltus vai sūknēja ūdeni. Tās bija populāras līdz 18. gs., kad tās sāka aizstāt ar tvaika dzinējiem. Vējdzirnavu lietderības koeficients bija 6%, kas ir 8-9 reizes mazāks nekā pašreizējo vēja ģener

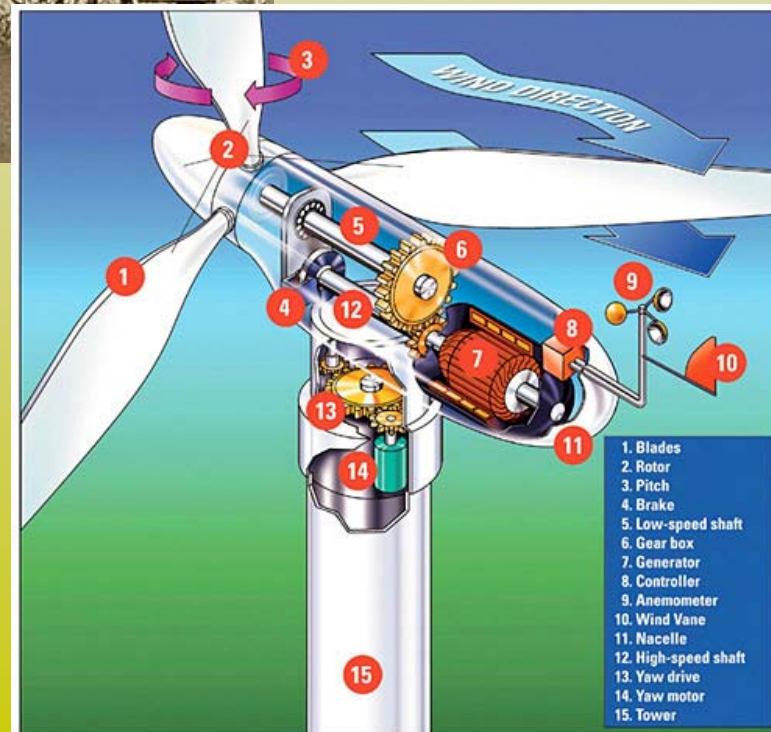
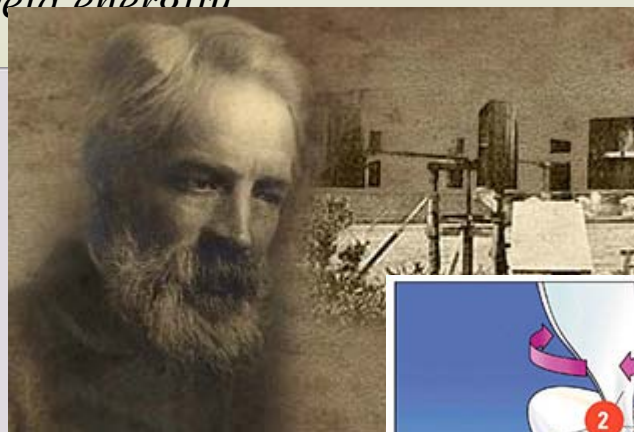
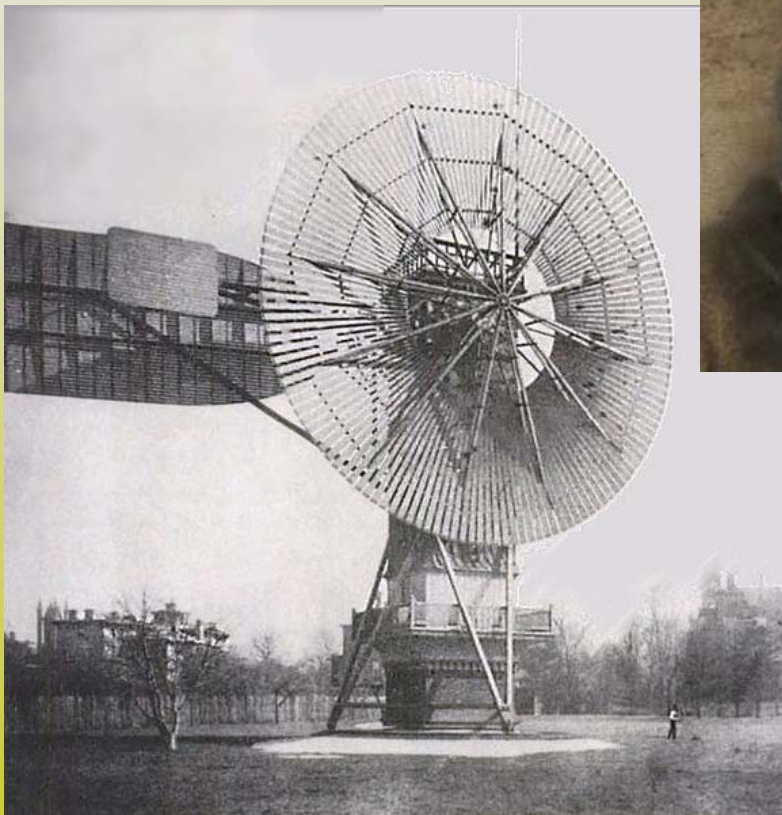


