

FIBROBETON NA BAZIE KRUSZYWA ODPADOWEGO Z CERAMIKI CZERWONEJ JAKO ROZWIĄZANIE DLA WYBRANYCH RODZAJÓW DRÓG

dr hab. inż. Jacek Katzer
Centrum Inżynierii Lądowej
Wydział Geoinżynierii
Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie

GRUZ „ZWYKŁY”



CZYSTA CERAMIKA ODPADOWA





0-0.125 0.125-0.25 0.25-0.5 0.5-1 1-2 2-4 4-8 8-16

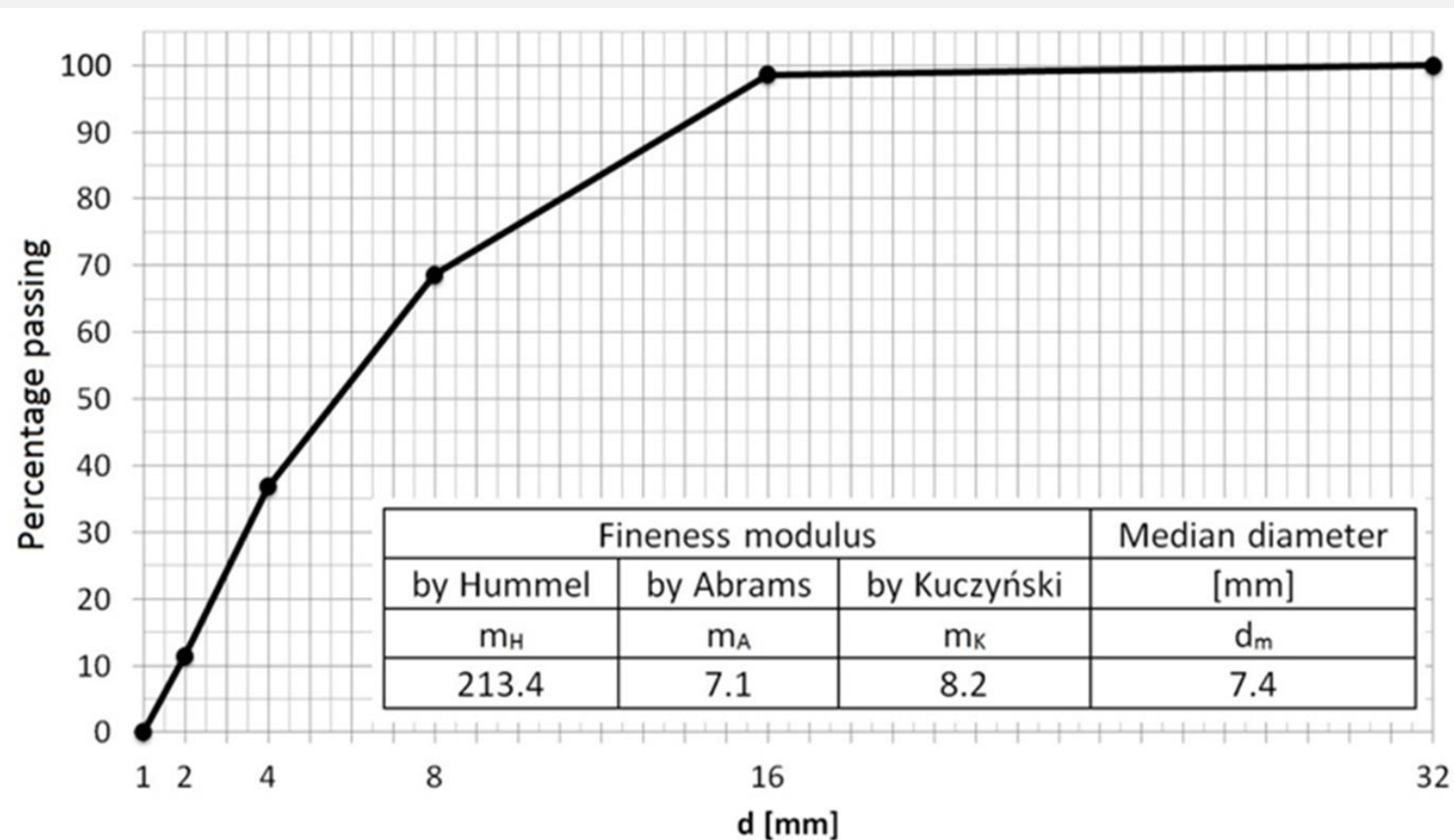


0-0.125 0.125-0.25 0.25-0.5 0.5-1



1-2 2-4 4-8 8-16

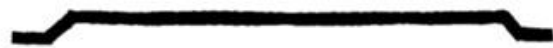
UZIARNIENIE



WŁAŚCIWOŚCI GRUBYCH FRAKCJI

- Gęstość - 1800 kg/m^3
- Gęstość nasypowa w stanie luźnym - 948 kg/m^3
- Gęstość nasypowa w stanie zagęszczonym - 1170 kg/m^3
- Nasiąkliwość wagowa - 22%

WŁÓKNA STALOWE



Hooked



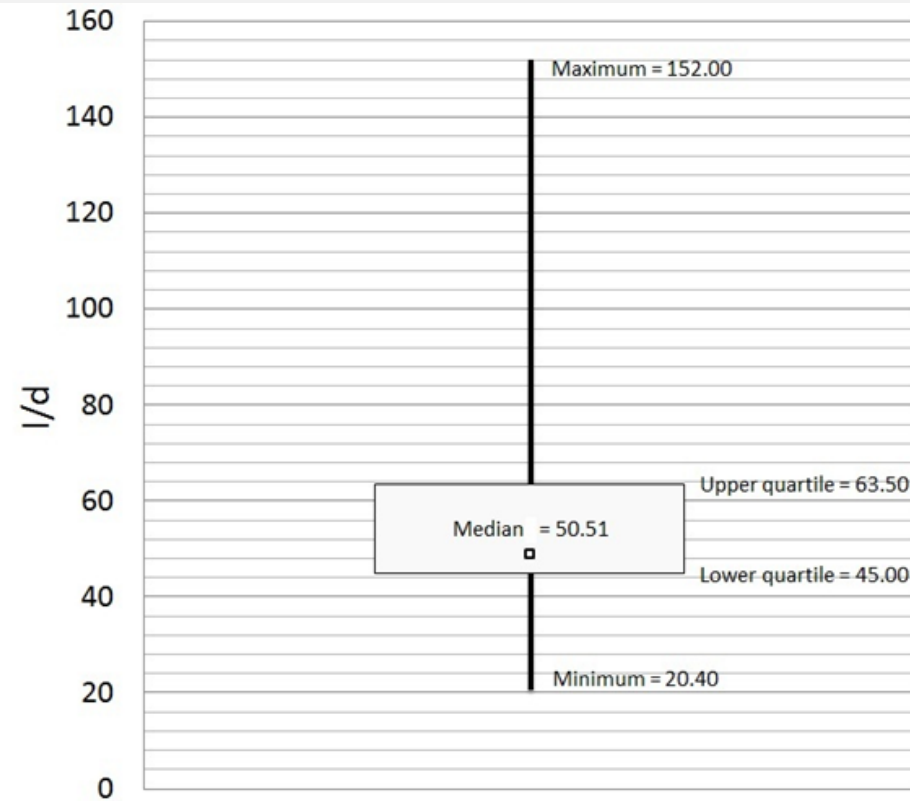
Crimped



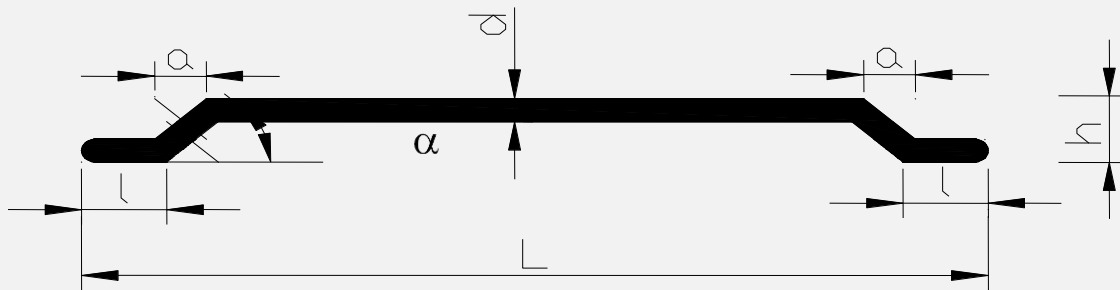
Deformed end (usually coned)



