proLékaře.cz | 9.11.2026

Vliv klimatických změn na výskyt onemocnění klíšťovou encefalitidou v letech 1982–2011 v České republice

Kříž B.[1, 2], Kott I.[3], Daniel M.[1], Vráblík T.[3], Beneš Č.[1]

[1]Státní zdravotní ústav, Praha
[2]Univerzita Karlova, 3. lékařská fakulta
[3]Český hydrometeorologický ústav

SOUHRN

Cíl práce: Posouzení vlivu klimatických změn v období 1982–2011 na vzestup onemocnění klíšťovou encefalitidou ve třech krajích České republiky s vysokým výskytem lidských onemocnění.
Materiál a metodiky: Údaje výskytu onemocnění klíšťovou encefalitidou (KE) byly získány z národního hlásícího programu EPIDAT. Onemocnění KE patří mezi povinně hlášená infekční onemocnění. Ve studii byla použita data tří krajů s vysokým výskytem KE, které se vyznačují relativně značnými rozdíly průměrné nadmořské výšky terénu a rozdíly biotopů. Meteorologická data za uvedené období byla získána z 26 stanic Českého hydrometeorologického ústavu (ČHMÚ) se standardním meteorologickým měřením a prošla kontrolou věcné správnosti. Byla stanovena průměrná nadmořská výška pro odpovídající území. Pro základní statistické zpracování byl použit program STATISTICA 6 (lit.). Pro vyhodnocení těsnosti vztahu proměnných byl použit Pearsonův korelační koeficient, přičemž za signifikantní byla zvolena 5% hladina. Přitom byl testován i vliv časového posunu srovnávaných epidemiologických a meteorologických veličin.
Výsledky: Byl vyhodnocen vliv meteorologických veličin teploty a ovzdušných srážek na výskyt 6229 onemocnění klíšťovou encefalitidou ve třech krajích lišících se navzájem biotopy, nadmořskou výškou území a epidemiologickými charakteristikami uvedené infekce. Při hodnocení jednotlivých let třicetiletého období 1982–2011 byla zjištěna ve třech krajích signifikantní korelace začátků onemocnění KE a průměrné teploty ovzduší v 100%, 90% a 80% letech při posunu začátku onemocnění o 11–20dnů. Signifikantní korelace výskytu KE a ovzdušných srážek byla zjištěna v 40%, 43% a 40% letech. Při hodnocení sumárních výsledků za celé období rozdělených podle sezon roků (březen-duben, květen-červen, červenec-listopad) byla ve všech třech krajích zjištěna signifikantní korelace KE a teploty ve všech sezonách a posunech 0–30 dnů.
Z vyhodnocení vztahů mezi nemocností, teplotou vzduchu a ovzdušnými srážkami sumárně za celé sledované období rozdělené podle ročních období (březen-duben, květen-červen, červenec-listopad) a třech krajů byla zjištěna signifikantní korelace KE a teploty ve všech 3 krajích. Korelace KE a ovzdušných srážek byla v těchto krajích zjištěna pouze v období květen-listopad.
Dále byl testován vliv teploty vzduchu a ovzdušných srážek v druhé polovině předchozího roku na výskyt KE během první poloviny roku následujícího. Pozitivní korelace teploty výskytu KE v první polovině následujícího roku byla zjištěna ve 3 krajích v 79,3%, 62,1% a 48,3% letech sledovaného období. Pozitivní korelace ovzdušných srážek byla zjištěna v těchto krajích v pouze 3,4%, 17,2% a 6,9% letech sledovaného období.
Závěry: Z výsledků studie vyplývá, že teplota vzduchu se rozhodující měrou podílela na výskytu onemocnění KE ve sledovaných krajích. Korelace onemocnění KE s ovzdušnými srážkami se uplatňovala v podstatně menší míře, převážně v letních a podzimních měsících. Teplota vzduchu a ovzdušné srážky během druhé poloviny předchozího roku neovlivnily zásadním způsobem výskyt KE během první poloviny roku následujícího.

KLÍČOVÁ SLOVA

klíšťová encefalitida – incidence – klimatické vlivy – teplota – dešťové srážky

ABSTRACT

Kříž B., Kott I., Daniel M., Vráblík T., Beneš Č.: Impact of climate changes on the incidence of tick-borne encephalitis in the Czech Republic in 1982–2011
Study objective: To analyse the impact of climate changes on the increase in human cases of tick-borne encephalitis (TBE) in three high-incidence regions of the Czech Republic over the period 1982 to 2011.
Material and methods: Data on TBE cases were derived from the national reporting system EPIDAT. TBE is a reportable infectious disease in the Czech Republic. This study analysed data on TBE cases from three high-incidence regions that vary relatively widely in the average altitude and biotope types. The meteorological data for the study period, obtained from 26 stations of the Czech Hydrometeorological Institute (CHMI) which make standard meteorological measurements, were checked for correctness. The average altitude was determined for each study region. The STATISTICA 6 software was used for the basic statistical analysis (lit.). Pearson's correlation coefficient was used to assess the strength of the relationship between the variables and the 5% level was set as the criterion of statistical significance. The impact of the time lag between the epidemiological and meteorological quantities was also tested.
Results: The impact of the meteorological quantities temperature and precipitation rate on the occurrence of 6,229 TBE cases in three administrative regions varying in biotopes, altitude, and epidemiological characteristics of TBE infection was assessed. When evaluating the 30-year period 1982–2011 year by year in three regions, a significant correlation was found between TBE onset and average air temperature in 100%, 90%, and 80% of years, with 11-20-day intervals to the onset of the disease. A significant correlation between

proLékaře.cz | 9.11.2026

the incidence of TBE cases and the precipitation rate was observed for 40%, 43%, and 40% of years. When considering the summary results for the overall study period divided into three seasons (March-April, May-June, July-November), a significant correlation was identified between TBE incidence and temperature in all three seasons, with 0-30-day intervals to the onset, in all three regions.
When considering the relationships between TBE incidence, air temperature, and precipitation rate for the overall study period divided into three seasons (March-April, May-June, July-November), a significant correlation was identified between TBE incidence and temperature in all three regions. A correlation between TBE incidence and precipitation rate was only found for the period May-November.
Moreover, the impact of air temperature and precipitation rate in the second half of the previous year on TBE incidence in the first half of the following year was tested. A positive correlation between air temperature and TBE incidence in the first half of the following year was found in three regions for 79.3%, 62.1%, and 48.3% of years of the study period. A positive correlation between precipitation rate and TBE incidence was only found in these regions for 3.4%, 17.2%, and 6.9% of years of the study period.
Conclusions: From the study results, it follows that air temperature had a major impact on TBE incidence in the regions studied. A correlation between TBE incidence and precipitation rate was found clearly less often, mostly in summer and autumn months. Air temperature and precipitation rate in the second half of the previous year did not have a major impact on TBE incidence in the first half of the following year.

