

RTU Enerģētikas institūts
Disciplīna Alternatīvie enerģijas avoti

Ilgspējīgas energoapgādes iespējas

Metodiskie norādījumi kursa/praktiskā darba izpildei

S.Jermuts, maģistrs
J.Rozenkrons, RTU profesors

Rīga, 2010

Saturs

1. Tematikas aktualitāte
2. Kursa darba mērķi un apskatāmie objekti
3. Kursa darba uzdevums
4. Novada raksturojums
5. Enerģijas patēriņš novadā
6. Elektroenerģijas ražošana. Aprēķinu secība
7. Elektroenerģijas cenas noteikšana, ražojot elektroenerģiju no AER.
8. Kopsavilkums
9. Norādījumi kursa darba noformēšanai
10. Izmantotā literatūra

1. Tematikas aktualitāte

Pieprasījums pēc enerģijas resursiem pasaulē visu laiku pieaug. Ja kopējā pasaulē primāro resursu patēriņš ir 100%, tad Eiropas Savienībā patērē 14,6%, bet Latvijā – 0,039% no pasaules kopējā primāro resursu patēriņa. Latvijai ES valstu starpā ir vadoša loma atjaunojamo enerģijas resursu izmantošanā elektroenerģijas ražošanā.

No atjaunojamiem energoresursiem (AER) iegūtās enerģijas īpatsvars Latvijā 2008.gadā veidoja 29,9% no kopējā enerģijas patēriņa, un tas bija trešais augstākais līmenis Eiropas Savienībā (ES), liecina ES statistikas biroja "Eurostat" apkopotā informācija.

Lielākais atjaunojamās enerģijas īpatsvars 2008.gadā reģistrēts Zviedrijā - 44,4% un Somijā - 30,5%. Savukārt mazākais īpatsvars fiksēts Maltā - 0,2%, Luksemburgā - 2,1% un Lielbritānijā - 2,2%. ES valstīs kopumā tā dēvētās zaļās enerģijas īpatsvars 2008.gadā veidoja 10,3% no kopējā enerģijas patēriņa, salīdzinot ar 9,7% 2007.gadā un 8,8% 2006.gadā. Lietuvā zaļās enerģijas īpatsvars 2008.gadā veidoja 15,3%, bet Igaunijā - 19,1%.

Latvijā: elektroenerģija, kas saražota no atjaunojamiem energoresursiem pamatā ir balstīta uz Daugavas kaskādes HES (Pļaviņu, Ķeguma, Rīgas HES). Elektroenerģiju ražo arī 138 mazās HES, kuru kopējā uzstādītā jauda ir 25 MW, 20 vēja elektrostacijas ar uzstādīto jaudu 29 MW un dažas biomasas (biogāzes) koģenerācijas stacijas un kas kopā sastādā nelielu procentu no kopējiem AER.

Lietuvā: Pēc Ignalinas AES slēgšanas galvenais elektroenerģijas ražotājs ir Lietuvas termoelektrostacija un Kruoņu hidroakumulējošā elektrostacija. Paredzams, ka Lietuvā attīstīsies jaunas vēja elektrostacijas, hidroelektrostacijas un biomasas koģenerācijas stacijas, kas līdz 2015.gadam varētu segt ap 10% no Lietuvā patērētās elektroenerģijas.

Igaunijā: Gandrīz 94% no Igaunijas elektroenerģijas tiek saražota, izmantojot degslānekli. Pēc 2014.g. tiks slēgtas pašreiz darbojošās degslānekļa elektrostacijas Igaunijā. Atjaunojamie energoresursi elektrības ražošanā 2008.gadā veidoja tikai

1,5%. Igaunijā plānots līdz 2011. gadam palielināt no atjaunojamiem energoresursiem ražotas elektroenerģijas daļu līdz aptuveni 4% no kopējā saražotās elektroenerģijas apjoma, galvenokārt izmantojot vēja enerģiju.

Atjaunojamo resursu pamatnostādņu galvenie mērķi ir:

- palielināt atjaunojamo energoresursu īpatsvaru kopējā Latvijas energobilancē;
- veicināt Latvijas enerģijas apgādes drošību;
- ilgtermiņā nodrošināt atjaunojamo energoresursu ieguldījums SEG emisiju samazināšanā.

