

Analýza vlivu počasí na obchodování na akciových trzích[#]

*David Havlíček**

Úvod

Globální finanční a následně ekonomická krize, kterou spustil pád banky Lehman Brothers v září 2008, odhalila některé slabiny současné (finanční) ekonomie. Zejména v oblasti predikce, a částečně ve schopnosti vysvětlení příčin.

Krize tak zvýraznila některé nedostatky stávajícího paradigmatu teorie efektivních trhů (TET). TET přitom neselhala sama o sobě, ale její základní předpoklady se potvrdily jako nerealistické: racionálnost investorů, náhodnost neracionálních obchodů a možnost arbitráže¹. Z tohoto hlediska tedy TET platí v akademických úvahách, ale v reálných podmínkách se příliš velkého uplatnění nikdy v podstatě nedočkala. Důkazem je například samotná existence aktivně spravovaných podílových fondů.

Žádné jiné paradigma se nicméně zatím na akademické ani praktické úrovni neobjevilo. V praxi se například používají různé techniky fundamentální, technické a psychologické analýzy, které využívají nedostatků TET. Neexistuje nicméně komplexní teorie, která by obsáhla všechny tyto praktické nástroje, či alespoň jejich většinu.

Na poli psychologické analýzy se posledních přibližně 30 let² nicméně objevuje pokus o teoretický koncept investora, trhu a davového chování. Na rozdíl od psychologické analýzy z počátku minulého století se snaží zabývat se více jednotlivým investorem a jeho individuálním rozhodováním. Snaží se tedy spojit mikroekonomickou a makroekonomickou stránku finanční ekonomie. Díky tomu získala teorie i své jméno – behaviorální finance. Přesto se nejedná o souhrnnou teorii, která by dokázala popsat všechny tržní situace, jak to činí TET. Jde spíše o popis a vyhledávání teoretických základů pro jednotlivé anomálie na trzích.

Vzhledem ke své podstatě jsou behaviorální finance různorodou teorií zabývající se tématy od vysvětlování některých aspektů fundamentální a technické analýzy, přes objasňování cenových bublin až po zkoumání postavení měsíce na psychologii investora. Blíže o základech samotné teorie se dočte čtenář například v Havlíček (2009) či Montier (2006).

Cílem této práce bude analyzovat vliv jednoho aspektu behaviorálních financí, konkrétně vlivu počasí na psychologii investora, a tím pádem i na nabídku a poptávku na kapitálových trzích, a tedy i na tržní cenu a výnosnost instrumentů. Kapitoly budou řazeny následovně: ve druhé kapitole bude nastíněn zkoumaný problém vlivu počasí na investiční rozhodování na

[#] Článek byl vypracován na základě grantu Interní grantové agentury VŠE v Praze *Chování investičních instrumentů v kontextu finančních krizí*, evidenční číslo IG 102030.

^{*} Ing. David Havlíček – interní doktorand; Katedra bankovníctví a pojišťovnictví, Fakulta financí a účetnictví, Vysoká škola ekonomická v Praze, nám. W. Churchilla 4, Praha 3; <david.havlicek@vse.cz>.

¹ Základní předpoklady TET viz například Shleifer (2000).

² Za jeden z možných okamžiků vzniku bychom mohli považovat publikaci článku Kahneman a Tversky (1979).

základě předešlých studií na toto téma, ve třetí kapitole budou představeny metody zkoumání a vlastní analýza, v závěrečné kapitole bude uvedeno shrnutí.

1 Behaviorální finance a vlivy počasí

Studií věnujících se zkoumání vlivu počasí na investiční rozhodování byla publikována celá řada. Většina z nich se věnuje především americkému akciovému trhu vzhledem ke koncentraci autorů v USA a vzhledem k tržní kapitalizaci amerických kapitálových trhů.

Obecně se tyto studie věnují zkoumání atmosférických jevů na nákupní a prodejní chování investorů. Vychází přitom z názoru, že špatné počasí má negativní dopad na psychologii investorů a tedy i na výnosy investičních instrumentů.

Některé studie se věnují i jiným než americkým trhům. Například Tufan a Hamarat (2004), kteří se věnují analýze istanbulske burzy. Autoři zkoumají konkrétně vliv zataženého počasí na efektivnost kapitálového trhu. Dochází přitom k závěru, že žádný takový vliv není statisticky významný a na istanbulske burze platí bez ohledu na počasí slabá forma efektivnosti. Zkoumali přitom rozsáhlé období od října 1987 do července 2002. Testovaná hypotéza tvrdila, že čím více zatažená obloha je, tím to negativně ovlivňuje psychologii investora, a tím pádem mají investoři větší tendenci k prodejm než nákupm. Ve svém důsledku by to tedy mělo vést k nižšímu průměrnému výnosu ve dnech se zataženou oblohou.

Využili přitom škálu zataženosti od 0 do 10, měřeno třikrát denně a využili přitom prvních dvou měření, která se odehrála v průběhu obchodních hodin istanbulske burzy. Tyto dvě hodnoty zprůměrovali. Autoři zdůvodňují nepotvrzení své hypotézy několika možnými důvody: investoři nemusí pocházet z Istanbulu, ale i z jiných měst, či dokonce jiných států. Zde ale autoři polemizují s tím, že největší objemy obchodů činí právě obyvatelé Istanbulu a navíc brokeři a dealeři ovlivňují rozhodování ostatních investorů prostřednictvím nákupních a prodejních doporučení.

Důvodem nepotvrzení hypotézy ale mohou být jiné. Pokračující globalizace a koncentrace obchodů ve světových centrech vede k dalšímu růstu významu klíčových obchodních center na úkor regionálních hráčů. Burza v New Yorku tak pravděpodobně působí v roli price-makeru pro ostatní, zejména menší, trhy. Důvod může být také metodický, kdy by měl být u aproximaci proměnné zataženosti zřejmě místo prostého průměru využit vážený průměr podle délky obchodních hodin na istanbulske burze.

