

**KLAIPĖDOS UNIVERSITETAS
JŪRŲ TECHNIKOS FAKULTETAS
ELEKTROTECHNIKOS KATEDRA**

Tvirtinu: _____

2010 06

Katedros vedėja doc.dr.Eleonora Guseinoviėnė

MAŽOS GALIOS VĖJO JĖGAINĖS
MAGISTRO TEZĖS

Vadovas: doc.dr.Eleonora Guseinoviėnė
2010 06

Studentas: Valdas Kučinskas, TMPE-08
2010 06

Recenzantai: _____
2010 06

2010 06

KLAIPĖDA
2010

TURINYS

ĮVADAS.....	6
1. VĖJO ENERGIJOS PANAUDOJIMAS ISTORIJOJE.....	7
2. ELEKTROS APKROVOS.....	7
2.1. Vardinė galia	8
2.2. Vidutinės apkrovos.....	10
2.3. Vidutinės kvadratinės apkrovos.....	11
2.4. Maksimalios apkrovos.....	12
2.5. Skaičiuojamosios apkrovos.....	12
2.6. Elektros apkrovų grafikai.....	13
2.7. Apkrovų grafikų ir apkrovų koeficientai.....	14
2.8. Naudojimo koeficientai.....	15
2.9. Jungimo koeficientas.....	17
2.10. Apkrautumo koeficientas.....	17
2.11. Apkrovos grafiko koeficientas.....	18
3. VIDAUS TINKLŲ APSAUGA.....	20
3.1. Perkrovos.....	20
3.2. Apsauga lydziaisiais saugikliais.....	21
3.3. Apsauga automatiniais jungikliais.....	22
4. REAKTYVIOSIOS GALIOS KOMPENSAVIMAS.....	23
4.1. Elektros tinklų reaktyvioji galia.....	23
4.2. Reaktyviosios galios šaltiniai.....	25
5. VĖJO ENERGIJOS CHARAKTERISTIKOS.....	28
5.1. Vėjo susidarymas ir jo cirkuliacija.....	28
5.2. Vėjo greitis ir kryptis.....	30
5.3. Kalvos efektas.....	31
5.4. Vėjo galia ir energija.....	32
5.5. Vėjo greičio ir krypties matavimai	35
6. VĖJO TURBINOS VEIKIMO PRINCIPAS.....	36
6.1. Rotoriaus aerodinamika	36
7. SINCHRONINĖS MAŠINOS.....	37

7.1. Sinchroninės mašinos sandara.....	38
7.2. Sinchroninės mašinos veikimas.....	38
7.3. Sinchroninės mašinos žadinimas.....	39
7.4. Naudojamų sinchroninių generatorių aprašymas.....	40
7.5. Temperatūros daviklis.....	41
8. TYRIMAS.....	42
8.1. Individualaus namo vartotojai.....	42
8.2. Elektros energijos suvartojimas.....	51
8.3. Vėjo greičio duomenys.....	53
8.4. Metiniai vėjo greičio duomenys.....	59
9. VĖJO JĖGAINĖS.....	62
9.1. Naudojamos vėjo jėgainės.....	62
9.2. H6.4-5000W.....	63
9.3. Evance iskra R9000.....	64
9.4. Saip 3kW.....	65
9.5. WINDcore1500.	66
9.6. Vėjo jėgainės elementai.	69
IŠVADOS.....	71
LITERATŪRA.....	72
PRIEDAI.....	73

Anotacija

Kasmet vis didėja elektros energijos suvartojimas individuliuose namuose, nes naudojama vis daugiau elektros prietaisų, o tai didina išlaidas elektros energijai. Daugelis ima svarstyti, kad geriau įsirengti nuosavą vėjo jėgainę, kuri šias problemas išspręstu ir padėtų tausoti gamtą. Tirtos realios keturių skirtingų nominalių galingumų jėgainės. Skaičiavimais pagrįsta, kad Klaipėdos rajono teritorija paskirstyta į keletą dalių. Mažos galios vėjo jėgainės geriausios sąlygos vystyti pajūrio zonoje, pagal Klaipėdos meteorologinės stoties duomenis, jos aprūpintų naujos statybos gyvenamąjį namą elektros energija ištisus metus. Klaipėdos rajono centre atlikti skaičiavimai įrodo kad mažos galios vėjo jėgainės negali visus metus aprūpinti elektros energija tirtą gyvenamąjį namą.

Every year, increasing electricity power consumption of personal as home, because the increase in the use of electrical appliances, which increases the cost of electricity. Many consider the charges that it is better to install their own small wind turbine to solve these problems and help conserve nature. Used real four different capacities of small wind turbines. Calculations based on the territory of Klaipeda region divided into several parts.

Small wind turbine the best conditions for the development is coastal area, according to the meteorological station data in Klaipeda, the pool of new construction residential home electricity throughout the year. Klaipeda region in the center of the calculations show that a small wind turbines can not provide electricity all the years under investigation in a residential electric power house.

Problema: Nuolat didėjantis elektros energijos suvartojimas ir kylančios kainos, verčia individualių namų savininkus ieškoti alternatyvių būdų, kaip pasigaminti reikiamą elektros energijos kiekį. Visi perspektyvoje regi atsinaujinančius energijos šaltinius, kurie neteršia gamtos.

Tikslas Išsiaiškinti ar individualiuose gyvenamuosiuose namuose, kur nėra elektros energijos tiekimo linijų arba jos yra, galima pastačius vėjo elektrinę, ištikus metus, aprūpinti elektros energija gyvenamąjį namą.

Uždaviniai: Suplanuoti individualaus mano elektros energijos vartotojus. Sudaryti namo apkrovos grafikus. Sužinoti Klaipėdos rajone esančių vietovių metinį vėjo greitį. Išanalizuoti ar Klaipėdos rajone vėjo elektrinių statyba gali būti naudinga ir nustatyti kokio vidutinio minimalaus vėjo greičio reikia, kad vėjo jėgainės pagamintų reikiamą kiekį elektros energijos skaičiuojamam individualiam namui.

Atliekamas eksperimentas. Nustatomas gyvenamojo namo elektros energijos poreikis kiekvienai dienai. Sudaromi apkrovos grafikai skirtingiems sezonams. Surenkami duomenys iš metrologinių stočių apie Klaipėdos rajono vėjų greičio išsidėstymą. Parenkant realias vėjo jėgaines nustatyti minimalų vėjo greitį, kad būtų visiškai aprūpintas gyvenamasis namas elektros energija.

Tyrimo prielaidos: Bus analizuojamos keturios skirtingų nominalių galių vėjo jėgainės ir stengiamasi jas simuliuoti su gautais vėjo greičio duomenimis ir išsiaiškinti ar individualiam namui užtektų elektros energijos vien pagamintos atsinaujinančiu energijos šaltiniu.

ĮVADAS

Energija yra žmonijos ekonominės plėtros pagrindas. Be energijos negalima pagerinti nei atskiro žmogaus, nei visuomenės gyvenimo. Todėl siekiant pažangos besivystančiose šalyse numatomas spartus energijos augimas.

Viena didžiausių problemų ta, organinio kuro atsargos yra baigtinės ir nepaliaujamai senkas. Esamų jos atsargų užteks vos keliems dešimtmečiams. Europos Sąjungoje vidinių energijos išteklių dabar užtenka patenkinti jau tik pusei jos poreikių, o esami ištekliai pastebimai senka, o energijos suvartojimas kaskart auga.

Tokia situacija sukuria ekonominę priklausomybę nuo energijos išteklių tiekėjų – juos eksportuojančių šalių. Todėl auga elektros energijos kaina, kuri kiekvieną mėnesį mažina šeimų biudžetus. Visi nori viena kartą investuoti, kad ir didesnę sumą protingai ir naudotis nemokama elektros energija savo reikmėms patenkinti.

Antroji nemažiau svarbi ne tik Europos Sąjungai, bet ir pasaulinė problema – vis didėjantis aplinkos teršimas deginant organinį kurą ir jo sąlygota globalinė klimato kaita. Dėl to kasmet didėja ir stiprėja gamtos stichijų siautėjimas, daugėja nuostolių ir sugriovimų. Prognozuojamas globalinis energijos vartojimo didėjimas, todėl į atmosferą bus proporcingai išmetama ir kenksmingų ir klimato pokyčius lemiančių atliekų. Siekiant sustabdyti globalinį atšilimą ir išvengti su juo susijusių problemų, būtina apriboti ir mažinti CO₂ dujų emisijos lygį. Didžioji išleidžiamos CO₂ dalis tenka elektros bei šilumos gamybos pramonei.

Šioms problemoms spręsti ir visuomenės geresniam vystimuisi užtikrinti nėra kitos alternatyvos kaip mažinti energijos vartojimą didinant jos vartojimo efektyvumą, taip pat vis didesnę dalį iškastinio kuro keisti atsinaujinančiais energijos šaltiniais. Toks alternatyvus atsinaujinantis energijos šaltinis – vėjo energija. Šie ištekliai yra natūralūs ir neišsenkami.

1. Vėjo energijos panaudojimas istorijoje

Istorijos šaltiniai teigia, kad vėjo energija Vidurio Rytuose buvo naudojama prieš 4000 metų. Europoje pirmą kartą vėjo malūnas paminėtas 833 metais. Tačiau nieko negalima pasakyti apie jo tipą. Prancūzijoje jie pasirodo XII a., Anglijoje, Nyderlanduose, Vokietijoje ir Čekijoje XIII a. Lietuvoje XIV a.

Pirmieji iš balų su malūnais susipažino prie Baltijos jūros gyvenę senieji prūsai. Be abejo pirmieji vėjo malūnai buvo stiebiniai. Kepuriniai Lietuvoje plinta XVIII a. Didžiausia vėjo malūnų sankaupa Lietuvoje, kaip matyti iš 1777 metų iliustracijos, buvo pajūryje, Žemaitijoje. Juo toliau į rytus juo vėjo malūnų mažiau. Nemirsetos – Klaipėdos ruože vien Kretingalės apylinkėse jų buvo 12.

Daugiausia vėjo malūnų buvo Klaipėdos, Panevėžio, Šiaulių, Naumiesčio, Vilkaviškio apskrityse. XIX a. antrosios pusės kartografiniais duomenimis. Lietuvoje buvo apie 200 vėjo malūnų. XX. Jų ir toliau sparčiai daugėjo. Vėjo malūnuose jau buvo įdiegiami ir atsarginiai šiluminiai varikliai, kartu atsiranda malūnų tik su šiluminiais varikliais.

Vieta malūnams statyti buvo parenkama labai apdairiai. Pirmieji jie plito prie didelių upių t.y. pagal senuosius tradicinius kelius. Statoma buvo lygumose, vietose kur pučia tolygūs, nesubūriuoti vėjai. Ten kur reljefas raižytas, vėjo malūnus stengdavosi statyti ant lengvai kylančios kalvos. Buvo žiūrima kad malūno neužstotų aukšti pavieniai medžiai, miškai ir trobesiai. Jeigu būdavo sunku išvengti užuovėjos malūną iškeldavo ant kelių metrų aukščio pamato. Miesteliuose ir miestuose malūnai taip pat buvo statomi ant aukšto pamato.

Lietuvoje vyrauja šiaurės vakarų vėjai, o geriausia tinkami sukti ginas, sunkūs šiaurės vėjai, todėl malūnai statomi gyvenviečių ar trobesių vakariniame arba šiauriniame pakraštyje.

2. ELEKTROS APKROVOS

Projektuojant elektros energijos tiekimo ir paskirstymo sistemas, labai svarbu teisingai ir tiksliai nustatyti elektros apkrovas. Nuo to kaip tiksliai jos bus nustatytos, priklauso visų sistemos elementų parinkimas ir techniniai-ekonominiai rodikliai: sistemos įrengimo kaina, spalvotojų metalų kiekis, elektros energijos nuostoliai, eksploatacinės išlaidos. Nuo elektros apkrovų priklauso, kiek bus sunaudota atskirų imtuvų, imtuvų grupių, visos elektros energijos.

Projektuojant ir eksploatuojant elektros energijos tiekimo ir paskirstymo sistemas, pagrindiniai yra šie apkrovų rodikliai:

- Aktyvioji galia P;
- Reaktyvioji galia Q;
- Srovė I.

Individualaus namo elektros energijos tiekimo sistemų skaičiavimams naudojamos tokios elektrinių apkrovų vertės:

- Vidutinės apkrovos per labiausiai apkrautą laiko periodą – skaičiuojamajai apkrovai ir sunaudojamai elektros energijai nustatyti‘
- Aktyviųjų ir reaktyviųjų galių arba srovių pusės valandos srovės maksimumas – energijos tiekimo sistemos elementams pagal iššilimą, įtampos kritimą ir nuostoliu parinkti;
- Srovės smūgiai – įtampos svyravimams nustatyti ir apsaugos aparatams parinkti.

2.1. Vardinė galia

Vardinė (arba įrengtoji) elektros energijos imtuvų galia yra gana patogus pradinis dydis skaičiuojant elektros apkrovas, nes paprastai jį būna žinomas. Ilgalaikė pagal iššilimą leidžiama visų grupės imtuvų suminė vardinė galia leidžia apytiksliai nustatyti grupinės skaičiuojamosios apkrovos viršutinę ribą.

Elektros energijos imtuvo vardinė (nominali) galia – tai galia, kuri įrašyta imtuvo firminėje lentelėje arba jo pase. Elektros variklio vardinė aktyvioji galia P_n – tai visiškai apkrauto variklio išvystoma galia, perduodama mechanizmui, esant vardinei įtampai. Kitų elektros energijos imtuvų vardinė aktyvioji galia – tai iš tinklo imama galia, esant vardinei įtampai.

Perskaičiuojama ilgalaikiam darbo režimui (kai $\varepsilon = 1$ arba 100 %) taip:
elektros varikliams

$$P_n = P_{nt} \sqrt{\varepsilon_{nt}} ; \quad (1)$$

čia: p_n – vardinė variklio aktyvioji galia;

P_{nt} – kartotinio trumpalaikio darbo režimo imtuvų vardinė galia

ε_{nt} – santykinė jungimo trukmė.

transformatoriams

$$S_n = S_{nt} \sqrt{\varepsilon_{nt}} ; \quad (2)$$

čia: S_n – vardinė transformatoriaus galia;

S_{nt} – kartotinio trumpalaikio darbo režimo imtuvų vardinė galia

ε_{nt} – santykinė jungimo trukmė.

Elektros energijos imtuvas įrenginiams su ne vieno variklio pavara yra visas įrenginys, o kranų įrenginiams – kiekvieno kranų mechanizmo elektros pavara. Imtuvo vardinė reaktyvioji galia – tai reaktyvioji galia, kurią imtuvas ima iš tinklo (ženklas +) arba atiduoda į tinklą (ženklas -), esant vardinei aktyviajai galiai ir vardinei įtampai (sinchroniniams varikliams – ir esant vardinei žadinimo srovei arba vardiniam galios koeficientui). Kartotinio trumpalaikio darbo režimo imtuvų reaktyvioji galia taip pat perskaičiuojama ilgalaikiam darbo režimui:

$$q_n = q_{nt} \sqrt{\varepsilon_{nt}} \quad (3)$$

čia: q_n – vardinė variklio reaktyvioji galia;

q_{nt} – kartotinio trumpalaikio darbo režimo imtuvų vardinė reaktyvioji galia;

ε_{nt} – santykinė jungimo trukmė.

Grupinė (imtuvų grupės) vardinė aktyvioji galai – tai atskirų imtuvų vardinių aktyviųjų galių suma:

$$P_n = \sum_{i=1}^n P_{ni} \quad (4)$$

Grupinė (imtuvų grupės) vardinė reaktyvioji galai – tai atskirų imtuvų vardinių reaktyviųjų galių suma:

$$Q_n = \sum_{i=1}^n q_{ni} \quad (5)$$

Analogiškai randamos ir vardinės srovės:

$$i_n = \frac{S_{nt} \sqrt{\varepsilon_{nt}}}{\sqrt{3}U_n}; I_n = \frac{\sqrt{P_n^2 + Q_n^2}}{\sqrt{3}U_n} \quad (6)$$

čia: i_n – vardinė variklio srovė;

S_{nt} – kartotinio trumpalaikio darbo režimo imtuvų vardinė galia

ε_{nt} – santykinė jungimo trukmė;

P – aktyvioji galia;

Q – reaktyvioji galia;

U – įtampa.

Vienfazės srovės imtuvai, kurie jungiami prie fazinių ar linijinių įtampų ir tolygiai paskirstyti tarp trifazio tinklo fazių, skaičiuojant įvertinami kaip tokios pat suminės galios trifaziai imtuvai. Vienfazių imtuvų negalima tolygiai paskirstyti tarp trifazio tinklo fazių, nustatoma trifazė santykinė galia P_{ns} , kurios dydis priklauso nuo imtuvų skaičiaus ir jungimo schemos.

2.2. Vidutinės apkrovos

Kintančio dydžio vidutinė vertė yra to dydžio pagrindinė statinė charakteristika, todėl pastovios vidutinės apkrovos apibūdina realiai kintančias apkrovas. Grupė elektros energijos imtuvų suminė vidutinė apkrova leidžia apytiksliai įvertinti skaičiuojamosios grupės apkrovos apatinę ribą.

Vieno imtuvo vidutinė aktyvioji arba reaktyvioji galia apskaičiuojama tam tikram laiko momentui – ciklui:

$$P_{vid} = \frac{\int_0^{t_c} p dt}{t_c}; Q_{vid} = \frac{\int_0^{t_c} q dt}{t_c}, \quad (7)$$

čia: t_c – ciklo trukmė (para, savaitė, mėnuo ir pan.);

$$\int_0^{t_c} p dt = W_a - \text{per ciklo laiką sunaudota aktyvioji galia};$$

$$\int_0^{t_c} q dt = W_r - \text{per ciklo laiką sunaudota reaktyvioji galia}.$$

Vidutinė vieno imtuvo srovė:

$$i_{vid} = \frac{1}{\sqrt{3} \cdot U_n \cdot t_c} \int_0^{t_c} \sqrt{p^2 + q^2} dt \cong \frac{\sqrt{P_{vid}^2 + Q_{vid}^2}}{\sqrt{3} \cdot U_n}. \quad (8)$$

Eksploatuojamoms įmonėms ir individualiems namams vidutinės apkrovos gali būti nustatomos pagal energijos matavimo prietaisų rodmenis.

Grupės imtuvų vidutinė aktyvioji ir reaktyvioji galai:

$$P_{vid} = \frac{W_a}{t_c}; Q_{vid} = \frac{W_r}{t_c}. \quad (9)(10)$$

čia: P_{vid} – vidutinė aktyvioji galai;

W_a – imtuvo reaktyvioji galia;

t_c – ciklo trukmė;

Q_{vid} – vidutinė aktyvioji galai;

W_r – imtuvo reaktyvioji galia;

Vidutinė srovė:

$$I_{vid.} = \frac{\sqrt{P_{vid.}^2 + Q_{vid.}^2}}{\sqrt{3} \cdot U_n} = \frac{P_{vid.}}{\sqrt{3} \cdot U_n \cdot \cos \varphi}. \quad (11)$$

Vidutinė pilnutinė galai:

$$S_{vid.} = \sqrt{P_{vid.}^2 + Q_{vid.}^2}. \quad (12)$$

Grupės imtuvų (grupinė) vidutinė aktyvioji (reaktyvioji) galia yra lygi atskirų imtuvų, sudarančių tą pačią grupę, aktyviųjų (reaktyviųjų) galių sumai:

$$P_{vid.} = \sum_{i=1}^n P_{vid.}; Q_{vid.} = \sum_{i=1}^n Q_{vid.}. \quad (13)$$

Pagrindiniai dydžiai skaičiuojant imtuvų grupių apkrovas yra vidutinės apkrovos $P_{vid.}$ ir $Q_{vid.}$ per labiausiai apkrautus intervalus (kai nagrinėjamos imtuvų grupės sunaudoja daugiausiai elektros energijos).

2.3. Vidutinės kvadratinės apkrovos

Galios nuostoliai imtuvuose ir linijose proporcingi srovės kvadratui. Nagrinėjant energijos perdavimo sistemos ar atskirų jos elementų išilimą, kuris priklauso nuo nuostolių dydžio, galima naudotis ekvivalentinėmis apkrovomis. Ekvivalentinė srovė – tai srovė, kuri sukuria tokius pat nuostolius, kaip ir reali, kintančio dydžio srovė per nagrinėjamą laiko tarpą (ciklą):

$$I_e = \sqrt{\frac{1}{t_c} \int_0^{t_c} i^2 \cdot dt}. \quad (14)$$

Analogiškai randama ekvivalentinė aktyvioji galai:

$$P_e = \sqrt{\frac{1}{t_c} \int_0^{t_c} p^2 \cdot dt}. \quad (15)$$

Ekvivalentinė reaktyvioji galia skaičiuojama kai reikia įvertinti elektros energijos nuostolių sumažėjimo efektą. Naudojant reaktyviosios galios kompensavimo ir $\cos \varphi$ gerinimo priemones:

$$Q_e = \sqrt{\frac{1}{t_c} \int_0^{t_c} q^2 \cdot dt}. \quad (16)$$

2.4. Maksimalios apkrovos

Maksimalios aktyviosios, reaktyviosios ir pilnutinės galios arba srovės (p_m, q_m, s_m, i_m – atskiriems imtuvams, P_m, Q_m, S_m, I_m – grupei imtuvų) apkrovos yra didžiausios iš galimų vidutinių verčių per tam tikrą laiko tarpą.

Pagal trukmę skirstomos dvi maksimaliųjų apkrovų rūšys:

- Maksimalios ilgalaikės įvairios trukmės (10, 15, 30, 60 min.) apkrovos nustatomos parenkant elektros energijos tiekimo sistemos elementus pagal išilimą ir skaičiuojant maksimalius nuostolius;
- Maksimalios trumpalaikės apkrovos (1-2 s.) nustatomos skaičiuojant įtampos svyravimus, įtampos kritimą tinkluose, parenkant komutacinę ir apsaugos aparatūrą (saugiklius, automatinius jungiklius ir kt.).

2.5. Skaičiuojamosios apkrovos

Skaičiuojamoji elektros energijos tiekimo sistemos elementų apkrova pagal leidžiamą išilimą – tai ilgalaikė pastovios apkrovos pagal išilimo poveikį ekvivalenti realiai kintamai apkrovai. Elektros energijos tiekimo elementų išilimą tiesiogiai lemia srovės kitimas $i(t)$, tačiau praktiniams skaičiavimams patogiau nustatyti skaičiuojamąsias apkrovas pagal aktyviają galią $p(t)$. Kadangi aktyvioji skaičiuojamoji galia:

$$P_{sk} = \sqrt{3} U_n \cdot I_{sk} \cdot \cos \varphi, \quad (17)$$

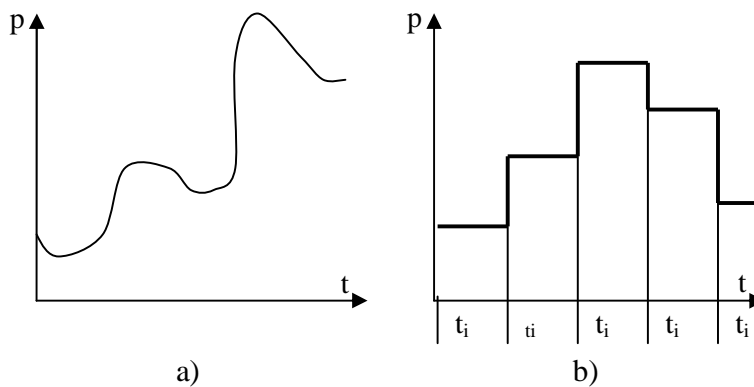
Jai surasti būtina žinoti $\cos \varphi$. Kintant apkrovai, keičiasi ir galios koeficientas, todėl skaičiuojant naudojamosi vidutine $\cos \varphi$ verte per nagrinėjamą laiko tarpą T , būdingą tam tikros grupės elektros energijos imtuvams ir technologiniams procesams. Vidutinis galios koeficientas:

$$\cos \varphi_T = \frac{W_{at}}{\sqrt{W_{at}^2 + W_{rt}^2}}, \quad (18)$$

čia: W_{aT}, W_{rT} – per laiką T sunaudota aktyvioji ir reaktyvioji energija.

2.6. Elektros apkrovų grafikai

Aktyviosios, reaktyviosios galios arba srovės kitimo laike grafikas yra vadinamas apkrovos grafiku. Elektros apkrovas galima stebėti vizualiai, naudojantis matavimo prietaisais, o jų kitimą laike registruoti arba naudoti prietaisus įrašančius matavimo duomenis (1.a.pav.), arba užrašant matavimo prietaisų rodmenis vienodais laiko intervalais t_i (1.b.pav.).



1.a. pav. Aktyviosios galios apkrovos grafikas, sudarytas naudojantis prietaisais įrašančiais duomenis.

1.b. pav. Aktyviosios galios apkrovos grafikas, sudarytas pagal matavimo prietaisų rodmenis.

Apkrovos grafikai skirstomi į:

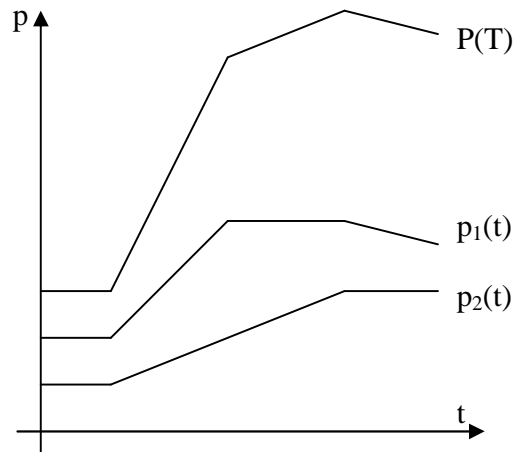
- Individualius, sudaromus atskiriems elektros energijos imtuvams $p(t)$, $q(t)$, $i(t)$;
- Grupinius, sudaromus imtuvų grupėms $P(T)$, $Q(T)$, $I(T)$.

Grupiniai apkrovos grafikai, kai grupėje yra n imtuvų, gaunami sumuojant individualius grafikus (pav.):

$$P(T) = \sum_{i=1}^n p_i(t), Q(T) = \sum_{i=1}^n q_i(t), I(T) = \frac{\sqrt{P^2 + Q^2}}{\sqrt{3} \cdot U_n}, \quad (19)$$

Arba, kai visų grupės imtuvų galios koeficientai ($\cos\varphi$) yra panašaus dydžio:

$$I(T) = \sum_{i=1}^n i_i(t). \quad (20)$$



2. pav. Grupinis $P(T)$ ir individualūs $p(t)$ aktyviosios galios apkrovos grafikai

Individualūs grafikai naudojami, kai reikia rasti atskirų galingų imtuvų apkrovas. Projektuojant įmonių, individualių namų, gamyklų elektros energijos sistemas, naudojamosi grupiniais elektros energijos apkrovos grafikais – nuo atskirų imtuvų grupių, cechų, kambarių iki visos įmonės arba individualaus namo apkrovos grafiku. Apkrovos grafikai leidžia nustatyti visos įmonės arba individualaus namo sunaudojamą aktyviąją ir reaktyviąją energiją, teisingai ir racionaliai parinkti elektros energijos šaltinius ir sudaryti optimalią elektros energijos tiekimo schemą.

Kiekvienas gyvenamasis namas turi skirtingus, ir tik jam būdingus apkrovos grafikus, nes imtuvai (TV, PC, Šaldytuvas ir kt.) naudoja elektros energiją tik pagal šeimos narių individualius veiksmus.

2.7. Apkrovų grafikų ir apkrovų koeficientai

Skaičiuojant apkrovas naudojami koeficientai, apibūdinantys elektros energijos imtuvų darbo režimus pagal galią arba laiką. Apkrovų grafikų koeficientai nustatomi individualiems ir grupiniams grafikams pagal aktyviąją, reaktyviąją, pilnutinę galią arba srovę. Sudaryta tokia koeficientų žymėjimo sistema:

- Individualių grafikų koeficientai žymimi raide k , grupių – K ;
- Koeficiento pavadinimas žymimas jo pavadinimo pirmosios raidės indeksu;

- Visi aktyviosios galios grafikų koeficientai žymimi papildomu indeksu a, reaktyviosios galios – r , srovės – i.

2.8. Naudojimo koeficientas

Tai pagrindinis koeficientas, kuriuo dažnai naudojamosi skaičiuojant apkrovas. Imtuvo arba grupės imtuvų aktyviosios galios naudojimo koeficientu k_{na} , arba K_{na} , vadinamas atskiro imtuvo arba imtuvų grupės vidutinės aktyviosios galios santykis su vardine (instaliuota) galia.

$$k_{na} = \frac{P_{vid.}}{P_n}; K_{na} = \frac{P_{vid.}}{P_n} = \frac{\sum_1^n k_{na} P_n}{\sum_1^n P_n}. \quad (21)(22)$$

čia: k_{na} – aktyviosios galios naudojimo koeficientas;

p_{vid} – vidutinė imtuvo galia;

p_n – nominali imtuvo galia;

K_{na} – vidutinė aktyvioji galios santykis su vardine;

P_{vid} – vidutinė aktyvioji galia;

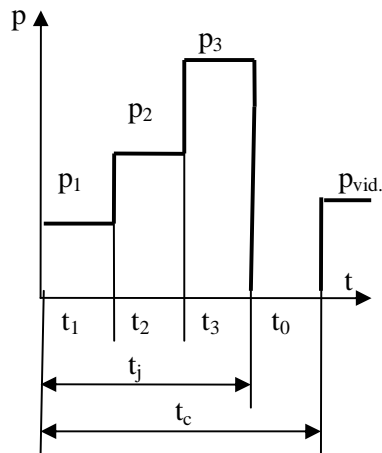
P_n – nominali imtuvo galia.

Vieno imtuvo aktyviosios galios apkrovos grafikas. Turint apkrovos grafiką galima surasti vidutinę aktyviają galią duotam darbo ciklui (t_c) ir apskaičiuoti aktyviosios galios naudojimo koeficientą vienam imtuvui:

$$k_{na} = \frac{P_1 t_1 + P_2 t_2 + P_3 t_3}{P_n (t_1 + t_2 + t_3 + t_0)} = \frac{\sum P_i t_i}{P_n \sum t_i} = \frac{W_a}{W_{an}}, \quad (23)$$

čia: W_a – sunaudota aktyvioji energija;

W_{an} – energija kuri galėtų būti sunaudota per tą patį laiką, jei imtuvas būtų visiškai apkrautas.



3 pav. Aktyviosios galios apkrovos grafikas

Grupės imtuvų aktyviosios galios naudojimo koeficientui nustatyti galima naudoti grupinius apkrovos grafikus, kuris sudaromas kaip atskirų imtuvų aktyviosios galios apkrovos grafikų suma. Remiantis grupių grafiku, randama grupės imtuvų vidutinė aktyvioji galia ir naudojimo koeficientas.

Analogiškai randami naudojimo koeficientai pagal reaktyviają galią:

$$k_{nr} = \frac{q_{vid.}}{q_n}; K_{nr} = \frac{Q_{vid.}}{Q_n} = \frac{\sum_1^n k_{nr} q_n}{\sum_1^n q_n} \quad (24)$$

čia: k_{nr} – reaktyviosios galios naudojimo koeficientas;

$q_{vid.}$ – vidutinė reaktyvioji imtuvo galia;

q_n – reaktyvioji imtuvo galia;

K_{nr} – vidutinė aktyvioji galios santykis su vardine;

$Q_{vid.}$ – vidutinė reaktyvioji galia;

Q_n – reaktyvioji imtuvo galia.

ir srovę

$$k_{ni} = \frac{i_{vid.}}{i_n}; K_{ni} = \frac{I_{vid.}}{I_n} = \frac{\sum_1^n k_{ni} i_n}{\sum_1^n p_n}. \quad (25)$$

čia: k_{ni} – srovės naudojimo koeficientas;

i_{vid} – vidutinė imtuvo srovė;

i_n – imtuvo srovė;

K_{ni} – vidutinė srovės santykis su vardine;

i_{vid} – vidutinė srovė;

i_n – nominali imtuvo srovė.

2.9. Jungimo koeficientas

Jungimo (dar vadinamas jungimo trukmės) koeficientas – tai imtuvo įjungimo trukmės t_j santykis su viso ciklo trukme t_c . Įjungimo trukmę sudaro visas imtuvo darbo laikas ir tuščiosios veikos laikas. Individualiems imtuvams:

$$k_j = \frac{t_j}{t_c}. \quad (26)$$

Grupinis jungimo koeficientas

$$K_j = \frac{\sum_1^n k_j p_n}{\sum_1^n p_n}, \quad (27)$$

čia: $\sum_1^n k_j p_n$ - vidutinė imtuvų grupės per ciklą įjungta aktyvioji galia.

2.10. Apkrautumo koeficientas

Imtuvo arba imtuvų grupės aktyviosios galios apkrautumo koeficientas – tai faktiškai per jungimo laiką cikle naudojamos vidutinės aktyviosios galios santykis su vardine imtuvo (arba grupės imtuvų) galia:

$$k_{aa} = \frac{P_{vid.j}}{P_n}; K_{aa} = \frac{P_{vid.j}}{P_n}. \quad (28)$$

Kadangi vidutinė aktyvioji galia per jungimo laiką cikle.

$$P_{vid.j} = \frac{1}{t_j} \int_0^{t_c} p \cdot dt = \frac{P_{vid.} \cdot t_c}{t_j}, \quad (29)$$

Tai imtuvo aktyviosios galios apkrautumo koeficientas

$$k_{aa} = \frac{P_{vid.} \cdot t_c}{P_n \cdot t_j}. \quad (30)$$

Vidutinės aktyviosios galios santykis su vardine galia $\frac{P_{vid.}}{P_n} = k_{na}$ - aktyviosios galios naudojimo koeficientas, o $\frac{t_j}{t_c} = k_{ja}$ - jungimo trukmės koeficientas, tai aktyviosios galios apkrautumo koeficientą galima išreikšti kaip naudojimo ir jungimo trukmės koeficientų santykį:

$$k_{aa} = \frac{k_{ni}}{k_{ji}} \quad (31)$$

ir reaktyviają galią:

$$k_{ar} = \frac{k_{nr}}{k_{jr}}. \quad (32)$$

Apkrautumo koeficientas kaip ir jungimo koeficientas, tiesiogiai susijęs su imtuvo ar grupės imtuvų naudojimu ir keičiasi, kintant darbo režimams.