Lai panāktu atjaunojamo energoresursu izmantošanas plānotu un pastāvīgu palielināšanu, nepieciešama darbība gan enerģijas ražošanas, gan jauno tehnoloģiju pārbaudes un pielietojamās pētniecības jomā. Tāpēc atjaunojamo energoresursu izmantošanā izvirzīti četri prioritārie darbības virzieni:

- tirgus risinājumu ieviešana un labvēlīgu nosacījumu radīšana tām enerģijas ražošanas tehnoloģijām, kuras ļauj palielināt AER konkurētspēju ar fosilajiem energoresursiem;
- biomasas izmantošana siltuma un elektroenerģijas iegūšanā;
- jaunu AER izmantošanas tehnoloģiju ieviešana pilotprojektu veidā, lai demonstrētu šo tehnoloģiju iespējas un pārbaudītu to piemērotību Latvijas apstākļiem;
- pielietojamu zinātnisko pētījumu veikšana par jaunāko tehnoloģiju pārnesei un adaptāciju Latvijas apstākļiem, kā arī atbalsts inovatīvu AER izmantošanas iespēju pētījumiem.

Vācija kā pirmā industriālā lielvalsts valstiski ir uzsākusi tradicionālās enerģētikas pārveidošanu un plāno, ka 2050.g. atjaunojamo enerģijas avotu devums energonodrošinājumā varētu pārsniegt 50 %. Daudzi iedzīvotāji ir ļoti motivēti un atsaucīgi, neželot pat personīgos līdzekļus un Vācijā ir tādas pašvaldības, kuras minēto rādītāju var sasniegt, pat pārsniegt jau tuvākajos gados. Atjaunojamo enerģijas avotu apgūšanas organizēšanā visai aktīvas ir vietējās pašvaldības, jo maksa par saražoto enerģiju kļūst par svarīgu papildus ienākumu avotu depresīviem reģioniem.

Atšķirībā no valstīm, kuru tautsaimniecības lielā mērā atkarīgas no dažādu veidu energoresēju importa un līdz ar to pakļautas visai nestabilajām naftas cenām, Vācijas, Spānijas, Skandināvijas u.c. valstu energoapgāde jau pie pašreizējās atjaunojamo enerģijas avotu izmantošanas pakāpes uzrāda izcilas priekšrocības. Tāpēc arī ES līmenī tiek intensīvi spriests par enerģētikas tālākās attīstības pārorientāciju, it īpaši - par atjaunojamo energoresursu daudz plašākas izmantošanas veicināšanu.

Iestājoties Eiropas Savienībā (ES), Latvija uzņēmās pienākumu līdz 2010.gadam panākt, ka 43,9% elektroenerģijas tiek saražoti no atjaunojamajiem energoresursiem, tomēr konkrēti plāni un projekti, kā to sasniegt vēl nav zināmi. Tādēļ arī tika izstrādāta atjaunojamo energoresursu un koģenerācijas elektrostaciju atbalsta shēma, kas līdz šim palīdzējusi izpildīt saistības un tādējādi apliecināt rūpes par pasaules klimatu.

2. Kursa darba mērķi

Disciplīnu **Alternatīvie enerģijas avoti** veido lekciju kurss RTU EEF studentiem un praktiskās nodarbības. Lekciju kurss sniedz teorētiskās zināšanas, kuras nostiprina praktisko nodarbību laikā. Praktisko nodarbību gala rezultāts tiek noformēts gan faila, gan arī drukātā kursa darba veidā. Mācību palīglīdzeklī pievesti paskaidrojumi un norādījumi, kuriem jāatvieglo kursa darba izpildi.

Kā kursa darba galvenie mērķi tiek stādīti

- ilgspējīgas energoapgādes tehniskās (ne)iespējamības pamatojums izvēlētā konkrētā novadā, pagastā u.c.;
- informācijas meklēšanas un iegūšanas prasmju attīstīšana, it īpaši - izmantojot internetu;
- datoru izmantošanas kursa darba vai atskaites vispār noformēšanas iemaņu attīstīšana.

Ilgspējīgas energoapgādes /izmantojot vietējos atjaunojamus energoresursus/ tehnisko (ne)iespējamību konkrētā novadā /pagastā/ jāpamato ar aprēķiniem.

Kā lietderīgās enerģijas veidi jāievēro

- Elektroenerģija;
- Siltumenerģija;
- Motordegvielas.

