

## Salmonelóza a některé meteorologické, solární a geomagnetické ukazatele

Jaroslav Střeščík <sup>1</sup>, Miroslav Mikulecký Jr. <sup>2</sup>, Miroslav Mikulecký Sr. <sup>3</sup>

<sup>1</sup> Geofyzikální ústav AV ČR, v.v.i., Praha

<sup>2</sup> Klinika infektologie a geografickej medicíny, Lekárska fakulta Univerzity Komenského, Bratislava, Slovensko

<sup>3</sup> Dept. of Biometrics and Statistics, Neuroendocrinology Letters, Stockholm-Bratislava, Sweden-Slovakia. Čestný člen BIOCOS, University of Minnesota, Minneapolis, USA.

Salmonelóza je u nás časté onemocnění a proto je třeba zkoumat, jaké faktory přispívají ke zvýšení jeho výskytu. Dříve byl zkoumán vliv slapového zrychlení a nalezena semilunární variace. Vliv heliogeofyzikálních faktorů dosud zkoumán nebyl, třebaže laboratorní studie jistý vliv prokazují. V tomto příspěvku byly použity denní počty přijatých pacientů na kliniku infektologie LFUK v Bratislavě za roky 2005-2006. Výskyt salmonelózy je v létě podstatně větší než v zimě, přičemž maximum výskytu se opoždí za maximum teplot vzduchu více než o měsíc. K vyššímu výskytu salmonelózy také mírně přispívá vyšší geomagnetická aktivita, jejíž vliv je významnější než vliv aktivity sluneční. Ve spektru časové řady počtu pacientů převládá podle očekávání maximum v periodě jeden rok, dále jsou málo významné vrcholy kolem 106, 59 a 34 dní nejasného původu. V oboru kratších period jsou významná maxima kolem 27 dní (Bartelsova perioda sluneční rotace, geomagnetické aktivity, ale také tropický a anomalistický měsíční cyklus), 15 dní (snad vliv změn slapového zrychlení) a podle očekávání týdenní variace.

### Salmonellosis and some solar and geomagnetic parameters

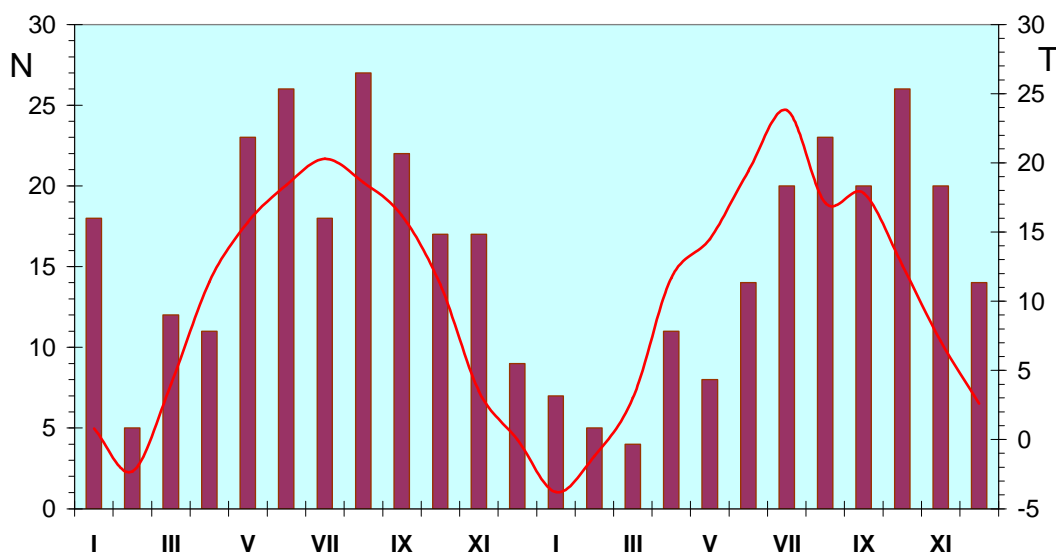
Salmonellosis is a common infection in our country and therefore it is necessary to investigate which factors contribute to the increase of its incidence. The influence of tidal acceleration has been investigated earlier and some semilunar variations have been found. The influence of heliogeophysical factors was not investigated though laboratory studies proved some connections. In this contribution daily numbers of hospital admissions at the Infectology Clinic in Bratislava from 2005-2006 have been used. The incidence of salmonellosis is considerably higher in summer than in winter; the maximum of incidence appears after the maximum of air temperature with a time shift more than one month. The higher geomagnetic activity contributes to higher incidence of salmonellosis too. Its influence is more significant than that of solar activity. In the spectrum of time series of admitted patients the maximum in period of one year prevails, as expected, further less significant peaks around 106, 59 and 34 days appear, with an unclear origin. In the shorter periods region three maxima are significant: around 27 days (Bartels' solar rotation, also a period of geomagnetic activity and tropic as well as anomalistic lunar cycle), 15 days (perhaps an influence of tidal force) and as expected weekly variation with a minimum on weekends.

