

Burkhard ZIEGLER^{*}, Krzysztof WIERZCHOLSKI^{},
Andrzej MISZCZAK^{***}**

A NEW METHOD OF MEASURING THE OPERATING PARAMETERS OF SLIDE JOURNAL BEARINGS BY USING ACOUSTIC EMISSION

**NOWE POMIARY PARAMETRÓW EKSPLOATACYJNYCH
PRZEPROWADZONYCH METODĄ EMISJI AKUSTYCZNEJ
W ŁOŻYSKACH ŚLIZGOWYCH**

Key-words:

measurements, acoustic emission, friction forces, friction power, slide journal bearing

Słowa kluczowe

pomiary, emisja akustyczna, siła tarcia, moc tarcia, poprzeczne łożysko ślizgowe

^{*} University of Applied Sciences Gießen-Friedberg (Germany);
e-mail: Burkhard.Ziegler@mmew.fh-Giessen.de

^{**} Institute of Mechatronics, Nanotechnology and Vacuum Technique, Technical University Koszalin, PL 75-620 Koszalin, ul. Raclawicka 15/17, Poland; e-mail: krzysztof.wierzcholski@wp.pl

^{***} Maritime University Gdynia, Morska Street 81/87, 81-225 Gdynia, Poland; e-mail: miszczak@am.gdynia.pl

Summary

This paper determines the new results of experimental research due to the hydrodynamic friction forces identification using acoustic emission method. The results are connected with the dependences between hydrodynamic friction forces in slide journal bearings, angular velocities of the journal, bearing load and Sommerfeld numbers. These measurements were performed by using the Acoustic Emission Method for basic oil and for Lotos oil on the test stand at Gdynia Maritime University.

After Authors' knowledge the presented results obtained for basic oil and Lotos oil are similar with the analogous own results which were presented for Castrol oil in papers of the author's which are published one year ago.

The results are discussed and compared with other new results obtained in experiments performed at the University of Applied Sciences Giessen / Germany.

GENERAL REMARKS ABOUT THE PERFORMED MEASUREMENTS AT MARITIME UNIVERSITY GDYNIA

Two test series were carried out by using the basic oil for Lotos SAE15/W40, and Lotos SAE15/W40 lubricant. The description of the test stand, the test parameter as well as the Acoustic Emission Analysis was presented in paper [L. 4].

The following measurement situations have been taken into account in the performed experiments:

- constant bearing loads and temperatures but different angular velocities of the bearing journal,
- different oils for constant temperature 80°C and constant dynamic oil viscosity of 0.018 Pas.

Additionally the comparisons between RMS-Values and friction powers for various bearing loads and angular velocities for each, basic oil and Lotos, are presented. Dependences between constant angular velocities of the bearing journal but variable bearing loads have been presented in previous author's papers [L. 4].

The friction forces measurements by the AE Method have applications in orthopedic diagnostic devices. Various types of defect occurring in biological bearing such as knee or hip we can measure using acoustic emission method.

TEST SERIES WITH CONSTANT BEARING LOAD AND DIFFERENT ANGULAR VELOCITIES

In **Fig. 1** to **Fig. 6** one can see the AE-RMS-Values and the friction power at constant bearing load but different angular velocities. In measurements we take into account basic oil for SAE15/W40 and Lotos oil. Analogous measurements for Castrol GTX 15W40 have been presented in previous author's paper [**L. 4**]. In the actual series, the angular velocities were reduced by some steps beginning at 271 s^{-1} down to 28 s^{-1} . The AE- RMS- and the Friction Power distribution values are very similar.

Because of the nearly inertia free reaction of the Acoustic Emission System, any change of the Friction conditions of the journal slide bearing under test will be shown faster than in case of the Friction Force measurement. This difference will be shown most clearly at low bearing