wind turbine

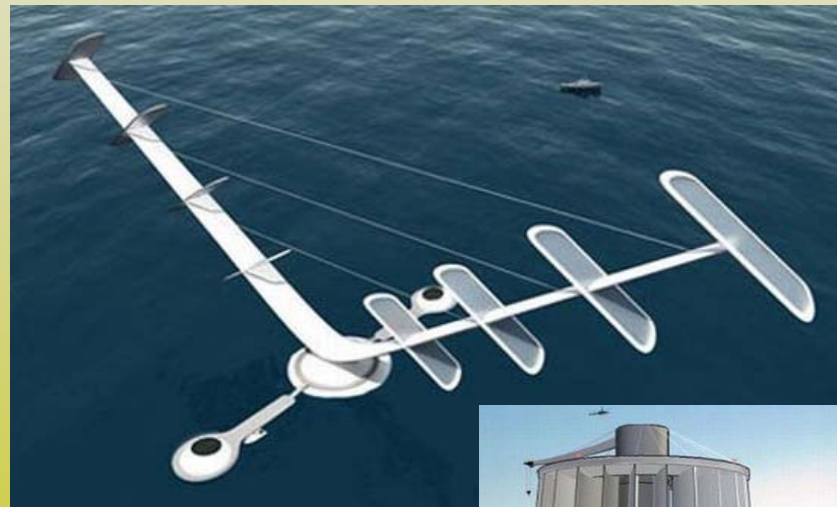
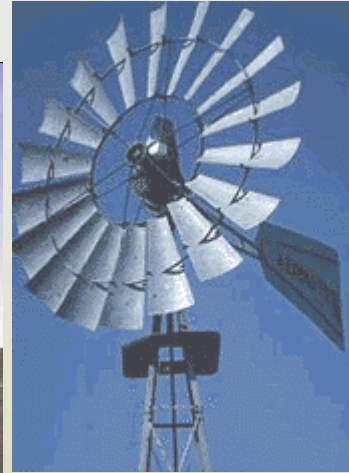
windmills

Vēja enerģijas savākšana

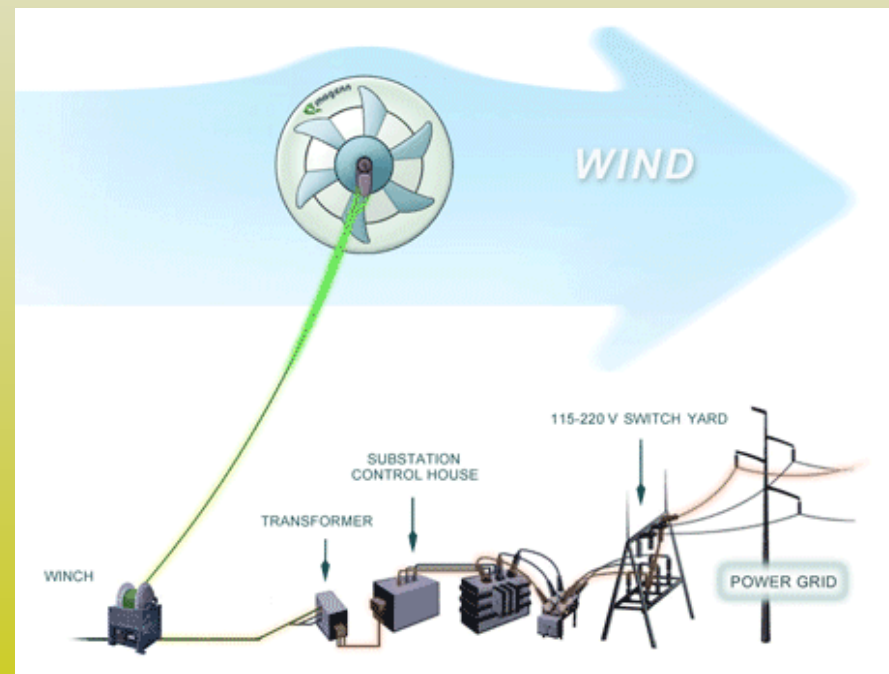
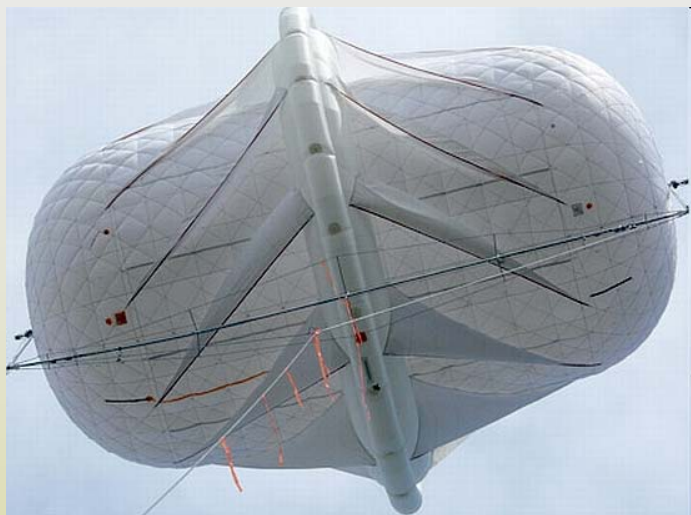
Vēdzirnavas, kas ražoja elektrību, izgudroja inženieris Džeimss Blaits 1887. gadā. Tās masveidā sāka būvēt 1891. gadā. Līdz 20. gs beigām tās bija īpaši populāras savrupās zemnieku saimniecībās, taču cita veida elektrības iegūšana kļuva lētāka un ērtāka. Vēdzirnavas, kas ražoja elektrību, tika pamestas novārtā līdz 1973. gada enerģētiskajai krīzei. Krīze atjaunoja interesi par vēja enerģiju.



