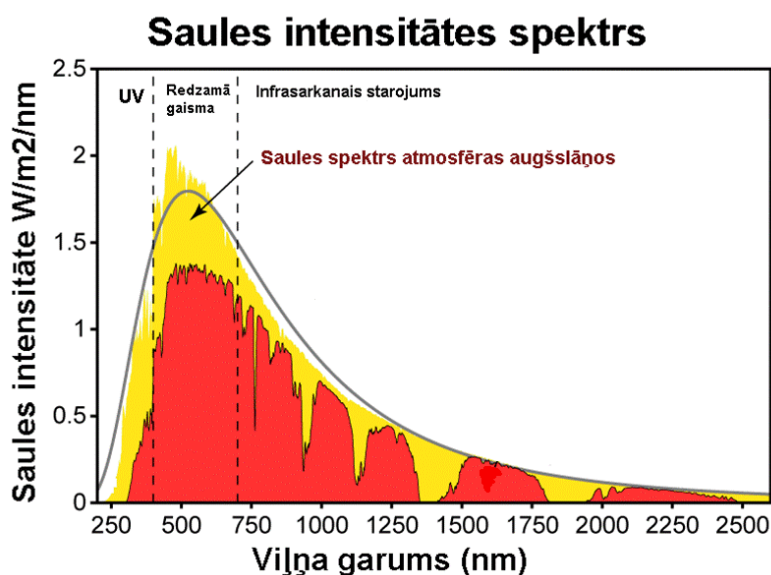
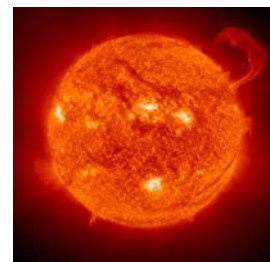


Saules un vēja enerģijas apgūšana: tehnoloģijas un prakse

Dr.phys. Līga Grīnberga, Dr.phys. Jānis Kleperis, MSc Andrejs Tokmakovs, MSc students Imants Dirba Latvijas Universitātes Cietvielu fizikas institūts

Saules enerģija

Galvenais enerģijas avots Saules sistēmā, arī uz Zemes, ir Saules elektromagnētiskais starojums. Saule ir gāzu-plazmas ķermenis, tās iekšienē notiek kodolu sintēzes reakcijas, kas ir enerģijas avots. Saules izstarotā starojuma intensitāti un spektru nosaka virsmas raksturlielumi. Saules starojuma spektrs atbilst absolūti melna ķermeņa ar temperatūru 6000 K starojuma spektram. Spektra maksimums atrodas pie 550 nm jeb atbilstoši dzeltenajai krāsai, tam pielāgojusies arī dzīvība uz Zemes, piem pēc fotosintēzes vai cilvēka acs jutības maksimuma.



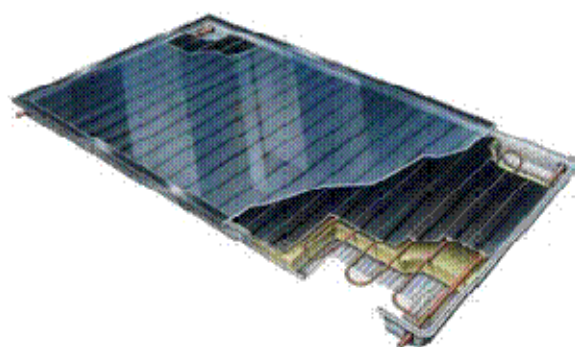
Saules enerģijas apguves intensitāte ir cieši saistīta ar naftas cenām, - tūlīt pēc krīzes enerģijas sektorā 1970ajos gados, Kalifornijā tika uzceltas deviņas Saules spēkstacijas ar kopējo jaudu 350 MW. Lai gan nākošajos piecpadsmit gados pasaulē netika uzcelta vairs neviena Saules spēkstacija. Fotovoltiskajām Saules baterijām (turpmāk – Saules baterijas) izmaksas ir gandrīz divkārt lielākas kā Saules termiskajām sistēmām, rēķinot uz līdzīgas jaudas iekārtām. Taču Saules baterijām ir zināmas priekšrocības, galvenokārt, modulārās uzbūves dēļ,

kas ļauj tās viegli piemērot individuālām mājām, kompānijām un lielākām ēkām, ciematiem. Saules baterijas var iebūvēt jau ēkās, izmantot lielākus vai mazākus laukumus, atkarībā no arhitektu iecerēm. Tieši šī mikro-jaudu apgūšanas iespēja novedusi pie tā, ka Saules enerģijas apgūšana pasaulē pēdējos piecos gados ir neticami strauji pieaugusi. Daži fakti:

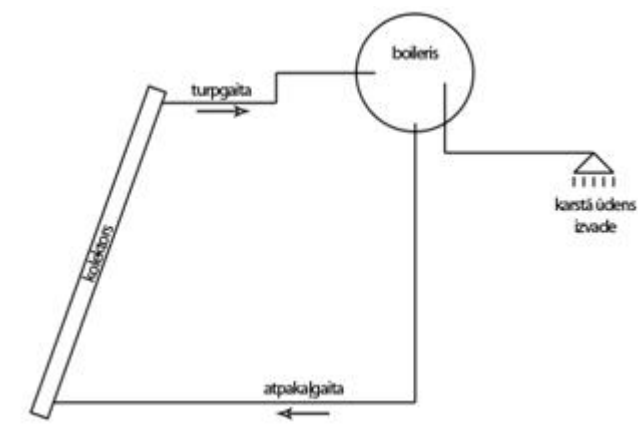
- o Sekundē Saule izstaro $4 \cdot 10^{26}$ J; kopējā Saules starjauka ir $3.826 \cdot 10^{26}$ W;
- o Gadā Zeme saņem no Saules enerģiju 10^{25} J = $2.78 \cdot 10^9$ TWh; Gadā uz Zemes tērē ap $4 \cdot 10^5$ TWh elektrības;
- o Latvija gadā no Saules saņem $2.5 \cdot 10^{21}$ J = 694000 TWh jeb 0.04% no visa Zemes saņemtā saules starojuma enerģijas; Gadā Latvijas iedzīvotāji tērē līdz 8 TWh elektriskās enerģijas.; Latvijas platība - 64 589 km²
- o Lai nosegtu šodienas elektrības patēriņu visai Latvijai, ar Saules paneļiem jānoklāj līdz 40 km² liels laukums (izmantojot šodien pieejamās lētākās tehnoloģijas – lietderības koeficients 12%, iegūstamā jauda no viena kvadrātmetra Latvijā ne vairāk kā 200 kWh/m² gadā)

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, kurus plaši pielieto, jo tie ir vienkārši pēc konstrukcijas; plakanie kolektori ar vakuumu iekšpusē, kuros starp absorberi un stikla slāni ir vakuums, tādējādi samazinot siltuma zudumus; vakuuma cauruļu kolektori, kuri ir ļoti efektīvi, bet dārgi; fokusējošie kolektori (liektie spoguļi), kurus izmanto augstu temperatūru siltuma ieguvei (800 oC un vairāk); neiestiklotie kolektori, kurus izmanto ārējo peldbaseinu sildīšanai; kā arī gaisa kolektori, kurus izmanto dažādiem žāvēšanas darbiem.



Industriālos un komerciālos objektos, daudzdzīvokļu dzīvojamās mājās, kā arī valsts un pašvaldību iestāžu ēkās saules kolektoru iekārtas pagaidām nav uzstādītas (attēlā – projekts Rostokā, Vācija), līdz ar to, vienīgie vērēnīgākie termosolārie projekti, kas īstenoti Latvijā, pagaidām ir samērā sen realizētie Aizkraukles ģimnāzijas un katlu mājas, kā arī Iecavas internātskolas termosolāro atbalsta sistēmu uzstādīšanas projekti. Aizkraukles termosolārais projekts arī šobrīd uzskatāmas par Latvijas augstāko sasniegumu sabiedriskā un komerciālā sektora ēku saules atbalsta sistēmu uzstādīšanā.



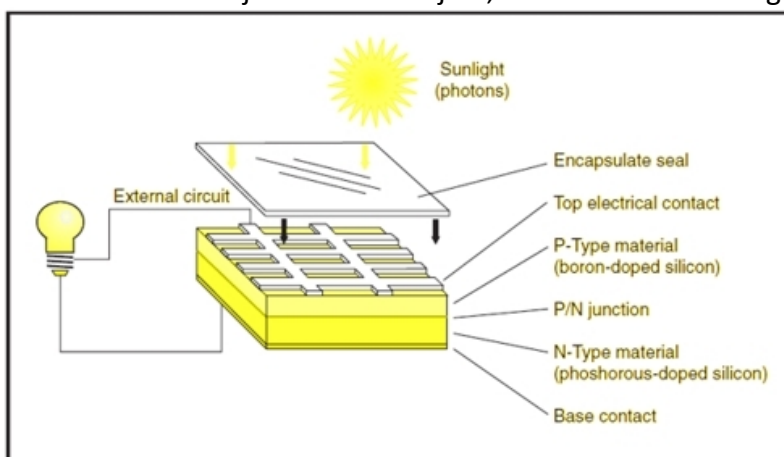
Saules kolektoru izmantošanas iespējas Latvijā un visā Baltijas reģionā pētītas arī augstā zinātniskā līmenī - LZA Fizikālās enerģētikas institūta Enerģijas resursu laboratorijā, kuru vada viens no pazīstamākajiem saules enerģijas izmantošanas pētniekiem Latvijā – Dr.habil.sc. ing., prof. Pēteris Šipkovs. Šobrīd institūtā tiek turpināti arī dažādu saules kolektoru veidu darba ražīguma testēšanas pasākumi, izmantojot iekārtas, kas uzstādītas uz šīs ēkas jumta.