Deformed wire (usually flattened)



ZASTOSOWANE WŁÓKNA



	Fibre 1	Fibre 2	Fibre 3
L [mm]	60	50	50
d [mm]	0,75	0,80	1,00
L/d	80,0	62,5	50,0
Producent	D	D	E
Kodowanie	D/0,75	D/0,80	E/1,00

SKŁAD MIESZANKI

- CEM I 42.5 307kg/m³
- Woda wodociągowa 92kg/m³
- Superplastyfikator FM – dozowanie 1% 3.1kg/m³
- Piasek płukany polodowcowy 652kg/m³
- Kruszywo z ceramiki czerwonej 830kg/m³

SKŁAD MIESZANKI

- CEM I 42.5 307kg/m³
- Woda wodociągowa 92kg/m³
- Superplastyfikator FM – dozowanie 1% 3.1kg/m³
- Piasek płukany polodowcowy 652kg/m³
- Kruszywo z ceramiki czerwonej 830kg/m³

PEŁNE NASYCENIE WODĄ



ZAWARTOŚĆ KRUSZYWA ODPADOWEGO



50%

PRODUKCJA W WARUNKACH PRZEMYSŁOWYCH

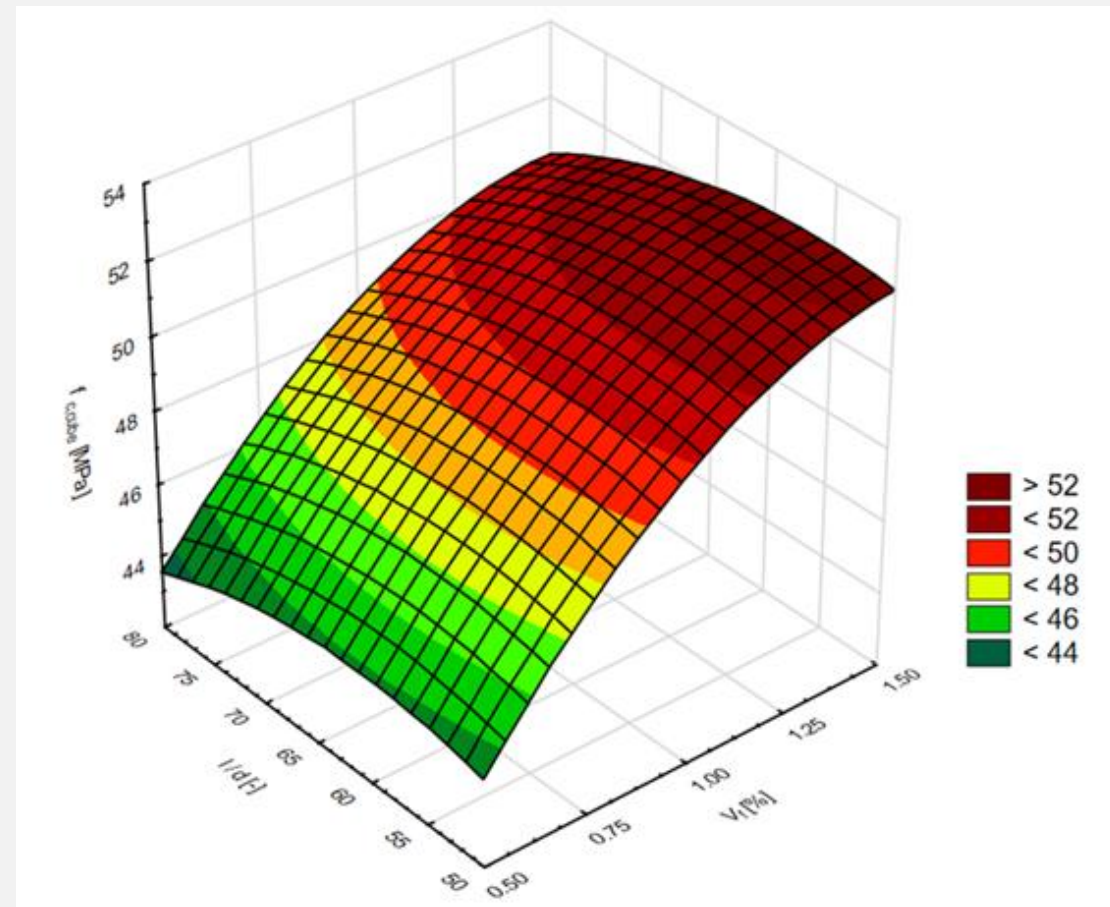


KONSYSTENCJA



- Metoda stopnia zagęszczenia
- EN 206:2013
- Wszystkie mieszanki - Klasa C2

WYTRZYMAŁOŚĆ NA ŚCISKANIE



Matryca - 39.1 MPa

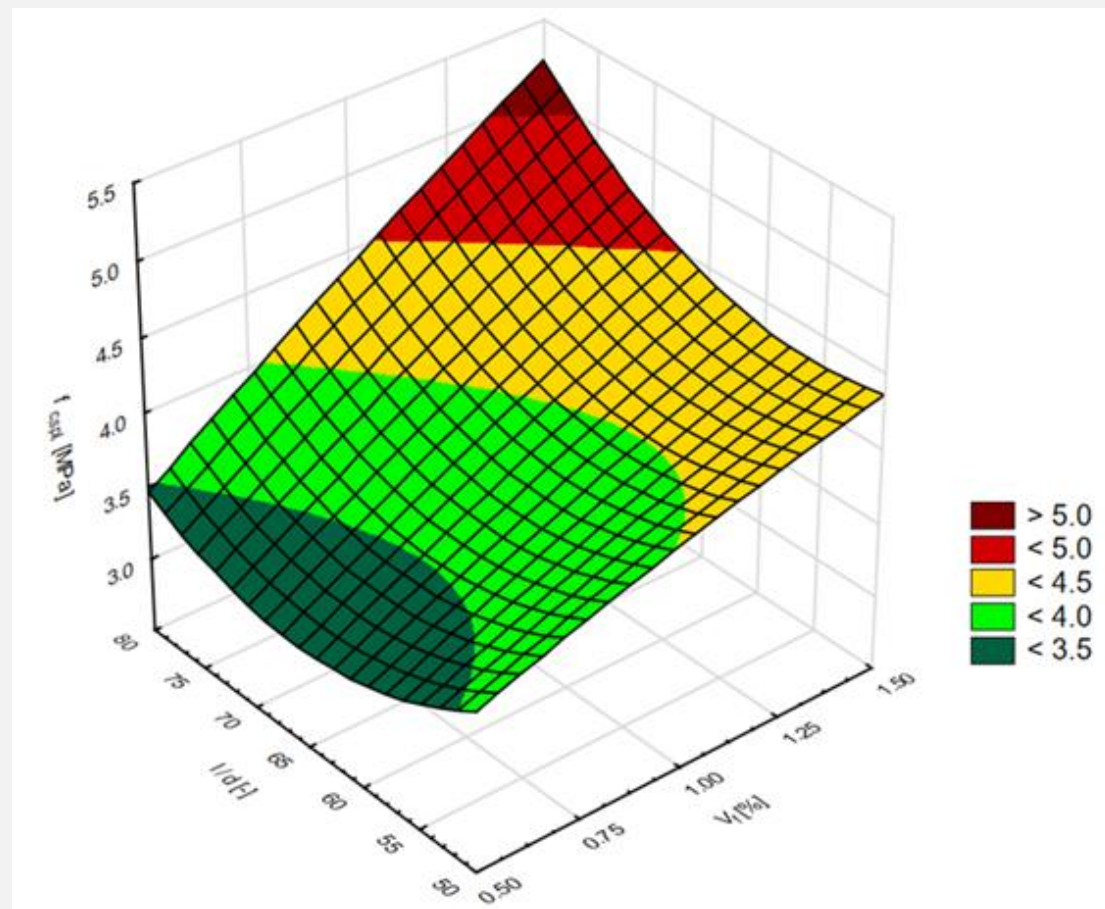
