

VILNIAUS UNIVERSITETAS
MATEMATIKOS IR INFORMATIKOS FAKULTETAS

Bakalauro darbas

**COVID-19 įtaka Lietuvos ir Vokietijos
akcijų rinkoms**

**The Influence of COVID-19 on Lithuanian and
German Stock Markets**

Rūta Griškevičiūtė

VILNIUS 2021

MATEMATIKOS IR INFORMATIKOS FAKULTETAS
MATEMATIKOS KATEDRA

Darbo vadovas doc. dr. Arvydas Kregždė _____

Darbo recenzentas _____

Darbas apgintas _____

Darbas įvertintas _____

Registravimo NR. _____

Įrašoma atidavimo į katedrą data _____

Turiny

1	Santrauka	2
2	Abstract	3
3	Įvadas	4
4	COVID–19 Lietuvoje ir Vokietijoje	6
4.1	COVID–19 Lietuvoje	6
4.2	COVID–19 Vokietijoje	7
5	Teorinė dalis	9
5.1	Signalų tyrimas bangelių metodu	9
5.2	Diskreti bangelių transformacija (DBT)	10
5.3	Tolygi bangelių transformacija (TBT)	10
5.4	Bangelių koherencija	12
6	Praktinė dalis	13
6.1	Duomenys	13
6.2	Akcijos ir akcijų indeksas	14
6.3	OMX Vilnius akcijų indekso ir žmonių mirtingumo nuo COVID–19 synchronizacijos analizė	14
6.4	DAX akcijų indekso ir žmonių mirtingumo nuo COVID–19 sinchro- nizacijos analizė	16
6.5	Lietuvos OMX ir Vokietijos DAX akcijų indeksų synchronizacijos analizė	17
6.6	Lietuvos ir Vokietijos žmonių mirtingumo synchronizacijos analizė . .	18
7	Išvados	19

Literatūra	20
A MATLAB programos kods	23

Iliustracijų sąrašas

5.1	Morlet Motininė bangelė	12
6.1	Bangelių metodu apskaičiuotos Lietuvos OMX indekso ir Lietuvos mirtingumo nuo COVID–19 skalograma	15
6.2	Bangelių metodu apskaičiuotos Vokietijos DAX indekso ir Vokietijos žmonių mirtingumo nuo COVID–19 skalograma	16
6.3	Bangelių metodu apskaičiuotos OMX Vilnius indekso ir Vokietijos DAX indekso skalograma	17
6.4	Bangelių metodu apskaičiuota Lietuvos ir Vokietijos žmonių mirtin- gumo nuo COVID–19 skalograma	18
A.1	Tyrimui naudoti Duomenys	29

1 skyrius

Santrauka

Šiame baigiamajame rašto darbe nagrinėjame akcijų indeksų pakitimus, kuriuos galimai lėmė žmonių mirštamumas nuo COVID–19 viruso. Lyginami Lietuvos ir Vokietijos akcijų indeksų duomenys bei jų pokyčiai. Teorinėje baigiamojo darbo dalyje aprašoma pagrindinė metodika, naudojama bangelių transformacijų teorija. Rašto darbo tikslas yra surasti, tam tikrus dažnio pasikeitimus akcijų duomenyse, bei apibrėžti, kuriuose tiriamo laikotarpio perioduose, pokyčiai atsispindėjo daugiausiai. Duomenys vizualizuojami naudojantis MATLAB sistema.

Raktiniai žodžiai: Bangelių transformacijos, Akcijų indeksas, Koherencija.

2 skyrius

Abstract

This bachelor thesis defines the changes in stock markets that were caused by the COVID-19 pandemic. Data from Lithuanian and German stock exchanges and their changes are compared. The theoretical part of the final work describes the main methodology used in the theory of wave transformations. The aim of the paper is to find certain frequency changes in stock data and to define the time intervals of the change that were affected by the global pandemic. Data is visualized using the MATLAB system.

Keywords: Wavelets, Stock index, Coherence, Synchronization.

3 skyrius

Įvadas

Praėjo jau daugiau nei metai, kaip visą pasaulį yra apėmusi precedento neturinti COVID–19 pandemija. Pirmasis COVID–19 atvejis buvo užfiksuotas 2019 metų gruodžio mėnesį Kinijoje. Nors pradžioje COVID–19 plito tik Rytinėje Azijos dalyje, galiausiai šis virusas pasiekė ir Europą bei Amerikos žemyną. 2020 metų kovo 11 dieną dėl stipriai didėjančio sergamumo ir ligos atvejų sunkumo, Pasaulio sveikatos organizacija (angl. *World health organization*) paskelbė [16], kad COVID–19 galima apibūdinti kaip pasaulinę pandemiją. Siekiant sukontroliuoti šios pandemijos plitimą ir išvengti siaubingų šios pandemijos padarinių šalys ėmėsi įvairiausių pandemijos stabdymo priemonių, tokių kaip: karantino skelbimas, ribojimai išvykti iš šalies, izoliacija, distancijos laikymasis bei priverstinis kaukių nešiojimas.[17]

Šiuo metu yra skaičiuojami pandemijos padariniai ir jų mastas vis dar nėra nustatytas, tačiau nuolatos augantis. Nors aiškiausiai šiuo metu regimas, bei labiausiai skaudus COVID–19 padarinys, yra žmonių mirtingumas, negalime nusigręžti ir nuo to, kokią įtaką ši pandemija daro mūsų pasaulio ekonomikai, bei akcijų rinkoms.

Akcijos yra vienas populiariausių investicinių būdų, tačiau visiems gerai žinoma, kad akcijų kursai yra nepastovūs ir dažnai svyruoja. Tam įtakos turėti gali daugelis faktorių – valiutos kursas, šalies politinė ar ekonominė situacija, infliacija. Šiame darbe plačiau nagrinėjamas vienas iš akcijos kainą nulėmusių veiksnių - COVID–19 pandemijos įtaka Lietuvos ir Vokietijos akcijų rinkoms.

Norėdami išnagrinėti šios pandemijos įtaką akcijų rinkoms pasirinktose šalyse, naudosime bangelių transformacijų metodą. Analizuosime akcijų rinkų indeksų gražos ir mirtingumo koherencijas skirtingais laiko momentais. Šiuo metodu galima

išmatuoti ir analizuoti rizikos pokyčius ne tik laiko, bet ir dažnio atžvilgiu.

Temos aktualumas: Viena pagrindinių šių dienų aktualijų yra visą pasaulį paveikusi pandemija – COVID–19. Šis virusas turi įtakos visų pagrindinių institucijų veiklai, pasaulinėms akcijų rinkoms, sukėlė beveik metus trukusį karantiną.

Tyrimo objektas: COVID–19 pandemijos įtaka, poveikis dviejų Europos šalių - Lietuvos ir Vokietijos, akcijų rinkų indeksams.

Tyrimo tikslas: Išanalizuoti Lietuvos ir Vokietijos akcijų indeksų, bei mirčių skaičiaus pokyčio priklausomumą vienas nuo kito. Nagrinėti ar pandemija turėjo įtakos akcijų indeksų grąžų pokyčiams.

Tyrimo metodas: Rašto darbe aprašomas bangelių transformacijų metodas, pateikiami teoriniai duomenys, kurie yra patikrinami su realiais Vokietijos ir Lietuvos šalių duomenimis naudojantis MATLAB programą.