Salmonelóza je onemocnění, které se u nás vyskytuje pravidelně a poměrně často, někdy až příliš, a zajisté jde o onemocnění značně nepříjemné. Je proto velice záslužné zkoumat, jaké faktory přispívají k množení a šíření bakterií zodpovědných za toto onemocnění. To může spolu se samozřejmým požadavkem zvýšené hygieny přispět k omezení počtu pacientů. Bylo již poukázáno na určitý vliv změn gravitačního zrychlení, konkrétněji slapové síly, která je dána polohou Měsíce a Slunce (Mikulecký & Mikulecký, 2008, 2009). U výskytu salmonelózy byla tehdy nalezena semilunární perioda stejná jako u slapů, její významnost je však stále předmětem diskuse, o mechanismu možného vlivu ani nemluvě. Naproti tomu možný vliv sluneční nebo geomagnetické aktivity podrobněji zkoumán nebyl. A to přesto, že existují výsledky laboratorních prací zkoumajících vliv magnetického pole na různé bakterie včetně salmonel (Chernoshchekov, 1989). Byly laboratorně modelovány různé poruchy, jak v rozsahu amplitudy i frekvence. V klidném poli bylo obvykle pozorováno potlačení reprodukční kapacity mikrobů, před geomagnetickou poruchou rovněž, a později pak následovala naopak její stimulace. Popis pokusů a výsledků je však v citovaném článku podán nejasně a nepřesně.

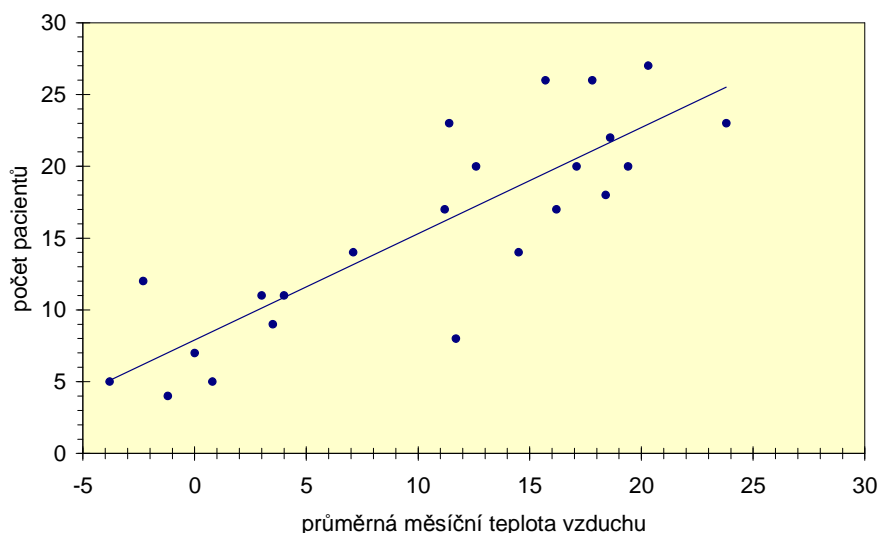
V tomto příspěvku se budeme věnovat výskytu salmonelózy ve vztahu k některým parametrům okolního prostředí. Data o výskytu salmonelózy pocházejí z Kliniky infektologie a geografickej medicíny LFUK v Bratislavě. Jde o denní počty přijatých pacientů s uvedenou diagnózou v letech 2005-2006 na tuto kliniku. Celkem bylo přijato za tyto dva roky 377 pacientů, tedy v průměru 16 pacientů za měsíc čili zhruba jeden pacient za dva dny. Tento malý soubor ovšem umožní pouze orientační náhled do celé problematiky a nečiní si nárok formulovat obecné závěry.

Výskyt salmonelózy závisí podstatně na roční době, což je všeobecně známo. Mnohem více případů se vyskytuje v létě, především z důvodů vhodnějších podmínek pro množení bakterií. Tomu velmi napomáhá nízká

