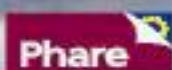


LATVIJAS VĒJA ENERĢIJAS ROKASGRĀMATA

LATVIAN WIND ENERGY GUIDE

PROJEKTU
ATBALSTA:



EU PHARE
Cooperation
Programme
in the Baltic
Sea Region 2001

**Development of Wind Energy in the Baltic Sea Region:
Latvian Perspective**

VĒJA ENERĢIJAS ROKASGRĀMATAS SATURS

Ievads.....

Īsa vēja enerģētikas attīstības vēsture.....

Vēju daba un dažādība.....

1. Latvijas vēja enerģijas kadastrs

- 1.1. Informatīvās bāzes raksturojums.....
- 1.2. Klimatiskie faktori, kuri tieši izmantoti,
lai novērtētu vēja enerģijas potenciālu.....
- 1.3. Vēja enerģijas kadastra sagatavošanas metodoloģiskie
paņēmieni
- 1.4. Vispārīgas ziņas un noteikumi vēja režīma formēšanai
Latvijas teritorijā.....
- 1.5. Vēja mēneša un gada vidējie ātrumi standarta augstumā.....
- 1.6. Vēja vidējais mēneša un gada ātrums 20 – 120 m augstumā.....

2. Pārskats par patreizējo situāciju un nākotnes tendencēm vēja enerģijas attīstībā Latvijā.....

3. Migrācijas raksturojums un putnu masveida pulcēšanās vietas Latvijas teritorijā

- 3.1. Pavasara migrācija.....
- 3.2. Rudens migrācija.....
- 3.3. Putnu pulcēšanās vietas ligzdošanas laikā.....
- 3.4. Putnu pulcēšanās uz ziemas periodu.....
- 3.5. Ornitoloģiskie pētījumi pie vēja enerģijas ražošanas iekārtām.....

4. Metodiskās rekomendācijas VEI lietotājiem.....

- 4.1. Vispārējas ziņas par termiņiem, ko lieto vēja enerģētikā un VEI
galvenie parametri.....
- 4.2. VEI konstrukciju galvenie elementi.....
- 4.3. Moderno VEI galveno modifikāciju apskats
- 4.4. Rekomendācijas vēja parku celtniecības projektu izstrādei.....
- 4.5. Vispārējas ziņas par vēja parka darbības efektivitātes aprēķiniem.....

5. Noslēgums.....

6. Pielikumi.....

- 6.1. Starppilsētu vēja ātrumu karte standarta mērījumu augstumā – 10 m
- 6.2. Starppilsētu vēja ātrumu karte 50m augstumā.....
- 6.3. Starppilsētu vēja ātrumu karte 100m augstumā.....
- 6.4. Latvenergo elektrotīklu shēma.....
- 6.5. Galvenie putnu migrācijas ceļi pavasara laikā.....
- 6.6. Galvenie putnu migrācijas ceļi rudens laikā.....
- 6.7. Ligzdošanas vietu karte.....
- 6.8 – 6.13. Mēneša un gada vidējie vēja ātrumi 10, 30, 50, 70, 90 un 110 m augstumos
- 6.14. Summārie vēja ātrumu ilgumi (stundās), kas vienādi vai lielāki par
4, 5, 6, 7 m/sek standarta mērījumu augstumā 10m.....
- 6.15. – 6.43. Vēja virziena atkārtotās (vēju rozes) tabulas un grafiki.....

Literatūra.....

Ievads

Vēja enerģētika - zinātnes un tehnikas nozare, kas izstrādā vēja enerģijas izmantošanas teorētiskos pamatus un metodes mehāniskās, elektriskās un siltuma enerģijas iegūšanai, definē nozares un apjomus tās mērķtiecīgai izmantošanai ekonomikā.

Vēja enerģētika sastāv no divām galvenajām daļām: *vēja iekārtu tehnoloģija*, kas izstrādā tehnisko līdzekļu projektēšanas teorētiskos pamatus un praktisko pielietojumu (turbīnas, iekārtas un agregātus), un *vēja izmantošana*, kas ietver vēja enerģijas optimālas izmantošanas teorētiskos un praktiskos jautājumus, vēju iekārtu racionālu ekspluatāciju un to tehniski-ekonomiskos rādītājus, vēja parku un konkrētu vēja iekārtu ekspluatācijas statistikas datu uzkrāšanu un apstrādi. Vēja enerģētika balstās arī uz aeroloģijas pētījumiem, pamatojoties uz tiem, tiek izstrādāts vēja enerģētikas kadastrs. Vadoties pēc vēja enerģētikas kadastra tiek noskaidroti reģioni ar labvēlīgiem vēja režīmiem.

Vēja enerģija tāpat kā Saules un ūdens enerģija pieder pie enerģijas avotiem, kas paši atjaunojas un šajā ziņā tā ir mūžīgs enerģijas avots, kas saistīts ar Saules darbību (ūdens un gaiss pārvietojas tās darbības rezultātā). Saules stari nevienmērīgi silda Zemes virsmu un tās atmosfēras apakšējos piezemes gaisa slāņus un arī 7 km līdz 12 km augstumos, tāpēc notiek lielu gaisa masu pārvietošanās, t.i. rodas vējš. Tas rada kolosālus enerģijas daudzumus 96×10^{21} J ($26,6 \times 10^{15}$ kWh), kas sastāda gandrīz 2 % no visas Saules radiācijas enerģijas, kas krīt uz Zemi. Vēja spēks atkarīgs no tā ātruma, kas mainās plašās robežās – no vieglas plūsmas līdz viesuļvētraī, kad vēja ātrums sasniedz 60 - 80 m/s.

Latvijas teritorijā teorētiski iespējamā vēja gada atdotā enerģija sastāda ap 32×10^{15} J (9×10^9 kWh). Izmantojot pat dažus procentus šīs enerģijas, var apmierināt ievērojamu valsts energoresursu nepieciešamības daudzumu. Balstoties uz ekonomiskiem, vēja un citiem reģionāliem apstākļiem, tiek noteikts lietojamās vēja iekārtas tips un tiek aprēķināti tās ekonomiskie rādītāji.

Pie vēja enerģijas priekšrocībām jāmin tās pieejamība, tās izplatība visur. Praktiski vēja enerģijas resursi ir neizsmeļami. Enerģijas avotu nav jāiegūst un jātransportē uz patērētāja vietu: vējš pats nonāk tā ceļā uzstādītajā vēja turbīnā.

Galvenais šķērslis vēja kā enerģijas avota izmantošanā ir tā ātruma un arī saražotās enerģijas nepastāvība. Vēja ātrums mainās ne tikai vairāku gadu un sezonu ietvaros, tā ātrums var mainīties vairākas reizes diennaktī īsos laika intervālos (acumirklīgas ātruma pulsācijas un vēja brāzmas).

Vēja enerģijas potenciāls atkarīgs no vēja vidējā ātruma gadā un dažādu vēja ātrumu atkārtotāmības. To novērtē ar enerģijas daudzumu, ko ar vēja turbīnu var iegūt dotajā apvidū.

Vēja plūsmas jauda ir proporcionāla vēja ātrumam kubā. Tāpēc relatīvi mazas vēja izmaiņas rada ievērojamas jaudas svārstības, ko izstrādā vēja turbīnas ātrumu diapazonā, no minimālās jaudas, pie kuras vēja dzinējs sāk izstrādāt derīgo jaudu, līdz aprēķinātai jaudai, kas atbilst tā uzstādītai jaudai.

Vēja turbīnu konstrukcijas un griešanās frekvenču un jaudas regulēšanas paņēmieni nodrošina to drošu darbu arī pie ātrumiem vētru laikā (vairāk kā 50 m/s), kā arī lai attīstītās jaudas nepārsniegtu 15 - 20 % virs uzstādītās jaudas.

Īsa vēja enerģētikas attīstības vēsture.

No seniem laikiem cilvēks izmantoja vēja enerģiju kuģniecībā, bet pēc tam, lai aizvietotu savu muskuļu spēku. Pirmos vienkāršos vēja dzinējus pielietoja Ēģiptē un Ķīnā. Ēģiptē (Aleksandrijas pilsētas tuvumā) saglabājušās veltnu veida akmens vēja dzirnavu atliekas, kas uzceltas jau 2-1. gs. pirms mūsu ēras. 7 gs. mūsu ērā persieši cēla jau vairāk pilnveidotas – spārnu vēja dzirnavas. Nedaudz vēlāk, ap 8-9. gs. vēja dzirnavas parādījās Eiropā. Sākot ar 13. gs., vēja dzinēji plaši tika pielietoti Rietumeiropā, sevišķi Holandē, Dānijā un Anglijā, ūdens pacelšanai, graudu malšanai un dažādu mehānismu iedarbināšanai. 20. gs. sākumā krievu zinātnieks N. Žukovskis izstrādāja ātrgaitas vēja dzinēja teoriju un lika zinātniskos pamatus augstāzīģa moderna vēja dzinēja izgatavošanai, kas spētu efektīvi izmantot vēja enerģiju.

Vēju daba un dažādība.

Visa cilvēka darbība notiek *troposfērā*. Vislielākie kalni paliek tās robežās, pat gaisa transports, tikai retos gadījumos iziet *stratosfērā*.

Troposfēra (no grieķu *tropos* – pagrieziens, izmaiņas un *sfēra*) – apakšējā, pēc masas dominējošā zemes atmosfēra, kurā temperatūra pazeminās līdz ar augstumu. *Troposfēra* stiepjas vidēji līdz 8-10 km augstumam polāros platumos, 10-12 km – mērenos un 16-18 km – tropiskos platumos. Virs *troposfēras* izvietojas *stratosfēra*, no kuras pirmā atdalīta ar salīdzinoši plānu pārejas slāni – *tropopauzi*. *Troposfērā* sakoncentrēti 75 % no visas atmosfēras gaisa masas.

Temperatūras vertikālais sadalījums *troposfērā* ir atkarīgs no Saules un Zemes izstarojuma absorbcijas īpatnībām un no konvektīvās siltuma pārvades. Galvenais starojuma absorbētājs atmosfērā – ūdens tvaiki, kuru daudzums līdz ar augstumu samazinās, sakarā ar ko jāsamazinās arī gaisa temperatūrai. Tas sekmē konvekcijas rašanos, kura pārnes sasildīto gaisu no zemes virsmas atmosfērā, ar to mainot temperatūras vertikālo sadalījumu. Rezultātā *troposfērā* novērojams vidējais vertikālais temperatūras gradients γ , vienāds ar $0,6^{\circ}\text{C}$ uz 100 m, apakšējā daļā tas ir nedaudz mazāks, bet augšējā daļā lielāks.

Gaisa temperatūra uz *troposfēras* augšējās robežas vidēji gadā ir ap 55°C polāros platumos un 80°C pie ekvatora, vasarā *troposfēras* augšējā daļā temperatūra vienmēr ir ievērojami zemāka par nulli. Atsevišķos gadījumos temperatūras sadalījumi var ievērojami atšķirties no vidējiem. Dažos *troposfēras* slāņos, sevišķi tās apakšējā daļā, bieži rodas temperatūru inversijas, tas ir, temperatūra līdz ar augstumu pieaug.