4 skyrius

COVID–19 Lietuvoje ir Vokietijoje

4.1 COVID–19 Lietuvoje

Nors Lietuvos žiniasklaidoje apie COVID–19 viruso pavojų buvo skelbiama jau nuo gruodžio mėnesio pabaigos, tačiau vasario 28 dieną, paskelbus apie pirmąjį atvejį šalyje [11], buvo aišku, jog infekcija neaplenkė ir Lietuvos. Nepaisant visų priemonių, kurių buvo imtasi, koronaviruso sergamumas šalyje vis didėjo. Tai paskatino vyriausybę laikinai sustabdyti švietimo, kultūros ir laisvalaikio įstaigų veiklą. Kovo 16 d. visoje Lietuvoje buvo paskelbtas visuotinis karantinas, įvesta daug apribojimų šalies gyventojams, keletas iš jų:

- Su tam tikromis išimtimis ribojamas kitų šalių gyventojų patekimas į Lietuvą.
- Su tam tikromis išimtimis ribojamas Lietuvos piliečių išvykimas iš Lietuvos Respublikos.
- Stabdomas kontaktinis švietimo įstaigų darbas.
- Ribojami bet kokie didesni žmonių susibūrimai ar renginiai.

Kovo 20 d. Lietuvoje užfiksuotas pirmasis mirties nuo COVID–19 atvejis. Kovo mėnesį COVID–19 situacija Lietuvoje drastiškai nekito, tačiau buvo užfiksuota vis daugiau naujų atvejų skirtinguose Lietuvos miestuose, įrodančių, jog COVID–19 paplito visoje šalyje.

Balandžio mėnesį Lietuvos vyriausybė ėmėsi daug griežtesnių priemonių koronaviruso prevencijai. Visose viešose erdvėse buvo privaloma dėvėti veido apsaugi-

nes kaukes. Taip pat, pirmą kartą šalies istorijoje, Velykų savaitgalį, buvo ribojimas išvykimas ir atvykimas į kitus Lietuvos miestus.

Tam, kad suvaldytų karantino padėtį šalyje ir žmonių pasipiktinimą nesibaigiančiais suvaržymais, vyriausybė paskelbė ribojimų atlaisvinimo planą. Jau balandžio 30 dieną žmonėms buvo leista lauke nedėvėti medicininių kaukių, šalies gyventojai vėl galėjo lankytis pramoginiuose renginiuose, atnaujinti skrydžiai.

Situacijai šalyje nekintant, birželio 16 d., remiantis Vyriausybės sprendimu [12], buvo nutrauktas pirmasis karantinas. Liepos ir rugpjūčio mėnesiais situacija visoje šalyje buvo stabili. Šalies ekonomika ir turizmas augo, tačiau nuo rugpjūčio mėnesio šalyje infekcijos atvejai pradėjo ženkliai augti, kas paskatino vyriausybę sunerinti dėl galimai artėjančios antrosios COVID–19 bangos. Nepaisant didelio sergamumo, tik lapkričio 7 dieną Lietuvoje įvestas antrasis karantinas. Šalyje vėl įsigaliojo pirmojo karantino apribojimai.

Remiantis Lietuvos respublikos sveikatos ministerijos skelbiama informacija [13], gruodžio 27 dieną prasidėjo Lietuvos gyventojų vakcinavimas. Pirmiausiai skiepyjami medicinos darbuotojai, tiesiogiai susiduriantys su viruso pacientais. Paskiepyti piliečiai turėtų paskatinti kolektyvinį imunitetą nuo infekcijos.

4.2 COVID–19 Vokietijoje

COVID–19 virusas Vokietiją pasiekė kiek anksčiau nei Lietuvą. Jau sausio 27 d. buvo fiksuojamas pirmasis konoraviruso atvejis Vokietijoje. Tačiau skirtingai nei Lietuvos vyriausybė, Vokietijos valdžia ilgai neigė COVID–19 ligos pavojingumą ir nesiėmė jokių priemonių šio viruso plitimo stabdymui.

Vasario 28-ąją dieną Vokietija buvo paskelbta viena iš didžiausių sergamumą turinčių šalių pasaulyje (devintoje vietoje visame pasaulyje ir antroje vietoje Europoje). Pirmą kartą buvo įvesta privaloma 14 dienų izoliacija žmonėms turėjusiems kontaktą su sergančiuoju koronavirusu, taip pat žmonėms, turintiems į gripą panašių simptomų. Vasario mėnesį, viena didžiausių Europos avialinijų “Liufhasa” keturis kartus sumažino savo skrydžių skaičių.

Kovo pradžioje susirgimų skaičius Vokietijoje padvigubėjo, todėl buvo paskelbti sugriežtinimai:

- Nuo kovo 8 d. Vokietijos sveikatos Ministras rekomenduoja uždrausti renginius, kuriuose daugiau nei 1000 žiūrovų.
- Kovo 17 d. kartu su kitomis Europos Sąjungos šalimis Vokietija trisdešimčiai dienų uždarė savo valstybės sienas keliautojams iš kitų šalių.
- Bavarijoje įvesta komendanto valanda.
- Kovo 31 d. Jenos miestas buvo pirmas paskelbęs apie privalomą kaukių dėvėjimą viešose erdvėse, tokiose kaip, prekybos centrai, viešasis transportas.

Spalio 28 d. drastiškai padidėjus susirgimų skaičiui, šalis paskelbė dalinį karantiną, kuris tęsis nuo lapkričio 2 d. iki 30 d. Šio karantino metu draudžiami daugiau nei dviejų šeimų susibūrimai, tačiau leista ir toliau dirbti mokykloms ir darželiams. Gruodžio 2 d. šalies vyriausybė nusprendė pratęsti karantiną iki sausio 10 d.

Remiantis straipsniu *Reuters* tinklalapyje [8], Vokietijoje, kaip ir Lietuvoje vakcinacija prasidėjo gruodžio 27 dieną, tačiau nerimą keliantys nauji infekcijos atvejai neleido pritaikyti naujų karantino atlaisvinimų iki kovo 1 dienos. Valstybė paskelbė 5 žingsnių planą, tam, jog iš lėto, tačiau saugiai grąžintų valstybės švietimo bei ekonomikos lygį į pradinę padėtį.

5 skyrius

Teorinė dalis

5.1 Signalų tyrimas bangelių metodu

Vienas seniausių būdų signalo tyrimui yra Furjė analizė. Naudojant šią analizės būdą funkcija yra išreiškiama per trigonometrines funkcijas. Remiantis Richard C. Dorf [7], tokia transformacija buvo naudojama ilgą laiką, tačiau ji turi trūkumą: transformuojant signalą yra prarandama visa reikiama laiko informacija, nėra galimybės tiksliai apibūdinti įvykio bei jo laiko.

Siekdamas patobulinti ir panaikinti esamus trūkumus D.Gabor (1946) pritaikė Furjė transformaciją signalo daliai nagrinėti laiko srityje, t.y. jei imtume didelį fiksuotą laiko intervalą, kitaip dar literatūroje vadinamą langu (angl. window), gautume gerą dažnio informaciją, tačiau mažiau laiko informacijos ir atvirkščiai, kuo mažesnis fiksuotas laiko intervalas yra naudojamas signalo tyrimui, tuo geresnė laiko informacija, tačiau prarandamas dažnio suvokimas.

