
Antropoklimato ypatumai skirtingos erdvinės struktūros miškuose

Edvardas Riepšas

*Lietuvos žemės ūkio universitetas,
Studentų g. 11, Akademija,
LT-4324 Kauno r.*

Antropoklimatiniai tyrimai atlikti 60–80 metų amžiaus įvairios erdvinės struktūros (atviras miško vietovaizdis, pusiau atviras ir uždaras miško vietovaizdis) brukniniuose pušynuose ir atvirame lauke, iš viso 12 tyrimo barelių, po 3 kiekvieno tipo vietovaizdyje.

Nustatyta, kad oro temperatūra vasaros dienomis tirtuose vietovaizdžiuose skiriasi tik 1–3°C, jo santykinė drėgmė – 7–25%, o vėjo greitis ir suminė saulės spinduliuotė – net iki 6–7 kartų. Kompleksiniams antropoklimatiniams rodikliams ekvivalentinei-efektyviai temperatūrai (EET) ir radiacinei ekvivalentinei-efektyviai temperatūrai (REET) labiausiai turėjo įtakos miško ūkinėmis priemonėmis (kirtimais ir želdinimu) reguliuojami klimato veiksniai – vėjo greitis ir suminė saulės spinduliuotė. Reguluojant vėjo greitį galima keisti EET iki 3,5 karto, o reguliuojant suminę saulės spinduliuotę – REET iki 60%. Formuojant miškuose įvairios erdvinės struktūros sklypus, galima reguliuoti antropoklimatą, poilsiautojams sukuriant galimybę pasirinkti palankesnio terminio režimo sąlygas įvairiu paros ir metų laiku.

Raktažodžiai: antropoklimatas, miško erdvinė struktūra, oro temperatūra, oro santykinė drėgmė, vėjo greitis, suminė saulės spinduliuotė

ĮVADAS

Miško biologinis tinkamumas rekreacijai mažai tyrinėtas. Jis vertinamas dažniausiai naudojant dvi grupes kriterijų: biotinius ir sanitarinius-higieninius (Kavaliauskas, 1985). Biotiniais kriterijais apibūdinama biotos būklė ir žmogaus egzistavimo sąlygos, o sanitariniais-higieniniais – aplinkos tinkamumas žmogaus fiziologinių procesų gerinimui, t. y. miško gydomosios sąlygos. Gamtinių aplinkos sąlygų tinkamumas žmogaus gyvenimui dažniausiai apibūdinamas klimato, mikroklimato ir antropoklimato rodikliais. Miškuose labiau tyrinėti oro temperatūros, santykinės jo drėgmės, vėjo greičio ir saulės spinduliuotės ypatumai, palyginti su šiais rodikliais atvirame lauke. Nustatyta, kad vidutiniškai oro temperatūra vasaros vidurdienį miške būna tik 1–2°C žemesnė negu atvirame lauke ir net iki 12°C žemesnė negu miestų gatvėse be medžių (Riepšas, 1981; Klimato žinynas, 2000).

Tačiau miško aikštelėse, plynose kirtavietėse ir pamirkėse oro temperatūra žemės paviršiuje gali būti net iki 10°C aukštesnė, negu po medžių lajomis (Karazija, Jūrylėnis, 1977; Gričiūtė ir kt., 1979). Temperatūrų skirtumą tarp miško ir lauko veikia medynų rūšinė sudėtis, ypač erdvinę jų struktūrą (tan-

kumas, ardiškumas, aukštis, medžių išsidėstymas ir kt.). Tačiau nuodugniau ši įtaka, ypač antropoklimato aspektu, netyrinėta.

Santykinė oro drėgmė miške būna 3–9% didesnė, negu atvirame lauke (Miškininkystė, 1979; Ruseckas, 2002). Jos priklausomybė nuo medyno rūšinės sudėties ir struktūros mažai tyrinėta (Krzyszowska-Kostrowicka, 1997; Karazija, Vaičiūnas, 2000).