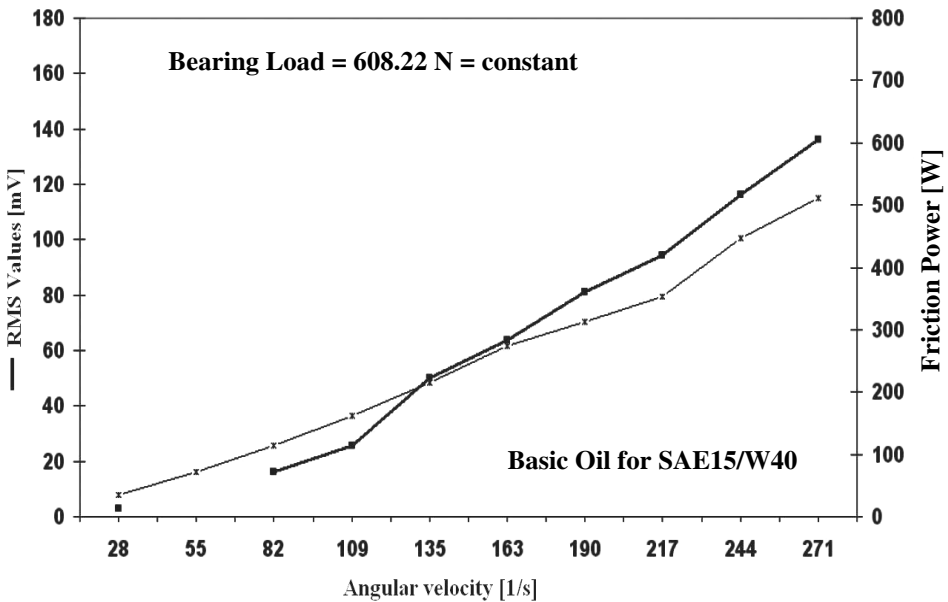


Fig. 1. Dependences between RMS measurement values and Friction Power for constant load 608.22N and basic oil for SAE15/W40 versus angular velocities

Rys. 1. Zależność pomiędzy pomierzonymi wartościami RSM (wynikającymi z emisji akustycznej) a mocą tarcia dla stałego obciążenia 608,22N w przypadku stosowania oleju bazowego SAE15/W40 przy zmiennych prędkościach kątowych wału

loads and high angular velocities, which lead to oscillations at the bearing because of the low hydrodynamic capacity. An increase of the bearing load (**Fig. 1** to **Fig. 6**) causes higher hydrodynamic capacities and therefore a more stable operation behavior of the journal slide bearing [**L. 1–3**].

Region C in **Fig. 4** denotes decreasing of the measured RMS-Values. Region B in **Fig. 5** denotes bigger enlargement of the RMS-Values in comparison to the Friction Power Values, due to additionally generated acoustic emission by solid friction. Region A in **Fig. 6** presents a sudden enlargement of measured RMS-Values during the acoustic emission performances.

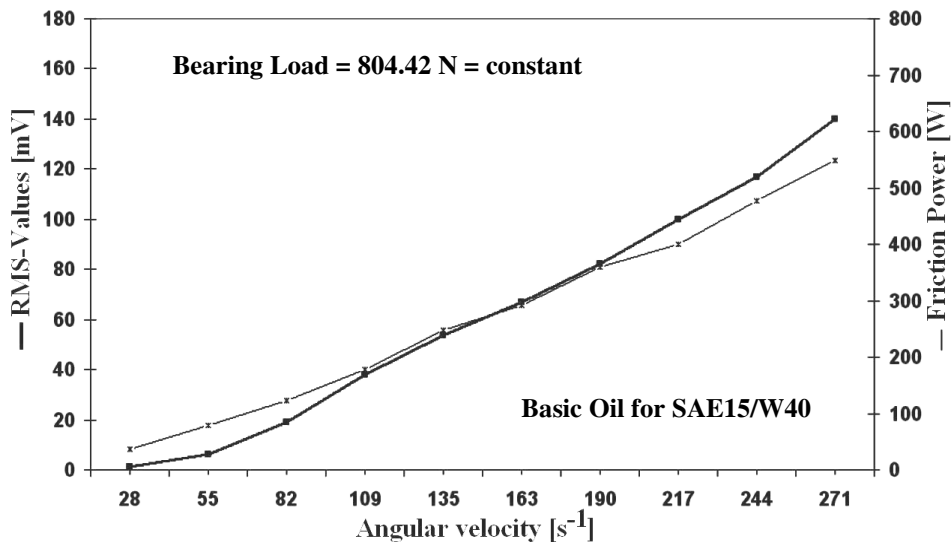


Fig. 2. Dependences between RMS measurement values and Friction Power for constant load 804.42 N and basic oil for SAE15/W40 versus angular velocities