Šiuo atveju bangelių transformacijų analizė tampa puikiu įrankiu analizuojant duomenis laiko ir dažnio atžvilgiu. Bangelės – bazinės funkcijos, kurios sukuriamos iš vienos pagrindinės funkcijos, plečiant bangelės mastelį ir atliekant jos postūmius. Naudojamas tas pats intervalo metodas, tačiau intervalo dydžio sritis gali kisti. Remiantis Paul. S. Addison knyga [1], tai metodas, pagal kurį tiriamas signalas, bangelių pagalba yra transformuojamas tam, kad būtų galima gauti aiškesnį ir patogesnį pavidalą. Tam, kad šis metodas būtų panaudojamas tyrimui, visų pirma yra reikalinga bangelė. Paprasčiau tariant, bangelė yra funkcija, kuri tenkina tam tikras matematines savybes. Tam, kad motininė bangelė būtų tinkama panau-

doti signalo analizei, pirmiausia bangelė turi būti daug lankstesnė. Galime atlikti dvi pagrindines manipuliacijas, t.y galime ją ištempti ir suspausti arba ji gali būti slenkama laiko atžvilgiu. Bangelių transformacijos taikomos daugelyje sričių, tokių kaip:

- signalų apdorojimui;
- vaizdų suspaudimui;
- diferencialinių, integralinių lygčių sprendimui;

5.2 Diskreti bangelių transformacija (DBT)

Šiame skyriuje yra remiamasi Mark J. Shensa straipsniu *The Discrete Wavelet Transform: Wedding the A Trous and Mallat Algorithms* [9].

Diskreti bangelių transformacija (angl. *Discrete wavelet transform*, toliau – DBT), tai transformacija, kuri yra naudojama išskaidyti signalą į aproksimacijos koeficientus ir detalių koeficientus. Aproksimacijos koeficientai — žemo dažnio, tačiau didelio mastelio. Detalių koeficientai — aukšto dažnio, mažo mastelio. Naudojantis DBT transformacija yra gaunama informacija ir apie dažnį, ir apie laiką.

Diskreti bangelių transformacija ypač plačiai naudojama inžinerijos, matematikos, bei kompiuteriniuose moksluose. Pagrindinis skirtumas tarp Diskrečiosios bangelių transformacijos ir Tolygiosios bangelių transformacijos yra tai, kad TBT naudojama tik bangelė, o DBT naudojama ir bangelė ir mastelis.

5.3 Tolygi bangelių transformacija (TBT)

Šiame skyriuje yra remiamasi Addison ir Paul S leidiniu *The Illustrated Wavelet Transform Handbook* [1].

Dabar apibrėšime, kad $\varphi_{b,a}(t)$ – elementariųjų funkcijų rinkinys, kuris laiko poslinkio būdu yra generuojamas iš vienintelės funkcijos $\varphi(t)$, kitaip dar vadinamos motinine bangele, apibūdinamas:

$$\varphi_{b,a}(t) = \frac{1}{\sqrt{a}} \varphi\left(\frac{t-b}{a}\right),$$

čia $\frac{1}{\sqrt{a}}$ – normalizacijos parametras.

Tam, kad funkciją $\varphi(t)$ būtų galima vadinti stacionaria motinine bangele, funkcija turi atitikti tam tikrus kriterijus:

1. Bangelė turi turėti baigtinę galią

$$E = \int_{-\infty}^{+\infty} |\varphi(t)|^2 dt < \infty,$$

E žymi f-jos energiją.

2. Bangelė turi tenkinti priimtinumo (angl. *admissability*) sąlygą:

$$C_\varphi = \int_0^\infty \frac{|\widehat{\varphi}(f)|^2}{f} df < \infty,$$

čia C_φ – priimtinumo konstanta. Jei $\widehat{\varphi}$ yra F-jos φ Furjė transformacija, tai:

$$\widehat{\varphi}(f) = \int_0^{+\infty} \varphi(t) e^{-2(\pi f)t} dt.$$

3. Jos vidurkis turi būti lygus nuliui:

$$\int_{-\infty}^{+\infty} \varphi(t) dt = 0$$

Remdamiesi Addison ir Paul S. leidiniu [1], būtent šia formule ir apibrėšime tolygią bangelių transformaciją (angl. *Discrete waveleth transform*), kitaip tariant, bangelės ir signalo konvoliuciją:

$$T(b, a) = \frac{1}{\sqrt{a}} \int_{-\infty}^{+\infty} x(t) \varphi^*\left(\frac{t-b}{a}\right) dt,$$

čia $\varphi^* = ((t-b)/a)$ jau yra ir išplėstos, ir pastumtos bangelės konjugatas, o $x(t)$ yra signalas.

Yra įvairių funkcijų, kurias galime naudoti bangelių transformacijai, tačiau šiame tyrime naudosime būtent kompleksinę Morlet bangelę:

Morlet motininę bangelę apibrėšime:

$$\varphi(t) = \pi^{-\frac{1}{4}} e^{-w_0 t} e^{\frac{it^2}{4}}, \quad (5.1)$$

ši bangelė leidžia kokybiškai pasiekti su laiku susijusius pokyčius. Čia w_0 apibūdina centrinę bangos dažnį, o t – šios kompleksinės bangelės menamoji dalis.



5.1 pav.: Morlet Motininė bangelė

5.4 Bangelių koherencija

Remiantis Torrence and Webster [15], koherencija naudojama nustatyti laiko periodus, kuriuose du tyrimi signalai yra susiję. Dviejų signalų $x(t)$ ir $y(t)$ kovariacija yra apibrėžiama:

$$W_{xy}(b, a) = W_x(b, a)W_y^*(b, a),$$

kur kintamojo x bangelių transformacija apibūdinama $W_x(b, a)$, kintamojo y - $W_y^*(b, a)$. Tuomet bangelių transformacijų koherenciją ar paprasčiau tariant, dviejų laiko kintamųjų $x(t)$ ir $y(t)$ koherenciją, apibūdiname remiantis Torrence ir Compo (1998) straipsniu [14]:

$$R^2(b, a) = \frac{|S(s^{-1}W_{xy}(b, a))|^2}{S(s^{-1}|W_x(b, a)|^2)S(s^{-1}|W_y(b, a)|^2)}$$

Bangelių koherencija leidžia mums aiškiau pamatyti dviejų signalų ir laiko – dažnio priklausomybę. Čia S yra apibūdinamas kaip glodumo operatorius ir o s yra bangelės mastelio parametras. (b, a) – bangelių koherencijos koeficientas pakeltas kvadratu. Jo vertė yra tarp 0 ir 1. Kuo koreliacijos koeficiento pakelto kvadratu vertė artimesnė 1, tuo koreliacija yra stipresnė ir atvirkščiai, kuo ši vertė arčiau nulio, tuo ji silpnesnė. Skaičiuodami koherenciją gauname tik teigiamas reikšmes. Tokiu atveju negalime nustatyti mūsų tyrimų signalų fazių skirtumų. Bangelių koherencijos fazių skirtumui apskaičiuoti naudojama ši formulė:

$$\Phi_{xy}(b, a) = \tan^{-1} \left(\frac{\text{Im}[S(s^{-1}W^{xy}(b, a))]}{\text{Re}[S(s^{-1}W^x(b, a))]} \right),$$

čia Im ir Re atitinka įsivaizduojamąją ir realiąją dalis.

6 skyrius

Praktinė dalis

6.1 Duomenys

Siekiant apskaičiuoti bangelių koherenciją mums buvo reikalingi šie duomenys: Lietuvos ir Vokietijos žmonių mirštamumas nuo COVID–19, bei Lietuvos ir Vokietijos akcijų indeksų gražos. Tyrimui atlikti ir norimiems rezultatams gauti naudosimės *Nasdaq* [4] ir *Investing* [2] tinklalapiuose paskelbtais duomenimis. Skaičiavimams naudosime Lietuvos akcijų indeksą – OMX Vilnius ir Vokietijos akcijų indeksą – DAX. Iš nurodytų tinklalapių buvo paimtos akcijų indeksų dienos uždarymo kainos ir paskaičiuota kiekvienos dienos akcijų indekso graža. Indekso graža skaičiuojama pagal šią formulę:

$$r_1 = \frac{D_1 - D_0}{D_0},$$

čia D_0 – uždarymo kaina laikotarpio pradžioje, o D_1 – uždarymo kaina laikotarpio pabaigoje. Duomenys naudojami nuo 2020 m. kovo 16 d. iki 2021 m. kovo 12 d. Visą tyrimo laikotarpį sudaro 246 dienos. Šiame laikotarpyje buvo neįtraukti savaitgalių, bei šventinių dienų duomenys. Kovo 16-oji pasirinkta kaip pradinė tyrimo duomenų data, nes 2020 metų kovo 16-ąją dieną Lietuvoje buvo paskelbta pirmojo karantino pradžia.