Vēja ģeneratoru tipi



Vēja ģeneratoru tipi

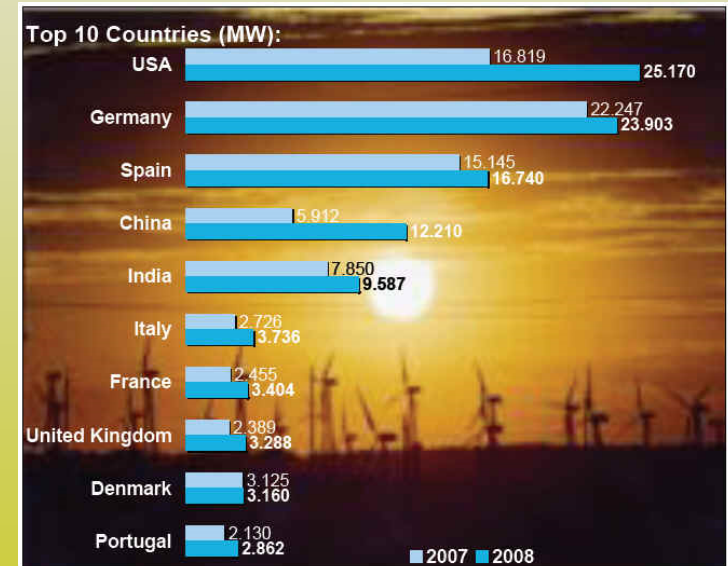


<http://www.ecofriend.com/entry/eco-delight-15-unconventional-wind-turbine-designs/>

Vēja enerģijas parki

Mūsdienās enerģijas iegūšana no vēja kļūst arvien populārāka. Eiropā vien laika posmā no 2000.-2007. gadam enerģijas iegūšana no vēja palielinājās par gandrīz 47 GW un sastādīja 7% no Eiropai nepieciešamās enerģijas. Kopumā Eiropas Savienības valstis no vēja iegūst 84 GW.

Mūsdienās enerģijas iegūšana no vēja kļūst arvien populārāka. Eiropā vien laika posmā no 2000.-2007. gadam enerģijas iegūšana no vēja palielinājās par gandrīz 47 GW un sastādīja 7% no Eiropai nepieciešamās enerģijas. Kopumā Eiropas Savienības valstis no vēja iegūst 84 GW.



SAULES AKTIVITĀTES LU CFI



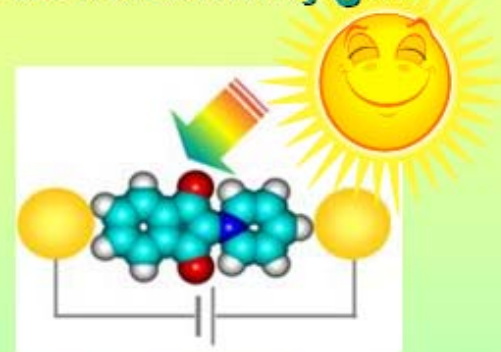
Saules un Vēja aktivitātes LU CFI

Cietvielu fizikas institūta laboratorijās tiek veikti sekojoši pētījumi saistībā ar Saules un Vēja enerģiju:

- 1) Organisko pusvadītāju materiālu sintēze un pētījumi saules baterijām;
- 2) Nanostrukturētu materiālu iegūšana un pētījumi fotoaktīva elektroda izveidei ūdens sadalīšanai;
- 3) Ūdeņraža iegūšana fotoelektrolīzes procesā, izmantojot pārejas metālu oksīdu ūdens suspensijas;
- 4) Absolūti melna pārklājuma meklējumi efektīva Saules kolektora izveidei;
- 5) Rūpniecisku Saules fotoelektrisko paneļu un kolektoru salīdzinoša efektivitātes novērtēšana darbam Latvijas teritorijā;
- 6) Vertikālas ass vēja rotoru un vēja enerģijas tieša pārvēršana siltumā;
- 7) Pārslēdzamas magnētiskās plūsmas elektrisko mašīnu izveide efektīviem elektromotoriem un elektroģeneratoriem
- 8) U.c.

SAULES AKTIVITĀTES LU CFI

Organisko Saules materiālu (organiskie fotovadītāji) pētījumus veic LU CFI Organisko materiālu laboratorija (laboratorijas vadītāja - Dr.habil.phys. Inta Muzikante); aktīvi tiek pētījumos iesaistīti skolnieki, notiek brīnišķīgas demonstrācijas:



SAULES AKTIVITĀTES LU CFI

Pētījums “SAULES SILTUMA KOLEKTORA EFEKTIVITĀTE ATKARĪBĀ NO TĀ KONSTRUKCIJAS UN PIESLĒGUMA” (Edgars Kūms, Mārtiņš Vanags)



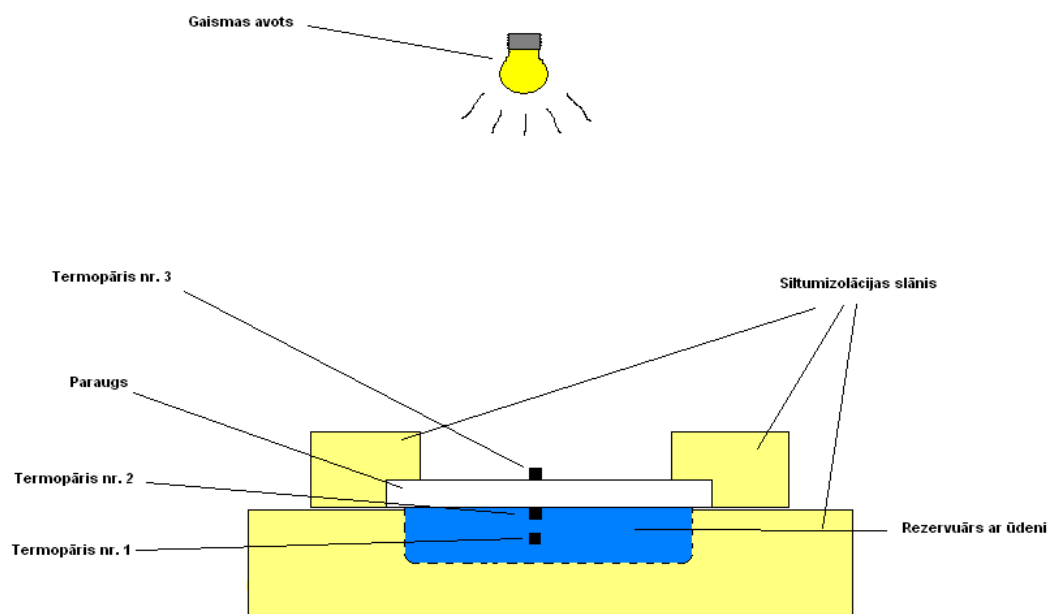
Tērauds pārklāts ar grafitu krāsu



Tērauds elektrokīmiski apstrādāts



Tērauds pārklāts ar kvēpiem





Četri KS165/24 monokristālu moduļi, katram (pie 1000W/m²):

Laukums: 1.26 m²

Maksimālā jauda – 165W;

Īslēguma strāva – 4.90 A;

Atvērtas ķēdes spriegums – 43.2 V;