Pie atjaunojamiem energoresursiem pieder:

- Hidroenerģija,
- Vēja enerģija,
- Saules foto- un siltuma enerģija,
- Cietā biomasas,
- Šķidrās biokurināmais,
- Biogāze,
- Pilsētas un rūpnieciskie atkritumi,
- Ģeotermālā enerģija,
- Viļņu un plūdmaiņas enerģija

Ievērojot pašreizējo likumdošanu par AER un to cenu noteikšanas metodiku noteikt katram alternatīvās enerģijas veidam iespējamās saražotās elektroenerģijas pārdošanas cenu, ja saražotā elektroenerģija tiek pārdota publiskajam tirgotājam AS „Latvenergo” obligātā iepirkuma ietvaros.

Studentu apgūtās iemaņas var palīdzēt vēlāk rakstot pieteikumus Latvijā līdz šim maz ievēroto ES strukturālo fondu u.tml. līdzekļu saņemšanai decentralizētas enerģijas ražošanas veicināšanai.

3. Kurša darba uzdevums

Titullapa, saturs, anotācijas.

Ievads – Pārmaiņas enerģētikā pasaulē, virzība uz ilgspējīgu energoapgādi ES un Latvijā.

I. Novada /pagasta/ raksturojums un enerģijas patēriņš:

- Ģeogrāfiski-ekonomiskais raksturojums,
- Enerģijas patēriņš:
 - Elektroenerģija,
 - Siltumenerģija,
 - Motordegvielas (auto).

II. Enerģijas avoti novadā:

1. Pašreizējā elektroenerģijas patēriņa nodrošināšana izmantojot:

- Mazos HES (līdz 5 MW),
- Vēja elektrostacijas,
- Saules elektrostacijas,
- Koģenerācijas stacijas (biomasa, biogāze).

2. Pašreizējā siltumenerģijas patēriņa nodrošināšana izmantojot:

- Biomasu (koksne, šķelda u.c.),
- Saules starojuma šķidrums kolektorus,
- Koģenerācijas stacijas (biomasa, biogāze).

3. Motordegvielu ražošana neizņemtas lauksaimnieciskās platībās:

- Rapša eļļa kā dīzeļdegvielas aizvietotājs.

III. Pašreizējā atjaunojamo enerģijas avotu izmantošana novadā, iespējamā attīstība.

IV. Galveno rezultātu kopsavilkums, to izvērtējums un secinājumi.

Nodošanas termiņš: 20__ .g. maijs. Darba vadītājs/konsultants:

4. Novada raksturojums.

4.1. Nepieciešamie izejas dati:

Novada /pagasta/ atrašanās vieta Latvijā	...
Iedzīvotāju skaits	...
Kopējā platība	... ha
Meži	... ha vai ... %
Purvi	... ha vai ... %
Lauksaimnieciskās zemes kopā	... ha ... %
Neaizņemtās lauksaimnieciskās zemes	... ha /vai 50 % vērtējums no kopējā/

Upes posmi novada robežās, galvenie raksturlielumi – caurplūdums, kritums aptuvens izvērtējums tehniskai izmantošanai – ieleju struktūra, bijušās ūdensdzirnavu vietas utt.

Vidējais /vai piekrastē maksimālais/ vēja ātrums novadā.

4.2. Izvēlētā novada piemērs.

Ropažu novads atrodas Vidzemes rietumos, Lielās Juglas krastos. Robežojas ar Inčukalna, Siguldas, Mālpils, Ogres, Ikšķiles, Salaspils, Stopiņu un Garkalnes novadiem. Novada centrs un lielākā apdzīvotā vieta ir Ropaži. Novadā ir vēl 5 ciemi, kuros katrā iedzīvotāju skaits pārsniedz 500: Zaķumuiža, Silakrogs, Mucenieki, Tumšupe, Kākciems. Novadā kopējais iedzīvotāju skaits – 6500 [].

Novada platība ir 326 km² jeb 32 600 ha. Vairāk nekā 60% teritorijas aizņem meži (tas ir 22 000 ha) un ap 4% no teritorijas aizņem purvi (1300 ha). Gadā no mežiem izcērt ekvivalentā ap 2 % visas meža platības. Apmērām pusi no šī daudzuma atlikumu veidā varētu izmantot koksnes kurināma iegūšanai. Atlikušais – apt. 9000 ha ir lauksaimnieciskās platības.

