NUMERICAL ANALYSIS OF A SANDWICH PANEL SUBJECTED TO MULTIPLE STATIC CONCENTRATED LOADS

Łukasz Janik[1], Zbigniew Pozorski[1]

[1]Poznan University of Technology, Institute of Structural Engineering, Poznań, Poland

OUTLINE

Introduction
Description of the problem
Work goal
Description of the models
Results
Conclusions

Ministerstwo Nauki i Szkolnictwa Wyższego

Organizacja IX Konferencji Modelowanie Matematyczne w Fizyce i Technice (MMFT 2017)
- zadanie finansowane w ramach umowy 829/P-DUN/2017 ze środków Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego przeznaczonych na działalność upowszechniającą naukę.

INTRODUCTION

Why sandwich panels?

- High load capacity at low weight
- Excellent thermal insulation
- Mass production character
- High installation speed

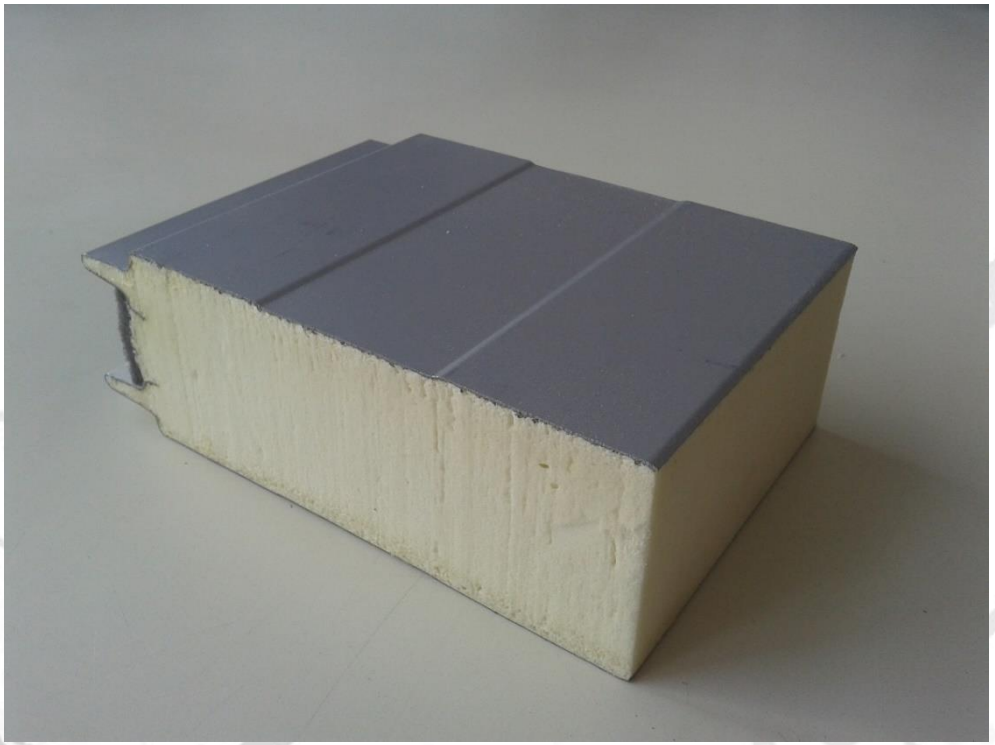

Fig.1. Sandwich panel

Ministerstwo Nauki i Szkolnictwa Wyższego

Organizacja IX Konferencji Modelowanie Matematyczne w Fizyce i Technice (MMFT 2017)
- zadanie finansowane w ramach umowy 829/P-DUN/2017 ze środków Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego przeznaczonych na działalność upowszechniającą naukę.

It is a well-know fact that solar collectors, photovoltanic panels and work platforms are installed directly to sandwich panels, causing multiple static concentrated loads.

Therefore, there is a need to determine forces, stresses and displacements from these actions.