Podobnou studií zaměřenou na jeden národní trh je Dowling a Lucey (2005a). Autoři se v ní zaměřili konkrétně na irský trh v období 1988 až 2001. Rozhodování investorů je podle nich ovlivněno emocemi zejména v otázkách, kde hraje roli riziko a nejistota. Takovým prostředím může být právě kapitálový trh. Vztah nálady a výnosů je přitom podle autorů výraznější v období předchozího pozitivního výkonu trhu – v souladu s tím, že lidé v dobré náladě jsou více ovlivněni irelevantními faktory při rozhodování.

Z hlediska tradičních modelů oceňování se počasí a biorytmy řadí mezi neekonomické faktory. Ve své studii se Dowling a Lucey (2005a) konkrétně zaměřili na zataženost oblohy, déšť, vlhkost, geomagnetické bouře, SAD (seasonal affective disorder)³, změnu času, měsíční fáze a vliv pátku třináctého.

³ Do češtiny bychom přeložili zřejmě jako „podzimní deprese“.

Důvodem, proč se odchyluje reálné rozhodování od toho optimálního je podle Dowling a Lucey (2005a) to, že nálada je zdrojem informací pro rozhodování. Investoři navíc mají určitá poznávací omezení, a přitom jsou zavaleni nadměrným množstvím informací – to dohromady nazývají ohraničenou rozumností. Lidé tedy podle nich dělají spíše uspokojivá než optimální rozhodnutí.

Ve své studii se snažili autoři izolovat pouze národní vliv. Výnosy irského indexu ISEQ tedy odečetli od celosvětového indexu FTWORLD. Zde je opět možnost metodického zpochybnění takového postupu, protože výsledný výnos pak nezohledňuje časový posun (burzy ve světě jsou otevřeny v různé hodiny), a také je zde otázka měnového rizika, které celosvětový index nebere do úvahy.

Výsledky studie nepotvrdily statisticky významný vztah mezi zatažeností oblohy a sledovanými výnosy. Stejně tomu bylo u geomagnetických bouří. Naopak u deště byl zaznamenán negativně statisticky významný vztah. Vztah vlhkosti a výnosů byl statisticky pozitivně významný pouze na hladině 10 %. Vliv měsíčních fází autoři zkombinovali se zatažeností oblohy a v případě období kolem úplňku při jasné obloze jim vyšel statisticky významný negativní vztah. Ostatní proměnné nebyly statisticky významné.

Autoři zkoušeli zkoumat i vliv proměnných v době, kdy byl v posledních 10 dnech nadprůměrný výnos oproti dlouhodobému 200dennímu průměru. Potvrdilo se, že jen když byl minulý výnos nadprůměrný, tak hrál roli déšť a změna času, jinak byly parametry statisticky nevýznamné. Investoři tedy dle Dowling a Lucey (2005a) jsou náchylní k emocím, když se dobře daří.

Rozsáhlejší studií věnující se měření vlivu počasí na celkem 37 národních akciových indexů sepsali autoři v Dowling a Lucey (2005b). Testovali přitom vliv SAD, měsíčních a geomagnetických vlivů. Statisticky významné výsledky přitom zaznamenali pouze u vlivu SAD. Autoři přitom v obecné rovině tvrdí, že rozhodování o rizicích a nejistotě může být ovlivněno emocemi. Dokonce i nerelevantní dočasné stavy mysli tak mohou ovlivnit dlouhodobé rozhodování.

Dowling a Lucey (2005b) přitom testovali nejen výnosy, ale i rozptyly. Sledovali také vztah národních indexů a indexů pro kapitálově menší firmy (angl. small –caps).

Podle autorů zohledňují vliv emocí modely risk-as-feelings či mood-as-information⁴. Tyto modely zjednodušeně předpokládají, že každý člověk se při rozhodování ptá sám sebe „jaký z toho mám pocit?“ Autoři přitom zjistili ve výběrovém šetření, že lidé jsou spokojeni se svým životem, když je hezké počasí. Dalším modelem týkajícím se vztahu emocí a rozhodování je Low/High Affect Infusion Strategies, který tvrdí, že emoce mají vliv především na rozhodování, které není pro danou osobu rutinní.

Přesto by nálada nemusela ovlivňovat ceny, protože by arbitráže případné výkyvy kompenzovaly. Jak je ale například v Havlíček (2009) uvedeno, arbitráž je riziková a omezená. Autoři studie se také odvolávají na práci Mehra a Sah (2002), podle kterých investorské subjektivní parametry jako úroveň rizikové averze fluktuuje spolu s tím, jak se

⁴ Nálada nám podle tohoto modelu pomáhá dělat rozhodnutí, která budou naší náladě odpovídat. Problém ale nastává, když zdroj nálady je odlišný od předmětu rozhodování (dostaneme dárek nebo naopak čteme špatné zprávy, příkladem je právě i počasí). Například při hezkém počasí dávají lidé vyšší spropitné, raději odpovídají na dotazy a pomáhají potřebným.

mění jejich náladu, a tudíž si je investoři neuvědomují a tyto efekty jsou navíc rozšířené napříč investorským publikem.

Studie Downling a Lucey (2005b) zjistila, že u 71 % národních indexů existuje negativní vztah mezi výskytem SAD⁵ a výnosy indexů, ale pouze u 19 % je tento negativní vztah statisticky významný. Jednalo se především o země dále od rovníku, což by odpovídalo hypotéze o vlivu SAD, protože v těchto oblastech je větší hodinový rozdíl mezi dnem a nocí ve sledovaném časovém období.

Podle názoru autora je ale testování SAD zatíženo základním metodickým problémem, protože je vázáno na určité časové období. Ve sledovaných datech pak může být jiná proměnná, která obchodování ovlivňuje⁶. Důvodem může být snaha uzavírat ztrátu v období před koncem roku (což implikuje podprůměrnou výnosnost) – ať už z důvodu daňových nebo informačních vůči klientům různých fondů. To ale samozřejmě není v rozporu s úvahou, že je trh neefektivní, protože arbitráž by podle TET měla tomuto zabránit.