Saules fotoelektriskie paneli („baterijas”)

Saules panelis jeb „baterija” ir fotoelektriska pusvadītāju ierīce Saules starojuma enerģijas tiešai pārvēršanai elektriskajā enerģijā. Saules gaismas vietā var lietot arī citas izcelsmes elektromagnētisko starojumu ar līdzīgu viļņa garumu (gaismu), piemēram lampas, prožektorus.

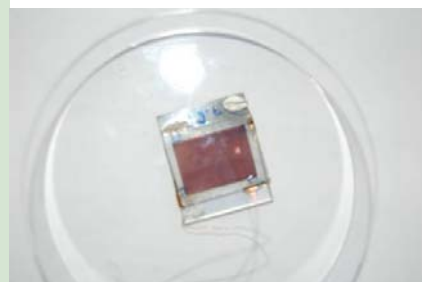
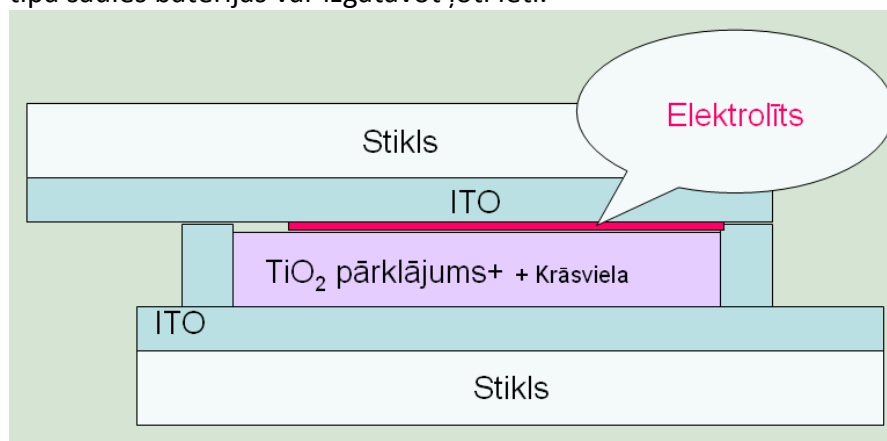
Saules baterija sastāv no silīcija, kadmija sulfīda vai gallija arsenīda fotoelementiem, kuri būtībā ir lielas pusvadītāju fotodiodes ar lielu p-n pārejas laukumu. Lai arī no gallija arsenīda var izgatavot saules baterijas ar visaugstāko lietderības koeficientu, tās sanāk ārkārtīgi (vairākus tūkstošus reižu) dārgākas par silīcija saules baterijām. Lielāko daļu saules bateriju ražo no silīcija. Ir vairākas ražošanas tehnoloģijas:

1. **No monokristāliskā silīcija:** Šī tehnoloģija tika izstrādāta visātrāk. Šādas saules baterijas sanāk relatīvi dārgas, jo tur ir nepieciešams ļoti tīrs monokristāliskais silīcijs un ražošanas apstākļi līdzīgi kā mikroshēmu ražošanā, taču šīm saules baterijām ir relatīvi labs lietderības koeficients. Līdzīgas saules baterijas taisa arī no gallija arsenīda (un citiem pusvadītājiem). Gallija arsenīda saules baterijām ir labāks lietderības koeficients kā silīcija saules baterijām, taču tās ir daudz dārgākas.



2. **No polikristāliskā silīcija:** Šī tehnoloģija tika izstrādāta vēlāk, te ir mazākas ražošanas izmaksas, jo nav nepieciešami silīcija monokristāli, taču efektivitāte ir mazāka. Pie šīs grupas parasti pieskaita arī saules baterijas, kuru struktūru veido uz stikla, nogulsņējot silīciju no gāzveida izejvielām.

3. **No organiskiem, elektrovadošiem polimēriem:** Šīm pagaidām nav praktiskas nozīmes; tās pārāk ātri degradējas ultravioletā starojuma iedarbībā un tām ir ļoti zems lietderības koeficients, lai gan šī tipa saules baterijas var izgatavot ļoti lēti.