6.2 Akcijos ir akcijų indeksas

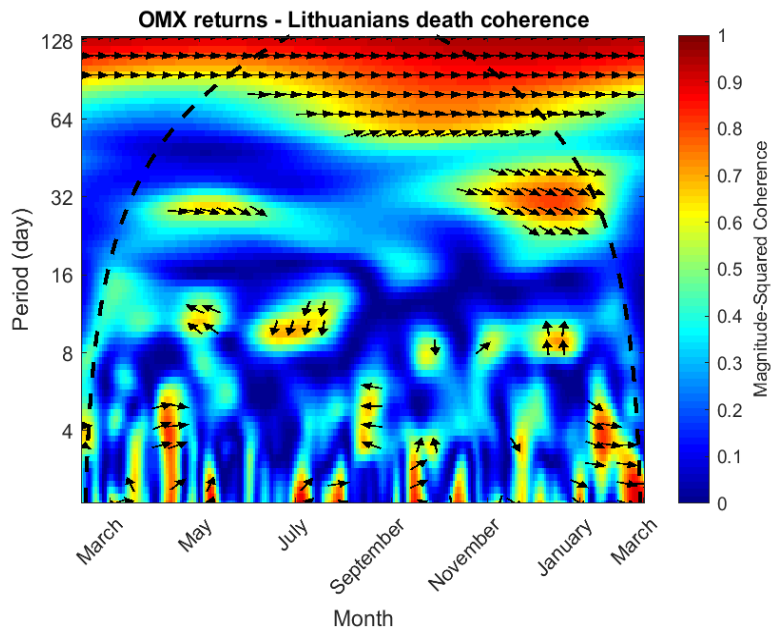
Siekdami nagrinėti akcijų indeksų pokyčius ir suprasti pokyčių pasekmes, pradžioje turėtume apsibrėžti, kas yra pačios akcijos, bei akcijų indeksai. Todėl šiame skyriuje šiek tiek plačiau apžvelgsime būtent šias dvi sąvokas.

Remiantis Arielle O'Shea straipsniu [6], akcija – tai vertybinis popierius, kuris nusako korporacijos dalies nuosavybę. Turimos akcijos suteikia akcijų savininkui teisę į korporacijos turto ir pelno dalį, lygią jų valdomai akcijų daliai, vis gi pagrindinė akcijų įsigijimo priežastis yra pelno siekiamybė.

Remiantis Nasdaq tinklalapyje paskelbta informacija [5], akcijų indeksas – tai akcijų paketas, atspindintis finansų rinkos segmentą. Indekso vertė apskaičiuojama pagal pagrindinių akcijų kainas, akcijų indeksas padeda lengviau vertinti ne atskiros įmonės, bet akcijų grupės būklę. Tiksliau tariant, indeksai padeda investuotojams analizuoti trumpalaikius bei ilgalaikius akcijų rinkų pokyčius, parodo ilgalaikį akcijų portfelio pelningumą.

6.3 OMX Vilnius akcijų indekso ir žmonių mirtinumo nuo COVID–19 sinchronizacijos analizė

Tyrimui naudojama Morlet bangelė (5.1 formulė). Koherencija matuojama nuo 0 iki 1. Jei koherencijos koeficientas patenka į intervalą $0 - 0,3$, koherencija laikysime maža, $0,3 - 0,7$ vidutine, o $0,7 - 1$ didele. Remiantis Harald Schmidbauer (2016) straipsniu [10], rodyklės paveiksluke nurodo dviejų mūsų tyriamų dydžių priklausomybę. Jei rodyklė rodo į viršų ir į dešinę arba į kairę ir į apačią, tai mūsų tiriamas dydis X kito pirmiausiai, o vėliau pradėjo kisti ir kintamasis Y . Ir atvirkščiai, jei rodyklė rodo į dešinę ir į apačią, ar į kairę ir į viršų, tai pirmiausia kito Y . Juoda punktyrinė juosta nurodo sritį, kur tyrimo rezultatai gali būti netikslūs. X ašis paveikslėliuose nurodo analizuojamo tyrimo apimtį (2020 m. kovo 16 d. iki 2021 m. kovo 12 d.), Y – ašis nurodo periodus, kuriais nagrinėjamas visas tyrimo laikotarpis.

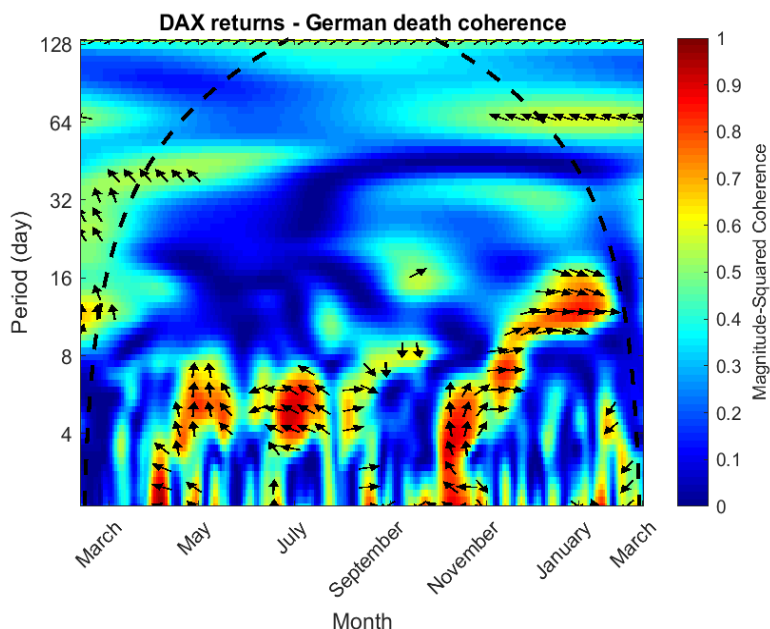


6.1 pav.: Bangelių metodu apskaičiuotos Lietuvos OMX indekso ir Lietuvos mirtingumo nuo COVID-19 skalograma

Kaip matome 6.1 paveikslėlyje yra pavaizduota Lietuvos OMX indekso ir lietuvių mirštamumo nuo COVID-19 skalograma. Šiame paveikslėlyje galime matyti, jog išsiskiria keli aiškūs periodai, kuriuose matoma ryški mūsų tyrimų dydžių koherencija. Ilgame periode (nuo 64 iki 128 dienų) yra matoma stipri koherencija visame tyrimo laikotarpyje. Vadinasi, būtent šiame periode viso tyrimo metu mūsų dydžiai koreliuoja, t.y. nagrinėjamų dydžių pokyčiai turi įtakos vienas kitam. Nagrinėjant trumpesnį periodą (nuo 16 iki 64 dienų), galime matyti įdomesnį vaizdą, kuris gali būti siejamas su pirmąja ir antrąja COVID-19 bangomis. Pirmoji banga vyko kovo, balandžio ir gegužės mėnesiais, to pasekoje pagal fazines rodykles, matome, kad šiame periode yra teigiama dydžių koreliacija ir padidėjus mirštamumui seka indekso gražos pokyčiai. Antroji COVID-19 banga Lietuvoje vyko nuo spalio iki sausio mėnesio, šio laikotarpio koreliacija būtent 16 – 64 dienų periodui labai ryški. Galime matyti, kad didėjant žmonių mirštamumui kito ir akcijų indekso kainos.