Miško įtaka vėjo greičiui pasireiškia per 3–5 šio miško aukščius priešvėjinėje ir per 40 aukščių pavėjinėje pusėje (Лес и отдых, 1975; Лес и здоровье человека, 1979).

Miške, 120–240 m nuo palaukės, jau vėjas būna sąlyginai nurimęs. Mažai yra duomenų apie vėjo greičio silpnėjimą, skirtingos erdvinės struktūros medynuose (Pauliukevičius, Kenstavičius, 1995; Moszynska, 2000).

Saulės spinduliuotė miške 3–20 kartų mažesnė negu atvirame lauke (Miškininkystė, 1979; Лес и здоровье человека, 1979; Moszynska, 2000). Tačiau jos priklausomybė nuo medyno rūšinės sudėties ir erdvinės struktūros taip pat iki šiol mažai tyrinėta (Кайрюкштитс, Юодвалькис, 1969).

Šilumos įtaka žmogui dažnai išreiškiama integruotu rodikliu ekvivalentinei-efektyviai (EET) arba radiacinei ekvivalentinei-efektyviai (REET) temperatū-

ra. Žmogus gerai jaučiasi tik tam tikrame šios temperatūros svyravimo intervale, kuris vadinamas temperatūrine komforto zona (Лес и здоровье человека, 1979; Данилова, 1980; Репшас, 1994). Lietuvoje ši komforto zona yra, kai EET būna 16,7–20,6°C (Griciūtė ir kt., 1979).

TYRIMO OBJEKTAI IR METODAI

Antropoklimato tyrimai atlikti plačiai taikomais bioklimatologijoje metodais, parenkant matavimams vasaros dienas su artimu daugiamečiams vidurkiams klimato režimu. Oro temperatūra ir santykinė jo drėgmė nustatyta aspiraciniu psichrometru (didysis modelis) su 0,1°C ir 1% tikslumu po 15 pakartojimų kiekviename tyrimų variante. Vėjo greitis matuotas rankiniu anemometru MC-13, 0,1 m/sek tikslumu po 30 pakartojimų. Suminė saulės spinduliuotė nustatyta kelioniniu albedometru M-69 5% tikslumu po 15 pakartojimų. Matuota saulėtomis ir apsiniaukusiomis dienomis kas dvi valandas nuo 10 iki 20 val.

Tyrimai atlikti 60–80 metų amžiaus, 0,1–0,2 lajų glaudumo (atviras miško vietovaizdis), 0,4–0,5 (pusiau atviras) ir 0,8–0,9 lajų glaudumo (uždaras miško vietovaizdis) brukniniuose pušynuose ir atvirame lauke. Tyrimo bareliai (po 3 kiekvieno tipo vietovaizdyje ir atvirame lauke) išdėstyti vakariniuose miško pakraščiuose ne arčiau kaip 100 metrų nuo palaukės.

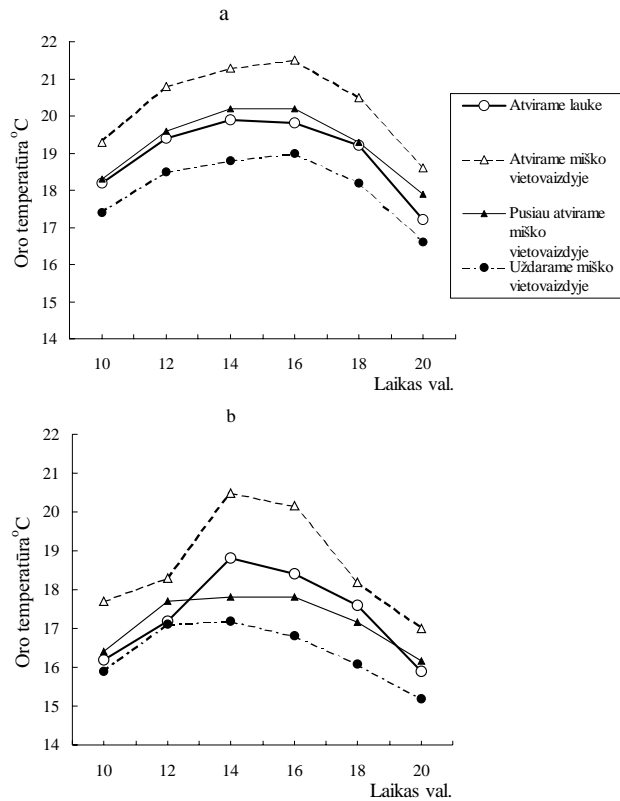
Visų matavimų duomenys įvertinti statistiniais metodais, taikomais biometrijoje (Songailienė, Ženauskas, 1985). Oro temperatūros matavimų vidurkio paklaida buvo ne didesnė kaip 4%, santykinės oro drėgmės – 3%, vėjo greičio – 7%, suminės saulės spinduliuotės – 5%.