trvanlivost mnoha pokrmů v teplejším ročním období, jako jsou především tepelně nezpracované výrobky např. z majonézy, z vajec, smetanové krémy, také zmrzlina a další. Měsíční počty přijatých pacientů s diagnózou salmonelóza jsou uvedeny na obr. 1. Spolu s nimi je nakreslen průběh průměrné měsíční teploty vzduchu. V Bratislavě se pravidelně měří teplota vzduchu na dvou místech – na Kolibě a na letišti Ivanka (Bulletin, 2005 a 2006). Rozdíly v měsíčních průměrech jsou ovšem nepatrné a spočívají v tom, že na Kolibě bývá teplota vzduchu o několik desetin stupně nižší vzhledem k vyšší nadmořské výšce. Protože podstatná část města leží mnohem blíže ke Kolibě než k letišti, byla použita data z Koliby. Počet případů salmonelózy sleduje průběh teploty vzduchu, ne však zcela přesně. Jsou zde mnohé výkyvy, které napovídají, že existují ještě nějaké kratší podružné periody. Kromě toho se ukazuje, že maximální výskyt salmonelózy se poněkud opožďuje za maximem teplot vzduchu. Toto zpoždění je různé v různých letech, což může být způsobeno náhodným kolísáním nebo mimořádným zvýšením výskytu onemocnění z jiného důvodu (to se mohlo stát např. v květnu a červnu 2005 nebo v říjnu 2006). Vyloučit nelze ani vliv nějaké dlouhodobé periody (např. dnes populární „transyear“ 1,3 roku, což by odpovídalo rozdílu červen 2005 – říjen 2006), avšak k jejímu prokázání by bylo třeba mít k dispozici mnohem delší řadu pozorování. Korelační koeficient, použitý zde jako míra lineární regrese, dosahuje mezi měsíčními hodnotami počtu pacientů a teplotou vzduchu 0,67, pro posuv o jeden měsíc, kdy porovnáváme výskyt salmonelózy s teplotou v předcházejícím měsíci, vzroste na 0,85 (obr. 2), a pro posuv o dva měsíce opět klesá na 0,73. Všechny jsou samozřejmě vysoce významné. Pro data teplot z Ivanky se hodnoty korelačních koeficientů liší až ve třetím desetinném místě.



Obr. 1. Měsíční počty přijatých pacientů s diagnózou salmonelóza v letech 2005-2006 (sloupce, stupnice vlevo) a průměrná měsíční teplota vzduchu v Bratislavě-Kolibá (červená čára, stupnice vpravo).

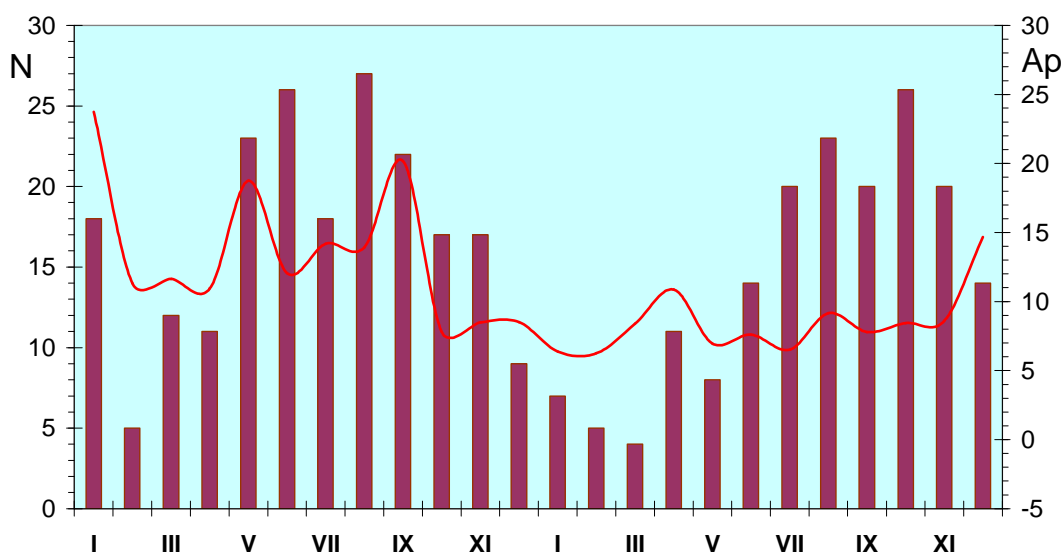


Obr. 2. Závislost měsíčního počtu přijatých pacientů s diagnózou salmonelóza v letech 2005-2006 na průměrné měsíční teplotě vzduchu s posuvem o jeden měsíc.