KEYWORDS

tick-borne encephalitis – incidence – climate impacts – temperature – precipitation

Epidemiol. Mikrobiol. Imunol., 64, 2015, č. 1, s. 24–32

ÚVOD

Obsahem studie bylo posouzení vlivu klimatických změn v období 1982–2011 na vzestup lidských onemocnění klíšťovou encefalitidou (s výrazným projevem začátkem 90. let minulého století) ve třech krajích České republiky s vysokým výskytem lidských onemocnění klíšťovou encefalitidou (KE). V kraji Jihočeském (JIČ) Středočeském (STČ) a Vysočina (VYS) bylo provedeno porovnání počtu onemocnění KE v letech 1982–2011 s průměrnou teplotou vzduchu a úhrny ovzdušných srážek v téže době. Uvedené kraje se vyznačují relativně značnými rozdíly průměrné nadmořské výšky terénu. V kraji VYS došlo navíc po roce 2005 k výraznému zvýšení nemocnosti KE [4].

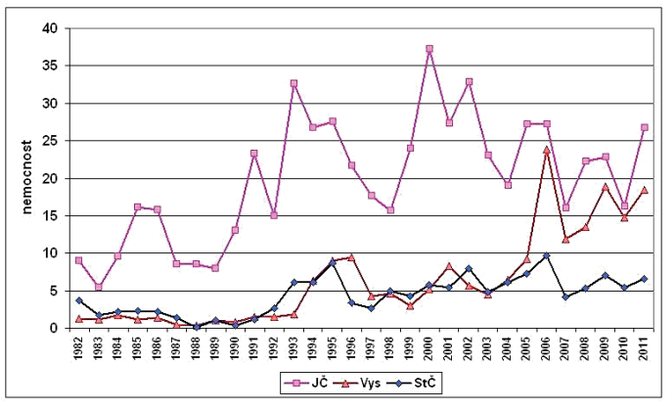
MATERIÁL A METODY

Údaje výskytu onemocnění klíšťovou encefalitidou byly získány z národního hlásícího programu EPIDAT registrujícího povinně hlášené laboratorně potvrzené případy onemocnění. V letech 1982–2011 bylo hlášeno v kraji JIČ 3 732 případů onemocnění KE, v kraji STČ 1 502 případů onemocnění a v kraji VYS 995 případů onemocnění. Meteorologická data za uvedené období byla získána z 26 stanic Českého hydrometeorologického ústavu (ČHMÚ) se standardním meteorologickým měřením a prošla kontrolou věcné správnosti. Výběr stanic byl proveden především s ohledem na kvalitu dat a úplnost jejich časových řad. Vybrané stanice nereprezentují celý správní kraj, ale pouze oblasti s převahou biotopů vhodných pro výskyt klíšťat, např. v kraji JIČ nebyly zahrnuty vyšší polohy Šumavy, kde přítomnost klíšťat byla zjištěna sporadicky. V dalším textu jsou pro zjednodušení zmiňovány již jen kraje jako celky. Pro Jihočeský kraj (JIČ) 10 stanic s průměrnou nadmořskou výškou zaokrouhleně 474 m, pro Středočeský kraj (STČ) 8 stanic s průměrnou nadmořskou výškou zaokrouhleně 336 m a pro kraj Vysočina (VYS) 9 stanic s průměrnou nadmořskou výškou regionu zaokrouhleně 538 m.
Pro sjednocení časových řad teploty vzduchu, úhrnů srážek a počtu onemocnění KE byl proveden převod denních dat KE a denních dat obou meteorologických prvků na desetidenní periody jednotlivých měsíců od března do listopadu. Tím bylo umožněno zpracování v jednotném časovém kroku po desetidenních periodách, měsících a také v účelově definovaných sezonách březen-duben (III.–IV), květen-červenec (V.–VII) a srpen-listopad (VIII. až XI) roků 1982–2011.
Pro každý ze tří regionů byly vypočítány odpovídající územní průměrné (aritmetický průměr) teploty vzduchu, sumy srážek a nemocnosti KE, a to:
a) v jednotlivých desetidenních periodách měsíců březen až listopad každého roku,
b) v měsících každého roku,
c) v sezonách III.–IV., V.–VII. a VIII.–XI. každého roku.
Bylo provedeno srovnání aktuálních hodnot teploty a srážek s jejich standardním normálem zpracovaným pro období 1961–1990. Získané staniční odchylky od normálu byly potom přepočteny na analogické regionální odchylky.
Dále bylo provedeno statistické vyhodnocení vztahů mezi nemocností, teplotou vzduchu a srážkami, a to na úrovni desetidenních period, měsíců i sezon. Pro základní statistické zpracování byl použit program STATISTICA 6 (lit.). Pro vyhodnocení těsnosti vztahu proměnných byl použit Pearsonův korelační koeficient, přičemž za práh statistické signifikance byla zvolena 5% hladina pravděpodobnosti ($p < 0,05$). Přitom byl testován i vliv časového posunu srovnávaných epidemiologických a meteorologických veličin (respektující inkubační dobu mezi přisátím infikovaného klíštěte a prvními příznaky onemocnění) na těsnost jejich vztahu, a to konkrétně ve třech variantách:
a) bez posunu (v prvních 10 dnech po přisátí klíštěte) – posun 0,
b) se zpožděním nemocnosti o 1 desetidenní periodu – posun 1,
c) se zpožděním o 2 desetidenní periody – posun 2.
Pro vyhodnocení vztahů mezi teplotou vzduchu a počtem onemocnění byly zpracovány i náhledové 3D grafy (software STATISTICA 6, odd. 3D grafy).
Dalším pracovním krokem bylo vyhodnocení výskytu trendů v časových řadách měsíčních a sezonních hodnot všech studovaných veličin [2, 6, 9, 16, 20].