REZULTATAI IR JŲ APTARIMAS

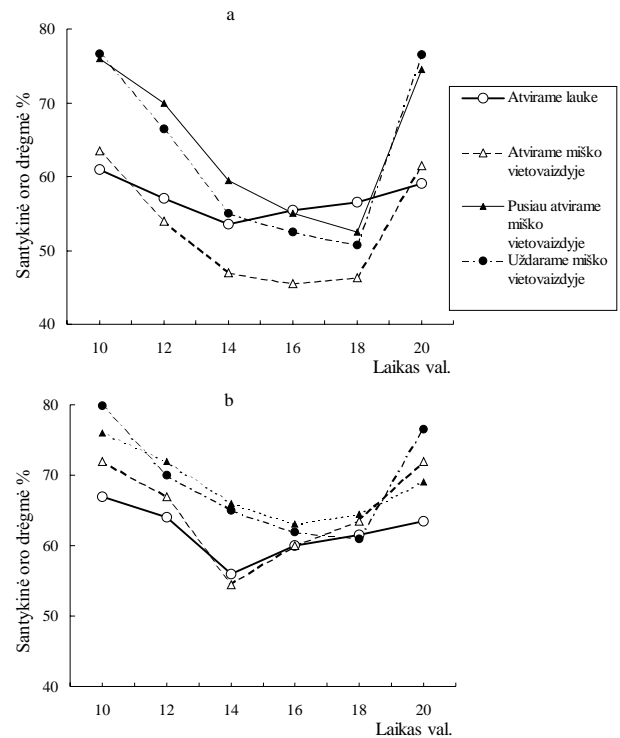
Klimato veiksnių, turinčių įtakos antropoklimato komfortiškumui, kaita vasaros dienomis

Oro temperatūra aukščiausia būna atviruose miško vietovaizdžiuose (retmėse). Tiek saulėtomis, tiek apsiniaukusiomis dienomis ji vidutiniškai 2,3°C aukštesnė, negu atvirame lauke (1 pav.). Oro temperatūra pusiau atviruose miško vietovaizdžiuose iš esmės nesiskiria nuo oro temperatūros atvirame lauke. Didžiausi skirtumai būna vidurdienį.