Gandrīz visa atmosfēras ūdens tvaiku masa sakoncentrēta *troposfērā*, tāpēc tajā rodas gandrīz visi mākoņi. Šeit sakoncentrēta arī atmosfēras aerosolu masa (putekļi, dūmi u.c.), kas nonāk no zemes virsmas (aerosolu abrazīvo īpašību ietekmē rezultātā rodas vēja turbīnu kustinošo elementu nodilums). *Troposfēras* apakšējā daļā (robežslānī vai berzes slānī) labi izteikta diennakts temperatūras un gaisa mitruma gaita, vēja ātrums līdz ar augstumu strauji pieaug. Virs šī slāņa vēja ātrums visbiežāk turpina pieaugt, bet tā virziens mainās dažādi, atkarībā no temperatūras sadalījuma *troposfēras* dzīlēs. No robežslāņa līdz *tropopauzei* vēja ātrums pieaug aptuveni 3 reizes. *Troposfēras* augšējos slāņos, *tropopauzes* tuvumā, novērojamas ļoti stipras tā saucamās strūklas norises. *Troposfēras* apakšējā daļa - vairāku desmitu metru augstumā, tieši virs zemes virsmas (atmosfēras piezemes slānis) ir augu, dzīvnieku un cilvēku dzīvošanas vide. Vēja stiprums šinī slānī ir stipri samazināts, bet mitrums paaugstināts, virs sauszemes temperatūras vertikālie gradienti dienas stundās ir ļoti lieli, bet naktīs – otrādi. Nereti novērojamas piezemes temperatūras inversijas.

Gaisa pārvietošanās sistēmu *troposfērā* un apakšējā *stratosfērā* sauc par kopējo atmosfēras cirkulāciju. *Troposfērai* raksturīga pastāvīgi mainīga horizontālā sadalīšanās gaisa masās, kas atšķiras pēc īpašībām, atkarībā no platuma ietekmes un tās paslāņa virsmas, virs kuras tās formējas. Uz robežām starp gaisa masām – atmosfēras frontēm, veidojas cikloni un anticikloni, kas nosaka gaisa masu frontu pārvietošanos, un ar tiem saistītās neperiodiskās laika izmaiņas uz zemes un augstākstāvošos slāņos. Tādā veidā *troposfērā* bez kopējas kvazizonālas gaisa pārneses (pārsvarā no rietumiem uz austrumiem), tiek uzturēta starpplatumu gaisa apmaiņa, kas ļoti svarīgi laika un klimata apstākļiem.

Gada vēja ātrums un tā izmaiņas būtiski atkarīgas no atmosfēras kopējās cirkulācijas īpatnībām, kā arī no vietējiem apstākļiem. Visā Latvijas teritorijā vēja ātrums maksimumu sasniedz ziemā, bet minimumu - vasarā.

Zemeslodes atsevišķās vietās novērojami *vietējie vēji*, kas parasti saistīti ar vietējās cirkulācijas īpatnībām, apvidus reljefa raksturu u.t.t.

Vietējie vēji – vēji ierobežotos rajonos, kas izdalās ar saviem ātrumiem, atkārtojamību, virzieniem un citām īpatnībām:

- 1) Vietējās cirkulācijas, neatkarīgas no atmosfēras kopējās gaisa plūsmas cirkulācijas, tās saistītas ar Zemes virsmas sasilšanas īpatnībām: jūras piekrastu un lielu ezeru brīzēm un kalnu-ieleju vējiem, kuri maina virzienu divas reizes diennaktī; ledāju vējiem, kas pastāvīgi pūš lejup pa ledāju ieleju nogāzēm.
- 2) Vēji, kas saistīti ar atmosfēras kopējo cirkulāciju, kas pūš gar kalnu masīviem vai paaugstinājumiem. Uz aizvēja nogāzēm gaisa plūsma iegūst lejupejošu komponenti un pastiprinās; rodas fēna tipa vējš, ieloces un sarmatijas u. c. Tādi vēji noved pie raksturīgām laika izmaiņām (siltāka laika iestāšanās un mitruma samazināšanās pie fēna tipa vēja, aukstāka laika iestāšanās pie ielocēm u.c.).
- 3) Vēji, kas ir saistīti ar kopējo atmosfēras cirkulāciju, bet bez lejupejošās komponentes, un kas topogrāfiski pastiprinās konkrētā rajonā - afgānis, ursatskas vējš Vidusāzijā, Kanjona vējš Ziemeļamerikā, strēles vējš Balkānu pussalā u.c.
- 4) Vēji, kas saistīti ar atmosfēras kopējo cirkulāciju, nepastiprinās konkrētā rajonā, bet rada sevišķi svarīgu laika režīmu, kas rada siltākus vai aukstākus laika apstākļus, smilšu putekļus vai mitrumu, spēcīgus sniega puteņus un tamlīdzīgi: sausumus Krievijas Dienvideiropas daļā, siroko Vidusjūrā, hamsinu Ēģiptē, harmatans Rietumāfrikā, sniega vētras Ziemeļ un Centrālā Āfrikā, blicards Ziemeļamerikā, pamperos Argentīnā u.c.
- 5) Pie vietējiem vējiem var attiecināt arī daudzos putekļu virpuļus, vēja brāzmas, putekļu un smilšu vētras u.c., kas saistīti ar atmosfēras stratifikāciju pie stipras gaisa sasilšanas no apakšas vai auksta gaisa pieplūdumu augšējos slāņos. Vietējo vēju nosaukumi ir dažādi, un visbiežāk norāda uz to dominējošo virzienu vai ģeogrāfisko rajonu, kur tie tiek novēroti.

1. Latvijas vēja enerģijas kadastrs.

Kadastrs ļauj novērtēt Latvijas vēja enerģijas potenciālu un izdalīt visperspektīvākās teritorijas vēja parku celtniecībai.

1.1. Informatīvās bāzes raksturojums.

Vēja enerģijas kadastra sastādīšanas informatīvā bāze ir visu Latvijas Hidrometeoroloģisko dienestu daudzgadējo vēja parametru, temperatūras, atmosfēras spiediena novērojumu materiāli laika periodā no 1950-1990. gadam, dažās vietās periodā no 1973-2003. gadam, kā arī dati, kas iegūti agrākos pētījumos Latvijas teritorijā.

Dotajā darbā minētais Vēja Kadastrs ir kolektīvs darbs, kas ticis veikts slavenu Latvijas vēja enerģētikas zinātnieku, bijušā LR Hidrometeoroloģiskā dienesta direktora M.Borisovska un pāragri aizgājušā Rīgas Aviācijas universitātes profesora R.Vinogradova, vadībā.

Mērījumu punktu telpiskais sadalījums – 30 - 60 km viens no otra. Pieņemtais apkopojuma periods aptver dažādus pēc intensitātes atmosfēras cirkulācijas ciklus, kas ļauj iegūt vidējos daudzu gadu vēja parametru ekstrēmos un varbūtējos raksturlielumus, aprēķināt iegūto datu noturību (mēneša un gada vēja vidējo ātrumu vidējās kvadrātiskās novirzes, variāciju koeficientus un vēja diennakts vidējā ātruma asimetrijas, vēja ātruma korelācijas funkciju visiem gada mēnešiem nav iekļauti rokasgrāmatā tās ierobežotā apjoma dēļ, bet ir pieejami pie autoriem).

1.2. Klimata raksturlīknes, kuras tieši izmantotas, lai novērtētu vēja enerģijas potenciālu:

- daudzu gadu vidējais vēja ātrums vēja rādītāja augstumā (10 – 11m);
- vēja ātruma palielināšanās līdz ar augstumu (slānī, kas atrodas 10-110 metru augstumā no standarta līmeņa) vertikālais profils;
- vēja ātruma atkārtamība (gradācija no 0-1 m/s līdz 29-34 m/s) pa mēnešiem un visā gadā;
- koeficienti, kas ņem vērā vēja ātruma izmaiņas telpā pie piegulošās virsmas makro- un mezonevienmērības ietekmes;
- nepārtraukta vēja ātruma, kas augstāks par uzdoto robežu 3,5 m/s, sākot ar kuru notiek reāla elektroenerģijas izstrāde, ilgums;
- vēja virziena atkārtamība (vēju roze).

1.3. Vēja enerģijas kadastra sagatavošanas metodoloģiskie paņēmieni:

1. Veikts vēja mērāmo iekārtu devēju faktisko novietošanas vietu mērīšanas punktos reprezentatīvais novērtējums un klasifikācija pēc klajuma pakāpes un reljefa rakstura. Pamatojoties uz šādu klasifikāciju, tika veikti relatīvie vēja enerģijas potenciāla aprēķini atkarībā no VEI novietojuma atklātības pakāpes;
2. Tika pārbaudīta visu gadu vēja ātruma mērījumu virkņu vienveidība un nepieciešamības gadījumā tika ieviesti atbilstoši labojumi;
3. Pie vēja vertikālo profilu konstrukcijas un aprēķinot vēja ātruma palielināšanās koeficientus piezemes joslā, tika ievērotas vidējās mēneša temperatūras, gaisa mitruma un atmosfēras spiediena izmaiņas;
4. Latvijas sadalīšana pa rajoniem pēc gada vidējā vēja ātruma un vēja enerģijas resursiem tika veikta, ievērojot kopējo sadalīšanu pa rajoniem pēc klimata, ģeogrāfisko sadalījumu pa zonām un fizikāli – ģeogrāfiskām īpatnībām.

1.4. Vispārīgas ziņas un noteikumi vēja režīma formēšanai Latvijas teritorijā.

Latvijā rajons ar vislielāko vēja ātrumu ir Baltijas jūras piekraste un Rīgas jūras līča rietumu piekraste, tās ziemeļu daļa. Vēja ātrums šajās zonās ir 5,1 - 5,8 m/s. Tālāk gar Baltijas jūras piekrasti un Rīgas jūras līci ir rajoni, kur gada vidējais vēja ātrums pakāpeniski samazinās līdz 4 m/s. Šīs Baltijas jūras piekrastes zonas platums ir 15 – 20 m, Rīgas jūras līča austrumu piekrastes platums sastāda 10 – 15 m. Latvijas teritorijas iekšienē labvēlīgi vēja enerģijai ir tikai tie rajoni, kur vējš veidojas paaugstinājuma rezultātā. Valdošie ir Rietumu virzienu vēji.

Visā Latvijas piekrastē ar dziļumi no 10 - 50 km raksturīgas brīzes, kurām ir spilgti izteikta diennakts norise un kas maina savu virzienu divas reizes diennaktī.