2.11. Apkrovos grafiko formos koeficientas

Individualaus arba grupinio apkrovų grafiko formos koeficientu vadinamas imtuvo arba imtuvų grupės vidutinės kvadratinės (ekvivalentinės) srovės arba galios santykis su vidutine galia arba srove per tą patį laiko tarpą.

Individualių grafikų formos koeficientai pagal srovę, aktyviają ir reaktyviają galią:

$$k_{fi} = \frac{i_e}{i_{vid}}; k_{fa} = \frac{P_e}{P_{vid}}; k_{fk} = \frac{q_e}{q_{vid}}. \quad (33)$$

čia: k_{fi} – individualių grafikų formos koeficientas pagal srovę;

i_e – ekvivalentinė srovė;

i_{vid} – vidutinė srovė.

Grupinių apkrovos grafikų formos koeficientai:

$$K_{fi} = \frac{I_e}{I_{vid}}; K_{fa} = \frac{P_e}{P_{vid}}; K_{fj} = \frac{Q_e}{Q_{vid}}. \quad (34)$$

Grafiko formos koeficientas charakterizuoja apkrovos grafiko netolydumą. Grafiko formos koeficientas bus minimalus, t.y. $K_f = 1$, kai apkrova bus pastovi, nes tuo atveju $P_e = P_{vid}$. Kuo plačiau keičiasi srovė ar galia tuo didesnis K_f .

Grafiko formos koeficientą galima surasti pagal aktyviosios arba reaktyviosios energijos skaitiklių rodmenis. Kai visas apkrovos grafikas, kuriuo trukmė T , padalintas į m vienodų intervalų, ekvivalentinė galia per laiką T :

$$P_e = \sqrt{\frac{(P_1^2 + P_2^2 + \dots + P_m^2) \cdot \Delta T}{m \cdot \Delta T}} = \sqrt{\frac{1}{m} \cdot \sum_1^m P^2}. \quad (35)$$

čia: P_e – grafiko formos koeficientas;

$P_{1,2,\dots,m}$ – skaitiklių rodmenys aktyvioji galia;

q_n – reaktyvioji imtuvo galia;

ΔT – laiko skirtumas;

m – laiko intervalai.

Įvertinus tai, kad $P = \frac{\Delta W_a}{\Delta T}$, o vidutinė aktyvioji galia $P_{vid} = \frac{W_a}{T} = \frac{W_a}{m \cdot \Delta T}$, grafiko formos

koeficientą galima išreikšti taip:

$$K_{fa} = \frac{P_e}{P_{vid}} = m \cdot \Delta T \cdot \frac{\sqrt{\frac{\sum_1^m (\Delta W_a)^2}{m \cdot (\Delta T)^2}}}{W_a} = \sqrt{m} \cdot \frac{\sqrt{\sum_1^m (\Delta W_a)^2}}{W_a}. \quad (36)$$

Analogiškai gali būti rasti srovės, reaktyviosios ir pilnutinės galios grafikų formos koeficientai.

3. VIDAUS TINKLŲ APSAUGA

3.1. Perkrovos

Elektros energijos teikimo sistemos darbo metu galimos elektrinės, mechaninės ir šiluminės apkrovos, gerokai viršinančios normalaus darbo režimo apkrovos, todėl pavojingos sistemos elementams. Tokių apkrovų priežastis gali būti normalaus darbo režimo pažeidimai, sukeltantys nedideles perkrovas, pavojingas veikiant net labai trumpam laiko tarpui.

Svarbiausios ir dažniausios yra perkrovos, kurias sukelia elektros srovė.

Galimi tokie nenormalūs režimai:

- Srovės padidėjimas dėl perkrovų;
- Srovės padidėjimas paleidžiant variklius;
- Srovės padidėjimas dėl trumpųjų jungimų.

Tekant srovei (laiduose, kabeliuose, ir t.t.) išsiskiria šiluma ir srovinių dalių bei izoliacijos temperatūra didėja. Kai dėl padidėjusios srovės temperatūra viršija leistiną normą, izoliacijos tarnavimo laikas sutrumpėja. Esant nedidelėms perkrovoms, kaip apsaugą galima panaudoti signalizaciją, nurodančią pažeidimo vietą, ir likviduoti pažeidimo priežastį, neatjungiant svarbiausių energijos imtuvų. Tuo tarpu trumpieji jungimai imtuvuose, tinkluose ar generatoriuose gali sukelti pavojingus tiems įrenginiams pažeidimus, taigi apsaugos priemonės turi juos atjungti per trumpiausią laiką.

Atsižvelgiant į naudojamą aparatūrą, gali reaguoti į atitinkamus elektrinių arba neelektrinių dydžių pokyčius: srovės, įtampos, galios, varžos, fazės, dažnio, temperatūros ir pan. Galima skirti apsaugas reaguojančias į elektrinio ir neelektrinio dydžio didėjimą (maksimali apsauga), mažėjimą (minimali apsauga), dydžio keitimosi kryptį (kryptinė apsauga), dydžių skirtumą (skirtuminė apsauga).

Nepaisant paskirties ir veikimo principo, visos apsaugos rūšys apibūdinamos tokiais pagrindiniais rodikliais:

- Selektyvumas – apsaugos savybė atjungti tiksliai tą grandinės dalį, kurioje įvyko gedimas, paliekant tinkamai dirbančias dalis. Selektyvumas pasiekiamas parenkant apsaugos rūšį, poveikio parametrus ir trukmę.
- Poveikio trukmė – tai laikas nuo gedimo atsiradimo momento iki saugiklio lydžiojo įdėklo išsilydimo arba automatinio jungiklio kontaktų atidarymo.

- Veikimo zona – sistemos elementas arba elementų visuma, į kurių gedimus arba darbo režimo sutrikimus turi reaguoti sistema.
 - Jautrumas – apibūdinamas jautrumo koeficientu k_j ;
- maksimaliai apsaugai

$$k_j = \frac{X_{\min}}{X_p}, \quad (37)$$

minimaliai apsaugai

$$k_j = \frac{X_p}{X_{\max}} \quad (38)$$

čia: X_p – poveikio parametras, t.y. dydis kuriam nustatyta apsauga;

X_{\min} – minimali galima maksimalios apsaugos kontroliuojamo parametro, esant gedimui apsaugos veikimo zonoje, vertė;

X_{\max} – maksimali galima maksimalios apsaugos kontroliuojamo parametro, esant gedimui apsaugos veikimo zonoje, vertė; apsauga yra jautri kai $k_j \geq 1$;

- Nejautrumo zona – apsaugos veikimo zonos dalis, kurioje $k_j < 1$;
- Patikimumas – apsaugos paveikimas visais būtinais atvejais ir nepaveikimas, kai apsauga neturi paveikti, t.y. klaidingų poveikių nebuvimas.
- Pagrindinė nenormaliu ir avarinių režimų rūšis yra trumpieji jungimai, todėl trumpųjų jungimų atjungimo aparatai turi būti pajėgūs nutraukti grandinę, kai srovė tampa pavojinga tinkamam tinklo elementų darbui.

3.2. Apsauga lydžiaisais saugikliais

Apsaugai naudojami lydieji saugikliai – tai paprasčiausi ir gana patikimi maksimalios srovės apsaugos aparatai, naudojami ir žemos ir aukštos įtampos tinkluose. Lydieji saugikliai susideda iš korpuso, kurio viduje yra keičiamasis lydusis įdėklas (lydžiukas). Keičiamasis lydusis įdėklas gaminamas iš lengvai išsilydančio metalo (švino, cinko, jų lydinių). Įdėklas tai dirbtinai susilpninta elektros grandinės dalis.

Saugiklių apsauginės savybės negali būti reguliuojamos, jos nustatomos tokiais parametrais:

- U_{ns} – vardinė saugiklio įtampa;
- I_{ns} – vardinė saugiklio srovė, kuriai apskaičiuotos saugiklio srovinės dalys ir kontaktiniai sujungimai ilgalaikiam darbo režimui;

- I_{ni} – vardinė lydžiojo įdėklo srovė, kuriai esant įdėklas gali praleisti neišsilydindamas praktiškai neribotą laiką;
- I_{ma} – maksimali atjungimo srovė, kuriai esant įdėklas išsilydo be pavojingo elektros lanko ir nesugadina korpuso;
- Apsauginė arba ampersekundinė charakteristika.

Kai energijos tiekimo grandinėje nuo šaltinio iki imtuvo yra keletas saugiklių, turi būti išlaikytas apsaugos selektyvumas, t.y. gedimo atveju turi būti atjungta tik ta grandinės dalis, kurioje įvyko gedimas. Taip pasiekama parenkant saugiklių lydžiuosius įdėklus, kad kiekvieno kito įdėklo, einant nuo imtuvo šaltinio link, srovė skirtųsi nuo pirmesnio vienu laipsniu.

3.3. Apsauga automatiniais jungikliais

Automatiniai jungikliai yra geresni apsaugos aparatai negu lydieji saugikliai, todėl jie naudotini svarbiems objektams – ten, kur būdingas nenutrūkstamas maitinimas. Gaminami ir naudojami vienuoliai, dviejų polių ir trijų polių automatiniai jungikliai.

Automatiniai jungikliai kiekvienoje fazėje (poliuje) turi maksimalios srovės apsaugą (atkabiklį), kurį sudaro du elementai:

- Elektroterminis atkabiklis (dažniausiai bimetalinė plokštelė), kuris atjungia grandinę po tam tikro laiko, atsižvelgiant į srovės dydį, t.y. apsaugo grandinę nuo perkrovų.
- Elektromagnetinis atkabiklis staigiai atjungia saugomą grandinę, kai tik srovė joje pasiekia nustatytą vertę, t.y. apsauga nuo trumpųjų jungimų.

Be elektroterminių ir elektromagnetinių atkabiklių, kai kuriuose automatinuose jungikliuose būna įmontuoti nuotėkio srovės, atgalinės srovės, minimalios įtampos atkabikliai, taip pat laiko relės selektyvumui užtikrinti.

Apšvietimo tinkluose su įžeminta neutralia tikslinčiau naudoti vienuolius automatinius jungiklius – atsiradus įžemėjimui bus atjungta tik trečdalis imtuvų.

Automatinių jungtuvų privalumai:

- Automatiniais jungikliais galima greičiau negu saugikliais pakartotinai sujungti grandinę po avarinio jungimo;
- Trifaziuose tinkluose automatiniai jungikliai atjungia visas fazes iš karto, o naudojant saugiklius variklis gali likti pajungtas prie vienos ar dviejų fazių.

- Automatinių jungiklių maksimali atjungimo srovė didesnė už saugiklių;
- Lengvai įdiegiamas automatinių jungiklių distancinis valdymas.

4. REAKTYVIOSIOS GALIOS KOMPENSAVIMAS

Vienu svarbiausių uždavinių projektuojant ir eksploatuojant elektros energijos tiekimo sistemas yra reaktyviosios galios kompensavimas, reaktyviosios galios šaltinių parinkimas, jų galios skaičiavimas ir reguliavimas bei šaltinių išdėstymas energijos tiekimo sistemoje.

Reaktyviosios galios perdavimas dideliais atstumais nuo generavimo iki naudojimo vietos gerokai pablogina elektros energijos tiekimo sistemos techninius ir ekonominius rodiklius. Vis didesnę bendrųjų apkrovų dalį sudaro staigiai kintančios ir netiesinės apkrovos, naudojančios daug reaktyviosios galios.

4.1. Elektros tinklų reaktyvioji galia

Jeigu elektros energijos imtuvas prijungtas prie minusinės įtampos šaltinio $u = \sqrt{2} \cdot U \cdot \sin \omega t$ ir naudoja minusinę srovę $i = \sqrt{2} \cdot I \cdot \sin(\omega t - \varphi)$, atsiliekančią kampu φ nuo įtampos, tai imtuvo momentinė galia:

$$p = u \cdot i = 2U \cdot I \sin \omega t \cdot \sin(\omega t - \varphi) = U \cdot I \cos \varphi + U \cdot I \cos(2\omega t - \varphi), \quad (39)$$

Susideda iš dviejų dedamųjų, viena iš kurių yra pastovioji, o kita pulsuoja dvigubu dažniu. Pirmoji galios dedamoji – aktyvioji galia – apibūdina išskiriamą energiją per laiko vienetą naudingam darbui atlikti. Momentinės galios antrosios dedamosios – reaktyviosios galios – vidutinė vertė per laiką T yra lygi nuliui, taigi joks naudingas darbas neatliekamas, o tarp energijos šaltinio ir imtuvo vyksta energijos mainai.

Pilnutinę galią galima išreikšti:

$$S = \underline{UI}^* = UI \cdot e^{j\varphi} = UI \cos \varphi + jUI \sin \varphi = P + jQ, \quad (40)$$

čia: \underline{U} – įtampos kompleksas

I[“] – jungtinis srovės kompleksas.

Priimta jeigu srovė faze atsilieka nuo įtampos (induktyviosios apkrovos pobūdis), tai reaktyvioji galia naudojama, jos ženklas teigiamas, o jeigu srovė pralenkia įtampą, tai reaktyvioji galia generuojama, jos ženklas neigiamas. Generavimo ir naudojimo požymiu tarp reaktyviosios ir aktyviosios galių yra dideli skirtumai. Daugiau aktyviosios galios sunaudojama imtuvuose, o nuostoliai tinklo ir įrangos elementuose nedideli. Reaktyviosios galios nuostoliai gali būti artimo dydžio kaip ir imtuvų naudojama galia. Be elektros stočių generatorių, generuojančių aktyviąją ir reaktyviąją galią, reaktyviąją galia generuoja ir sinchroniniai kompensatoriai, sinchroniniai varikliai, kondensatorių baterijos, linijos.

Reaktyviosios galios gamybos koncentracija dažnai ekonomiškai netikslinga dėl kelių priežasčių:

1. Perduodant reaktyviąją galią atsiranda papildomų aktyviosios galios ir energijos nuostolių visuose elektros energijos sistemos elementuose, nes jie apkraunami reaktyviąja srove. Perduodant per elementą, kurio varža R , reaktyviąją galią Q ir aktyviąją P , aktyviosios galios nuostoliai bus:

$$\Delta P = \frac{P^2 + Q^2}{U^2} \cdot R = \frac{P^2}{U^2} R + \frac{Q^2}{U^2} R = \Delta P_a + \Delta P_r. \quad (41)$$

2. Perduodant reaktyviąją galią papildomai mažėja įtampa energijos tiekimo sistemos elementuose, ypač perdavimo linijose:

$$\Delta U = \frac{PR + QX}{U} = \frac{PR}{U} + \frac{QX}{U} = \Delta U_a + \Delta U_r. \quad (42)$$

3. Dėl reaktyviosios apkrovos mažėja tinklų pralaidumas, todėl tenka didinti oro ir kabelių linijų laidų skerspjūvį, pastočių transformatorių galią arba skaičių.

Išvardintus nuostolius galima mažinti arba gerinant imtuvų darbo režimą, arba naudojant specialius reaktyviosios galios kompensavimo įrenginius.

Dažnai rodiklis, kuris apibūdina reaktyviąją galią, yra galios koeficientas $\cos\varphi$,

$$S = \sqrt{P^2 + Q^2}; \frac{Q}{P} = \operatorname{tg}\varphi; \frac{P}{S} = \cos\varphi, \quad (43)$$

Tačiau jis neparodo realios reaktyviosios galios kitimo dinamikos. Pvz. pasikeitus galios koeficientui nuo 0,95 iki 0,94 reaktyviojo galia pasikeičia 10%, o pasikeitus $\cos\varphi$ nuo 0,99 iki 0,98 reaktyviosios galios prieaugis jau sudaro 42%. Todėl atliekant skaičiavimus patogiau naudotis

reaktyviosios ir aktyviosios galios santykiu $\frac{Q}{P} = tg\varphi$, kuri galima vadinti reaktyviosios galios koeficientu.

4.2. Reaktyviosios galios šaltiniai

Elektros įrenginių reaktyviajai galiai kompensuoti gali būti naudojami sinchroniniai varikliai, papildomai įrengti sinchroniniai kompensatoriai, kondensatoriai ir specialūs reaktyviosios galios šaltiniai. Aptarsime kondensatorius ir specialios paskirties statinius reaktyviuosius šaltinius, nes sinchroniniai varikliai ir sinchroniniai kompensatoriai daugiausia įrengiami įmonėse kur aktyvinės ir reaktyvinės apkrovos yra didelės, o šiuo atveju individualiam namui toks galingumas nereikalingas.

Kondensatoriai, atsižvelgiant į jų veikimo principą, ekvivalentiškai peržadintam sinchroniniam kompensatoriui ir gali dirbti tik kaip reaktyviosios galios generatorius. Galios koeficientui pagerinti skirti kondensatoriai (kosinusiniai), gaminami 0,23-10,5 kV įtampai, 50 Hz dažniui. Iki 1 kV įtampos kondensatoriai gaminami trifaziai, daugiau kaip 1 kV įtampos – vienfaziai. Iš atskirų kondensatorių renkamos reikiamos galios baterijos, kurios gali būti suskirstytos į sekcijas. Kondensatoriaus baterijos schema parenkama pagal kondensatorių techninius parametrus ir jų darbo režimą elektros tiekimo sistemoje.

Lentelė 1. Kondensatorių techniniai duomenys pateikti lentelėje

Tipas	Įtampa kV	Talpa μF	Galia kVAr
KM – 0,22	0,22	263	4
		590	8,97
		657	10
		674	10,2
		757	11,5
		806	11,3
KM – 0,38	0,38	220	10
		418	19
		480	21,7
		526	23,8
		552	25
		560	25,4

Kondensatoriaus reaktyviąją galią galima apskaičiuoti formule:

$$Q = 2\pi f \cdot C \cdot U^2 \cdot 10^{-3} \text{ (kVAr)} \quad (44)$$

čia: U – kondensatoriaus darbo įtampa, kV;

f – dažnis, Hz;

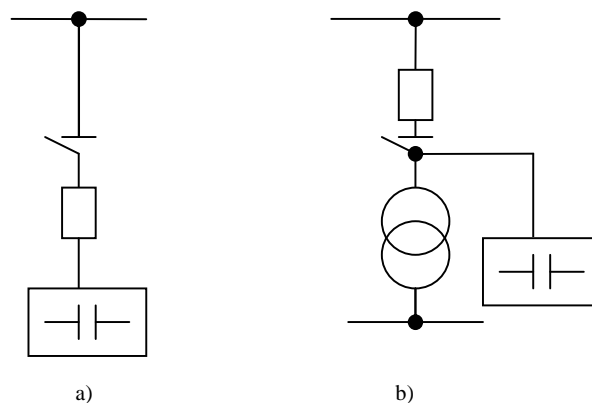
C – talpa, μF .

Gaminami komplektiniai reguliuojamieji kondensatorių įrenginiai 0,38 kV įtampos 150 - 750 kVAr (nuo 1 iki 5 sekcijų) ir nereguliuojamieji 6-10 kV įtampos 300 - 1050 kVAr (nuo 2 iki 7 sekcijų)

Lyginant su kaitais reaktyviosios energijos šaltiniais, aktyviosios energijos nuostoliai kondensatoriuose yra gerokai mažesni (0,0025 – 0,005kW/kVAr), paprastesnis įrengimas ir eksploatavimas. Be kondensatorių generuojamos reaktyviosios galios dydis priklauso nuo įtampos, jie jautrūs maitinančios įtampos iškraipymams, nepakankamai atsparūs trumpųjų jungimų srovėms ir viršįtampiams.

Kondensatorių įrenginiai gali būti individualūs, grupiniai ir centralizuoti. Individualūs įrenginiai jungiami tiesiai prie imtuvo gnybtų. Pagrindinis tokių įrenginių trūkumas – blogas kondensatorių išnaudojimas, nes atjungus imtuvą atsijungia ir kondensatoriai. Grupinius kondensatorių įrenginius, jungiamus prie skirstomųjų spintų, tikslinga naudoti, kai kondensatorių baterijos galia ne mažesnė kaip 30kVAr, kad nebūtų per didelių išlaidų jungiamiems aparatams, matavimo prietaisams, spintoms. Centralizuotai statomos kondensatorių baterijos jungiamos transformatorinės pastotės aukštosios įtampos pusėje. Šiuo atveju kondensatorių instaliuojamoji galia išnaudojama geriausiai.

Kondensatorių baterijos gali būti jungiamos prie tinklo įtampos arba atskiru jungiamuoju aparatu (5.a. pav.), arba bendru su galios transformatoriaus aparatu, asinchroniniu varikliu ar kitu energijos imtuvu (5.b. pav.), nepaisant kondensatoriaus baterijos įtampos.



5 pav. Kondensatorių baterijų jungimas prie tinklo

6 ir 10 kV kondensatoriaus baterijos dažniausiai statomos transformatorinės atskiroje patalpoje.

Jeigu jos jungiamos bendru su transformatoriumi jungiamuoju aparatu, tai baterijos galingumas rekomenduojamas ne mažesnis kaip 100kVAr, jei atskiru jungtuvu ne mažesnis nei 400 kVAr. Taisyklėse nurodyta, kad visa kondensatorių baterija turėtų akimirksniu veikiančią apsaugą nuo trumpojo jungimo srovių.

Jeigu baterijoje yra lygiagrečiai sujungtų kondensatorių, jų grupės nuo trumpojo jungimo srovių dar turi būti apsaugotos lydziais saugikliais, nepaisant to kad apsaugota visa baterija. Grupėje turi būti ne mažiau kaip penki kondensatoriai, o vienos grupės vardinė srovė ne didesnė nei 100 A. Būtina parinkti tokius saugiklius, kad būtų užtikrinta minimali ir maksimali trumpojo jungimo srovė, tame taške kur jie pastatyti. Kai įtampa aukštesnė nei 1000 V, reikia naudoti trumpojo jungimo srovę ribojančius saugiklius. Dviejų ar daugiau vienodų lygiagrečių šakų kondensatorių baterijai rekomenduojama naudoti apsaugą, kuri suveiktu atsiradus šių šakų ne vienodumams. Pavienių kondensatorių, bateriją ar jos dalį saugančio saugiklio ar jo įdėklo srovė turi būti ne didesnė kaip 160% visų saugomų kondensatorių vardinių srovių sumos; automatinio jungiklio ar maksimalios srovės relės suveikimo srovė – 110 % tos pačios srovės.

Kondensatorių baterijos srovinės dalys turi būti apskaičiuotos taip, kad termiškai išlaikytų ilgalaikę srovę, lygią 110% srovės, atitinkančia vardinę baterijos galia ir įtampa.

Kad atjungta kondensatoriaus baterija automatiškai išsikrautų, prie jos ar prie atjungiamų jos sekcijų, turi būti jungiami išlydžio rezistoriai.

Siekiant taupyti elektros energiją, iki 1000 V kondensatorių baterijoms išlydžio rezistorius būtina įrengti taip, kad normalaus baterijos darbo metu jie būtų atjungti ir prisijungtų automatiškai tik tada, kai baterija atjungiamas. Dažnai kondensatorių išlydžiui naudojamos aktyviosios varžos, sudarytos iš kaitinamųjų apšvietimo lempų. Išlydžio rezistorius gali pakeisti variklis, jei kondensatorių baterija prijungta tiesiogiai prie variklio gnybtų ar kitokios varžos. Išlydžio varžos dydis apskaičiuojamas formule:

$$R_{isl} \leq 15 \frac{U_f}{Q}, \quad (45)$$

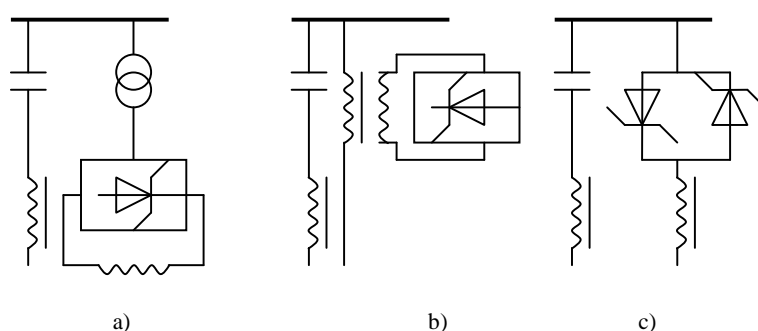
čia: U_f – tinklo fazinė įtampa, V;

Q – baterijos galia, kVAr.

Galios nuostoliai išlydžio rezistoriuose turi būti ne didesni nei 1W kiekvienam baterijos galios kVAr. Jei akumuliatorių išlydžiui naudojamos kaitinės lempos, jos dažniausiai jungiamos trikampi po dvi ar daugiau į kiekvieną trikampio kraštinę, atsižvelgiant į tai, kokios reikia varžos, ir kokia tinklo, prie kurio prijungta baterija, įtampa.

Statiniai reaktyviosios galios šaltiniai. Galingų imtuvų su staiga kintančia apkrova reaktyviosios galios smūgiai sukelia didelius maitinančios įtampos svyravimus. Tokie imtuvai kurie dažniausiai yra ir energijos tiekimo sistemos netiesiniai elementai, iškraipo įtampos ir srovės kreives. Tada kompensacini įrenginiai turi staigiai reaguoti į reaktyviosios galios pokyčius, turėti pakankamą reaktyviosios galios kompensavimo diapazoną.

Tokiems tikslams ir naudojami statiniai reaktyviosios galios kompensavimo įrenginiai. Pagrindiniai jų elementai yra kondensatoriai ir droselis – elektromagnetinės energijos kaupikliai ir tiristorinė valdymo sistema, užtikrinanti greitą energijos keitimą.



6 pav. Statiniai reaktyviosios galios kompensavimo įrenginiai

Žinomi reaktyviosios galios kompensavimo įrenginiai gali būti skirstomi į tokias grupes:

- tilteliniai reaktyviosios galios šaltiniai su energijos kaupikliu nuolatinės srovės pusėje (6.a. pav.)
- soties reaktoriai su netiesine voltamperine charakteristika (6.b.pav.)
- reaktoriai su tiesine voltamperine charakteristika ir nuosekliai sujungtais lygiagrečiai-priešingai valdomais tiristoriais (6.c.pav.)

5. VĖJO ENERGIJOS CHARAKTERISTIKOS

5.1. Vėjo susidarymas ir jo cirkuliacija

Vėjas – tai horizontalus atmosferos oro masių judėjimas, sąlygotas saulės energijos, išspinduliuotos į žemės paviršių, ir žemės rutulio sukimosi jėgų.

Oro masių judėjimas kyla dėl nevienodo Žemės ir vandens paviršiaus, o kartu ir dėl paviršinio oro išilimo veikiant Saulės spinduliams. Apie 1-2 % Saulės energijos, spinduliuojamos į Žemę, tenka globaliniam oro masių judėjimui sukelti.

Oro masių judėjimas parsideda todėl, kad išilęs oras tampa lengvesnis ir kyla į viršų, šaltas oras priešingai: leidžiasi į apačią. Kita priežastis dėl kurių masės pradeda judėti – tai slėgių skirtumas taip dviejų viename horizonte esančių skirtingų slėgio oro masių. Oro masės juda iš aukštesnio slėgio zonos į žemesnio slėgio zona tol, kol slėgiai susivienodina.

Žemės atmosfera, t.y. dujinis jos apvalkalas susideda iš penkių sluoksnių: troposfera, stratosfera, mezosfera, termosfera ir egzosferos. Kiekvieną sluoksnį nuo kito skiria pereinamasis sluoksnis pauzė, kuriame atmosferos parametrai lieka mažai tepakitę.

Nors atmosfera susideda iš keleto sluoksnių, tačiau vėjų sistema formuojasi apatiniame, pačiame tankiausiame atmosferos sluoksnyje – troposferoje. Troposferą nuo stratosferos skiria pereinamasis sluoksnis – tropopauzė. Troposferos aukštis ties pusiauju 17km., poliarinėje srityse 7 km. Ties Lietuva viršutinė troposferos riba svyruoja nuo 9,8 km. žiemą iki 11,2 km. vasarą.

Troposferoje yra susikaupę apie 80% visos oro masės. Kylant aukštyn, oro tankis sparčiai mažėja. Troposfera savo ruožtu skirstoma į paribio sluoksnį – nuo Žemės paviršiaus iki 1,5 km., ir laisvąją atmosferą. Paribio sluoksnyje oro savybės priklauso nuo apačioje esančio Žemės paviršiaus vietinių savybių.

Paribio sluoksnyje išskiriami dar du pasluoksniai: pažemio – nuo žemės paviršiaus iki 2 m. aukščio ir priežemio – nuo 2 m. iki 100 m. Pažemio sluoksnyje oro temperatūros, drėgmės, vėjo greičio gradientas yra didžiausias.

Vėjų sistema pagal vertikalę skirstoma į geostrofinį vėją ir paviršinį vėją. Geostrofinis vadinamas vėjas, kuris susidaro aukščiau kaip 1000m. aukštyje. Vėjas kuris veikai žemiau šios ribos, vadinamas paviršiniu veju. Geostrofinaima vėjui žemės paviršiaus sąlygos praktiškai neturi įtakos. Tačiau paviršinis vėjas yra labai stipriai veikiamas Žemės paviršiaus geografinių sąlygų. Vėjui iki 100 m. aukščio labai didelę įtaką turi Žemės paviršiaus nelygumai, įvairios kliūtys, kurie vadinami paviršiaus šiurkštumu.

Vėjų yra įvairiausių formų. Jie skirstomi:

- Globalieji;
- Sinoptiniai;
- Regioninius;
- Vietinius ;
- Individualiuosius.

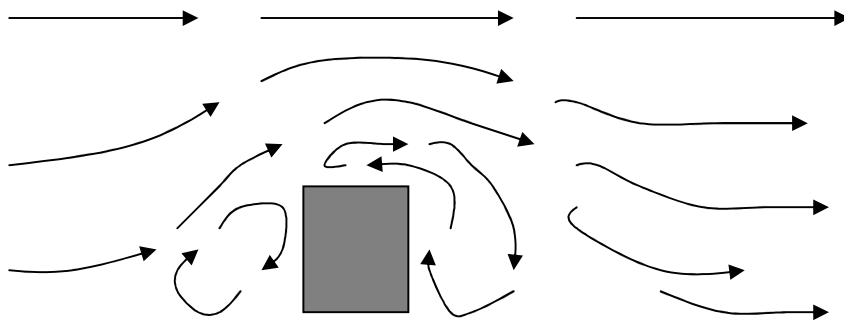
Globalinis vėjas susideda iš trijų sistemų: Hadley'aus cirkuliacijos celė, Ferrel'o cirkuliacijos celė ir Poliarinė cirkuliacijos celė.

5.2. Vėjo greitis ir kryptis

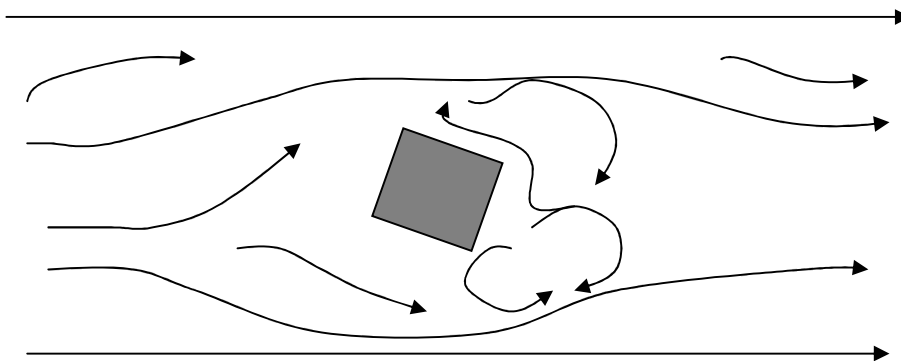
Didžiausi vėjų greičiai dominuoja tik vandenynuose ir jūrose vidutinėse geografinėse platumose Herrel'o cirkuliacijos celės juostoje ir yra ryškaus sezoninio pobūdžio. Į šį greičių diapazoną patenka ir Baltijos jūra.

Aukštųjų atmosferos sluoksnių vėjai yra daugiau ar mažiau homogeniški. Tačiau vėjas nuo žemės paviršiaus iki maždaug 1 km. aukščio yra labai stipriai veikiamas Žemės paviršiaus vietinių sąlygų. Apatiniuose atmosferose sluoksniuose vėjo greičiui didelę įtaką daro trintis į Žemės paviršių, kuris savo ruožtu apibūdinamas nelygumų dydžiu, jų formomis, formų konfigūracija, įvairiomis kitomis vėjo kliūtimis.

Įvairios kliūtys vėjo kelyje – pastatai, medžiai, kalvos ir pan. – gali iš esmės sumažinti vėjo greitį. Kliūčių pavėjinėje pusėje susidaro sūkuriai, turbulencinis oro judėjimas (7,8 pav.). Turbulencinis oro judėjimas labai ryškiai pastebimas didelių vėjų, audros metu, kai blaškosi vėjo gūšiai, sūkuriai, kuriuose dinamiškai kinta vėjo kryptys ir jo greitis. Paprastai kuo didesnis žemės nelygumas tuo mažesnis vėjo greitis prie jo.



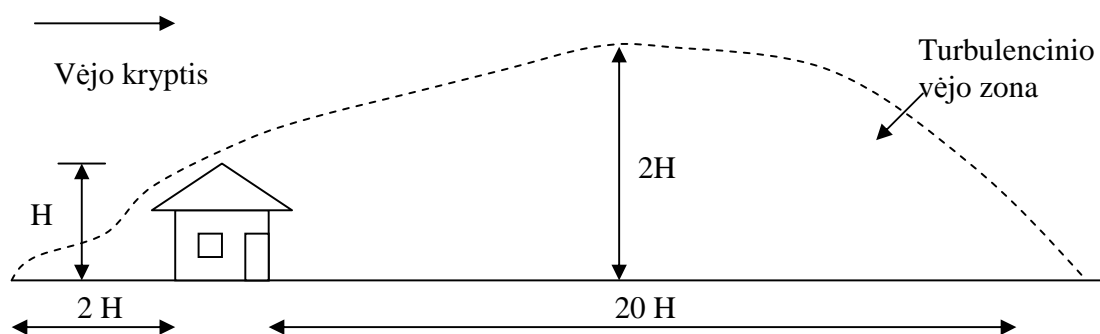
7 pav. Vėjo srauto prie kliūtis vertikalus pjūvis. Oro srauto turbulenciškumas pavėjinėje kliūtis pusėje žymiai ryškesnis negu jos priešvėjinėje pusėje



8 pav. Vėjo srautas apie kliūtį jo kelyje, žiūrint iš viršaus

Vėjo greičio pakitimo laipsnis ir pavėjinėje, ir priešvėjinėje pusėje dar priklauso ir nuo kliūties atvirumo laipsnio. Pralaidumas yra skirtingas žiemą, kai medžiai be lapų ir vasarą, esant tankiai lapijai. Kliūties atvirumo laipsnis apibrėžiamas kaip kliūties atviro ploto ir kliūties viso ploto santykis.