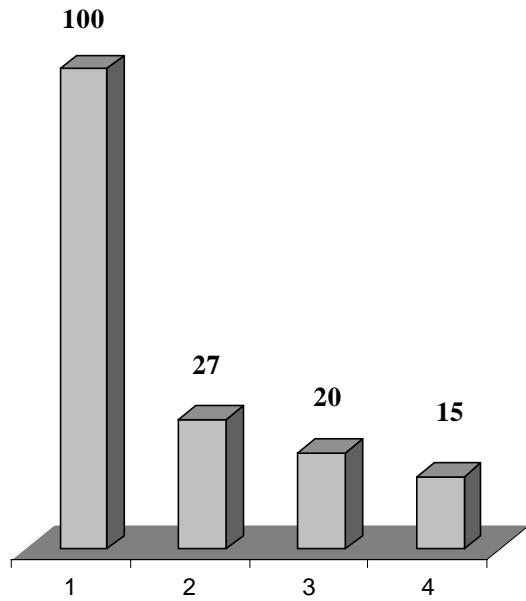
Santykinė oro drėgmė saulėtomis dienomis mažiausia būna atviruose miško vietovaizdžiuose, o apsiniaukusiomis – atvirame lauke (2 pav.). Pusiau atviruose ir uždaruose miško vietovaizdžiuose ji būna panaši. Dienos santykinė oro drėgmė labiausiai kinta (25% intervale) saulėtomis dienomis uždaruose ir pusiau atviruose miško vietovaizdžiuose, o mažiausiai (7% intervale) – saulėtomis dienomis atvira-



1 pav. Oro temperatūros svyravimai saulėtomis (a) ir apsiniaukusiomis (b) dienomis
Fig. 1. Ranges of air temperature in sunny (a) and overclouded days

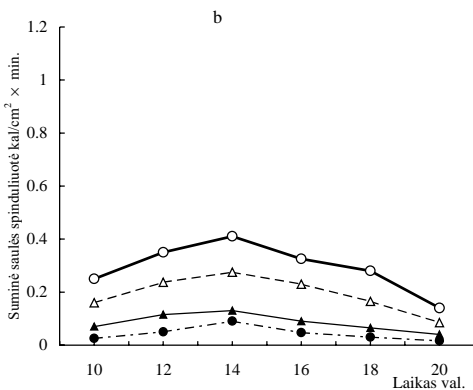
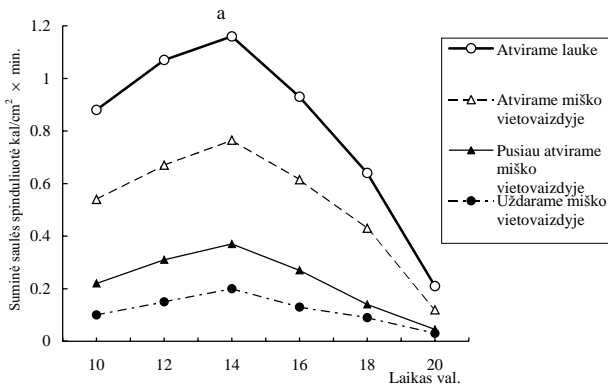


2 pav. Santykinės oro drėgmės svyravimai saulėtomis (a) ir apsiniaukusiomis (b) dienomis
Fig. 2. Ranges of air humidity in sunny (a) and overclouded days



3 pav. Santykinis vėjo greitis (% nuo atviro lauko): 1) atvirame lauke, 2) atvirame miško vietovaizdyje, 3) pusiau atvirame miško vietovaizdyje, 4) uždaramame miško vietovaizdyje

Fig. 3. Comparative air rate (% from open field): 1) open field, 2) open forest patchwork, 3) semi-open forest patchwork, 4) closed forest patchwork



4 pav. Suminės saulės spinduliuotės svyravimai saulėtomis (a) ir apsiniaukusiomis (b) vasaros dienomis
Fig. 4. Ranges of total sun radiation in sunny (a) and overclouded days

me lauke. žemiausia santykinė oro drėgmė būna 14–18 val.