proLékaře.cz | 9.11.2026

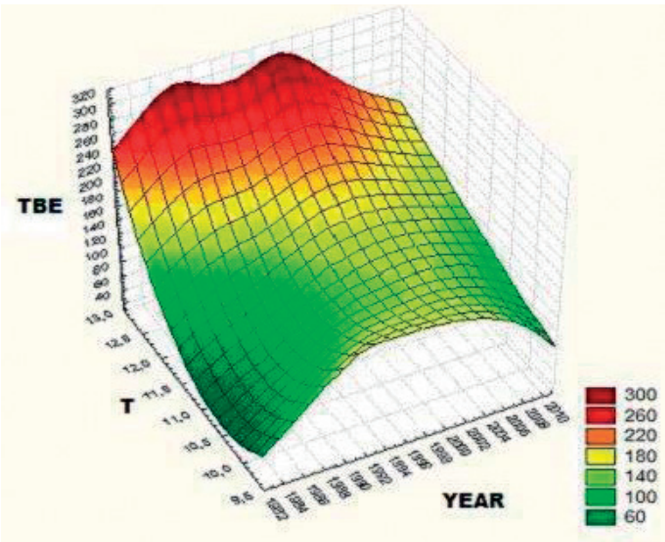
VÝSLEDKY

Incidence v uvedených krajích měla v průběhu třicetiletého období rozdílný trend. V nejvíce postiženém JIČ kraji měla vzestupný trend do roku 2000 (37,2/100 000 obyvatel) následovaný poklesem nemocnosti do roku 2007. V dalších letech došlo k meziročnímu kolísáním na průměrné hodnotě cca 20/100 000 obyvatel. Výskyty KE v krajích STČ a VYS měly až do roku 2004 téměř shodné trendy jak z hlediska průběhu, tak i hodnot. V dalších letech se však výrazně liší. V obou krajích sice kulminovala incidence v roce 2006, nicméně na zásadně odlišných hodnotách STČ – 9,7/100 000 a VYS – 23,9/100 000 obyvatel. V dalších letech dochází u obou krajů k mírnému poklesu incidence, nicméně v kraji VYS zůstává na stále relativně vysokých hodnotách (graf 1).



Graf 1. Nemocnost klíšťovou encefalitidou (/100 000 obyvatel) ve třech krajích ČR v letech 1982–2011

Fig. 1. TBE incidence per 100 000 population in three regions of the Czech Republic in 1982–2011



Graf 2. Kraj JIČ – vztah teploty ovzduší k výskytu onemocnění KE

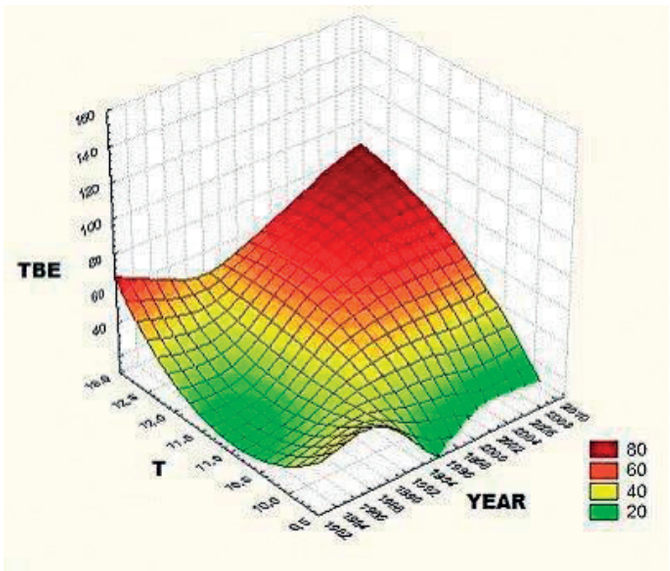
Fig. 2. South Bohemian Region – relationship between air temperature and TBE incidence

Vliv meteorologických podmínek na vznik onemocnění KE

Jako názorný první náhled při posuzování vlivu meteorologických podmínek pro vznik onemocnění KE slouží prostorové vyjádření vztahů T a KE na následujících 3D grafech. V těchto třídimenzionálních grafech jsou na ose X uvedeny roky období 1982–2011, na ose Y průměry denních teplot vzduchu za období III.–XI. s přesností na desetiny stupně Celsia (se stejným rozsahem u všech tří krajů). Na ose Z (svislé) jsou uváděny vždy příslušné počty případů onemocnění KE. Číselné údaje na osách se týkají vždy celého kraje .

Na grafu 2 kraje JIČ je dobře patrný vzestup počtu případů onemocnění KE do roku 2000 a následný pokles, který se uplatňoval v celém rozsahu aktuálních ročních teplot.

Graf 3 dokumentuje v kraji STČ začátkem devadesátých let zvyšující se výskyt podílu onemocnění KE v oblasti nízkých teplot 9,5 °C na úkor teploty 13 °C. Po roce 1995 došlo k vzestupu onemocnění v celém rozsahu teplot.



Graf 3. Kraj STČ – vztah teploty ovzduší k výskytu onemocnění KE

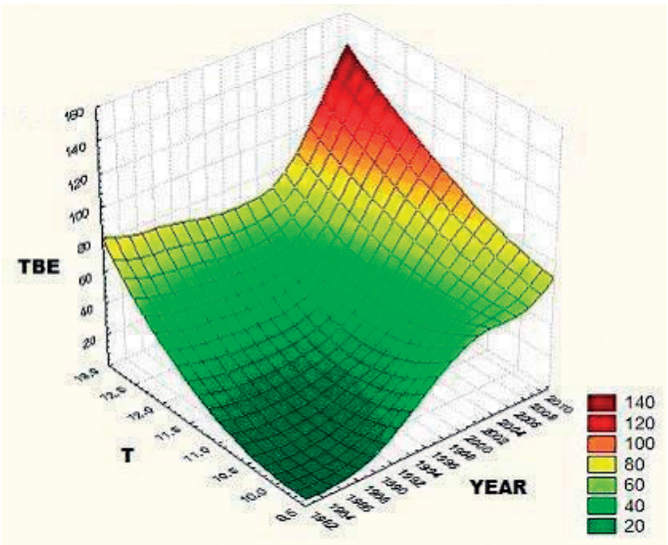
Fig. 3. Central Bohemian Region – relationship between air temperature and TBE incidence

Graf 4 dokumentuje v kraji VYS postupné zvyšování nemocnosti při nejnižší teplotě 9,5 °C v kontrastu k teplotě 13 °C, pak došlo naopak k rychlému, výsledně dvojnásobnému, vzestupu nemocnosti v závislosti na uvedených teplotách.

Vyhodnocení vztahů mezi nemocností, teplotou vzduchu a srážkami na úrovni desetidenní periody v letech 1982–2011