Izmērītie un apstrādātie vēja ātruma dati Tabulā 1 attiecas uz standarta mērījumu augstumu, kas ir 10 – 11 m. Lai pārrēķinātu vēja ātrumu uz nepieciešamo augstumu, aprēķināti pieaugšanas koeficienti apakšējā 10 – 110 m troposfēras slānī.

Latvijas ziemeļu-rietumu daļā novērojamas atmosfēras plūsmas Baltijas jūras un Rīgas jūras līča ūdens baseinu temperatūru starpības rezultātā.

1.5. Vēja mēneša un gada vidējie ātrumi standarta augstumā.

Apkopotie dati parādīti Tabulā 1 un grafiski attēloti Kartē 1. Kartes sastādīšanai tika ņemtas vērā Latvijas teritorijas ortogrāfiskās īpatnības, kas izsauc ekranizējošus un paātrinošus efektus pie gaisa masu pārvietošanās. Tieši ar ortogrāfijas faktoru saistīta dažu teritoriju izdalīšana kartēs 1 - 3. Šīs teritorijas atšķiras no vidējā zonas rādītāja ar savu vēja enerģijas potenciālu.

Jāatzīmē, ka gada vidējais vēja ātrums ir pakļauts ievērojamām izmaiņām $\pm 20\%$ robežās atsevišķos gados. Tā, piemēram, Rīgā gada vidējais vēja ātrums, saskaņā ar daudzu gadu novērojumiem, ir 4,4 m/s (10 m augstumā). Atsevišķos gados tas var mainīties no 3,0 m/s 1960. gadā līdz 4,8 m/s 1976. gadā.

Īpatnējā jauda W/m^2 parēķināta pēc standarta metodikas.
Gaisa plūsmas enerģija E ar šķērsgriezumu F , J ,

$$E=mv^2/2$$

Gaisa masa m sekundē, kas izplūst ar ātrumu v caur šo šķērsgriezumu, kg/s

$$m=\rho Fv$$

Ievietojot izteiksmi (1) izteiksmē (2), iegūstam:

$$E=\rho v^3 F/2,$$

kur ρ -gaisa blīvums, kas normālos apstākļos $1,23 \text{ kg/m}^3$ (pie $t = 15^0$ un $\rho = 760 \text{ mm.dzīv.st.}$).

$1 \text{ W}\cdot\text{s} = 1 \text{ J}$.

$1 \text{ Wh} = 3600 \text{ J}$, $1 \text{ kWh} = 3,6 \cdot 10^6 \text{ J}$.

1.6. Vēja vidējais mēneša un gada ātrums 20-110 m augstumā.

Vēja ātruma palielināšanos līdz ar augstumu aprēķināja, ņemot vērā, ka pie vēja vertikālā profila adiabātiskā gradienta to var aproksimēt ar sakarību:

$$- V=V_{10}(h/h_{10})^{1/5},$$

kur V – meklējamais vēja ātrums;

$$- V_{10} \text{ – vēja ātrums vēja rādītāja augstumā;}$$

- h – aprēķinā uzdotais augstums;
- h_{10} – vēja rādītāja augstums (mūsu gadījumā – 10 m).

Apstrādātie dati ir doti Tabulās 2 – 6. Bez tam dažādās vēja zonas attēlotas Kartēs 2, 3, kuras tika sastādītas pēc tās pašas metodikas kā Karte 1.

2. Pārskats par patreizējo situāciju un nākotnes tendencēm vēja enerģijas attīstībā Latvijā

ES prasības

Eiropas valstīs enerģētikas nozaru attīstībā stratēģijas virziens ir izmantot atjaunojamus ekoloģiski tīros enerģijas avotus. Šis process tiek reglamentēts ar Eiropas Savienības direktīvām 96/350/EC, 2001/77/EC un pastāvīgi tiek atspoguļots Eiropas parlamenta dokumentos (Opinion of the European Parliament of 16 November 2000; Council Common Position of 23/03/2001; Decision of the European Parliament of 04/07/2001 u.c.). Parliament of 04/07/2001 u.c.). Pie tam liela uzmanība tiek veltīta jautājumiem par vēja izmantošanu.

Direktīva 2001/77/EC par elektroenerģijas, kas ražota no AER, ir saistīta ar elektroenerģiju, kas ražota no nefosiliem atjaunojamajiem enerģijas resursiem, piemēram, vēja, saules, ģeotermālas, viļņu, plūdmaiņu, hidroelektriskas, biomasas, izgāztuvju gāzes, atkritumu pārstrādes gāzes un biogāzes enerģijas.

Galvenās Direktīvas prasības ir šādas:

- noteikt nacionālus indikatīvus elektroenerģijas mērķus elektroenerģijas ražošanai no AER 2010 gadā,
- saskaņā ar šiem mērķiem izstrādāt efektīvu un iespējami vienkāršākas nacionālā atbalsta shēmas, ņemot vērā AER dažādās īpašības, pieejamās tehnoloģijas un ģeogrāfiskās īpatnības,
- sniegt informāciju par “zaļās” elektroenerģijas izcelsmi,
- vienkāršot administratīvās procedūras,
- nodrošināt iepriekšēju, nediskriminējušu un skaidri noteiktu pieeju tīklam.

Politika, mērķi un plānotie pasākumi, kas jāasniedz Latvijā

Saskaņā ar Direktīvu 2001/77/EC nacionālie indikatīvie mērķi elektroenerģijas ražošanai no AER Latvijai varētu tikt noteikti un saskaņoti ar Eiropas Komisiju. Līdz 2010. gadam Latvijai jāasniedz kopējā elektroenerģijas patēriņa elektroenerģijas ražošanas pieaugums 49,3% apjomā. Salīdzinājumā ar citām Baltijas valstīm, pateicoties augstajam hidroenerģijas izmantošanas līmenim, Latvijā ir vislielākā daļa elektroenerģijas ražošanā no atjaunojamajiem enerģijas resursiem – aptuveni 43%.

Enerģijas politika attiecībā uz AER un vietējo enerģijas avotu (piemēram, kūdras) izmantošanu ir noteikta:

- 1) Nacionālajā enerģijas programmā (1997),
- 2) Enerģijas politikā elektroenerģijas sektorā (2001)

Viena no prioritātēm Latvijas enerģijas sektorā ir veicināt tīru enerģijas ražošanu, izmantojot gan tradicionālos enerģijas avotus, gan AER. Nacionālajā enerģijas programmā (1997) ir noteikti pasākumi drošai enerģijas resursu piegādei valstī līdz 2020. gadam. Programma nosaka, ka enerģijai ir jāatbilst pasūtītāju prasībām attiecībā uz kvalitāti un kvantitāti, par iespējami mazāko cenu un mazāko ietekami uz apkārtējo vidi. Programmas galvenais mērķis ir vietējo enerģijas resursu izmantošanas palielināšana.

Galvenais Enerģijas politikas elektroenerģijas sektorā mērķis ir veicināt enerģētikas sektora attīstību saskaņā ar līdzsvarotu un ilgpējīgu tautsaimniecības attīstību. Atjaunojamu un vietējo enerģijas avotu izmantošanas popularizēšana, kā arī vides aizsardzības un enerģijas ražošanas, transportēšanas un izmantošanas izmaksu koordinēšana ir daži no līdzekļiem elektroenerģijas sektora mērķu sasniegšanai.

Ekonomiskie līdzekļi atjaunojamo enerģijas resursu atbalstīšanai

Latvijā piegādes tarifs, kas divas reizes pārsniedz vidējo elektroenerģijas pārdošanas tarifu (0,052 EUR/kWh) par elektroenerģiju, kas ražota mazās hidroelektrostacijās un vēja elektrostacijās, tika noteikts 1995. gadā. Tagad sistēma, kas ir balstīta uz divkārša patērētāja tarifa maksāšanu, vairs netiek izmantota.

Šobrīd Enerģijas likums uzliek par pienākumu galvenajam operatoram (AS "Latvenergo") iepirkt elektroenerģiju no vēja elektrostacijām, kā arī elektroenerģiju, kas iegūta no biomasas, kas ietver koku un kūdras, biogāzes, saules, jūras plūdmaiņu un ģeotermālās enerģijas, par konkurējošu cenu vai cenu, ko noteicis regulators. Šī cena 2004. gadā ir noteikta 0,03237 Ls/kWh bez PVN (aptuveni 0,05 EUR/kWh). Licenci vēja turbīnas ģeneratoram var iegūt, ja ir saņemta kvotas daļa (patreizējā kvota 2004. gadam ir 1 MW) vai arī ir konkrēts elektroenerģijas pircējs.

Elektrostacijām, kas izmanto atjaunojamus enerģijas resursus (AER) elektroenerģijas ražošanai, tiek dota priekšroka pārvades un izplatīšanas sistēmās. Kopējais ierobežojums jaunu jaudu uzstādīšanai un elektroenerģijas piegādes cenu noteikšanai elektrostacijām, kas elektroenerģijas ražošanai izmanto AER, Latvijas teritorijā līdz 2005. gada 31. decembrim, ir vidējā elektroenerģijas pārdošanas tarifa komponenta, kas paredzēts šim nolūkam, palielinājums 5% robežās.

Esošā vēja enerģijas ražošana

Šobrīd Latvijā eksistē vairāki objekti, kas ražo vēja enerģiju ar kopējo ražošanas jaudu 24,5 MW apmērā. Lielāko daļu, 19,8 MW, ražo Vēja parks Liepājā Baltijas jūras krastā, kurā 2002. gada aprīlī tika uzstādītas 33 Enercon E-40 turbīnas. Esošā kopējā vēja enerģijas ieguve 2002. gadā bija 11,24 GWh, 2003. gadā – aptuveni 40 GWh, taču iespējamo vēja enerģijas ieguvi var lēst 1000 GWh/gadā apjomā (avots: Stratēģijas un politikas mērķu, esošās pieredzes un nākotnes plānu AER izmantošanā Igaunijā, Latvijā un Lietuvā pamata pētījums. Baltijas vides forums, Sigulda, 2003. gada 16.-17. jūnijs)! Vēja enerģijas daļa kopējā elektroenerģijas ieguvē Latvijā 2002. gadā bija tikai 0,2%, 2003. gadā – aptuveni 0,6%.

Nākotnes tendences

Šobrīd Latvijā sagatavošanas stadijā atrodas vairāki projekti neskatoties uz to, ka pateicoties noteiktajām kvotām, ir grūti prognozēt, kad šie projekti sāks darboties. Lai sasniegtu Direktīvā 2001/77/EC noteiktos mērķus, ir jāapsver turpmāka elektroenerģijas ražošanas no vēja enerģijas popularizēšana. Latvijai optimālais elektroenerģijas ieguves apjoms no vēja turbīnas ģeneratoriem varētu būt 5 – 10 % no kopējā elektroenerģijas ieguves apjoma (salīdzinājumā ar esošajiem 0,2% 2002. gadā un aptuveni 0,6% 2003. gadā). Saskaņā ar Eiropas Rekonstrukcijas un attīstības bankas pētījumu, vēja ražotspējas potenciāls ir 550 MW!