O celkovém charakteru počasí dobře vypovídá kromě teploty vzduchu také délka slunečního svitu. Ta je dána především délkou dne a tudíž závisí podstatně na roční době. Je ovšem velmi ovlivňována oblačností a proto její roční průběh se může značně lišit od pravidelné sinusové křivky, mnohem více než roční průběh

teploty vzduchu v konkrétním roce. V Bratislavě se délka slunečního svitu pravidelně měří na stejných místech jako teplota vzduchu. Na rozdíl od teploty vzduchu naměřené hodnoty silně závisejí na místě, kde se měří, a často hodnoty naměřené na blízkých stanicích bývají dost odlišné, a to platí i pro měsíční součty. To je další důvod, proč byla vybrána stanice Koliba jakožto mnohem bližší městu. Korelační koeficient, použitý zde jako míra lineární regrese, dosahuje mezi měsíčními hodnotami počtu pacientů a délkou slunečního svitu jen 0,44, pro posuv o jeden měsíc, kdy porovnááme výskyt salmonelózy s délkou slunečního svitu v předcházejícím měsíci, vzroste na 0,79, a pro posuv o dva měsíce klesne na 0,76. I tak jsou všechny vysoce významné. Pro data délek slunečního svitu z Ivanky jsou hodnoty korelačních koeficientů podstatně nižší. Maximum výskytu salmonelózy se opožďuje za maximum délkou slunečního svitu více než za maximum teploty vzduchu, protože maximum délkou slunečního svitu bývá v červnu, zatímco maximum teploty vzduchu v červenci. I zde je posuv různý v různých letech stejně jako u teplot vzduchu.

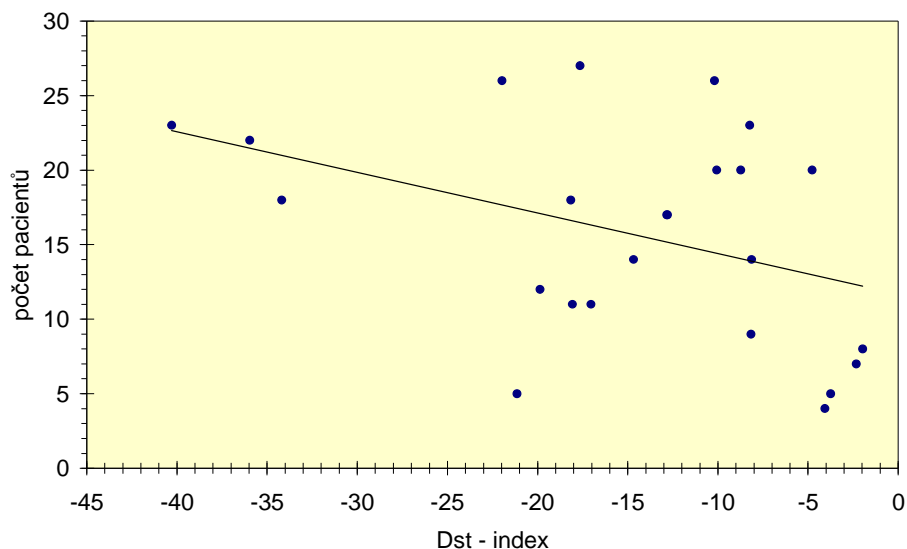
Počet přijatých pacientů s diagnózou salmonelóza slabě závisí na geomagnetické aktivitě. V měsících s vyšší aktivitou je počet přijatých pacientů o něco vyšší. Je však třeba nejprve prošetřit, nejde-li o závislost zavlečenou. Je známo, že u geomagnetické aktivity existuje půlroční variace, aktivita bývá vyšší v obdobích kolem rovníků. Ovšem v jednotlivých letech (a to platí i pro každé krátké zpracovávané období) se roční průběh může od tohoto obecného lišit. Kdyby se náhodně objevilo maximum geomagnetické aktivity v létě, pak by nebylo možné rozlišit, je-li letní maximum případů salmonelózy způsobeno vyšší teplotou vzduchu nebo vyšší geomagnetickou aktivitou. A protože závislost na teplotě vzduchu je snadno vysvětlitelná, byla by závislost na geomagnetické aktivitě zavlečená a tudíž nereálná. Průběh geomagnetické aktivity spolu s počty přijatých pacientů je ukázán na obr. 3. Bylo tak ověřeno, že roční variace geomagnetické aktivity je slabá a především není nijak podobná průběhu teploty vzduchu. Celkově byla aktivita v roce 2005 vyšší než v roce 2006 a také případů salmonelózy bylo v roce 2005 o něco více, což souhlasí s kladnou korelací, nelze však z toho vyvozovat dalekosáhlé závěry. Na obr. 3 vidíme ještě, jak v některých měsících s vysokou aktivitou vzrostl počet pacientů (i když ne vždy), kterýžto vzrůst neodpovídá přesně příslušné roční době. To se stalo např. v lednu, v květnu a v listopadu 2005 a v dubnu, v říjnu a v prosinci 2006, naproti tomu velmi nízké hodnoty obou veličin se vyskytly v květnu 2006. Tím se také může částečně vysvětlit nesouhlas s průběhem teplot vzduchu, případně různě velké zpoždění maximálního výskytu salmonelózy za měsícem s maximální průměrnou teplotou vzduchu.