Rys. 2. Zależność pomiędzy pomierzonymi wartościami RSM (wynikającymi z emisji akustycznej) a mocą tarcia dla stałego obciążenia 804,42N w przypadku stosowania oleju bazowego SAE15/W40 przy zmiennych prędkościach kątowych

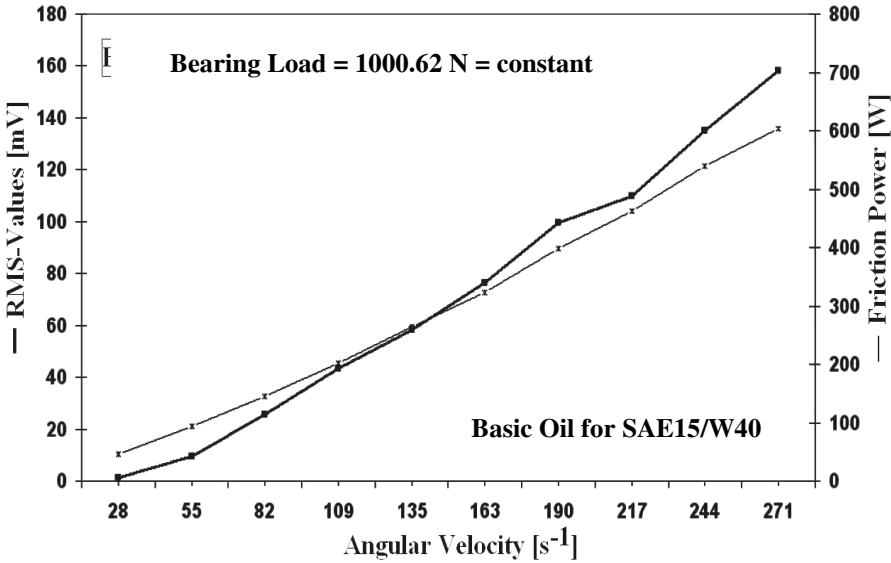


Fig. 3. Dependences between RMS measurement values and Friction Power for constant load 1000.62 N and basic oil for SAE 15/W40 versus angular velocities

Rys. 3. Zależność pomiędzy pomierzonymi wartościami RMS (wynikającymi z emisji akustycznej) a mocą tarcia dla stałego obciążenia 1000,62 N w przypadku stosowania oleju bazowego SAE 15/W40 przy zmiennych prędkościach wału

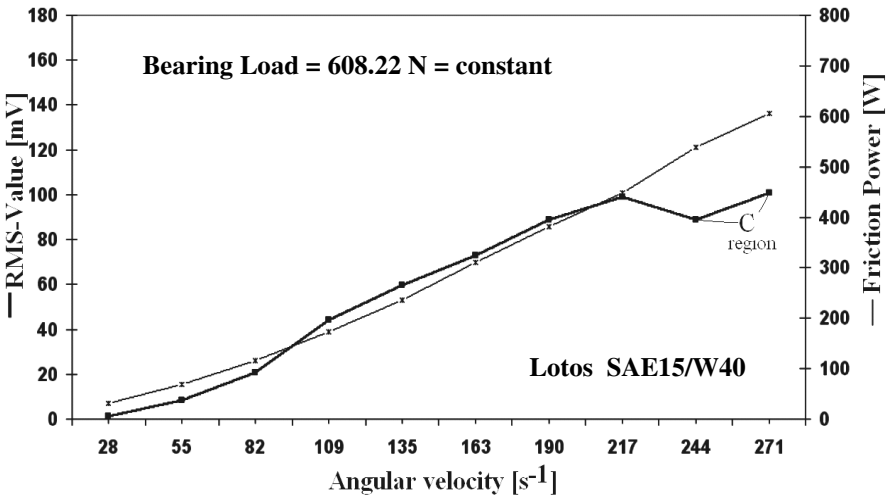


Fig. 4. Dependences between RMS measurement values and calculated Friction Power for constant load 608.22 N and Lotos oil versus angular velocities

Rys. 4. Zależność pomiędzy pomierzonymi wartościami RMS (wynikającymi z emisji akustycznej) a mocą tarcia dla stałego obciążenia 608,22 N w przypadku stosowania oleju Lotos przy zmiennych prędkościach czopa