6.4 DAX akcijų indekso ir žmonių mirtingumo nuo COVID–19 sinchronizacijos analizė

Šiame skyriuje plačiau panagrinėsime Vokietijos akcijų indekso DAX, bei Vokietijos žmonių miršamumo nuo COVID–19 skalogramą.

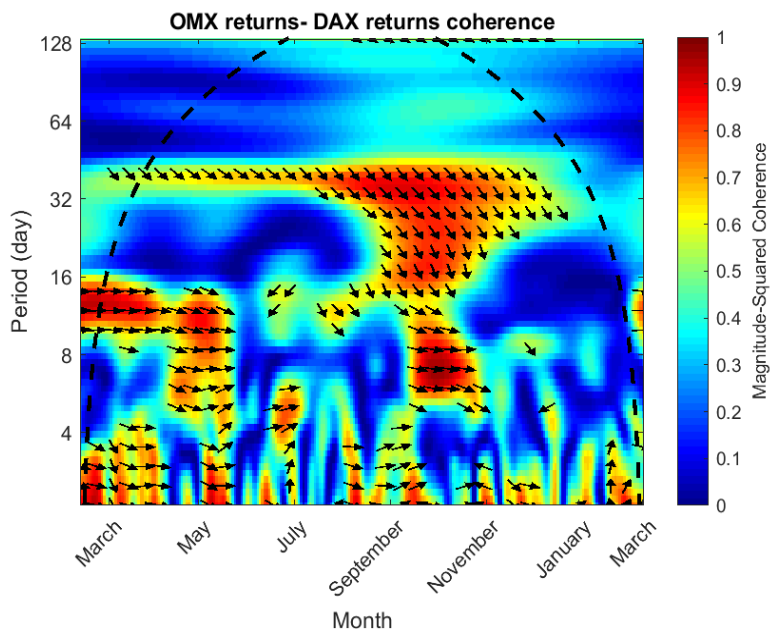


6.2 pav.: Bangelių metodu apskaičiuotos Vokietijos DAX indekso ir Vokietijos žmonių mirtingumo nuo COVID–19 skalograma

Paveikslėlyje 6.2 matome, jog skirtingai nei praeitame skyriuje nagrinėtoje skalogramoje, koherencija tarp nagrinėjamų dydžių ilgame periode (nuo 64 iki 128 dienų) yra labai minimali ir siekia maždaug tik 0,4 balo visame tyrimo laike. Tačiau nagrinėjant trumpesnį (nuo 18 iki 64 dienų) periodą, kovo, balandžio, bei gruodžio - vasario mėnesiais galime taip pat pastebėti, kad tiriami dydžiai, nors ir vidutiniškai (maždaug 0,5 balo), bet koreliuoja. Didesnę koherenciją galime pastebėti naudojant trumpesnį periodą tyrimo laikotarpiui. Paveikslėlyje aiškiai matome, jog nagrinėjant trumpesnį (4 – 16 dienų periodą), lapkričio – vasario mėnesiais tiriami dydžiai gana stipriai (vietomis net 0,9 balo) koreliuoja. Pagal fazines rodykles galime spręsti, jog didėjant mirtingumui kito ir akcijų indekso kainos. Kaip ir Lietuvoje, taip ir Vokietijoje antroji COVID–19 banga tęsėsi panašiu metu, t.y spalio – vasario mėnesiais. Būtent šiame laikotarpyje ir yra matomi didžiausi pokyčiai.

6.5 Lietuvos OMX ir Vokietijos DAX akcijų indeksų sinchronizacijos analizė

Šiame skyriuje apžvelgsime kaip visu tyrimo laikotarpiu koreliavo Lietuvos ir Vokietijos akcijų indeksų gražos.

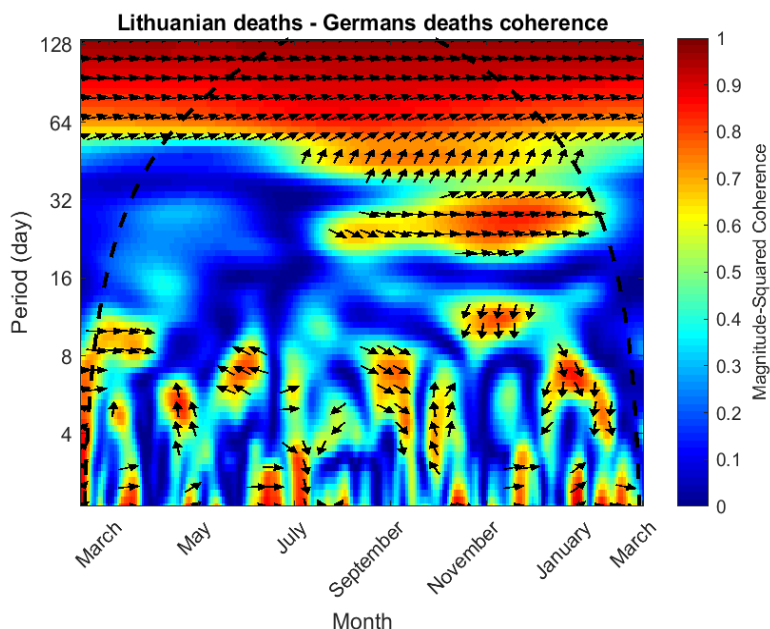


6.3 pav.: Bangelių metodu apskaičiuotos OMX Vilnius indekso ir Vokietijos DAX indekso skalograma

Žvelgiant į šio tyrimo ilgąjį periodą (nuo 64 iki 128 dienų) matome, jog spalio – lapkričio mėnesiais buvo vidutiniška (maždaug 0,4 balo) koreliacija. Tačiau, atidžiau nagrinėjant mažesnį periodą, konkrečiai imkime (nuo 32 iki 47) dienų periodą, matome, jog akcijų indeksų gražos koreliuoja faktiškai visą mūsų tyrimo laiką. Koreliacija stipri, siekia maždaug 0,9 – 1 balo. Iš fazinių rodyklių galime spręsti, jog pirmiau kito Vokietijos DAX indekso gražų kainos ir tik paskui sekė Lietuvos OMX indekso gražos kainų pokyčiai. Taip pat, gana ryški koreliacija matoma ir žvelgiant į trumpesnį tyrimo periodą (1 – 16 dienos). Šiame periode koreliacija gana stipri kiekvieną tiriamojo laikotarpio mėnesį.

6.6 Lietuvos ir Vokietijos žmonių mirtingumo sinchronizacijos analizė

Šiame skyriuje nagrinėsime Lietuvos ir Vokietijos žmonių mirtingumo skalogramą.



6.4 pav.: Bangelių metodu apskaičiuota Lietuvos ir Vokietijos žmonių mirtingumo nuo COVID-19 skalograma

Nagrinėjant ilgąjį (nuo 64 iki 128 dienų) periodą, akivaizdžiai matosi, jog Lietuvos ir Vokietijos žmonių mirtingumas koreliavo beveik visą tyrimo laikotarpį (gegužės – vasario mėnesiais). Negalime teigi, jog mirtingumas būtent šiame periode koreliavo ir 2020 m. kovo bei 2021 m. kovo mėnesiais, nes tyrimo rezultai už juodos punktyrinės linijos gali būti netikslūs. Toliau nagrinėjant trumpesnį periodą (nuo 16 iki 32 dienų), matome stiprią koreliaciją rugsėjo – vasario mėnesiais. Matome, jog mažesniame periode fazės sutampa, vadinasi abu dydžiai kinta panašiu metu. Nagrinėjant trumpiausią periodą (nuo 1 iki 8 dienų), matome jog dydžiai nepastoviai, bet gana stipriai koreliavo visu tyrimo laikotarpiu. Šioje skalogramoje, kaip ir dvejose prieš tai negrinėtose (6.2 ir 6.3 pav.) ryškiai matoma antroji COVID-19 banga (spalio – vasario mėnesiais). Tiriami dydžiai, maždaug 0,8 balo, koreliuoja visame šiame antrosios COVID-19 bangos laikotarpyje.