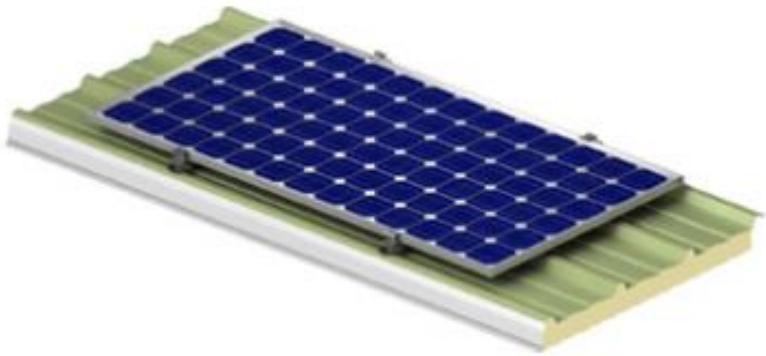

Fig.2. Solar collector at sandwich panel

Ministerstwo Nauki i Szkolnictwa Wyższego

Organizacja IX Konferencji Modelowanie Matematyczne w Fizyce i Technice (MMFT 2017)
- zadanie finansowane w ramach umowy 829/P-DUN/2017 ze środków Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego przeznaczonych na działalność upowszechniającą naukę.

DESCRIPTION OF THE PROBLEM

- We consider the simplest scheme of a single-span simply-supported sandwich panel
- Parameters of the panel:

  Dimensions:

  L = 4 m, B = 1 m, D = 120 mm

  Facings:

  t =0.5 mm, E_F = 205 GPa, ν_F = 0.3

  Core:

  d_C = 119 mm, E_C = 8.16 MPa, ν_C = 0.02
- Concentrated loads: F_1 = 1 kN, F_2 = 1 kN

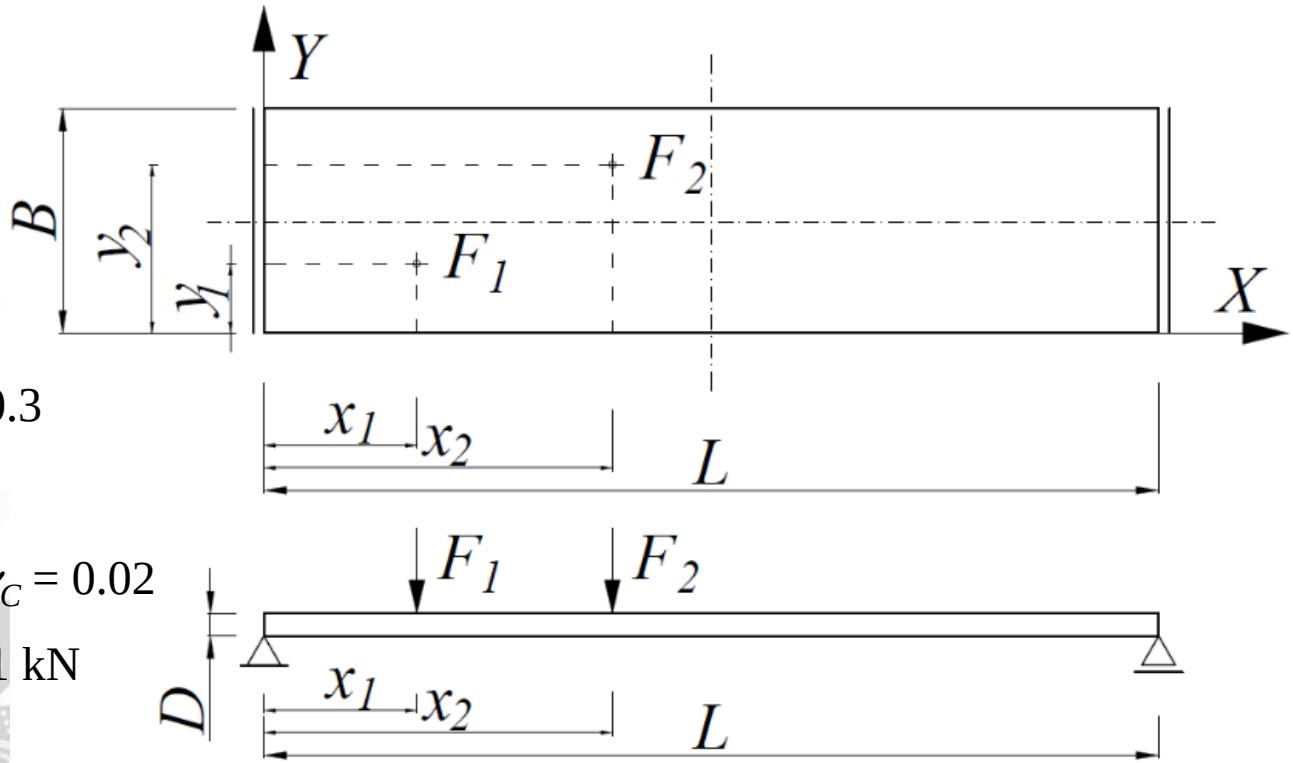

Fig.3. Geometry of the sandwich panel

Ministerstwo Nauki i Szkolnictwa Wyższego
Organizacja IX Konferencji Modelowanie Matematyczne w Fizyce i Technice (MMFT 2017)
- zadanie finansowane w ramach umowy 829/P-DUN/2017 ze środków Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego przeznaczonych na działalność upowszechniającą naukę.