Spriegums pie slodzes – 35 V

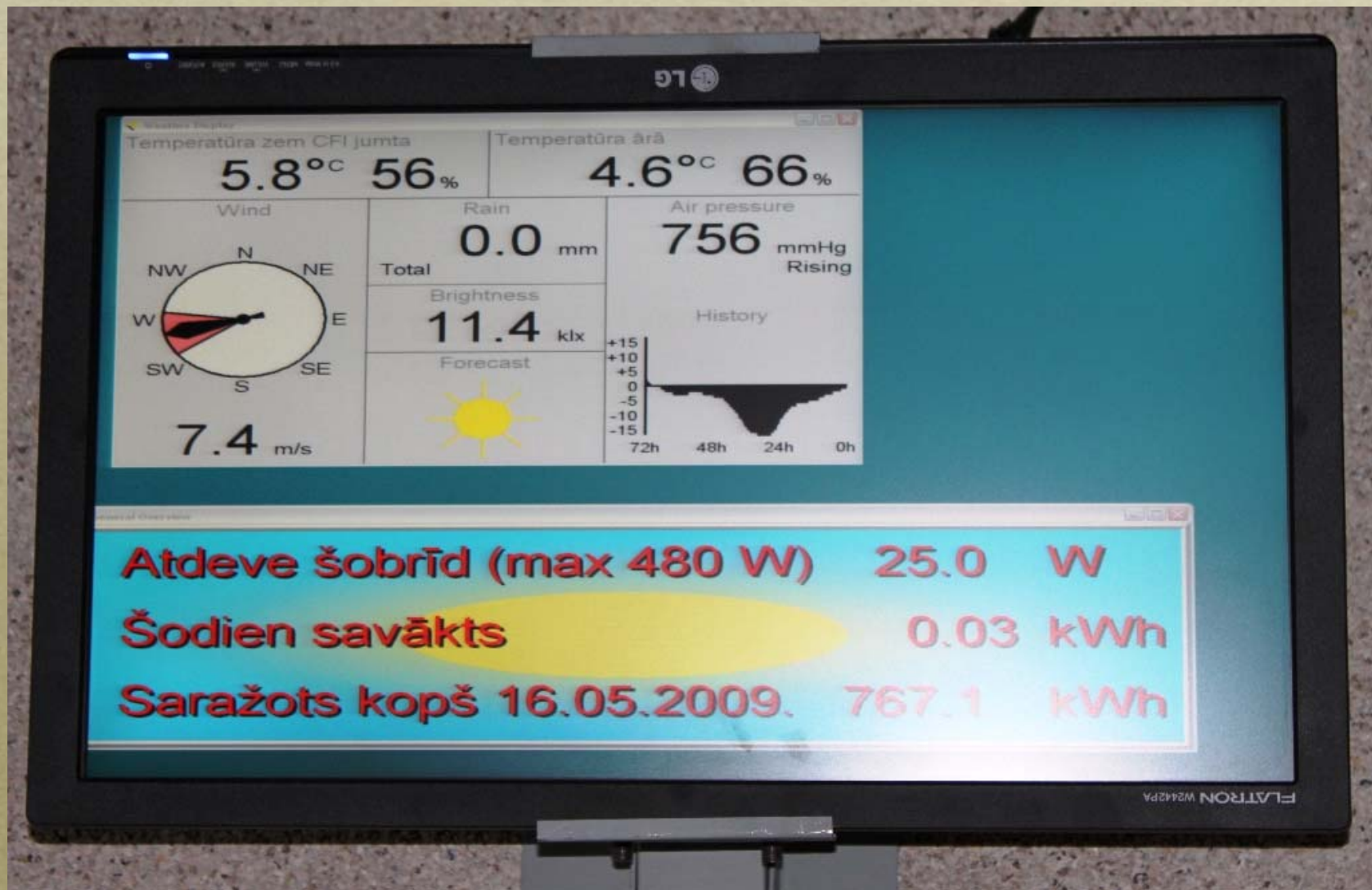
Nākotnes vīzija:

CFI jumta fasāde (DR) Daugavas pusē noklāta ar Saules kolektoriem un PV paneļiem – siltais ūdens pašiem savs būs no marta līdz oktobrim; elektrība, vismaz 50 kW (uzkrāj par ūdeņradi, komplektā 100kW degvielas šūna), vēl 25 kW vēja ģenerators - varētu būt bāzes jauda, kad Latvenergo mūs atslēdz...



CFI SAULES PLANTĀCIJA

Datu prezentācija – ir displejs 2. stāva foajē (pretī direkcijas durvīm)



SAULES AKTIVITĀTES LU CFI

2007./2008.gadi – Rīgas Franču liceja audzēkņi Juris Zalāns un Jānis Vinklers
veido ZPD – “Saules enerģijas uzkrāšanas un pārveidošanas sistēma”



Tiek uzbūvēta
“Saules Māja” ar
ūdeņraža
baloniem pirmajā
stāvā un ūdeņraža
mašīnu nojumē...