Další mezinárodní studií na toto téma je Hirshleifer a Shumway (2003). Autoři zkoumají vliv slunečního svitu, deště a sněžení na akciové indexy v 26 zemích mezi roky 1982 a 1997. Statisticky významný vliv byl ve studii potvrzen u slunečního svitu. Hirshleifer a Shumway (2003) tvrdí, že obchodní strategie založená na této proměnné je velmi úspěšná⁷. Problémem jsou dle autorů transakční náklady, které kompenzují dodatečný výnos. Částečným řešením by podle autorů mohlo být snížení frekvence obchodů na maximálně týdenní interval. Podle názoru autorů by nicméně podobné studie neměly být návodem k dosahování abnormálních výnosů, ale měly by sloužit k uvědomění si vlivů, kterým mohou investoři podléhat.

Studie analyzuje zataženost oblohy v intervalu 0 (jasno) až 8 (zataženo). Časová řada je následně sezónně očištěna⁸. Podle názoru autora tohoto článku by se ale data neměla očišťovat, protože pak dojde ke ztrátě informace, v tomto případě vztahu počasí a výnosnosti⁹. Z 26 indexů byl nalezen negativní vztah v 25 případech, ale pouze u 9 případů byl statisticky významný.

Autoři studie upozorňují, že jejich závěry jsou v rozporu s TET, která by mohla brát do úvahy počasí jenom v případě například firem podnikajících v zemědělství. I zde by ale vliv jednodenního výkyvu počasí nebyl zásadní, a navíc by měl větší vliv déšť a sněžení než sluneční svit. Druhou teorií je podle autorů právě vliv na optimismus/pesimismus investorů. Nehrozí zde přitom „čenichání“ dat, ze kterého jsou zastánci behaviorálních financí často obviňováni¹⁰. Výhodou analýzy vlivu počasí na akciové výnosy je podle autorů také neexistence alternativních racionálních vysvětlení pro takový jev¹¹, a jde také o jednoduše měřitelný exogenní vliv.

Hirshleifer a Shumway (2003) také upozorňují, že rozhodnutí investorů nejsou ovlivněna pouze aktuálními pocity, ale i očekávanými pocity v budoucnu. Zároveň se domnívají, že zkoumání vlivu délky slunečního svitu může také objasnit například lednový efekt.

⁵ Tedy v období před zimním slunovratem, kdy se zkracují období slunečního svitu.

⁶ Přesto byl i SAD efekt částečně testován v rámci vlastní analýzy (viz třetí kapitola).

⁷ Například na New Yorkské burze při denním stavu „úplně jasno“ činí průměrná roční výnosnost 24,8 % p. a., při úplně zataženo je to pouze 8,7 % p. a. ve sledovaném období.

⁸ V zimě je více zatažených dnů než v létě.

⁹ Nalezená korelace mezi těmito časovými řadami by mohla vysvětlit některé kalendářní jevy (viz dále).

¹⁰ Tato „anomálie“ totiž není na první pohled zřejmá.

¹¹ Neexistuje zde totiž žádný další faktor mezi počasím a akciovými kurzy, který by ovlivňoval obě tyto proměnné.

Goetzmann a Zhu (2002) analyzují data individuálních účtů z New York Stock Exchange (NYSE). Ve své studii dochází k závěru, že počasí nemá vliv nákupy a prodeje investorů. Vysvětlují to tím, že počasí může mít vliv spíše na market-makery, kteří jsou na rozdíl od individuálních investorů přímo koncentrováni v New Yorku, a mají také hlavní podíl na tvorbě kurzu. To podle nich potvrzuje statisticky významný negativní vztah akciového indexu a počasí (zde měřeno zatažeností oblohy). Podobně zjistili negativní vztah mezi počasím a spreadem na trhu¹². Z podstaty věci pak existuje i negativní vztah mezi spreadem a výnosem.

Podle Goetzmann a Zhu (2002) nemá počasí vliv na objem obchodů, ani na přítok peněz do podílových fondů. Institucionální investory přitom z analýzy vyloučili, protože jsou podle nich více sofistikovaní, a neměli by tedy podléhat faktorům jako je počasí. To ale podle autorů neplatí o market-makerech, kteří se pohybují na nedokonalém trhu.

Autoři přitom tvrdí, že pokud jsou ceny akcií řízené náladami a ne rozumem, tak to má dvě implikace - nálada ovlivňuje individuální investiční rozhodnutí a co je důležitější, nálada ovlivňuje rozhodnutí mezního investora, tedy toho, kdo určuje cenu.

Kamstra, Kramer a Levi (2002) se zaměřili pouze na zkoumání SAD efektu. Povedlo se jim přitom tento efekt prokázat na obou polokoulích Země s tím, že mezi nimi byl samozřejmě rozdíl 6 měsíců¹³. SAD efekt přitom spojují s tím, že lidé mají v tomto období více depresí a nejsou tedy ochotni přebírat vyšší riziko. Proto se zbavují akcií a nakupují bezpečnější aktiva. Jenom ve Spojených státech dle autorů trpí SAD 10 milionů lidí a dalších 15 milionů lidí trpí mírnější formou tzv. „winter blues“. SAD efekt je dle studie Kamstra, Kramer a Levi (2002) výraznější se vzdáleností od rovníku.

Saunders (1993) ve své studii analyzuje americké akciové indexy a vliv počasí. Dochází přitom k závěru, že počasí ovlivňuje výnosy zejména při extrémních hodnotách (například při 100procentně zatažené obloze). Zkoumá přitom dlouhou časovou řadu od roku 1927 do 1989. V prvním sledovaném období (1927 až 1962) činí průměrný denní výnos indexů -1,6 % při 100% zataženosti oblohy, naopak při zataženosti 0 až 20% činí průměrný výnos 3,2 %. Ve druhém období (1962 až 1989) je již rozdíl dokonce -2,8 % versus 6,5 %. V poslední části tohoto období (1983-1989) již ale není výsledek statisticky významný. Podle studie dokonce slunečné dny oslabují pondělní efekt.