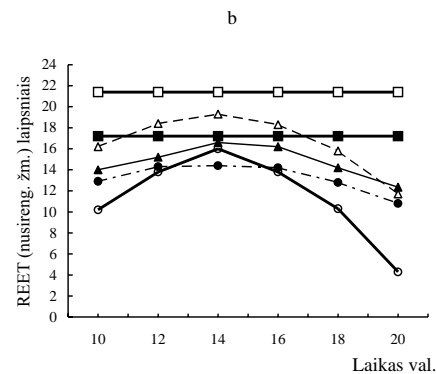
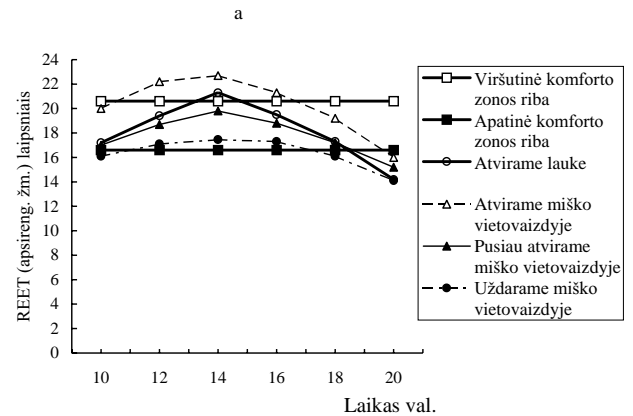
Labiausiai kintantis skirtingos erdvinės struktūros miškuose klimato veiksnys yra vėjo greitis (3 pav.). Atviruose miško vietovaizdžiuose jis vidutiniškai 3,7 karto, pusiau atviruose – 5,0 kartus, uždaruose – 6,7 karto mažesnis, negu atvirame lauke.

Suminė saulės spinduliuotė saulėtomis dienomis atviruose miško vietovaizdžiuose vidutiniškai 35%, pusiau atviruose – 3,4 karto ir uždaruose – 6,8 karto mažesnė, negu atvirame lauke (4 pav.). Apsiniaukusiomis dienomis šie skirtumai mažesni. Didžiausia ji 14 val. Saulėtomis dienomis suminė saulės spinduliuotė 2,4–2,7 karto didesnė negu apsiniaukusiomis.

Antropoklimato įvairumą skirtingos erdvinės struktūros miškuose labiausiai veikia vėjo greičio ir suminės saulės spinduliuotės skirtumai (iki 6–7 kartų), nes oro temperatūros (iki 3°C) ir jo santykinės drėgmės (iki 25%) skirtumai yra gerokai mažesni.

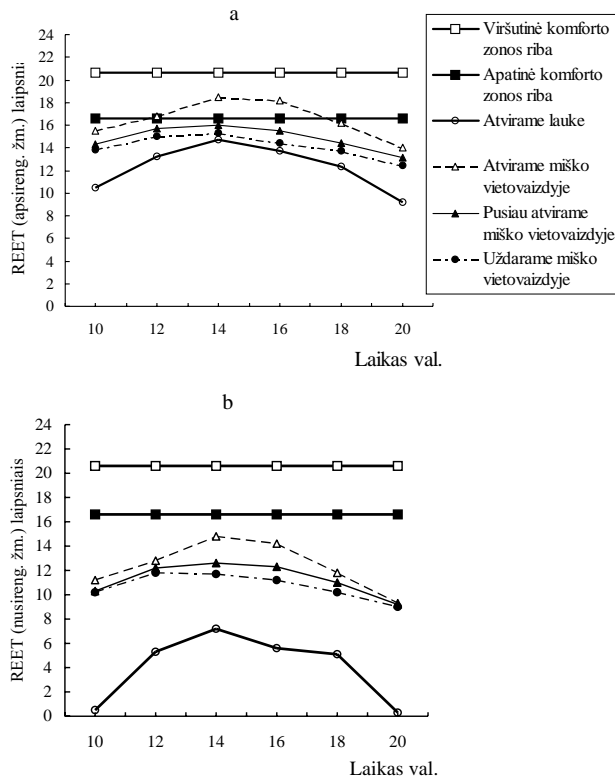
Antropoklimato kaita skirtingos erdvinės struktūros miškuose vasaros dienomis

Komfortinio terminio režimo laikas normaliai apsirengusiems žmonėms (REET) saulėtomis vasaros