1. Latvijas Saules Kauss

Pirmais Latvijas Saules kauss – 2008.g. 10. maijs



Uz sacensībām ieradās 39 komandas no dažādām Rīgas (Valsts 1. ģimnāzija, Rīgas Skolēnu pils, 2. vidusskola, 64. vidusskola, 9.vakara maiņu vidusskola, RVT Poligrāfijas centrs, Āgenskalna Valsts ģimnāzija, Franču Licejs), un Latvijas (Madonas 2. vidusskola, Priekuļu vidusskola, Jaunjelgavas vidusskola, Pumpuru vidusskola, Jelgavas Spīdolas ģimnāzija, Preiļu valsts ģimnāzija, Auces vidusskola, A.Upīša Skrīveru vidusskola, Skrundas 1. vidusskola, Saldus pilsētas ģimnāzija, Draudzīgā aicinājuma Cēsu valsts ģimnāzija, Smiltenes Ģimnāzija) skolām. Vienu Saules mašīnu dalībai sacensībās pieteica Ostravas Universitāte (profesors Bogumils Horáks)

1. Latvijas Saules Kauss

Pirmais Latvijas Saules kauss – 2008.g. 10. maijs



2. Latvijas Saules Kauss

II LATVIJAS SAULES KAUSS – LU CFI 2009. gada 16. maijā

Piedalījās 59 (no 87) komandas no dažādām Latvijas skolām:

- Rīgas (Āgenskalna Valsts ģimnāzija, Rīgas amatniecības vidusskola, Juglas vidusskola, Rīgas 64. vidusskola, Rīgas 84. vidusskola, Rīgas 9. vakara (maiņu) skola, Rīgas Skolēnu pils, Rīgas Valsts 1. ģimnāzija, Rīgas Valsts tehnikums „Poligrāfijas centrs”, Ziemeļvalsts ģimnāzija un TJN Annas-2/RTU); A.Upīša Skrīveru vidusskola, Auces vidusskola, Blomes pamatskola, Draudzīgā aicinājuma Liepājas 5. vidusskola, Jaunjelgavas vidusskola, Jelgavas valsts ģimnāzija, Mālpils vidusskola, Preiļu Valsts ģimnāzija, Priekuļu vidusskola, Pumpuru vidusskola, Saldus pilsētas ģimnāzija, Siguldas Valsts ģimnāzija, Smiltenes Centra vidusskola,
- Smiltenes ģimnāzija.