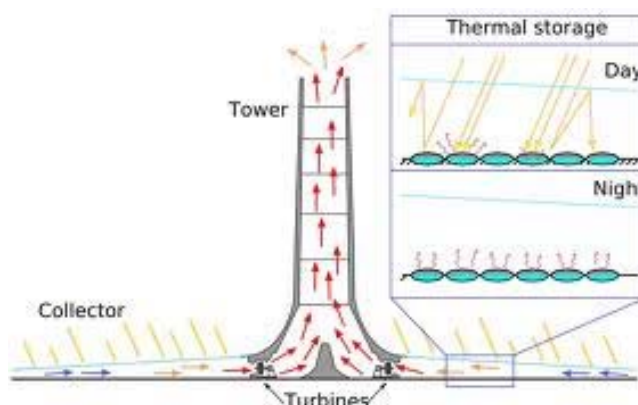
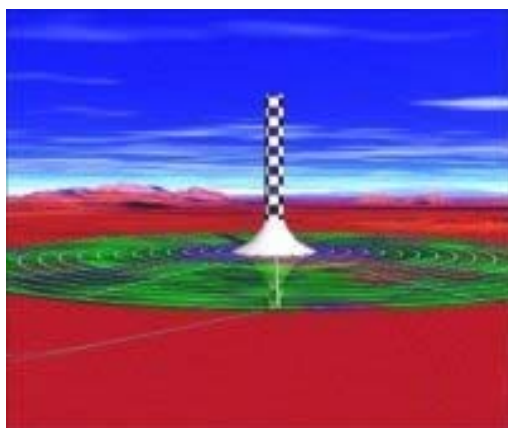
Saules bateriju jauda ir atkarīga no to izmēra un lielām ierīcēm var sasniegt vairākus desmitus kW.

Saules elektrostacijas

Mājai, ofisam, saimniecībai:



Ciematam, pilsētai, valstij:

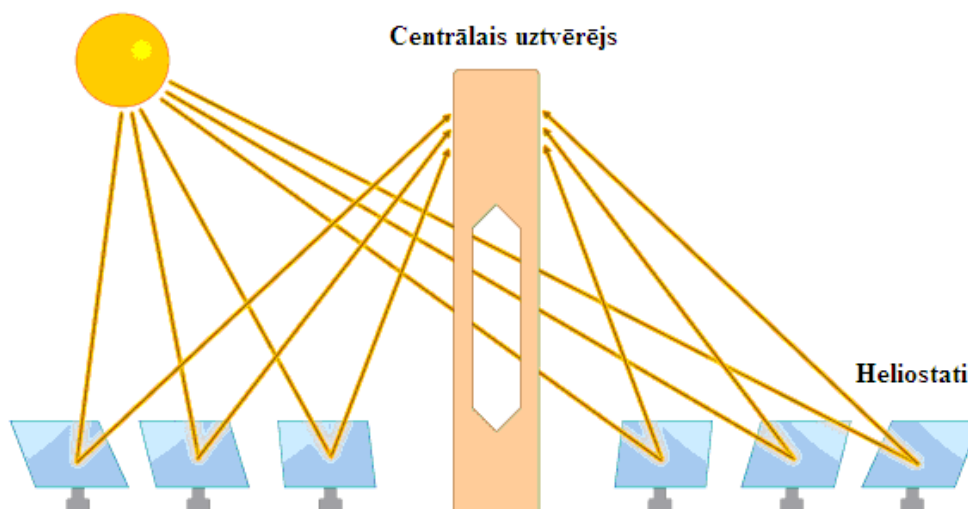


Industriālo solāro elektrostaciju gadījumā gan jāpiezīmē, ka daudzi ambiciozie un, iespējams, arī ļoti perspektīvie projekti gan ASV, gan Āfrikā, gan arī Austrālijā vēl ir tikai sākotnējā izstrādes stadijā. Šobrīd eksistē un tiek ekspluatētas vairākas eksperimentālās solārās elektrostacijas, tomēr neviena no tām nav uzskatāma par potenciālu industriālo elektroenerģijas ražotāju un piegādātāju (nav atbilstošu bāzes jaudu – vismaz daži simti MWe).

Saules enerģiju iespējams efektīvi izmantot arī tā dēvētajos hibrīdajos ēku apsildes un elektroapgādes risinājumos – tas jau vairāk kā 25 gadus tiek veiksmīgi darīts it visur Eiropā, pat reģionos, kas ir vairāk uz Z kā Baltijas valstis. Jo solārās iekārtas darbojas ne tikai tad, kad laukā spīd spoža saule un gaisa temperatūra ir salīdzinoši augsta – tās uztver arī izkliedēto saules radiāciju, kas sasniedz zemākos atmosfēras slāņus nepārtraukti – neatkarīgi no laika apstākļiem un gadalaika. Tomēr saules radiācijas ilgums un intensitāte ir tieši atkarīga no gadalaika, klimatiskajiem apstākļiem un ģeogrāfiskā stāvokļa.