2 Analýza vlivu počasí na trhy

Výsledky výše uvedených studií podávají rozporuplné výsledky o vlivu počasí na výnosnost kapitálových trhů. Zejména studie jednotlivých národních trhů spíše nepotvrzují hypotézu o tomto vlivu. Vzhledem ke konceptu price-maker a price-taker na kapitálovém trhu se tato studie bude zabývat jak pražskou burzou cenných papírů (BCPP), tak dvěma základními indexy newyorské burzy (DJIA a S&P 500), která je všeobecně vnímaná jako globální tvůrce cen¹⁴.

¹² Podle autorů je možné, že market makeři chtějí rychleji odejít z práce, protože v deštivém počasí chtějí rychle projet ucpaným městem.

¹³ Léto na severní polokouli je v období zimy na jižní polokouli a naopak.

¹⁴ Pokud by se nepotvrdil vliv počasí na pražské burze, tak by to mohlo být způsobeno tím, že vývoj na tomto trhu je ovlivněn právě obchodováním v New Yorku a nikoliv lokálními vlivy.

Metodika výzkumu

Vzhledem k požadavku na srovnatelnost dat mezi pražskou a newyorskou burzou bylo zapotřebí nalézt společnou datovou základnu pro informace o stavu počasí v jednotlivých obchodních dnech. Takovou databázi se podařilo nalézt pouze na webových stránkách National Climatic Data Center¹⁵. Data, která tato databáze poskytuje, jsou následující: teplota, rosný bod, atmosférický tlak, viditelnost, rychlost větru, množství srážek, výška sněhu a výskyt mlhy, deště, sněžení, blesků, krupobití a tornáda.

Mezi sledovanými daty tedy chybí ukazatel zataženosti oblohy, který by intuitivně měl mít největší vliv na psychiku investorů. Tomuto vlivu se také většinou věnovaly výše uvedené studie. Z uvedených proměnných tedy do úvahy připadá pouze výskyt mlhy, deště či sněžení¹⁶. Vzhledem k povaze těchto dat, které nabývají hodnoty pouze 0 nebo 1, nelze v analýze použít regresní analýzu, ani odhadovat model popisující vztah počasí a výnosnosti¹⁷.

Kvůli tomuto omezení se analýza zaměří na následující: zkoumání, zda výskyt některého z výše uvedených vlivů vede k nižší než průměrné výnosnosti, zkoumání výnosnosti strategií založených na reakci na změnu sledovaných vlivů počasí¹⁸, jednoduché otestování SAD efektu a zkoumání, zda mohou být sledované vlivy počasí zdrojem pondělního a lednového efektu.

Sledovaným obdobím byl začátek roku 1995¹⁹ až 19. srpen 2010. Vzhledem k rozdílnému počtu obchodních dnů na BCPP a NYSE, byl i odlišný počet sledování. V prvním případě šlo o 3 906 pozorování, ve druhém případě²⁰ 3 933 pozorování. Měřicí stanice na počasí byly zvoleny ty, které byly geograficky nejbližší sídlu dané burzy. V případě České republiky to byla stanice Praha-Ruzyně, v případě Spojených států to byla stanice v Newyorském Central Parku. Základní testovanou hypotézou bylo, že výskyt některého ze sledovaných atmosférických jevů bude mít negativní dopad na výnosnost akciového indexu²¹.

¹⁵ NCDC [online]. Dostupný na WWW: <<http://lwf.ncdc.noaa.gov/oa/ncdc.html>>. Kód měřicích stanic je dostupný na WWW: <<ftp://ftp.ncdc.noaa.gov/pub/data/globalsod/country-list.txt>>. Data pro příslušný rok poté v jednotlivých složkách dostupné na WWW: <<ftp://ftp.ncdc.noaa.gov/pub/data/gsod/>>. Vysvětlení jednotlivých proměnných dostupné na WWW: <<http://www1.ncdc.noaa.gov/pub/data/gsod/readme.txt>>.

¹⁶ U ostatních proměnných počasí nelze ani předpokládat vztah s výnosností prostřednictvím psychiky investorů. Citlivost například na změnu teploty či atmosférického tlaku nelze s výjimkou vysoce citlivých osob předpokládat. I kdybychom chtěli sestavit hypotézu, tak bychom například nedokázali odhadnout, zda by měla vyšší teplota ovlivňovat investory pozitivně či negativně, protože je to jednak více individuální záležitost oproti například zataženosti oblohy, kde lze předpokládat negativní vliv při 100 % zataženosti, a za druhé by také záleželo na relativní změně teploty, protože pohyb z -10 stupňů Celsia na -5 stupňů Celsia by měl očekávatelně jiný vliv než pohyb z +30 stupňů Celsia na +35 stupňů Celsia. Nehledě na to, že teplotní vliv se dnes dá pomocí klimatizační techniky do velké míry eliminovat.

¹⁷ Zejména výskyt deště či sněžení nám tedy slouží jako nejvhodnější aproximace 100% zataženosti oblohy. Samozřejmě je zde na místě námitka, že je rozdílný, jestli prší (je zataženo) půl hodiny nebo celý den. Z dostupných dat ale toto nejsme schopni odfiltrovat.

¹⁸ Bez transakčních nákladů i s nimi.

¹⁹ Jedná se o první rok, kdy se na BCPP obchodovalo na denní bázi.

²⁰ Sledovány byly indexy DJIA a S&P 500.

²¹ Výnosností rozumíme v analýze změnu hodnoty indexu. Ve výnosnosti tedy není započítán vliv dividend.

Výsledky výzkumu

Při zkoumání vlivu výskytu mlhy, deště či sněžení na výnosnost byly zkoumány vždy 4 varianty: výskyt alespoň jednoho ze sledovaných vlivů²² (Varianta 1), výskyt alespoň jednoho ze sledovaných vlivů v předchozím dni²³ (Varianta 2), výskyt deště či sněžení²⁴ (Varianta 3) a výskyt deště či sněžení v předchozím dni (Varianta 4).

Nejdříve bylo zapotřebí vypočítat průměrnou denní výnosnost jednotlivých akciových indexů.

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i, \quad (1)$$

kde \bar{x} = denní průměrná výnosnost,
 x_i = % změna akciového indexu v i -tém dni,
 n = počet obchodních dnů.