Vliv desetidenních hodnot T (teploty vzduchu) a R (srážek) na výskyt KE v jednotlivých letech uvádějí tabulky 1–3. Údaje v tabulkách se týkají období od března (III) do listopadu (XI) každého roku, avšak vzhledem k posunům o 1 a 2 desetidenní periody jsou příslušná období defino-

proLékaře.cz | 9.11.2026



Graf 4. Kraj VYS – vztah teploty ovzduší k výskytu onemocnění KE

Fig. 4. Highlands Region – relationship between air temperature and TBE incidence

vána pouze celkovým počtem těchto period uvažovaných ve výpočtu.
Údaje meteorologických prvků jsou uvažovány stabilně vždy od první březnové desetidenní periody s postupným zkracováním relevantního rozsahu u posunu 0 – bez omezení, tedy až do 3. desetidenní periody listopadu u posunu 1 od 1. desetidenní periody března do 2. desetidenní periody listopadu a u posunu 2 opět od 1. desetidenní periody března do 1. desetidenní periody listopadu.
Počty onemocnění KE jsou přitom uvažovány při posunu 0 v témže rozsahu jako rozsahy obou meteorologických prvků, tj. od 1. desetidenní periody března do 3. desetidenní periody listopadu (n = 27 desetidenních period), při posunu 1 od 2. desetidenní periody března do 3. desetidenní periody listopadu (n = 26 desetidenních period) a při posunu 2 od 3. desetidenní periody března do 3. desetidenní periody listopadu (n = 25 desetidenních period).
Pro účely vzájemného porovnání specifických rysů vývoje nemocnosti KE při hodnocení celých časových řad třiceti let (1982–2011) bylo provedeno separátní zpracování pro jednotlivé měsíce od února do prosince, a to jak ve smyslu aktuálních dat, tak i ve formě výpočtu normálů (1961–1990). Tabulky s jednotlivými ročními hodnotami korelačních koeficientů podle posunů a s uvedenými hladinami signifikace v této publikaci neuvádíme pro jejich velký rozsah. Frekvenční tabulky korelačních stupňů pro jednotlivé kraje (viz tab. 1–3).

Jihočeský kraj
Vliv teploty na výskyt onemocnění KE byl významný na hladinách 0,05 a nižších. Míra signifikace ve vztahu k posunu jednotlivých desetidenních period (posun 0–2) se postupně snižovala. Ve 100% let třicetiletého období 1982–2011 byla v kraji JIČ zjištěna statisticky signifikantní shoda mezi KE a T.
Efekt vlivu ovzdušných srážek na onemocnění KE byl podstatně nižší než u teploty. Statisticky signifikantního vlivu srážek na výskyt KE bylo dosaženo při posunech 0–1 v 9 letech a při posunu o 2 desetidenní periody v 12 letech (40 %) – viz tabulka 1.

Středočeský kraj
Efekt vlivu teploty na výskyt onemocnění KE byl v STČ významný na hladinách 0,05 a nižších v 27 letech (90 %) v desetidenní periodě bez posunu a s posunem 1.
Efekt vlivu srážek na onemocnění KE byl podstatně nižší než teploty. Byl zjištěn pouze v 13 letech (43 %) sledovaného období při posunu o dvě desetileté periody – viz tabulka 2.

Kraj Vysočina
Kraj VYS si při posuzování korelačních vztahů mezi počtem případů onemocnění KE, průměrnou teplotou a úhrny ovzdušných srážek zachoval zcela specifický charakter. Efekt vlivu teploty na výskyt onemocnění KE byl významný na hladinách 0,05 a nižších v 24 letech v desetidenní periodě s jedním posunem (v 80 %). K rapidnímu zvýšení průkaznosti vztahů mezi T a KE došlo teprve po roce 1995. Nejnižší hladiny signifikance 0,1 % bylo dosaženo v letech 2002–2003, 2005–2006 a 2008–2011.
Efekt vlivu srážek na onemocnění KE byl podstatně nižší než teploty. Signifikantní pozitivní vazby bylo dosaženo pouze v 5 letech u případů bez posunu, v 7 letech při posunu o 1 desetidenní periodu a ve 12 letech při posunu o dvě desetidenní periody (ve 40 %) – viz tabulka 3.

Vyhodnocení vztahů mezi nemocností, teplotou vzduchu a ovzdušnými srážkami na úrovni ročních období (sezon) a desetidenních posunů v letech 1982–2011
V tabulkách 4, 5 a 6 jsou prezentovány korelační vztahy mezi onemocněními KE a teplotou (T), onemocněními KE a ovzdušnými srážkami (R) v jednotlivých sezonách

Tabulka 1. Vliv teploty vzduchu (T) a ovzdušných srážek (R) na výskyt onemocnění KE – Jihočeský kraj

Table 1. Impact of air temperature (T) and precipitation rate (R) on TBE incidence – South Bohemian Region

	KE/T			KE/R		
	27 period	26 period	25 period	27 period	26 period	25 period
	posun 0	posun 1	posun 2	posun 0	posun 1	posun 2
p = 0,001	27	26	15	0	4	3
p = 0,01	2	3	11	4	2	6
p = 0,05	1	1	4	5	3	3
p > 0,05	0	0	0	21	21	18

proLékaře.cz | 9.11.2026

Tabulka 2. Vliv teploty vzduchu (T) a ovzdušných srážek (R) na výskyt onemocnění KE – Středočeský kraj

Table 2. Impact of air temperature (T) and precipitation rate (R) on TBE incidence – Central Bohemian Region

	KE/T			KE/R		
	27 period	26 period	25 period	27 period	26 period	25 period
	posun 0	posun 1	posun 2	posun 0	posun 1	posun 2
p = 0,001	21	14	9	2	2	0
p = 0,01	5	11	9	3	5	4
p = 0,05	1	2	7	6	3	9
p > 0,05	3	3	5	19	20	17

Tabulka 3. Vliv teploty vzduchu (T) a ovzdušných srážek (R) na výskyt onemocnění KE – Kraj Vysočina

Table 3. Impact of air temperature (T) and precipitation rate (R) on TBE incidence – Highlands Region

	KE/T			KE/R		
	27 period	26 period	25 period	27period	26 period	25 period
	posun 0	posun 1	posun 2	posun 0	posun 1	posun 2
p = 0,001	11	8	6	0	1	3
p = 0,01	6	8	4	1	2	3
p = 0,05	5	8	4	4	4	6
p > 0,05	8	6	16	25	23	18

březen-duben (III.–IV.), květen-červenec (V.–VII.), srpen-listopad (VIII.–X.) zkoumaného třicetiletí v krajích JIČ, STČ a VYS v závislosti na desetidenních periodách jednotlivých měsíců uvedených sezon a jejich posunu (posun 0–2).

Jihočeský kraj

V kraji JIČ byla zjištěna statisticky signifikantní korelace KE a T ve všech sezonách a posunech.
Korelace KE a R byla signifikantní až v sezoně V.–VII. a posunu o 1 a 2 desetidenní periody. V sezoně VIII.–XI. byla korelace vysoce signifikantní ve všech posunech (viz tab. 4).

Středočeský kraj

V kraji STČ byla ve všech uvedených sezonách zjištěna statisticky signifikantní korelace KE a T.
V sezoně V.–VII. byla signifikantní korelace KE a R zjištěna v posunu o 1 desetidenní periodu. V sezoně VIII.–XI. byla již korelace KE a R signifikantní ve všech posunech 0–2 (viz tab. 5).

Kraj Vysočina

V kraji VYS byla ve všech uvedených sezonách zjištěna statisticky signifikantní korelace KE a T. V sezoně V.–VII. byla signifikantní korelace KE a R zjištěna až v posunu o 2 desetidenní periody. V sezoně VIII.–XI.