MODUŁ SPRĘŻYSTOŚCI



$$E = 23,5 \text{ GPa} \pm 1,0 \text{ GPa}$$

Matryca - 22,0 GPa

WYTRZYMAŁOŚĆ NA ROZCIĄGANIE PRZY ROZŁUPYWANIU



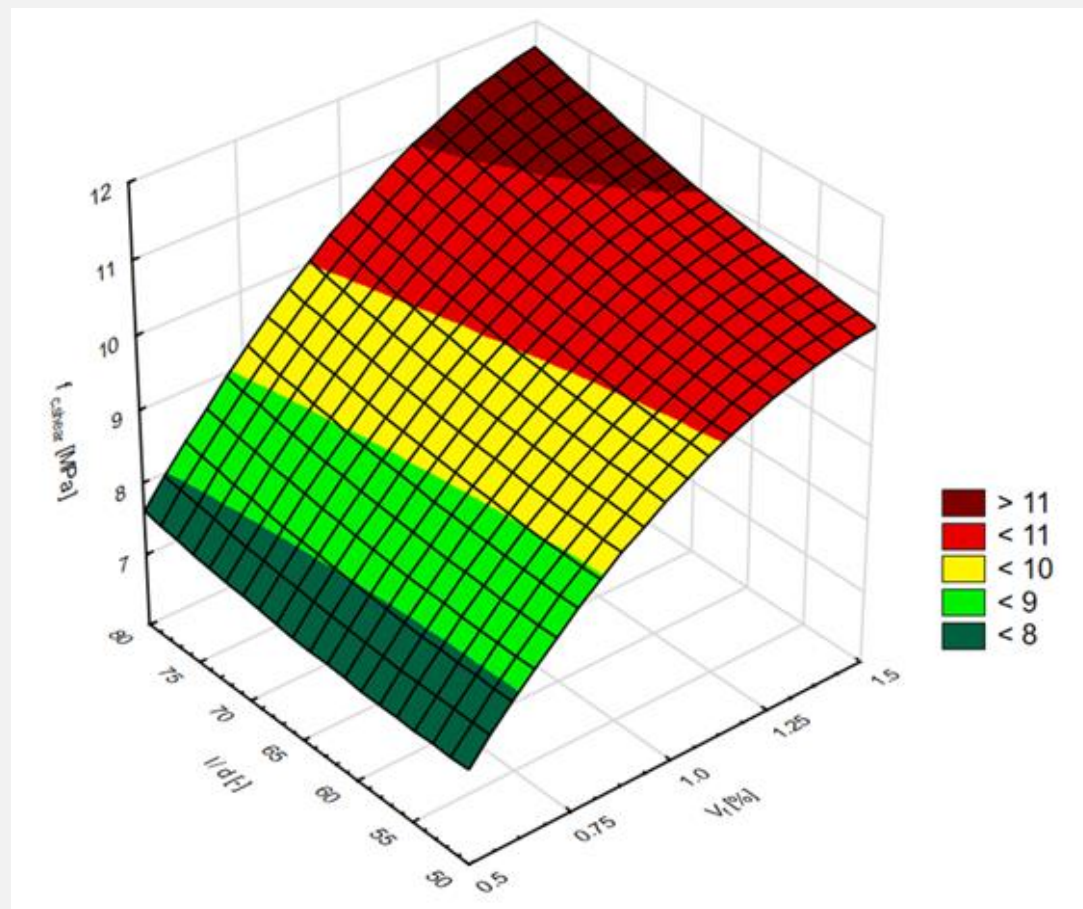
Matryca - 3.1 MPa

WYTRZYMAŁOŚĆ NA ŚCINANIE



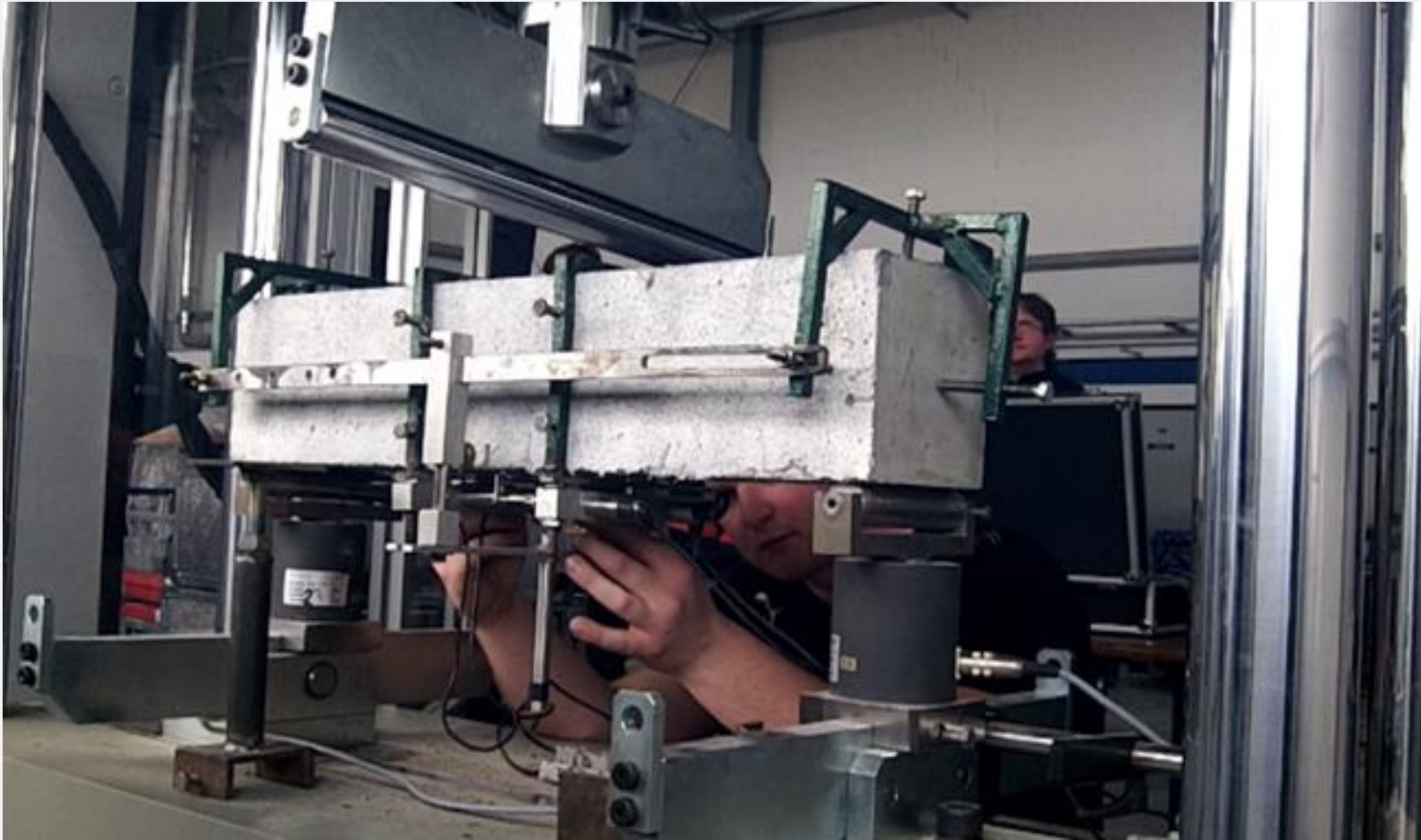
Metoda japońska: JCI-SF6

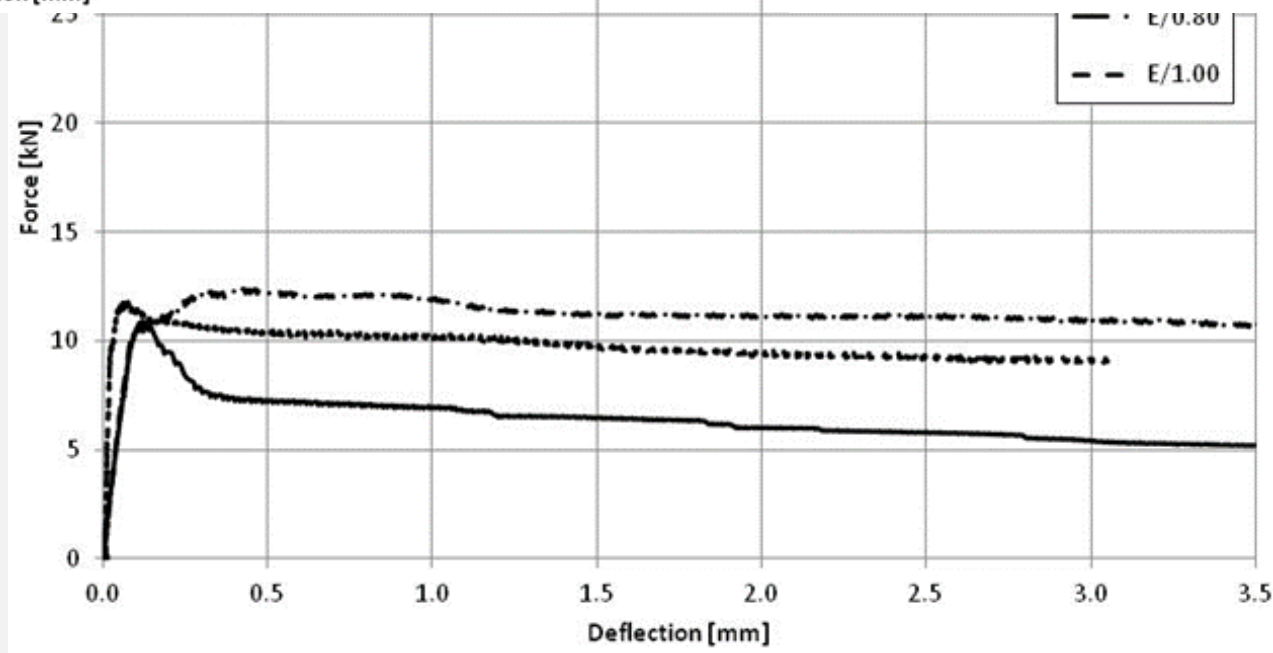
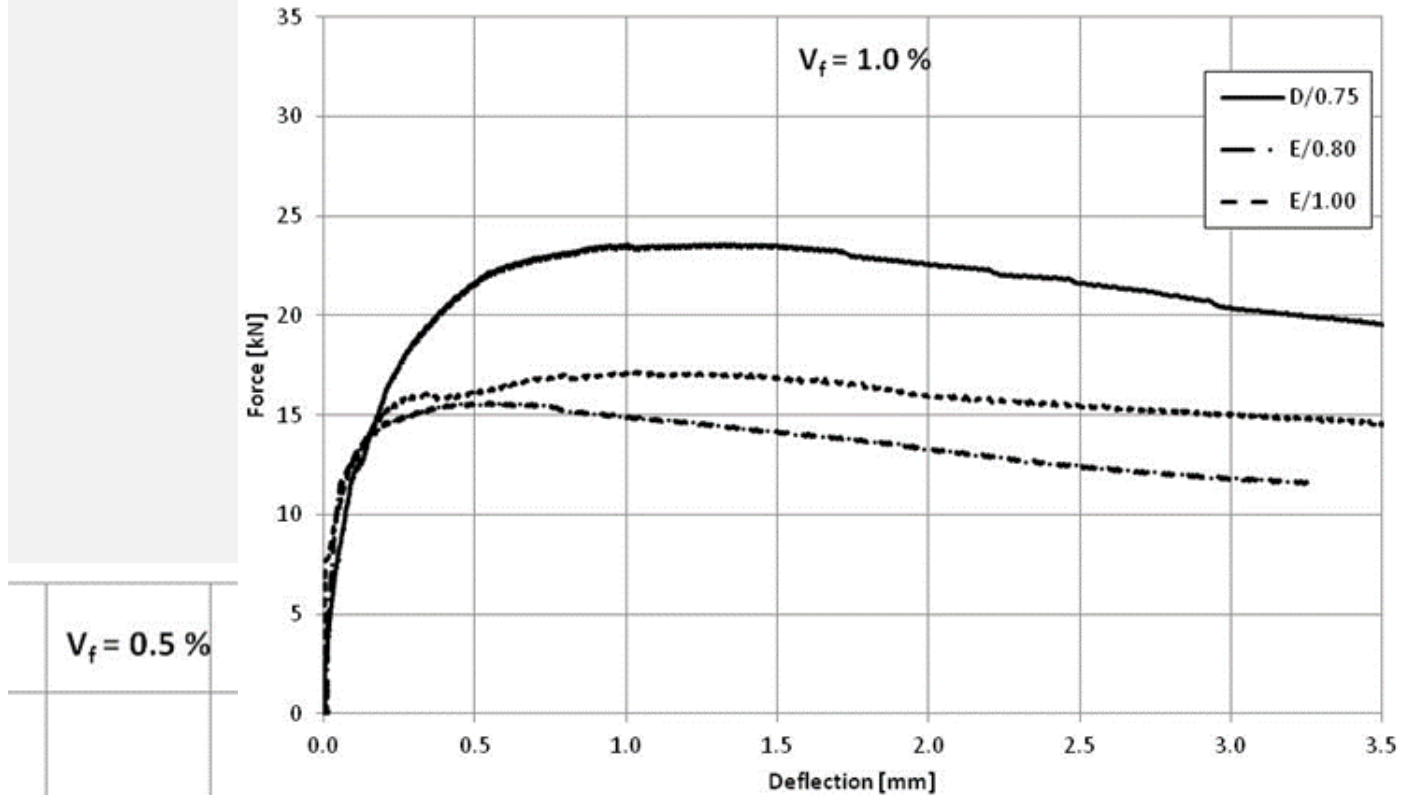
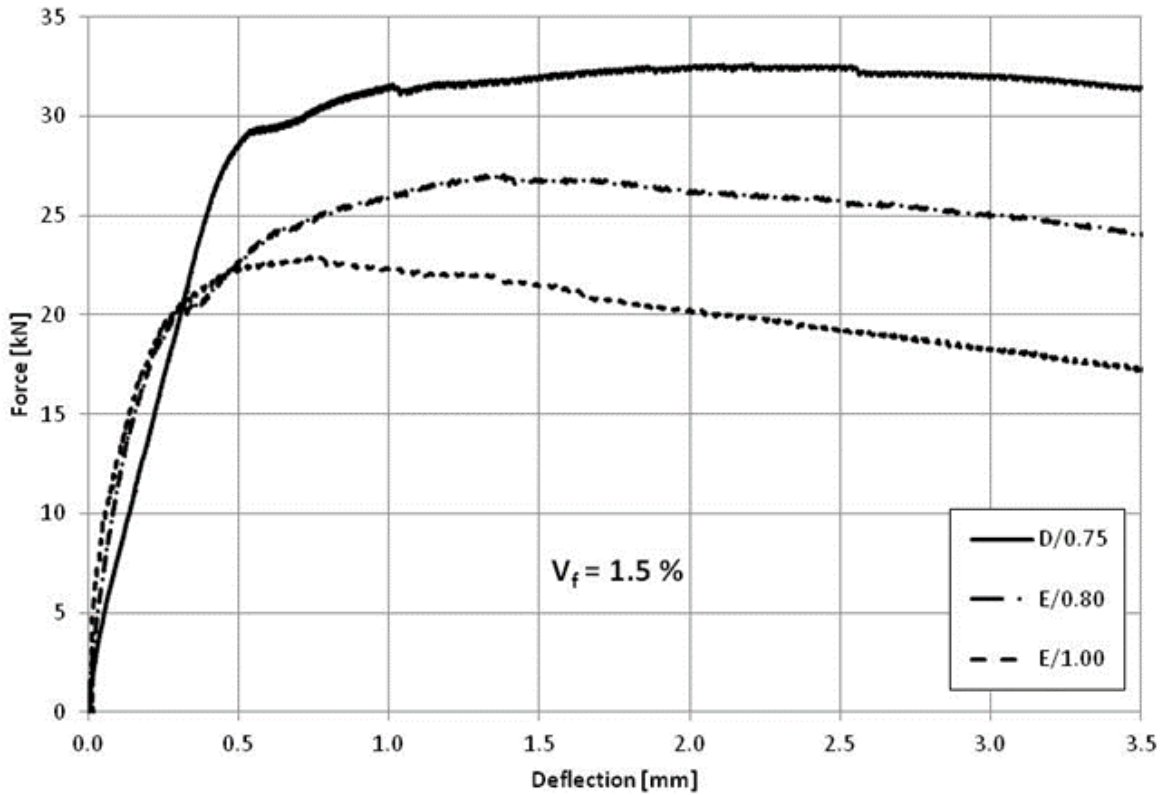
WYTRZYMAŁOŚĆ NA ŚCINANIE