Výsledky podává následující tabulka:

Tab. 1: Průměrná výnosnost akciových indexů

	Denní výnosnost ²⁵
PX²⁶	0,029 %
DJIA	0,033 %
S&P 500	0,030 %

Zdroj: Patria.cz, Finance Yahoo

Po zjištění průměrné výnosnosti byla pro každý den porovnávána v jednotlivých variantách denní výnosnost s výše uvedeným průměrem. Pokud byla při výskytu alespoň jednoho ze sledovaných vlivů počasí podprůměrná (průměr viz Tab. 1), pak byl tento den označen za odpovídající naší hypotéze. V opačném případě byl označen za neodpovídající (negace předchozí podmínky). Následující tabulka přináší výsledky výše uvedené selekce v absolutním počtu obchodních dnů a relativně vzhledem k celkovému počtu sledovaných obchodních dnů. Třetí sloupec u dané varianty uvádí statistickou významnost počtu odpovídajících dnů. Je přitom využito součtu pravděpodobností v rámci binárního rozdělení dle vzorce:

$$\sum_{i=0}^k P(X=i) = \binom{n}{i} \pi^i (1-\pi)^{n-i}, \quad \text{pro } i = 0, 1, 2, \dots, n \quad (2)$$

kde $P(X=i)$ = pravděpodobnost, že v n nezávislých pokusech nastane přesně i úspěchů,
 k = počet odpovídajících dnů hypotéze pro danou variantu.²⁷

²² Tedy mlhy, deště či sněžení.

²³ Například mohlo začít pršet až po uzavření burzy, což ovlivnilo psychiku investorů do dalšího dne.

²⁴ Účelem byla eliminace vlivu mlhy, která nemusí mít takové dopady na psychiku investorů, protože bývá krátkodobější než déšť či sněžení. Zbývající dva vlivy již nebyly rozlišeny, protože se jedná o variaci téhož a zkreslovalo by to data, protože v zimě neprší a v létě nesněží.

²⁵ Nemí přepočteno na p. a.

²⁶ Hlavní akciový index BCPP.

Tab. 2: Porovnání počtu dnů odpovídajících testované hypotéze²⁸

Index	Stav	Var. 1	Var. 1 (%)	Var. 1 (Bi)	Var. 2	Var. 2 (%)	Var. 2 (Bi)
PX	Odpovídá	1958	50,1 %	57,0 %	1999	51,2 %	93,2 %
	Neodpovídá	1948	49,9 %		1907	48,8 %	
DJIA	Odpovídá	2014	51,2 %	93,7 %	1965	50,0 %	48,7 %
	Neodpovídá	1919	48,8 %		1968	50,0 %	
S&P 500	Odpovídá	2028	51,6 %	97,6 %	1979	50,3 %	66,1 %
	Neodpovídá	1905	48,4 %		1954	49,7 %	

Index	Stav	Var. 3	Var. 3 (%)	Var. 3 (Bi)	Var. 4	Var. 4 (%)	Var. 4 (Bi)
PX	Odpovídá	1946	49,8 %	41,8 %	1984	50,8 %	84,3 %
	Neodpovídá	1960	50,2 %		1922	49,2 %	
DJIA	Odpovídá	2011	51,1 %	92,4 %	1952	49,6 %	32,8 %
	Neodpovídá	1922	48,9 %		1981	50,4 %	
S&P 500	Odpovídá	2027	51,5 %	97,4 %	1962	49,9 %	44,9 %
	Neodpovídá	1906	48,5 %		1971	50,1 %	

Zdroj: Patria.cz, Finance Yahoo, NCDC, vlastní výpočty

Jak je vidět z Tab. 2, tak pouze ve dvou z celkem 12 možností byl potvrzen statisticky významný²⁹ vztah mezi výskytem jednoho z meteorologických jevů a výnosnosti akciového indexu. V obou případech se jedná o index S&P 500, konkrétně o základní variantu výskytu jednoho ze tří sledovaných meteorologických jevů a o variantu 3, tedy výskyt deště či sněžení. Přítomnost statisticky významného vztahu pouze u indexu S&P 500 může dokládat pozici amerického trhu coby price-maker (viz výše).

Aby byla ošetřena možnost, že vliv počasí byl v nedávné době odhalen a obchodními strategiemi eliminován, bylo sledované období rozděleno na dvě části³⁰. Výsledky po rozdělení podává následující tabulka.

²⁷ Vzhledem k náročnosti takového výpočtu byl použit software Microsoft Excel, konkrétně funkce BINOMDIST(počet_úspěchů; počet_pokusů; pravděpodobnost_úspěchu = 0,5; NEPRAVDA).

²⁸ Vzhledem k velkému počtu sledování není možné ani v příloze tohoto článku uvést zdrojová data. Nicméně jsou k dispozici na uvedených zdrojích.

²⁹ Na hladině 95 %.

³⁰ Hraničním dnem byl 6. listopad 2002 pro BCPP a 22. říjen 2002 pro americké indexy.

Tab. 3: Porovnání počtu dnů odpovídajících testované hypotéze – rozdělení na 2 časová období

Index	Stav	Var. 1	Var. 1 (%)	Var. 1 (Bi)	Var. 2	Var. 2 (%)	Var. 2 (Bi)
PX (1)	Odpovídá	1007	51,6 %	92,6 %	1016	52,1 %	96,8 %
	Neodpovídá	944	48,4 %		935	47,9 %	
PX (2)	Odpovídá	951	48,6 %	11,5 %	984	50,3 %	61,6 %
	Neodpovídá	1005	51,4 %		972	49,7 %	
DJIA (1)	Odpovídá	1001	51,0 %	81,1 %	980	49,9 %	47,3 %
	Neodpovídá	963	49,0 %		984	50,1 %	
DJIA (2)	Odpovídá	1013	51,4 %	90,0 %	985	50,0 %	50,9 %
	Neodpovídá	957	48,6 %		985	50,0 %	
S&P 500 (1)	Odpovídá	1022	52,0 %	96,6 %	993	50,6 %	69,8 %
	Neodpovídá	942	48,0 %		971	49,4 %	
S&P 500 (2)	Odpovídá	1006	51,1 %	83,4 %	986	50,1 %	52,7 %
	Neodpovídá	964	48,9 %		984	49,9 %	

