



# Komputerowo wspomagane wyznaczanie nośności opakowań z tektury falistej

## Cz. 2. Analiza wrażliwości w wybranych testach laboratoryjnych tektury falistej

### Computer aided estimation of corrugated board box compression strength

#### Part 2. The sensitivity analysis in selected laboratory tests of corrugated board

TOMASZ GARBOWSKI, LUCYNA GARBOWSKA

DOI: 10.15199/54.2018.8.1

*W procesie numerycznego (komputerowego) wyznaczania nośności opakowań z tektury falistej bardzo ważnym krokiem jest precyzyjne wyznaczenie parametrów materiałowych tektury. Ponieważ tektura falista jest materiałem charakteryzującym się dużą heterogenicznością, ortotropią oraz wyraźną zależnością od wilgotności i temperatury, określenie jej mechanicznych parametrów wymaga wykonania wielu testów laboratoryjnych. W zależności od wybranego modelu konstytutywnego, opisującego tekturę falistą, ilość parametrów niezbędnych do jej poprawnego określenia waha się od kilku do kilkudziesięciu. W niniejszej pracy wykorzystano analizę wrażliwości, pozwalającą ocenić jakościowo i ilościowo, które testy laboratoryjne mogą posłużyć do wyznaczenia podstawowych parametrów tektury falistej. Przedstawiono wyniki symulacji komputerowych, wykonanych z wykorzystaniem modeli analityczno-numerycznych następujących testów: BNT – sztywność w teście czteropunktowego zginania, ECT – test krawędziowego zginania, TST – test skręcania tektury oraz SST – test skręcania ze ścinaniem transwersalnym tektury. W pracy porównano i zestawiono wrażliwości wyników pomiarów wybranych testów laboratoryjnych na drobne zmiany podstawowych parametrów mechanicznych tektury oraz na zmiany wymiarów próbek. Przedstawione wyniki pozwalają jednoznacznie ocenić przydatność typowych oraz nowych lub zmodyfikowanych testów laboratoryjnych w procesie identyfikacji parametrów materiałowych tektury.*

*W kolejnej pracy autorzy przedstawiają metody identyfikacji parametrów materiałowych tektury falistej, opartych na wybranych testach laboratoryjnych, symulacjach komputerowych oraz analizach odwrotnych (ang. inverse analysis).*

**Słowa kluczowe:** tektura falista, analiza wrażliwości, parametry mechaniczne, testy laboratoryjne

*In the numerical (computer) process of determining the load-bearing capacity of corrugated board packaging, a very important step is the precise determination of the material parameters of the board. Because corrugated cardboard is a material characterized by high heterogeneity, orthotropy and a clear dependence on humidity and temperature, the determination of its mechanical parameters requires many laboratory tests. Depending on the chosen constitutive model describing the corrugated cardboard, the number of parameters necessary for its correct description varies from several to a few dozen. In this work, a sensitivity analysis was used to assess qualitatively and quantitatively which laboratory tests can be used to determine the basic parameters of corrugated board. The results of computer simulations made with the use of analytical and numerical models of the following tests are presented: BNT – stiffness in the four-point bending test, ECT – edge crush test, TST – cardboard twisting test and SST – cross-cutting corrugation test. The work compares the sensitivity of measurements of selected tests to minor perturbations of the basic mechanical parameters of cardboard. The presented results allow to unambiguously assess the usefulness of typical and new laboratory tests in the process of identification of cardboard material parameters. In the next paper, the authors will present a method to identify material parameters of corrugated board, based on selected laboratory tests, computer simulations and inverse analysis.*

**Keywords:** corrugated board, sensitivity analysis, mechanical properties, laboratory tests

Dr inż. **T. Garbowski** (tomasz.garbowski@put.poznan.pl), Politechnika Poznańska, Centrum Mechatroniki, Biomechaniki i Nanoinżynierii, ul. Piotrowo 5, 60-965 Poznań;  
mgr **L. Garbowska** (lucyna.garbowska@femat.biz), FEMat Sp. z o.o., ul. Romana Maya 1, 61-371 Poznań