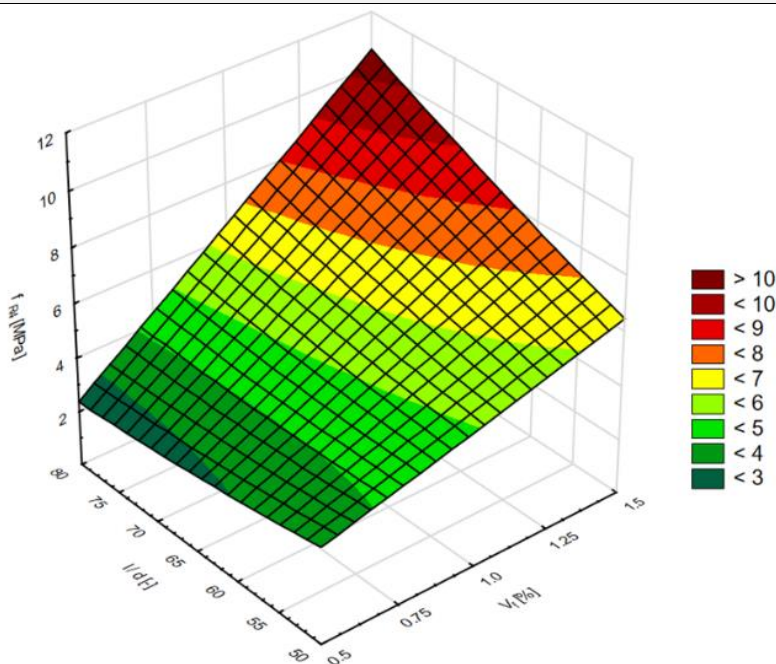
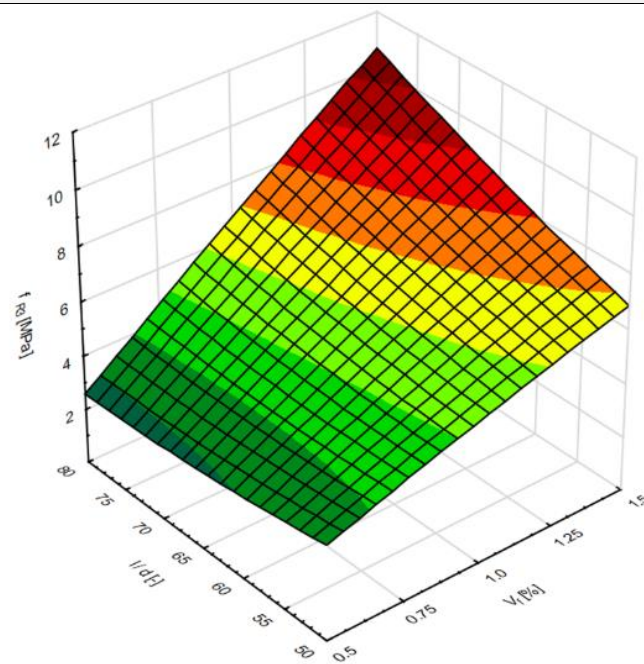
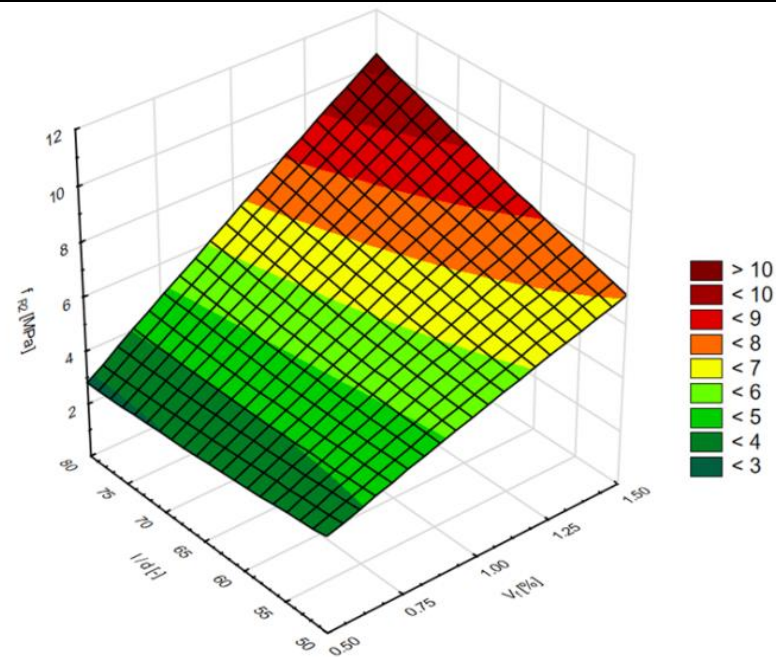
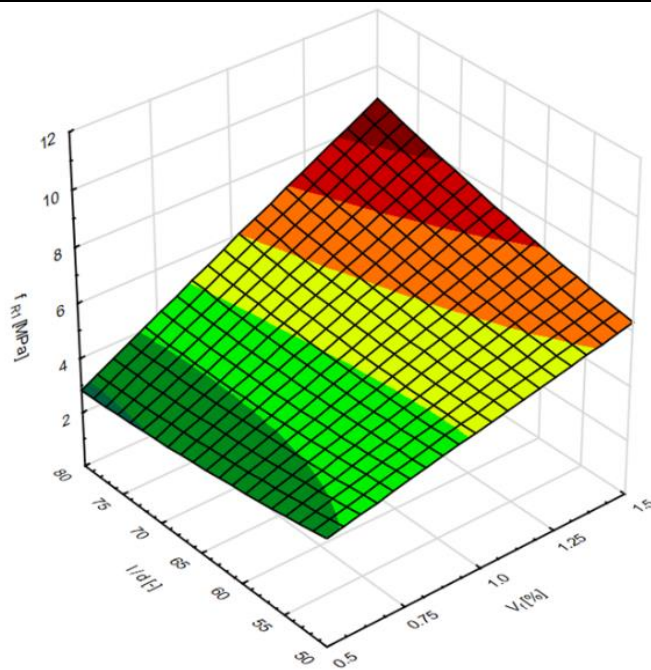