Index	Stav	Var. 3	Var. 3 (%)	Var. 3 (Bi)	Var. 4	Var. 4 (%)	Var. 4 (Bi)
PX (1)	Odpovídá	995	51,0 %	81,7 %	1002	51,4 %	88,9 %
	Neodpovídá	956	49,0 %		949	48,6 %	
PX (2)	Odpovídá	951	48,6 %	11,5 %	983	50,3 %	59,8 %
	Neodpovídá	1005	51,4 %		973	49,7 %	
DJIA (1)	Odpovídá	1003	51,1 %	83,4 %	964	49,1 %	21,5 %
	Neodpovídá	961	48,9 %		1000	50,9 %	
DJIA (2)	Odpovídá	1008	51,2 %	85,5 %	988	50,2 %	56,3 %
	Neodpovídá	962	48,8 %		982	49,8 %	
S&P 500 (1)	Odpovídá	1022	52,0 %	96,6 %	973	49,5 %	35,1 %
	Neodpovídá	942	48,0 %		991	50,5 %	
S&P 500 (2)	Odpovídá	1005	51,0 %	82,2 %	989	50,2 %	58,0 %
	Neodpovídá	965	49,0 %		981	49,8 %	

Zdroj: Patria.cz, Finance Yahoo, NCDC, vlastní výpočty

Z Tab. 3 je zřejmé, že k neutralizaci možného vztahu počasí a výnosnosti došlo na pražské burze, kdy ve všech variantách poklesl podíl dnů odpovídajících hypotéze. U amerických indexů byly výsledky smíšené. Obecně by za tím mohla být rostoucí globalizace, a tedy zvyšující se vliv amerického obchodování na BCPP. Zároveň všechny tři statisticky významné vztahy (vyznačené tučně) z 24 možností se nachází v prvním sledovaném období. Takový výsledek by potvrzoval hypotézu o zvýšení efektivnosti trhu ve vztahu k meteorologickým jevům v druhém období. Potvrzení druhé varianty, která počítá se zpožděním, by mohlo být vysvětleno kratší otevírací dobou pražské burzy, a tedy přenesení psychologických vlivů na další obchodní den.

I když u většiny výsledků nedošlo k prokázání statistické významnosti vztahu výskytu sledovaných atmosférických vlivů na výnosnost akciových indexů, byly testovány jednotlivé obchodní strategie založené na této hypotéze. Opět byly propočteny 4 různé varianty: strategie

„kup a drž“³¹, strategie založená na prodeji³² při výskytu alespoň jednoho sledovaného atmosférického jevu, strategie založená na prodeji při výskytu deště či sněhu³³, strategie založená na výskytu alespoň jednoho sledovaného atmosférického jevu předchozí den. Schematicky například u druhé strategie budou nákupní/prodejní příkazy vypadat takto:

Pokud nastane v daný den jeden z meteorologických jevů => Hodnota portfolia předchozí obchodní den / $(1 + \Delta \text{ akciového indexu})$

V opačném případě => Hodnota portfolia předchozí obchodní den $\cdot (1 + \Delta \text{ akciového indexu})$

Výchozí hodnota portfolia je 1. Na konci je hodnota portfolia převedena na roční výnosnost.

Výsledky těchto strategií shrnuje následující tabulka.

Tab. 4: Výnosnost jednotlivých strategií

Index	Var. 1 (% p.a.)	Var. 2 (% p.a.)	Var. 3 (% p.a.)	Var. 4 (% p.a.)
PX	4,81 %	-0,16 %	-1,65 %	6,01 %
DJIA	6,58 %	8,62 %	10,87 %	-0,39 %
S&P 500	5,70 %	10,71 %	11,80 %	-1,38 %

Zdroj: Patria.cz, Finance Yahoo, NCDC, vlastní výpočty

Jak je vidět z předchozí tabulky, strategie založené na reakci na vliv počasí nejsou o mnoho úspěšnější než strategie B&H. Nejlepší strategií³⁴ se jeví třetí varianta, tedy reakce na výskyt deště či sněhu. Jedná se ale o variantu bez započtení transakčních nákladů. Simulace při započtení těchto nákladů již tak dobré výsledky nedává.

Transakční náklady jsou individuální podle typů investorů. Nicméně pokud budeme počítat poplatek 0,1 % z objemu transakce³⁵, pak bude činit výnosnost této nejlepší varianty – 1,64 % p. a. Takto založená strategie tedy v praxi nepřináší nadprůměrné výnosy.

Předmětem studie je i jednoduché ověření SAD efektu. Testování tohoto efektu je provedeno pomocí porovnání průměrné denní výnosnosti v období říjen až prosinec s celoroční průměrnou denní výnosností (dle vzorce (1)). Pokud by byl tento výnos nižší, pak nemůžeme vyloučit hypotézu, že podzimní počasí má vliv na výnosnost. Výsledky shrnuje následující tabulka.

³¹ Neboli „buy and hold“ (B&H) – strategie, kdy dojde na začátku období k nákupu indexu (v praxi lze řešit deriváty) a prodeji na konci období. Pro ostatní strategie slouží B&H jako banchmark.

³² V praxi využití short-sellingu. V případě, že nedojde k výskytu ani jednoho z jevů dojde k nákupu indexu. Čili v případě pravdivosti hypotézy bychom inkasovali dvojí výnos (prodej při růstu a shortování při poklesu).

³³ Eliminace vlivu mlhy, jinak stejné jako předchozí.

³⁴ Ve vztahu k banchmarku i absolutně.

³⁵ Takto nízké náklady jsou obtížně dosažitelné i pro institucionální investory. Navíc se jedná v podstatě o dvojitou transakci – prodej a short-selling, popřípadě uzavření short-sellingové pozice a nákup. Fakticky je tedy poplatek dokonce poloviční.