5 pav. Radiacinių ekvivalentinių efektyvių temperatūrų (REET) svyravimai saulėtomis vasaros dienomis normaliai apsirengusiam (a) ir nusirengusiam (b) žmogui
Fig. 5. Ranges of radiation reciprocal effective temperatures (REET) in sunny summer days for normally dressed (a) and undressed (b) man

dienomis ilgiausias pusiau atviruose miško vietovaizdžiuose (5a pav.). Uždaruose miško vietovaizdžiuose



6 pav. Radiacinių ekvivalentinių efektyvių temperatūrų (REET) svyravimai apsiaukusiomis vasaros dienomis normaliai apsirengusiam (a) ir nusirengusiam (b) žmogui Fig. 6. Ranges of radiation reciprocal effective temperatures (REET) in overclouded summer days for normally dressed (a) and undressed (b) man

se jis 2 valandomis trumpesnis. Iki 10³⁰ ir po 17³⁰ val. šios erdvinės struktūros miške būna vėsoka. Atvirame lauke vidurdienį (nuo 13 iki 15 val.) apsiaukusiam žmogui gresia perkaitimas, o atviruose miško vietovaizdžiuose (retmėse) galimas perkaitimas net nuo 10³⁰ iki 17⁰⁰ val.

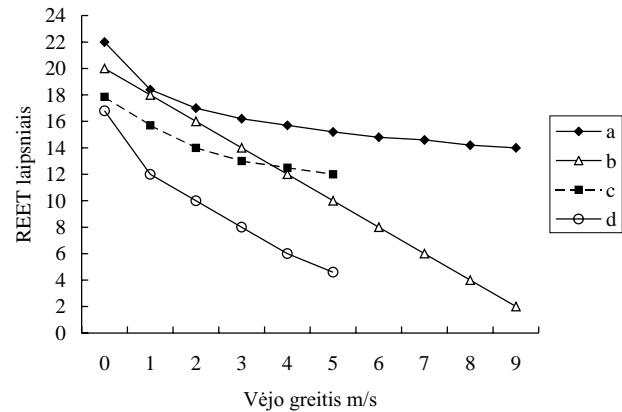
Nusirengusiam žmogui komfortinis terminis režimas saulėtomis vasaros dienomis ilgiausiai trunka atviruose miško vietovaizdžiuose (5b pav.). Visuose kituose tirtuose vietovaizdžiuose nusirengusiam žmogui būna šaltoka.

Mažiausiai kintantis saulėtą vasaros dieną antropoklimatas būna uždaruose miško vietovaizdžiuose, o labiausiai kintantis – atvirame lauke.

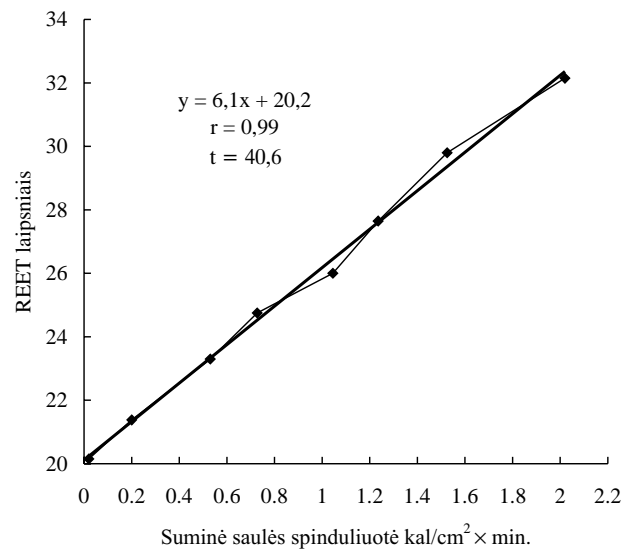
Apsiaukusiomis vasaros dienomis komfortinis terminis režimas apsiaukusiam žmogui ilgiausiai trunka atviruose miško vietovaizdžiuose, o nusirengusiam (esant vidutiniams daugiamečiams klimato rodikliams) – visai nebūna (6 pav.). Nusirengę žmonės apsiaukusiomis dienomis visuose tirtų tipų vietovaizdžiuose dažniausiai jaučia šaltį.