Ropažu novadā ir ievērojams hidropotenciāls, par to liecina upju daudzums un to raksturojumi. Lielākās upes ir Lielā Jugla, Tumšupe, Krievupe; mazākās Ķivelurga, Arupīte, Pietēnupe. Novadā robežās uz Lielās Juglas kādreiz bijušas Ropažu /derivācijas tipa, kanāla garums apt. 1,5 km/ un Celmiņu dzirnavas ar tolaik instalēto

jaudu (uz 40-50.gadiem) 15 kW un 36 kW, uz Tumšupes – Skuķīšu dzirnavas ar jaudu 60 kW.

Lielā Jugla pieder Daugavas baseinam. Upes garums 63 km, kritums 71 m, baseina platība 1630 km², vidējais caurplūdums grīvā: gadā 14,0 m³/s; tās izteka veidojas satekot kopā divām upēm Mergupei un Sudei, bet grīva ir faktiski Rīgas jūras līča līmenī, t.i. 0 m augstumā. Upes ieleja lielākoties ir visai šaura, apt. 50 – 100 m, krastu augstums daudzviet 4 – 6 m []. Kritums lejteces pēdējos 20 km nenozīmīgs, HES var izvietot vidustecē – augštecē.

Vidējais vēja ātrums – 4 m/s. [24]

Saules starojuma ikgadējā vidējā enerģijas plūsma - 1160 kWh/m². [3]

Pielietojot saules baterijas (PV fotoelementus) no kvadrātmetra vidēji var iegūt 80-85 W, iekārtām ar augstāku efektivitāti - līdz 130 W.

5. Enerģijas patēriņš novadā.

Atšķirībā no daudzām Eiropas valstīm Latvijas pašvaldību ieinteresētība un nozīmība iedzīvotāju energoapgādes nodrošināšanā vēl ir visai nenoteikta – tā Latvijas tiesību akti piemin tikai centralizēto siltumapgādi. Secīgi vietējā vara Latvijā vēl visai reti iedziļinās daudzpusīgajās energoapgādes problēmās un datu par enerģijas patēriņu konkrētā pašvaldībā un enerģijas avotiem tajā trūkst vai tie ir visai nepilnīgi.

Ja ir pieejami dati par enerģijas patēriņu vēlams izmantot tos, pretējā gadījumā jāveic novērtējums, kurā izmanto Valsts Statistikas pārvaldes [2] dotos Latvijas vidējos rādītājus. Pēdējos gados, ja neievēro klimatisko izmaiņu izsauktas svārstības, kopējais Latvijas energopatēriņš ir stabilizējies apt. 180 PJ līmenī; no tā elektroenerģija sastāda 12 % /uzskaite visprecīzākā/, siltumenerģija 68 %, motordegvielas 20 % /abos gadījumos aptuveni vērtējumi, ieskaitot zudumus/.

Izejot no Latvijas iedzīvotāju skaita - 2,4 miljoniem - statistiski vidējais Latvijas iedzīvotājs patērē ik gadus kopumā 75 GJ enerģijas, tos veido:

Elektroenerģija	9 GJ jeb 2500 kWh	
Siltumenerģija	51 GJ jeb 12 Gcal	
Motordegvielas	15 GJ jeb 400 litrus	40 MJ/litrā

Jānorāda, ka nosakot vidējos rādītājos tajos tiek ietverts kopējais patēriņš valstī, t.i. visās iestādēs, visā ražojošā sfērā utt., līdz ar to rādītāji ir visai augsti salīdzinot, piem., ar elektroenerģijas vidējo patēriņu apt. 500 kWh mājsaimniecībā, ko parasti veido vairāki cilvēki.

Izvēlētajā piemērā - Ropažu novadā ar 6500 iedzīvotājiem iegūstam sekojošu energonesēju patēriņu; pēdējā stabīnā kā piemērs norādīts, kādi energoresursi to var nodrošināt:

Elektroenerģija	16,3 GWh	2,6 MW darbojoties 6600 h
Siltumenerģija	0,33 PJ	16 000 m ³ kvalitatīva malka
Motordegvielas	2600 m ³	2300 ha rapša raža.