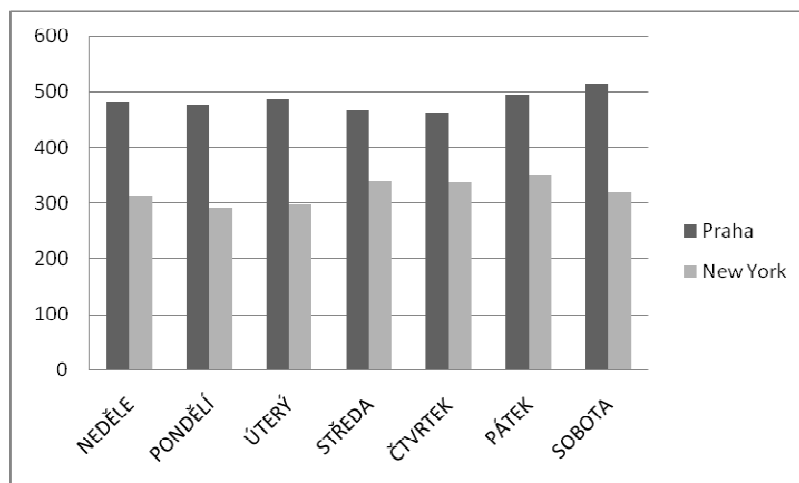
Tab. 5: Testování SAD efektu

Index	Průměrná výnosnost	Výnosnost na podzim
PX	0,029 %	-0,001 %
DJIA	0,033 %	0,086 %
S&P 500	0,030 %	0,074 %

Zdroj: Patria.cz, Finance Yahoo, vlastní výpočty

Z výsledků vyplývá, že podzimní výnosnost je nižší (dokonce záporná) pouze u indexu PX, ale u amerických indexů je naopak vyšší, a to dokonce absolutně výraznějším rozdílem. Důvodem může být menší výskyt deště a sněhu v New Yorku (viz dále), a tedy nižší vliv zhoršení počasí v podzimním období. I v tomto případě ale platí již dříve zmíněná metodická připomínka, že jde o efekt vázaný na kalendářní období, a za rozdílnou výnosností na podzim tedy může být nějaká jiná proměnná.

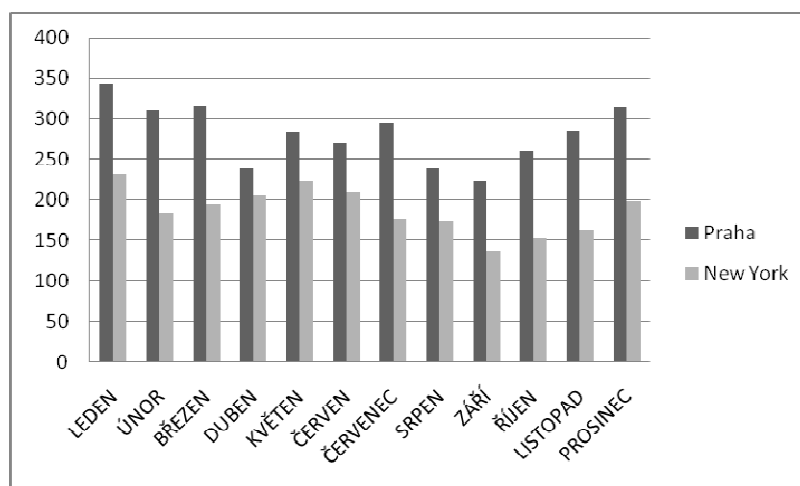
Posledním bodem analýzy je ověření možnosti, že za pondělním (negativním) či lednovým (pozitivním) efektem může stát povaha počasí. Naše hypotéza tedy tvrdí, že v pondělí je počasí horší, tedy objevuje se více dnů se srážkami, a v lednu zase méně³⁶. O vývoji počasí v jednotlivých dnech týdne a měsících v roce vypovídají následující dva grafy.

Obr. 1: Výskyt deště či sněžení v jednotlivých dnech týdne (počet dnů)

Zdroj: NCDC, vlastní výpočty

³⁶ Ve vztahu k průměrnému dni, respektive měsíci. Od výskytu mlhy bylo vzhledem k dosavadním výsledkům abstrahováno.

Obr. 2: Výskyt deště či sněžení v jednotlivých měsících (počet dnů)



Zdroj: NCDC, vlastní výpočty

Z prvního grafu vyplývá, že pondělí³⁷ není z hlediska výskytu srážek výjimečným dnem ani v Praze, ani v New Yorku. Naproti tomu z druhého grafu vyplývá, že leden je měsícem největších srážek v obou těchto lokalitách. Jde tedy o intuitivně obrácený možný vztah mezi počasím a výnosností. Lednový efekt totiž znamená nadprůměrnou výnosnost, kdežto větší výskyt srážek by podle naší hypotézy měl znamenat výnosnost podprůměrnou. Hypotéza se tedy neprokázala u pondělního ani lednového efektu.

Zajímavostí může být absolutně nižší počet dnů se srážkami v New Yorku oproti Praze. Rozdílný je také průběh v rámci roku. Nejvíce srážek v Praze připadá na zimní období, kdežto v New Yorku je větší podíl měsíců se srážkami na jaře.

Závěr

Na téma vlivu počasí na výnosnost akciových trhů byla sepsána řada analýz s rozporupnými výsledky. Tato studie se řadí spíše k těm, které uvedený vztah nepotvrzují. V rámci studie bylo zkoumáno, zda výskyt vybraných atmosférických jevů vede k nižší než průměrné výnosnosti, zda strategie založené na reakci na změnu sledovaných vlivů počasí mohou přinést abnormální výnosnost, zda existuje SAD efekt a zda mohou být sledované vlivy počasí zdrojem pondělního a lednového efektu.

Nepodařilo se přitom u většiny sledovaných časových řad prokázat statisticky významný vliv výskytu atmosférických jevů na výnosnost sledovaných akciových indexů. Výjimku tvoří index S&P 500, u kterého byl potvrzen statisticky významný vztah výskytu deště, sněžení či mlhy a výnosností indexu. Pokud byla časová řada rozdělena, platil statisticky významný vztah pouze do října 2002. Z tohoto pohledu tedy vzrostla efektivita trhu.