Tabulka 4. Korelační vztahy mezi onemocněním KE a teplotou (T), onemocněním KE a ovzdušnými srážkami v jednotlivých sezonách období 1981–2011 – Jihočeský kraj

Table 4. Correlation between TBE incidence and air temperature (T) and between TBE incidence and precipitation rate by season in 1981–2011 – South Bohemian Region

Sezona	Posun	CORR	CORR
		KE + T	KE + R
III–IV	0	p = 0,001	p > 0,05
III–IV	1	p = 0,001	p > 0,05
III–IV	2	p = 0,001	p > 0,05
V–VII	0	p = 0,001	p > 0,05
V–VII	1	p = 0,001	p = 0,05
V–VII	2	p = 0,001	p = 0,01
VIII–XI	0	p = 0,001	p = 0,001
VIII–XI	1	p = 0,001	p = 0,001
VIII–XI	2	p = 0,001	p = 0,001

Tabulka 5. Korelační vztahy mezi onemocněním KE a teplotou (T), onemocněním KE a ovzdušnými srážkami v jednotlivých sezonách období 1981–2011 – Středočeský kraj

Table 5. Correlation between TBE incidence and air temperature (T) and between TBE incidence and precipitation rate by season in 1981–2011 – Central Bohemian Region

Sezona	Posun	CORR	CORR
		KE + T	KE + R
III–IV	0	p = 0,001	p > 0,05
III–IV	1	p = 0,001	p > 0,05
III–IV	2	p = 0,001	p > 0,05
V–VII	0	p = 0,001	p > 0,05
V–VII	1	p = 0,001	p = 0,05
V–VII	2	p = 0,01	p >0,05
VIII–XI	0	p = 0,001	p = 0,01
VIII–XI	1	p = 0,001	p = 0,001
VIII–XI	2	p = 0,001	p = 0,001

proLékaře.cz | 9.11.2026

Tabulka 6. Korelační vztahy mezi onemocněním KE a teplotou (T), onemocněním KE a ovzdušnými srážkami v jednotlivých sezonách období 1981–2011 – Kraj Vysočina

Table 6. Correlation between TBE incidence and air temperature (T) and between TBE incidence and precipitation rate by season in 1981–2011 – Highlands Region

Sezona	Posun	CORR	CORR
		KE + T	KE + R
III–IV	0	p = 0,001	p >0,05
III–IV	1	p = 0,001	p > 0,05
III–IV	2	p = 0,001	p > 0,05
V–VII	0	p = 0,001	p > 0,05
V–VII	1	p = 0,001	p > 0,05
V–VII	2	p = 0,01	p = 0,01
VIII–XI	0	p = 0,001	p = 0,05
VIII–XI	1	p = 0,001	p = 0,001
VIII–XI	2	p = 0,001	p = 0,001

byla již tato korelace signifikantní ve všech posunech 0–2 (viz tab. 6).

Vliv teploty vzduchu a ovzdušných srážek v druhé polovině předchozího roku (srpen-listopad) na výskyt KE během první poloviny (únor-červenec) roku následujícího

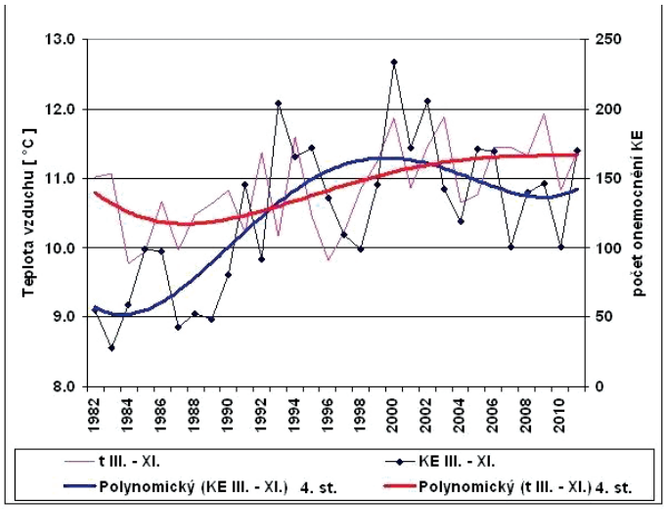
Pozitivní korelace teploty v druhé polovině předchozího roku a výskytu KE v první polovině následujícího roku byla zjištěna v krajích JIČ, STČ a VYS v 79,3 %, 62,1 % a 48,3 % letech sledovaného období. Pozitivní korelace ovzdušných srážek byla zjištěna v těchto krajích v pouze 3,4 %, 17,2 % a 6,9 % letech sledovaného období.

Trendy průměrné teploty vzduchu a počtu onemocnění KE v období březen-listopad a trendy průměrného množství ovzdušných srážek a počtu onemocnění jednotlivých let 1982–2011

Pro celkovou představu o průběhu vztahů průměrné roční teploty a úhrnů ovzdušných srážek v uvedeném období roku (březen-listopad) a výskytu KE v tomto období byly vytvořeny grafy 5–10 zahrnující tyto vztahy v jednotlivých letech 1982–2011 spolu s proloženými polynomickými trendy čtvrtého či pátého stupně. Trend průměrné roční teploty měl od poloviny osmdesátých let ve všech třech krajích stoupající tendenci. Nicméně z grafů jsou patrné určité mezikrajové rozdíly. Výrazné rozdíly však byly zjištěny v ročních množstvích ovzdušných srážek naměřených v jednotlivých krajích.

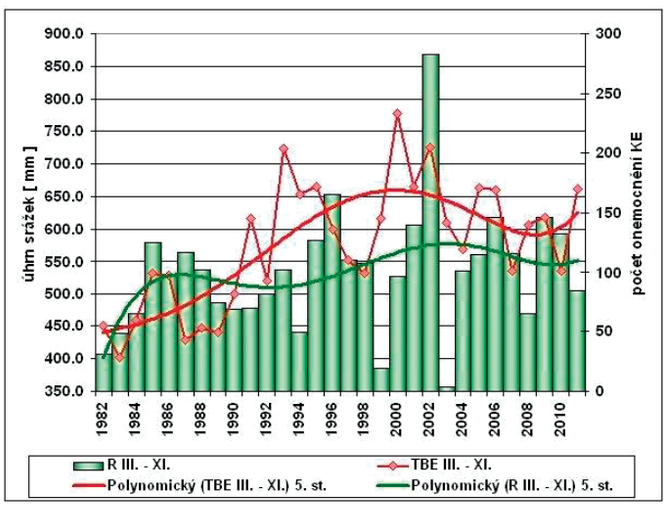
Jihočeský kraj

Hodnoty výskytu KE v JIČ (polynomický trend 4. stupně – index determinace $R^2 = 0,5578$) kulminovaly v letech 1993 (204 onemocnění) a 2000 (233 onemocnění) a v následujících letech měly, s meziročním kolísáním, sestupný trend ukončený v roce 2010, který byl pravděpodobně ovlivněn cílenými očkovacími akcemi v kraji. Průměrná roční teplota vzduchu měla od poloviny osmdesátých let vzestupný trend s meziročním kolísáním 9,8o až 11,9 °C. Z grafů je patrný vliv výrazných výkyvů průměrné roční teploty ($R^2 = 0,3507$) v některých letech na výskyt KE – graf 5.