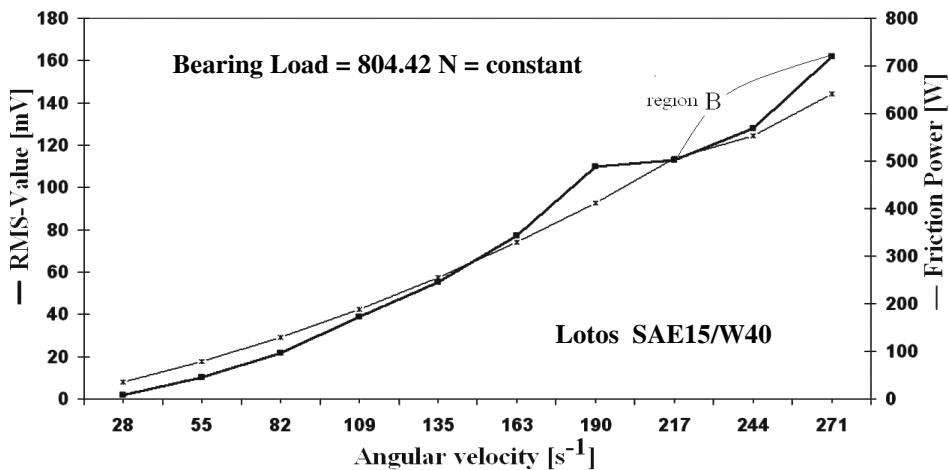


Fig. 5. Dependences between RMS measurement values and calculated Friction Power for constant load 804.42 N and Lotos oil versus angular velocities

Rys. 5. Zależność pomiędzy pomierzonymi wartościami RMS (wynikającymi z emisji akustycznej) a mocą tarcia dla stałego obciążenia 804,42 N w przypadku stosowania oleju Lotos przy zmiennych prędkościach czopa

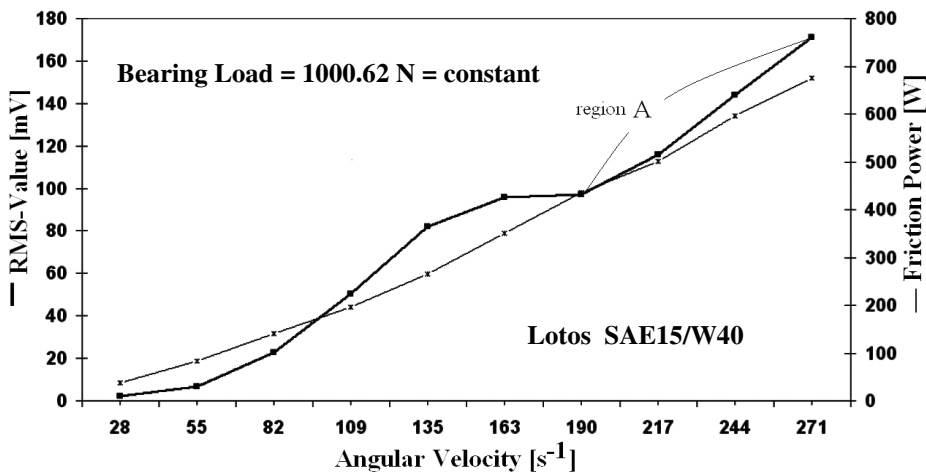


Fig. 6. Dependences between RMS measurement values and calculated Friction Power for constant load 1000.62 N and Lotos oil versus angular velocities

Rys. 6. Zależność pomiędzy pomierzonymi wartościami RMS (wynikającymi z emisji akustycznej) a mocą starcia dla stałego obciążenia 1000,62 N w przypadku stosowania oleju Lotos przy zmiennych prędkościach czopa

COMPARISONS BETWEEN RMS-VALUES AND FRICTION POWERS FOR DIFFERENT BEARING LOADS AND ANGULAR VELOCITIES

In presented section the comparisons between RMS-Values and Friction Powers for different bearing loads and angular velocities are presented only for the basic oil and Lotos oil. Such dependences for basic oil and Lotos are shown in **Fig. 7**, **Fig. 8** and resp. **Fig. 9**.

Region A and B in **Fig. 9** denote unsteady generating processes described by small Sommerfeld numbers. This fact causes an increases of acoustic waves. Region C in **Fig. 9** denotes very small AE-RMS-Values caused by the small hydrodynamic load. Therefore we have small eccentricity ratio hence this fact leads to bearing instabilities. Due to the aforementioned we obtain a large gap height which decreases shear rates and therefore decreases small acoustic emission effects.