Saules torņa elektrostacija PS10 Spānijā

Saules elektrostācijas PS10 sistēmā ietilpst 600 kustīgi spoguļi, kuri seko līdz saulei, un saules starojumu sakoncentrē uz 11*11 metru liela laukuma torņa galā.



Saules torņa elektrostācijas darbības princips.

Torņa galā nonāk 600 reižu pastiprināts atstarotais saules siltums, kuru saņem siltumnesēja šķidrums. Saņemtais siltums tiek novirzīts tvaika ražošanai, savukārt karstais tvaiks darbina turbīnu elektroģeneratoram. Saules torņa tehnoloģijā ir 3 pamatmezgli – heliostati, uztvērējs un tornis. Heliostatu uzdevums ir savākt saules starojumu un novirzīt to uz uztvērēju. Heliostatu veido atstarojoša virsma un divasu sekotājmehānisms, kura uzdevums ir griezt atstarojošo virsmu tā, lai saules starojums visu laiku nonāktu vienā punktā torņa galā. Par heliostatiem var būt stikla spoguļi, vai arī speciāli apstrādātas tērauda plāksnes. Firma “Abengoa Solar New Technologies” ražo divu tipu heliostatus – Sanlucar 120 un Sanlucar 90 ar spoguļu laukumu attiecīgi 120 un 90 m². Uztvērējs savāc no heliostatiem saņemto siltumu un nodod to siltumnesēja šķidrumam (var būt ūdens, kausēts sāls u.c.). Šis šķidrums siltumu tālāk nodod ūdens reaktoram, kurā tiek ražots pārkarsēts tvaiks, kam jādarbina turbīna. Savukārt, turbīna griež elektroģeneratoru, un tas ražo elektrību. Tornis ir balsts saules starojuma uztvērējam, un tam jābūt pietiekoši augstam, lai varētu savākt starojumu no visa laukuma, kurā izvietoti heliostati – atstarojošie spoguļi.



Augstās temperatūras (līdz pat 1000 °C), kuras var iegūt ar šādu saules starojuma savākšanas tehnoloģiju, ļauj līdz pat 25% no saules starojuma pārvērst elektrībā. Torņa tehnoloģijās vēl vajag ietvert enerģijas uzkrāšanu, gadījumiem, kad saule ir aiz mākoņiem, kā arī naktīs, kad saules nav nemaz. Šodienas risinājumā tas nozīmē, ka jābūvē pēc iespējas liels kausēta sāls rezervuārs, lai ar tajā ukrāto siltumu pietiktu tvaika

ģenerēšanai 5-8 stundas (patreizējā torņa konstrukcijā uzkrātā siltuma rezerves pietiek 30 minūtēm).

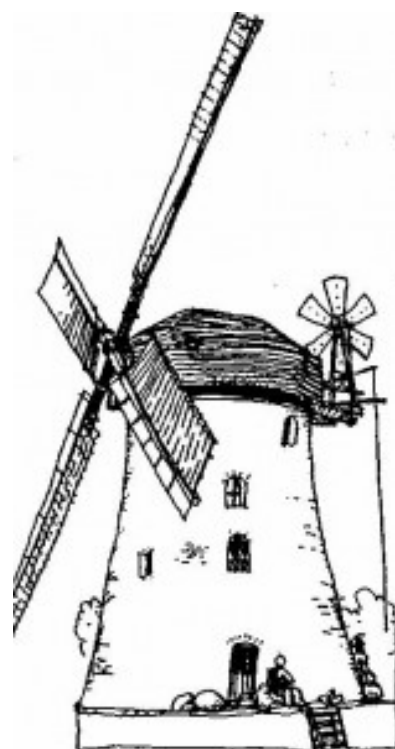
Vēja enerģija

Pašos sākumos visa atjaunojamā enerģija pie mums nāk no Saules. No Saules starojuma tikai nepilni 2% pārvēršas vēja enerģijā, bet pat šis daudzums daudzkārt pārsniedz visu to enerģiju, kuru visi pasaules augi pārstrādā biomasā. 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. Dabiskais enerģijas avots - vējš - spēj veikt mehānisku darbu, ko dažādā veidā var izmantot arī cilvēks.