Vėjo greičio sumažėjimas dėl kliūties efektas didėja didėjant kliūties gabaritams. Turbulencinio vėjo srauto zona, kai vėjo kelyje išskyla nedidelė kiūtis, daug kartų viršija pačios kliūties užimamą tūrį.



9 pav. Turbulencinio vėjo srauto zona, kai vėjo kliūtis nedidelis namas

Kylant į viršų, vis mažiau reiškiasi žemės paviršiaus kliūčių įtaka, jo greičio pokyčiams. Keleto šimtų metrų aukštyje vėjas skrieja laisvai, netrukdomas. Vėjo greičio kitimo kreivė artėjant prie žemės paviršiaus vadinama vėjo greičio pjūviu, arba vėjo profiliu. Kiekvieną skirtingą aukštį atitinka skirtingas vėjo greitis.

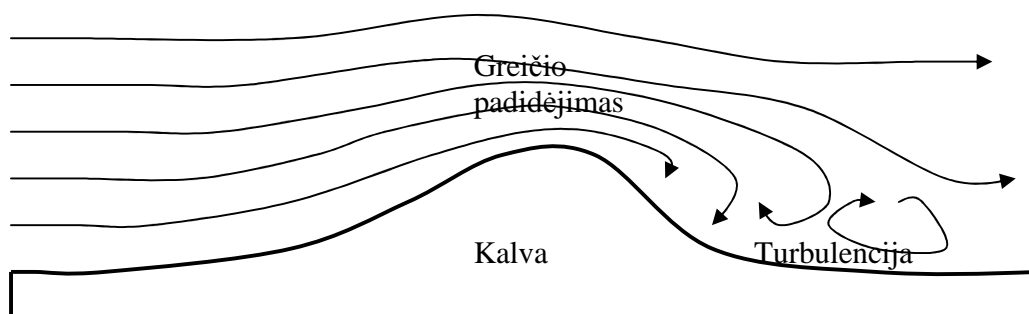
Matematiškai vėjo greičio priklausomybės nuo aukščio kreivė yra eksponentinė funkcija. Kai ši priklausomybė išreiškiama logaritminiu masteliu, ji įgyja tiesės formą. Ekstrapoliuojama tiesė ji kerta nulinio greičio liniją tam tikrame taške. Šis taškas rodo aukštį virš grunto, kuriame vėjo greitis turėtų būti lygus nulis ir vadinamas paviršiaus šiurkštumo aukščiu.

Praktiškai ši riba neegzistuoja, nes turbulencija sumažina vėjo greitį iki nulio tik labai arti prie grunto, bet jos reikšmė panaudojama, apskaičiuojant vėjo greitį skirtinguose aukščiuose bet kokio šiurkštumo paviršiuje.

5.3. Kalvos efektas

Susiaurėjus judamojo oro srautui jo greitis turi padidėti tiek kad per tą patį laiką per mažesnę skerspjūvį galėtų pereiti toks pat oro masės kiekis. Judančio srauto skerspjūvio padidėjimas veikia – atvirkščiai, srauto greitį sumažina. Kai vėjo srautas susiduria su kalva jos skerspjūvis atitinkamai

sumažėja, ir kalvos viršūnėje vėjo greitis visuomet būna didesnis nei lygumoje (10 pav.). Šis reiškinys vadinamas kalvos efektu. Kalvos pavėjinėje pusėje susidaro sukurių ir vėjo greitis sumažėja.



10 pav. Vėjo greitis padidėja kalvos viršūnėje

Maksimaliai vėjo greitis padidėja aukštyje L . Aukštyje $2L$ kalvos efektas jau nepastebimas. L rodo kalvos ilgį ties jos aukščio vidurine reikšme. Šis parametras vadinamas kalvos ilgio charakteristika, o dydis l yra paviršiaus šiurkštumo ir parametro L funkcija.

Priklausomai nuo kalvos orografinių savybių, vėjas gali pagreitinėti labai smarkai. Jis gali siekti 50% ir daugiau vėjo greičio priešvėjinėje kalvos pusėje. Todėl tinkamai pasirinkus vėjo turbinos vietą ir aukštį, turbinos galia gali ryškiai padidėti.

5.4. Vėjo galia ir energija

Vėjo, judančio oro masės, kinetinė energija pagal antrąjį Niutono dėsnį, arba jo galia išreiškiama priklausomybe:

$$E = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2; \quad (46)$$

čia: m – oro masė, kg;

v – vėjo greitis, m/s.

Oro masė tai:

$$m = \rho \cdot A \cdot v \cdot t; \quad (47)$$

čia: ρ – oro tankis, kg/m³;

Oro tankis yra slėgio ir temperatūros funkcija;

Sauso oro tankis, kai 288 K (+15 °C) temperatūra ir 760 mm Hg slėgis (po), lygus 1,226 kg/m³

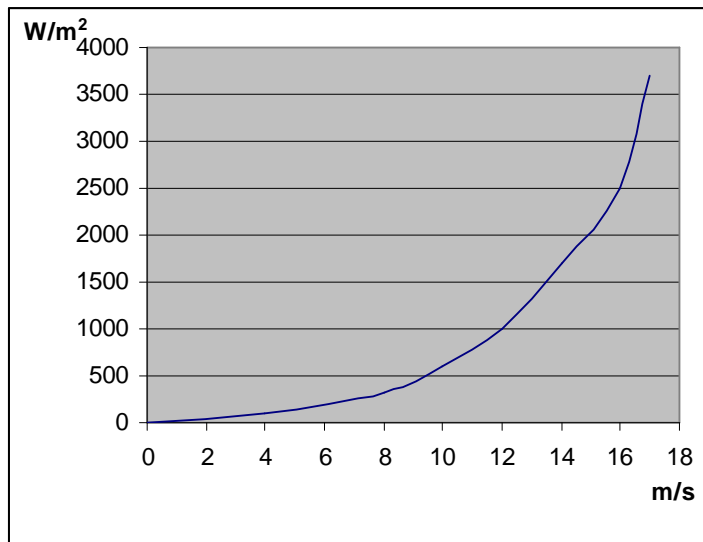
A – oro srauto skerspjūvis;

t – laikas, s.

Taigi vėjo energija arba atliktas darbas per tam tikrą laiką t , išreiškiamas tokia lygtimi:

$$W = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot A \cdot v^3 \cdot t; \quad (48)$$

Taigi vėjo energija lyginamojo galingumo priklausomybė nuo jo greičio parodyta 11 pav.

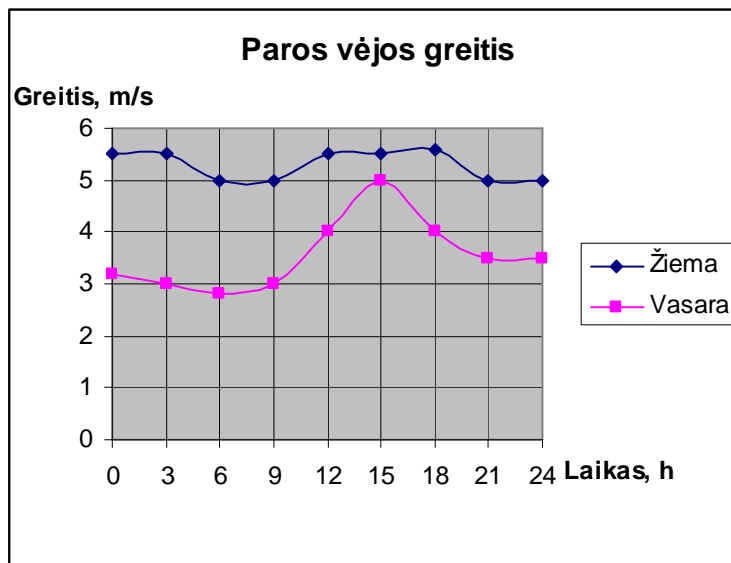


11 pav. Vėjo lyginamojo galingumo priklausomybė nuo greičio.

Ši vėjo energijos formulė tinka apskaičiuoti vėjo lyginamajai galiai esant tam tikram greičiui, bet norint ją panaudoti vėjo energijos ištekliams apskaičiuoti konkrečioje vietovėje iškyla tam tikrų sunkumų, kadangi vėjo greitis nėra pastovus dydis. Jo momentinė reikšmė nuolat kinta. Nuolat kinta ir momentinis vėjo galingumas.

Aukšto dažnio fluktuacijos neatsiliepia turbinos momentiniam galingumui, kadangi jas išlygina vėjaračio, sukimosi inercijos momentas. Tačiau, be aukštadažnuminių vėjo fluktuacijų, vyksta ir nuolatinis vidutinio greičio kitimas.

Vėjo greičio kitimas per parą daug didesnis vasarą negu žiemą. Vasarą mažiausias vėjo greitis būna vidurnaktį. Ryškiau vėjo greitis pradeda kisti 6 val. ryto ir apie 14 val. pasiekia maksimumą. Nuo 18 val. vėjo greitis pastebimai mažėja. Žiemą per parą vėjo greitis pastovesnis negu vasarą. Mažesnę vėjo greičio kitimą per parą sąlygoja mažesnė temperatūros kaita per parą dėl mažesnio saulės spinduliavimo žiemą.



12 pav. Vėjo vidutinio greičio kitimas per parą.

Lietuvos metrologijos stotyse atlikti matavimai rodo, kad vėjo greičiai per metus didžiausi žiemos mėnesiais, o mažiausi vasaros mėnesiais. Vidurio Lietuvoje vėjo greičiai mažiausi birželio, liepos mėnesį, o pajūrio zonoje gegužės birželio mėnesį. Rugsjūčio mėnesį vėjo greitis pradeda didėti ir būna didžiausias pajūrio zonoje, spalio – gruodžio mėnesiais. Vėjo greičio kitimas per metus rodo, kad žiemos mėnesiais vėjo greitis didžiausias.

Vėjo greičio kitimas yra atsitiktinis procesas, ir jis aprašomas statistinės matematikos metodais. Tipinės vietovės vėjo greičio kitimui aprašyti naudojama Weibull'o funkcija:

$$f(V) = \frac{k}{A} \left(\frac{V}{A} \right)^{k-1} \cdot \exp \left[- \left[\frac{V}{A} \right]^k \right]; \quad (49)$$

čia: V – vėjo greitis, m/s;

k – grafiko formos parametras;

A – skalės parametras.

Parametrai k ir A nustatomi iš eksperimentiniu būdu sudarytos greičio trukmės histogramos. Kai parametras $k=2$, Weibull'o funkcija įgyja paprastesnį pavidalą ir vadinama Rayleigh pasiskirstymu.

Weibull'o funkcija turi tris būdingus taškus: vidutinį greitį, medianą ir modalinę reikšmę. Vidutinio vėjo greičio ir medianos reikšmės gana artimos, tačiau mediana mažiau jautri grafiko formai ir ji laikoma informatyvesniu parametru negu vidutinis greitis esant labai nesimetriškai grafiko formai.

Turint vėjo greičių histogramą, nesunku apskaičiuoti vėjo energiją kiekvienam histogramos taškui. Kiekvieną vėjo greičio diskrecinę reikšmę dauginame iš vėjo turbinos galios koeficiento esant tam vėjo greičiui ir gauname metinį elektros energijos kiekį, pagamintą pučiant vėjui tuo greičiu.

5.5. Vėjo greičio ir krypties matavimai

Vėjo greitis matuojamas anemometrais, kuriais gali būti nustatomas tiek momentinis tiek vidutinis vėjo greitis per tam tikrą kailą. Visi žinomi anemometrai pagal veikimo principą skirstomi į 5 grupes:

- Rotaciniai,
- Defektiniai,
- Slėgiminio vamzdžio,
- Termoelektriniai,
- Ultragarsiniai ir lazeriniai.

Horizontaliam vėjo greičiui matuoti iš visų išvardintų anemometrų tipų populiariausias ir labiausiai paplitęs rotacinis kaušelis anemometras. Jis tvirtinamas ant bendro su vėjarodžiu stovu.

Dabartiniu metu šalyje dirba metrologinių stočių tinklas, apimantis visą šalies teritoriją. Dauguma anemometrų įrengta 10 m. aukštyje nuo žemės paviršiaus.

Lietuvos metrologijos centras nėra vienintelė vėjo greitį matuojanti tarnyba. Nuo 1999 m. vidutiniškai kas 10 min. per parą vėjo greitį ir kryptį fiksuoja įrengta Lietuvos kelių direkcijos kelių oro sąlygų informacinė sistema. Visuose sistemos stotelėse 5 m. aukštyje virš žemės paviršiaus yra įrengti vėjo greičiui matuoti skirti anemometrai WAA 151. Šie prietaisai leidžia atlikti vėjo greičio matavimus plačiu diapazonu nuo 0,4 iki 75m/s su ne didesne kaip +/- 2% matavimo paklaida.

6. VĖJO TURBINOS VEIKIMO PRINCIPAS

6.1. Rotoriaus aerodinamika

Yra du pagrindiniai vėjo energijos turbinų tipai: tie, kurie daugiausia naudoja aerodinaminio slėgio jėgą ir kurie daugiausia naudoja aerodinaminio kėlimo jėgą.

Mažo greičio turbinos paprastai naudoja aerodinaminio slėgio jėgą. Jų rotoriaus menčių apskritiminių greitis mažesnis negu vėjo greitis, atčiai rotoriaus sukimo momentas palyginti aukštas.

Didelio greičio turbinos naudoja aerodinaminę kėlimo jėgą. Jų rotoriaus apskritiminių greitis paprastai keletą kartų didesnis negu vėjo greitis. Jų sukimo momentas palyginus su pirmo tipo rotoriais, yra žemas.

Aerodinaminio kėlimo jėga gerai žinoma aviacijoje. Ji panaudojama lėktuvui pakilti į orą ir išlaikyti jį ore. Tas pats aerodinaminio kėlimo principas naudojamas moderniose vėjo turbinose. Aerodinaminio kėlimo jėga naudojama turbinos rotoriaus mechaninio sukimo momentui išvystyti.

Aerodinaminių jėgų veikimą į vėjo turbinos rotoriaus mentes galima paaiškinti klasikine aerodinaminio profilio teorija. Kai aerodinaminį profilį apiplauna skysčio ar dujų srautas, abipus šio profilio atsiranda skirtingo dydžio ir krypties slėgio jėgos. Viršutinėje dalyje atsiradusi mažo slėgio oro zona kelia aerodinaminį profilį aukšty. Apatinėje dalyje priešingai. Susidariusi aukšto oro slėgio zona kelia aerodinaminį profilį žemyn.

Kėlimo jėgos vektorius F_k – statmenas oro srautui. Slėgio jėga F_s – tos pačios krypties kaip ir vėjas. Be šių dviejų jėgų veikia ir trečioji jėga – sukimo momentas M , vadinamas aerodinaminio profilio sukimo momentas. Sukimosi ašis yra specifiniame taške, paprastai apie 0,25 stygos ilgio.

Toks aerodinaminių jėgų pasiskirstymas būdingas stovinčiam aerodinaminiam profiliui. Tačiau vėjo turbinos mentės darbo metu sukasi t.y. juda į vėjo krypties statmena trajektoriją. Besisukančio rotoriaus mentės profiliui judant linijiniu greičiu jį apipučia šio judėjimo sąlygotas vėjas, kurio greitis ir kryptis priešinga mentės judėjimo krypčiai. Greičio vektoriai sumuojasi į atstojamąjį vektorių. Šis su aerodinaminio profilio stygos s -s kryptimi sudaro atakos kampą α .

Kėlimo jėga, slėgio jėga ir sukimo momentas išreiškiamas aerodinaminio profilio bedimensiniais koeficientais.

$$C_L = \frac{L}{\frac{1}{2} \cdot r \cdot AV^2}; C_D = \frac{D}{\frac{1}{2} \cdot r \cdot AV^2}; C_M = \frac{M}{\frac{1}{2} \cdot r \cdot c \cdot AV^2}. \quad (50)$$

čia: p – oro tankis;

v – vėjo greitis;

A – vėjamačio mentės projekcijos į vėją plotas;

c – mentės profilio stygos ilgis.

Koeficientai – vėjo atakos kampo α funkcija. Koeficientai tolygiai kinta, atakos kampui didėjant nuo 0° iki 13° . Ties šia kampo reikšme pavėjinėje mentės pusėje prasideda turbulencinis vėjo judėjimas, ir oro srautas atitrūksta nuo pavėjinės profilio plokštumos. Dėl to staigiai krenta keliančioji jėga F_k ir išauga slėgio jėga F_s . Šis aerodinaminis reiškinys vadinamas srauto atitrūkimu, arba aerodinaminiu stabdymu.

Modernios vėjo turbinos, išnaudodamos aerodinaminę kėlimo jėgą, aerodinaminę slėgio jėgą naudoja labai ribotai. Tuo tarpu projektuojant mažos galios vėjo jėgaines, ši jėga panaudojama labai plačiai. Ji praverčia senos konstrukcijos mechaninėse vėjo mašinose. Aerodinaminė trauka gali būti apibūdinama kaip vėjo spaudimas į vėjo turbinos mentes. Suprojektuoti ir pagaminti vėjo turbiną, veikiančią vėjo slėgio naudojimo principu, gana paprasta, tačiau tą jėgą panaudoti verta tik mažos galios vėjo turbinų modeliuose, kuriose reikia tik mažos galios.

7. SINCHRONINĖS MAŠINOS

Sinchroninės mašinos gali dirbti generatoriaus, variklio ir kompensatoriaus režimu. Sinchroninis generatorius yra pagrindinis kintamos srovės generatoriaus tipas, naudojamas elektros energijos gamybos procese.

Sinchroninių variklių, skirtingai nuo kitų tipo variklių, sukimosi greitis esant pastoviam dažniui, yra pastovus ir nepriklauso nuo apkrovos.

Kita skiriamoji sinchroninių variklių ypatybė, kad galima reguliuoti jų galios faktorių. Ši ypatybė labai svarbi didelės galios elektros pavarose, nes galima padidinti galios koeficientą.

Mažos galio sinchroniniai varikliai naudojami automatikos sistemose, kur daugiausiai naudojama jų pastovaus sukimosi greičio savybė.

Sinchroninės mašinos gaminamos įvairios galios: nuo dešimtujų vato dalių iki keleto gigavatų t.y. turbogeneratoriai, hidrogeneratoriai ir sinchroniniai kompensatoriai.

7.1. Sinchroninės mašinos sandara

Sinchroninė mašina sudaryta iš dviejų stambių mazgų: inkaro ir induktoriaus. Sinchroninės mašinos mazgas, kuriantis žadinimo srautą, vadinamas induktoriumi, o mazgas, kuriame sužadinama vidinė įtampa vadinamas inkaru. Inkaras – tai statorius, o induktorius – rotorius. Inkaro grioveliuose sukloti daugiafazė apvija. Sinchroninės mašinos induktoriai yra dviejų tipų:

- Ryškiapoliai;
- Neryškiapoliai.

Daugiau dėmesio skirsime neryškiapolėms sinchroninėms mašinoms, nes vėjo jėgainės generatorius yra neryškiapolis.

7.2. Sinchroninės mašinos veikimas

Sinchroninė elektros mašina tai kintamos srovės mašina, kurios rotoriaus sukimosi greitis nepriklauso nuo apkrovos ir ilgus sinchroniniam greičiui. Sinchroninės mašinos veikimą paprasčiausiai paaiškinti naudojant elementarų kintamos srovės generatoriaus modelį. Sukant viją nuolatiniame magnetiniame lauke, joje susižadina vidinė kintamojo įtampa, kuri per žiedų – šepėčių kontaktus prijungta prie apkrovos. Vietoj vienos vijos sudėjus tris gautume trifazę įtampą. Tokia konstrukcinė schema racionaliausia didelės galios sinchroninėse mašinose, nes įtaisius trifazę apviją besisukančioje dalyje, reikėtų per kontaktinius žiedus perduoti didelės srovės, kai įtampa aukšta (gali siekti iki 30kV). Šiomis sąlygomis kontaktinių žiedų ir šepėčių darbas būtų labai nepatikimas, o energijos nuostoliai šepėčių pereinamajame kontakte dideli. Žadinimo apvijos galia yra gerokai mažesnė, įtampa ne aukštesnė kaip 450 V, o energijos nuostoliai nedideli. Tarkime kad sinchroninės mašinos induktorius yra rotoriuje, o inkare yra sumontuota trifazė kintamos srovės apvija, kurios ritės išdėstytos kaip ir asinchroninėje mašinoje. Sukant sinchroninės mašinos induktorių pastoviu sukimo greičiu, kiekvienoje inkaro apvijoje sužadinama vidinė įtampa. Tarkime, kad visos ritės yra vienodos ir išdėstytos erdvėje taip, kad tarp jų būtų 120° kampas, tada inkaro apvijoje gaunama simetrinė vidinių įtampų sistema: visos trys vidinės įtampos vienodų amplitudžių, bet skiriasi 120° savo fazėmis. Priimame kad fazės vidinė įtampa yra sinusinė. Vidinių įtampų kryptys nustatomos, taikant dešinės rankos taisyklę. Jeigu priimame, kad magnetinio srauto tankio B skirstinys induktoriaus paviršiuje bus sinusinis, tada vienoje inkaro fazėje sužadinama vidinė įtampa taip pat bus sinusinė:

$$u_0 = Blv = B_m lv \cdot \sin \alpha ; \quad (51)$$

čia: B – magnetinio srauto tankis;

l – ilgis;

v – greitis.

Vidinės įtampos dažnis apskaičiuojamas taip:

$$f_1 = \frac{pn}{60} ; \quad (52)$$

čia: p – induktoriaus polių porų skaičius;

N – induktoriaus sukimosi greitis, r/min.

Generatoriaus inkaro apvija dažniausiai sujungta žvaigžde ir prie jos prijungiami trifaziai imtuvai. Apkrauto generatoriaus inkaro apvijoje teka srovės, kurios sukuria sukamąjį magnetinį lauką.

Šio lauko sukimosi greitis $n_1 = \frac{60f_1}{p}$. Įrašę apvijos fazėms tekančios srovės dažnį gausime, kad $n_1 = n$.

Taigi induktoriaus ir inkaro magnetiniai laukai sukasi tuo pačiu greičiu ir sinchroniškai, sudarydami bendrą generatoriaus magnetinį lauką.

7.3. Sinchroninių mašinų žadinimas

Naudojami du sinchroninių mašinų žadinimo būdai:

- Elektromagnetinis;
- Nuolatiniais magnetais.

Sinchroninės mašinos žadinimo apvijos pagal maitinimo nuolatine srove būdą, skirstomos į nepriklausomo žadinimo ir savojo žadinimo mašinas.

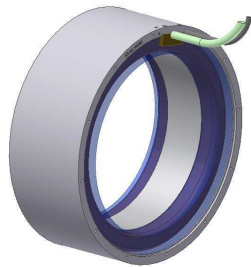
Mūsų tiriamose vėjo turbinose naudojamas žadinimas nuolatiniais magnetais. Tai mažos galios sinchroninės mašinos. Nuolatiniai magnetai visada sumontuoti induktoriuje. Šitokia mašina neturi kontaktinių žiedų arba šepečių. Joje nėra žadinimo apvijos, todėl sumažėja elektriniai nuostoliai, taigi padidėja naudingumo koeficientas. Bet, esant tokiam žadinimo būdai, sudėtingiau reguliuoti mašinos parametrus, pvz. generatoriaus vidinę įtampą.

Sutrikus sinchroninio generatoriaus žadinimui, sumažėja aktyvioji jo galia ir kartu pablogėja statinio stabilumo sąlygos: generatorius gali prarasti sinchronizavimą. Todėl žadinimo sistemai skiriamas ypatingas dėmesys.

7.4. Naudojamų sinchroninių generatorių aprašymas

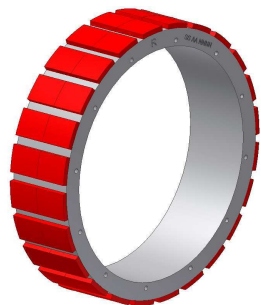
Sinchroninis generatorius kurio žadinimui panaudoti nuolatiniai magnetai susideda iš dviejų sudėtinių dalių tai – statoriaus ir rotoriaus.

Statorius susideda iš išorinio korpuso pagaminto iš aliuminio lydinio, kuris laiko magnetinius lakštus ir suklotą trifazę apviją, taip pat statorius turi įmontuotą šilumos daviklį, kad apsaugotų apvijas nuo perkaitimo. Apvijos paviršius yra įdėtas į dervos kapsulę, su siekiu apsaugoti apvijas ir sumažinti šiluminę varžą. Išorinis statoriaus korpuso paviršius yra apsaugotas nuo lauko oro sąlygų, bet yra atveju, kai rekomenduojama papildoma apsauga, nes ore būna susikaupusių druskų arba oro sąlygos ekstremalios.



13 pav. Sinchroninio generatoriaus statorius

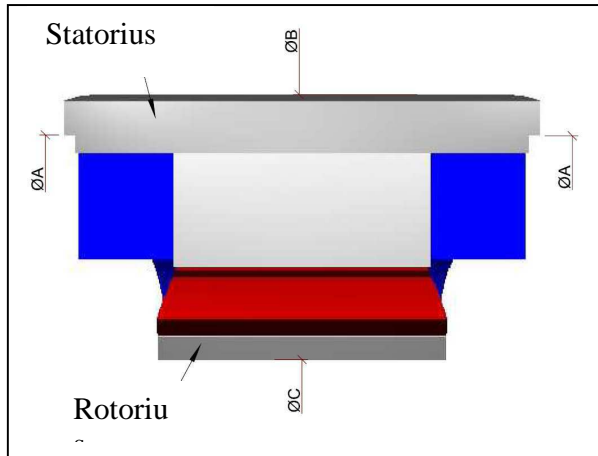
Rotorius susideda iš metalinės įvorės naudojamos kaip magnetinis apvalkalas, kuriame sumontuoti praretinti nuolatiniai magnetai. Magnetai papildomai padengti laku apsaugančiu nuo korozijos. Rotoriaus paviršius, apsaugotas nuo korozijos tepalo sluoksniu.



14 pav. Sinchroninio generatoriaus rotorius

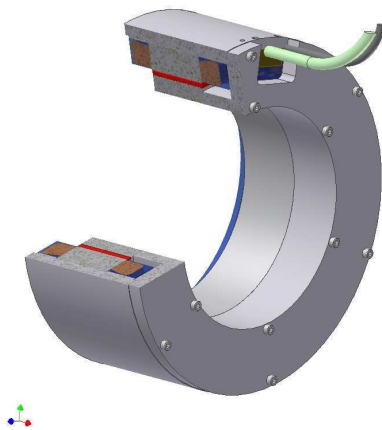
Generatorių pjūvis:

- Statoriaus korpuso diametras $\varnothing B$ ir centrinis diametras $\varnothing A$;
- Rotoriaus vidinis centras $\varnothing C$;
- Statorius ir rotorius sujungiamas per išsriektas skylės rotoriaus ir statoriaus šonuose, tam reikalingas specialus flanšas.



15 pav. Sinchroninio generatoriaus pjūvis

Jeigu pageidausime, sinchroninis kintamos srovės generatorius gali būti pristatytas jau sumontuotas centre ir įmontuotas į specialų FMDT montavimo flanšą.

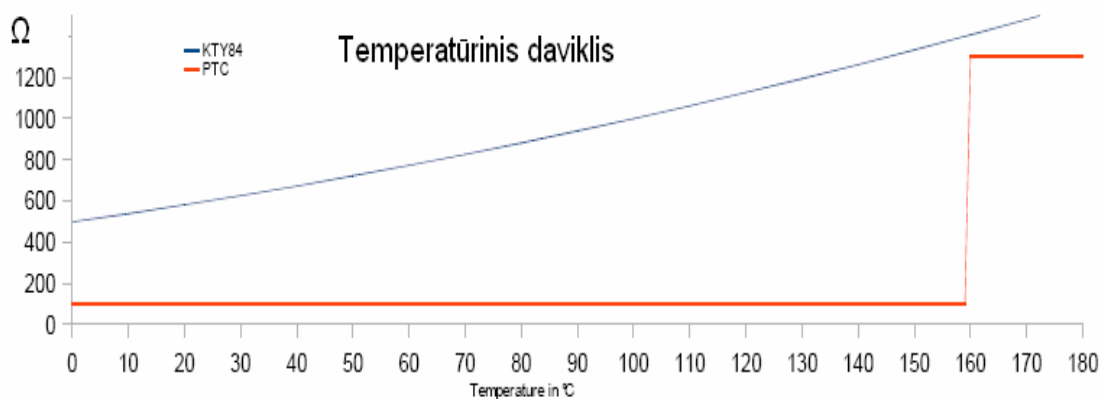


16 pav. Surinktas sinchroninis generatorius

7.5. Temperatūros daviklis

Neįremitas STK kintamos srovės generatorius yra apsaugotas dviejų rūšių temperatūriniais davikliais, dėl apvijos apsaugos nuo temperatūrų poveikio.

- Apvijos linijos temperatūros matavimai, pagal linijos varžą KTY84: 575 Ω , kai temperatūra 20° C ir iki 1000 Ω , temperatūra 100° C.
- Apvijos temperatūrinė apsauga pasaugota PTC varža. Ominė varžos vertė mažesnė negu 100 Ω priimtina temperatūrai ir ominė varžos reikšmė didesnė nei 1300 Ω , kai temperatūra 160° C didžiausia galima apvijos temperatūra.



17 pav. Temperatūros daviklių charakteristikos

8. TYRIMAS

8.1. Individualaus namo vartotojai

Norėdami užmaitinti namą naudojant vėjo jėgainę, turime sužinoti kokio galingumo vėjo jėgainę turime suprojektuoti, kad būtų patenkinti viso individualaus namo elektros energijos vartotojų poreikiai. Norint tai padaryti, būtina stebėti arba numatyti žmonių elektros vartojimo įpročius. Kiekvienas individualus namas turi skirtingos galios ir paskirties elektros energijos vartotojus t.y. prietaisai palengvinantys žmonių kasdienybę ir metams bėgant pastebime, kad jų atsiranda vis daugiau, todėl, ir elektros energijos poreikis nuolat auga taip didindamas išlaidas elektros energijai.

Tyrimas bus atliekamas individualiame name kuriame gyvena du suaugę asmenys ir vienas mokyklinio amžiaus. Paimkime pavyzdį, kad vienas iš suaugusiųjų niekur nedirba ir būna namie visą dieną. Kito suaugusio diena būtų visiškai kitokia, nes jis dirba nuo 8 val. iki 18val. ir namie nebūna todėl tuo laiku nesinaudoja elektros prietaisais individualiems tikslams. Mokyklinio amžiaus vaikas, panašiai kaip ir vienas dirbantis suaugęs išeina į mokyklą 8 val. ir grįžta apie 14val. Žinoma vaikas daugiausiai naudojasi kompiuteriu ir neretai užmiršta išjungti šviesą savo kambaryje.

2 lentelė. Elektros prietaisai kurie bus naudojami individualiame name

Vartotojai	Firma	Galia (W)	Talpa (l)	Pastabos
Virtuvė:				
Virdulys	BOSCH	2000	1,7	
Gartraukis	SAMSUNG	30		
El. orkaitė	HANSA	2400	70	Priimam 1670W
Kaitlentė	INDEZIT	1800		2x1,8kW; 1x2,3kW; 1x1,2kW
Indaplovė	ELEKTROLIUX	630	70	
Šaldytuvas	BOSCH	890	250	Per metus 327kWh
Vaflinė	AURUM	850		
Mikrobanginė	SAMSUNG	800	17	
Apšvietimas	VagnerSDH	21		3x21W
Svetainė:				
Televizorius	SAMSUNG	100		LED technologija
Namų kino sistema	LG	200		Priimam 100W; 5x20+100W
Kompiuteris T	ASUS	300		
Apšvietimas	VagnerSDH	21		3x21W
Vonios kambarys:				
El. boileris	ARISTON	2000	80	Max t-75°C
Skalbimo mašina	Elektroliux	1024		Priimam 850W
Apšvietimas	VagnerSDH	21		2x21W
Fenas	PHILIPS	1200		Priimam 800W
Miegamasis:				
Apšvietimas	VagnerSDH	18		3x18
Vaikų kambarys:				
Kompiuteris V	ASUS	300		
Apšvietimas	VagnerSDH	18		2x18W

2 lentelės tęsinys				
Tualetas:				
Apšvietimas	VagnerSDH	18		2x18
Garažas:				
Apšvietimas	VagnerSDH	21		2x21
Gręžtuvas	Einhell	850		
El. pjūklas	Makita	1800		
Katilinė:				
Cirkuliacinis s. grindims	Grundof	40		
Cirkuliacinis s. radiatoriams	Grundof	60		
Hidroforas	VJ10 A	1020		10-50l/min
Apšvietimas	VagnerSDH	21		1x21W

Elektros prietaisai naudojami name yra įprastiniai, kaip ir bet kokiame kitame. Apšvietimui naudojamos fluorescencinės taupiosios lemputės. Maisto ruošimui taip pat naudojamos elektriniai prietaisais pvz. virduklis, elektrinė orkaitė, kaitlentė it kt. Mažos galios prietaisai tokie kaip mobilus telefono kroviklis, barzdos skutimo mašinėlė, radijas į skaičiavimus neįtraukti, nes jų suvartota galia palyginti su kitais galingais elektros energijos vartotojais sudaro labai mažą dalį.

Elektros prietaisai naudojami ištiesus metus, bet skiriami į keletą atskirų laiko intervalų.

- Šaltasis metų laikas;
- Šiltasis metų laikas.