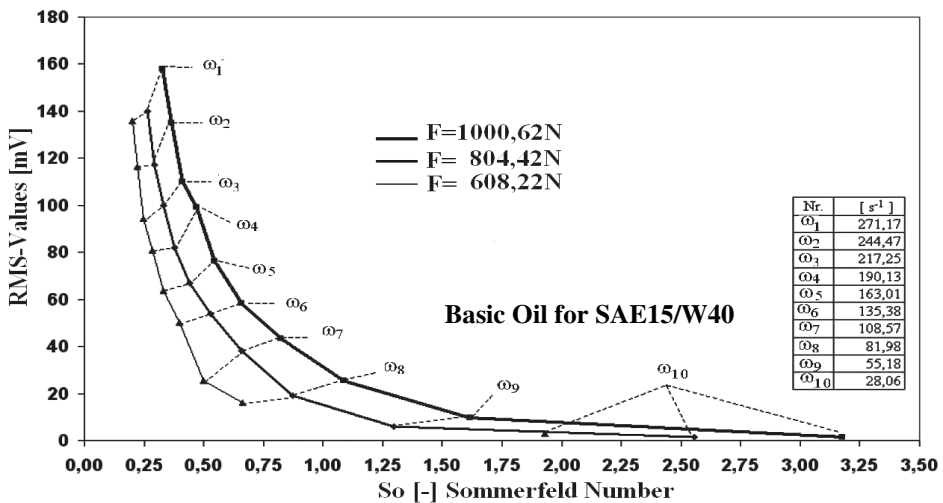


Fig. 7. Distributions of measured RMS-Values versus calculated Sommerfeld numbers accordingly to the results contained in Fig. 1, 2, 3 for basic oil for SAE 15/W40 and different loads and angular velocities

Rys. 7. Rozkłady pomierzonych wartości RMS jako funkcja obliczonych liczb Sommerfelda zgodnie z wynikami prezentowanymi na Rys. 1, 2, 3 dla oleju bazowego SAE 15/W40 przy zmieniających się obciążeniach łożyska oraz prędkościach kątowych wału

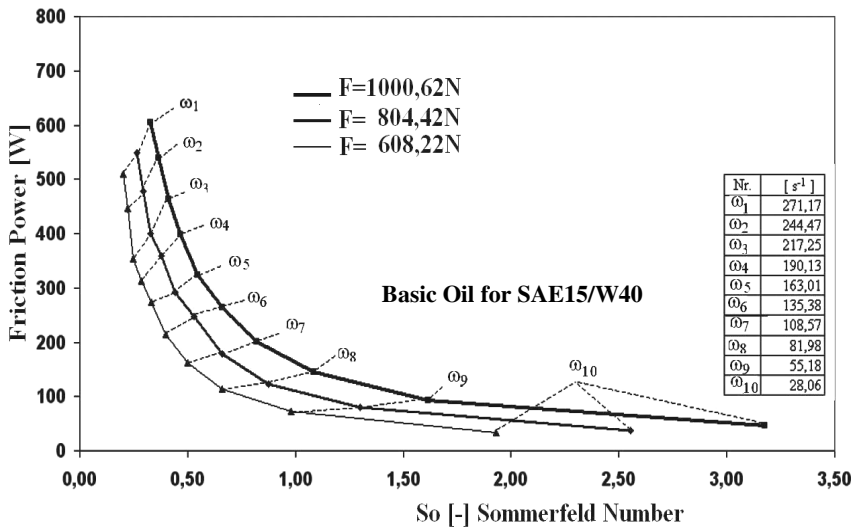


Fig. 8. Distributions of obtained values of Friction Power versus calculated Sommerfeld numbers accordingly to the results contained in Fig. 1, 2, 3 for basic oil SAE 15/W40 and different loads and angular velocities

Rys. 8. Rozkłady uzyskanych wartości mocy tarcia jako funkcja obliczonych liczb Sommerfelda zgodnie z wynikami prezentowanymi na Rys. 1, 2, 3 dla oleju bazowego SAE 15/W40 przy zmieniających się obciążeniach łożyska oraz prędkościach kątowych wału