Matryca - 7.2 MPa

BADANIE „LOP” FIBROBETONU

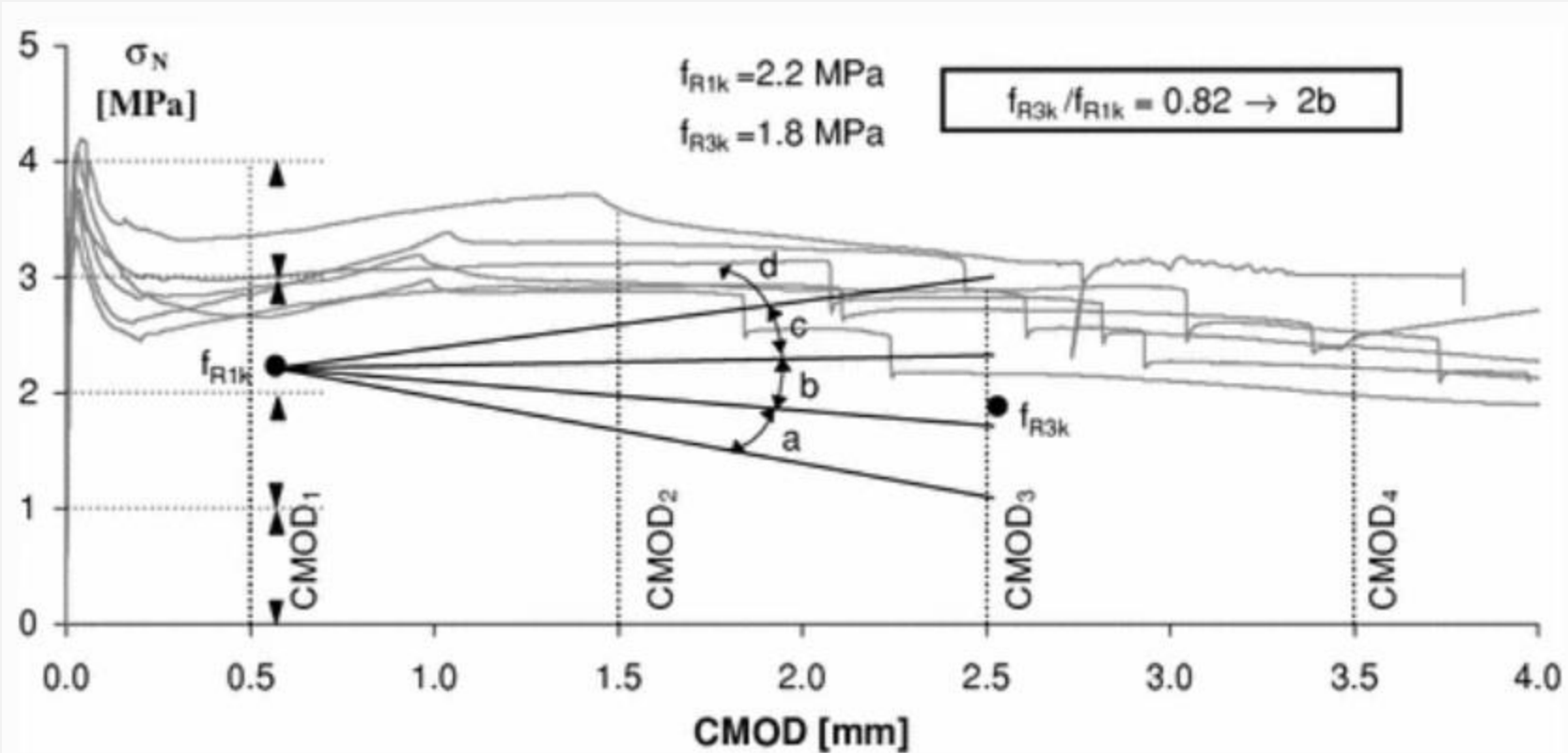






Wytrzymałości rezydualne
 $f_{R1}, f_{R2}, f_{R3}, f_{R4}$
 (CMOD = 0,5; 1,5; 2,5; 3,5)

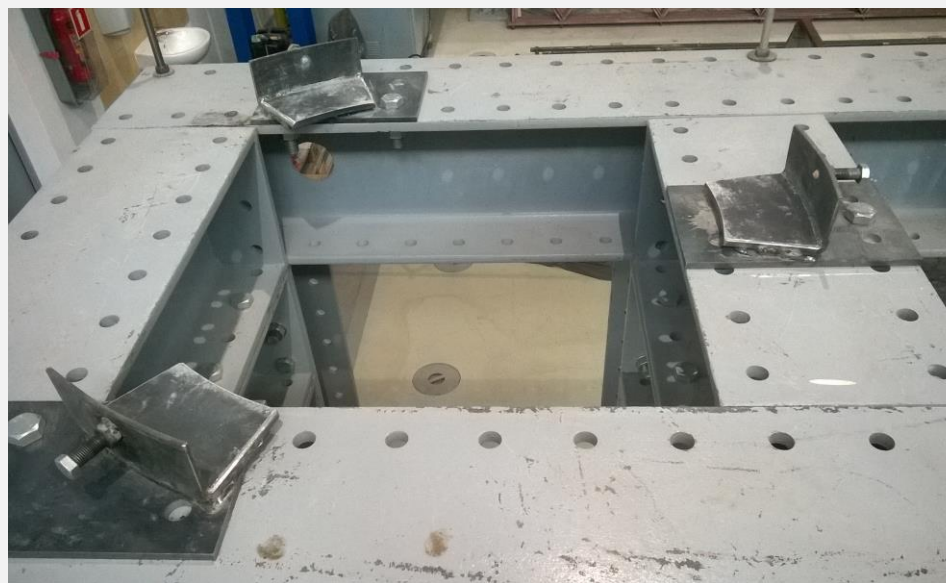
KLASA WYTRZYMAŁOŚCIOWA *FIB*



„fib Bulletin 55”, Model Code 2010
 $f_{RI} / f_{LOP} > 0.4$ $f_{R3} / f_{RI} > 0.5$