Obr. 3. Měsíční počty přijatých pacientů s diagnózou salmonelóza v letech 2005-2006 (sloupce, stupnice vlevo) a průměrná měsíční geomagnetická aktivita (červená čára, stupnice vpravo).

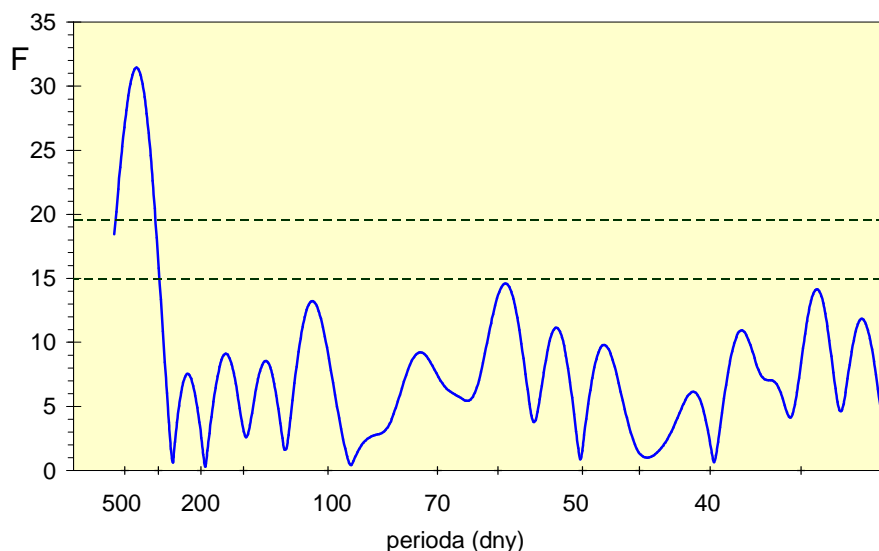
Závislost počtu pacientů na geomagnetické aktivitě (měsíční hodnoty) je ukázána na obr. 4 pro geomagnetický index Dst. Připomeňme, že pro vyšší geomagnetickou aktivitu je hodnota indexu Dst záporná, tedy body odpovídající měsícům s vysokou aktivitou jsou na obrázku vlevo. Korelační koeficient je zde  $-0,40$ . Pro index Ap (vyšší hodnota indexu odpovídá vyšší aktivitě) je korelace  $0,36$ . Tyto hodnoty se pohybují na hranici 95% významnosti. Na obr. 4 si ještě všimneme tří bodů vlevo nahoře, bez nichž (tedy pro zbytek souboru) by byla korelace prakticky nulová. V těchto třech měsících byla vysoká aktivita geomagnetických bouří, znatelně vyšší než v ostatních měsících, a ve všech třech těchto měsících byl také pozorován vyšší počet pacientů s diagnózou salmonelóza. Tedy při vysoké aktivitě geomagnetických bouří můžeme očekávat vyšší počet pacientů, zatímco při střední a nízké aktivitě může být počet pacientů jak malý, tak velký. Korelace se sluneční aktivitou je slabší, nejvyšší pro erupční index SFI, avšak i tak je koeficient jen  $0,27$  a to je již nevýznamné. Není však bez zajímavosti, že ze slunečních charakteristik vychází nejvyšší korelace právě pro index SFI, který má největší vztah k silným magnetickým bouřím. Období 2005-2006 bylo již na sestupné větvi

slunečního cyklu před minimem. V letech předcházejících bylo silných magnetických bouří více, lze proto předpokládat, že na obrázku by bylo více bodů vlevo nahoře a korelace by snad byla vyšší.



Obr. 4. Závislost měsíčního počtu přijatých pacientů s diagnózou salmonelóza v letech 2005-2006 na průměrné měsíční hodnotě geomagnetického indexu Dst.