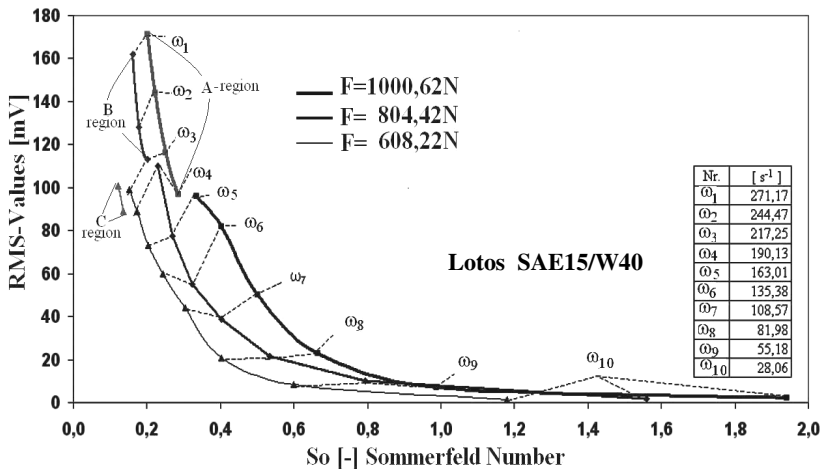


Fig. 9. Distributions of measured RMS-Values versus calculated Sommerfeld numbers accordingly to the results contained in Fig. 4, 5, 6 for Lotos oil and different loads and angular velocities

Rys. 9. Rozkłady pomierzonych wartości RMS jako funkcja obliczonych liczb Sommerfelda zgodnie z wynikami prezentowanymi na Rys. 4, 5, 6 dla oleju Lotos przy zmieniających się obciążeniach łożyska oraz prędkościach kątowych wału

CONCLUSIONS

- The experiments have shown, that the generated AE depends on then friction conditions within the hydrodynamic journal bearing. Besides that, the strength of the shear rate during all experiments has a great influence on the value of the generated AE.
- In the range of 0.25 to 1.00 of the calculated Sommerfeld number the friction power decreases faster than in the range above 1.00 to 2.00.
- If the bearing load increases during the experiments, the Friction Power will increase too.

REFERENCES

1. Czichos H., Habig K.-H.: Tribologie - Handbuch Reibung und Verschleiß. Vieweg & Sohn Verlag, Wiesbaden, 2003.
2. Dwyer-Joyce R. S., Harper P., Drinkwater B. W.: A Method for the Measurement of hydrodynamic Oil Films Using Ultrasonic Reflection. Springer Verlag, Tribology Letters, Vol. 17, No. 2, 2004, pp. 337–348.
3. Ma M.-T., Taylor C. M.: An experimental investigation of thermal effects in circular and elliptical plain journal bearing. Tribology International, Vol. 29, No.1, 1996, pp. 19–26.
4. Ziegler B., Wierzcholski K., Miszczak A.: Friction forces measurements for slide bearing test stand in Maritime University Gdynia using the acoustic emission method. Journal of Kones Powertrain and Transport, Warsaw 2008, Vol. 15, No. 2, pp. 571–578.

Recenzent:
Anna PIĄTKOWSKA

Streszczenie

Niniejsza praca przedstawia nowe rezultaty badań doświadczalnych autora, wykonanych na stanowisku badawczym w Akademii Morskiej w Gdyni a dotyczących identyfikacji sił tarcia występujących w tarciu płynnym łożyska ślizgowego metodą emisji akustycznej. Badania te polegają na doświadczalnym wyznaczeniu zależności pomiędzy siłami tarcia występującymi w poprzecznym łożysku ślizgowym podczas jego eksploatacji a prędkością kątową wału łożyskowego, obciążeniem łożyska, a także liczbami Sommerfelda. Takie pomiary zostały przeprowadzone przy wykorzystaniu emisji akustycznej dla oleju bazowego oraz dla oleju Lotos. Według informacji au-

torów niniejsze rezultaty badań uzyskane dla oleju bazowego oraz dla oleju Lotos są porównywalne z analogicznymi wynikami pomiarów uzyskanych i opublikowanych przez autorów rok temu przy użyciu oleju Castrol. Niniejsze rezultaty badań zostały również porównane z wynikami badań przeprowadzonymi przez autorów w Uniwersytecie Nauk Stosowanych w Giessen w Niemczech.