Graf 5. Průměrná roční teplota a počet onemocnění KE v ročním období III–IX let 1982–2011 včetně polynomických trendů čtvrtého stupně v JIČ

Fig. 5. Average annual temperature and TBE cases in months III–IX of 1982–2011 including order 4 polynomial trends in the South Bohemian Region



Graf 6. Průměrné množství ovzdušných srážek a počet onemocnění KE v ročním období III–IX let 1982–2011 včetně polynomických trendů pátého stupně v JIČ

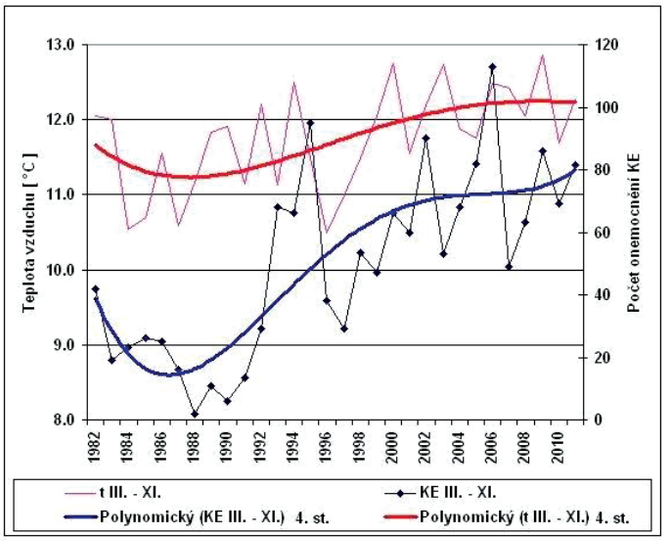
Fig. 6. Average precipitation rate and TBE cases in months III–IX of 1982–2011 including order 5 polynomial trends in the South Bohemian Region

Průměrné roční množství ovzdušných srážek v JIČ vykazuje velké meziroční kolísání hodnot vyjádřené polynomickým trendem 5 stupně s velice nízkým indexem determinace ($R^2 = 0,1477$) – graf 6.

Středočeský kraj

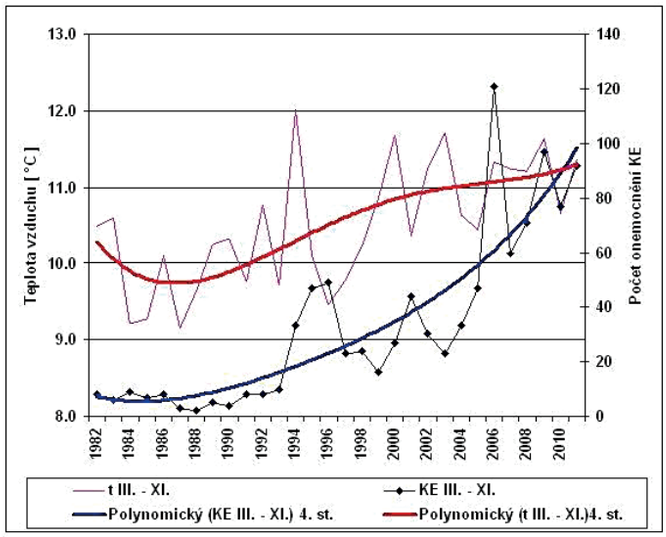
Výskyt KE v STČ kulminoval v letech 1995 (95 onemocnění) a 2006 (113 onemocnění) – $R^2 = 0,6201$. Trend teploty vzduchu ($R^2 = 0,3234$) s meziročním kolísáním 10,5 až 12,8 °C odpovídá svým průběhem trendu onemocnění

proLékaře.cz | 9.11.2026



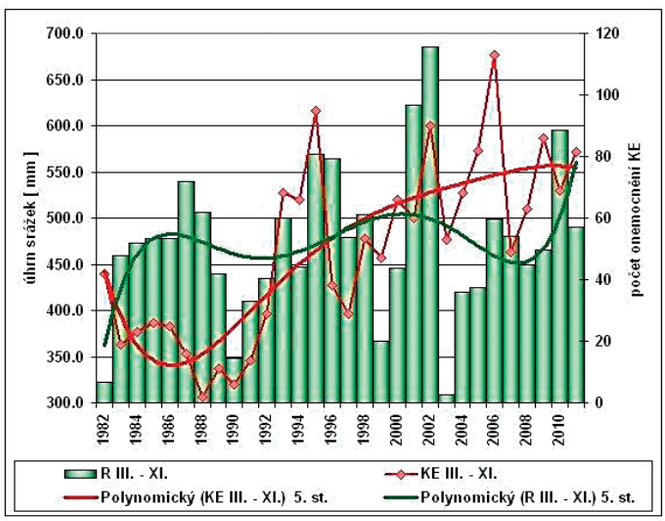
Graf 7. Průměrná roční teplota a počet onemocnění KE v ročním období III–IX let 1982–2011 včetně polynomických trendů čtvrtého stupně v STČ

Fig. 7. Average annual temperature and TBE cases in months III–IX of 1982–2011 including order 4 polynomial trends in the Central Bohemian Region



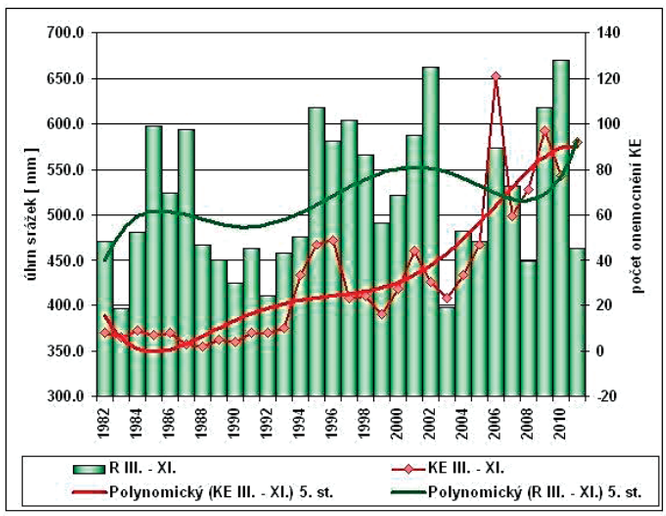
Graf 9. Průměrná roční teplota a počet onemocnění KE v ročním období III–IX let 1982–2011 včetně polynomických trendů čtvrtého stupně ve VYS