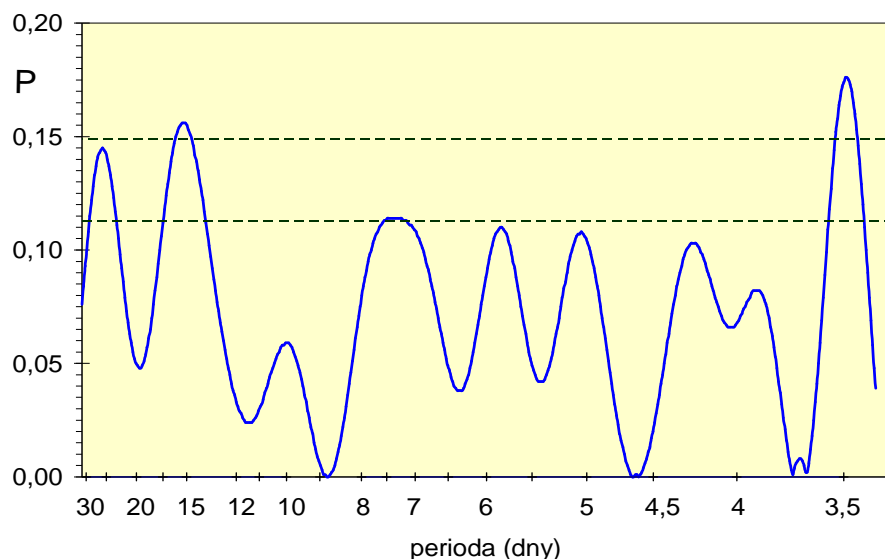
Vztah mezi počtem přijatých pacientů se salmonelózou a různými parametry vnějšího prostředí se projeví také v periodicitě výskytu salmonelózy, kde se objeví stejné periody, jaké jsou u sledovaných veličin obvyklé. V oboru delších period zcela převládá perioda roční (zde kolem 370 dní – nepřesnost vzhledem k malé délce pozorování), jak je dobře vidět na obr. 5. Kromě ní, už pod hranicí významnosti, stojí snad za zmínku periody 106 dní, 59 dní a 34 dní, kromě řady slabších, jejichž původ je nejasný (ovšem nemusí být reálné), protože nejde o vyšší harmonické roční vlny ani o násobky periody sluneční rotace, o níž bude zmínka dále. Jsou zřejmě důsledkem skutečnosti, že roční průběh není hladká sinusovka.



Obr. 5. Spektrum řady denních počtů přijatých pacientů s diagnózou salmonelóza v letech 2005-2006, konstruované pro délky period od 30 do 500 dní. Čárkovaně je vyznačena 95% a 99% hranice významnosti.

V oboru kratších period se stává klasické amplitudové spektrum velmi roztržité a převládající periody se nedají dobře určit. Lze pouze pozorovat jisté nahromadění vyšších vrcholů kolem některých hodnot period. Použili jsme proto výkonové spektrum (powerspektrum), u něhož lze snížit rozlišovací schopnost ve frekvencích (obr. 6). Zde pak převládá několik významných period. První vrchol se nachází kolem periody 27 dní a zřejmě souvisí s periodou rotace Slunce. Tato perioda se obecně objevuje u všech charakteristik sluneční a geomagnetické aktivity. Další vrchol v periodě kolem 15 dní by mohl souviset s periodou změn slapové síly a tudíž představovat semilunární variaci (14,8 dní), mnohokrát popsanou. Může ovšem k němu přispívat poloviční perioda sluneční rotace 13-14 dní, která se běžně vyskytuje v parametrech meziplanetárního magnetického pole a také u geomagnetické aktivity, u ní je však slabší než vlna 27-denní, takže by sama o sobě nestačila vytvořit tak vysoký vrchol ve spektru. Možný je i vliv periody dvojnásobku pracovního týdne, která

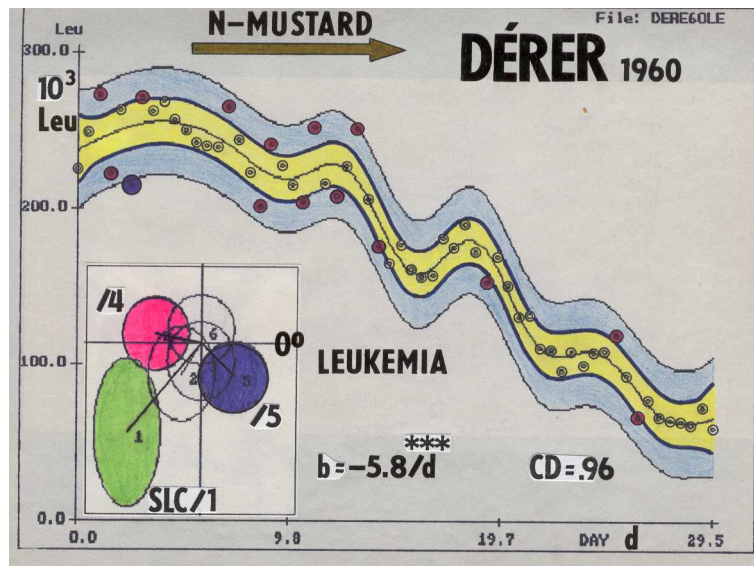
platí pro ty, co pracují v dvoutýdenním rytmu (střídavě pracovní a volný víkend). Velmi blízká je také jedna z period planetárních vln (více dále). Těsně nad hranicí 95% významnosti se nachází ještě perioda kolem 7 dní, která souvisí s periodou pracovního týdne, se střídáním pracovních a volných dnů. Nepřesnost je způsobena nepravidelnostmi v okolí svátků. Těsně pod hranicí 95% významnosti leží ještě tři periody – 5,8, 5,0 a 4,2 dní. Na konci zkoumaného intervalu period leží vysoce významná perioda poloviny pracovního týdne v délce 3,5 dne.