Šiltasis metų laikas būtų nuo spalio 01d. iki balandžio 30d. tada, kai reikia įjungti anksčiau apšvietimą, daugiau laiko praleidžiama prie televizoriaus, kompiuterio, taip pat šildymo sistemos cirkuliacijai naudojami cirkuliaciniai siurbliai. Šaltuoju metų laiku elektros energijos suvartojimo apkrovimo grafikas ženklai skiriasi darbo dienos metu ir savaitgalio metu, nes savaitgali visi individualaus namo gyventojai būna namie ir kiekvienas naudoja prietaisus kurie vartoja elektros energiją.

Šaltasis metų laikas būtų nuo gegužės 01 d. iki rugsėjo 30d. tada, kai apšvietimui naudojama mažiau elektros energijos, nes lauke vėliau temsta ir anksčiau švinta, o vasaros metu apšvietimas naudojamas retai, nes beveik visą parą lauke būna šviesu. Televizoriaus ir kompiuteris taip pat naudojamas rečiau, nes lauke geras oras ir pramogų galime susirasti įvairių. Galėtume pagalvoti, kad

šiltuoju metų laiku elektros energijos suvartojama žymiai mažiau, bet taip nėra, dėl būtinybės šildyti vandenį. Tiriamame name naudojamas elektrinis boileris ir jis įjungiamas valandą ryte ir valandą vakare, kad galima būtų atsiprausti, maudytis ir t.t. O maisto ruošimas beveik nesiskiria nuo metų laikų.

Sudarome lentelę 3 kurioje nurodoma suminė paros elektros energijos vartotojų veikimo laikas minutėmis.

3 lentelė. Elektros energijos vartotojų veikimo laikas

Sezonai	Šaltasis metu laikas		Šiltasis metu laikas	
Dienos	Darbo d.	Savaitgalis	Darbo d.	Savaitgalis
Laikas	min.	min.	min.	min.
Vartotojai				
Virtuvė:				
Virdulys	20	15	20	15
Gartraukis	75	40	75	40
El. orkaitė	0	40	0	40
Kaitlentė	75	40	75	40
Indų plovykla	0	40	0	40
Šaldytuvas	1440	1440	1440	1440
Vaflinė	0	60	0	20
Mikrobanginė	20	0	20	0
Apšvietimas	120	150	120	0
Svetainė:				
Televizorius	300	480	150	60
Namų kino sistema	0	180	0	60
Kompiuteris T	240	420	150	60
Apšvietimas	300	300	0	60
Vonios kambarys:				
El. boileris	0	0	120	180
Skalbimo mašina	0	120	0	120
Apšvietimas	240	200	240	200
Fenas	5	30	5	30
Miegamasis:				

3 lentelės tęsinys

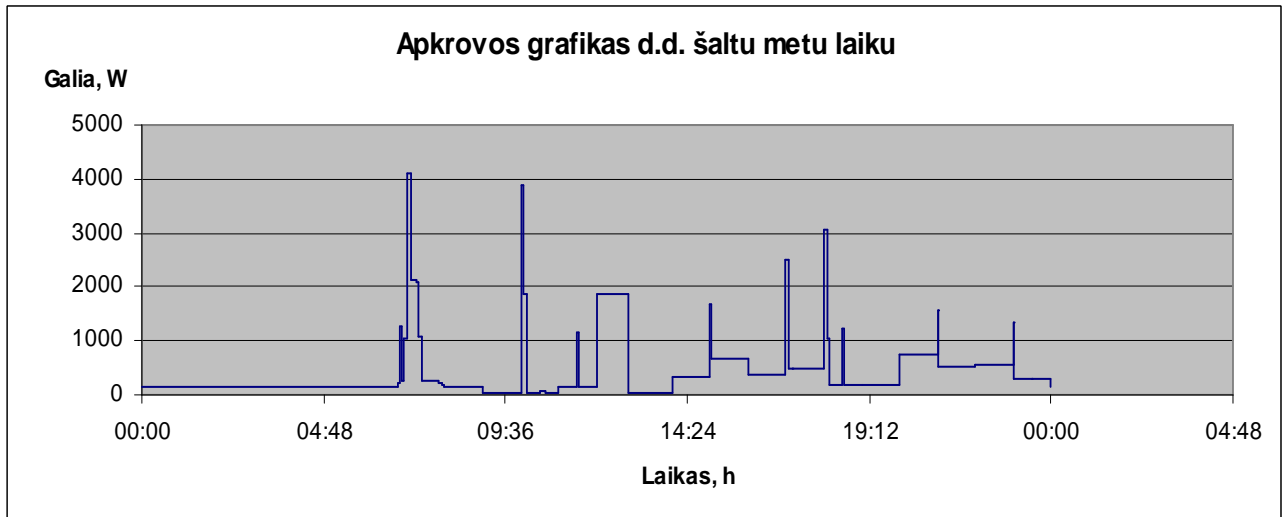
Apšvietimas	120	90	0	30
Vaikų kambarys:				
Kompiuteris V	360	420	180	60
Apšvietimas	480	480	60	60
Tuoletas:				
Apšvietimas	80	70	80	70
Garažas:				
Apšvietimas	30	120	30	120
Grežtuvas	0	0	0	50
El. pjūklas	0	0	0	120
Katilinė:				
Cirkuliacinis s. grind.	900	900	0	0
Cirkuliacinis s. rad.	900	900	0	0
Hidroforas	9	14	9	14
Apšvietimas	120	60	0	0

Norint sudaryti 3 lentelę reikėjo kurti kiekvienos tiriamos dienos modelį, kaip elgtųsi šeimos nariai kiekvieną paros valandos minutę ir kiek elektros energijos galios prireiktų kiekvienam šeimos nariui. Norint, tai atlikti reikėjo atsižvelgti į tai, kelintą valandą šeimos nariai keliasi, eina pusryčiauti, išvyksta į darbą ir mokyklą, ir t.t.

Apžvelkime vieną iš keturių pavyzdžių t.y. šaltuoju metu laiku, darbo dieną. Kadangi šaltuoju metu laiku reikia kurti kieto arba dujinio kuro katilą, tai mano tiriamame name bus įrengtas kieto kuro katilas, nes jeigu siekiame statyti vėjo jėgainę, dėl elektros energijos sistemos nebuvimo, tai galime teigti, kad ir dujų trasa tokioje vietoje mažai tikėtina. Para prasideda 00:00 nakties, jau veikia kieto kuro katilas ir du cirkuliaciniai siurbliai, kurie cirkuliuos sistemos vandenį iki 9 val. ryto, dra visada įjungtas šaldytuvas. Šeima keliasi 6:45 miegamajame įsijungia šviesa, neužilgo apšvietimas įsijungia tolele ir vonioje. Suveikia hidroforas, nes naudojamas intensyviai vandeniu. 6:50 žmona su fenu išsisausina plaukus ir eina uždėti virdulį, paruošti pusryčius, jai taip pat reikės kaitlentės ir garu surinktuvo. 7:00 keliasi vaikas ir įsijungia apšvietimą. 7:15 baigiamas gaminti maistas ir visi susėda pusryčiu. 7:45 suveikia hidroforas, įsijungia garažo apšvietimas ir vyras išvyksta į darbą, o vaikas išėina į mokyklą. Žmona eina prigluti ir joks elektrinis prietaisas nebejungiamas išskyrus šaldytuvą, nes

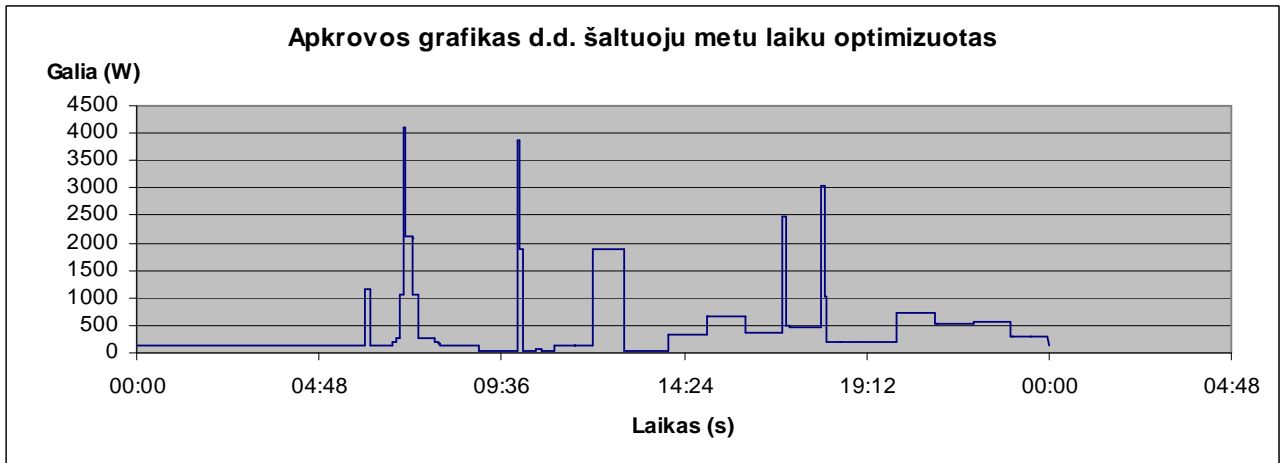
jis visada įjungtas. 10:00 žmona keliasi gaminasi priešpiečius, naudoja virdulį, kaitlentę, gartraukį. Apsitvarko kambarius 11:00 įsijungia televizorių, tuo metu suveikia hidroforas. 12:00 pradeda žmona ruošti pietus grįžtančiam vaikui iš mokyklos, vėl įjungia kaitlentę ir gartraukį. 13:00 grįžta vaikas ir eina pietauti. 14:00 žmona įsijungia kompiuterį, vaikas po pietų, taip pat įsijungia savo kambaryje šviesą ir kompiuterį. 17:00 Žmona eina gerti arbatos ir įsijungia televizorių. 18:00 grįžta vyras iš darbo, užsidega garaže šviesa, eina užkurti kieto kuro katilą, žmona šildo mikrobanginėje arba ant kaitlentės pietus, suveikia hidroforas, nes maisto gaminimui reikalingas vanduo. 19:00 šeima įsijungia televizorių, svetainėje taip pat įjungtas apšvietimas, vaikas savo kambaryje įsijungia kompiuterį, visi poilsiauja. 21:00 Kompiuteris įjungiamas tėvų kambaryje, pasiruošti kitos dienos darbams. 22:00 Įsijungia vonios apšvietimas, suveikia hidroforas. 23:00 įsijungia miegamojo, tualetu apšvietimas, suveikia hidroforas. 24:00 Lieka įjungti du cirkuliaciniai siurbliai, kurių vienas naudojamas radiatoriams, o kitas grindiniam šildymui ir šaldytuvas.

Tiriant individualaus namo apkrovą, mums nėra svarbu kaip kiekvienas šeimos narys naudoja elektros prietaisus, o mums reikia žinoti individualaus namo apkrovą per parą visų šeimos narių naudotą elektros energiją. Taigi iš šių sumodeliuotų šeimos įpročių sudarome individualaus namo apkrovos grafikus.



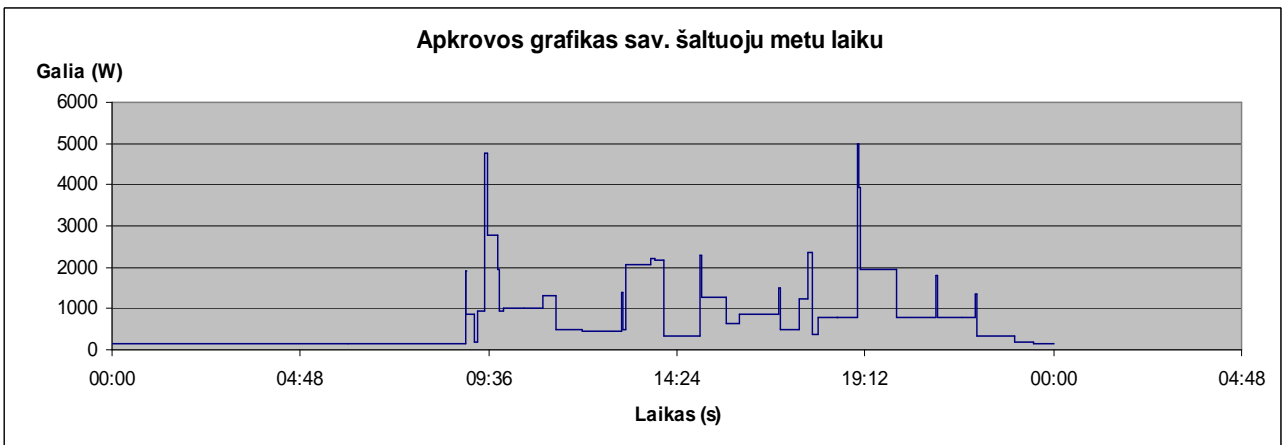
18 pav. Apkrovos grafikas darbo dieną šaltuoju metu laiku

Kad, nebūtų pavienių galingų energijos imtuvų įsijungimų, tokių kaip hidroforas, kuris veikia tik 2 min. ir vėl išsijungia iki kol vandens rezervuare sumažėja slėgis iki leistino minimumo, tai kad išvengti tų staigių ir trumpų įsijunginėjimų nutarta panaudoti 300 litrų išsiplėtimo bakelį, kuris ryte pripildomas, kai nėra daug veikiančių imtuvų, ir visai dienai užtenka vandens.

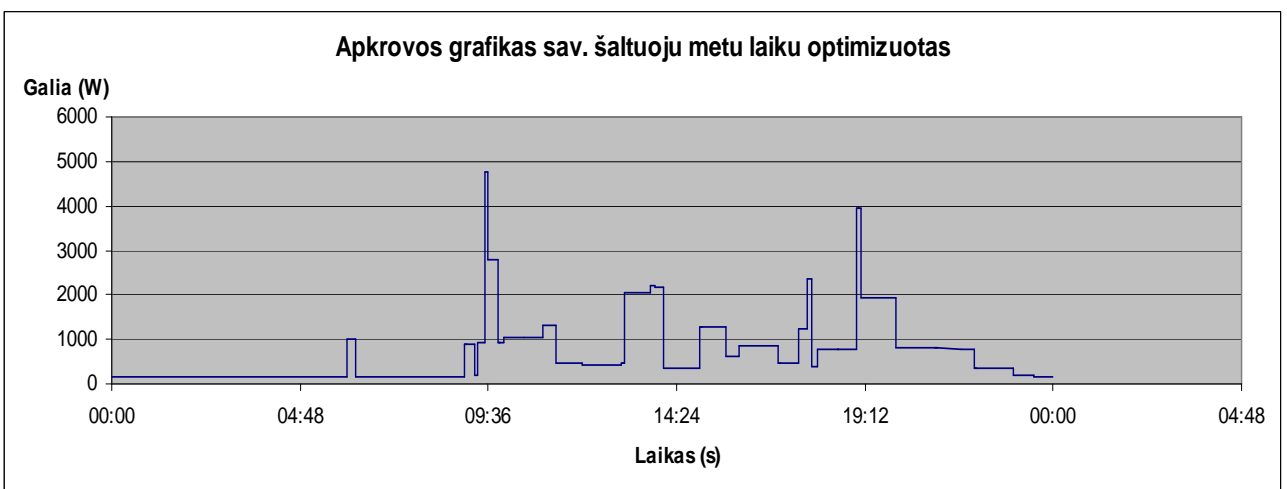


19 pav. Apkrovos grafikas darbo dieną šaltu metu laiku optimizuotas

Taip pat sudaromas apkrovos grafikai ir šaltajam metų laikui, savaitgali.



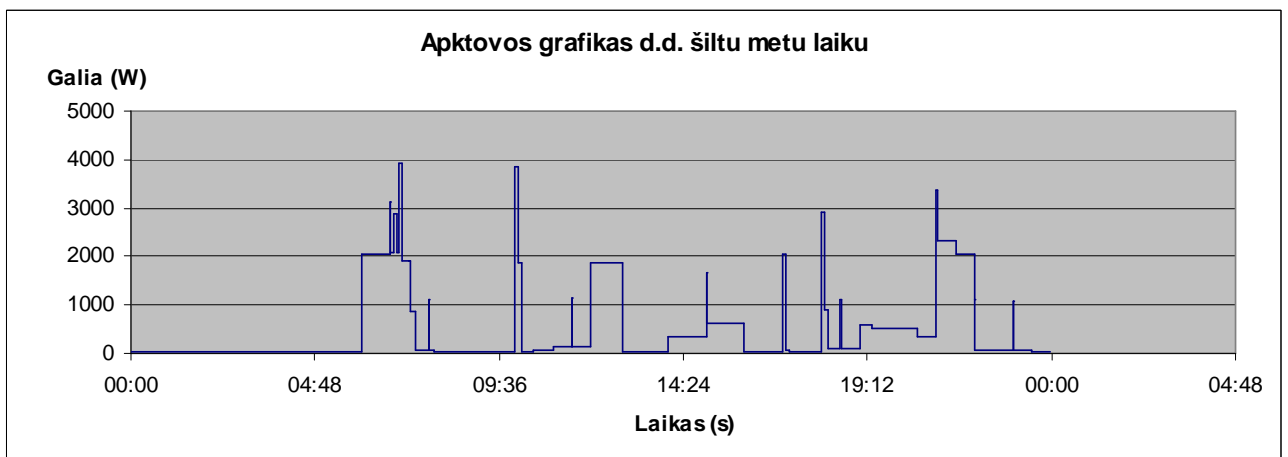
20 pav. Apkrovos grafikas savaitgali šaltuoju metu laiku



21 pav. Apkrovos grafikas savaitgali šaltuoju metu laiku optimizuotas

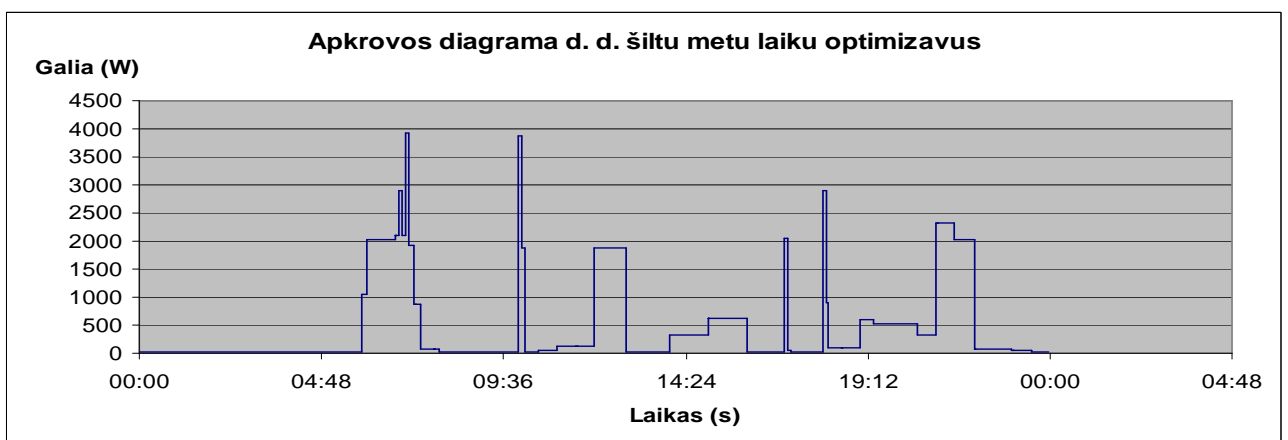
Individualaus namo apkrovos grafiko skirtumas šaltuoju metu laiku darbo diena ir savaitgali skiriasi, nes matome, kad ryte elektros prietaisai šeimos poreikiams tenkinti imami naudoti tik 9:00 ryte, kai šeima keliasi. Savaitgali, kai visi šeimos nariai yra namie, jau elektros energijos apkrova nebenukrenta iki minimumo, t.y. tik šaldytuvo naudojamos apkrovos, o yra kelis kart didesnė, nes veikia kompiuteris, televizorius ir kita laisvalaikio praleidimo technika.

Šiltajam metų laikui taip pat sudarome elektros vartojimo apkrovos grafiką. Jis jau gerokai skiriasi nuo šaltuoju metu laiku naudojamų apkrovų. Akivaizdžiai matosi du galingi apkrovos šuoliai ryte ir vakare, tai elektrinio boilerio naudojama momentinė galia, kuri keičia visą apkrovos grafiką. Matosi, kad elektrinių prietaisų naudojama mažiau, nes apkrovos grafikas nukrenta iki minimumo, tai sąlygoja nenaudojamas apšvietimas, daugiau laiko leidžiama lauke ar išvykose. Maisto ruošimui pietums savaitgaliais naudojamas elektrinė orkaitė, kuri naudoja mažiau elektros energijos ir palepiną geresniu maisto skoniu.



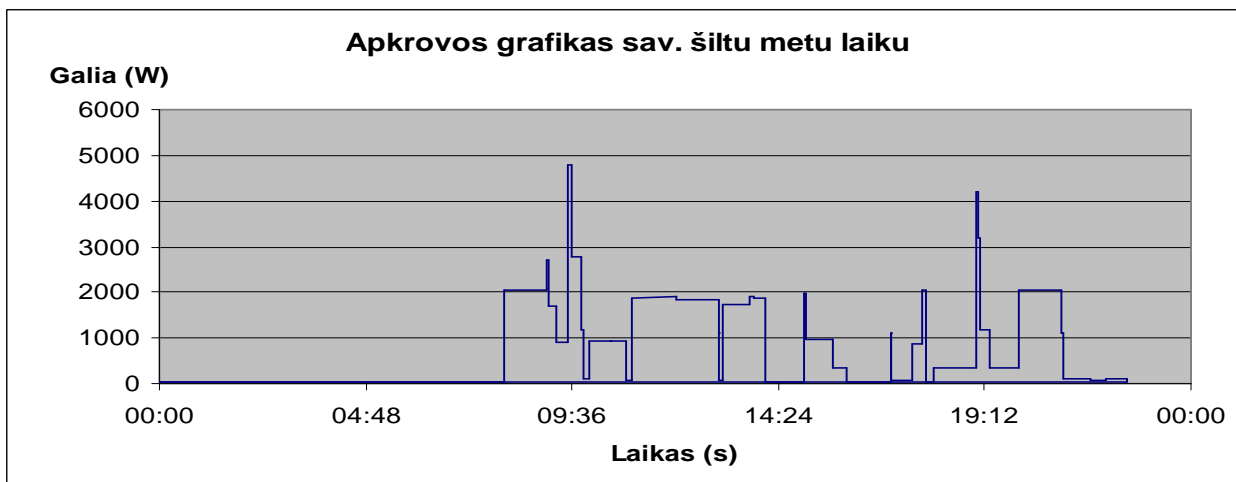
22 pav. Apkrovos grafikas darbo dieną šiltuoju metu laiku

Optimizuojam apkrovos grafiką pakeisdami hidroforo veikimo laiką.



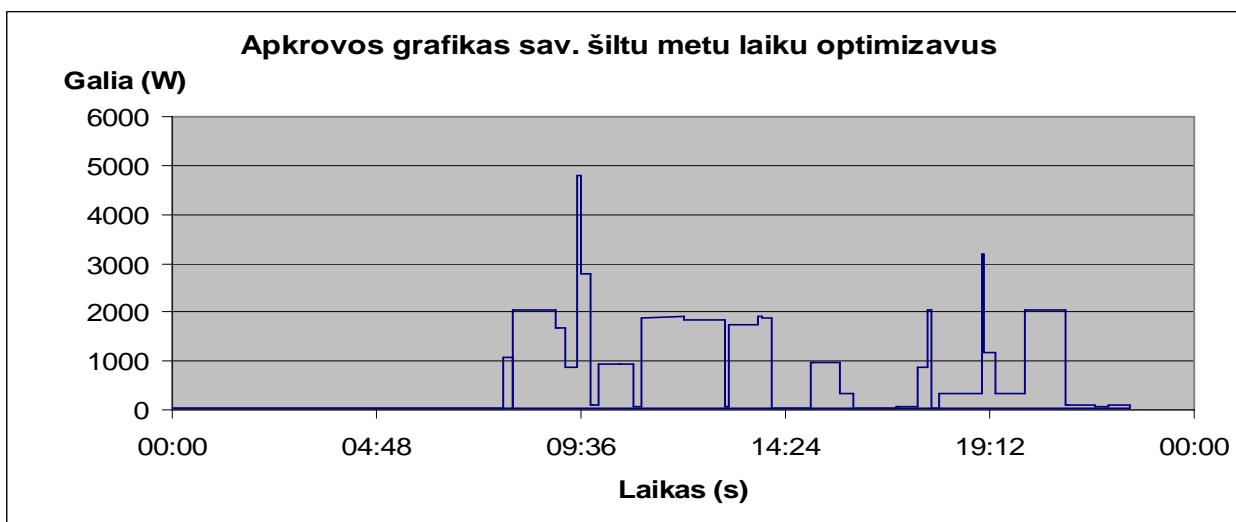
23 pav. Apkrovos grafikas darbo dieną šiltuoju metu laiku optimizuotas

Sudarome apkrovos grafiką ir šiltajam metų laikui savaitgali.



24 pav. Apkrovos grafikas savaitgali šiltuoju metu laiku

Optimizuojam apkrovos grafiką pakeisdami hidroforo veikimo laiką šiltuoju metu laiku savaitgali.



25 pav. Apkrovos grafikas savaitgali šiltuoju metu laiku optimizuotas

Šiltuoju metu laiku savaitgali, kaip ir darbo diena matome, du apkrovos padidėjimus ryte ir vakare, tai elektrinio boilerio naudojama elektros energija naudojamam vandeniui pašildyti. Bet be šių apkrovų atsirado dar du apkrovos frontai nuo 10:00 iki 13:00 tai elektrinio gręžtuvo ir elektrinio pjūklo naudojama elektros energija. Turint sodybą reikia žiemai pasiruošti kuro, dažniausiai naudojame medieną, tai jei paruoti reikia elektrinio pjūklo (diskinio arba grandininio). Naudosime grandininį pjūklą Makita P=1800W. Supjaustyti medieną per savaitgalio dienas skiriama 4 val. po dvi valandas per dieną. Jeigu mediena bus paruosta tai tikrai atsiras darbų elektriniam pjūklui t.y. reikia genėti

medžių šakas, taisyti tvorą, daryti pavėsinę ir t.t. Taip pat naudojamas elektrinis gręžtuvas taisant, gaminat arba montuojat be jo neapsieinama. Be šių keturių galingu apkrovų šiltuoju metu laiku savaitgali būtų suvartojama elektros energijos daugiau tik ruošiant maistą, o taip laisvalaikis dažniausiai leidžiamas lauke, išvykose ir pan.

Kai jau turime susidarę visų metų dienų apkrovos grafikus galime apskaičiuoti kiek elektros energijos vartoja individualaus namo gyventojai kiekvieną mėnesį. Taip galėsime nustatyti kokios vėjo jėgainės galingumo mums reikėtų.

8.2. Elektros energijos suvartojimas

Atlikus modeliavimą kaip individualaus namo, šeimos nariai naudoja elektros prietaisus sužinojome kiekvieno elektros energijos vartotojo įsijungimo laiką ir trukmę, o žinodami jo galingumą galime nustatyti kiekvieno elektros vartotojo sunaudotą elektros energijos galią. Taip sudarome 4 lentelę kurioje matyti kiekvieno elektros prietaiso kuris yra gyvenamajame name suvartota elektros energija per dieną.

4 lentelė. Elektros energijos suvartojimas

Sezonai	Šaltasis metu laikas		Šiltasis metu laikas	
Dienos	Darbo d.	Savaitgalis	Darbo d.	Savaitgalis
Galia	kWh	kWh	kWh	kWh
Vartotojai				
Virtuvė:				
Virdulys	0,666	0,5	0,666	0,5
Gartraukis	0,043	0,02	0,043	0,02
El. orkaitė		1,113		1,113
Kaitlentė	2,52	1,2	2,52	1,2
Indų plovykla		0,42		0,42
Šaldytuvas	0,89	0,89	0,89	0,89
Vaflinė	0	0,85	0	0,283
Mikrobanginė	0,266	0	0,266	0
Apšvietimas	0,126	0,157	0,126	0
Svetainė:				

4 lentelės tęsinys

Televizorius	0,5	0,8	0,25	0,1
Namų kino sistema	0	0,3	0	0,1
Kompiuteris T	1,2	2,1	0,75	0,3
Apšvietimas	0,315	0,315	0	0,063
Vonios kambarys:				
El. boileris	0	0	4	4
Skalbimo mašina	0	1,7	0	1,7
Apšvietimas	0,168	0,14	0,168	0,14
Fenas	0,066	0,4	0,066	0,4
Miegamasis:				
Apšvietimas	0,108	0,081	0	0,027
Vaikų kambarys:				
Kompiuteris V	1,8	2,1	0,9	0,3
Apšvietimas	0,288	0,288	0,036	0,036
Tuoletas:				
Apšvietimas	0,024	0,02	0,024	0,02
Garažas:				
Apšvietimas	0,021	0,084	0,021	0,084
Grežtuvas	0	0	0	0,708
El. pjūklas	0	0	0	3,6
Katilinė:				
Cirkuliacinis s. grind.	0,6	0,6	0	0
Cirkuliacinis s. rad.	0,9	0,9	0	0
Hidroforas	0,153	0,272	0,153	0,272
Apšvietimas	0,042	0,021	0	0
Viso:	10,696	15,271	10,879	16,276

Šaltuoju metu laiku darbo diena lyderiai tarp suvartojimo elektros energijos yra kaitlentė – 2,52 kWh, vaiko kompiuteris – 1,8 kWh, ir tėvų kompiuteris 1,2 kWh. Mažiausiai per dieną elektros energijos sunaudojama apšvietimui iki 21 Wh.

Šaltuoju metu laiku savaitgali elektros energiją daugiausiai naudoja Elektrinė orkaitė – 1,113 kWh, kaitlentė – 1,2 kWh, skalbimo mašina – 1,7 kWh, tėvų ir vaikų kompiuteriai po 2,1 kWh. Kaip ir darbo dieną mažiausiai sunaudojama apšvietimui.

Šiltuoju metu laiku darbo dieną lyderis pagal sunaudotą elektros energiją yra elektrinis boileris – 4 kWh per parą. Antroje vietoje – kaitlentė 2,52 kWh. Daugiau kiti elektros prietaisai naudoja energijos iki 1 kWh, nebeliko tokių pirmaujančių pagal elektros suvartojimą kaip tėvų ir vaikų kompiuteriai, nes lauke atsirado daugiau darbo palaikant švarą ir galima laisvalaikį leisti gryname ore.

Šiltuoju metu laiku savaitgali elektros energiją daugiausiai naudoja elektrinis boileris – 4 kWh, antroje vietoje elektrinis pjūklas – 3,6 kWh, po to seka skalbimo mašinos naudojama energija – 1,7 kWh, kaitlentė – 1,2 kWh, elektrinė orkaitė – 1,113 kWh. Kaip ir darbo dieną mažiausiai sunaudojama apšvietimui.

Dabar, kai turime kiekvienos dienos elektros energijos suvartojimą, nesunku nustatyti kiekvieno mėnesio, metų energijos suvartojimą kWh. Galime sužinoti kiek elektros energijos reikia individualiam namui kiekvieną mėnesį, nes tai svarbu parenkant vėjo jėgainės galingumą.

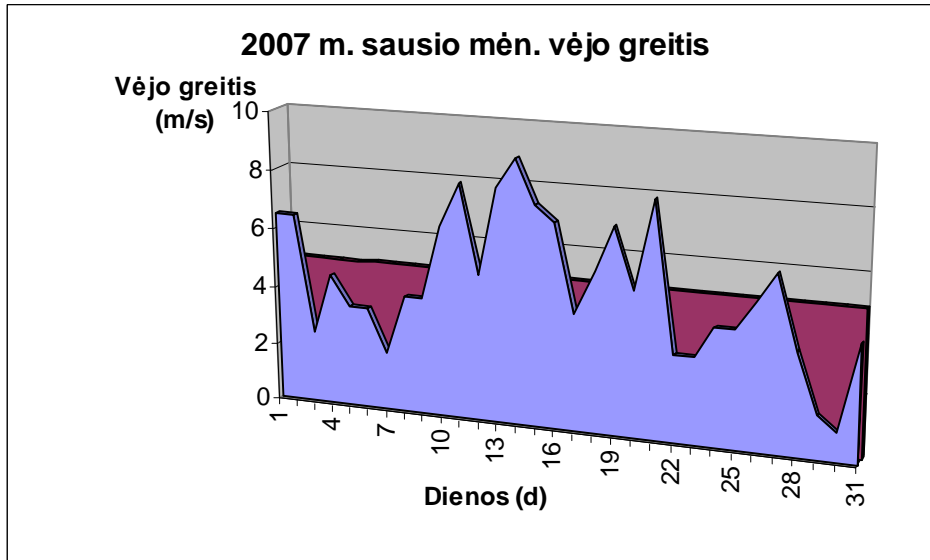
8.3. Vėjo greičio duomenys

Vėjo greitį Lietuvoje fiksuoja dvi pagrindinės institucijos, tai Lietuvos hidrometeorologijos tarnyba prie Aplinkos ministerijos ir Lietuvos kelių direkcijos kelių oro sąlygų informacinė sistema. Kelių direkcijos matavimo prietaisai yra penkių metrų aukštyje nuo žemės paviršiaus, todėl mums netinkami, nes mažos galios vėjo jėgainės statomos nuo 8 metrų ir daugiau. Mus tenkina Lietuvos hidrometeorologijos stočių duomenys, kurie renkami 10 metrų aukštyje, todėl vykdome į Vilniaus hidrometeorologijos archyvus susirinkti duomenis. Mus dominanti teritorija – Klaipėdos rajonas, turi dvi meteorologines stotis tai:

- Vėžaičių paprastoji klimatologinė stotis;
- Klaipėdos kranto metrologinė stotis.