Antropoklimato modeliavimas rekreacinės paskirties miškuose

Modeliavimo pagrindą sudaro galimybė keisti miškų erdvinę struktūrą ir rūšinę sudėtį ūkinėmis priemonėmis (kirtimais ir želdinimu). Šios ūkinės priemonės įgalina iš esmės reguliuoti du minėtus klimato veiksnius – vėjo greitį ir suminę saulės spinduliuotę. Būtent šie veiksniai turi daugiausiai įtakos antropoklimatui miške. Oro temperatūrą ir santykinę jo drėgmę reguliuoti kirtimais ir želdinimu galima tik nežymiai.



7 pav. EET priklausomybė nuo vėjo greičio, esant pastoviai oro temperatūrai (20°C) ir santykiniai oro drėgmei (60%) pagal skirtingas skaičiavimo metodikas: a) pagal Misernardo formulę, b) Kondratjevo formulę, c) pagal normalią nomogramą, d) pagal pagrindinę nomogramą Fig. 7. EET dependence on wind rates at fixed air temperature (20 °C) and air humidity (60%) according to different calculation methods: a) according to Misernard formula, b) Kondratjev formula, c) according to normal nomogram, d) according to main nomogram



8 pav. REET priklausomybė nuo suminės saulės spinduliuotės, esant pastoviai oro temperatūrai (20°C) Fig. 8. REET dependence on total sun radiation at a fixed air temperature (20 °C)

Vėjo greičio įtaka ekvivalentinėms-efektyvioms temperatūroms (EET) yra ypač didelė. Tai rodo vertinimai net pagal keturias skirtingas metodikas (7 pav.). Reguluojant šį klimato veiksnį galima pakeisti ekvivalentinę-efektyvią temperatūrą normaliai apsirengusiam žmogui iki 50–60%, o nusirengusiam – net iki 3,5 karto.

Reguluojant suminę saulės spinduliuotę nuo 0 iki 2 kal/cm²·min. galima keisti radiacinę ekvivalentinę-efektyvią temperatūrą (REET) iki 60% (8 pav.).

IŠVADOS

1. Formuojant miškuose įvairios erdvinės struktūros (atvirų, pusiau atvirų ir uždarų vietovaizdžių) mozaiką, galima reguliuoti jo antropoklimatą, poilsiautojams sukuriant palankesnio terminio režimo sąlygas.

2. Normaliai apsirengę žmonės, jautrūs aplinkos terminiam režimui, saulėtomis vasaros dienomis galėtų pasirinkti poilsiavimui pusiau atvirus ir uždarus miško vietovaizdžius, o nusirengę – atvirus, nes šiuose vietovaizdžiuose jie dažniau patirs artimą komfortiniam antropoklimatą.

3. Apsiniaukusiomis dienomis normaliai apsirengę žmonės galėtų pasirinkti komfortiškiausio antropoklimato atvirus miško vietovaizdžius.

4. Antropoklimato kaitos tyrimų skirtingos erdvinės struktūros miškuose rezultatus derinant su sociologinių tyrimų apie poilsiautojų poreikius klimato ir antropoklimato veiksniams duomenimis, galima nustatyti optimalų uždarų, pusiau atvirų ir atvirų miško vietovaizdžių santykį konkrečioms rekreacinėms teritorijoms. Tai gali būti ypač aktualu rekreacinės paskirties miškuose prie sanatorijų ir kitų gydymo įstaigų. Jų lankytojai galėtų susirasti pageidaujama palankiausio terminio režimo vietą miške (atokaitą arba paūksmę, užuovėją arba prapučiamą vietą) įvairiu metu ir paros laiku.