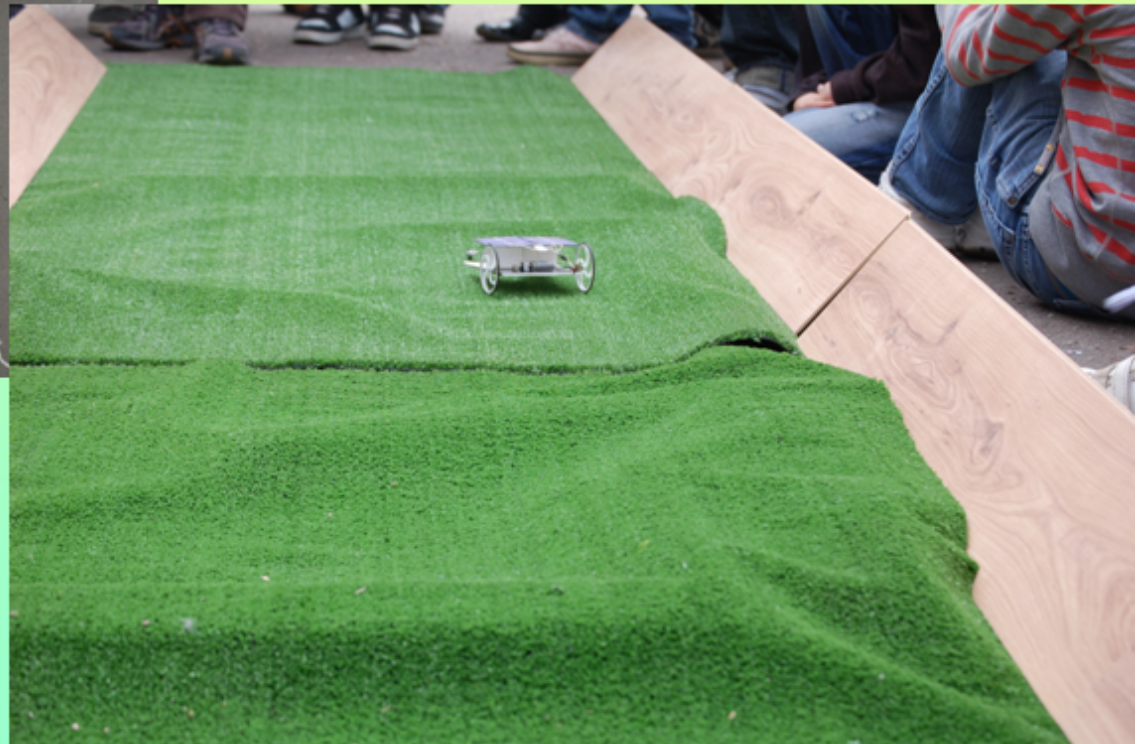


2. Latvijas Saules Kauss



Ātruma trase

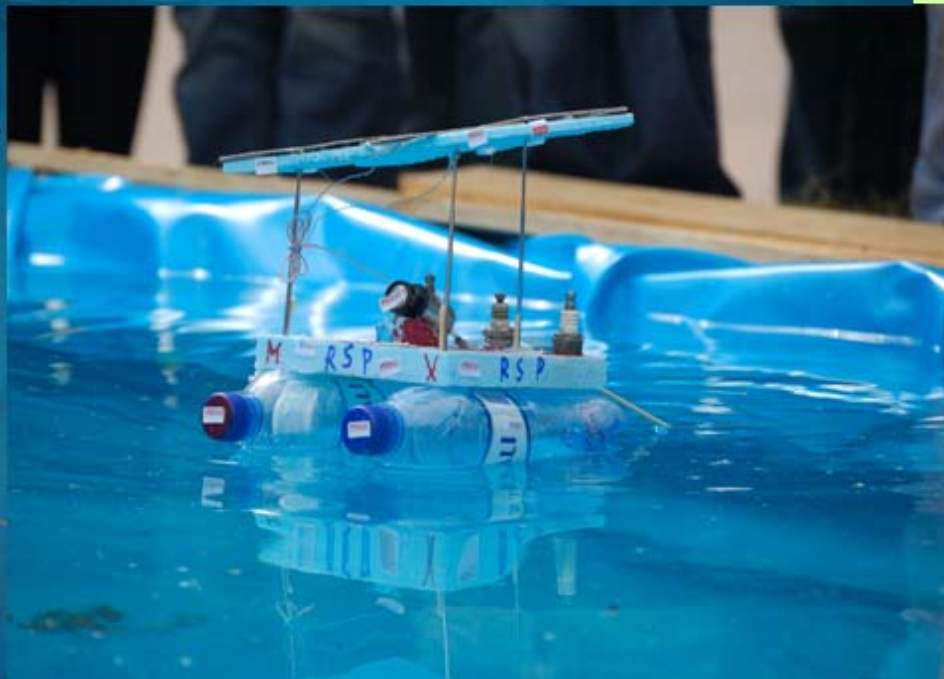
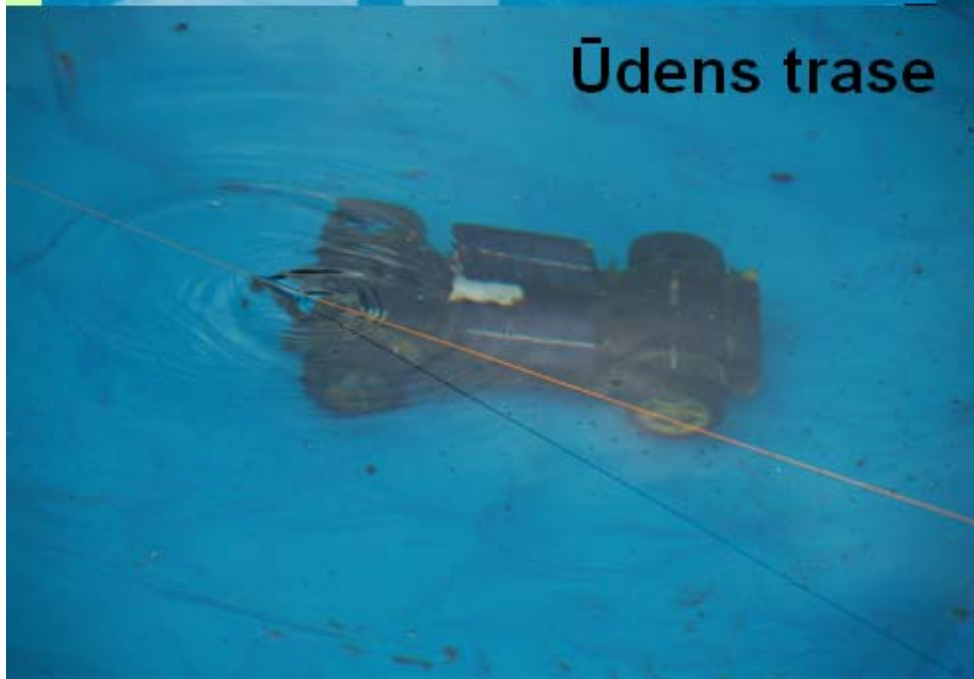
Spēka trase