6. Elektroenerģijas ražošana. Aprēķinu secība.

Primārās enerģijas veids: **hidroenerģija**

Mērķis Aprēķināt tehniski izmantojamo hidropotenciālu novada robežās

Nepieciešamie izejas dati	Izvēlēties samērīgu upju posmus, Kritumi H pašvaldības teritorijā Upes sateces baseins pašvaldībā vidēji Sateces baseins hidroloģiskajā postenī /grīvā/ Notece hidroloģiskajā postenī /grīvā/ Novada elektroenerģijas patēriņš E_p
Aprēķinu etapi	Dala kritumu 10 - 15 m posmos H_i Aprēķina/novērtē noteci: 1 – 3 vērtības Q_i Summē jaudas $P_i \sim Q_i \cdot H_i$ Nosaka gada hidropotenciālu $E_h = P \cdot h$, kur h pēc [9] Salīdzina pieejamo hidropotenciālu E_h ar elektroenerģijas patēriņu E_p
Primārās enerģijas veids:	vēja enerģija
Mērķis	Izvēlēties vēja ģeneratorus (jauda, skaits), kas sedz novada vidējo elektroenerģijas patēriņu
Nepieciešamie izejas dati	Izvēlēties klaju, paaugstinātu vietu vai vietu pie ūdens klajuma Vidējais vēja ātrums novadā Vējģeneratora torņa augstums H Vējģeneratora raksturlikne Novada elektroenerģijas patēriņš E_p
Aprēķinu etapi	Pamato Helmana eksponentes izvēli Nosaka vidējo vēja ātrumu torņa augstumā H pēc Helmana formulas Pēc vēja ģeneratora raksturliknes nosaka P_{vid} Aprēķina saražoto enerģiju $E_v = P_{vid} \cdot h$, kur h pēc [9] Salīdzina E_v ar novada elektroenerģijas patēriņu E_p

Primārās enerģijas veids: **Saules starojuma enerģija**

Mērķis Aprēķināt cik daudz ir jāizbūvē /jāuzstāda/ fotoelementu, lai nosegtu visu novadā nepieciešamo vidējo elektroenerģijas patēriņu

Nepieciešamie izejas dati Saules starojuma gada vidējā enerģija
Saules enerģijas aprēķina datorprogramma [3]
Novada elektroenerģijas patēriņš E_p

Aprēķinu etapi Atvērt [3] norādīto adresi un ievadīt izejas datus:

Novads /pagasts/, plānoto instalēto jaudu, papildus var izvēlēties opcijas un tad nospieš „Calculate”. Iegūto rezultātu salīdzinām ar novadā nepieciešamo, ja jaudas vēl trūkst, tad izvēlamies lielāku PV jaudu, rezultātā piemeklējot tādus fotoelementus, lai nosegtu novadā nepieciešamo jaudu (iegūto rezultātu konvertēt uz .pdf failu, izdrukāt un pievienot darbam).

Vai arī var pielietot analītisko aprēķina metodi, balstoties, ka pielietojot saules baterijas (PV fotoelementus) no kvadrātmetra vidēji var iegūt 80-85 W, iekārtām ar augstāku efektivitāti - līdz 130 W. Saules elementu izmantošanas stundu skaitu gadā pieņemt atbilstoši MK 262 [9].

Primārās enerģijas veids: **Biomases (biogāzes) koģenerācijas stacija**

Mērķis Izvēlēties koģenerācijas staciju, kas nosedz kaut kādu daļu (pašam studentam izvēlēties cik daudz) novadā vidējo elektroenerģijas patēriņu.

Nepieciešamie izejas dati Izvēlēties koģenerācijas staciju ar uzstādīto elektrisko un izejas dati uzstādīto siltuma jaudu. Stacijas izmantošanas stundu skaitu gadā pieņemt atbilstoši MK 262 [9].
Novada elektroenerģijas patēriņš E_p

Tieši tāpat veikt siltumenerģijas ražošanas un motordegvielas aprēķinu:

- Biomases koģenerācijas stacijas,
- Kvalitatīvas koksnes izmantošana,
- Biodegviela (rapsis),
- Biogāzes izmantošanas iespējas.

7. Elektroenerģijas cenas noteikšana, ražojot elektroenerģiju no AER.

Atbilstoši spēka esošajiem normatīvajiem aktiem, šodien, t.i. 2010.gada 16.martā izdotie Ministru kabineta noteikumi NR.262 "Noteikumi par elektroenerģijas ražošanu, izmantojot atjaunojamus energoresursus, un cenu noteikšanas kārtību" [9] izrēķināt katram AER veidam saražotās elektroenerģijas cenu, ja ražotājs pārdod saražoto elektroenerģiju publiskajam tirgotājam AS „Latvenergo”.