WORK GOAL

It is known in the literature that the method of analyzing plate system is to bring them into a one dimensional model - beam of the so-called effective width.

In this work an analysis of a sandwich panel subjected to multiple static concentrated load was conducted to:

- check if it is possible to use effective width metod and superposition of the results.
- estimate how big is overestimation in effective width method.

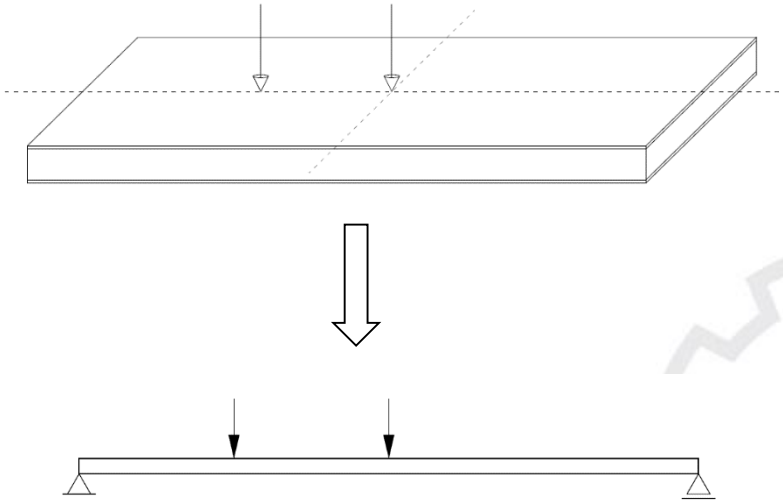

Fig.4. Scheme, plate system changing into a beam model

Ministerstwo Nauki i Szkolnictwa Wyższego

Organizacja IX Konferencji Modelowanie Matematyczne w Fizyce i Technice (MMFT 2017)
- zadanie finansowane w ramach umowy 829/P-DUN/2017 ze środków Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego przeznaczonych na działalność upowszechniającą naukę.

DESCRIPTION OF THE MODELS

Plate model

- Numerical model was created as a 2D composite shell (three-layered shell), was discretized using four-node, conventional shell elements S4R, the mesh size was constant and equal to 0.10 m.
- The loads Load F_1 = 1 kN, F_2 = 1 kN were applied to single nodes

Beam model

- This approach was presented by the European Convention for Constructional Steelwork. The main aim of using this approach is to reduce the plate model to the beam model by introducing the effective width method.
- Example equation for effective width

$$b_w = b_e + 2x\left(1 - \frac{x}{L}\right)$$

Ministerstwo Nauki i Szkolnictwa Wyższego
Organizacja IX Konferencji Modelowanie Matematyczne w Fizyce i Technice (MMFT 2017)
- zadanie finansowane w ramach umowy 829/P-DUN/2017 ze środków Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego przeznaczonych na działalność upowszechniającą naukę.

RESULTS

Case 1: Force F_1 next to Force F_2 in the middle of the spam

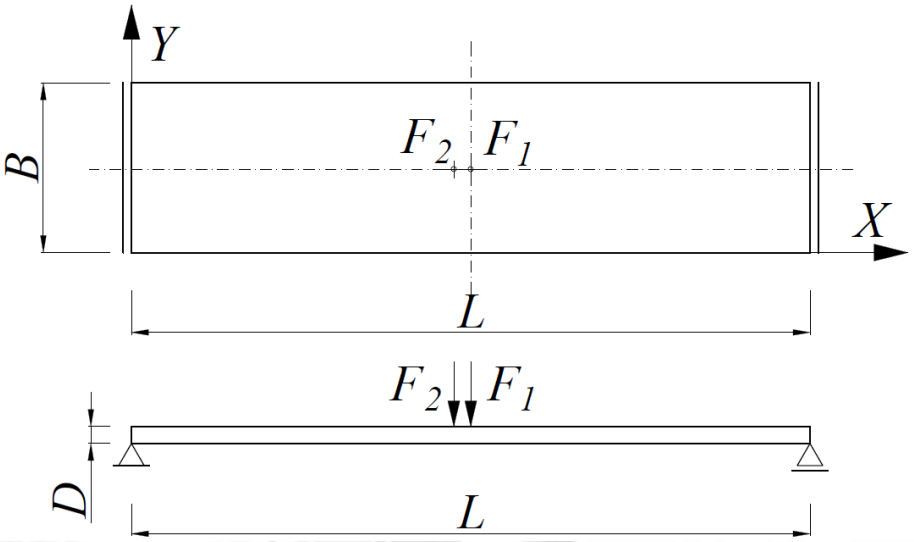

Fig.4. Localization of the forces for case 1

Maximum normal stress σ_{xx} in x direction in the lower facing of sandwich panel for:

a) numerical model

σ_{xx} = 33.85 MPa,

b) effective width method

σ_{xx} = 32.63 MPa.

Ministerstwo Nauki i Szkolnictwa Wyższego

Organizacja IX Konferencji Modelowanie Matematyczne w Fizyce i Technice (MMFT 2017)
- zadanie finansowane w ramach umowy 829/P-DUN/2017 ze środków Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego przeznaczonych na działalność upowszechniającą naukę.

Case 2: Force F_1 in a single distance from Force F_2 in the middle of the spam

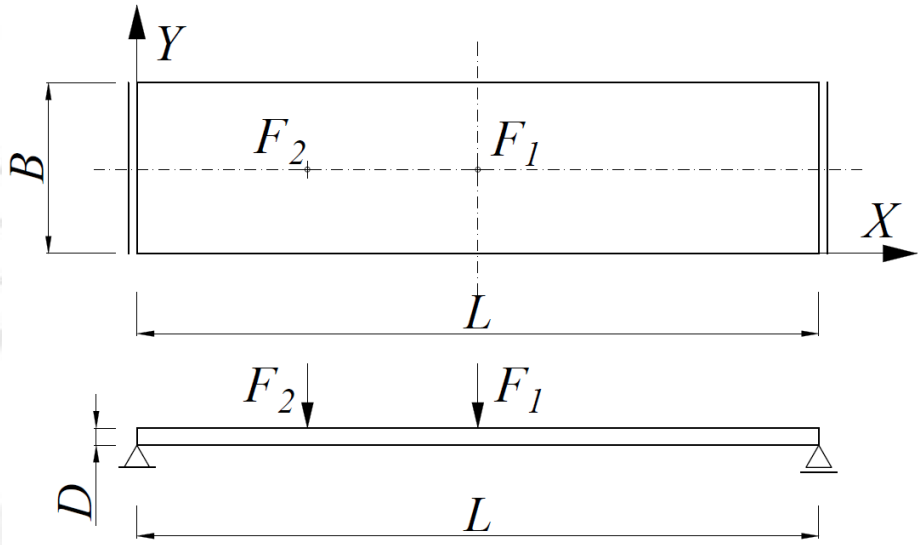

Fig.4. Localization of the forces for case 2

Maximum normal stress σ_{xx} in x direction in the lower facing of sandwich panel for:

a) numerical model

σ_{xx} = 25.66 MPa,

b) effective width method

σ_{xx} = 25.09 MPa.

Ministerstwo Nauki i Szkolnictwa Wyższego

Organizacja IX Konferencji Modelowanie Matematyczne w Fizyce i Technice (MMFT 2017)
- zadanie finansowane w ramach umowy 829/P-DUN/2017 ze środków Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego przeznaczonych na działalność upowszechniającą naukę.

Case 3: Force F_1 and force F_2 at the opposite side at non supported edge of the sandwich panel.