Gauta
2002 07 01

Literatūra

1. Gričiūtė A., Kavaliauskas B., Tomkus J. *Lietuvos antropoklimatas*. Vilnius: Mokslas, 1979. 137 p.
2. Karazija S., Vaičiūnas V. *Ekologinis miškų vaidmuo Lietuvoje*. Kaunas: Lututė, 2000. 152 p.
3. Kavaliauskas P. Bendrieji metodiniai rekreacinių išteklių tyrimo klausimai. *Rekreacinių išteklių naudojimas ir vertinimas*. Vilnius: Ekonomikos institutas, 1985. P. 23–42.
4. *Klimato žinybas*. Vilnius: Lietuvos hidrometeorologijos tarnyba, 2000. 254 p.
5. Krzymowska-Kostrowicka A. *Geoekologia turystyki i wypoczynku*. PWN. Warszawa, 1997. 228 p.
6. *Miškininkystė / Kairiūkštis L., Daraškevičius V., Jakas P. ir kt.* Vilnius: Mokslas, 1979. 309 p.

7. Moszynska B. *Walory zdrowotne zbiorowisk lesnych w turystyce i rekreacji w strefie podamiejskiej Warszawy. Problemy turystyki i rekreacji w lasach polski*. Warszawa, 2000. P. 73–82.
8. Pauliukevičius G., Kenstavičius J. *Ekologiniai miškų teritorijos išsidėstymo pagrindai*. Vilnius: Geografijos institutas, 1995. 289 p.
9. Riepšas E. *Miškas ir žmogaus poilsis*. Vilnius: Mokslas, 1981. 136 p.
10. Ruseckas J. *Miško ir drėgmės sąveika*. Kaunas: Lututė, 2002. 200 p.
11. Данилова Н. А. *Климат и отдых в нашей стране*. Москва: Мысль, 1980. 157 с.
12. Кайрюкштіс Л., Юодвалькіс А. Изменение климатических факторов в насаждениях в связи с постепенными рубками. *Труды ЛитНИИЛХ*. 1969. Т. 12. С. 178–204.
13. Каразія С. П., Юрjялєніс Ю. В. Вырубки – стадия лесовосстановительного процесса. *Вопросы лесной типологии и биогеоценологии в южной Прибалтике*. Каунас, 1977. С. 123–144.
14. *Лес и здоровье человека / Маргус М. М., Имелик О. И., Сарв И. Ф. и др.* Москва: Лесная промышленность, 1979. 110 с.
15. *Лес и отдых / Тедер Х. О., Нымсалу Ф. Р., Маргус М. М.* Москва: Лесная промышленность, 1975. 191 с.
16. Репшас Э. *Оптимизация рекреационного лесопользования (на примере Литвы)*. Москва: Наука, 1994. 240 с.

Edvardas Riepšas

PECULIARITIES OF ANTHROPOCLIMATE IN FORESTS OF DIFFERENT SPATIAL STRUCTURE

S u m m a r y

Anthropoclimatic investigations were carried out in open fields and cowberry pine woods of different spatial structure (open forest patchwork, semi-open forest patchwork and closed forest patchwork), overall 12 exploratory sites, taking 3 ones in each patchwork type.

It was diagnosed that in summer the day air temperature in exploratory patchworks varies within 1–3 °C, humidity 7–25%, while wind rate and total sun radiation differ even 6–7 times. Wind rate and total sun radiation are essential factors influencing the integrated anthropoclimatic indices such as equivalent effective temperature (EET) and radiational equivalent effective temperature (REET). These factors may be regulated by forestry means such as cuttings and afforestation. By regulating wind rate it is possible to change the EET up to 3.5 times, and by regulating total sun radiation the REET increases up to 60%. While forming lots of different spatial structures in forests it is possible to regulate the anthropoclimatic and to provide the possibility for holidaymakers to choose more favorable conditions of thermic regime in various periods of the day and year.

Key words: anthropoclimatic, forest spatial structure, air temperature, air humidity, wind rate, cumulative sun radiation