Obr. 6 Power-spektrum řady denních počtů přijatých pacientů s diagnózou salmonelóza v letech 2005-2006, konstruované pro délky period od 3 do 30 dní, okénko 45 dní. Čárkovaně je vyznačena 95% a 99% hranice významnosti.

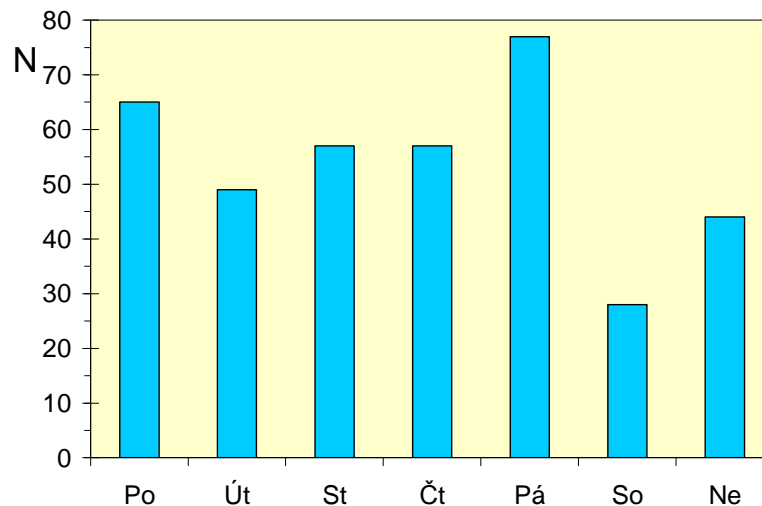
Planetární vlny jsou globální oscilace vznikající v troposféře, které se mohou dále šířit též do ionosféry (více Laštovička, 1997, tam další literatura). Obvykle tvoří jednu až dvě vlny podél rovnoběžky, občas (řidčeji) tři nebo více. Stacionární vlny jsou spojeny s významnými tlakovými útvary, jako je např. islandská tlaková níže. U planetárních vln se pozorují periody kolem 2, 5, 10 a 16 dní, přičemž v různých obdobích mohou pozorované periody kolem těchto hodnot někdy i značně kolísat. Právě ta poslední perioda může být jednou z příčin vysokého maxima v periodě kolem 15 dní ve spektru na obr. 6. Perioda 10 dní se zde neprojevuje, zato slabý vliv periody kolem 5 dní lze připustit (je však už pod hranicí významnosti). Kolísání skutečné periody kolem základní hodnoty 5 dní v průběhu zkoumaného období může vést k rozštěpení vrcholu ve spektru na tři blízké vrcholy, jak je vidět na obr. 6. Jiné vysvětlení pro existenci těchto tří period by se asi našlo obtížně.

Je pozoruhodné, že bratislavský akademik Ladislav Dérer ve své objevené práci o přibližně týdenních, cirkaseptánních rytmech, s periodou například okolo 6 dní (Dérer, 1960), uvažoval při pokusu vysvětlit jejich vznik jednak o možných kosmických příčinách (nevěděl však upřesnit jakých) a hlavně o atmosférických vlnách: „...approximately six day interval...there are no indications till now for the existence of a well-definable cosmic, terrestrial or any other important natural cycle with this interval which life could appropriate by the way of induction or adaptation...The only exception is a periodic invasion of cyclic barometric perturbation with a period of 5.5-6.5 days.“ Kosinorová analýza jeho tehdejšího nálezů, týkajícího se poklesu počtu bílých krvinek po cytostatické léčbě leukémie dusíkovým yperitem, odhalila – kromě periody synodického měsíce – jako statisticky významnou i jeho čtvrtou (perioda 7.38 dne) a pátou (5.91 dne) harmonickou (Mikulecký & Ďuriš, 1998) (obr. 7). Nakonec v poslední sérii údajů o hospitalizaci salmonelóz z Bratislavy (2005-6) je všech šest testovaných harmonických synodického lunárního cyklu statisticky významných (Mikulecký & Mikulecký, 2009). Vliv atmosférických vln tedy přichází v úvahu i zde.