Fig. 9. Average annual temperature and TBE cases in months III–IX of 1982–2011 including order 4 polynomial trends in the Highlands Region



Graf 8. Průměrné množství ovzdušných srážek a počet onemocnění KE v ročním období III–IX let 1982–2011 včetně polynomických trendů pátého stupně v STČ

Fig. 8. Average precipitation rate and TBE cases in months III–IX of 1982–2011 including order 5 polynomial trends in the Central Bohemian Region



Graf 10. Průměrné množství ovzdušných srážek a počet onemocnění KE v ročním období III–IX let 1982–2011 včetně polynomických trendů pátého stupně ve VYS

Fig. 10. Average precipitation rate and TBE cases in months III–IX of 1982–2011 including order 5 polynomial trends in the Highlands Region

KE. I v tomto kraji grafu je patrný vliv výrazných výkyvů průměrné roční teploty v letech 1994–2000 na výskyt KE v letech 1995–2002 – graf 7.

Kolísavý průběh trendu ročních průměrů ovzdušných srážek (R^2 = 0,1522) a onemocnění KE (R^2 = 0,6201) je v STČ vzájemně odlišný – graf 8.

Kraj Vysočina

Průměrná roční teplota vzduchu se pohybovala v rozmezí 9,3 °C až 12 °C, trend (R^2 = 0,4439), což je největší kolísání ročních průměrných teplot tří krajů. I v tomto kraji je z grafu patrný vliv výkyvů teploty v jednotlivých letech či několikaletých obdobích na výskyt KE s 2–3le-

proLékaře.cz | 9.11.2026

tým posunem nemocnosti, index determinace polynomického trendu 4. stupně v případě kraje VYS dosáhl nejvyšší hodnoty R^2 = 0,7497. Trend výskytu KE se zásadním způsobem změnil po roce 1994 (33 onemocnění). Po následném zvýšení nemocnosti a jejího meziročního kolísání (mezi 16 a 49 případy onemocnění) došlo v roce 2006 k dramatickému zvýšení (122 onemocnění) – graf 9. Průběh trendu ročních průměrů srážek (R^2 = 0,1286) a onemocnění KE (R^2 = 0,7497) je vzájemně odlišný. Z grafu je dobře patrné velké meziroční kolísání ovzdušných srážek – graf 10.

DISKUSE

Zvýšený výskyt onemocnění KE v devadesátých letech minulého století, přetrvávající s meziročními výkyvy i v dalším, byl zaznamenán s různou intenzitou v řadě evropských států [15].

Abychom potvrdili hypotézu, že výskyt onemocnění registrovaných na území České republiky je ovlivněn především klimatickými změnami, vzali jsme za základ analýzy třicetiletý soubor povinně registrovaných případů KE (1982–2011), který tak zahrnuje celé desetiletí, v němž byla registrována nízká incidence KE, před jejím prudkým nástupem začátkem devadesátých let. Vybrány byly údaje ze tří regionů České republiky s nejvyšším výskytem této nákazy.

Při posuzování vztahu počtu onemocnění KE k průměrným teplotám vzduchu v jednotlivých měsíčních desetidenních periodách jednotlivých let sledovaného třicetiletého období bylo zjištěno, že teplota byla podstatně silněji působícím faktorem než srážky. V kraji JIČ měla teplota signifikantní vliv na výskyt onemocnění KE ve 100% sledovaných letech, v kraji STČ v 90% let a kraji VYS v 80% let. Korelace byla nejvyšší při posunu o jednu desetidenní periodu. V kraji VYS došlo k výrazné změně trendu výskytu KE nejpozději ze všech krajů až v roce 2006. Jedná se o kopcovitou krajinu a nejvíce zalesněné území jak jehličnatými, tak i listnatými lesy [4].

Při posuzování vztahu počtu onemocnění KE k úhrnům srážek v jednotlivých měsíčních desetidenních periodách jednotlivých let sledovaného třicetiletého období bylo zjištěno, že účinek srážek se uplatnil méně než teplota. V JIČ kraji pouze v 40 % let, v kraji STČ v 43 % let a kraji VYS v 40 % let. Ve všech případech se jednalo o posun účinku o dvě desetidenní periody.

Při posuzování korelačních vztahů mezi onemocněním KE a teplotou v jednotlivých sezonách roku, březen-duben (III.–IV), květen-červen (V.–VI) a červenec-listopad (VIII.–XI) sledovaného třicetiletého období jako celku, byla zjištěna signifikantní korelace v posunech onemocnění KE 0, 1 a 2 desetidenní periody ve všech třech krajích – JIČ, STČ a VYS.

Dlouhodobé změny klimatických podmínek prokazatelně ovlivňují životní cykly klíšťat a jejich výskyt v biotopech [5, 7, 8, 11, 19]. Zvyšující se teplota je považována za rozhodující příčinu rozšiřování území infestovaných klíšťaty [14].

Podstatně odlišné výsledky byly zjištěny při tomto způsobu hodnocení v případě vztahu KE k úhrnům ovzdušných srážek.

V sezoně III.–IV. byl u všech tří krajů tento vztah v posunech 0, 1 a 2 statisticky neprůkazný. V sezoně V.–VII. byl ve všech krajích v posunu 0 také neprůkazný, ale v posunech 1 a/nebo 2 průkazný. V sezoně VIII.–XI. byl u všech tří krajů a všech časových hledisek průkazný. Ovzdušné srážky se tedy uplatňují jako důležitý fenomén ovlivňující výskyt KE převážně v druhé polovině roku. Skutečnost, že dešťové srážky v měsíci srpnu ovlivňují pozitivně výskyt KE v podzimních měsících, byla prokázána v ČR již v roce 1997. V celkovém hodnocení všech tří sledovaných oblastí (krajů) lze pozorovat zvýšení počtu významně pozititivních korelačních vztahů od počátku devadesátých let, čímž se potvrzuje původní pracovní hypotéza, že ke zvyšování nemocnosti v této době došlo v důsledku klimatických změn [12, 15, 17]. Posun klíšťat do vyšších nadmořských výšek v posledních letech provázený v některých případech i výskytem onemocnění KE byl opakovaně zjištěn i v dalších evropských zemích [1, 3, 4, 10, 13, 18, 21].