Investīciju izmaksas un cenas

Aprēķinātās investīciju izmaksas vēja elektrostācijas būvniecībai tiek lēstas aptuveni 1000 eiro/kW apjomā. Licenci vēja turbīnas ģeneratora celtniecībai var saņemt, ja ir saņemta kvotas daļa (šobrīd kvota 2004. gadam ir 1 MW) vai arī ir konkrēts elektroenerģijas pircējs. Ja tiks saņemta kvotas daļa, cenu noteiks regulators un projekts būs izdevīgs. Patreizējā attīstības līmenī vēja elektrostacijas

nespēj konkurēt ar esošajām lielākām hidroelektrostacijām. Nākotnē ir paredzams, ka vēja turbīnas ģeneratori sniegs ieguldījumu valsts elektroenerģijas ražošanā. Neskatoties uz to, ka vēja elektrostacijas, salīdzinājumā ar tradicionālajiem enerģijas avotiem, šobrīd ir pārāk dārgas, tās tiek uzskatītas par videi nekaitīgām un AER attīstību veicinošām.

Sabiedriskais viedoklis

Sabiedrības attieksme pret vēja enerģijas ražošanas popularizēšanu Latvijā ir vairāk pozitīva, nekā negatīva. Galvenās bažas ir saistītas ar iespējamo elektroenerģijas cenas pieaugumu patērētājiem un iespējamo negatīvo ietekmi uz ainavu un dabu.

Galvenie pozitīvie un negatīvie aspekti, kas jāņem vērā vēja enerģijas ražošanā, ir apkopoti tālāk.

Argumenti “par”

- “zaļā enerģija”, nav nekādu izmešu
- neizsmeļami resursi
- nav ar degvielu saistīti izdevumi
- zemas ekspluatācijas izmaksas
- jaunu darba vietu radīšanas iespējas
- augsta elektroenerģijas ražošanas efektivitāte

Argumenti “pret”

- traucējums migrējošiem putniem
- tehnoloģijas ir dārgākas nekā elektroenerģijas ražošanā, izmantojot ierastos degvielas veidus
- var izraisīt elektroenerģijas cenas pieaugumu patērētājiem
- nestabilitāte, nepastāvība, tādēļ vēja enerģijai var būt tikai palīgfunkcija

3. Migrācijas raksturojums un putnu masveida pulcēšanās vietas Latvijas teritorijā.

Šajā nodaļā ir izmantoti dati, kurus publicējuši Latvijas Zinātņu akadēmijas ornitologu laboratorijas līdzstrādnieki un kas iegūti izpētot migrācijas īpatnības un kolonijās ligzdojošo putnu teritoriālo sadalījumu. Tā kā Latvija un kaimiņu valstis atrodas tā saucamā Baltās - Baltijas jūras pārlidojumu ceļā, tad šajās teritorijās ir daudz kopēju likumsakarību putnu sezonas migrācijā. Tāpēc tika izmantotas arī papildus ziņas, kuras publicējuši Lietuvas ornitologi.

3.1. Pavasara migrācija.

Sugu sastāvs un pārlidojuma fenoloģija

Mūsu apstākļos līdz 180 putnu sugām ir pārlidojošās. No tām 30% migrē tikai nakts laikā, ap 20 % tikai dienā, bet pārējie migrācijas pārlidojumus var veikt jebkurā diennakts laikā. Dienas lidojumus virs sauszemes (ap 90%) kvantitatīvi veic dažādu sugu zvirbuļi, galvenokārt, žubītes un zīlītes. Putni diennakts gaišajā laikā galvenokārt pārvietojas baros, kuros putnu daudzums ir dažāds - no nedaudziem atsevišķi lidojošiem līdz vairākiem simtiem un pat vairāk.

Nereti baros sajaukti vairāku sugu putni. Virs jūras no dienas laikā pārlidojošajām apmēram 50 sugām galveno daļu sastāda pīles (visvairāk nīrējpīles – ap 70%). Nakts laikā migrē gandrīz visi kukaiņēdāji zvirbuļu sugu putni, pūces, dūkuri, tilbītes, zosu sugas u.c. Izņemot divas pēdējās putnu grupas, lielākā daļa visu pārējo sugu putnu naktī migrē kā vieninieki vai izretinātos baros. Saskaņā

ar radiolokācijas pētījumiem, kas iegūti Lietuvā, naktīs pārlido 63,5 –69,2 % no visiem pavasarī migrējošiem putniem.

Sauszemes putnu pavasara lidojumi sākas marta trešajā dekādē (agrajos pavasaros pirmie migranti parādās jau marta sākumā). Vislielākā putnu migrācija ir aprīļa sākumā (gan dienā, gan naktī) un maija trijās pirmajās dekādēs (galvenokārt, nakts migranti). Migrācija beidzas maija beigās. Ūdensputnu pavasara lidošana virs jūrām ilgst no marta sākuma līdz maija vidum. Pavasara lidojumu kopējais periods ir 95 dienas.

Migrācijas diennakts ritmika

Dienas lidojums tiek sākts pirms vietējā saullēkta. Stundu pēc saules lēkta migrējošo putnu skaits pieaug un sasniedz maksimumu 14-15 stundās. Pēc tam kopējais skaits samazinās, lai gan atsevišķu sugu lidojumu maksimums iespējams jebkurā laikā. Tomēr lielākie masveida dienas lidojumi notiek pirmajās četrās stundās pēc saules lēkta un sastāda līdz 65 % no visas dienas migrācijas. Lidojumu maksimumi atkarīgi no ģeogrāfiskā novietojuma un tos nosaka esošie šķēršļi migrācijas ceļā un putnu migrācijas stāvokļa stingri izteiktā ritmika.

Nakts migrantu starts ir 40 - 50 minūtes pēc saules rieta un daudzos gadījumos lidojumu blīvums pieaug, sasniedzot maksimumu pirmajā nakts pusē. Nakts laikā var novērot arī divus vai vairākus aktivitātes maksimumus. Nakts lidojumi beidzas rīta krēslas stundās, bet pie noteiktiem meteoapstākļiem (nokrišņi, migla, stiprs pretvējš) daļa nakts migrantu var nolaisties uz zemes arī naktī.

Pārlidojumu galvenie ceļi un virzieni.

Virs Latvijas iekšējiem rajoniem lidojumi notiek plašā frontē, galvenokārt ziemeļu un ziemeļaustrumu virzienos. Visdzīvākā dienas migrācija novērojama gar Irbenes šauruma krastu Kolkas raga virzienā un uz dienvidaustrumiem gar Rīgas jūras līča dienvidaustrumu piekrasti, kura ar migrācijas plūsmu tiek aptverta no dienvidiem. Jūras piekrastē nereti migrācija notiek vienlaicīgi divos pretējos virzienos vai pat dominē dienvidu un dienvidaustrumu virzieni. Vislielākais migrantu skaits atzīmēts pie Kolkas raga (Karte 5). Diemžēl Latvijas austrumu daļā netika veikti speciāli pētījumi, bet virkne epizodisko pētījumu liecina, ka pavasara migrācija tur notiek plašā frontē, galvenokārt lidojumi uz ziemeļaustrumiem un ziemeļiem.

Migrējošiem putniem dienas laikā acīmredzot ir komunikācija ar zemāk atrodošos ainavu. Tā meža putni labprāt lido virs mežiem un, beidzoties to kontūrām, ņem kursu uz tuvāko mežu, viņi nelabprāt lido virs jūrām. Atklātu ainavu apdzīvotāji bieži izvairās lidot virs mežiem. Tilbītes un kaijas lido galvenokārt pa piekrastes vai litorāles zonām. Ūdensputni, kuri migrē virs jūrām, piekrastes ūdeņu akvatoriju robežās pārvietojas gar krasta līniju un atkarībā no vēja virziena - tuvāk (vējš no jūras), vai tālāk (vējš no kontinenta) no krasta. Nakts lidojumu laikā putnu komunikācijas ar dabas ainavām ir vāji izteiktas. Pavasara nakts migrāciju lidojumi gan gar piekrastēm, gan pa citām vietām notiek galvenokārt ziemeļu un ziemeļaustrumu virzienos.

Lidojumu augstumi.

Pa sauszemi migrējošo putnu gan dienas, gan nakts lidojumu augstums ir dažāds dažādām putnu sugām un ir atkarīgs no meteoroloģiskiem faktoriem (vispirms jau no vēja virziena un ātruma). Lidojumos pa vējam augstums ir vislielākais, pie pretvēja-samazinās). Apmākušās lietainās dienās vai arī pie stipra pretvēja putnu lielākā daļa lido ne augstāk kā 30-50m. Pie lidojuma pa vēju (vējš mērens vai mazs) migrējošo putnu lidojuma augstums parasti nepārsniedz 100m. Pie stipra vēja jebkurā virzienā pārvietojošie putni lido 10-50m augstumā.

Lidojumi pār jūrām (izņemot nakts migrācijas) notiek ne augstāk par 10m virs ūdens. Ļoti zemu virs jūras (0,5-5m) nereti lido tilbītes, kaijas un dažas zvirbuļu sugas (agrie cīruļi u.c.). Putnu nakts lidojumi notiek nedaudz augstāk kā dienas lidojumi. Vislielākais pārlidojumu blīvums novērots 400m augstumā.

3.2. Rudens migrācija.

Sugu sastāvs un pārlidojumu fenoloģija.

Masveida sauszemes putnu pārlidojumi parasti tiek atzīmēti no septembra otrās dekādes, maksimumu sasniedz septembra pēdējā dekādē un oktobra pirmajā dekādē. Agrie migranti (galvenokārt, nakts) lido jau no jūlija vidus un augustā. Migrācija kopumā sezonā notiek ļoti nevienmērīgi, ar pārlidojumu intensitātes pacēlumiem un kritumiem. Rudens sezonā var būt līdz 7 tādi pārlidojumu viļņi, kuri ievērojami atšķiras pa gadiem. Dažādu gadu vienās un tajās pašās dekādēs migrācijas intensitāšu starpība var būt 10 un pat vairākas reizes.

Dienas migrācijas laikā acīmredzams pārkums ir zvirbuļu pārlidojumiem (ne mazāk par 95% no viesiem reģistrētajiem sauszemes putniem). Ūdensputnu rudens pārlidojums pāri jūrai mūsu apstākļos ir vāji izpētīts, tomēr esošie novērojumi norāda uz to, ka galvenā migrantu plūsma notiek tālu no krasta.

70-80% visu rudenī migrējošo putnu lidojumus veic naktīs – zvirbuļu sugas, pūces, tilbītes, ūdensputni u.c. Tādā veidā rudenī putnu migrācija naktī ir biežāka nekā pavasarī. Nakts lidojumu uzplaisnījumi tieši saistīti ar vēja ātruma pavājināšanos. Migrantu skaita krasa samazināšanās saistīta ar atmosfēras fronšu pārvietošanos, kā arī ar stipriem ziemeļu un ziemeļrietumu vējiem. Putnu rudens pārlidojumu periods ilgst vairāk par 100 dienām.