7 skyrius

Išvados

Šiame darbe, naudojant bangelių transformacijų metodą buvo siekiama išnagrinėti COVID–19 pandemijos įtaką Lietuvos ir Vokietijos akcijų indeksams. Lygino me indeksų gražas ir mirčių skaičių Lietuvoje bei Vokietijoje. Taip pat nagrinėjome mirtingumo, bei akcijų indeksų skalogramas. Skirtingai nei tyrinėjant kitais būdais, naudojant šį bangelių transformacijų metodą, galėjome turimus duomenis analizuoti laiko ir periodo atžvilgiu išvengiant tyrimų duomenų apribodimų, kurie atsiranda naudojant kitus tradicinius tyrimo būdus.

Koherencijos skaičiavimai ir gautos skalogramos leido plačiau tyrinėti nagrinėjamų dydžių sąveikas. Skalogramose, kuriose buvo lyginami akcijų indeksai (6.1, 6.2, 6.3 pav.), puikiai matoma mūsų tirinėjamų dydžių koherencija, pirmosios ir antrosios COVID–19 bangų laikotarpiais. Būtent ten koherencija buvo stipriausia, maždaug 0,9 – 1 balo. Taip pat, pastebėjome, jog didesnė koherencija buvo matoma pagrinde mažo ar vidutinio periodo laikotarpiuose (16 – 32 dienų periode). Fazinės rodyklės nurodė, jog tyrimų dydžių pokyčio priklausomybę, t.y, jog dažnu atveju didėjant mirštamumui kito ir akcijų indeksų kainos.

Tyrimas parodė, jog pasaulinė COVID–19 pandemija turėjo didesnės įtakos būtent Lietuvos – OMX Vilnius akcijų indeksui. Koreliacija buvo pastebima trumpais, bei ilgais tyrimo periodais. Tuo tarpu, Vokietijos DAX indekso ir mirtingumo nuo COVID–19 koreliacija atsispindėjo tik naudojant trumpesnius tyrimo periodus (1 – 16 dienų). Galime teigti, jog Vokietijos DAX indeksas yra labiau atsparus pokyčiams, nei Vilnius OMX akcijų indeksas.

Literatūra

- [1] ADDISON S. P., *The Illustrated Wavelet Transform Handbook Introductory Theory and Applications in Science, Engineering, Medicine and Finance*, Taylor & Francis p.7–40, 2017.
- [2] INVESTING, *DAX Historical Price*
<https://www.investing.com/indices/germany-30-historical-data>
- [3] INVESTOPEDIA, *Stock indexes*
<https://www.investopedia.com/terms/s/stock.asp>
- [4] NASDAQ, *OMX Vlnius GI Historical Price*
<https://nasdaqbaltic.com/statistics/lt/charts>
- [5] NASDAQ, *Stock indexes*
<https://nasdaqbaltic.com/lt/rinkos-informacija/apie-indeksus/>
- [6] NERDWALLET, *What Are Stocks and How Do They Work?*
<https://www.nerdwallet.com/article/investing/what-are-stocks-how-they-work>
- [7] POULARIKAS D.A., *Transforms Applications Handbook*, 10-2-10-9 , 2010.
http://www.ru.ac.bd/wp-content/uploads/sites/25/2019/03/307_07_Poularikas_Transforms-and-Applications-Handbook-Third-Edition-2010.pdf
- [8] REUTERS, *Germany to start first COVID-19 vaccination in elderly homes on December 27 .*
<https://www.reuters.com/article/us-health-coronavirus-eu-vaccine/-germany-idUSKBN28V1UM>

- [9] SHENSA J. M., *The Discrete Wavelet Transform: Wedding the A Trous and Mallat Algorithms*, Vol. 40. No. 10, 2464, 1992.
<https://pdfs.semanticscholar.org/ca7a/7b68935c38e52749cb4028ad941/d068635da.pdf>
- [10] SCHMIDBAUER H., ROSCH A., ULUCEVIZ E., *Are American and European equity markets in phase? — Frequency aspects of return and volatility spillovers*, 4, 2016.
http://ecomod.net/system/files/Schmidbauer.report_american_and_european_equity_markets_in_phase_EcoMod2016_v2016-06-01.pdf
- [11] SVEIKATOS APSAUGOS MINISTERIJA, *Lietuvoje patvirtintas pirmasis užsikrėtimo koronavirusu atvejis*
<https://sam.lrv.lt/lt/naujienos/lietuvoje-patvirtintas-pirmasis-uzsikretimo-koronavirusu-atvejis>
- [12] SVEIKATOS APSAUGOS MINISTERIJA, *Vyriausybės sprendimu atšaukiamas Lietuvoje paskelbtas karantinas*
<https://sam.lrv.lt/lt/naujienos/vyriausybes-sprendimu-atsaukiamas-lietuvoje-paskelbtas-karantinas>
- [13] SVEIKATOS APSAUGOS MINISTERIJA, *Nuo koronaviruso pradėti skiepyti Lietuvos medikai*
<https://sam.lrv.lt/lt/naujienos/nuo-koronaviruso-pradeti-skiepyti-lietuvos-medikai>
- [14] TORRENCE C., COMPO P. G., *A practical guide to wavelet analysis. Bulletin of the American Meteorological Society*, .
[https://doi.org/10.1175/1520-0477\(1998\)079<0061:APGTWA>2.0.CO;2](https://doi.org/10.1175/1520-0477(1998)079<0061:APGTWA>2.0.CO;2)
- [15] TORRENCE C., WEBSTER J.P., *Interdecadal Changes in the ENSO–Monsoon System*, 2689, 1999m.
https://journals.ametsoc.org/view/journals/clim/12/8/1520-0442_1999_012_2679_icitem_2.0.co_2.xml
- [16] WORLD HEALTH ORGANIZATION, *WHO Director-General’s opening remarks at the media briefing on COVID-19 - 11 March 2020*
<https://www.who.int/director-general/speeches/detail/>

who-director-general-s-opening-remarks-at-the-media-briefing-on-covid-19\
---11-march-2020

- [17] WORLD HEALTH ORGANIZATION, *Considerations in adjusting public health and social measures in the context of COVID-19*
[https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/331773/
WHO-2019-nCoV-Adjusting_PH_measures-2020.1-eng.pdf](https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/331773/WHO-2019-nCoV-Adjusting_PH_measures-2020.1-eng.pdf)

A Priedas

MATLAB programos kodas

```
figure(1)
TL = readtable('U:.xlsx');
wcoherence(TL.(4),TL.(2),days(1))
title('OMX returns - Lithuanians death coherence');
ylabel('Period (day)')
xticks([12 51 93 135 177 217 246])
xticklabels('March','May','July','September','November','January','March')
xtickangle(45)
xlabel('Month')
set(gca,'color','none')
colormap(jet)
```

```
figure(2)
TL = readtable('U:.xlsx');
wcoherence(TL.(5),TL.(3),days(1))
title('DAX returns - German death coherence');
ylabel('Period (day)')
xticks([12 51 93 135 177 217 246])
xticklabels('March','May','July','September','November','January','March')
xtickangle(45)
```

```

xlabel('Month')
set(gca,'color','none')
colormap(jet)