Atmosfēras spiediena izlīdzināšanās rezultātā rodas vējš, un tam ir svarīga loma dabas apritēs. Tas pārvieto mākoņus un ūdens tvaikus un veic nokrišņu sadali ūdens aprites sistēmā. Reģionālas gaisa apmaiņas rezultātā sajaucas dažādas kvalitātes gaiss. Augiem un dzīvniekiem vējš noder kā transportētājs, palīgs lidojumā vai gaisa apmainītājs. Vējš ietekmē pat ūdeņu dzīvi, apmaisot to virskārtu, veidojot viļņus un bagātinot ūdeni ar skābekli. Vējš izraisa arī augsnes eroziju un pastiprina iztvaikošanu. Mūsdienās vējš tiek vainots koncentrēto industriālo gāzu, putekļu un siltuma aizpūšanā, jo to izkliedēšanas rezultātā nav iespējama kontrole un vainīgo saukšana pie atbildības. Bieži vien vēja "attīrošā" izkliedēšanas spēja tiek pārvērtēta. Līdzīgi "kravu" tas vienmērīgi sadala virs laukiem un pilsētām, kur tā nosēžas un var radīt bīstamas sekas.

Lielās vēju sistēmas gredzenu veidā aptver zemi starp ekvatoru un poliem: kalnu zona pie ekvatora ir augšupejoša gaisa apgabals ar pastāvīgu rietumu vēju; pasāti, kas nāk no gandrīz bezvējainajiem platuma grādiem (25°-35° ziemeļu un dienvidu platuma) un iet ekvatora virzienā, zemes rotācijas rezultātā novirzās (Koriolisa spēks) (ZA pasāti un DR pasāti); mūsu mērenā klimata zona atrodas rietumu vēju joslā, kas aizpilda zema spiediena ieplakas līdz polārajai fronteī.

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 ģeneratoru.



Vējdzirnavas, 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. Vējdzirnavas, kas ražoja elektrību, tika pamestas novārtā līdz 1973. gada enerģētiskajai krīzei. Krīze atjaunoja interesi par vēja enerģiju, bet pirmajos gados vēja ģeneratorus uzlūkoja par sava veida rotaļlietu, ar ko spēlējās prasmīgi tehniķi un no realitātes atrauti ideālisti. Vēja ģeneratori bija mazi, ne sevišķi efektīvi un samontēti no detaļām, ko varēja atrast metāllūžņu tirgotavās.

Tomēr 80. gados situācija mainījās. Vairākas rūpnīcas sāka sērijveidā ražot vēja ģeneratorus, kuri gan vel joprojām bija mazi un skaļi. To jauda parasti bija 20-30kW un ar to pietika, lai segtu apmēram 30-40 mājsaimniecību patēriņu. Salīdzinājumam var minēt, ka moderns vēja ģenerators nodrošina ar strāvu vairāk nekā 1000 mājsaimniecību. Par klasiskām tiek uzskatītas holandiešu vējdzirnavas. Šīs ir Vestfāles graudu dzirnavas. Grozāmā galva mūra torņa galā pastāvīgi pagriežas līdzī vējam ar zobu vaiņaga un vēju rozetes palīdzību. Šādas dzirnavas ar gariem, aerodinamiskas formas spārniem, lēnu gaitu un lielu griešanās momentu daļēji darbojas vēl šodien.

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.

Tabulā: Vēja enerģijas izmantošanas pieaugums Eiropā laikā no 2008. gada līdz 2009. gada.

	2008. gada beigās	2009. gada beigās
Vācija	23903 MW	25777 MW
Spānija	16689 MW	19149 MW
Itālija	3736 MW	4850 MW
Francija	3404 MW	4492 MW
Lielbritānija	2974 MW	4051 MW
Portugāle	2862 MW	3535 MW
Dānija	3163 MW	3465 MW
Nīderlande	2225 MW	2229 MW
Zviedrija	1048 MW	1560 MW
Īrija	1027 MW	1260 MW
Grieķija	985 MW	1087 MW
Austrija	995 MW	995 MW
Turcija	458 MW	801 MW
Polija	544 MW	725 MW
Beļģija	415 MW	563 MW
Pārējā Eiropa	1313 MW	1614 MW
Kopā:	65741 MW	76152 MW

Vēja ģeneratoru veidi:

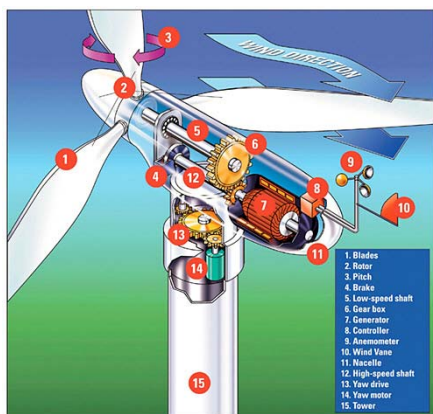
Horizontālās ass vēja ģeneratori:



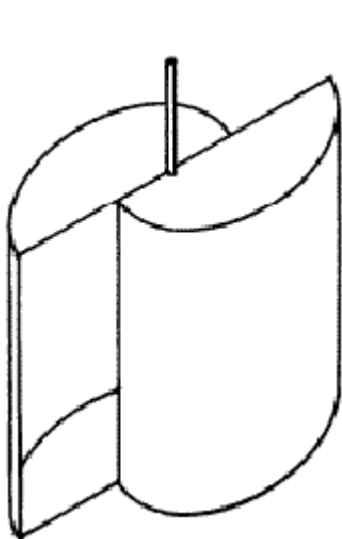
Vēja ģeneratoru parks pie Liepājas



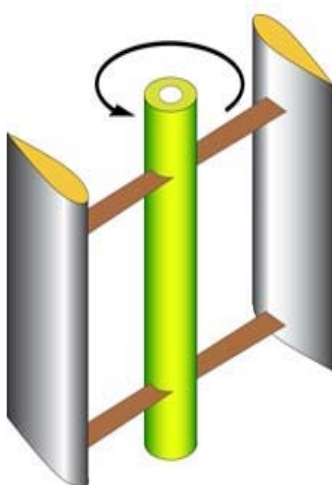
Jūrā novietoti ģeneratori



Vertikālās ass vēja ģeneratori veidi:



Savonius tips

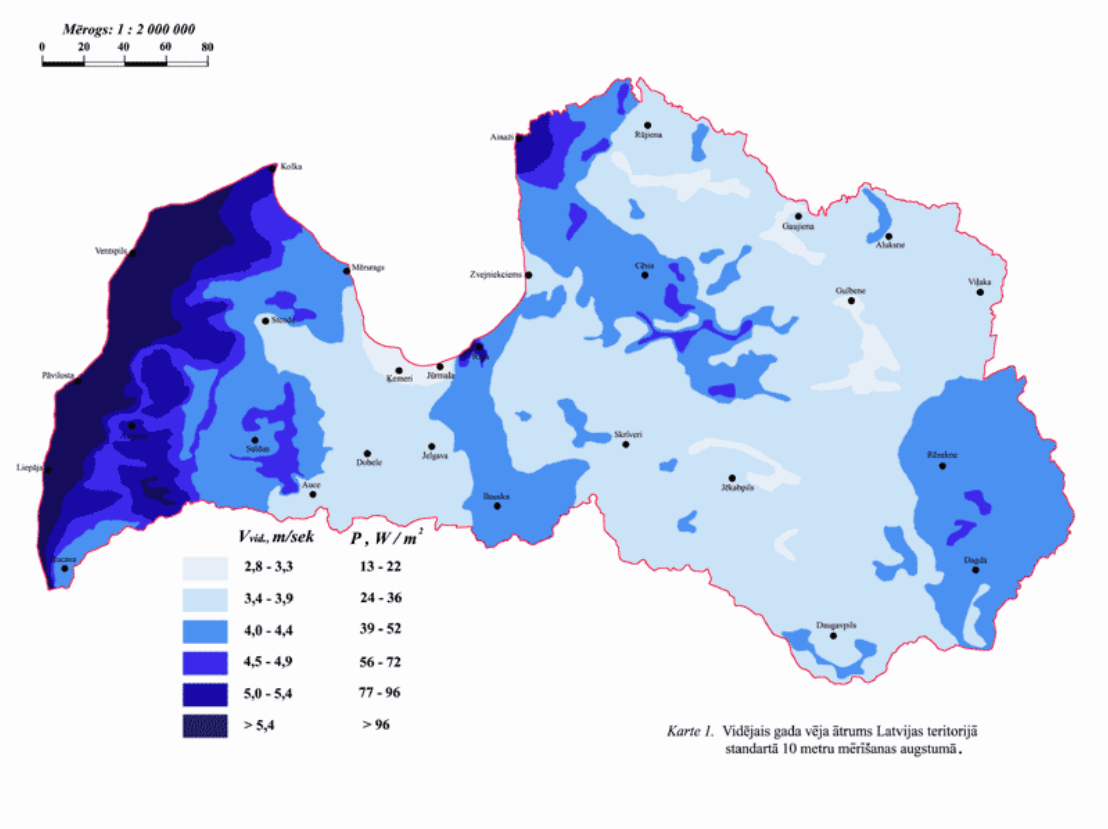


Giromill tips

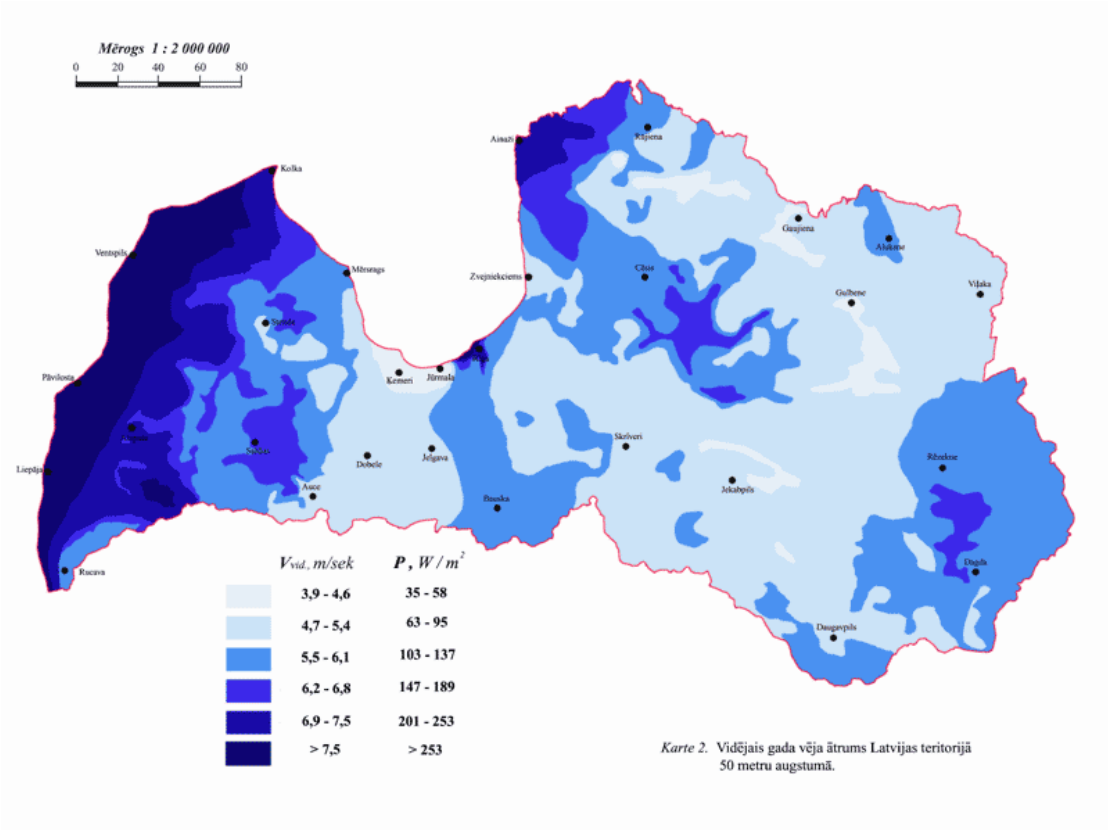


Darrieus tips

Vēja kartes:



Vēja ātrums Latvijā, mērot 10 m augstumā



Vēja ātrums Latvijā, mērot 50 m augstumā

Ieteicamā literatūra:

<http://wikipedia.org>

Saules enerģijas izmantošana: <http://www.building.lv/news/258-apkure/94080-saules-enerģijas-izmantosana-pasaule-un-latvija-no-siltuma-lidz-elektroenerģijai-un>

Saules enerģijas potenciāls Latvijā: <http://sinergo.lv/saules-paneli/saules-enerģijas-potencials-latvija/>

<http://www.windenergy.lv>: Vēja enerģija: pamatceļvedis

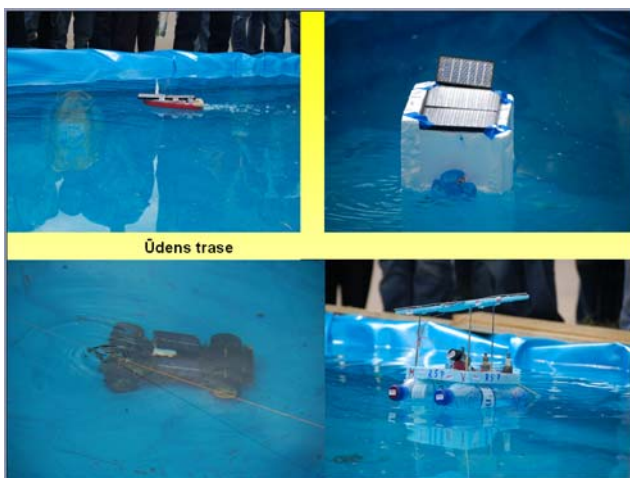
SIA EKODOMA: Vēja enerģijas buklets:

http://www.erec.org/fileadmin/erec_docs/Projcet_Documents/RES_in_EU_and_CC/LVwind.pdf

A.Tooma: Ļauj vējam strādāt, Vides Vēstis: <http://www.videsvestis.lv/content.asp?ID=82&what=20>

Saules izglītības aktivitātes Latvijas Universitātes Cietvielu fizikas institūtā

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



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