Migrācijas diennakts ritmika.

Līdzīgi pavasara lidojumiem, rudens dienas lidojumi sākas pirms saules lēkta un pirmajās 4 stundās pārlido 68% putnu no visiem putniem, kas pārlido pa visu dienu. Nekādas būtiskas atšķirības starp pavasara un rudens diennakts migrācijām nav konstatētas.

Lidojumu galvenie ceļi un virzieni.

Rudens migrācijas laikā putni šķērso Latvijas teritoriju plašā frontē dienvidrietumu un rietumu virzienos. Sauszemes putni, kuri migrē dienā, visvairāk koncentrējas Kurzemes pussalas rietumu piekrastē un Rīgas jūras līča rietumu piekrastē, kur lidojumi notiek gar jūras piekrasti galvenokārt dienvidu virzienā (Karte 6). No Rīgas līča dienvidu piekrastes migrējošo putnu pamatplūsma savdabīgi šķērso Kurzemes pussalu, galvenokārt dienvidrietumu un rietumu sektorā. Rīgas jūras līča dienvidrietumu krastā migrācija ir vāji izteikta un iet gar krastu dienvidaustrumu un ziemeļrietumu virzienos.

Dažādos novērošanas punktos uzskaitīto migrējošo putnu vidējais daudzums ir 100 - 30665 putnu dienā. Visvairāk migrantu novēroti Latvijas dienvidrietumu piekrastē ap Papes ciematu; gandrīz visu migrantu galvenie virzieni ir dienvidaustrumu, tas ir, gar jūras krastmalas līniju ar vislielāko migrantu koncentrāciju šaurā piekrastes joslā, aptuveni 150 - 200 m no jūras krasta. Dienās, kad pūš ziemeļu vēji, neliela putnu daļa lido pretējā virzienā, t.i., ziemeļu un ziemeļrietumu virzienos.

Kaut gan nopietni pētījumi Latvijas austrumos nav veikti, ir pamats uzskatīt, ka rudens migranti šķērso šo teritoriju plašā frontē, galvenokārt, dienvidrietumu virzienos.

Lidojumu augstumi.

Rudens migrantu lidojumu augstumi un likumsakarības par meteofaktoru ietekmi maz atšķiras no tā, kas minēts pavasara migrācijā. Rudens nakts pārlidojumu laikā lielākais migrantu daudzums (ap 90%) pārvietojas no dažu desmitu metru augstuma līdz 800 m. Lidojuma vidējais augstums – 290 m.

Jāatzīmē, ka dažās rudens naktīs (galvenokārt oktobrī) atsevišķās Latvijas rietumu piekrastes vietās var pārlidot ievērojami daudz pūces (galvenokārt, ausainās pūces), kuras pretvēja apstākļos lido tikai dažus metrus virs zemes. Zemajos slāņos nereti sakoncentrējušies lidojošie sikspārņi (galvenokārt augusta naktīs).

Starplaikos starp migrācijas lidojumiem (kā pavasara, tā rudens) nereti virs zemes un ūdens veidojas ūdensputnu, kaiju, vārnu, (dažādu vārnu sugu) baru barošanās vietas (ūdens krātuves ar zemu ūdens līmeni, apstrādāti lauki, izgāztuves u.c.) vai strazdu un bezdelīgu nakšņošanas vietas (uz trosēm vai krūmiem).

3.3. Putnu pulcēšanās vietas ligzdošanas laikā.

Latvijas teritorijā kaijas (galvenokārt ezeru kaijas), krauči, pelēkie gārņi ligzdošanas laikā pulcējas vienuviet. (Karte 7). Ezeru kaijām ligzdojošo kolonija sastāv aptuveni no 10 tūkst. pāriem. Ap 90% šī veida Latvijas putnu populācijas (80-85 tūkst. pāru) ligzdo virs ūdenskrātuvēm, kas atrodas ne tālāk kā 20km no jūras.

Kaijas veic pārlidojumus līdz 80 km no ligzdojošās kolonijas, lai barotos ar zivīm ostās, uzartos laukos, dzīvnieku fermās, izgāztuvēs u.c. Pieaugošos mērogos tas novērojams no trešās maija dekādes līdz jūlija vidum. Pelēko gārņu ligzdojošās kolonijas atrodas dažādās valsts vietās – mežos un dažos ezeros ar kopējo ligzdojošo pāru skaitu, kas sastāda 800-1000. Visvairāk gārņu ligzdojošo koloniju no kopējā 7000 - 9000 ligzdu skaita atrodas Latvijas dienvidu un dienvidaustrumu daļā.

3.4. Putnu pulcēšanās uz ziemas periodu.

Putnu pulcēšanās ziemas periodam sākas no oktobra-novembra un parasti saglabājas līdz marta beigām. Visapjomīgākās pulcēšanās veido vārnu sugas putni (galvenokārt pelēkās vārns un kovārņi), kaiju sugas putni (kajaki un sudrabainā kaija) un ūdenī peldošie putni (galvenokārt meža pīles). Ziemeļošanas periodā šie putni pulcējas baros barošanās un nakšņošanas vietās. Starp šīm vietām notiek regulāri diennakts pārlidojumi.

Ziemeļojošo pīļu daudzums atkarīgs no neaizsalstošām ūdens krātuvju vietām, kur tās uzturas pastāvīgi un pārlidojumus no vietas uz otru veic visbiežāk nakts laikā. Pašreiz vairāk kā 200 vietās uzskaitītas ap 25 tūkst. ziemojošo meža pīļu.

Vārnu sugas putnu nakšņošanas vietas atrodas, galvenokārt, apdzīvotās vietās, no kurām katru dienu notiek pārlidojumi uz barošanās vietām (izgāztuves un dzīvnieku fermas) un atpakaļ. Lidošana atpakaļ no nakšņošanas vietas sākas jau krēslā, bet atgriešanās uz nakšņošanas vietu – pirms saules rieta.

Kaiju nakšņošanas vietas atrodas neaizsalstošu ūdenskrātuvju tuvumā, no kurām pirms saules lēkta sākas pārlidojumi uz barošanās vietām (ostas, kur var ķert zivis, izgāztuves, dzīvnieku fermas).

3.5. *Ornitoloģiskie pētījumi pie vēja enerģijas ražošanas iekārtām.*

Tādi pētījumi tiek veikti visur attīstītās Eiropas valstīs. Tiek atzīmēts, ka dienas laikā migrējošie putni savā ceļā iet apkārt vēja ratam un pie labas redzamības nekad nesaduras ar vēja iekārtām.. Atzīmēti tikai daži putnu bojāejas gadījumi.

Neskatoties uz to, vēja enerģētikas projekta izstrādē kā obligāta ir ornitoloģiskās atļaujas saņemšana. Tāpat, lai izvairītos no putnu saskriešanās ar VEI, svarīgi ir uzstādīt iekārtas apgaismojumu.

Kopumā daudzu gadu ornitoloģiskie pētījumi, kas tikuši veikti vairākās valstīs pēdējo 10 gadu laikā, pierāda, ka vēja parku izveidošana un pastāvēšana praktiski neietekmē vietējo putnu dzīvi.

4. **Metodiskās rekomendācijas VEI lietotājiem.**

4.1. *Vispārējās ziņas par terminiem, kurus lieto vēja enerģētikā un VEI galvenie parametri.*

Pie vēja parku celtniecības projektu sagatavošanas to iniciatori sastopas ar veselu rindu terminiem un to raksturlielumiem. Šeit tiek izskaidrota to fiziskā jēga.

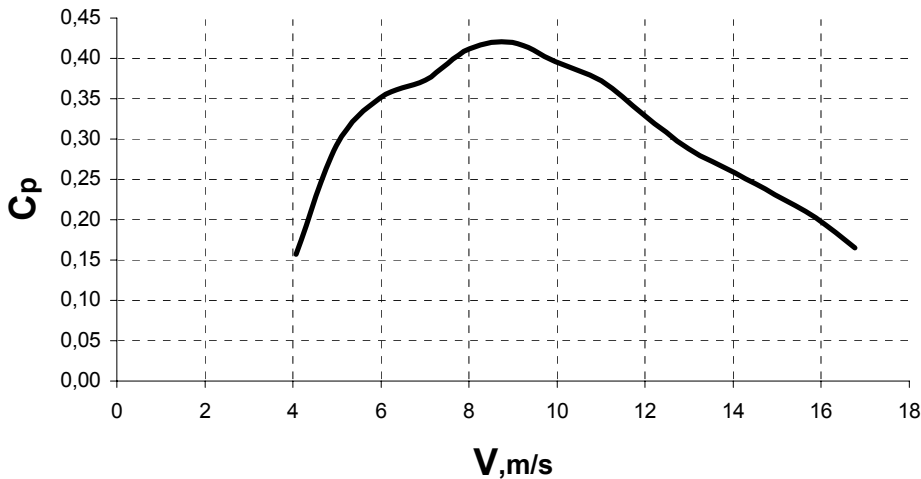
Vēja gada vidējais ātrums – aprēķinātais vidējais vēja ātrums viena gada līdz vairāku desmitu gadu periodā. Aprēķinos izmanto datus, kas iegūti ilgstošu mērījumu rezultātā hidrometeoroloģisko dienestu mērījumu punktos, kā arī ekspedīciju un mērķtiecīgu mērījumu vietās, kur nav stacionāro mērījumu punktu. Vēja ātruma vidējo ātrumu gadā konkrētā vietā, kur nekādi mērījumi nav tikuši veikti, nosaka ar aprēķiniem, kuros tiek ņemta vērā vietas klase, ekranizējoša šķēršļa esamība un citi vietējie faktori. Aprēķinu pamatā ir dati par vēja ātrumu un virzienu, kas iegūti no vistuvāk atrodošajiem mērījumu punktiem, ar nenoslēgtu reljefu. Jo vairāk datu par ātrumu, kurus izmanto aprēķinos, jo objektīvāki tādu aprēķinu rezultāti. Vidējo vēja ātrumu gadā mēra m/s un pieņemts apzīmēt ar v_{vid} .

Vēja virziena atkārtojamība (vēju roze) – arī tiek aprēķināta pēc daudzgadīgiem mērījumiem, no kuriem nosaka vēja ātruma visu astoņu standartvirzienu vidējos skaitus gadā mērījumu punktu konkrētās vietās. Uz vēju rozēs diagrammas virzienu skaiti tiek mērīti procentos. Dažos gadījumos tiek uzrādīts arī bezvēju summārais skaits (procentos).

Vēja izmantošanas koeficients – vēja iekārtas darbības efektivitātes rādītājs pie dažādiem vēja ātrumiem. Vēja rats tikai daļu vēja enerģijas var pārvērst derīgā darbā, ko novērtē ar vēja enerģijas izmantošanas koeficientu C_p . Šī rādītāja dimensijas var tikt izteiktas procentos vai decimāldaļās.