Obr. 7. Počet leukocytů (svislá osa) v průběhu dní (vodorovná osa) po podávání cytostatika (N-MUSTARD) pacientovi s leukémií podle Déreera (1960) v úpravě Mikuleckého a Ďuriše (1998), odtud obrázek převzat. Užší koridor zvlněné funkce odpovídá 95% spolehlivosti, širší 95% toleranci. Vysoce významný (\*\*\*) regresní koeficient lineárního klesavého trendu =  $b$  ( $d$ =den), koeficient determinace =  $CD$ . V okénku jsou tzv. Halbergovy hodiny, znázorňující elipsy 95% spolehlivosti s amplitudou (radiálně) a akrofází (kruhově od  $0^\circ$ ) jako dvěma závislými proměnnými. SLC=synodický lunární cyklus. Čísla označují jednotlivé harmonické. Plné elipsy vykazují statisticky významnou odchylku od středu souřadnic.

V rámci týdenní variace se pozoruje minimum příjmu o víkendech, nejméně pacientů přichází v sobotu, kdy jejich počet klesá až na polovinu počtu obvyklého v pracovní dny (obr. 8). O víkendu mnozí pacienti vyčkávají a nevyhledávají okamžitě lékařskou pomoc, v neděli však může být potřeba naléhavější a proto je příjem vyšší než v sobotu. Jiní, kteří pozorují jen slabé příznaky, jdou pro jistotu k lékaři už v pátek z obavy před horší dostupností lékařské péče v sobotu. Maximum příjmu pacientů pak vychází v pondělí a v pátek. Dvě maxima v průběhu týdne pak nakonec vedou k poloviční periodě, tj. 3,5 dne. Je však stále otevřenou otázkou, zda případná příčina zhruba týdenního kolísání v údajích o hospitalizaci nemocných na salmonelózu je skutečně pouze společenského původu nebo uplatňuje-li se zde také chronokosmobiologický vliv ve smyslu Dérerových cirkaseptánů. Původní Dérerovy údaje vykazovaly dobrou shodu se synodickým lunárním cyklem, jehož čtvrtinu by mohl představovat zhruba týdenní cyklus (Ďuriš & Mikulecký, 1998).



Obr. 8. Týdenní variace přijatých pacientů s diagnózou salmonelóza.

Závěrem lze shrnout, že výskyt salmonelózy je podstatně vyšší v létě než v zimě, přičemž maximum výskytu se za maximum teplot vzduchu může opozdit až o měsíc. K vyššímu výskytu salmonelózy také mírně přispívá vyšší geomagnetická aktivita, jejíž vliv je významnější než vliv aktivity sluneční. V průběhu týdne se vyskytují dvě maxima, v pondělí a v pátek. Ve spektru časové řady počtu pacientů převládá podle očekávání

maximum v periodě jeden rok. Významná maxima se nacházejí ještě kolem 27 dní (perioda sluneční rotace a také geomagnetické aktivity), 15 dní (geomagnetická aktivita, planetární vlny a snad i vliv změn slapového zrychlení) a 3,5 dne (týdenní variace daná dvěma maximy v průběhu týdne). Několik dalších vrcholů ve spektru leží těsně pod hranicí významnosti.

### Literatura

- Bulletin Meteorológia a Klimatológia, ročník 11 (2005) a 12 (2006), SHMÚ Bratislava, ISSN 1337-5458.
- Chernoschchekov K.A. (1989): A method for studying the effect of the geomagnetic field on the vital activities of microorganisms in the enteric family. Zhurnal Mikrobiologii, Epidemiologii i Imunobiologii 9, 28-34 (in Russian).
- Déer L. (1960). Rhythm and proliferation with special reference to the six day rhythm of blood leukocyte count. Neoplasma-Československá onkológia, Vol. 7, No 2, 117-134.
- Mikulecký M., Ďuriš I. (1998). Chronocosmobiology and chronocosmomedicine in Slovakia – the legacy of Academician Ladislav Déer, p. 56-57. In: 3rd Int. Symp. Chronobiol. Chronomed. Proceedings. Kunming, China 1998.
- Mikulecký M. Jr., Mikulecký M. Sn. (2008): Salmonelóza a Mesiac – súbežnosť s lunisolárnou gravitáciou? Konferencie „Človek ve svém pozemském a kosmickém prostředí“, Úpice, květen 2008, publikován pouze abstrakt.
- Mikulecký M. Jr., Mikulecký M. Sr. (2009): Virulencia Salmonely a gravitácia: ďalší doklad z epidemiologických údajov na Slovensku 1963-2003. Konferencie „Človek ve svém pozemském a kosmickém prostředí“, Úpice, květen 2009 – publikován pouze abstrakt.
- Laštovička J. (1997): „Meteorologické“ vlivy na ionosféru – efekt planetárních vln. Konferencie „Človek ve svém pozemském a kosmickém prostředí“, sborník referátů, Úpice, květen 1997, 73-79.