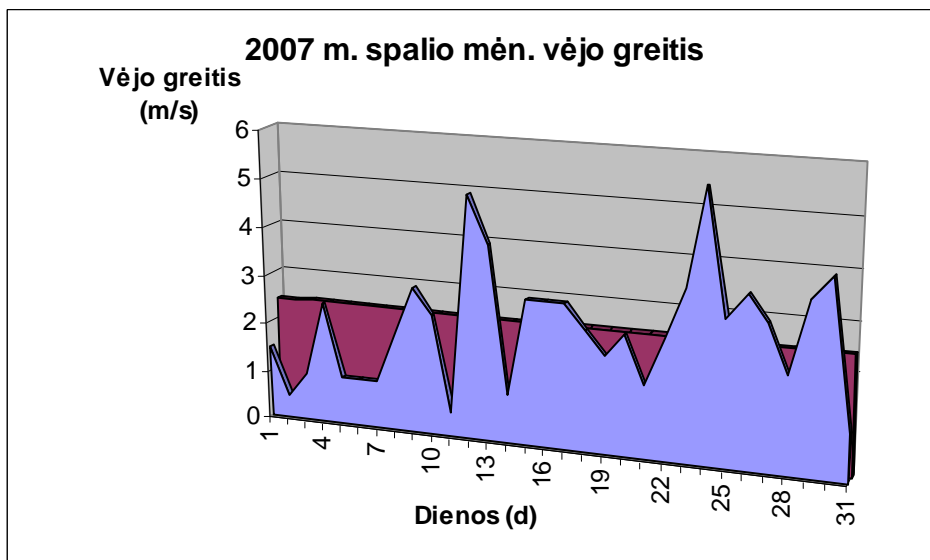
Pasiimame 2007 ir 2008 metų Vėžaičių paprastosios klimatologinės stoties duomenis ir 2009 metų Klaipėdos kranto metrologinės stoties vėjo greičio ir krypties duomenis. Suvedame juos į kompiuterį ir gauname tokius duomenis.

Pasirenkame kiekvienų metų maksimalų ir minimalų mėnesio vėjo greitį.

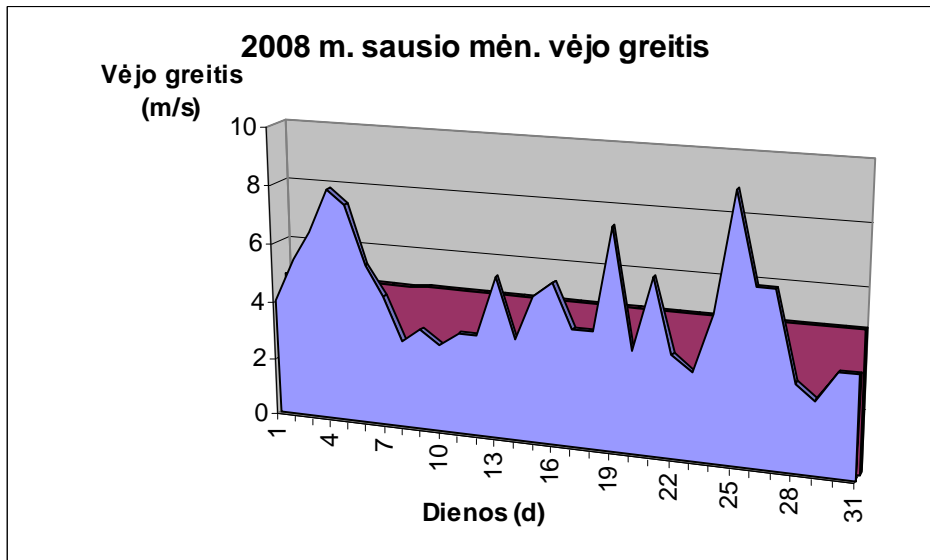


26 pav. Vėžaičių paprastoji klimatologinė stotis 2007 m. sausis, vidutinis mėnesio vėjo greitis 4,919 m/s.

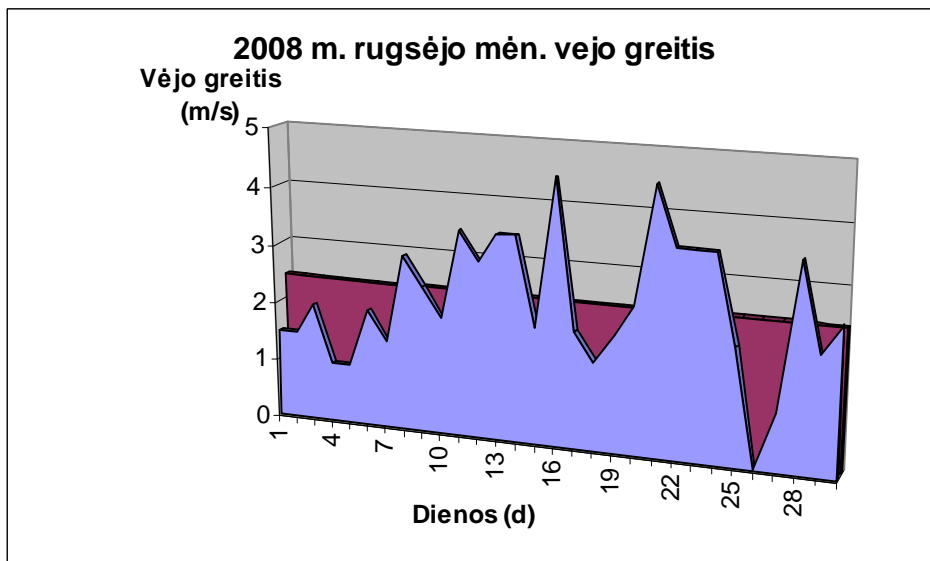
Duomenys fiksuojami 6:00 val. ryte ir 18:00 val. vakare juos sudedame ir padaliname iš dviejų tada gauname paros vidutinį vėjo greitį.



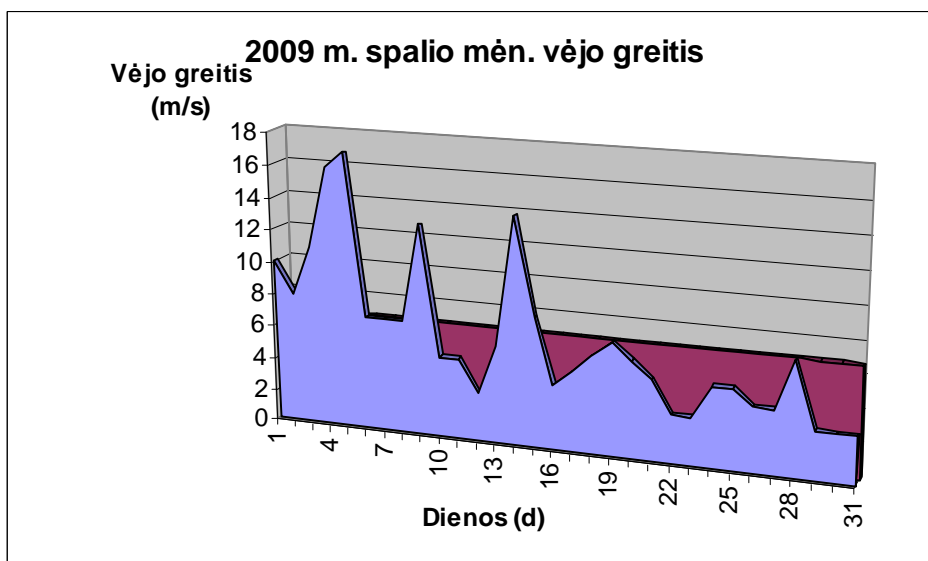
27 pav. Vėžaičių paprastoji klimatologinė stotis 2007 m. spalio, vidutinis mėnesio vėjo greitis 2,435 m/s.



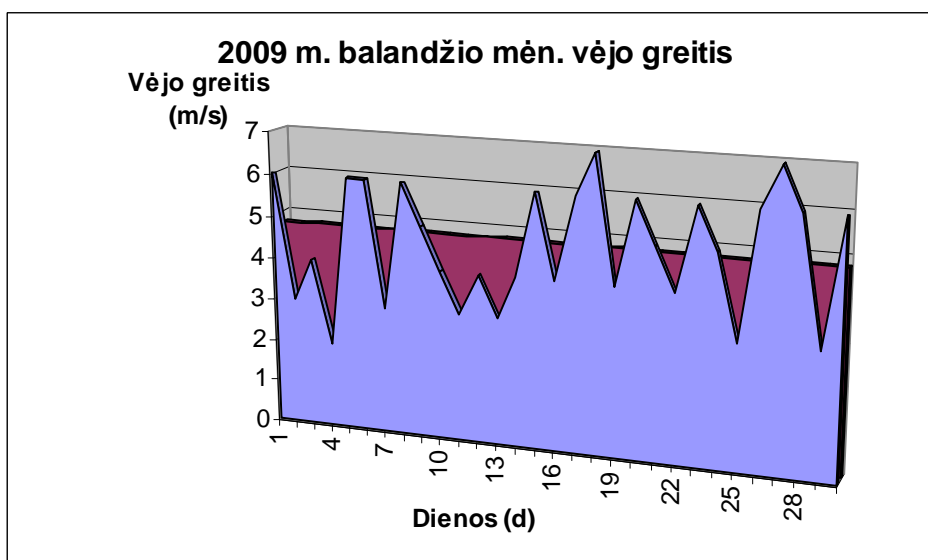
28 pav. Vėžaičių paprastoji klimatologinė stotis 2008 sausis, vidutinis mėnesio vėjo greitis 4,758 m/s



29 pav. Vėžaičių paprastoji klimatologinė stotis 2008 lapkritis, vidutinis mėnesio greitis 2,4 m/s
Klaipėdos kranto meteorologinė stotis 2009m. spalio



30 pav. Klaipėdos kranto meteorologinė stotis 2009m. spalio, vidutinis vėjo greitis 6,774 m/s



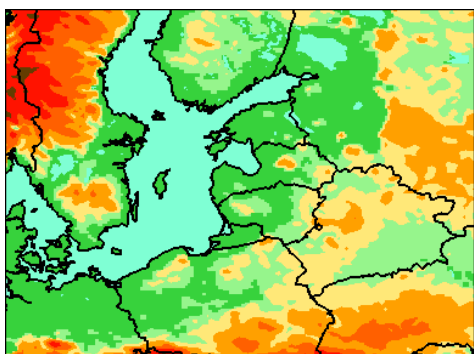
31 pav. Klaipėdos kranto meteorologinė stotis 2009m. balandis, vidutinis vėjo greitis 4,766 m/s

Klaipėdos meteorologinėje stotyje buvo tikrai paros vidutinis greitis ir maksimalus tos paros vėjo gūsių greitis. Akivaizdžiai didesnis negu Klaipėdos rajono Vėžaičių paprastojoje klimatologinėje stotyje.

Duomenys yra patikimi, bet norėtūsi, kad vėjo greitis per parą būtų matuojamas mažiausiai kas 6 val., nes žinome, kad vėjo greitis yra nuolat kintantis dydis. Todėl dar buvo atliekami stebėjimai LHMT svetainės. Pateikiama informacija iš naujausios LHMT HIRLAM modelio prognozės.

HIRLAM (*High Resolution Limited Area Model*) projektą sukūrė ir vysto 9 Europos šalys: Danija, Estija, Suomija, Islandija, Airija, Olandija, Norvegija, Ispanija ir Švedija. Lietuvos hidrometeorologijos tarnybai 2007 metais suteiktas asocijuoto HIRLAM projekto nario statusas.

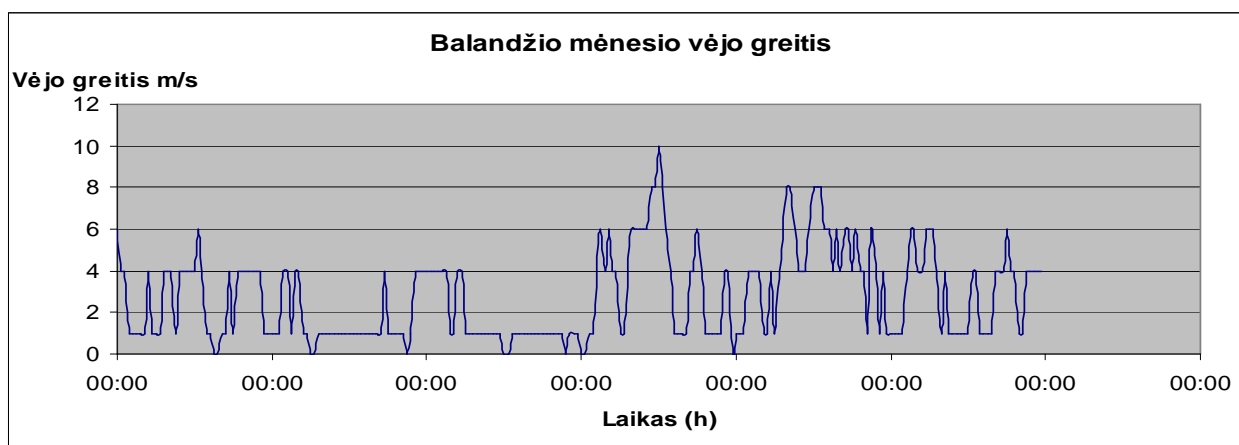
HIRLAM modelis Lietuvos hidrometeorologijos tarnyboje eksperimentiniu režimu pradėtas naudoti 2006 m. pradžioje. Modelio duomenys yra naudojami mažos trukmės (~ 2 parų) orų prognozavimui, bei gali būti taikomi sudarant itin detalius trumpų laikotarpių orų sąlygų aprašymus miestams ar regionams. Operatyviam darbui naudojama 8 km skiriamosios gebos modelio versija su 60 vertikaliųjų lygių. Prognozės laikas – 54 valandos.



32 pav. Informacija apie modelio dengiamą teritoriją (www.meteo.lt)

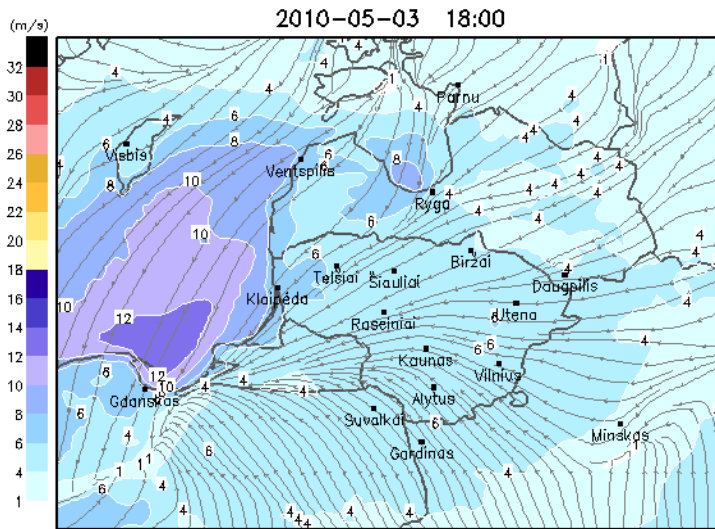
Buvo pradėta rinkti duomenis kovo 26d. ir stebėjimai vyko iki gegužės 20d. HIRLAM projektas laidžia stebėti vėjo vidutinį greitį ir vėjo gūsius m/s. Duomenys paroje matuojami 8 kartus t.y. kas tris valandas. Didžiausia paklaida gali susidaryti dėl matavimų periodų, nes vėjo greičio matavimo skalėje sugraduota kas 2 m/s, o pradžioje vėjo greitis matuojamas nuo 1m/s iki 4 m/s, atsiranda netikslumų nes tiriamos vėjo jėgainės pradeda gaminti elektros energija nuo 2,5-3 m/s.

Sudaromas balandžio mėnesio vėjo greičio grafikas pagal HIRLAM modelį Vėžaičių vietovėje.



33 pav. Vėžaičių miestelio 2010 m. balandžio mėnesio vėjo greitis

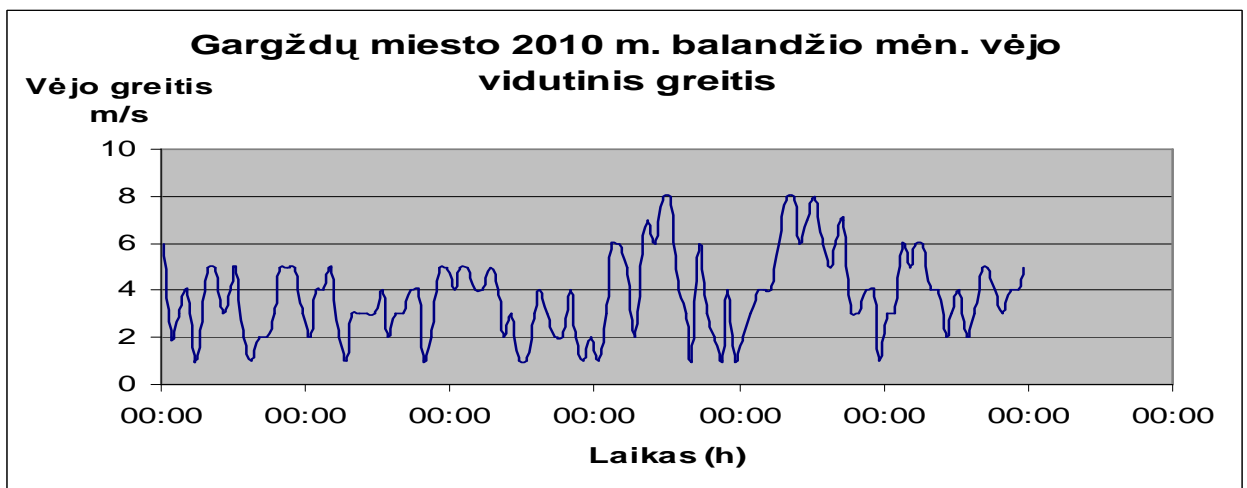
Šie duomenys matuojami kas tris valandas jau leidžia detaliau stebėti vėjo greičio kitimą ir matosi realiomis sąlygomis kintančio vėjo greičio pokyčiai. Vidutinis vėjo greitis balandžio mėnesį matuojant pagal HIRLAM projektą yra 2,787 m/s palyginus su Vėžaičių klimatologinės stoties duomenimis balandžio mėnesį 2007 – 3,483 ir 2008 – 2,866 yra mažiausias, nes matavimo graduotė neleidžia tiksliai stebėti vėjo greičio ir galimas netikslumas nustatant Vėžaičių miestelį, nors greičio kitimas ir realesnis.



(C) 2010 Lietuvos hidrometeorologijos tarnyba

34 pav. HIRLAM modelio vaizdas (www.meteo.lt)

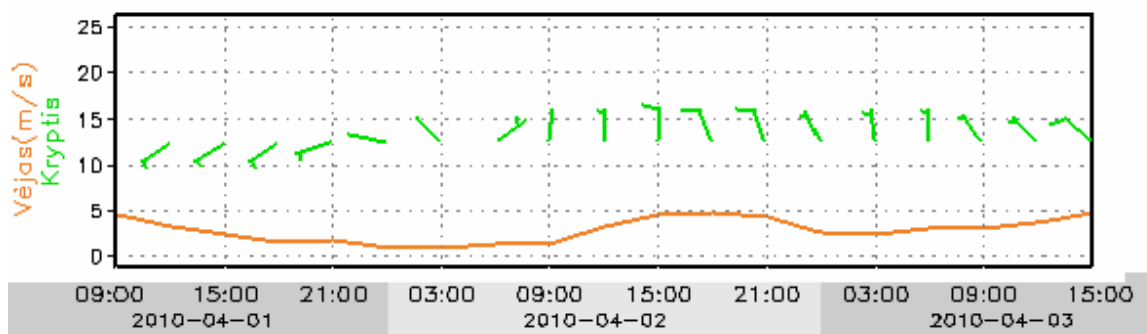
Buvo stebimi ir Klaipėdos rajono miestai Klaipėda, Gargždai. Kituose rajonuose Palanga, Kretinga, Rietavas, Plungė. Pateikiame duomenis iš Klaipėdos rajono Gargždų miesto vidutinės vėjo greičio prognozės.



35 pav. Gargždų miesto 2010 m. balandžio mėn. vėjo vidutinis greitis, vidutinis vėjo greitis 3,792 m/s.

Pastebime, kad nuo Vėžaičių miestelio HIRLAM modelio ir Gargždų miesto modelio grafikų skirtumai nedideli, nes atstumai tarp šių miestų tesiekia 5 km. Gargždų HIRLAM modelio prognozės yra tikslesnės, nes vėjo greitis graduojamas kas 1 m/s., todėl galime gauti tikslesnius duomenis, taip pat matome kur Vėžaičiuose nukrinta vėjo greitis iki 1 m/s, tai Gargžduose jis tikslesnis ir apskaičiavimo paklaidos mažesnės.

Gargždai



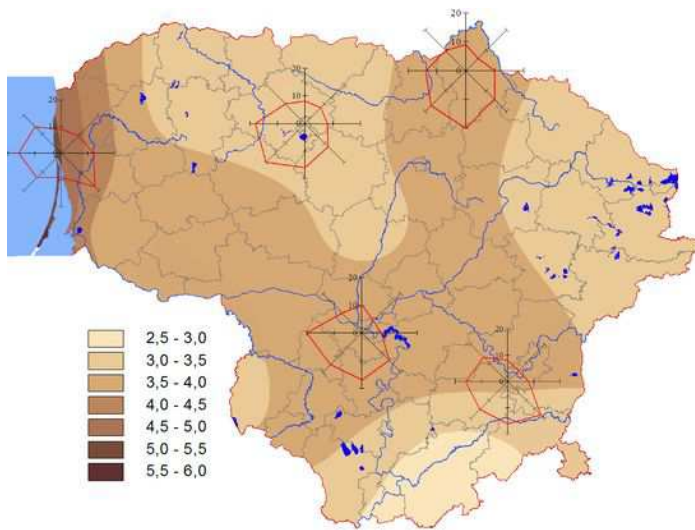
36 pav. HIRLAM programos modelio vaizdas Gargždai

8.4. Metiniai vėjo greičio duomenys

5 lentelė. Vėjo greičio duomenys

Stotys	Vėžaičiai 2007 m.	Vėžaičiai 2008 m.	Klaipėda 2009 m.
Vėjo greitis	(m/s)	(m/s)	(m/s)
Mėnesiai			
sausis	4,919	4,758	5,967
vasaris	3,964	4,339	5,214
kovas	3,113	3,193	5,194
balandis	3,483	2,866	4,766
gegužė	2,903	3,048	5,410
birželis	3,366	3,333	5,500
liepa	3,387	2,887	5,193
rugpjūtis	2,548	2,952	5,226
rugsėjis	2,750	2,400	5,833
spalis	2,435	3,097	6,774
lapkritis	3,333	3,883	6,366
gruodis	3,468	3,145	5,516
vidutinis	3,306	3,325	5,580

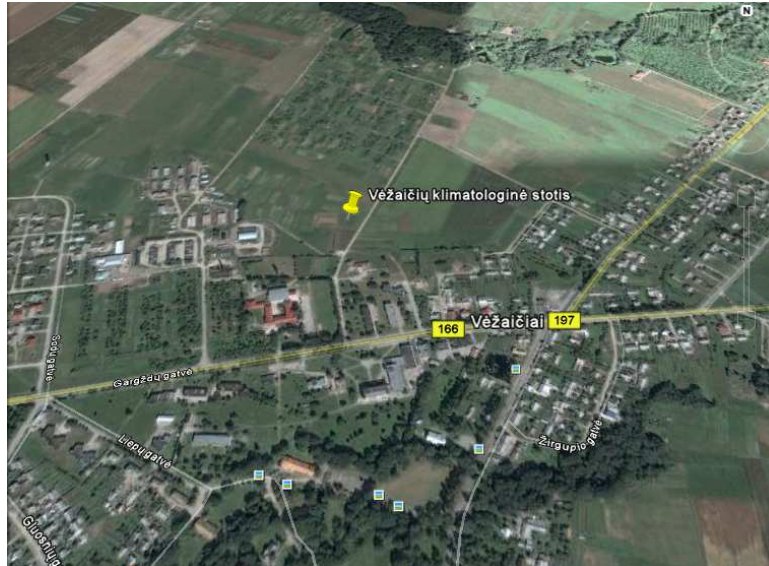
Tai trejų metų visų dvylikos mėnesių vidutiniai vėjo greičiai dviejuose meteorologinėse stotyse. Palyginti su sudarytu klimato norma 1961-1990 Lietuvoje 37 pav.



37 pav. Vidutinis metinis vėjo greitis ir vyraujančios vėjo kryptys. Klimato norma, 1961-1990 m.

Klaipėdos stoties vėjo greičio matavimai atitinka normą 5-5,5 m/s. Vėžaičių klimatologinės stoties duomenys pagal šią normą 4,0 – 4,5 m/s neatitinka ir yra mažesni, todėl vykstame apžiūrėti Vėžaičių klimatologinę stotį ir išsiaiškinti, kodėl tokie normos neatitikimai.

Pasinaudokime palydovine nuotrauka, kad išsiaiškintume kokioje vietoje yra stotis.



38 pav. Vėžaičių klimatologinė stotis

Matome, kad beveik iš visų pusių yra pastatai, šiaurinėje pusėje gyventojų sodai su medžiais, pietinėje pusėje 90 metrų iki medžių tvoros, pietryčių kryptimi iki gyvenamo pastato 100 metrų. Mes žinome jeigu kliūtis yra aukščio H tai už jo turbulenciniai sūkurių susidaro $20 H$.

Nuvykus į vietą matyti kad už 40 metrų jau pastatytas gyvenamasis pastatas, o 100 metrų atstumu į šiaurę tampa jau stovi keletas namų.

Nustatome atstumus į visas puses iki kliūtis. Šiaurės kryptimi 100 m. rytų – 250 m. Pietryčių – 100 m. pietų – 90 m. pietvakarių 110 m. vakarų – 160 m. šiaurės vakarų – 40 m. šiaurės – 100 m.



39 pav. Vėžaičių stotis ir pastatyti gyvenamieji namai



40 pav. Vėjo greičio ir krypties matavimo prietaisas naudojamas Vėžaičių stotyje (asmeninės nuotraukos)

Šis vėjo greičio ir krypties matavimo prietaisas gerokai atsilieka nuo šiuo metu naudojamų. Kaip pavyzdį pateiksiu vieną iš Lietuvos kelių direkcijos įrengtų matavimo prietaisų (41 pav.).



41 pav. Lietuvos kelių direkcijos meteorologinė stotis (asmeninės nuotraukos)

Mano manymu, reikėtų paieškoti kitos vietos vėjo duomenims rinkti arba laikytis nustatytų atstumų iki klimatologinės stoties, ir pasirūpinti naujesne technika, nes dabartiniai duomenys neatitinka vyraujančių vėjų ir jų greičių klimato normų.

9. VĖJO JĖGAINĖS

9.1. Naudojamos vėjo jėgainės

Mažos vėjo jėgainės laikomos tokios kurių nominalus galingumas neviršija 100 kW. Tyrimas yra vykdomas individualiam namui kuris per mėnesį vidutiniškai naudoja 330 kWh., tai per valandą turi būti pagaminta apie 450 Wh elektros energijos, t.y. vėjo greitis apie 4,5 m/s. Todėl mes naudosimės keturiomis skirtingomis vėjo jėgainėmis.

6 Lentelė. Skirtinų galingumų vėjo jėgainės

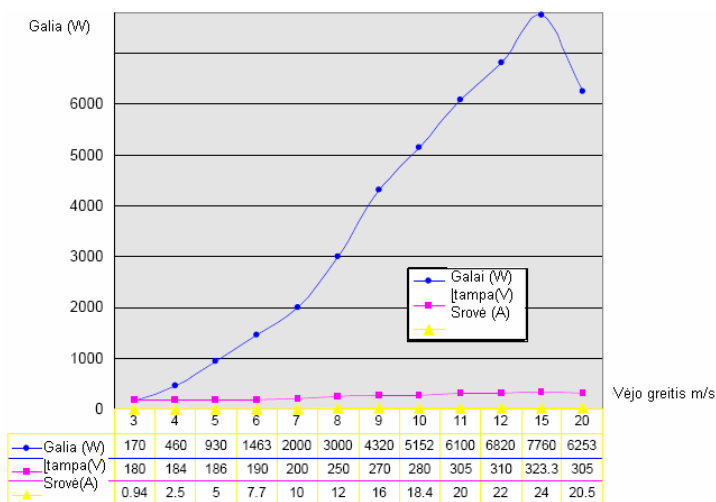
Vėjo jėgainės	H6.4-5000W	Evance R9000	iskra SAIP 3kW	WINDCore 1500
Max galia	8kW	5kW	4,5 kW	1,5 kW
Nominali galia	5kW	5kW	3kW	1,5 kW
Šalis	Kinija	Didžioji Britanija	Didžioji Britanija	Voketija

9.2. H6.4 – 5000W

42 pav. Vėjo jėgainės vaizdas.



43 pav. Galios ir vėjo greičio charakteristika



7 lentelė. Techniniai H6.4 5000W duomenys:

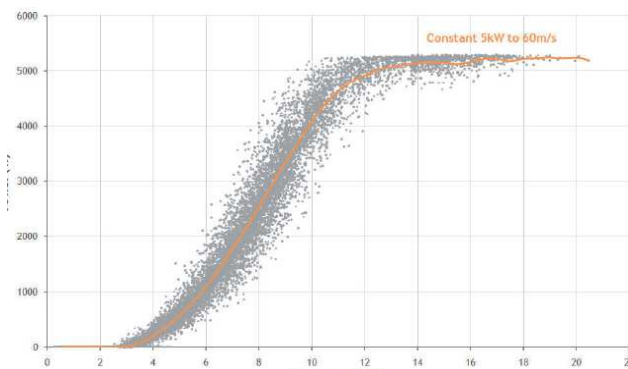
Aprašymas	H6.4 5000W
Maksimali išėjimo galai (W)	7500
Menčių skaičius	3
Rotoriaus menčių medžiaga	GRP
Rotoriaus menčių diametras (m)	6,4
Įsijungia nuo vėjo greičio(m/s)	2,5
Nominalus vėjo greitis (m/s)	10
Nominalūs apsisukimai	240
Generatoriaus išėjime	Vienos fazės dažninė kintama srovė
Nominali srovė (A)	20,8
Maksimali srovė (trumpam laikui)(A)	32
Išėjimas dažnio (Hz)	kintamo dažnio 0-360
Generatoriaus efektyvumas	>0,8
Bokšto aukštis (m)	12
Generatorio svoris (kg)	147
Siūlomoms baterijoms (Ah)	400/600
Garso indeksas (dBA)	34 už turbiną, kai vėjas 5m/s

9.3. Evance iskra R9000

44 pav. Evance iskra R9000 vaizdas



45 pav. Galios ir greičio charakteristika:



8 lentelė. Techniniai Evance iskra R9000 duomenys

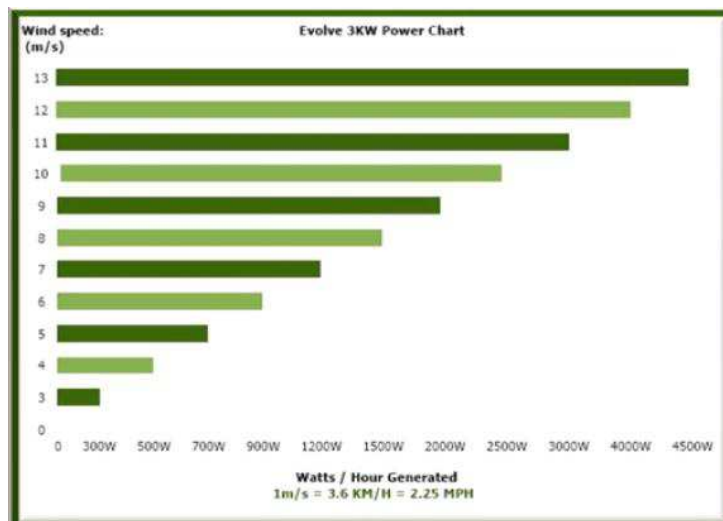
Aprašymas	Evance iskra R9000
Maksimali išėjimo galai (W)	5000 prie 12m/s iki 60m/s
Konstrukcija	3 menčių, savaiminio reguliavimo
Kontrolės sistemos	patentuota Reactive Pitch™
Rotoriaus menčių diametras (m)	5,5
Išijungia nuo vėjo greičio(m/s)	3
Nominalus vėjo greitis (m/s)	12
Nominalūs vėjaračio apsisukimai	200 aps/min max 230 aps/min
Generatoriaus išėjime	Vienos fazės dažninė kintama srovė
Nominali srovė (A)	20,8
Maksimali srovė (trumpam laikui)(A)	32
Išėjimas dažnio (Hz)	kintamo dažnio 0-360
Generatoriaus efektyvumas	>0,9
Bokšto aukštis (m)	nuo 10m. iki 18m. gali būti ir teleskopinis hidraulinis.
Garso indeksas (dBA)	45 už turbinos 60 m, kai vėjas 8m/s
Rotoriaus menčių medžiaga	Stiklo pluošto sustiprintas mišinys, mažai linkstantis ir padengtas antikorozine medžiaga.
Generatorius	Sinchroninis su nuolatiniais magnetais
Stabdymas	Patentuota automatinė stabdymo sistema

9.4. SAIP 3kW

46 pav. SAIP 3kW vaizdas



47 pav. Galios ir vėjo greičio charakteristika



9 lentelė. Techniniai SAIP 3kW duomenys

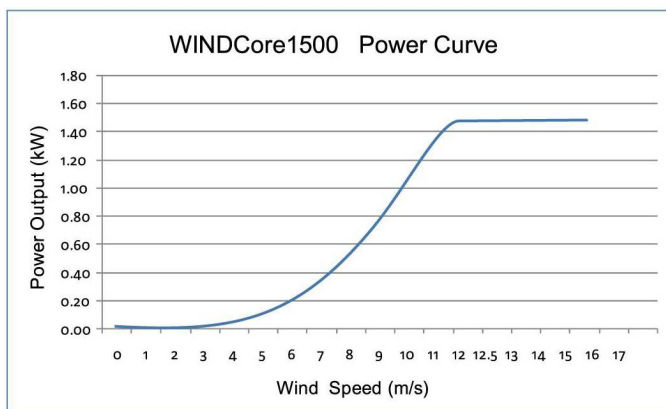
Aprašymas	SAIP 3kW
Maksimali išėjimo galia (W)	4500
Nominali išėjimo galia (W)	3000
Menčių skaičius	3
Rotoriaus menčių medžiaga	GRP
Rotoriaus menčių diametras (m)	4
Įsijungia nuo vėjo greičio(m/s)	3
Nominalus vėjo greitis (m/s)	11
Nominalūs apsisukimai	360
Darbo įtampa	DC120V/240V AC220V
Bokšto aukštis (m)	9
Vėjo jėgainės svoris (kg)	220
Siūlomos baterijos (Ah)	100V/120 Ah

9.5. WINDcore1500

48 pav. WINDcore 1500 vaizdas



49 pav. Galios ir vėjo greičio charakteristika



10 lentelė. Techniniai WINDcore 15000 duomenys

Aprašymas	WINDcore 1500
Nominali išėjimo galia (W)	1500
Menčių skaičius	8
Rotoriaus menčių medžiaga	GRP
Rotoriaus menčių diametras (m)	1,5
Įsijungia nuo vėjo greičio(m/s)	1,8
Nominalus vėjo greitis (m/s)	12,5
Nominalūs vėjaračio apsisukimai	400
Generatorius	Sinchroninis su uolėtiniais magnetais
Bokšto aukštis (m)	8
Garsas dB	35

Pasirinkome skirtingo galingumo horizontalias vėjo jėgaines ir bandysime apskaičiuoti kiek elektros energijos pagamintų per skirtingus mėnesius ir ar užtektų mūsų tiriamo namo poreikiams.