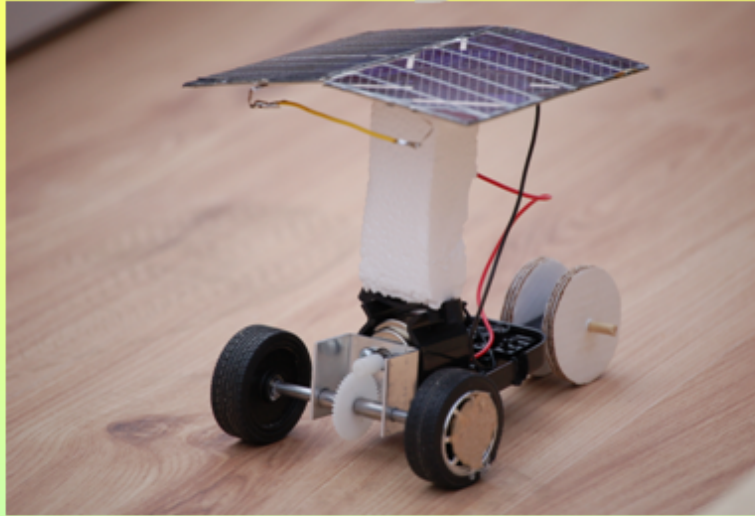
2. Latvijas Saules Kauss



Ūdens trase



2. Latvijas Saules Kauss



2. Latvijas Saules Kauss

Dāvanu fondu „Saules Kauss 2009” dalībniekiem bija sarūpējuši:

- LU CFI
- SIA „Viessmann”
- Izglītības un Zinātnes Ministrija
- Vides ministrija
- A/S Latvenergo
- SIA Argus Radiodetaļu Tirdzniecība
- SIA Lielvārds
- SIA Jānis Roze
- L'OREAL
- LZA
- SPIE
- SIA Ecosol
- SIA BigBrand
- SIA GUTTA
- Saules muzejs
- žurnāls TERRA
- SIA „Apzaļumošana LV”, sarūpējot mākslīgās zāles paklāju spēka trases joslai



3. Latvijas Saules Kauss

2010. gada 22. maijā Latvijas Universitātes Cietvielu fizikas institūtā (LU CFI) notika jau 3. Latvijas Saules kausa pasākums – lekcijas un sacensības, kurās piedalījās 58 komandas, kopā 88 dalībnieki (70 puīši un 18 meitenes), un vairāki desmiti skolotāju, vecāku un līdzjutēju.

Jaunākie sacensību dalībnieki bija ārzemnieku komandās – Dāvis Grabovskis (Vācija) un Atis Beldham (Jaunzēlande) – abiem 4 gadi.

Latvijas komandas bija no dažādām malām:

Rīgas (Ziemeļvalstu ģimnāzija, Rīgas Universālā vidusskola, Rīgas 9. vakara (maiņu) vidusskola, Rīgas amatniecības vidusskola, Rīgas 69. vidusskola, Rīgas 85. vidusskola, Rīgas Skolēnu pils, Rīgas Valsts tehnikums „Poligrāfijas centrs” un TJN Annas-2/RTU, Rīgas Tehniskās universitātes Elektronikas un telekomunikāciju fakultāte, Latvijas Universitātes Bioloģijas fakultāte); A.Upīša Skrīveru vidusskola, Cēsu 2. vidusskola, Ķoņu pamatskola, Draudzīgā aicinājuma Liepājas 5. vidusskola, Jaunjelgavas vidusskola, Jelgavas valsts ģimnāzija, Mālpils vidusskola, Preiļu Valsts ģimnāzija, Priekuļu vidusskola, Jeru pamatskola, Naukšēnu novada vidusskola, Smiltenes Centra vidusskola, Smiltenes ģimnāzija, Ulbrokas vidusskola.

3. Latvijas Saules Kauss



4. Latvijas Saules Kauss

2011. gada 21. maijs, sestdiena

Informācija: <http://www.cfi.lu.lv/saules-kauss/>

Projekta realizācija: 2011. gada janvāris – maijs;
Pasākuma provizorisks norises laiks: 2011. gada 21. maijs

Norises vieta: CFI, Ķengaraga iela 8, Rīga

Laiks: 10:00 – 16:00

Plānotais dalībnieku skaits: Komandas – līdz 85; dalībnieki – līdz 140.

Latvijas IV „Saules Kausa” pasākuma provizorisks norises programma

9:30 – 10:30 Dalībnieku reģistrācija
10:30 – 10:50 Informācija par pasākuma norisi un sponsoriem
11:00 – 11:30 Atklāšana un Saules transportlīdzekļu parāde
11:30 – 14:00 Saules transportlīdzekļu sacensības
14:00 – 15:30 Lekcijas par Saules un citām alternatīvajām enerģijām.
15:30 – 16:00 Apbalvošanas ceremonija

Projekta organizatori Latvijas Universitātes Cietvielu Fizikas Institutā:

Jānis Kleperis, Līga Grīnberga, Jūlija Hodakovska, Mārtiņš Vanags, Ilze Klepere

Kontaktinformācija:

E-pasts: ilze.klepere@lu.lv (pasākuma koordinators Ilze Klepere) kleperis@latnet.lv
(pasākuma galvenais organizators LU CFI Jānis Kleperis)

Telefons: 29776085 (pasākuma koordinators Ilze Klepere), 26436513 (pasākuma galvenais organizators LU CFI Jānis Kleperis)