Modernām sertificētām VEI (*vēja enerģētiskās iekārtas*) šis rādītājs ir 41-46% (0,41-0,46). Vēja enerģijas izmantošanas koeficienta maksimālā vērtība tiek sasniegta tikai nelielos vēja ātruma diapazonos. Tālāk pie vēja ātrumiem, kas lielāki vai mazāki par šī diapazona ātrumiem, vēja enerģijas izmantošanas koeficients samazinās. Zīmējumā 1 grafiski parādīts vienas reāli esošas VEI C_p vērtības. Grafikā redzams, ka maksimālais C_p ir pie vēja ātruma 9 m/s.

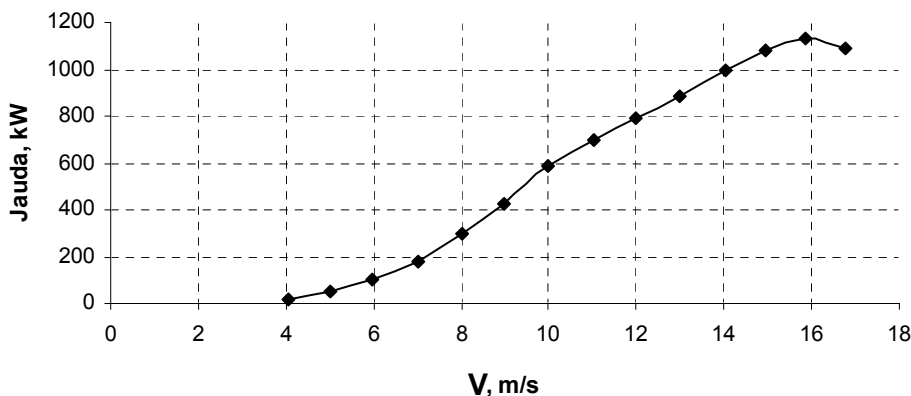
Zīm. 1



Jaudas līkne – vēja iekārtas reālās izstrādātās elektroenerģijas rādītājs (pie dažādiem vēja ātrumiem darba diapazonā). Tiek mērīta kilovatos vai megavatos.

Zīm.2 dota jaudas līkne vienam no vēja iekārtu tipiem. Grafikā redzams, ka maksimālā enerģija tiek izstrādāta pie vēja ātruma ap 16 m/s.

Zīm. 2



Tālāk, ātrumam pieaugot, jauda samazinās. Tas izskaidrojams ar C_p vērtības samazināšanos.

C_p un jaudas līkņu formas atkarīgas no izvēlēto lāpstiņu profila, kuru ražotāji izstrādā vēja iekārtu projektēšanas stadijā.

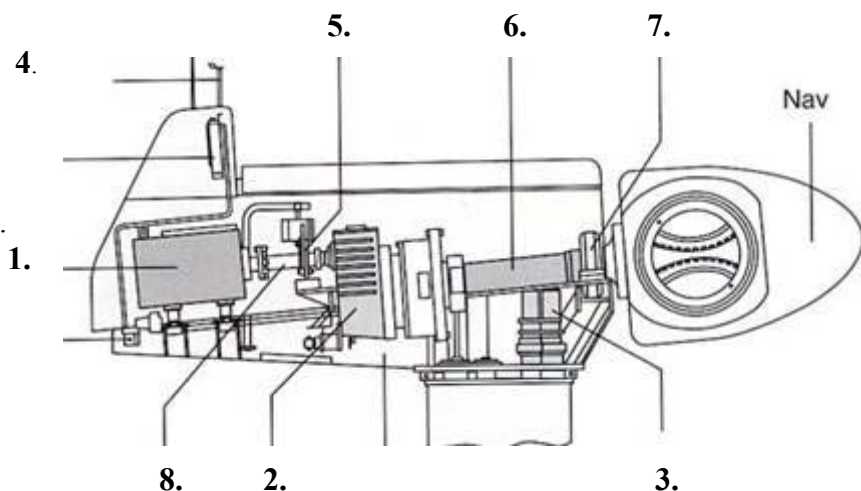
4.2. VEI konstrukciju galvenie elementi.

Konstruktīvi vēja enerģētiskā iekārta sastāv no sekojošiem galvenajiem elementiem:

1. *Rotors, kas ietver vēja ratu un primāro vārpstu*, no kura vēja enerģija tiek padota uz vēja iekārtas darba mehānismiem.
2. *Reduktors (pārnesumu kārba)*, kas paaugstina primārās vārpstas apgriezienus līdz ģenerators darba režīma apgriezieniem.
3. *Ģenerators*, kas mehānisko enerģiju pārvērš elektriskajā.
4. *Sekošanas sistēma*, kas orientē VEI sistēmu vēja virzienā.
5. *Bremzēšanas sistēma*, kas nodrošina VEI piespiedu un avārijas apstāšanos.
6. *Vadīšanas sistēma*, kurā ietilpst sensoriskie devēji, procesori un izpildierīces dažādu VEI sistēmu vadīšanai.

7. *Masts*, kas ir vēja iekārtas gondolu atbalsta iekārta (mašīnu telpā), kur novietoti galvenie agregāti. Masta iekšienē ir tehnoloģiskās kāpnes, kas nodrošina personāla nokļūvi mašīnu telpā.

Zīmējumā 3 shēmas veidā parādīti galvenie elementi, kas novietoti vēja iekārtas mašīnu telpā.



Zīm. 3 Vēja turbīna

- | | | | |
|----|-------------------|----|--------------------|
| 1. | Ģenerators | 5. | Disku bremze |
| 2. | Pārnesumkārbā | 6. | Galvenā vārpsta |
| 3. | Sekošanas sistēma | 7. | Galvenais gultnis |
| 4. | Anemometrs | 8. | Ģenerators vārpsta |

4.3. *Moderno VEI galveno modifikāciju apskats.*

Pašreiz ražotāji piedāvā plašu VEI dažādu modifikāciju spektru ar jaudām no dažiem desmitiem vatu līdz vairākiem megavatiem.

Mazjaudas iekārtas, galvenokārt, tiek izmantotas kā akumulatoru sistēmu uzlādēšanas iekārtas un lokālu elektrisko tīklu izveidošanai vietās, kur nav pieeja kopējai energosistēmai. Šādu VEI jaudu diapazons ir no 30-5000W.

Vidējās jaudas iekārtas tiek izmantotas izolētu saimniecību energoapgādei. To jauda svārstās no 5-100kW.

Lielu jaudu iekārtas, galvenokārt, tiek izmantotas elektroenerģijas ražošanai komerciāliem mērķiem, tās tālākai pārdošanai elektrosadales uzņēmumiem.

Šo VEI jaudu diapazons ir ļoti plašs. To jauda ir no simts kilovatiem līdz vairākiem megavatiem. Pēdējā laikā plaši uzsākta ofšoru vēja parku celtniecība, kā rezultātā parādījušās VEI, kuras paredzētas, lai izmantotu ūdens baseinus šelfu zonās.

Pēdējos gados būtiski palielinājušies VEI rotoru diametri un mastu augstumi. Tā submegavatu vēja iekārtas rotora diametrs var sasniegt vairāk par 100m, bet masta augstums – ap 120m. Tādas izmaiņas ievērojami palielina to izmantošanas efektivitāti, jo faktiski rotora ass atrodas apakšējā troposfēras slānī, kur valda nevis vietējie vēji, bet noturīgās atmosfēras plūsmas.

4.4. *Rekomendācijas vēja parku celtniecības projektu izstrādei.*

Vairāku desmitu gadu laikā vēja enerģētisko iekārtu projektu izstrāde ir efektīvi attīstījusies, tā ir pietiekoši unificēta. Attiecībā uz vēja enerģiju valstīs ir atšķirīga likumdošana par dotācijām, par iepirkuma tarifiem.

Vairākumā attīstīto valstu ir tendence stimulēt enerģijas ražošanu no enerģijas avotiem, kuru resursi vienmēr atjaunojas, pie kuriem pēc izplatības mērogiem un pēc energo resursu (vēja) pieejamības pirmām kārtām pieder vēja enerģētika.

Pie projektu sagatavošanas vispirms jānoskaidro, cik reāli energouzņēmums varēs maksāt par iepirkto elektroenerģiju, tā kā iepirkuma tarifa rādītājs ir galvenais turpmākajos tehniski-ekonomiskajos aprēķinos.

Tālāk tiek pētītas konkrētas vietas, kur paredzēts celt vēja parku, kā arī vēja apstākļi šai vietā.

Ieteicams pie vēja iekārtas tipa izvēles organizēt konkursu starp ražotājiem, tas nodrošinās optimālu variantu VEI izvēlē konkrētai vietai.

Aprēķinus par paredzamās elektroenerģijas izstrādi un vēja parka ekonomisko efektivitāti vislabāk uzticēt speciālām firmām vai speciālistiem ar autoritāti, kuriem ir pieredze šajā jomā. Papildus tiek pētītas vēja parka pieslēguma pie kopējā tīkla īpatnības.

Ne mazāk svarīgi ir saskaņot projektu ar vietējām pašvaldībām, ar valsts struktūrām un uzņēmumiem-rezidentiem, kuru intereses var būt pretrunā ar projekta mērķiem (ornitologu biedrības, dabas aizsardzība, lidostas u.c.). Līdzīgus jautājumus labāk noskaidrot projekta sākuma stadijā, lai izvairītos no nepamatotiem izdevumiem.

4.5. *Vispārējas ziņas par vēja parka darbības efektivitātes aprēķiniem.*

Var izdalīt sekojošus, vispārējus vēja enerģētisko iekārtu projektu sagatavošanas etapus:

1. *Vēja apstākļu izpēte*

Vēja parka ekspluatācijas efektivitātes aprēķins sākas tieši ar šo etapu.. Pirmkārt, vajadzīga neapšaubāma vēja statistika, kuru var iegūt tuvākajā meteo mērījumu punktā. Var gadīties, ka tādi punkti ir diezgan tālu, tad lietderīgi veikt mērķtiecīgus mērījumus vairāku gadu garumā.

2. *Ražotāja izvēle*

Kā jau minēts, labāk organizēt konkursu. Konkursa komisijā jāpiedalās pieredzējušam speciālistam vēja enerģētikas jautājumos, kurš spēs izvēlēties vispiemērotāko vēja iekārtas tipu tās celtniecībai izvēlētajā vietā.

3. *Elektroenerģijas izstrādes aprēķini*

Tādus aprēķinus veic, pamatojoties uz iegūtiem datiem par vēja apstākļiem un izvēlētajā ražotāja VEI raksturlīknēm.