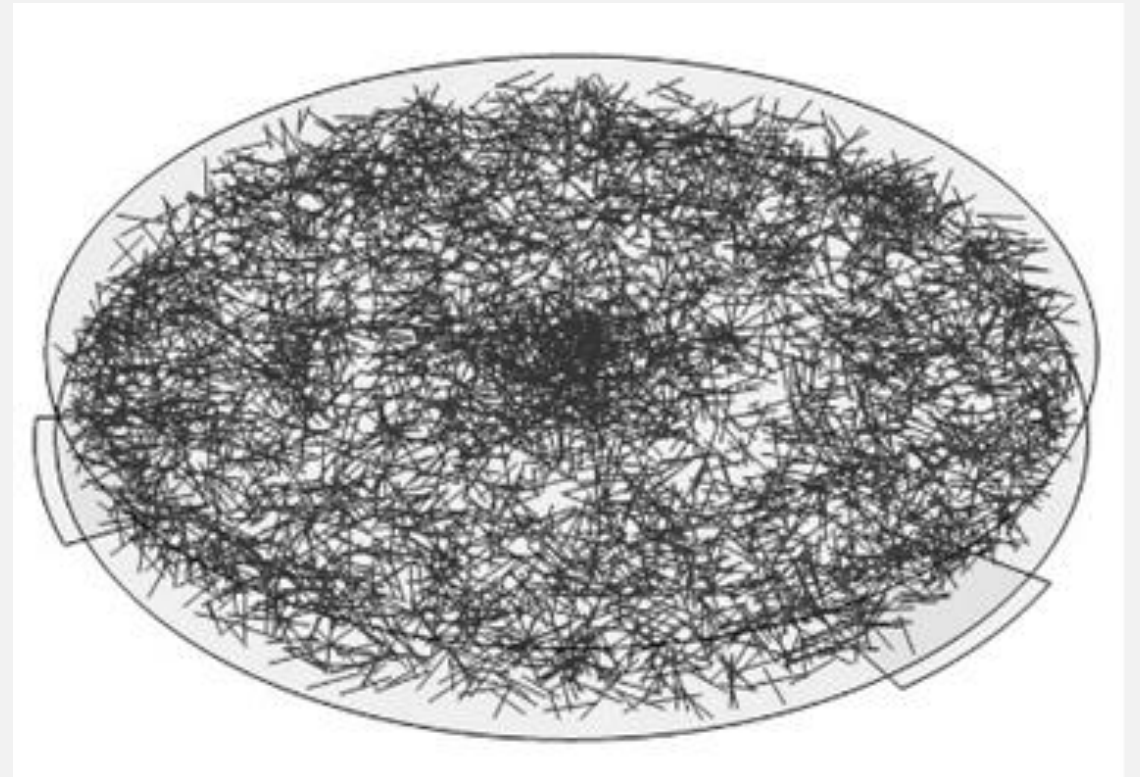
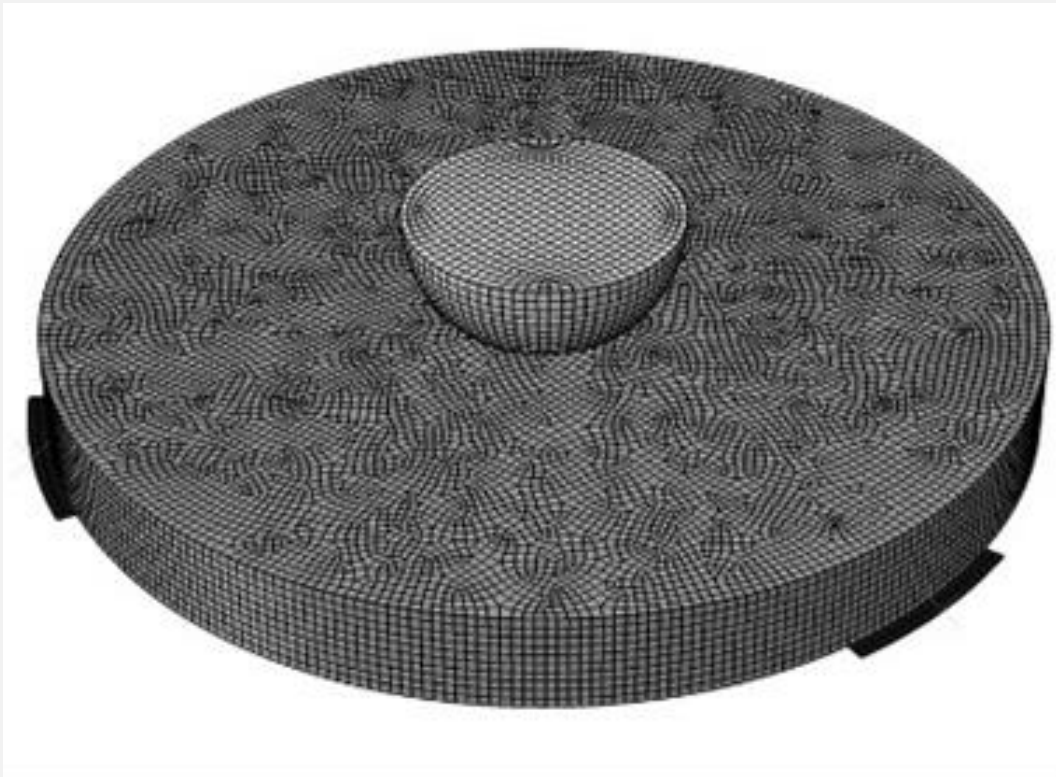
KLASA WYTRZYMAŁOŚCIOWA *FIB*

V_f [%]	l/d [-]	Klasa wytrzymałościowa
0.5	80.0	2.5b
1.0	80.0	5.0d
1.5	80.0	8.0d
0.5	62.5	3.0c
1.0	62.5	5.0c
1.5	62.5	7.0d
0.5	50.0	3.0b
1.0	50.0	5.0c
1.5	50.0	6.0c



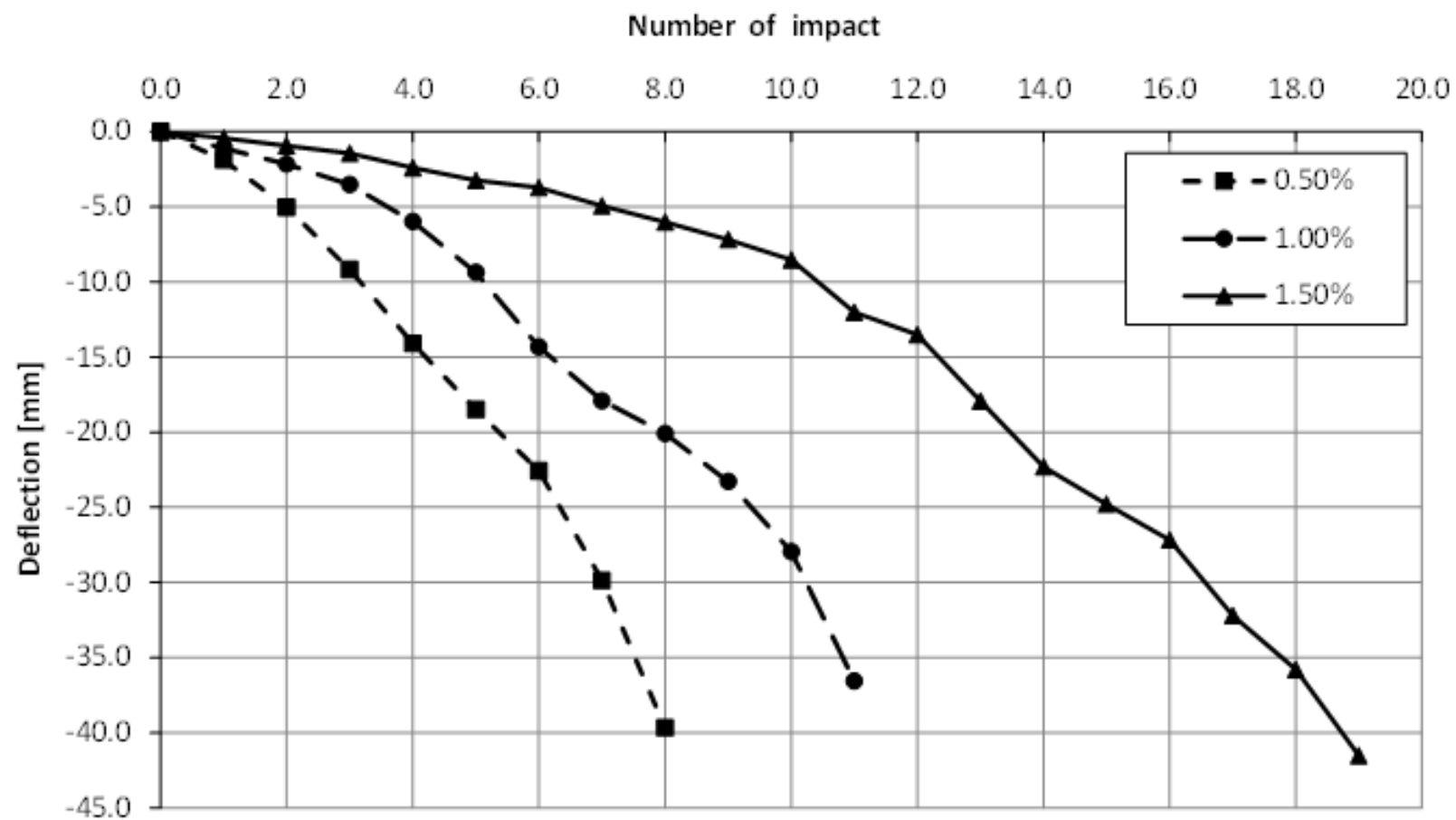
Badania dynamiczne
„impact test”