```

```

figure(3)
TL = readtable('U:.xlsx');
wcoherence(TL.(2),TL.(3),days(1))
title('Lithuanian deaths - Germans deaths coherence');
ylabel('Period (day)')
xticks([12 51 93 135 177 217 246])
xticklabels('March','May','July','September','November','January','March')
xtickangle(45)
xlabel('Month')
set(gca,'color','none')
colormap(jet)

```

```

figure(4)
TL = readtable('U:.xlsx');
wcoherence(TL.(4),TL.(5),days(1))
title('OMX returns- DAX returns coherence');
ylabel('Period (day)')
xticks([12 51 93 135 177 217 246])
xticklabels('March','May','July','September','November','January','March')
xtickangle(45)
xlabel('Month')
set(gca,'color','none')
colormap(jet)

```

Data	Mirtingumas Lietuvoje	Mirtingumas Vokietijoje	OMX Change	DAX Change
2020.03.16	0	6	-0,064484666	-0,053057383
2020.03.17	0	7	0,00073493	0,022517087
2020.03.18	0	4	-0,001861593	-0,055642067
2020.03.19	0	16	0,017213353	0,019986472
2020.03.20	1	23	0,020404044	0,036992345
2020.03.23	0	29	-0,020507072	-0,021032708
2020.03.24	1	34	0,009525733	0,109759013
2020.03.25	1	49	-0,001917178	0,017905133
2020.03.26	1	61	0,004392925	0,012831341
2020.03.27	1	75	-0,000465642	-0,036840463
2020.03.30	0	112	0,002096366	0,019044861
2020.03.31	0	130	0,003752283	0,012211733
2020.04.01	2	145	-0,005044991	-0,039361544
2020.04.02	0	187	-0,00044887	0,002731344
2020.04.03	0	168	-0,000997938	-0,004707016
2020.04.06	2	226	0,012986148	0,057675128
2020.04.07	1	206	0,047005457	0,027942953
2020.04.08	0	333	0,012102851	-0,002298995
2020.04.09	0	258	0,010189996	0,022438059
2020.04.14	1	100	0,024258429	0,012477354
2020.04.15	4	510	0	-0,038965798
2020.04.16	0	248	0,002218491	0,002118727
2020.04.17	1	300	0,013745139	0,031474906
2020.04.20	3	276	-0,002788474	0,00471683
2020.04.21	0	171	-0,004734428	-0,039907642
2020.04.22	1	246	0,01082206	0,016115358
2020.04.23	0	296	0,006338422	0,00948245
2020.04.24	1	185	0,005304768	-0,016901612
2020.04.27	1	150	0,006497849	0,031336801
2020.04.28	0	188	0,001025434	0,012724215
2020.04.29	0	153	0,00251046	0,028910772
2020.04.30	0	156	0,000302228	-0,022155722
2020.05.04	0	127	-0,009970506	-0,036351785
2020.05.05	0	0	0,004882869	0,025094585
2020.05.06	1	282	-0,000578469	-0,011487997
2020.05.07	1	117	0,001027377	0,014432125
2020.05.08	0	118	0,000477023	0,013496269
2020.05.11	0	92	-0,001661562	-0,007289664
2020.05.12	3	77	0,015094722	-0,00050716
2020.05.13	0	123	-0,01007984	-0,025587134
2020.05.14	0	23	0,000748923	-0,019505514
2020.05.15	2	13	0,004590919	0,01239719
2020.05.18	2	41	0,004297748	0,056731042
2020.05.19	0	78	0,007503138	0,001484781
2020.05.20	1	63	0,005578366	0,013401003
2020.05.22	0	25	0,002027484	-0,013350309
2020.05.25	1	26	0,00234656	0,02866297
2020.05.26	2	63	0,007121329	0,00995235
2020.05.27	0	56	0,008407221	0,013302447
2020.05.28	1	42	-0,005245214	0,010588719
2020.05.29	0	34	0,001248838	-0,016490778
2020.06.02	0	8	0,000582064	0,037493365
2020.06.03	0	39	0,010969681	0,038771246
2020.06.04	0	33	0,003973093	-0,0045486

2020.06.05	0	23	0,007464418	0,03355601
2020.06.08	2	10	0,002234924	-0,002186387
2020.06.09	0	41	-0,005608639	-0,015725932
2020.06.10	0	16	-0,004281171	-0,006960697
2020.06.11	0	20	-0,00625145	-0,044681792
2020.06.12	1	11	-0,000453266	-0,002005799
2020.06.15	1	6	0,001126807	-0,002923923
2020.06.16	0	13	0,003582507	0,033943256
2020.06.17	0	31	-0,001121521	0,005396382
2020.06.18	0	24	-0,00240987	-0,008123811
2020.06.19	0	12	0,003596085	0,004008458
2020.06.22	0	4	-0,00041029	-0,005521963
2020.06.23	1	15	0,003516261	0,021291448
2020.06.25	0	12	-0,002140539	-0,027618702
2020.06.26	0	25	0,005492629	-0,007265638
2020.06.29	0	8	-0,00324768	0,01180622
2020.06.30	0	14	0,005712182	0,006442873
2020.07.01	0	5	-0,002548427	-0,004090674
2020.07.02	1	11	0,00848022	0,0283747
2020.07.03	0	4	0,001118493	-0,006367153
2020.07.07	0	10	0,004980482	0,007073653
2020.07.08	0	14	0,004513796	-0,009668854
2020.07.09	0	11	0,006906943	-0,000428178
2020.07.10	0	6	-0,004091902	0,011549739
2020.07.13	0	3	0,001409462	0,01316003
2020.07.14	0	4	-0,005032399	-0,008016425
2020.07.15	0	2	0,002562289	0,0183991
2020.07.16	0	7	0,000918469	-0,004331458
2020.07.17	0	1	-0,002447004	0,003467193
2020.07.20	0	2	0,000373284	0,009854013
2020.07.21	0	5	0,006010288	0,009573907
2020.07.22	0	3	-0,000397409	-0,005130646
2020.07.23	0	8	0,004797307	-6,56276E-05
2020.07.24	0	10	0,00189921	-0,020248958
2020.07.27	0	1	0,012453103	4,6736E-05
2020.07.28	0	6	0,01630456	-0,000263267
2020.07.29	0	4	-0,002264441	-0,001014392
2020.07.30	0	9	-0,006642047	-0,034518876
2020.07.31	0	3	0,00406609	-0,005354756
2020.08.03	0	0	-0,003856785	0,027094148
2020.08.04	0	9	-0,002348842	-0,00364593
2020.08.05	1	16	0,000194042	0,004712373
2020.08.06	0	2	-0,008898316	-0,005416165
2020.08.07	0	14	0,00651181	0,006607538
2020.08.10	0	1	-0,000285236	0,000998037
2020.08.11	0	5	7,78139E-05	0,020442119
2020.08.12	0	5	0,003773683	0,008630644
2020.08.13	0	4	-0,001782854	-0,004971425
2020.08.14	0	13	-0,001604846	-0,007108824
2020.08.17	0	1	-0,003448186	0,001497519
2020.08.18	0	5	-0,002276393	-0,003010682
2020.08.19	0	8	-0,001329839	0,007419017
2020.08.20	1	14	0,00117495	-0,011352875
2020.08.21	1	3	-0,000743262	-0,005081839
2020.08.24	1	1	0,003197098	0,023638443