Skaičiavimus pradėsime nuo Klaipėdos kranto meteorologinės stoties duomenų, tikrinsime iš visų mažiausiai vėjuotą mėnesį, jeigu visos vėjo jėgainės sugebės pagaminti elektros energijos užtektinai, tai kitų mėnesiu tikrinti nebereikės, jeigu ne tai imsime tikrinti kutus.

Visų pirma surandame mėnesį per kurį buvo mažiausias vidutinis vėjo greitis 2009 metais. Tai balandžio mėnuo, kur vidutinis vėjo greitis 4,766 m/s. Apsiskaičiuojame kiek elektros energijos reikės individualiam namui. Balandžio mėnuo turi 22 darbo ir 8 savaitgalio dienas. Tai šaltojo metų laiko mėnuo.

$$(22 \cdot 10,696 + 8 \cdot 15,271) - (2 \cdot 15,271) = 326.94 kWh$$

Įvertiname ir tai kad per mėnesį gali šeima būti išvykusi dvi dienas svetur ir nesinaudoti elektros prietaisais tai labiausiai tikėtina savaitgalio dienomis, todėl iš bendros sumos atimame dvi savaitgalio dienas.

Turime duomenis į kuriuos reikės orientuotis. Pateikiame 10 lentelę kurioje matyti kiek elektros energijos pagamina naudojamos vėjo jėgainės.

11 lentelė. Balandis 2009 m.

Vėjo jėgainės	H6.4-5000W	Evance iskra R9000	SAIP 3kW	WINDCore 1500
Maksimali galia	8kW	5kW	4,5 kW	1,5 kW
Nominali galia	5kW	5kW	3kW	1,5 kW
Viso kW/h	650,16	490,8	472,8	78,24

Gauti duomenys rodo, kad trys iš keturių vėjo jėgainių visiškai pajėgtų užmaitinti gyvenamąjį namą nemokama elektros energija gaunama iš atsinaujinančių energijos šaltinio, tai reškia, kad visus metus šios vėjo jėgainės gali maitinti gyvenamąjį namą nemokama, švaria elektros energija. Galingiausia vėjo jėgainė H6.4-5000W netgi pagamino elektros energijos dvigubai negu reikėtų kasdieniniams individualaus namo šeimininkams, aišku ši elektros energija nebūtų nepanaudota, būtų galima naudoti šildymui ir t.t. WINDCore 1500 pajėgtų pagaminti tik ketvirtadalį reikiamos elektros energijos, todėl sekančiuose tyrimuose jos nebenaudosime.

Dabar naudosime 2007 metų Vėžaičių klimatologinės stoties duomenis ir taip pat bandysime nustatyti ar galėtų būti pilnai aprūpinamas elektros energija tyrimuose naudojamas individualus namas. Imame iš 2007 metų sąrašo mažiausią buvusį vidutinį vėjo greitį t.y. spalio. Apskaičiuokime spalio mėnesį sunaudotos elektros energijos galia kWh. Spalio mėnuo turi 21 darbo dieną ir 10 savaitgalio dienų, jis priskiriamas šaltajam metų laikui.

$$(21 \cdot 10,696 + 10 \cdot 15,271) - (2 \cdot 15,271) = 346,78 \text{ kWh}$$

Taip pat kaip ir balandžio mėnesiui įvertiname tai kad dvi dienas gali nebūti šeimininkų namuose todėl atimame dvi savaitgalio dienas.

12 lentelė. Spalis 2007 Vėžaičiai vidutinis vėjo greitis 2,435 m/s

Vėjo jėgainės	H6.4-5000W	Evance iskra R9000	SAIP 3kW
Maksimali galia	8kW	5kW	4,5 kW
Nominali galia	5kW	5kW	3kW
Viso kW/h	112,08	67,2	132

Duomenys rodo, kad nei viena vėjo jėgainė negali aprūpinti namo reikiama elektros energija, todėl jeigu gyvenamąjį namą statytumėme Vėžaičių klimatologinės stoties vietoje, vėjo jėgainės, be papildomo elektros energijos šaltinio, statytis būtų nenaudinga.

Imkime kitą 2007 m. mėnesį kovą. Kovo mėnesį yra 23 darbo ir 8 savaitgalio dienos.

$$(23 \cdot 10,696 + 8 \cdot 15,271) - (2 \cdot 15,271) = 337,63 \text{ kWh}$$

13 lentelė. Kovas 2007 m. Vėžaičiai vidutinis vėjo greitis 3,113 m/s

Vėjo jėgainės	H6.4-5000W	Evance iskra R9000	SAIP 3kW
Maksimali galia	8kW	5kW	4,5 kW
Nominali galia	5kW	5kW	3kW
Viso kW/h	250,32	165,6	213,6

Gauti duomenys netinkami vėjo jėgainių statybai, nes negali pagaminti elektros energijos mūsų tirtam individualiam namui.

Imame kitą 2007m. mėnesį gruodį, jame yra 23 darbo ir 8 savaitgalio dienos.

$$(23 \cdot 10,696 + 8 \cdot 15,271) - (2 \cdot 15,271) = 337,63 \text{ kWh}$$

14 lentelė. Gruodis 2007 m. Vėžaičiai vidutinis vėjo greitis 3,468 m/s

Vėjo jėgainės	H6.4-5000W	Evance iskra R9000	SAIP 3kW
Maksimali galia	8kW	5kW	4,5 kW
Nominali galia	5kW	5kW	3kW
Viso kW/h	282,48	183,6	261,6

Iš šių duomenų galima spręsti, kad vėjo greičiui padidėjus kiek daugiau jau būtų galiam su H.4-5000W vėjo jėgaine patenkinti individualaus namo elektros poreikius, bet dar trūksta 55,19kWh.

Tikriname kitą 2007 m. mėnesį vasarį, kuris turi 20 darbo ir 8 savaitgalio dienas.

$$(20 \cdot 10,696 + 8 \cdot 15,271) - (2 \cdot 15,271) = 305,55 \text{ kWh}$$

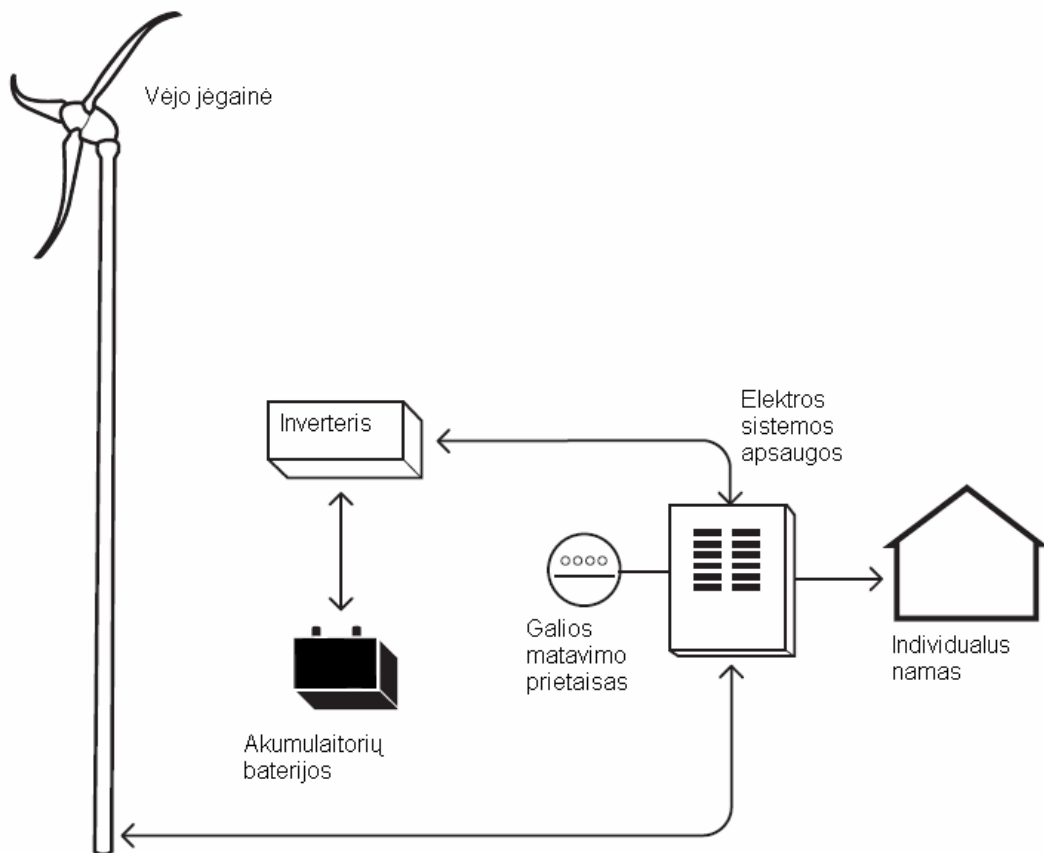
15 lentelė. Vasaris 2007 Vėžaičiai vidutinis vėjo greitis 3,964 m/s

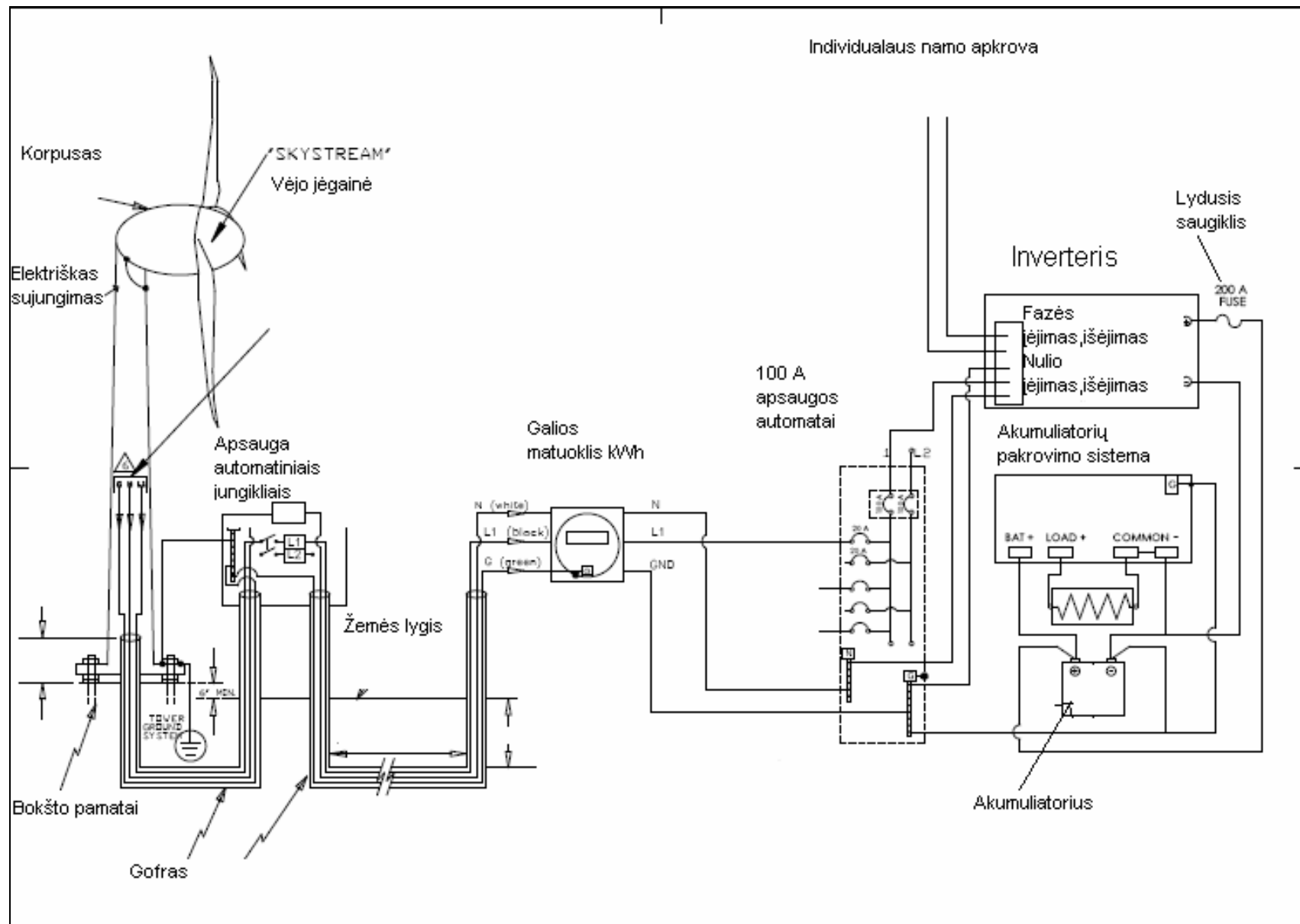
Vėjo jėgainės	H6.4-5000W	Evance iskra R9000	SAIP 3kW
Maksimali galia	8kW	5kW	4,5 kW
Nominali galia	5kW	5kW	3kW
Viso kW/h	395,28	291,6	336

Pagal gautus duomenis dvi jėgainės atitinka mūsų tiriamąjį namo elektros energijos poreikį, o Evanve iskra 9000 trūksta 13,95kWh. Jeigu vėjo greitis būtų matuojamas dažniau, būtų įvertinti vėjo gūšiai, tai tikrai užtektų mūsų tiriamam namui.

Galime daryti išvadą, kad jeigu vėjo vidutinis mėnesio greitis didesnis už 4m/s tai mūsų tiriamam individualiam namui pagaminama užtekinai elektros energijos šeimos reikmėms.

9.6. Vėjo jėgainės elementai





IŠVADOS

1. Norint pasistatyti vėjo jėgainę nuosavame sklype, būtina nustatyti kiek elektros energijos suvartoja name įrengti elektros prietaisai arba jeigu namas nepastatytas, tai įvertinti kiek ir kokių elektros prietaisų reikės, ne tik pastačius bet ir ateityje. Sudarius visų elektros prietaisų apkrovos grafikus galės tiksliai parinkti vėjo jėgainę ir elektrą kaupiančius akumuliatorius.
2. Esant tam tikram vėjo greičiui galima nustatyti vėjo lyginamąją galią ir visa tai panaudoti projektuojant vėjo jėgaines, kadangi vėjo greičio momentinė išraiška nuolat kinta reikalingi patikimi ir kuo didesnio matavimo dažnio duomenys tuo galime tiksliau nustatyti žemės sklypo lyginamąją galią.
3. Klaipėdos kranto stoties vėjo greičio duomenis sulygininti su naudojamomis vėjo jėgainių galios charakteristikomis parodė geras sąlygas vystyti mažos galios jėgainių statyboms, nes apskaičiavus mažiausią vidutinį vėjo greitį turintį mėnesį nustatyta, kad trys, nuo 3 kW iki 5kW nominalios galios, jėgainės pagamina užtektinai elektros energijos individualaus namo poreikiams patenkinti.
4. Naudojant tirtas vėjo jėgaines, individualaus namo gyventojų poreikiams užtikrinti vėjo vidutinis greitis turėtų siekti mažiausiai 4 m/s, kad elektros energijos pagamintų užtektinai.

Literatūra

1. Kytra S. 2006. Atsinaujinantys energijos šaltiniai. Kaunas: Technologija.
2. Burneikis J., Jablonskis J., ir kt. 1998. Mažosios energetikos panaudojimo galimybės Lietuvoje. Kaunas: VĮ Energetikos agentūra.
3. Šatas J. 2006. Įmonių elektros įrenginiai ir tinklai. Klaipėda: Universiteto leidykla.
4. Gečys S., ir kt. 2010. Sinchroninės mašinos nuolatinės srovės mašinos. Kaunas: Technologija
5. Katinas V. 2007. Energijos gamybos apimčių iš atsinaujinančių energijos išteklių 2008-2025 m. studijos parengimas. Kaunas: Lietuvos energetikos institutas.
6. Lietuvos meteorologijos tarnybos archyvai.
7. Asmeninės nuotraukos
8. Projektas „Atsinaujinančiųjų ir vietinių energijos išteklių naudojimo didinimas Lietuvoje“ (<http://www.avei.lt>).
9. Jankauskas V. 2004. Elektros energijos, pagamintos naudojant atsinaujinančius energijos išteklius, rėmimo būdai // Energetika, Nr. 4, p. 1–11.
10. www.chinahummer.cn/eng/ (2010 01 20)
11. www.skystreamenergy.com (2010 04 20)
12. www.alxion.com (2010 03 04)
13. www.evancewind.com (2009 11 06)
14. www.wipo-windpower.de (2009 11 06)
15. www.meteo.lt (2010 05 26)
16. <http://www.MyWindPowerSystem.com> (2010 05 26)

PRIEDAI

Balandis 2009 Klaipėda, pagaminamas elektros energijos kiekis

Vėjo jėgainės	H6.4-5000W	Evance iskra R9000	SAIP 3kW	WINDCore 1500
Max galia	8kW	5kW	4,5 kW	1,5 kW
Nominali galia	5kW	5kW	3kW	1,5 kW
Galia	W	W	W	W
Dienos				
1	1460	1200	900	180
2	170	100	300	10
3	460	200	500	50
4	0	0	0	0
5	1460	1200	900	180
6	1460	1200	900	180
7	170	100	300	10
8	1460	1200	900	180
9	930	550	700	90
10	460	200	500	50
11	170	100	300	10
12	460	200	500	50
13	170	100	300	10
14	460	200	500	50
15	1460	1200	900	180
16	460	200	500	50
17	1460	1200	900	180
18	2000	1800	1200	300
19	460	200	500	50
20	1460	1200	900	180
21	930	550	700	90
22	460	200	500	50
23	1460	1200	900	180
24	930	550	700	90
25	170	100	300	10
26	1460	1200	900	180
27	2000	1800	1200	300
28	1460	1200	900	180
29	170	100	300	10
30	1460	1200	900	180
Viso kW/h	650,16	490,8	472,8	78,24

Kovas 2007 m. Vėžaičiai, pagaminamas elektros energijos kiekis

Vėjo jėgainės	H6.4-5000W	Evance iskra R9000	SAIP 3kW
Max galia	8kW	5kW	4,5 kW
Nominali galia	5kW	5kW	3kW
Galia	W	W	W
Dienos			
1	250	150	400
2	0	0	0
3	0	0	0
4	0	0	0
5	0	0	0
6	0	0	0
7	250	150	400
8	0	0	0
9	0	0	0
10	170	100	300
11	750	350	600
12	0	0	0
13	0	0	0
14	0	0	0
15	460	200	500
16	460	200	500
17	1750	1800	1200
18	930	550	700
19	930	550	700
20	170	100	300
21	1200	800	800
22	460	200	500
23	1200	800	800
24	1200	800	800
25	250	150	400
26	0	0	0
27	0	0	0
28	0	0	0
29	0	0	0
30	0	0	0
Viso kW/h	250,32	165,6	213,6

Vasaris 2007 m. Vėžaičiai, pagaminamas elektros energijos kiekis

Vėjo jėgainės	H6.4-5000W	Evance iskra R9000	SAIP 3kW
Max galia	8kW	5kW	4,5 kW
Nominali galia	5kW	5kW	3kW
Galia	W	W	W
Dienos			
1	750	350	600
2	170	100	300
3	1750	1800	1200
4	170	100	300
5	170	100	300
6	0	0	0
7	200	150	400
8	1460	1200	900
9	460	200	500
10	0	0	0
11	170	100	300
12	930	550	700
13	750	350	600
14	200	150	400
15	200	150	400
16	0	0	0
17	460	200	500
18	0	0	0
19	170	100	300
20	750	350	600
21	200	150	400
22	1750	1800	1200
23	750	350	600
24	1460	1200	900
25	1460	1200	900
26	1460	1200	900
27	170	100	300
28	460	200	500
Viso kW/h	395,28	291,6	336

Gruodis 2007 m. Vėžaičiai, pagaminamas elektros energijos kiekis

Vėjo jėgainės	H6.4-5000W	Evance iskra R9000	SAIP 3kW
Max galia	8kW	5kW	4,5 kW
Nominali galia	5kW	5kW	3kW
Galia	W	W	W
Dienos			
1	930	550	700
2	200	150	400
3	1200	800	800
4	1200	800	800
5	170	100	300
6	460	200	500
7	1460	1200	900
8	1460	1200	900
9	460	200	500
10	0	0	0
11		0	0
12	460	200	500
13	170	100	300
14	0	0	0
15	0	0	0
16	0	0	0
17	0	0	0
18	0	0	0
19	200	150	400
20	930	550	700
21	460	200	500
22	170	100	300
23	170	100	300
24	0	0	0
25	170	100	300
26	0	0	0
27	0	0	0
28	200	150	400
29	930	550	700
30	200	150	400
31	170	100	300
Viso kW/h	282,48	183,6	261,6

Spalis 2007 m. Vėžaičiai, pagaminamas elektros energijos kiekis

Vėjo jėgainės	H6.4-5000W	Evance iskra R9000	SAIP 3kW
Max galia	8kW	5kW	4,5 kW
Nominali galia	5kW	5kW	3kW
Galia	W	W	W
Dienos			
1	0	0	0
2	0	0	0
3	0	0	0
4	0	0	0
5	0	0	0
6	0	0	0
7	0	0	0
8	0	0	0
9	170	100	300
10	0	0	0
11	0	0	0
12	930	550	700
13	460	200	500
14	0	0	0
15	170	100	300
16	170	100	300
17	170	100	300
18	0	0	0
19	0	0	0
20	0	0	0
21	0	0	0
22	0	0	0
23	200	150	400
24	1200	800	800
25	170	100	300
26	200	150	400
27	170	100	300
28	0	0	0
29	200	150	400
30	460	200	500
31	0	0	0
Viso kW/h	112,08	67,2	132

HIRLAM modelio 2010 m. balandžio mėnesio vėjo greičio duomenys

Dienos	30.Kov		31.Kov		01.Bal		02.Bal	
	vid.	max.	vid.	max.	vid.	max.	vid.	max.
Val.(h)	m/s	m/s	m/s	m/s	m/s	m/s	m/s	m/s
0	4	8	4	8	6	11	4	0
3	4	8	4	8	4	11	1	0
6	4	8	4	8	4	6	1	0
9	4	10	6	10	1	0	1	0
12	4	10	6	12	1	0	4	6
15	4	6	6	14	1	0	4	8
18	1	0	6	11	1	0	4	8
21	1	0	4	10	1	0	1	6
Dienos	03.Bal		04.Bal		05.Bal		06.Bal	
	vid.	max.	vid.	max.	vid.	max.	vid.	max.
Val.(h)	m/s	m/s	m/s	m/s	m/s	m/s	m/s	m/s
0	4	0	1	0	4	8	1	6
3	4	0	0	0	4	8	1	0
6	4	0	0	0	4	8	1	0
9	4	6	1	0	4	10	4	6
12	4	6	1	0	4	10	4	8
15	6	8	4	8	4	6	1	8
18	4	8	1	6	1	0	4	8
21	1	0	4	8	1	0	4	6
Dienos	07.Bal		08.Bal		09.Bal		10.Bal	
	vid.	max.	vid.	max.	vid.	max.	vid.	max.
Val.(h)	m/s	m/s	m/s	m/s	m/s	m/s	m/s	m/s
0	1	0	1	0	1	0	1	0
3	1	0	1	0	1	0	1	0
6	0	0	1	0	1	0	1	0
9	0	0	1	0	1	0	0	0
12	1	0	1	8	1	6	1	6
15	1	6	1	8	4	8	4	8
18	1	6	1	6	1	6	4	6
21	1	0	1	0	1	6	4	6
Dienos	11.Bal		12.Bal		13.Bal		14.Bal	
	vid.	max.	vid.	max.	vid.	max.	vid.	max.
Val.(h)	m/s	m/s	m/s	m/s	m/s	m/s	m/s	m/s
0	4	8	4	8	1	0	1	0
3	4	6	4	6	1	0	1	0
6	4	6	1	6	1	0	1	0
9	4	8	1	6	1	0	1	0
12	4	6	1	6	0	0	1	6
15	4	8	1	8	0	0	1	6
18	1	8	1	6	1	0	1	6
21	1	6	1	0	1	0	1	0

HIRLAM modelio 2010 m. balandžio mėnesio vėjo greičio duomenys

Dienos	15.Bal		16.Bal		17.Bal		18.Bal	
	vid.	max.	vid.	max.	vid.	max.	vid.	max.
Val.(h)	m/s	m/s	m/s	m/s	m/s	m/s	m/s	m/s
0	1	0	0	0	4	8	6	12
3	1	0	0	0	4	6	6	13
6	1	0	1	0	1	0	8	14
9	1	0	1	0	1	0	8	16
12	0	0	4	10	4	10	10	18
15	1	6	6	12	6	10	8	16
18	1	6	4	6	6	12	6	13
21	1	0	6	10	6	12	4	6
Dienos	19.Bal		20.Bal		21.Bal		22.Bal	
	vid.	max.	vid.	max.	vid.	max.	vid.	max.
Val.(h)	m/s	m/s	m/s	m/s	m/s	m/s	m/s	m/s
0	1	0	1	0	1	0	1	0
3	1	0	1	0	1	0	4	6
6	1	0	1	0	1	0	1	0
9	1	0	1	0	4	8	4	8
12	4	10	1	6	4	10	6	13
15	4	13	4	8	4	10	8	16
18	6	11	4	8	4	10	8	14
21	4	6	0	0	1	0	6	8
Dienos	23.Bal		24.Bal		25.Bal		26.Bal	
	vid.	max.	vid.	max.	vid.	max.	vid.	max.
Val.(h)	m/s	m/s	m/s	m/s	m/s	m/s	m/s	m/s
0	4	6	6	8	4	6	1	0
3	4	8	4	10	4	6	1	0
6	4	6	6	10	1	0	1	0
9	6	12	4	10	6	8	1	6
12	8	16	6	14	4	6	4	6
15	8	16	6	14	1	6	6	8
18	8	13	4	12	4	6	6	13
21	6	10	6	14	1	0	4	12
Dienos	27.Bal		28.Bal		29.Bal		30.Bal	
	vid.	max.	vid.	max.	vid.	max.	vid.	max.
Val.(h)	m/s	m/s	m/s	m/s	m/s	m/s	m/s	m/s
0	4	8	1	0	1	0	4	6
3	6	11	1	0	1	0	1	0
6	6	11	1	0	1	6	1	6
9	6	11	1	0	4	8	4	6
12	4	8	1	0	4	10	4	8
15	1	6	4	10	4	10	4	8
18	4	6	4	8	6	11	4	6
21	1	6	1	0	4	8	4	10

Klaipėdos kranto stoties 2009 m. duomenys

Diena	Balandis		Gegužė		Birželis	
	vid.	max.	vid.	max.	vid.	max.
	m/s	m/s	m/s	m/s	m/s	m/s
1	6	9	6	9	3	7
2	3	6	5	7	5	7
3	4	5	3	4	8	13
4	2	3	6	9	7	12
5	6	7	6	9	6	9
6	6	9	7	11	4	6
7	3	4	7	12	6	8
8	6	9	4	6	5	8
9	5	7	7	12	5	7
10	4	6	6	8	5	7
11	3	5	4	6	3	4
12	4	8	7	12	6	9
13	3	5	7	12	5	8
14	4	6	6	11	8	13
15	6	8	5	9	7	11
16	4	6	3	6	5	7
17	6	8	3	5	5	6
18	7	13	4	6	6	9
19	4	9	5	7	6	8
20	6	9	3	5	6	9
21	5	6	2	4	5	6
22	4	6	7	11	6	9
23	6	8	7	12	6	9
24	5	7	6	12	6	9
25	3	4	4	6	6	9
26	6	8	6	8	5	7
27	7	11	7	11	4	7
28	6	8	7	11	5	7
29	3	4	6	11	5	7
30	6	9	6	9	6	8
31	-	-	6	8	-	-

Klaipēdos kranto stoties 2009 m.duomenys

Diena	Liepa		Rugpjūtis		Rugsējis	
	vid.	max.	vid.	max.	vid.	max.
	m/s	m/s	m/s	m/s	m/s	m/s
1	5	7	6	9	6	9
2	5	7	3	5	7	11
3	5	6	5	7	7	11
4	4	6	5	8	6	11
5	6	9	5	7	6	9
6	5	9	6	9	7	11
7	4	6	4	6	6	11
8	4	6	5	7	4	6
9	7	11	3	5	5	6
10	6	9	3	5	2	4
11	5	7	5	7	4	6
12	5	7	6	9	3	5
13	3	5	6	9	5	7
14	4	5	7	12	5	7
15	4	5	5	11	3	4
16	5	6	7	11	3	4
17	4	5	7	11	6	8
18	6	9	7	12	4	6
19	7	11	8	13	4	6
20	6	11	3	4	5	6
21	8	14	4	6	6	9
22	7	12	5	8	7	11
23	4	5	6	8	10	15
24	6	9	3	5	8	15
25	5	8	5	7	8	14
26	6	8	6	9	6	9
27	6	9	5	9	7	11
28	5	6	4	6	9	15
29	5	7	5	7	9	15
30	3	4	6	9	7	13
31	6	11	7	11	-	-

Klaipėdos kranto stoties 2009 m. duomenys

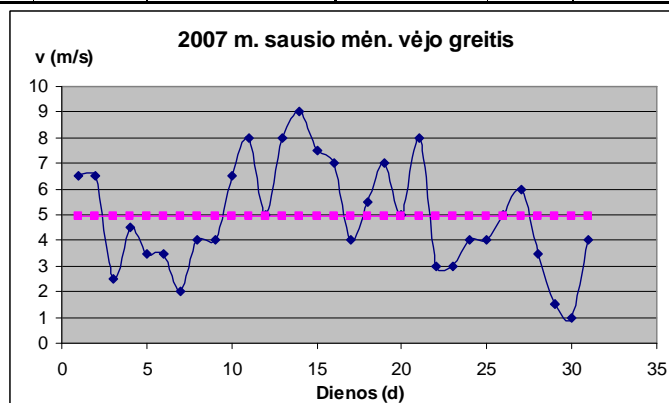
Diena	Spalis		Lapkritis		Gruodis	
	vid.	max.	vid.	max.	vid.	max.
	m/s	m/s	m/s	m/s	m/s	m/s
1	10	15	3	4	5	12
2	8	15	8	13	6	9
3	11	16	8	13	7	11
4	16	21	7	12	5	7
5	17	23	8	14	5	7
6	7	12	5	8	5	7
7	7	12	6	9	6	8
8	7	11	5	6	3	4
9	13	18	7	11	2	3
10	5	7	5	7	2	4
11	5	8	5	7	3	4
12	3	5	5	7	3	4
13	6	8	2	6	4	6
14	14	18	6	9	4	6
15	8	16	7	11	7	11
16	4	6	6	9	7	11
17	5	7	5	8	7	11
18	6	8	7	11	6	9
19	7	11	12	10	5	6
20	6	11	7	12	5	7
21	5	7	7	11	7	12
22	3	4	6	9	7	12
23	3	5	6	9	7	12
24	5	7	7	12	5	7
25	5	7	7	12	8	13
26	4	7	6	9	8	14
27	4	6	7	11	8	16
28	7	11	7	12	5	7
29	3	7	7	11	7	11
30	3	4	7	12	6	8
31	3	6	-	-	6	9

Klaipėdos kranto stoties 2009 m. duomenys

Diena	Sausis		Vasaris		Kovas	
	vid.	max.	vid.	max.	vid.	max.
	m/s	m/s	m/s	m/s	m/s	m/s
1	5	8	5	8	6	9
2	7	11	5	7	6	10
3	10	17	6	9	6	10
4	5	7	5	8	6	8
5	3	4	3	5	7	11
6	10	16	6	8	6	9
7	15	20	5	7	4	7
8	10	16	6	9	4	6
9	8	16	5	8	4	5
10	6	8	5	7	6	9
11	7	12	6	9	3	6
12	8	14	4	6	2	4
13	7	12	3	5	3	4
14	6	9	6	8	5	8
15	4	6	4	8	3	5
16	4	6	3	4	3	4
17	3	6	5	9	8	13
18	6	9	6	9	8	14
19	6	9	4	5	6	12
20	6	9	4	6	5	7
21	4	6	5	7	7	12
22	5	7	8	13	4	7
23	7	11	7	11	4	5
24	7	11	3	4	6	9
25	3	5	7	11	5	7
26	3	4	6	9	3	5
27	3	5	7	11	6	9
28	3	5	7	11	5	7
29	4	6	-	-	6	10
30	4	5	-	-	5	7
31	6	9	-	-	9	9

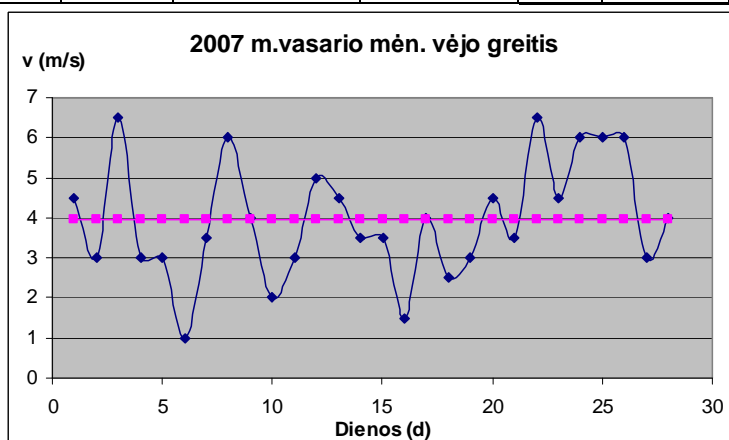
Vėžaičių paprastoji klimato stotis 2007 m. sausis