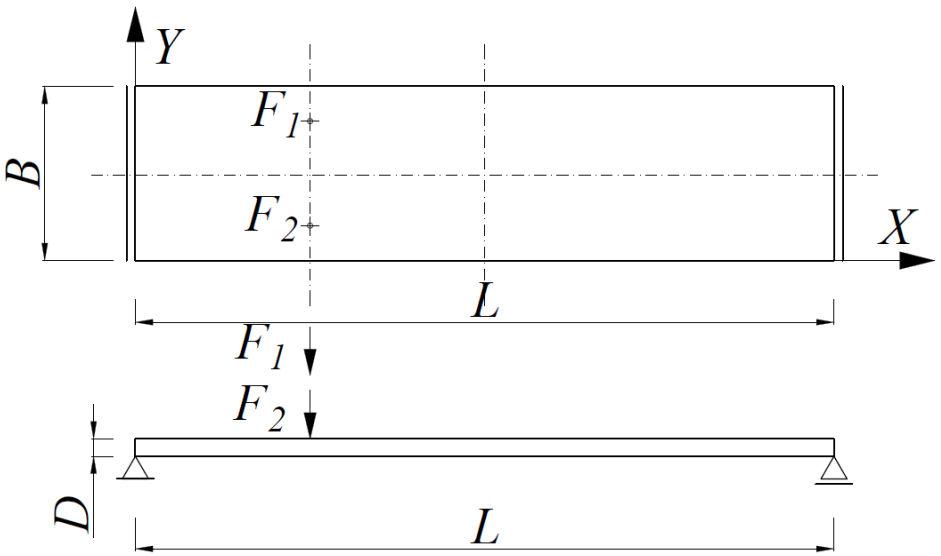

Fig.4. Localization of the forces for case 3

Maximum normal stress σ_{xx} in x direction in the lower facing of sandwich panel for:

a) numerical model

σ_{xx} = 24.36 MPa,

b) effective width method

σ_{xx} = 29.53 MPa.

Ministerstwo Nauki i Szkolnictwa Wyższego

Organizacja IX Konferencji Modelowanie Matematyczne w Fizyce i Technice (MMFT 2017)
- zadanie finansowane w ramach umowy 829/P-DUN/2017 ze środków Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego przeznaczonych na działalność upowszechniającą naukę.

Case 4: Force F_1 and Force F_2 far from each other

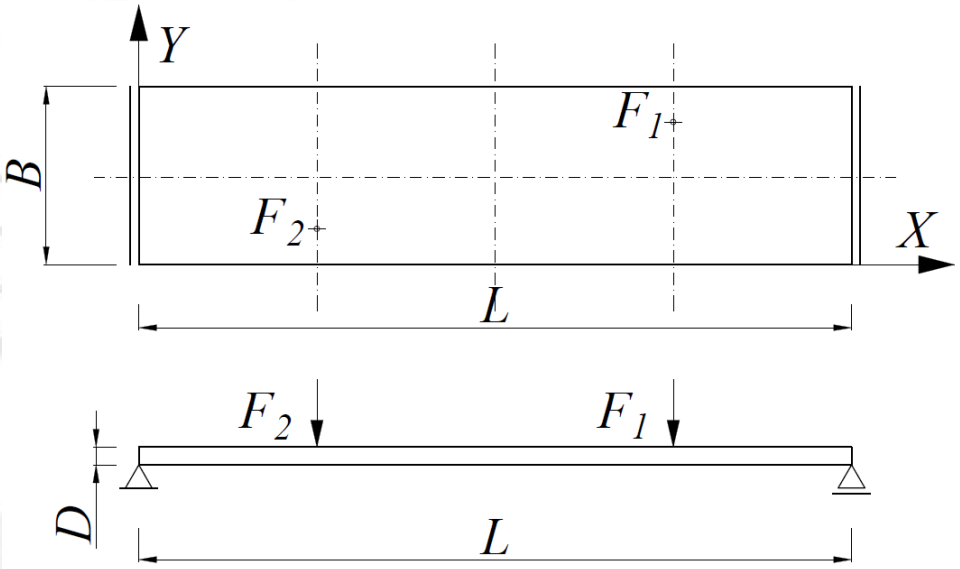

Fig.4. Localization of the forces for case 4

Maximum normal stress σ_{xx} in x direction in the lower facing of sandwich panel for:

a) numerical model

σ_{xx} = 19.31 MPa,

b) effective width method

σ_{xx} = 17.25 MPa.

Ministerstwo Nauki i Szkolnictwa Wyższego

Organizacja IX Konferencji Modelowanie Matematyczne w Fizyce i Technice (MMFT 2017)
- zadanie finansowane w ramach umowy 829/P-DUN/2017 ze środków Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego przeznaczonych na działalność upowszechniającą naukę.

CONCLUSIONS

- An analysis of the sandwich panel subjected to multiple concentrated static loads was presented.
- Two models (analytical beam model with the effective width, 2D numerical shell model) were considered.
- For the forces located in the middle of the spam the engineering method based on the so-called effective width was consisted with numerical solutions.
- The worst match was obtained for the forces at the opposite side at non supported edge of the sandwich panel.
- The obtained local stress level should be verified experimentally.
- It is necessary to further analyze the problem taking into account changes in design parameters.

Ministerstwo Nauki i Szkolnictwa Wyższego

Organizacja IX Konferencji Modelowanie Matematyczne w Fizyce i Technice (MMFT 2017)
- zadanie finansowane w ramach umowy 829/P-DUN/2017 ze środków Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego przeznaczonych na działalność upowszechniającą naukę.