Některé strategie založené na těchto jevech sice mohou přinést abnormální výnos, ale v případě započítání transakčních nákladů se již nevyplatí. SAD efekt by mohl existovat na pražské burze, nicméně jeho výskyt může být způsoben i jinými proměnnými, neboť se váže na určité kalendářní období. Vliv počasí také nedokáže vysvětlit pondělní či lednový efekt.

³⁷ Ani neděle, kdybychom brali do úvahy jednodenní zpoždění.

Celkově tedy studie ve většině případů nepotvrzuje hypotézu o vlivu počasí na psychiku investorů, a tím zprostředkovaně na výnosnost akciových trhů.

Literatura

- [1] Dowling, M. – Lucey, B. M. (2005a): *Weather, Biorhythms, Beliefs and Stock Returns - Some Preliminary Irish Evidence*. International Review of Financial Analysis, 2005, roč. 14, č. 3, s. 337-355.
- [2] Dowling, M. – Lucey, B. M. (2005b): *Are Weather Induced Moods Priced in Global Equity Markets?* Dublin, School of Business Studies and Trinity College Working Paper Series, 2005.
- [3] Finance Yahoo (2010): *Dow Jones Industrial Average Stock*. [on-line], Sunnyvale, Yahoo, c2010, [cit. 19. 8. 2010], <<http://finance.yahoo.com/q/hp?s=DJI+Historical+Prices>>.
- [4] Finance Yahoo (2010): *S&P 500 INDEX, RTH Stock*. [on-line], Sunnyvale, Yahoo, c2010, [cit. 19. 8. 2010], <<http://finance.yahoo.com/q/hp?s=GSPC+Historical+Prices>>.
- [5] Goetzmann, W. N. – Zhu, N. (2002): *Rain or Shine: Where is the Weather Effect?* Ne Haven, Yale School of Management Working Paper 296, 2002.
- [6] Havlíček, D. (2009): *Chování akciových trhů pohledem behavioral finance*. Praha, Vysoká škola ekonomická, 2009, Diplomová práce.
- [7] Hirshleifer, D. – Shumway, T. (2003): *Good Day Sunshine: Stock Returns and the Weather*. Journal of Finance, 2003, roč. 58, č. 3, s. 1009-1032.
- [8] Kahneman, D. – Tversky, A. (1979): *Prospect Theory: An Analysis of Decision under Risk*. Econometrica, 1979, roč. 47, č. 2, s. 263-291.
- [9] Kamstra, M. – Kramer, L. – Levi, M. (2002): *Winter Blues: A SAD Stock Market Cycle*. Atlanta, Federal Reserve Bank of Atlanta Working Papers 2002-13, 2002.
- [10] Mehra, R. – Sah, R. (2002): *Mood Fluctuations, Projection Bias and Volatility of Equity Prices*. Journal of Economic Dynamics and Control, 2002, roč. 26, č. 5, s. 869-87.
- [11] Montier, J. (2006): *Behavioural Finance: Insights into Irrational Minds and Markets*. New York, Wiley, 2006.
- [12] NCDC (2010): *Index pro ftp://ftp.ncdc.noaa.gov/pub/data/gsod/*. [on-line], Asheville, National Climatic Data Center, c2010, [cit. 19. 8. 2010], <<ftp://ftp.ncdc.noaa.gov/pub/data/gsod/>>.
- [13] Patria (2010): *Detail indexu PX Index graf*. [on-line], Praha, Patria, c2010, [cit. 19. 8. 2010], <<http://www.patria.cz/akcie/b4c03548-1526-45e9-af89-7d2cc9ab7bc8/px/graf.html>>.
- [14] Saunders, E. M. Jr. (1993): *Stock Prices and Wall Street Weather*. American Economic Review, 1993, roč. 83, č. 5, s. 1337-1345.
- [15] Shleifer, A. (2000): *Inefficient Markets: An Introduction to Behavioral Finance*. Oxford, Oxford University Press, 2000.
- [16] Tufan, E. – Hamarat, B. (2004): *Do Cloudy Days Affect Stock Exchange Returns: Evidence from Istanbul Stock Exchange*. Journal of Naval Science and Engineering, 2004, roč. 2, č. 1, s. 117-126.

Analýza vlivu počasí na obchodování na akciových trzích

David Havlíček

ABSTRAKT

Práce se zabývá analýzou vlivu počasí na obchodování na českém a americkém akciovém trhu. Vychází přitom z konceptu behaviorálních financí, které analyzují vliv psychologie na investorské rozhodování. Pomocí binárního rozdělení je zkoumán především vliv výskytu atmosférických jevů v podobě sněžení, deště a mlhy na výnosnost trhu jako celku. Výsledky výzkumu prokazují vliv těchto jevů na výnosnost pouze v minoritním počtu případů. Zkoumán byl také vliv podzimního období na psychologii investorů a tedy na výnosnost. Analýza nevyvrátila tuto posloupnost pouze v případě českého akciového trhu. Výskyt sledovaných atmosférických vlivů rovněž nedokázal vysvětlit lednový a pondělní efekt.

Klíčová slova: Behaviorální finance; Počasí; Pondělní efekt; Lednový efekt.

Analysis of the Impact of Weather on Trading in Equity Markets

ABSTRACT

This paper analyzes the impact of weather on the investment in the Czech and U.S. stock markets. It relies on the concept of behavioral finance, which analyzes the impact of psychology on investor decision-making. The influence of atmospheric phenomena is mainly studied as impact of occurrence of snow, rain or fog on the market returns. The research results show the impact of these phenomena only in a minority of cases. The research also analyzes the impact of the autumn season (SAD effect) on the psychology of investors and therefore market returns. This sequence wasn't rebutted only at the Czech stock market. The incidence of observed atmospheric effects also failed to explain the January and Monday effects.

Key words: Behavioral finance; Weather; Monday effect; January effect.

JEL classification: G11, G14.