Diena	06 val.				18 val.			
	kryptis	vid.	max.	bendras	kryptis	vid.	max.	paros vid.
		m/s	m/s	m/s		m/s	m/s	m/s
1	PPV	4	18	11	V	9	18	6,5
2	VŠV	8	22	15	VŠV	5	14	6,5
3	VŠV	4	9	6,5	ŠR	1	10	2,5
4	PV	4	10	7	PPV	5	11	4,5
5	PV	3	10	6,5	ŠV	4	11	3,5
6	VPV	4	9	6,5	VŠV	3	10	3,5
7	PPV	2	7	4,5	VŠV	2	6	2
8	PPV	4	9	6,5	PPR	4	8	4
9	VPV	3	11	7	VPV	5	11	4
10	V	7	15	11	VPV	6	13	6,5
11	VŠV	11	22	16,5	PV	5	22	8
12	ŠV	3	12	7,5	ŠV	7	17	5
13	VŠV	9	13	11	ŠV	7	20	8
14	PV	5	10	7,5	ŠVŠ	13	24	9
15	ŠV	7	30	18,5	PPV	8	15	7,5
16	VOV	6	11	8,5	VŠV	8	12	7
17	VŠV	3	14	8,5	VPV	5	10	4
18	V	7	16	11,5	P	4	14	5,5
19	Š	6	14	10	ŠŠV	8	15	7
20	ŠŠV	5	18	11,5	P	5	10	5
21	VŠV	11	19	15	VŠV	5	18	8
22	ŠŠR	3	10	6,5	RPR	3	4	3
23	ŠŠR	4	10	7	PER	2	7	3
24	R	3	8	5,5	RPR	5	8	4
25	RŠR	4	7	5,5	RPR	4	8	4
26	P	3	9	6	PPV	7	15	5
27	ŠŠV	6	14	10	ŠŠR	6	14	6
28	ŠŠR	2	17	9,5	RPR	5	7	3,5
29	ŠŠR	1	9	5	VPV	2	8	1,5
30	ŠR	1	15	8	PER	1	4	1
31	PPR	3	8	5,5	PV	5	10	4



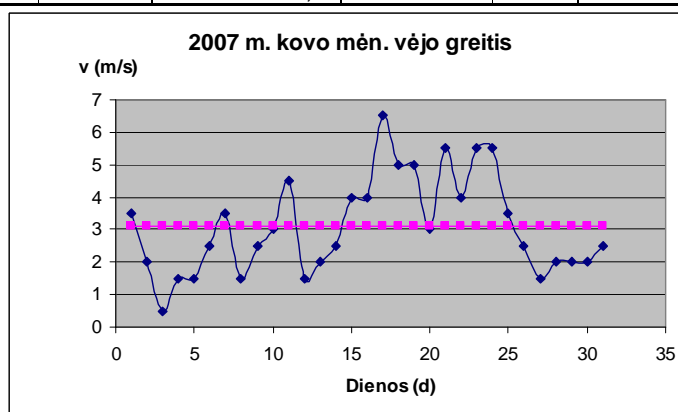
Vėžaičių paprastoji klimato stotis 2007 m. vasaris

Diena	06 val.				18 val.			
	kryptis	vid.	max.	bendras	kryptis	vid.	max.	paros vid.
		m/s	m/s	m/s		m/s	m/s	m/s
1	ŠR	7	13	10	ŠV	2	12	4,5
2	PPV	1	4	2,5	PV	5	11	3
3	Š	8	15	11,5	ŠŠV	5	14	6,5
4	VŠV	2	10	6	VŠV	4	9	3
5	ŠŠR	2	7	4,5	VŠV	4	14	3
6	RPR	2	11	6,5	ŠTILIS	0	6	1
7	RPR	2	6	4	VŠV	5	8	3,5
8	RŠR	5	7	6	RPR	7	11	6
9	RŠR	5	11	8	RŠR	3	9	4
10	RŠR	2	4	3	ŠŠV	2	6	2
11	PPR	2	4	3	PER	4	7	3
12	PER	6	10	8	PER	4	11	5
13	RPR	5	9	7	RPR	4	9	4,5
14	RPR	4	7	5,5	PER	3	7	3,5
15	RPR	3	6	4,5	RPR	4	7	3,5
16	RPR	2	6	4	PER	1	5	1,5
17	PPR	3	6	4,5	PPR	5	7	4
18	PPV	3	10	6,5	PV	2	9	2,5
19	ŠŠV	4	9	6,5	ŠŠR	2	8	3
20	V	2	6	4	ŠR	7	12	4,5
21	R	3	9	6	RPR	4	6	3,5
22	RPR	6	10	8	RPR	7	13	6,5
23	RPR	4	10	7	RPR	5	10	4,5
24	PPR	5	9	7	PER	7	13	6
25	PER	6	12	9	PER	6	12	6
26	PER	6	10	8	PER	6	11	6
27	PPR	3	10	6,5	PV	3	8	3
28	PV	4	6	5	PPR	4	9	4



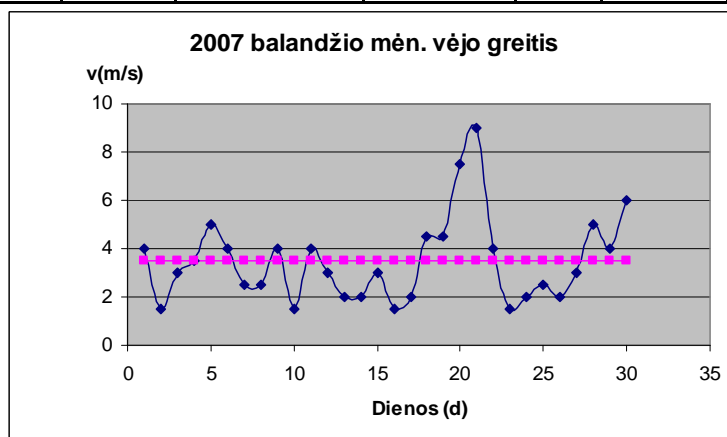
Vėžaičių paprastoji klimato stotis 2007 m. kovas

Diena	06 val.				18 val.			
	kryptis	vid.	max.	bendras	kryptis	vid.	max.	bendras
		m/s	m/s	m/s		m/s	m/s	m/s
1	P	3	8	5,5	PVV	4	9	3,5
2	PV	3	10	6,5	PV	1	8	2
3	ŠTILIS	0	4	2	PV	1	4	0,5
4	ŠTILIS	0	2	1	ŠŠV	3	7	1,5
5	ŠTILIS	0	5	2,5	P	3	5	1,5
6	PPV	3	7	5	PPR	2	6	2,5
7	PPR	4	8	6	PER	3	9	3,5
8	PV	2	6	4	V	1	7	1,5
9	V	3	8	5,5	VPV	2	7	2,5
10	PPV	2	6	4	V	4	6	3
11	V	7	15	11	V	2	12	4,5
12	VŠV	1	5	3	V	2	7	1,5
13	PPR	2	5	3,5	PV	2	7	2
14	VŠV	2	4	3	VŠV	3	13	2,5
15	PV	2	5	3,5	V	6	9	4
16	VPV	4	10	7	V	4	9	4
17	VPV	7	14	10,5	VŠV	6	16	6,5
18	VPV	4	10	7	VPV	6	17	5
19	PV	7	15	11	PV	3	15	5
20	PER	2	6	4	RŠR	4	10	3
21	R	8	12	10	R	3	11	5,5
22	RPR	5	8	6,5	PPV	3	12	4
23	RŠR	4	6	5	RPR	7	13	5,5
24	RPR	6	11	8,5	R	5	12	5,5
25	R	3	7	5	R	4	10	3,5
26	RŠR	2	6	4	ŠŠR	3	7	2,5
27	RPR	2	5	3,5	R	1	6	1,5
28	RPR	2	4	3	RPR	2	7	2
29	RPR	3	4	3,5	PER	1	9	2
30	RPR	2	4	3	RPR	2	7	2
31	RPR	2	3	2,5	ŠŠR	3	7	2,5



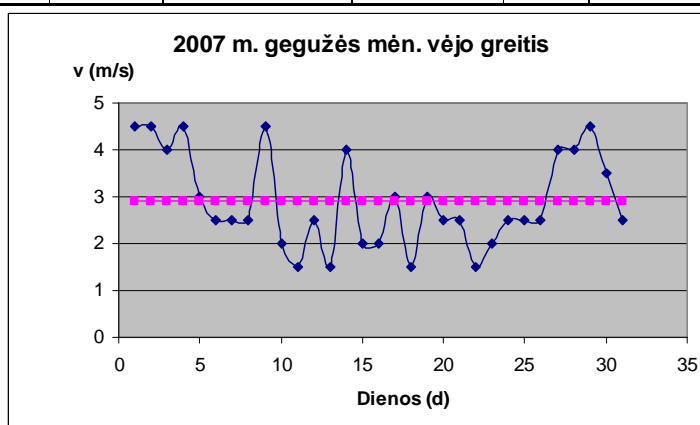
Vėžaičių paprastoji klimato stotis 2007 m. balandis

Diena	06 val.				18 val.			
	kryptis	vid. m/s	max. m/s	bendras m/s	kryptis	vid. m/s	max. m/s	paros vid. m/s
1	ŠŠV	5	6	5,5	Š	3	9	4
2	PV	1	5	3	VPV	2	8	1,5
3	PV	2	5	3,5	ŠŠV	4	11	3
4	ŠR	5	11	8	VOV	2	11	3,5
5	V	7	12	9,5	VŠV	3	12	5
6	ŠŠV	5	10	7,5	ŠŠV	3	12	4
7	PV	1	4	2,5	ŠV	4	11	2,5
8	ŠŠV	2	7	4,5	ŠŠV	3	14	2,5
9	PER	6	9	7,5	PPR	2	13	4
10	ŠV	2	5	3,5	V	1	6	1,5
11	V	5	9	7	VŠV	3	12	4
12	ŠR	3	4	3,5	Š	3	11	3
13	Š	1	5	3	ŠŠV	3	7	2
14	Š	1	6	3,5	ŠŠR	3	11	2
15	RPR	3	7	5	ŠV	3	9	3
16	VPV	2	6	4	VPV	1	7	1,5
17	PPV	2	4	3	ŠV	2	10	2
18	ŠV	6	10	8	ŠV	3	10	4,5
19	ŠŠV	3	6	4,5	PV	6	16	4,5
20	ŠŠV	9	19	14	ŠV	6	20	7,5
21	P	10	16	13	ŠV	8	16	9
22	ŠŠV	6	11	8,5	ŠV	2	13	4
23	P	1	5	3	PPR	2	7	1,5
24	ŠŠV	1	4	2,5	Š	3	8	2
25	RPR	3	5	4	VŠV	2	4	2,5
26	PPR	3	4	3,5	ŠV	1	7	2
27	PV	2	4	3	Š	4	8	3
28	RŠR	3	5	4	ŠŠV	7	13	5
29	RŠR	4	10	7	ŠŠV	4	13	4
30	ŠŠR	7	11	9	ŠŠR	5	14	6



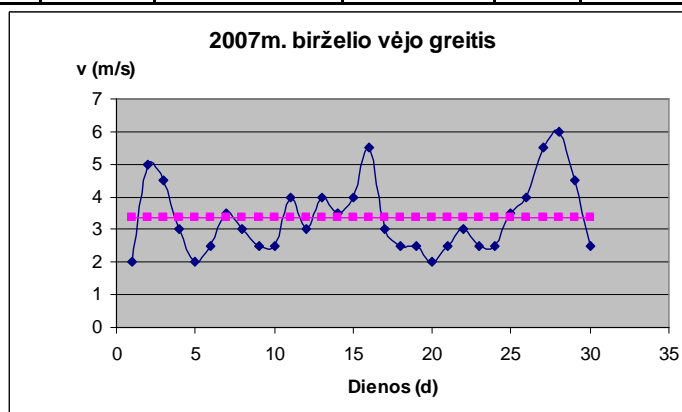
Vėžaičių paprastoji klimato stotis 2007 m. gegužė

Diena	06 val.				18 val.			
	kryptis	vid.	max.	bendras	kryptis	vid.	max.	bendras
		m/s	m/s	m/s		m/s	m/s	m/s
1	ŠR	4	8	6	ŠŠV	5	12	4,5
2	PV	2	7	4,5	Š	7	12	4,5
3	ŠR	5	11	8	ŠŠV	3	8	4
4	VPV	6	8	7	ŠŠV	3	11	4,5
5	RŠR	3	5	4	RPR	3	8	3
6	PPV	4	7	5,5	PPR	1	8	2,5
7	P	2	6	4	V	3	11	2,5
8	ŠŠR	1	11	6	V	4	10	2,5
9	V	5	9	7	ŠV	4	10	4,5
10	VPV	2	5	3,5	PPR	2	10	2
11	VŠV	2	11	6,5	RŠR	1	6	1,5
12	ŠŠR	3	6	4,5	VŠV	2	9	2,5
13	PPV	2	6	4	PPR	1	9	1,5
14	P	4	8	6	ŠŠR	4	12	4
15	PV	2	20	11	VŠV	2	11	2
16	VŠV	2	4	3	VŠV	2	9	2
17	PER	4	7	5,5	RŠR	2	9	3
18	VPV	2	4	3	PV	1	8	1,5
19	PPV	4	6	5	PPV	2	9	3
20	PV	2	4	3	ŠV	3	6	2,5
21	RPR	4	6	5	PPR	1	8	2,5
22	PPR	2	3	2,5	ŠV	1	7	1,5
23	RŠR	1	5	3	ŠV	3	10	2
24	VPV	3	5	4	V	2	8	2,5
25	PPV	2	6	4	PPR	3	8	2,5
26	PV	2	11	6,5	VPV	3	7	2,5
27	P	3	5	4	PER	5	12	4
28	PER	4	8	6	ŠŠR	4	12	4
29	ŠR	5	8	6,5	RPR	4	10	4,5
30	P	3	8	5,5	VŠV	4	9	3,5
31	PPV	2	6	4	ŠV	3	4	2,5



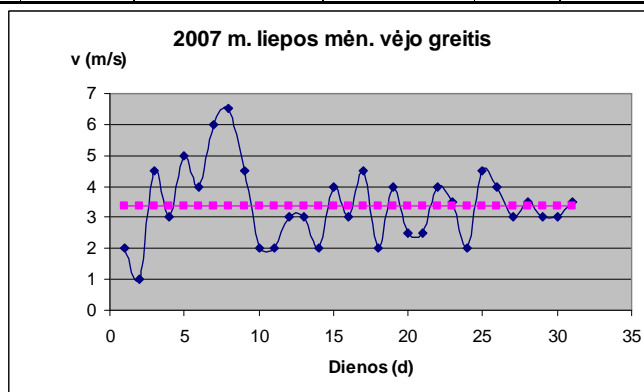
Vėžaičių paprastoji klimato stotis 2007 m. birželis

Diena	06 val.				18 val.			
	kryptis	vid. m/s	max. m/s	bendras m/s	kryptis	vid. m/s	max. m/s	bendras m/s
1	ŠŠV	2	6	4	ŠR	2	5	2
2	R	6	11	8,5	R	4	12	5
3	R	5	8	6,5	RPR	4	14	4,5
4	R	4	7	5,5	PER	2	9	3
5	R	3	5	4	PER	1	9	2
6	RPR	3	5	4	RPR	2	8	2,5
7	R	3	5	4	ŠR	4	7	3,5
8	PPR	3	6	4,5	ŠŠV	3	7	3
9	RPR	3	4	3,5	ŠŠV	2	9	2,5
10	ŠV	2	3	2,5	ŠŠV	3	8	2,5
11	ŠR	4	6	5	Š	4	12	4
12	PV	3	6	4,5	PV	3	9	3
13	V	5	9	7	V	3	9	4
14	V	4	7	5,5	VŠV	3	9	3,5
15	ŠŠR	3	7	5	R	5	7	4
16	RPR	7	1	4	R	4	10	5,5
17	V	4	1	2,5	VPV	2	11	3
18	PV	3	8	5,5	ŠV	2	8	2,5
19	PER	1	6	3,5	ŠŠR	4	10	2,5
20	RPR	2	5	3,5	ŠŠV	2	8	2
21	PPR	3	6	4,5	PER	2	9	2,5
22	RPR	4	6	5	PPR	2	7	3
23	PPV	3	6	4,5	V	2	9	2,5
24	VPV	2	6	4	ŠV	3	9	2,5
25	VŠV	4	5	4,5	VŠV	3	8	3,5
26	RPR	4	7	5,5	VPV	4	14	4
27	VPV	6	6	6	VPV	5	15	5,5
28	ŠV	7	15	11	VŠV	5	12	6
29	PPR	6	15	10,5	VŠV	3	12	4,5
30	RPR	3	11	7	P	2	7	2,5



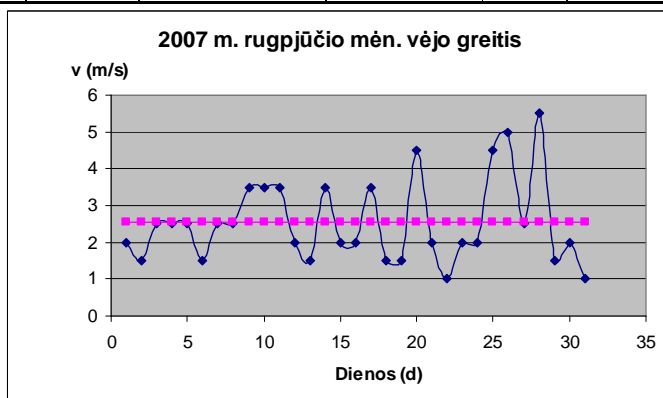
Vėžaičių paprastoji klimato stotis 2007 m.liepa

Diena	06 val.				18 val.			
	kryptis	vid.	max.	bendras	kryptis	vid.	max.	paros vid.
		m/s	m/s	m/s		m/s	m/s	m/s
1	V	2	10	6	V	2	7	2
2	VŠV	1	4	2,5	PPR	1	5	1
3	RPR	5	7	6	V	4	10	4,5
4	PPR	3	8	5,5	RPR	3	9	3
5	RPR	6	10	8	Š	4	11	5
6	ŠŠR	5	8	6,5	Š	3	8	4
7	ŠV	6	10	8	VŠV	6	11	6
8	ŠV	6	12	9	VŠV	7	16	6,5
9	VŠV	6	12	9	V	3	12	4,5
10	PPV	1	6	3,5	Š	3	66	2
11	VŠV	2	6	4	V	2	8	2
12	PPV	3	6	4,5	V	3	8	3
13	VPV	3	5	4	VŠV	3	9	3
14	VŠV	2	6	4	VŠV	2	10	2
15	VŠV	4	8	6	V	4	11	4
16	VPV	3	8	5,5	RŠR	3	6	3
17	RPR	5	7	6	ŠV	4	10	4,5
18	ŠV	2	8	5	PPV	2	9	2
19	VŠV	5	10	7,5	VŠV	3	11	4
20	V	2	11	6,5	ŠŠR	3	8	2,5
21	ŠR	3	5	4	ŠR	2	7	2,5
22	RPR	4	7	5,5	RPR	4	11	4
23	PV	5	11	8	PV	2	13	3,5
24	PPR	2	4	3	PPV	2	7	2
25	ŠŠV	4	6	5	ŠV	5	10	4,5
26	ŠV	5	10	7,5	VPV	3	11	4
27	P	2	6	4	VŠV	4	10	3
28	V	5	10	7,5	VPV	2	10	3,5
29	VPV	3	10	6,5	VPV	3	11	3
30	RPR	3	6	4,5	VPV	3	13	3
31	V	3	9	6	V	4	12	3,5



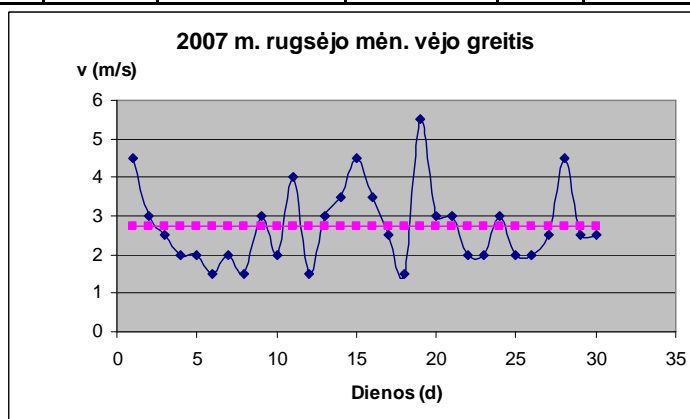
Vėžaičių paprastoji klimato stotis 2007 m.rugpjūtis

Diena	06 val.				18 val.			
	kryptis	vid.	max.	bendras	kryptis	vid.	max.	paros vid.
		m/s	m/s	m/s		m/s	m/s	m/s
1	VŠV	2	9	5,5	PV	2	10	2
2	PV	2	5	3,5	PER	1	7	1,5
3	RPR	3	6	4,5	P	2	11	2,5
4	VŠV	2	5	3,5	ŠV	3	6	2,5
5	ŠŠV	2	6	4	ŠŠV	3	7	2,5
6	RŠR	2	4	3	R	1	6	1,5
7	RPR	3	4	3,5	PER	2	11	2,5
8	PER	3	6	4,5	RPR	2	8	2,5
9	RPR	4	5	4,5	RPR	3	8	3,5
10	RPR	4	12	8	RPR	3	12	3,5
11	PER	5	8	6,5	RPR	2	9	3,5
12	PPR	3	11	7	ŠŠR	1	8	2
13	ŠŠR	2	3	2,5	Š	1	7	1,5
14	ŠŠV	4	6	5	ŠŠV	3	7	3,5
15	R	2	6	4	PPR	2	6	2
16	PER	2	7	4,5	ŠV	2	9	2
17	VŠV	4	11	7,5	V	3	9	3,5
18	VŠV	2	5	3,5	VPV	1	10	1,5
19	PPR	1	3	2	RŠR	2	6	1,5
20	PER	4	6	5	RPR	5	11	4,5
21	PPV	4	9	6,5	ŠTILIS	0	12	2
22	PPV	2	4	3	ŠTILIS	0	6	1
23	PER	3	9	6	VŠV	1	7	2
24	ŠV	1	4	2,5	VŠV	3	8	2
25	V	4	10	7	VŠV	5	13	4,5
26	VŠV	5	12	8,5	ŠV	5	14	5
27	V	2	12	7	VŠV	3	13	2,5
28	ŠV	7	13	10	VŠV	4	15	5,5
29	RPR	1	7	4	VPV	2	11	1,5
30	VPV	2	4	3	VPV	2	14	2
31	PER	1	5	3	PPV	1	6	1



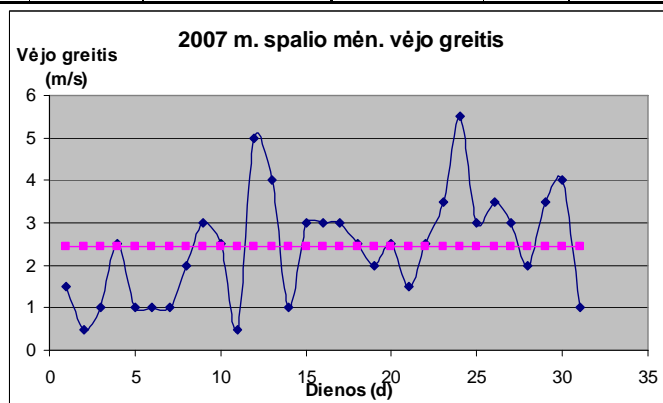
Vėžaičių paprastoji klimato stotis 2007 m.rugsėjis

Diena	06 val.				18 val.			
	kryptis	vid.	max.	bendras	kryptis	vid.	max.	paros vid.
		m/s	m/s	m/s		m/s	m/s	m/s
1	VŠV	8	14	11	VŠV	1	10	4,5
2	PV	3	6	4,5	VPV	3	12	3
3	VPV	3	14	8,5	PPV	2	7	2,5
4	PPV	1	9	5	ŠŠR	3	7	2
5	ŠR	3	6	4,5	ŠŠR	1	6	2
6	R	2	4	3	RRV	1	8	1,5
7	RŠR	2	4	3	RRV	2	6	2
8	ŠŠR	1	3	2	PV	2	8	1,5
9	PER	4	9	6,5	RŠR	2	10	3
10	PPR	3	4	3,5	PPR	1	8	2
11	RPR	3	5	4	R	5	2	4
12	ŠTILIS	0	1	0,5	VŠV	3	8	1,5
13	ŠV	3	9	6	ŠŠV	3	13	3
14	PER	2	4	3	VPV	5	9	3,5
15	ŠV	4	9	6,5	ŠV	5	19	4,5
16	VŠV	5	13	9	VŠV	2	11	3,5
17	PPV	3	8	5,5	PV	2	9	2,5
18	PER	2	7	4,5	ŠV	1	6	1,5
19	VŠV	8	16	12	PV	3	13	5,5
20	PPV	4	8	6	PPV	2	13	3
21	ŠŠR	4	8	6	PPV	2	9	3
22	ŠR	3	7	5	VPV	1	10	2
23	P	1	5	3	ŠR	3	6	2
24	ŠR	2	3	2,5	PPR	4	8	3
25	P	3	7	5	PPR	1	11	2
26	RPR	2	7	4,5	ŠR	2	3	2
27	ŠTILIS	0	4	2	RPR	5	6	2,5
28	R	6	9	7,5	PER	3	11	4,5
29	PPR	4	10	7	PER	1	12	2,5
30	PER	3	5	4	PPV	2	8	2,5



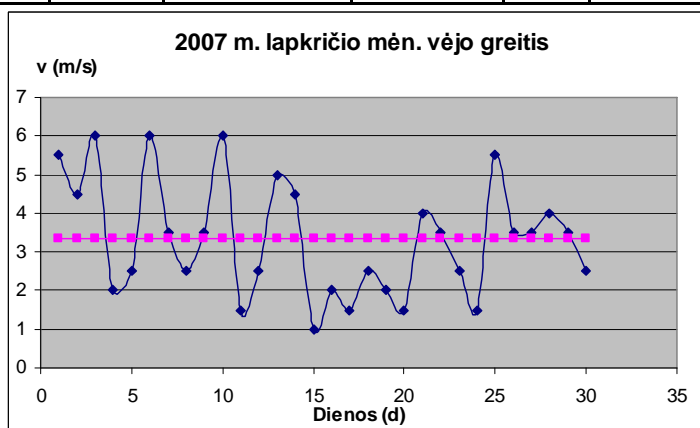
Vėžaičių paprastoji klimato stotis 2007 m.spalis

Diena	06 val.				18 val.			
	kryptis	vid.	max.	bendras	kryptis	vid.	max.	paros vid.
		m/s	m/s	m/s		m/s	m/s	m/s
1	P	2	4	3	VPV	1	7	1,5
2	ŠTILIS	0	3	1,5	R	1	4	0,5
3	ŠTILIS	0	3	1,5	VŠV	2	6	1
4	VŠV	2	5	3,5	VŠV	3	7	2,5
5	ŠŠR	1	6	3,5	VŠV	1	5	1
6	VŠV	1	3	2	VŠV	1	5	1
7	VŠV	1	3	2	VŠV	1	6	1
8	VŠV	1	8	4,5	ŠV	3	12	2
9	ŠV	4	6	5	ŠV	2	11	3
10	ŠR	1	2	1,5	ŠV	4	7	2,5
11	ŠTILIS	0	8	4	ŠR	1	5	0,5
12	VŠV	4	14	9	Š	6	15	5
13	Š	6	14	10	ŠŠR	2	12	4
14	ŠTILIS	0	2	1	PV	2	6	1
15	VŠV	5	8	6,5	R	1	10	3
16	PER	2	3	2,5	VŠV	4	8	3
17	PV	3	8	5,5	VPV	3	9	3
18	ŠV	2	9	5,5	ŠŠR	3	9	2,5
19	ŠŠV	2	10	6	ŠŠR	2	6	2
20	ŠR	3	5	4	ŠR	2	9	2,5
21	ŠR	1	5	3	ŠŠR	2	7	1,5
22	R	3	4	3,5	ŠR	2	7	2,5
23	R	3	5	4	RŠR	4	9	3,5
24	R	5	10	7,5	R	6	11	5,5
25	R	4	10	7	ŠR	2	8	3
26	PER	3	7	5	PER	4	6	3,5
27	PER	3	5	4	RPR	3	8	3
28	PPR	2	6	4	PPV	2	7	2
29	PPR	3	6	4,5	P	4	9	3,5
30	P	5	8	6,5	PPV	3	9	4
31	VŠV	1	9	5	PER	1	9	1



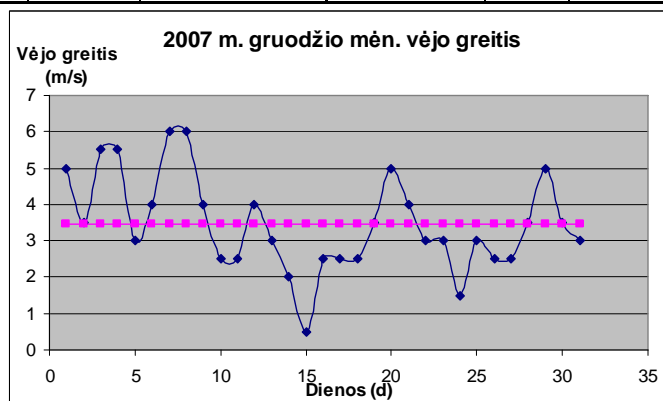
Vėžaičių paprastoji klimato stotis 2007 m.lapkritis

Diena	06 val.				18 val.			
	kryptis	vid.	max.	bendras	kryptis	vid.	max.	paros vid.
		m/s	m/s	m/s		m/s	m/s	m/s
1	PV	4	8	6	VŠV	7	14	5,5
2	ŠV	5	13	9	Š	4	15	4,5
3	P	3	6	4,5	Š	9	17	6
4	RŠR	3	12	7,5	ŠR	1	11	2
5	PV	2	5	3,5	PPV	3	9	2,5
6	P	6	10	8	PPV	6	11	6
7	VŠV	3	11	7	PPV	4	14	3,5
8	PER	3	8	5,5	PPV	2	4	2,5
9	P	4	9	6,5	PPV	3	10	3,5
10	PV	5	11	8	Š	7	12	6
11	VPV	1	17	9	PPV	2	9	1,5
12	RPR	3	6	4,5	ŠV	2	5	2,5
13	RŠR	5	10	7,5	RPR	5	8	5
14	R	5	9	7	RŠR	4	9	4,5
15	ŠTILIS	0	4	2	PPV	2	6	1
16	ŠTILIS	0	5	2,5	VŠV	4	7	2
17	ŠTILIS	0	1	0,5	PV	3	5	1,5
18	PV	3	6	4,5	PPV	2	7	2,5
19	PER	2	6	4	P	2	6	2
20	PPR	1	5	3	PPR	2	5	1,5
21	P	3	6	4,5	PER	5	9	4
22	P	4	10	7	PPV	3	9	3,5
23	PER	3	8	5,5	PPV	2	7	2,5
24	PV	1	6	3,5	VPV	2	8	1,5
25	PV	6	12	9	PPV	5	14	5,5
26	PV	3	13	8	ŠŠV	4	11	3,5
27	ŠV	3	8	5,5	ŠŠV	4	13	3,5
28	ŠŠV	6	10	8	V	2	7	4
29	PV	4	9	6,5	PPV	3	10	3,5
30	PPV	4	7	5,5	PV	1	7	2,5



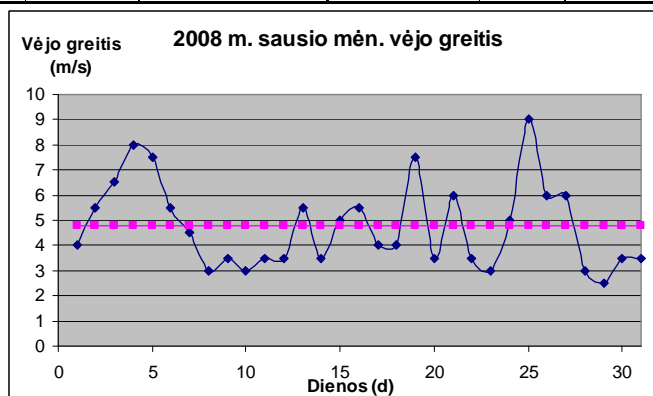
Vėžaičių paprastoji klimato stotis 2007 m.guodis

Diena	06 val.				18 val.			
	kryptis	vid.	max.	bendras	kryptis	vid.	max.	paros vid.
		m/s	m/s	m/s		m/s	m/s	m/s
1	PER	4	6	5	P	6	12	5
2	PPV	3	12	7,5	PPV	4	11	3,5
3	PPV	5	13	9	PV	6	11	5,5
4	V	4	12	8	ŠV	7	13	5,5
5	PPV	2	10	6	PPV	4	10	3
6	PPV	4	10	7	PPV	4	10	4
7	P	6	11	8,5	PPV	6	16	6
8	PV	6	15	10,5	V	6	13	6
9	PPR	3	14	8,5	PPR	5	9	4
10	PPR	3	10	6,5	PER	2	7	2,5
11	R	3	4	3,5	R	2	5	2,5
12	ŠR	4	7	5,5	ŠŠR	4	9	4
13	ŠŠR	3	7	5	ŠŠR	3	9	3
14	ŠR	3	8	5,5	RŠR	1	6	2
15	RPR	1	6	3,5	ŠTILIS	0	4	0,5
16	RŠR	3	5	4	RŠR	2	2	2,5
17	VŠV	1	4	2,5	PPV	4	7	2,5
18	Š	2	7	4,5	ŠŠV	3	7	2,5
19	ŠV	4	8	6	ŠV	3	9	3,5
20	ŠV	5	10	7,5	ŠV	5	10	5
21	VŠV	4	9	6,5	VŠV	4	7	4
22	VŠV	3	9	6	PV	3	7	3
23	P	3	6	4,5	PV	3	6	3
24	V	1	6	3,5	PPV	2	6	1,5
25	P	3	7	5	P	3	7	3
26	P	3	8	5,5	PPV	2	9	2,5
27	PPV	2	9	5,5	PPV	3	7	2,5
28	PV	4	9	6,5	PPV	3	9	3,5
29	PV	5	9	7	PV	5	10	5
30	PV	3	9	6	PV	4	9	3,5
31	PPR	3	7	5	PPR	3	6	3