Uvedené výsledky dokumentují přímý vztah teploty vzduchu a ovzdušných srážek na výskyt onemocnění KE v měsících, kdy došlo ke klinickým projevům infekce. V úvahu byl vzat i posun začátku onemocnění v rámci desetidenních posunů. Výskyt onemocnění je m. j. ovlivňován i množstvím a virofornností klíšťat závisejících jejich vývoji v průběhu předchozích měsíců či let a jejich schopností přežívat v průběhu zimy. Z tohoto důvodu byl dále testován vliv teploty vzduchu a ovzdušných srážek v druhé polovině předchozího roku na výskyt KE během první poloviny roku následujícího. Pozitivní korelace teploty v druhé polovině předchozího roku a výskytu KE v první polovině následujícího roku byla zjištěna v krajích JIČ, STČ a VYS v 79,3%, 62,1% a 48,3% letech sledovaného období. Pozitivní korelace KE a ovzdušných srážek byla zjištěna v těchto krajích pouze v 3,4%, 17,2% a 6,9% letech sledovaného období.

ZÁVĚR

V celkovém hodnocení všech tří sledovaných oblastí (krajů) lze pozorovat zvýšení počtu významně těsných korelačních vztahů od počátku devadesátých let, čímž se potvrzuje původní pracovní hypotéza, že ke zvyšování nemocnosti v této době došlo v důsledku klimatických změn.

Z výsledků studie vyplývá, že teplota vzduchu byla významným faktorem, který se podílel na výskytu onemocnění KE ve sledovaných krajích. Ve všech třech krajích byla zjištěna signifikantní korelace začátků onemocnění KE a denní průměrnou teplotou, a to ve všech měsících a třech sezonách roku. Nejvyšší míra korelace byla zjištěna v posunu onemocnění o jednu desetidenní periodu, což odpovídá průměrné inkubační době.

Signifikantní korelace onemocnění KE s ovzdušnými srážkami byla zjištěna pouze v letních a podzimních měsících, přičemž nejvyšší míra korelace byla zjištěna při posunu o dvě desetidenní periody.

Klimatické podmínky v druhé polovině předchozího roku neovlivnily zásadním způsobem výskyt KE v průběhu první poloviny roku následujícího v žádném ze sledovaných krajů. Samozřejmě nelze vyloučit i případný vliv extrémních klimatických podmínek v zimním období na vývoj a přežívání klíšťat a tím i na onemocnění KE. Stále je také třeba mít na paměti, že výskyt KE může být ovlivňován i dalšími biotickými i abiotickými faktory.

proLékaře.cz | 9.11.2026

Poděkování
Studie byla podporována Interní grantovou agenturou Ministerstva zdravotnictví, projekt č. NT11425-52010.

LITERATURA

1. Burri C, Moran Cadenas F, Douet et al. Ixodes ricinus density and infection prevalence of Borrelia burgdorferi sensu lato along a North-facing altitudinal gradient in the Rhône Valley (Switzerland). *Vector Borne Zoonotic Dis,* 2007;7:50–58.
2. Brabenec V. *Statistika a biometrika.* ČZU Praha, 2004.
3. Daniel M, Danielová V, Kříž B et al. Shift of the tick Ixodes ricinus and tick-borne encephalitis to higher altitudes in Central Europe. *Eur J Clin Microbiol Infect Dis,* 2003;22: 327–328.
4. Danielová V, Kliegrová S, Daniel M et al. Influence of climate warming on tickborne encephalitis expansion to higher altitudes over the last decade (1997–2006) in the Highland Region (Czech Republic). *Cent Eur J Publ Hlth,* 2008;16 (1):4–11.
5. Estrada-Peña A, Ostfeld RS, Peterson AT et al. Effects of environmental change on zoonotic disease risk: an ecological primer. *Trends Parasitol,* 2014;30, (4):205–214.
6. *Excel worksheet function reference.* Microsoft press, Ed. 2, Redmond, 1995.
7. Gray JS. The development and seasonal activity of the tick Ixodes ricinus: a vector of Lyme borreliosis. *Review of Medical and Veterinary Entomology,* 1991;79(6):323–333.
8. Gray JS, Dautel H, Estrada-Peña A et al. Review Article. Effects of climate hange on ticks and tick-borne diseases in Europe. *Interdisciplinary Perdspectives on infectious diseases,* 2009;Artikle ID 593232, 12 pp., doi:10.1155/2009/593232.
9. Havránek T. *Statistika pro biologické a lékařské vědy* (Statistics in biology and medicine). 480 s., Praha 1993.
10. Holzmann H, Aberle SW, Stiasny K et al. Tick-borne encephalitis from eating goat cheese in a mountain region of Austria. *Emerg Infect Dis,* 2009;5:1671–1673.
11. Hubálek Z, Halouzka J, Juřicová Z. Host-seeking activity of ixodid ticks in relation to weather variables. *J Vector Ecol,* 2003;28(2):159–165.
12. Lunáčková J, Chmelík V, Šípová I et al. Epidemiologic monitoring of tick-borne encephalitis in Rimov in Southern Bohemia. *Epidemiol Mikrobiol Imunol,* 2003;52(2):51–58.
13. Materna J. Altitudinal distribution limit of the common tick Ixodes ricinus in the Krkonoše Mts. (Czech Republic). *Opera Corcontica,* 2012;49:55–71.
14. Medlock JM, Hansford KM, Bormane A et al. Driving forces for changes in geographical distribution of Ixodes ricinus ticks in Europe. *Review Parasit Vectors,* 2013;(6):1.doi: 10.1186/1756-3305-6-1.
15. Menne B, Ebi KL. *Climate change and adaptation strategie for human health.* Darmstadt: Steinkopff Verlag, 2006, 449 s. ISBN 3-7985-1591-3.
16. Nosek M. *Metody v klimatologii.* 1. vyd., 413 s., Praha 1972.
17. Pazdiora P, Benešová J, Brejcha O et al. Incidence of tick-borne encephalitis in the West Bohemia Region 1960–1999 – evaluation of vaccination. *Epidemiol Mikrobiol Imunol,* 2000;49(4):148–52.
18. Rizzoli A, Merler S, Furlanello C et al. Geographical information systems and bootstrap aggregation (bagging) of tree-based classifiers for Lyme disease risk prediction in Trentino, Italian Alps. *J Med Entomol,* 2002;39(3):485–492.
19. Sonenshine DE, Mater TN. (Eds.) *Ecological dynamics of tick-borne zoonose.* Oxford: Oxford University Press, 91–138.
20. Statistica. *System reference.* Statsoft incorporation, Tulsa (USA), 2001.
21. Zeman P, Beneš Č. A tick-borne encephalitis ceilling in Central Europe has moved upwards during the last 30 years: Possible impact of global warming? *Int J Med Microbiol,* 2004;293(Supplement 37):48–54

Do redakce došlo dne 23. 10. 2014.

Adresa pro korespondenci:
Doc. MUDr. Bohumír Kříž, CSc.
Státní zdravotní ústav
Šrobárova 48
100 42 Praha 10
e-mail: bohumilkriz@szu.cz

Inzerce A141015461