Vēja vidējais ātrums gadā ir galvenais rādītājs, lai iegūtu datus par vēja sadalījumu. Vispirms tiek aprēķināts vidējais vēja ātrums gadā rotora ass augstumā pēc formulas, kura dota 1.5. nodaļā, kā arī tiek ieviesti labojumi datos par vēja pavājināšanos sakarā ar vietas klasi un plašiem ekranizējošiem šķēršļiem. Pēc tam, pamatojoties uz standarta metodiku, tiek noteikts vēja ar dažādiem ātrumiem, kuri ir konkrētas VEI darba ātrumi, darbības ilgums. Šo ilgumu var izteikt stundās vai procentos gadā. Rietumeiropas valstīs šim nolūkam izmanto vēja sadalījumu pēc Weibull, Austrumeiropas valstīs tiek izmantots sadalījums pēc Pomorceva. Faktiski aprēķinu rezultāti pēc šīm metodikām neatšķiras viens no otra.

Tālāk tiek aprēķināta vēja iekārtas izstrādātā enerģija katrā vēja diapazonā un summārā izstrāde gadā. Šis lielums tiek samazināts par 10 - 15 % atsevišķu metodisko kļūdu kompensācijai. Aprēķinātā gadā izstrādātā elektroenerģija ir teorētiski pamatota.

4. Vēja parka darba ekonomiskās efektivitātes aprēķins

Ja ir gada enerģijas izstrādes aprēķini, var aprēķināt vēja parka ekonomisko efektivitāti resursu laika ekspluatācijā (20 - 25 gadi) ar gradiāciju pa gadiem.

Šajā nolūka vienā aprēķinu tabulā ievada sekojošus rādītājus:

- summārie projekta izdevumi līdz nodošanai pieslēgumam;
- tekošie izdevumi (menedžments, aizņemto līdzekļu atgriešana, izdevumi par apdrošināšanu, zemes nomu, nodokļiem, izdevumi par tehnisko apkopi u.c.);
- elektroenerģijas iepirkuma tarifi.

Pamatojoties uz šiem datiem, aprēķina vēja parka ekonomiskos rādītājus dažādos variantos. Šie aprēķini ir galvenie dokumenti savstarpējās attiecībās ar kreditoriem, apdrošinātājiem, energouzņēmumiem u.c.

5. Noslēgums

Ievērojami vēja resursi Latvijā ir piekrastes zonās. Ja darbotos “pareiza” politika, vējam varētu būt liela nozīme Latvijas enerģijas piegādē.

Lai veicinātu elektroenerģijas ražošanu no vēja enerģijas, ir jānodrošina visi nepieciešamie politiskie, likumdošanas un ekonomiskie priekšnosacījumi (piemēram, skaidri elektroenerģijas iepirkšanas nosacījumi un līgumi, piekļuve tīklam, jaunu elektropārvades līniju celtniecība). Atļauju izsniegšanas procedūrām vēja elektrostaciju attīstībai ir jābūt taisnīgām un atklātām. Jaunu vēja enerģijas ražošanas vietu izpētei ir jāizveido valsts atbalstītas programmas.

Bez tam ir jāpaaugstina vietējo projektu izstrādātāju un vadītāju, amatpersonu un vietējās sabiedrības izpratnes līmenis.

Pamatojoties uz veiktajiem pētījumiem, var secināt, ka vislabvēlīgākie rajoni vēja parku celtniecībai ir:

1. Kurzeme, galvenokārt, brīžu zona - 10-30 km platumā;
2. Kurzemes augstienes dominējošie augstumi ar pacēlumu no 80m un vairāk;
3. Ainažu rajons, kas arī ir brīžu rajons, ar attālināšanos no piekrastes līdz 15km.

Vēja gada vidējā ātruma un vēja gada vidējās potenciālās enerģijas aprēķini tika veikti, pamatojoties uz datiem, kuri iegūti daudzu gadu klimatisko mērījumu rezultātā meteostacijās. Tā kā mērījumu rezultāti pēc savas dabas pieļauj mērīšanas kļūdu esamību, tad, pēc sistemātisko neprecizitāšu izslēgšanas, vēja ātrumu var pieņemt ar apmēram 5 - 10 % relatīvo kļūdu.

Bez tam, dažos datu kompleksos var būt ievērojamas nekonstatētas kļūdas (neprecizitātes), kuras tāpat var atspeguloties aprēķinu rezultātos. Šī novērtējuma dēļ vēja vidējais ražīgums jebkurā punktā, kurā ir izdarīti mērījumi, var būt ar neprecizitāti, aptuveni 15%.

Pateicoties attiecīgu pārveidojumu pielietošanai, izrādījās iespējams vēja statistikas aprēķins noteiktā attālumā no mērīšanas stacijām. Lai noskaidrotu konkrētus vēja apstākļus, tika izgatavotas ekstrapolācijas ar horizontālām un vertikālām nobīdēm attiecībā pret mērīšanas stacijām. Tas nozīmē, ka pie doto mērījumu neprecizitātēm pievienojas arī neprecizitātes, ko nosaka aprēķinu modelis, piemēram, no nepieciešamā pārveidojuma, kā arī no klimatisko parametru specifiskācijas un attiecīgās stacijas parametru nevienādības. Nevienādības modeļa nedrošums un augsnes nevienādību savstarpējā saistība ievērojami pastiprinās ar augstuma palielināšanos.

Papildus grūtības radās no ekranizācijas, ko radīja šķēršļi. Novērtējot relatīvā ātruma pieaugumu pauguru virsotnēs jāreķinās ar neprecizitātes kļūdu līdz 10 % orogrāfiskās iedarbības dēļ, šīsdienas zināšanu līmenī.

Šī iemesla dēļ ir lietderīgi sīkāk izpētīt vēja parku ierīkošanas kompleksās vietas ar speciālu "bāzes" mērījumu palīdzību vismaz viena gada garumā. Tādi mērījumi ar profesionālu izpildījumu, interpretāciju un citu esošu datu korelējošu aprēķinu nodrošina optimālu izstrādes plānošanu šīsdienas zinātnes līmenī.

Stipri aizšķērsotiem apvidiem modelis ir stipri nepietiekams, tā kā šajā gadījumā liela nozīme ir dinamiskiem efektiem, kuri nav ņemti vērā dotā modelī.

Nākošajai plānošanai jānorāda, ka pakalni un pakalnu grupas var novest pie analītiski grūti uzskaitāmām parādībām - vēja laukā savstarpēju slāpēšanu un turbulenti. Saskaņā ar tehnikas līmeni, tā ietekmi VEI enerģijas izstrādē droši nevar paredzēt.

Kopumā veiktais darbs ar augstāk atrunātām neprecizitātēm ļauj sastādīt viengabalainu vēja režīmu attēlojumu Latvijas teritorijā un noskaidrot labvēlīgākās komerciālo vēja parku celšanas vietas.

Konkrētu projektu realizācijai tomēr rekomendē veikt precīzākus vēja gada vidējā ātruma aprēķinus, ņemot vērā vēja parka celšanas vietu, ievērojami attālināt mērīšanas stacijas no celšanas vietas (10 km) un veikt papildus mērījumus.

Nākamie soļi atjaunojamo enerģijas resursu turpmākās izmantošanas veicināšanai

- Jāpopularizē nacionālās un reģionālās programmas AER potenciālās izmantošanas novērtēšanai. Ir jābūt valsts vai sabiedriskām iestādēm, kas nodarbojas atjaunojamās enerģijas jautājumiem valstī, lobēšanu un strādātu pie sabiedrības izpratnes līmeņa paaugstināšanas.
- Ir jāpopularizē AER izmantošana, izmantojot dažādas sabiedrības izpratnes veicināšanas kampaņas, piemēram, TV pārraides, radio pārraides, brošūras, kā arī raksti avīzēs un žurnālos. Augstskolu mācību programmas ir jāpārskata un jāpilnveido, ņemto vērā AER. Ir jāorganizē AER veltītas konferences, semināri speciālistiem un projektu izstrādātājiem par jautājumiem, kas saistīti ar likumdošanu, tehnoloģijām, tirgu un finanšu līdzekļiem.

Slēdzieni

Pamatojoties uz veiktiem pētījumiem, var secināt, ka vislabvēlīgākie rajoni vēja parku celtniecībai ir:

1. Kurzeme, galvenokārt brīžu zona - 10-30 km plata;
2. Kurzemes augstienes dominējošie augstumi ar pacēlumu no 80 m un vairāk;
3. Ainažu rajons, kas arī ir brīžu rajons, ar attālināšanos no piekrastes līdz 15 km;

Vēja gada vidējā ātruma un vēja gada vidējas enerģijas aprēķini tika veikti, pamatojoties uz datiem, kuri iegūti daudzu gadu klimatisko mērījumu rezultātā meteostacijās.

Tā kā mērījumu rezultāti pēc savas dabas pieļauj kļūdu esamību, tad, pēc sistemātisko neprecizitāšu izslēgšanas, vēja ātruma var pieņemt ar apmēram 5-10 % relatīvo kļūdu.

Bez tam, dažos datu kompleksos var tāpat būt ievērojamas nekonstatētas kļūdas (neprecizitātes), kuras arī dabīgi varēja atspoguļoties aprēķinu rezultātos.

Šī novērtējuma dēļ vēja vidējais ražīgums jebkurā punktā, kurā ir izdarīti mērījumi, var būt ar neprecizitāti, apmēram ap 15 %. Pateicoties attiecīgu pārveidojumu pielietošanai, izrādījās iespējams vēja statistikas aprēķins (ne tieši stacijās), bet noteiktā attālumā no mērīšanas stacijām. Lai noskaidrotu konkrētus vēja apstākļus, tika izgatavotas ekstrapolācijas ar horizontālām un vertikālām nobīdēm attiecībā pret mērīšanas stacijām. Tas nozīmē, ka pie doto mērījumu neprecizitātēm pievienojas arī neprecizitātes, ko nosaka aprēķinu modelis, piemēram, no nepieciešamā pārveidojuma, kā arī no klimatisko parametru specifiskācijas un attiecīgās stacijas parametru nevienādības. Nevienādības modeļa nedrošums un augsnes nevienādību savstarpējā saistība ievērojami pastiprinās ar augstuma palielināšanos.

Papildus grūtības radās no ekranizācijas, ko radīja šķēršļi. Novērtējot relatīvā ātruma pieaugumu pauguru virsotnēs jāreķinās ar neprecizitātes kļūdu līdz 10 % orogrāfiskās iedarbības dēļ (uz šodienas zināšanu līmeņa).

Šī iemesla dēļ katrā gadījumā ir lietderīgi sīkāk izpētīt vēja parku ierīkošanas kompleksās vietas ar speciālu "bāzes" mērījumu palīdzību vismaz vienu gadu. Tādi mērījumi ar profesionālu izpildījumu, interpretāciju un citu drošu esošu datu korellējošu apkrāpšanu nodrošina izstrādes plānošanu, maksimālu pie šīs dienas zinātnes līmeņa.

Stipri aizšķērsotiem apvidiem modelis izrādās stipri nepietiekams, tā kā šajā gadījumā liela nozīme ir dināmiskiem efektiem, kuri nav ņemti vērā dotā modelī.