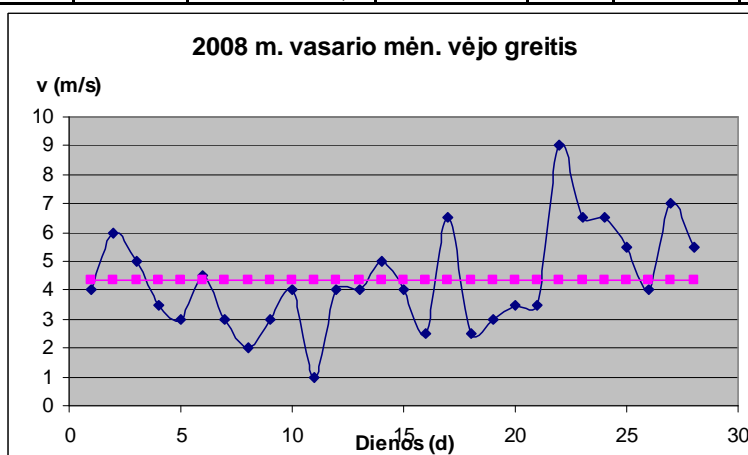
Vėžaičių paprastoji klimato stotis 2008 m. sausis

Diena	06 val.				18 val.			
	kryptis	vid.	max.	bendras	kryptis	vid.	max.	paros vid.
		m/s	m/s	m/s		m/s	m/s	m/s
1	PER	4	6	5	RPR	4	9	4
2	RPR	6	11	8,5	RPR	5	10	5,5
3	PER	4	12	8	RPR	9	15	6,5
4	RPR	8	16	12	PER	8	15	8
5	PER	8	14	11	R	7	14	7,5
6	PPR	6	15	10,5	PPR	5	12	5,5
7	PPR	4	9	6,5	PER	5	8	4,5
8	P	4	10	7	PV	2	9	3
9	VPV	3	11	7	PPV	4	9	3,5
10	VPV	2	9	5,5	PPV	4	9	3
11	PPV	4	10	7	PPV	3	8	3,5
12	P	3	7	5	P	4	8	3,5
13	V	7	12	9,5	V	4	14	5,5
14	P	3	7	5	PPR	4	10	3,5
15	P	5	9	7	P	5	13	5
16	RPR	6	12	9	PPR	5	8	5,5
17	P	4	12	8	P	4	11	4
18	PPR	5	8	6,5	P	3	16	4
19	PPV	7	14	10,5	VŠV	8	12	7,5
20	ŠV	5	16	10,5	V	2	16	3,5
21	VPV	4	7	5,5	VŠV	8	10	6
22	ŠV	2	11	6,5	ŠŠV	5	11	3,5
23	ŠŠV	5	10	7,5	PV	1	11	3
24	ŠV	4	7	5,5	VŠV	6	19	5
25	VŠV	8	14	11	VŠV	10	18	9
26	ŠŠV	9	20	14,5	ŠŠR	3	12	6
27	ŠŠV	7	13	10	ŠŠV	5	6	6
28	PV	4	11	7,5	PV	2	11	3
29	V	1	7	4	VŠV	4	9	2,5
30	V	3	11	7	PV	4	8	3,5
31	ŠV	5	11	8	PPV	2	8	3,5



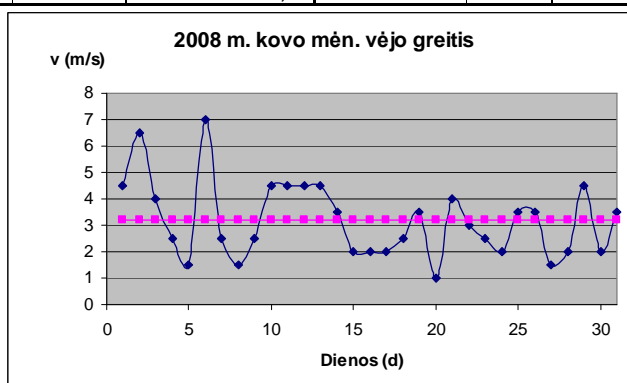
Vėžaičių paprastoji klimato stotis 2008 m. vasaris

Diena	06 val.				18 val.			
	kryptis	vid.	max.	bendras	kryptis	vid.	max.	paros vid.
		m/s	m/s	m/s		m/s	m/s	m/s
1	P	4	12	8	PV	4	12	4
2	PV	5	11	8	VŠV	7	15	6
3	V	6	14	10	PPV	4	15	5
4	PER	2	8	5	PPR	5	20	3,5
5	PPR	4	8	6	VPV	2	8	3
6	PRR	6	10	8	PV	3	10	4,5
7	V	5	9	7	P	1	9	3
8	VŠV	2	4	3	PV	2	6	2
9	PPV	2	4	3	PPV	4	7	3
10	PPV	4	8	6	PV	4	11	4
11	VŠV	1	8	4,5	PPV	1	5	1
12	ŠŠR	2	4	3	ŠV	6	8	4
13	VŠV	4	8	6	ŠŠV	4	9	4
14	ŠŠV	4	7	5,5	Š	6	15	5
15	ŠV	3	15	9	ŠŠR	5	10	4
16	ŠŠR	3	12	7,5	PPV	2	16	2,5
17	VŠV	8	15	11,5	VŠV	5	14	6,5
18	VŠV	2	9	5,5	ŠV	3	7	2,5
19	ŠŠR	5	9	7	PV	1	10	3
20	V	3	5	4	V	4	7	3,5
21	V	2	6	4	V	5	12	3,5
22	V	9	18	13,5	V	9	19	9
23	VŠV	8	24	16	VŠV	5	16	6,5
24	V	5	10	7,5	VŠV	8	18	6,5
25	VŠV	6	18	12	VŠV	5	16	5,5
26	V	4	13	8,5	PPV	4	11	4
27	V	5	13	9	V	9	17	7
28	VŠV	7	18	12,5	VŠV	4	16	5,5



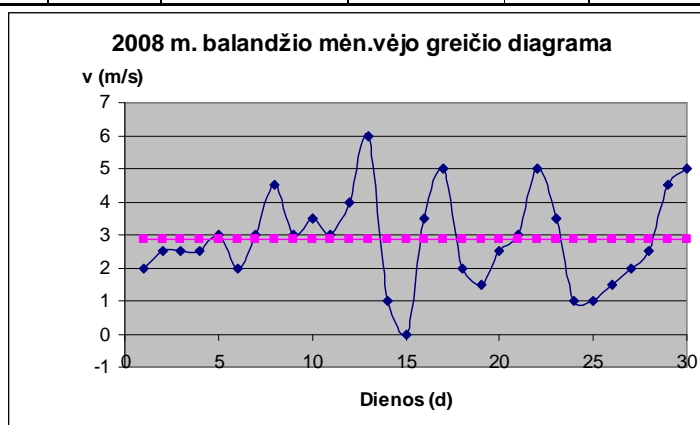
Vėžaičių paprastoji klimato stotis 2008 m. kovas

Diena	06 val.				18 val.			
	kryptis	vid.	max.	bendras	kryptis	vid.	max.	paros vid.
		m/s	m/s	m/s		m/s	m/s	m/s
1	PPR	5	9	7	V	4	11	4,5
2	VŠV	8	14	11	VŠV	5	16	6,5
3	ŠV	4	12	8	VŠV	4	12	4
4	ŠŠV	2	7	4,5	ŠŠV	3	13	2,5
5	PPV	1	4	2,5	VŠV	2	11	1,5
6	PV	6	14	10	V	8	18	7
7	VŠV	4	13	8,5	P	1	10	2,5
8	P	2	5	3,5	PPV	1	7	1,5
9	PPV	2	5	3,5	P	3	7	2,5
10	PPR	4	6	5	PPR	5	12	4,5
11	PPR	5	10	7,5	PER	4	13	4,5
12	PPR	4	9	6,5	VŠV	5	11	4,5
13	VPV	3	11	7	VŠV	6	14	4,5
14	VŠV	5	11	8	VŠV	2	9	3,5
15	VPV	1	4	2,5	VŠV	3	10	2
16	PPV	2	7	4,5	VŠV	2	8	2
17	Š	2	3	2,5	VŠV	2	9	2
18	ŠŠV	2	5	3,5	Š	3	6	2,5
19	ŠŠV	3	8	5,5	ŠŠR	4	9	3,5
20	PPR	1	5	3	PPV	1	9	1
21	RPR	3	7	5	RPR	5	10	4
22	ŠV	5	9	7	P	1	6	3
23	PPR	3	5	4	VŠV	2	11	2,5
24	ŠR	2	5	3,5	PER	2	8	2
25	VŠV	2	4	3	ŠŠV	5	11	3,5
26	VPV	4	86	45	VŠV	3	13	3,5
27	RPR	1	5	3	PPV	2	9	1,5
28	PER	2	9	5,5	PER	2	7	2
29	PPR	5	9	7	VPV	4	13	4,5
30	PPR	2	6	4	PER	2	7	2
31	PPR	4	7	5,5	PER	3	12	3,5



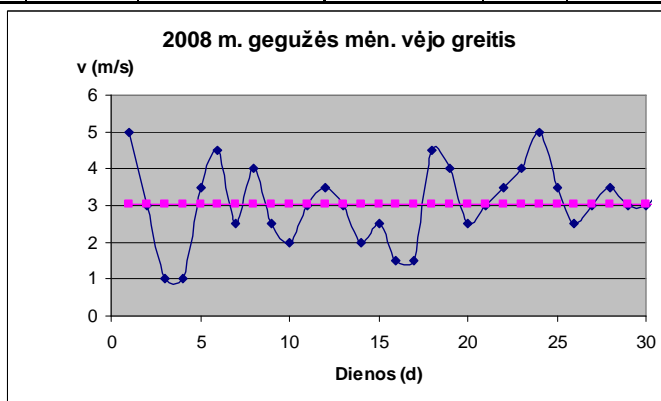
Vėžaičių paprastoji klimato stotis 2008 m. balandis

Diena	06 val.				18 val.			
	kryptis	vid.	max.	bendras	kryptis	vid.	max.	paros vid.
		m/s	m/s	m/s		m/s	m/s	m/s
1	PER	3	5	4	ŠŠR	1	6	2
2	ŠŠR	3	4	3,5	PER	2	6	2,5
3	RPR	2	4	3	ŠV	3	6	2,5
4	ŠV	2	5	3,5	VŠV	3	8	2,5
5	PV	3	8	5,5	ŠŠR	3	7	3
6	V	3	4	3,5	VŠV	1	6	2
7	P	3	5	4	RŠR	3	6	3
8	ŠR	3	6	4,5	VŠV	6	10	4,5
9	VPV	5	11	8	ŠV	1	11	3
10	ŠŠR	2	5	3,5	ŠR	5	11	3,5
11	ŠŠR	3	9	6	RPR	3	7	3
12	R	5	10	7,5	ŠR	3	9	4
13	ŠV	7	10	8,5	ŠV	5	14	6
14	P	2	6	4	ŠTILIS	0	9	1
15	ŠTILIS	0	4	2	ŠTILIS	0	10	0
16	RPR	4	5	4,5	ŠR	3	10	3,5
17	R	6	9	7,5	RŠR	4	10	5
18	RŠR	2	6	4	Š	2	5	2
19	ŠTILIS	0	3	1,5	RŠR	3	7	1,5
20	R	4	7	5,5	R	1	8	2,5
21	ŠR	2	4	3	RŠR	4	9	3
22	RPR	6	8	7	RŠR	4	12	5
23	R	5	10	7,5	RŠR	2	10	3,5
24	ŠTILIS	0	3	1,5	ŠŠV	2	7	1
25	PPR	2	3	2,5	ŠTILIS	0	9	1
26	ŠTILIS	0	2	1	ŠŠV	3	8	1,5
27	VPV	3	5	4	ŠV	1	7	2
28	PPR	3	6	4,5	PER	2	8	2,5
29	PER	3	6	4,5	RPR	6	14	4,5
30	RPR	5	9	7	RPR	5	11	5



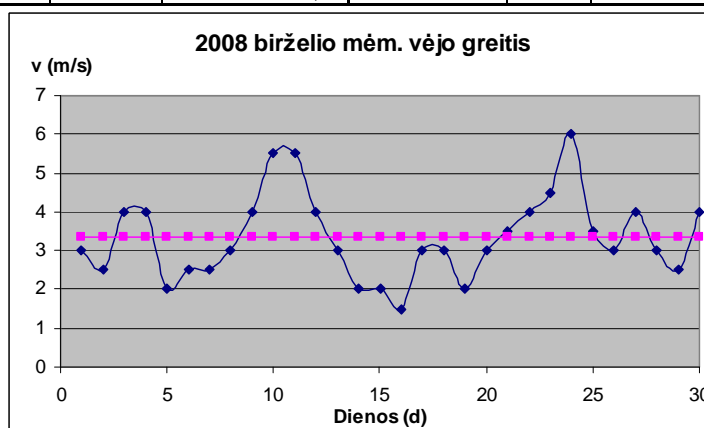
Vėžaičių paprastoji klimato stotis 2008 m. gegužė

Diena	06 val.				18 val.			
	kryptis	vid.	max.	bendras	kryptis	vid.	max.	paros vid.
		m/s	m/s	m/s		m/s	m/s	m/s
1	PER	5	8	6,5	R	5	12	5
2	RPR	4	7	5,5	PV	2	8	3
3	ŠŠR	1	4	2,5	ŠTILIS	1	8	1
4	ŠTILIS	0	3	1,5	ŠŠV	2	8	1
5	ŠŠR	2	5	3,5	ŠŠR	5	11	3,5
6	ŠŠR	6	10	8	ŠŠV	3	10	4,5
7	V	2	6	4	ŠV	3	9	2,5
8	ŠŠR	4	8	6	Š	4	11	4
9	ŠŠR	2	6	4	ŠV	3	8	2,5
10	PV	2	4	3	ŠŠV	2	9	2
11	PER	2	3	2,5	ŠŠV	4	10	3
12	PPV	2	5	3,5	ŠŠR	5	11	3,5
13	ŠR	3	8	5,5	ŠŠR	3	12	3
14	R	2	5	3,5	VŠV	2	7	2
15	V	2	4	3	RŠR	3	9	2,5
16	PER	2	4	3	V	1	9	1,5
17	P	2	3	2,5	R	1	9	1,5
18	ŠŠV	3	6	4,5	ŠŠV	6	9	4,5
19	ŠŠR	4	7	5,5	ŠV	4	9	4
20	RPR	3	5	4	Š	2	8	2,5
21	R	3	6	4,5	RŠR	3	8	3
22	RŠR	4	9	7	R	3	11	3,5
23	RŠR	5	8	7,5	R	3	13	4
24	RŠR	7	12	8	ŠR	3	13	5
25	PPR	4	7	5,5	RŠR	3	11	3,5
26	PER	4	5	3,5	R	1	8	2,5
27	RŠR	2	6	5	ŠŠR	4	11	3
28	ŠŠR	4	9	6	ŠŠR	3	11	3,5
29	ŠR	3	4	3,5	ŠŠV	3	10	3
30	ŠŠR	3	5		Š	3	7	3
31	RPR	4	6	4,5	ŠŠR	3	10	3,5



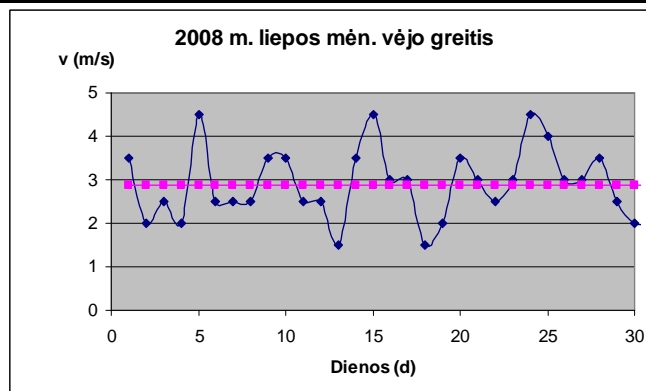
Vėžaičių paprastoji klimato stotis 2008 m. birželis

Diena	06 val.				18 val.			
	kryptis	vid.	max.	bendras	kryptis	vid.	max.	paros vid.
		m/s	m/s	m/s		m/s	m/s	m/s
1	R	4	6	5	RŠR	2	8	3
2	PV	2	4	3	Š	3	8	2,5
3	RŠR	3	8	5,5	RŠR	5	11	4
4	R	5	7	6	RŠR	3	10	4
5	Š	1	4	2,5	RŠR	3	13	2
6	PRP	2	3	2,5	ŠV	3	10	2,5
7	ŠŠR	2	4	3	ŠŠR	3	10	2,5
8	RPR	3	7	5	Š	3	8	3
9	VŠV	5	9	7	ŠV	3	11	4
10	V	4	11	7,5	VŠV	7	13	5,5
11	VPV	5	9	7	VŠV	6	16	5,5
12	VŠV	4	12	8	VŠV	4	13	4
13	PPV	2	9	5,5	R	4	7	3
14	ŠTILIS	0	6	3	ŠV	4	10	2
15	VŠV	4	8	6	ŠTILIS	0	8	2
16	PPV	2	6	4	VŠV	1	10	1,5
17	ŠŠV	3	5	4	VŠV	3	11	3
18	V	4	10	7	V	2	10	3
19	P	2	2	2	PPR	2	8	2
20	PPV	3	6	4,5	V	3	10	3
21	V	3	7	5	VŠV	4	11	3,5
22	ŠV	6	11	8,5	RPR	2	11	4
23	PV	3	7	5	VŠV	6	15	4,5
24	VŠV	7	16	11,5	VŠV	5	18	6
25	ŠV	5	11	8	VŠV	2	10	3,5
26	VPV	3	5	4	VŠV	3	10	3
27	ŠV	3	5	4	PV	5	11	4
28	VŠV	3	7	5	V	3	10	3
29	V	2	5	3,5	VŠV	3	8	2,5
30	VPV	3	8	5,5	VŠV	5	11	4



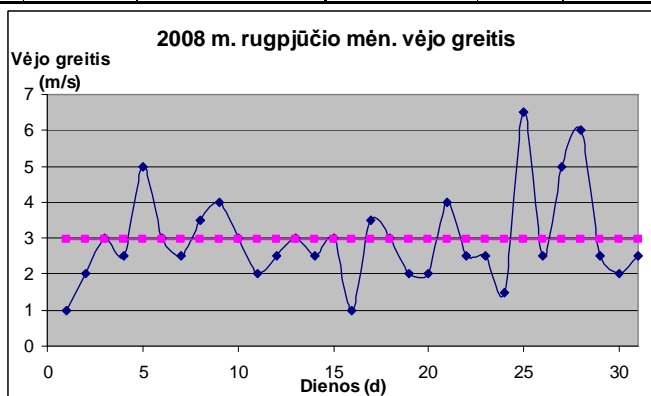
Vėžaičių paprastoji klimato stotis 2008 m. liepa

Diena	06 val.				18 val.			
	kryptis	vid. m/s	max. m/s	bendras m/s	kryptis	vid. m/s	max. m/s	paros vid. m/s
1	ŠV	4	9	6,5	VŠV	3	8	3,5
2	ŠR	1	4	2,5	Š	3	8	2
3	ŠTILIS	0	3	1,5	Š	5	10	2,5
4	R	3	7	5	ŠŠR	1	11	2
5	ŠŠV	3	9	6	ŠŠV	6	13	4,5
6	ŠŠV	3	8	5,5	ŠŠV	2	11	2,5
7	RPR	3	5	4	VPV	2	8	2,5
8	VŠV	2	6	4	VŠV	3	10	2,5
9	V	4	6	5	VŠV	3	10	3,5
10	V	4	7	5,5	VŠV	3	10	3,5
11	P	3	5	4	P	2	9	2,5
12	PV	3	7	5	ŠŠV	2	10	2,5
13	ŠTILIS	0	3	1,5	Š	3	9	1,5
14	ŠŠV	4	7	5,5	VŠV	3	11	3,5
15	ŠV	5	8	6,5	VŠV	4	8	4,5
16	V	3	6	4,5	V	3	9	3
17	PV	2	7	4,5	V	4	9	3
18	PPV	1	8	4,5	PPR	2	7	1,5
19	RPR	3	4	3,5	PER	1	8	2
20	PER	3	8	5,5	VŠV	4	10	3,5
21	ŠV	4	8	6	ŠV	2	7	3
22	VPV	3	4	3,5	ŠV	2	9	2,5
23	ŠR	2	5	3,5	ŠŠV	4	7	3
24	RŠR	4	7	5,5	RŠR	5	10	4,5
25	R	5	10	7,5	RŠR	3	10	4
26	RŠR	3	7	5	RŠR	3	9	3
27	RŠR	3	6	4,5	ŠŠV	3	10	3
28	RŠR	3	7	5	Š	4	10	3,5
29	ŠŠR	2	6	4	ŠŠR	3	10	2,5
30	ŠTILIS	0	3	1,5	ŠŠR	4	10	2
31	R	2	6	4	Š	2	9	2



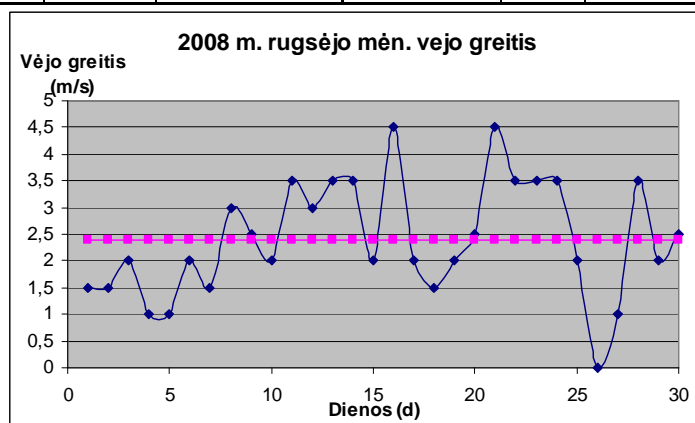
Vėžaičių paprastoji klimato stotis 2008 m. rugpjūtis

Diena	06 val.				18 val.			
	kryptis	vid.	max.	bendras	kryptis	vid.	max.	paros vid.
		m/s	m/s	m/s		m/s	m/s	m/s
1	ŠTILIS	0	3	1,5	ŠŠR	2	8	1
2	PPR	2	4	3	PPV	2	8	2
3	VŠV	4	8	6	VPV	2	10	3
4	V	3	7	5	PV	2	13	2,5
5	PV	5	12	8,5	ŠŠR	5	13	5
6	ŠŠR	3	8	5,5	Š	3	9	3
7	PER	3	4	3,5	PPR	2	7	2,5
8	PPV	4	9	6,5	V	3	12	3,5
9	VŠV	4	8	6	V	4	12	4
10	VŠV	4	7	5,5	PPR	2	10	3
11	PER	3	6	4,5	PPV	1	9	2
12	PV	2	4	3	PPR	3	10	2,5
13	PV	4	9	6,5	PV	2	5	3
14	PPR	3	7	5	V	2	14	2,5
15	PER	2	3	2,5	RŠR	4	7	3
16	P	1	4	2,5	ŠŠV	1	7	1
17	PV	3	5	4	PPR	4	9	3,5
18	V	4	6	5	PPR	2	12	3
19	PPV	2	7	4,5	PER	2	7	2
20	V	2	8	5	VPV	2	7	2
21	VŠV	4	7	5,5	V	4	14	4
22	V	3	6	4,5	V	2	8	2,5
23	RPR	2	4	3	VPV	3	12	2,5
24	V	2	7	4,5	VPV	1	10	1,5
25	RPR	6	10	8	ŠŠV	7	12	6,5
26	V	2	11	6,5	VŠV	3	10	2,5
27	ŠV	5	9	7	V	5	11	5
28	VŠV	6	12	9	VŠV	6	15	6
29	VŠV	2	12	7	Š	3	13	2,5
30	Š	3	13	8	VŠV	1	12	2
31	ŠŠR	2	8	5	ŠŠR	3	12	2,5



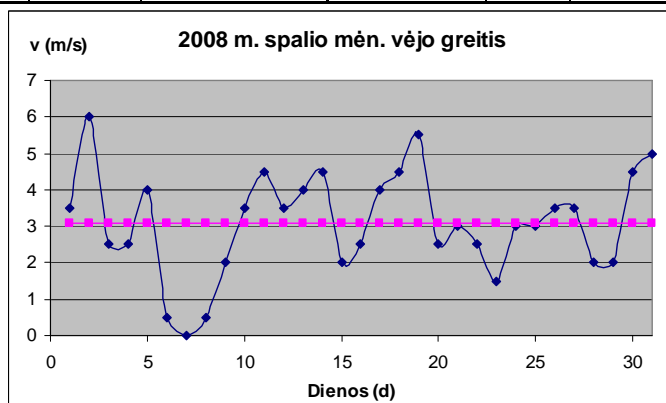
Vėžaičių paprastoji klimato stotis 2008 m. rugsėjis

Diena	06 val.				18 val.			
	kryptis	vid. m/s	max. m/s	bendras m/s	kryptis	vid. m/s	max. m/s	paros vid. m/s
1	PV	1	5	3	RPR	2	6	1,5
2	PPR	2	5	3,5	VPV	1	10	1,5
3	PPR	3	6	4,5	V	1	11	2
4	PV	1	5	3	PV	1	14	1
5	P	2	6	4	ŠTILIS	0	10	1
6	RPR	2	4	3	VŠV	2	8	2
7	ŠTILIS	0	4	2	RŠR	3	6	1,5
8	ŠV	3	8	5,5	ŠV	3	7	3
9	VŠV	3	7	5	VŠV	2	9	2,5
10	ŠV	2	3	2,5	ŠŠV	2	8	2
11	ŠTILIS	0	2	1	R	7	12	3,5
12	RŠR	4	9	6,5	ŠR	2	13	3
13	Š	3	8	5,5	RŠR	4	10	3,5
14	RŠR	3	7	5	RŠR	4	10	3,5
15	RŠR	2	9	5,5	RŠR	2	8	2
16	R	4	6	5	RŠR	5	9	4,5
17	R	2	7	4,5	RŠR	2	6	2
18	RPR	2	5	3,5	ŠR	1	3	1,5
19	ŠŠR	2	4	3	ŠŠR	2	7	2
20	ŠŠR	3	6	4,5	ŠR	2	9	2,5
21	RŠR	5	9	7	RŠR	4	9	4,5
22	R	4	9	6,5	RPR	3	9	3,5
23	RPR	4	7	5,5	RŠR	3	11	3,5
24	R	4	7	5,5	ŠR	3	10	3,5
25	R	2	7	4,5	ŠŠR	2	6	2
26	ŠTILIS	0	4	2	ŠTILIS	0	6	0
27	ŠTILIS	0	4	2	PV	2	8	1
28	VŠV	5	10	7,5	VPV	2	13	3,5
29	VPV	2	5	3,5	PV	2	12	2
30	PV	2	7	4,5	P	3	8	2,5



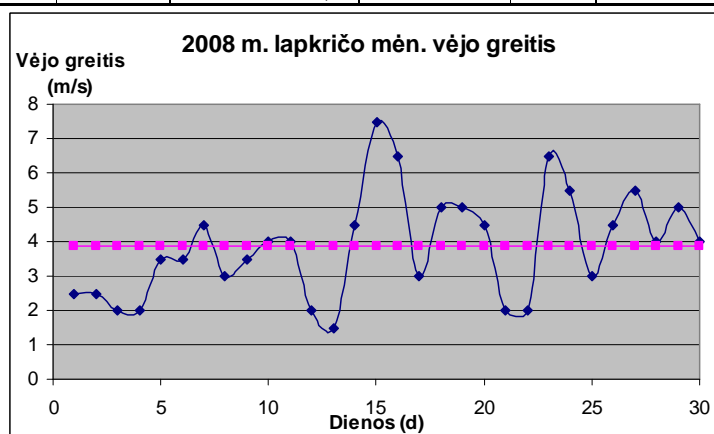
Vėžaičių paprastoji klimato stotis 2008 m. spalio

Diena	06 val.				18 val.			
	kryptis	vid.	max.	bendras	kryptis	vid.	max.	paros vid.
		m/s	m/s	m/s		m/s	m/s	m/s
1	P	4	9	6,5	PPV	3	12	3,5
2	VPV	5	18	11,5	V	7	18	6
3	PV	3	15	9	PPV	2	10	2,5
4	P	3	6	4,5	PPV	2	8	2,5
5	PPV	3	6	4,5	PPV	5	13	4
6	PV	1	11	6	ŠTILIS	0	7	0,5
7	ŠTILIS	0	2	1	ŠTILIS	0	6	0
8	PER	1	2	1,5	ŠTILIS	0	4	0,5
9	R	2	3	2,5	VPV	2	7	2
10	ŠV	3	7	5	VŠV	4	10	3,5
11	VPV	3	9	6	V	6	11	4,5
12	VŠV	4	12	8	VŠV	3	11	3,5
13	VŠV	4	9	6,5	PV	4	11	4
14	V	6	9	7,5	VŠV	3	10	4,5
15	PPV	1	5	3	PV	3	8	2
16	PPV	4	8	6	PPV	1	12	2,5
17	ŠV	3	5	4	ŠŠV	5	13	4
18	ŠV	4	8	6	VŠV	5	12	4,5
19	VPV	6	13	9,5	VŠV	5	15	5,5
20	PPV	2	10	6	PPV	3	9	2,5
21	P	3	9	6	PV	3	12	3
22	VŠV	3	10	6,5	V	2	6	2,5
23	PPV	3	6	4,5	ŠTILIS	0	8	1,5
24	PPV	3	6	4,5	PPV	3	9	3
25	P	3	8	5,5	PPV	3	7	3
26	P	3	10	6,5	PV	4	11	3,5
27	PPV	4	9	6,5	P	3	9	3,5
28	PV	2	8	5	PV	2	11	2
29	PER	1	5	3	ŠR	3	8	2
30	R	5	8	6,5	PPV	4	10	4,5
31	PV	5	14	9,5	PV	5	14	5



Vėžaičių paprastoji klimato stotis 2008 m. lapkritis

Diena	06 val.				18 val.			
	kryptis	vid.	max.	bendras	kryptis	vid.	max.	paros vid.
		m/s	m/s	m/s		m/s	m/s	m/s
1	RPR	1	11	6	RŠR	4	7	2,5
2	R	3	9	6	RPR	2	6	2,5
3	PPR	1	3	2	PER	3	6	2
4	PER	2	6	4	PER	2	6	2
5	R	3	6	4,5	R	4	7	3,5
6	R	2	8	5	RPR	5	8	3,5
7	RPR	4	8	6	PPR	5	11	4,5
8	PPR	3	9	6	PPR	3	7	3
9	PPR	3	8	5,5	P	4	10	3,5
10	PPV	4	8	6	VPV	4	11	4
11	PPV	4	11	7,5	PPV	4	15	4
12	PPV	2	12	7	PPV	2	7	2
13	PPV	2	6	4	PV	1	8	1,5
14	P	2	8	5	PV	7	10	4,5
15	VŠV	7	11	9	VŠV	8	10	7,5
16	VŠV	8	18	13	VŠV	5	16	6,5
17	ŠŠV	5	11	8	ŠŠV	1	11	3
18	PPR	4	7	5,5	PPV	6	10	5
19	ŠŠV	5	11	8	PPV	5	12	5
20	VŠV	7	14	10,5	ŠV	2	12	4,5
21	ŠŠV	1	6	3,5	ŠŠV	3	7	2
22	P	2	10	6	PPR	2	6	2
23	ŠŠV	5	7	6	ŠV	8	18	6,5
24	VŠV	7	18	12,5	V	4	17	5,5
25	PPV	4	7	5,5	PV	2	8	3
26	ŠŠV	5	10	7,5	V	4	14	4,5
27	VŠV	5	14	9,5	V	6	14	5,5
28	PPV	4	11	7,5	PPV	4	9	4
29	PER	5	10	7,5	PPR	5	13	5
30	PPR	3	10	6,5	PER	5	9	4



Vėžaičių paprastoji klimato stotis 2008 m. gruodis

Diena	06 val.				18 val.			
	kryptis	vid.	max.	bendras	kryptis	vid.	max.	bendras
		m/s	m/s	m/s		m/s	m/s	m/s
1	PPV	3	10	6,5	PER	4	9	3,5
2	PPR	5	13	9	PV	7	17	6
3	PV	6	15	10,5	PPR	3	9	4,5
4	PPV	5	11	8	PPR	3	12	4
5	RPR	4	7	5,5	RPR	2	8	3
6	RPR	2	6	4	ŠTILIS	0	5	1
7	ŠŠV	1	4	2,5	VPV	2	6	1,5
8	ŠTILIS	0	3	1,5	PPR	3	5	1,5
9	PPV	3	7	5	PPV	2	7	2,5
10	PPR	3	7	5	PPV	3	8	3
11	PER	3	6	4,5	PER	4	7	3,5
12	PER	5	9	7	P	5	9	5
13	PPR	4	8	6	PER	3	11	3,5
14	RPR	5	7	6	RPR	5	9	5
15	PER	5	10	7,5	PER	5	11	5
16	PPR	4	10	7	PPR	4	8	4
17	PER	5	9	7	PPR	4	10	4,5
18	PPR	3	9	6	PER	2	6	2,5
19	PER	3	6	4,5	PPR	2	6	2,5
20	P	2	6	4	PPV	3	9	2,5
21	PPV	3	9	6	VŠV	3	10	3
22	VŠV	7	12	9,5	ŠŠV	7	15	7
23	ŠŠR	7	17	12	ŠŠV	5	14	6
24	ŠŠV	1	11	6	ŠR	2	4	1,5
25	ŠŠR	2	4	3	ŠR	2	6	2
26	ŠŠR	3	5	4	ŠŠR	3	5	3
27	P	2	5	3,5	ŠTILIS	0	6	1
28	ŠTILIS	0	3	1,5	RPR	3	5	1,5
29	RPR	1	4	2,5	PPV	1	3	1
30	ŠTILIS	0	2	1	PPV	1	5	0,5
31	PPV	3	6	4,5	PPV	2	6	2,5