- 1) Hidroelektrostacijām.
- 2) Vēja elektrostacijām.
- 3) Saules elektrostacijām.
- 4) Biomasas elektrostacijām.
- 5) Biogāzes elektrostacijām.

Aprēķinos ievērot MK 262 [9] noteikumos norādītos elektrostaciju izmantošanas stundu skaitu gadā.

8. Kopsavilkums.

Iepriekš iegūtos rezultātus apkopot vienā tabulā:

1.tabula

_____ pagasta enerģijas patēriņa nodrošinājums

Enerģijas avots	Pagastā nepieciešamais	Elektroenerģijas nodrošinājums, kWh (% no patēriņa pagastā)	Siltumenerģijas nodrošinājums, GJ (% no patēriņa pagastā)	Motordegvielas nodrošinājums, GJ (% no patēriņa pagastā)
Mazie HES	Elektroenerģija kWh kWh (%)		
VES				
Saule				
Biomasas koģenerācija	Siltumenerģija GJ			
Biogāzes koģenerācija				
Koksne	Motordegviela GJ			
Rapsis				
Kopā	 kWh GJ GJ

1.tabulā norādīt gan absolūtās vērtībās: kWh, GJ, u.c., gan procentuāli, izsakot procentos no pagastā nepieciešamā.

9. Norādījumi kursa darbu noformēšanai

Kopējo darba noformējumu skatīt [1].

10. Izmantotā literatūra

1. Norādījumi studiju noslēguma darbu noformēšanai, RTU, Rīga 2001. g.
2. Valsts Statistikas pārvaldes, <http://www.csb.gov.lv/csp/>
3. Saules enerģijas aprēķins, <http://re.jrc.ec.europa.eu/pvgis/apps3/pvest.php>
4. Latvijas novadi, <http://www.visitlatvia.lv/lv/latvia/novadi/>
5. Atjaunojamo energoresursu pamatnostādnes 2006.-2013.gadam, http://www.vidm.gov.lv/lat/informacija_presei/preses_relizes/?doc=3372
6. Latvijas Republikas prognožu dokuments par atjaunojamo energoresursu īpatsvara bruto enerģijas galapatēriņā līdz 2020. gadam sasniegšanu atbilstoši Direktīvas 2009/28/EK 4. panta 3. punktam, [http://www.em.gov.lv/images/modules/items/EM_291209_forecast\(1\).pdf](http://www.em.gov.lv/images/modules/items/EM_291209_forecast(1).pdf)
7. Žurnāls „Energoforums”, http://www.latvenergo.lv/portal/page?_pageid=73,303902&_dad=portal&_schema=PORTAL
8. Likumi un normatīvie akti, www.likumi.lv
9. MK 262 "Noteikumi par elektroenerģijas ražošanu, izmantojot atjaunojamus energoresursus, un cenu noteikšanas kārtību", 2010. gada 16. marts.
10. Latvijas digitālā karte, Jāņa sēta, 2001; Valsts zemes dienests, www.vzd.gov.lv
11. Enerģētikas un automatizācijas portāls www.baltenergy.com
12. Žurnāli: Enerģija un pasaule – E & P; Enerģētika un automatizācija – E & A.
13. Latvijas Valsts meži, CD, www.lvm.lv; Zemkopības Ministrija www.zm.gov.lv
14. Mazās hidroenerģētikas asociācija; <http://www.mhea.lv/>
15. Latvijas daba, Enciklopēdija, 1 - 6. sēj., Latvijas Enciklopēdija, Rīgā, 1994 - 1998.
16. Enerģētikas attīstības pamatnostādņu 2007. – 2016. gadam kopsavilkums.
17. I. Lukss. Ar laivu Latvijas ūdeņos, Rīga, 1991. www.vertikalex.lv
18. L. Magelis. Mazo HES ierīkošanas iespējas Latvijā, Rīga, 1994.
19. Steigens A. Nākotne sākas šodien /Ceļā uz ilgspējīgu attīstību/, Nordik, Rīga 1999.
20. J. Barkāns. Enerģijas ražošana, Rīga-RTU, 2001.

21. Žurnāls Enerģija un pasaule, <http://www.eunp.lza.lv/index.php?mylang=latvian>
22. Firmas Enerkon prospekti, www.enercon.de
23. www.wind-energie.de; www.windpower.dk
24. <http://www.windenergy.lv/karte.html>
25. <http://www.innovation.lv/fei/>