2020.08.25	0	5	0,005229132	-0,000376534
2020.08.26	0	4	0,007039429	0,00984028
2020.08.27	0	5	0,000642484	-0,007110609
2020.08.28	1	0	0,008051571	-0,004822714
2020.08.31	0	3	0,000713376	-0,006738176
2020.09.01	0	4	0,004073527	0,002230139
2020.09.02	0	15	0,00095086	0,020747249
2020.09.03	0	0	-0,001507264	-0,014019027
2020.09.04	0	5	-0,004097321	-0,016473716
2020.09.07	0	1	0,002942338	0,020059707
2020.09.08	0	5	-0,003251207	-0,010072304
2020.09.09	0	6	0,00333826	0,020733587
2020.09.10	0	3	0,002933482	-0,002139424
2020.09.11	1	3	-0,00086101	-0,000458025
2020.09.14	0	2	-0,000126728	-0,000695305
2020.09.15	0	11	0,001596978	0,001819813
2020.09.16	0	6	-0,001569124	0,002473961
2020.09.17	0	3	-0,001799724	-0,00318859
2020.09.18	0	10	-7,61818E-05	-0,00695557
2020.09.21	0	0	-0,001485658	-0,043748022
2020.09.22	0	15	-0,000852027	0,004141937
2020.09.23	1	18	-0,003767389	0,003857273
2020.09.24	2	13	-0,00519975	-0,00287907
2020.09.25	0	15	-0,002517145	-0,010896699
2020.09.28	1	4	0,001390498	0,032212973
2020.09.29	0	15	0,001041426	-0,003500152
2020.09.30	0	12	-0,000282562	-0,005074919
2020.10.01	0	14	0,002942046	-0,002347828
2020.10.02	1	9	0,001703687	-0,003277885
2020.10.05	1	21	0,006994974	0,010975614
2020.10.06	2	12	-0,001968354	0,006057696
2020.10.07	1	16	0,001895891	0,001747247
2020.10.08	1	12	-0,0001016	0,008789835
2020.10.09	1	5	0,001714678	0,000691601
2020.10.12	0	14	-0,00060862	0,00667983
2020.10.13	1	42	1,26873E-05	-0,010383296
2020.10.14	4	34	-8,88099E-05	0,000774497
2020.10.15	0	23	-0,008260059	-0,023694173
2020.10.16	3	34	0,006729613	0,016155859
2020.10.19	2	44	-0,002096889	-0,004208695
2020.10.20	3	40	0,002457879	-0,009156991
2020.10.21	3	29	0,002108847	-0,014077939
2020.10.22	4	49	-0,002788976	-0,001161046
2020.10.23	3	18	0,003229005	0,008186997
2020.10.26	2	29	-0,004941964	-0,037053556
2020.10.27	5	30	-0,005450424	-0,009329746
2020.10.28	5	97	-0,037401726	-0,041700757
2020.10.29	4	87	-0,011014007	0,003248992
2020.10.30	6	86	0,002232713	-0,003585941
2020.11.03	11	48	0,001744615	0,046078045
2020.11.04	6	232	0,000977962	0,019459045
2020.11.05	2	161	-0,003921411	0,019787865
2020.11.06	7	130	0,002431979	-0,007007429
2020.11.09	8	36	0,001635257	0,049354889
2020.11.10	17	373	0,002836955	0,005126768

2020.11.11	10	213	0,007018948	0,004031722
2020.11.12	11	222	-0,00092757	-0,01235077
2020.11.13	14	188	0,00598175	0,001821044
2020.11.16	14	260	0,004561815	0,004732838
2020.11.17	20	305	0,008058483	-0,000391213
2020.11.18	21	252	0,009673597	0,00520959
2020.11.19	23	272	-0,002914249	-0,008766169
2020.11.20	19	256	-0,001383788	0,003904125
2020.11.23	20	301	-0,000233109	-0,000782508
2020.11.24	18	372	-0,001968937	0,012605346
2020.11.25	22	378	0,001271951	-0,000198609
2020.11.26	27	430	0,002527708	-0,000243044
2020.11.27	23	371	-0,00487458	0,003696214
2020.11.30	27	388	0,005833972	-0,003338412
2020.12.01	21	483	0,002996951	0,006857189
2020.12.02	34	482	0,003554685	-0,005160548
2020.12.03	19	438	0,007584702	-0,004535335
2020.12.04	38	480	0,006152004	0,003478494
2020.12.07	44	446	0,004721878	-0,00210242
2020.12.08	25	568	0,000755982	0,000564389
2020.12.09	27	458	0,000654689	0,004651884
2020.12.10	17	604	-0,000176147	-0,003338016
2020.12.11	35	503	-0,004190524	-0,013645734
2020.12.14	28	528	-0,001099429	0,008300862
2020.12.15	45	910	0,006097792	0,010565553
2020.12.16	25	729	0,002741207	0,015199579
2020.12.17	43	754	-0,000413819	0,007464997
2020.12.18	39	727	-0,000150542	-0,002688178
2020.12.21	46	710	-0,004291092	-0,0281875
2020.12.22	56	986	0,002167393	0,012970414
2020.12.23	35	813	0,002741104	0,012603861
2020.12.28	39	848	-0,000125395	0,014944915
2020.12.29	43	1122	0,008402518	-0,002096403
2020.12.30	45	963	0,015620336	-0,00309562
2021.01.04	37	957	0,017608738	0,000580227
2021.01.05	40	1009	-0,001323675	-0,00550167
2021.01.06	34	1078	0,017604106	0,017635786
2021.01.07	43	1152	0,006548021	0,005490222
2021.01.08	41	1035	0,013128485	0,005819631
2021.01.11	43	863	0,012993196	-0,008033721
2021.01.12	34	1090	0,001088938	-0,000832337
2021.01.13	37	1207	-0,005644866	0,00105206
2021.01.14	33	1111	-0,000783022	0,00351442
2021.01.15	35	498	0,000345722	-0,014366596
2021.01.18	26	362	-0,002154254	0,004396663
2021.01.19	22	1734	0,004190815	-0,002403896
2021.01.20	25	1013	-0,004426254	0,007695225
2021.01.21	38	866	0,004480576	-0,001055931
2021.01.22	36	837	-0,002667157	-0,00235139
2021.01.25	20	831	0,001417835	-0,016579249
2021.01.26	17	492	-0,002486331	0,016640342
2021.01.27	29	879	0,000542356	-0,018061436
2021.01.28	29	1385	0,000299864	0,00333836
2021.01.29	17	403	-0,005638057	-0,01705409
2021.02.01	22	896	-0,000950802	0,014081131

2021.02.05	23	690	0,000618639	-0,000253907
2021.02.08	18	483	0,004176145	0,000226938
2021.02.09	17	815	-0,002091005	-0,003421786
2021.02.10	16	666	-0,006996263	-0,005625972
2021.02.11	25	552	0,000855783	0,007747092
2021.02.12	25	547	0,003654466	0,00063956
2021.02.15	10	181	-0,001972295	0,004241314
2021.02.17	18	903	-0,00033911	-0,01418975
2021.02.18	16	513	0,003895238	-0,001606123
2021.02.19	16	496	-0,001293375	0,00765468
2021.02.22	7	417	-0,005005192	-0,003086493
2021.02.23	11	422	-0,001113951	-0,00610966
2021.02.24	11	385	-0,002066043	0,008019583
2021.02.25	9	173	-0,001917399	-0,006916857
2021.02.26	16	596	0,002958231	-0,006703494
2021.03.01	9	362	0,004312624	0,016431542
2021.03.02	10	412	-0,000865841	0,00192538
2021.03.03	18	359	0,007120105	0,002865425
2021.03.04	13	269	-0,004860465	-0,001682525
2021.03.05	9	298	-0,003517095	-0,00965045
2021.03.08	8	252	-0,000257971	0,033060143
2021.03.09	5	298	0,0017007	0,003965674
2021.03.10	10	324	0,001721231	0,007086191
2021.03.12	10	228	0,001858541	-0,002603807

A.1 pav.: Tyrimui naudoti Duomenys