Nākošajai plānošanai jānorāda, ka pakalni un pakalnu grupas var bez tam novest pie analītiski grūti uzskaitāmām parādībām -vēja laukā savstarpēju slāpēšanu un turbulentiību. No pastāvošā tehnikas līmeņa, to ietekmi VEI enerģijas izstrādē droši nevar paredzēt.

Kopumā veiktais darbs ar augstāk atrunātām neprecizitātēm ļauj sastādīt viengabalainu vēja režīmu attēlojumu Latvijas teritorijā un noskaidrot labvēlīgākās komerciālo vēja parku celšanas vietas.

Konkrētu projektu realizācijai rekomendē tomēr veikt precīzākus vēja gada vidējā ātruma aprēķinus, ņemot vērā vēja parka celšanas vietu, attālināt mērīšanas stacijas ievērojami no celšanas vietas (10 km) un veikt papildus mērījumus.

Recenzija par darbu " Vēja enerģijas rokasgrāmata "

Vēja enerģētika mūsdienās ir viena no progresējošām tehnikas nozarēm Eiropā un tās saražotā enerģijas kopjauca ir ievērojami pieaugusi pēdējo desmit gadu laikā. Ir zināms, ka jebkuras nozares sekmīgai attīstībai ir nepieciešama informācija par šīs nozares potenciālu konkrētajā teritorijā. Jāsaka, ka Latvijā līdz šim nav izdots mūsdienīgs materiāls, kas būtu pielietojams teritorijas novērtēšanai no enerģētiskā viedokļa. Padomju savienības laikā izveidotais vēja kadastrs nav pilnīgs un neatbilst Eiropā izstrādātajām un patreiz spēkā esošām vērtēšanas metodēm. Tādējādi veiktais apkopojums, kas balstīts uz plaša datu materiāla kopumā ir nozīmīgs un nepieciešams vēju enerģētikas nozares attīstībai Latvijā.

Darba struktūru veido 6 nodaļas un vairākas apakšnodaļas katrai no tām. Darba ievaddaļā autors ieskicē vēju enerģijas ražošanas vēsturiskos aspektus un dod vispārīgu aprakstu troposfērā notiekošajiem procesiem, raksturojot temperatūras un gaisa mitruma izmaiņas, vēju vertikālo sadalījumu troposfērā, kā arī vietējos vējus un to rašanās iemeslus. Ja darba apjoms to pieļautu, būtu lietderīgi vairāk akcentēt Latvijas teritorijā sastopamos vietējos vējus un to veidošanās ģenēzi (veidošanās apstākļi, diennakts gaita, sezonālitate, u.c.).

Darba pirmā nodaļa ir veltīta vēja enerģētikas kadastra raksturošanai Latvijas teritorijā. Sākumā tiek dota informācija par izmantoto datu bāzi vēja parametru izvērtēšanai. Attiecībā par izmantotajām vēju ātrumu un virziena rindām var pieņemt, ka vidējie ikdienas lielumi, pēc tam arī mēneša un gada novērojumi, ir aprēķināti izmantojot 10 m augstumā iegūtos novērojumus ik katras 3 stundas (8 diennaktī), atbilstoši Hidrometeoroloģiskajā aģentūrā pieņemtajai metodikai. Ņemot vērā, ka nav norādīts kā tika iegūti vidējie lielumi (vai tie ir atkārtojumu biežums, ilgums vai novēroto rezultātu matemātisks vidējais aprēķins), tad jāreķinās ar to, ka izmantojot citas datu apstrādes metodikas, iegūtie rezultāti varētu atšķirties līdz pat 15-20%.

Apakšnodaļā 1.2. tiek uzskaitīti un turpmākajās darba daļās arī izvērtēti klimatiskie rādītāji, kas nepieciešami vēju enerģētiskā potenciāla novērtēšanai. Par svarīgiem ir uzskatāmi ilggadīgie dati par vēja ātrumu vertikālo sadalījumu pie standarta augstuma (10m) un līdz 120 m, ilggadīgie dati par vēja ātrumiem un to summām, kad vēja ātrums pārsniedz 3,5 m/s, kas ļauj iegūt aptuvenu priekšstatu par apvidu. Tāpat pielikumā ir ievietotas vēja rozes katrai ilggadīgai novērojumu stacijai, kas uzskatāmi parāda vēju virzienu procentuālo sadalījumu gada griezumā. Visus iepriekš minētos rādītājus autors arī izmanto darba turpmākajās sadaļās.

Darba 1.3.apakšnodaļa ir veltīta metodoloģiskiem aspektiem, kādi tika pielietoti vēja enerģētiskā kadastra sastādīšanā. Autors atzīmē, ka visas izmantotās rindas ir pārbaudītas ar viendabīguma testu, lai atsijātu nejauši radušās kļūdas. Neapšaubāmi, ka tas ir būtisks priekšnoteikums datu tālākai analīzei. Izvērtējot uzrakstīto var noprast, ka ir veikta esošo novērojumu punktu klasifikācija pēc teritorijas atklātības pakāpes un reljefa, kas ir bijis pamatā vēja enerģētiskā potenciāla novērtēšanai. Šajā apakšnodaļā ir arī minēti aprēķinātie koeficienti vēju ātruma izmaiņu novērtēšanai, ņemot vērā reljefa nevienadabīgumu makro un mezo līmenī. Domāju, ka šie koeficienti ir ļoti noderīgi vēja ātruma interpretācijai Latvijas mērogā, tādēļ par tiem varētu būtu detalizētāka informācija vai nu tabulas, vai arī aprakstošā veidā. Tāpat šajā sadaļā tiek dots arī novērtējums esošajām meteoroloģiskajām stacijām, ņemot vērā to atklātības pakāpi un reljefu. Izvērtējot citu valstu pieredzi šī jautājuma risināšanā, jāsecina, ka esošo meteoroloģisko staciju ilggadīgie dati tieši nav lietojami, jo katrā konkrētā vietā ir jāņem vērā apkārtnes reljefs, zemes lietojuma veids (mežs, pļavas, ūdeņi u.c.), kā arī apbūves raksturs. Tādēļ, izvēloties vietu vēja ģeneratoram, būtu nepieciešams veikt detalizētāku apkārtnes izpēti ar sistemātiskiem novērojumiem.

Rezumējot jāsaka, ka šajā apakšnodaļā minētās metodikas gan koeficientu aprēķināšanai, gan vēju vertikālā profila iegūšanai pēc mitruma, temperatūras un spiediena, gan arī teritorijas rajonēšanai pēc vēju enerģētiskā potenciāla ir atbilstoši izvēlētas, bet, ja darba kopīgais apjoms to pieļautu, būtu iespējams to vēl detalizētāks apraksts.

Nākamā vēja enerģētikas kadastra apakšnodaļa ir veltīta vēja režīma raksturojumam Latvijas teritorijā, kur autors atzīmē atsevišķus faktus par vēja ātrumu sadalījumu Baltijas jūras un Rīgas līča piekrastē un norāda uz augstieņu lomu vēja režīma veidošanās apstākļiem no jūras attālākos rajonos. Ņemot vērā veikto datu izvērtējumu gan pēc telpiskā principa (>30 meteoroloģisko staciju novērojumi), gan arī ilgtermiņa skatījumā, ja darba apjoms to atļautu, būtu iespējams šo apakšnodaļu papildināt ar iegūto grafiku, tabulu un shēmu analīzi.

Darbam pievienotajās kartoshēmās (karte 2.un karte) tiek parādīti rajoni ar atšķirīgu vēja ātrumu sadalījumu 50 un 100 m augstumā, kas aprēķināti pēc metodikas sadaļā esošajām formulām. Vēlams būtu pievienot informāciju par parametriem, kas ņemti vērā pie datu interpolēšanas un šāda vēja sadalījuma iegūšana.

Pieņemot, ka mūsdienās vēju staciju rotācijas ass augstums ir aptuveni 60-80 m, šīs kartes (50 un 100 m) ir nozīmīgi rādītāji vēja potenciāla izvērtēšanai. Kā norāda literatūras dati, šajā augstumā vēja ātrums ir lielāks par ~16 % nekā pie standarta augstuma.

Uzskatu, ka pielikumā un darba daļā esošās tabulas par vēja ātrumu summāro ilgumu, tabulas par mēneša vidējo un gada sadalījumu stundās diennakts griezumā un dažādu metru augstumā no zemes virsmas, kā arī tabula par maksimālo vēju ātrumu gadā visās novērojumu stacijās, ir pietiekamas aptuvenai teritorijas novērtēšanai.

Apakšnodaļā 1.5., kuras nosaukums ir *Mērījumi par mēneša un gada vidējiem vēja ātrumiem pie standarta atmosfēras* atspoguļo vispārīgu enerģijas aprēķinu plūsmai. Iespējams, ka šeit iederētos arī formula par vēja enerģijas daudzumu atkarībā no vēja ātruma.

1.6.apakšnodaļa ir veltīta mēneša un gada vidējo vēju ātruma aprēķiniem 20-120 m augstumam. Šeit ir parādītas izmantoto aprēķinu formulas, kas ir atbilstošas vispārpieņemtai metodikai. Strukturāli 1.5. un 1.6. apakšnodaļas vairāk attiecas uz metodikas sadaļu.

Darba tālākajās sadaļās autors detalizēti izvērtē putnu migrāciju gan sezonālā skatījumā, gan telpiskā griezumā. No plašā materiāla klāsta skaidri iezīmējas zonas, kas ir būtiskas putnu migrācijai - visa Baltijas jūras, Rīgas līča piekraste, kā arī Vidzemes jūrmala. Šajā sadaļā tiek uzsvērts, ka migrējošo putnu sadursmes ar vēja ģeneratoriem notiek ļoti reti, bet tajā pat laikā veiktie pētījumi ir parādījuši, ka tie ir bīstami putniem, saucamajiem planētājiem (piemēram, klijānam), kuriem praktiski ir neiespējami stiprā vējā izvairīties no sadursmēm ar vēja ģeneratoriem. Tāpat mierīgu vietu trūkums pārlidojumos putniem var būt problemātisks. Jāmin, ka putnu migrācijai veltītā nodaļa ir plaša un rezultāti ir vispusīgi izvērtēti, kas ļauj pareizi novērtēt šos aspektus.

Kopumā apkopotais materiāls dod vispārīgu priekšstatu par vēja teritoriālo un vertikālo sadalījumu virs Latvijas teritorijas, bet ir vēlams veikt papildinājumus un precizējumus, lai izstrādātais materiāls varētu kalpot kā teorētiska un praktiski lietojama rokasgrāmata teritorijas novērtēšanai no enerģētiskā aspekta. Tomēr jāņem vērā, pirms izvēlēties konkrētas vēja ģeneratoru uzstādīšanas vietas, būtu nepieciešams apjomīgāks pētījums ar detalizētāku datu apstrādi un dažādu metodiku izmantošanu.

Recenzija sastādīta izmantojot arī LU Ģeogrāfijas un Zemes zinātņu fakultātes mācībspēku konsultācijas (doc.A.Briede).

Konsultants meteoroloģijas jomā, Evija Leitlande