MODELOWANIE



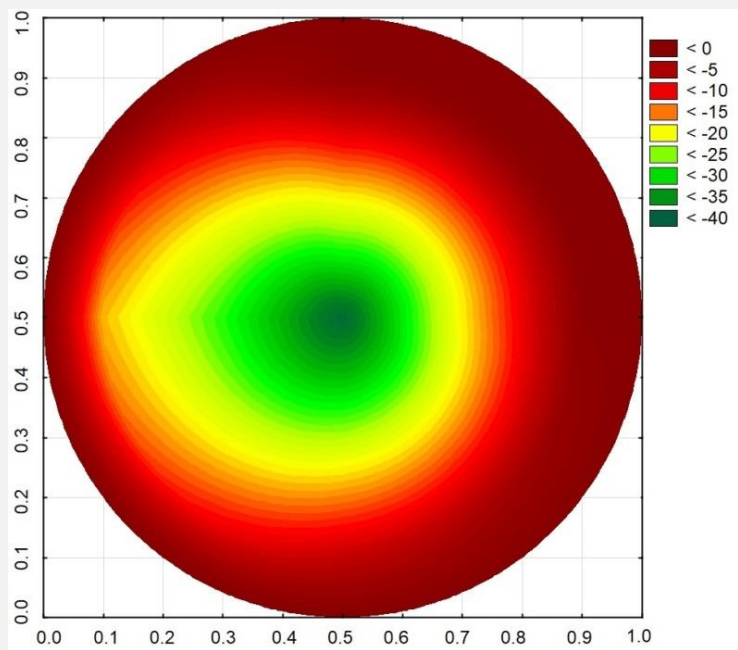
ABAQUS/Explicit (SIMULIA)

UGIĘCIE PŁYTY PODCZAS „IMPACT TEST”

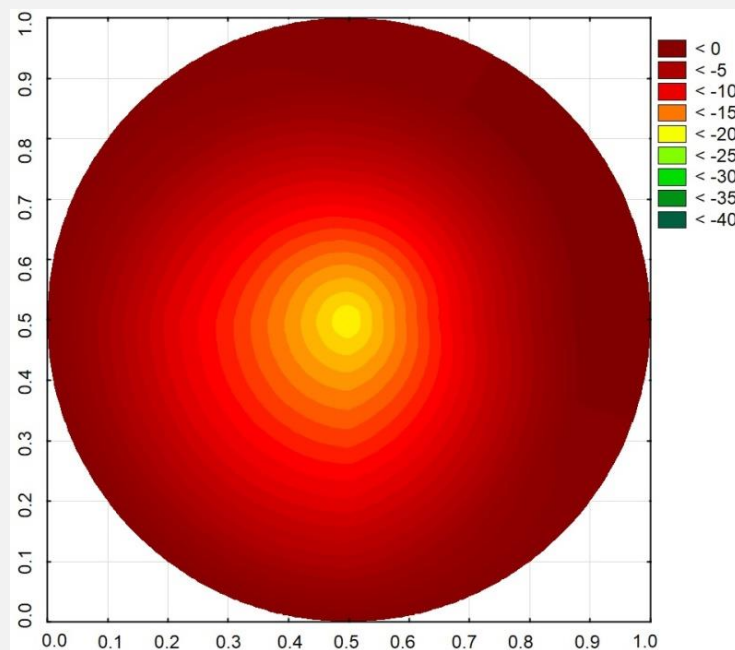


UGIĘCIE PŁYTY PO ÓSMYM UDERZENIU

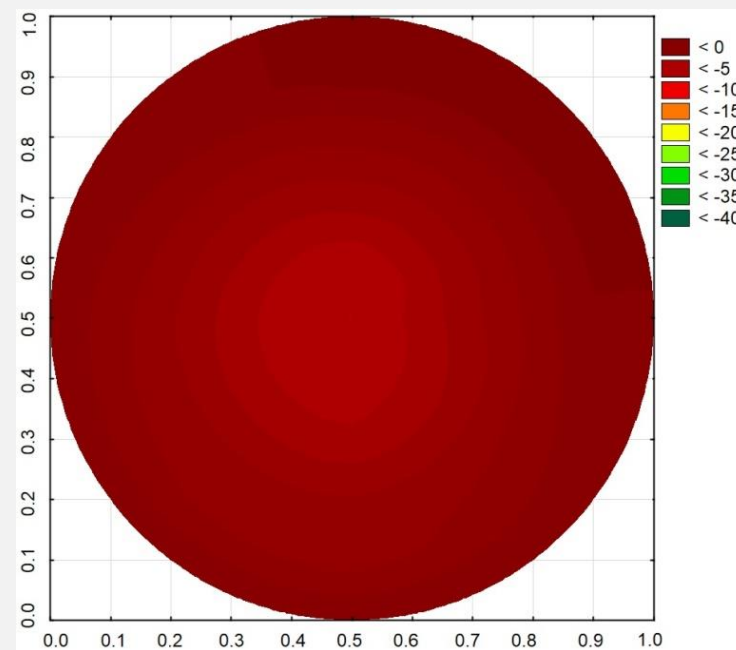
$V_f = 0.5 \%$



$V_f = 1.0 \%$



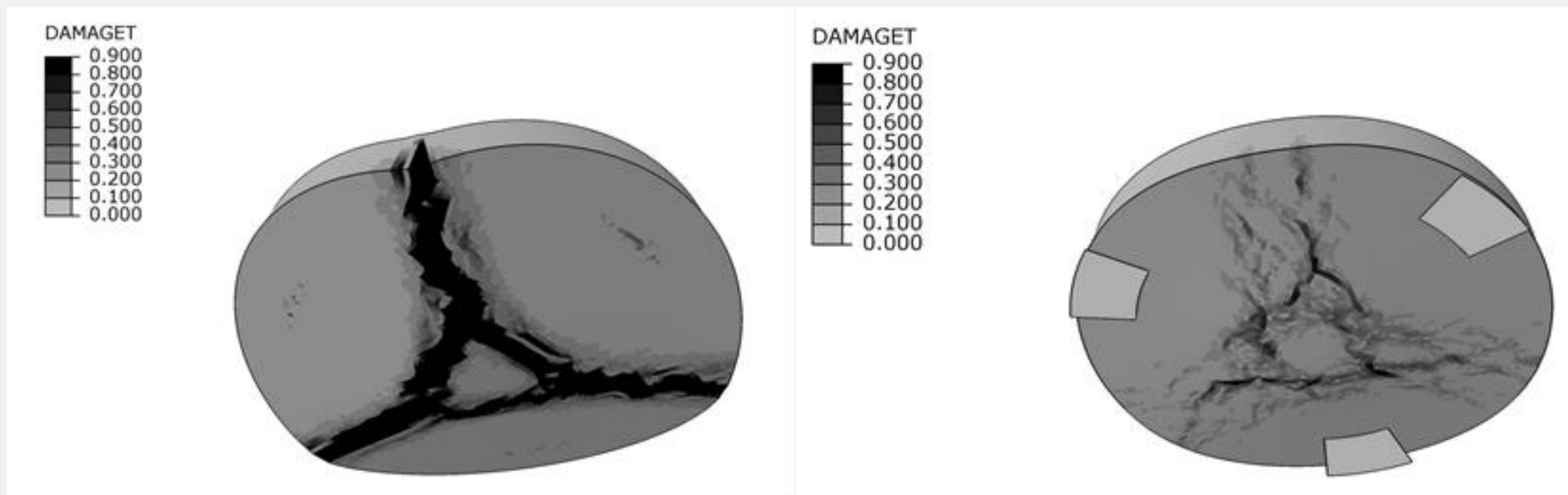
$V_f = 1.5 \%$



PEKANIE PŁYTY PODCZAS „IMPACT TEST”



MODELOWANIE



Beton bez włókien po pierwszym uderzeniu

Fibrobeton po pierwszym uderzeniu

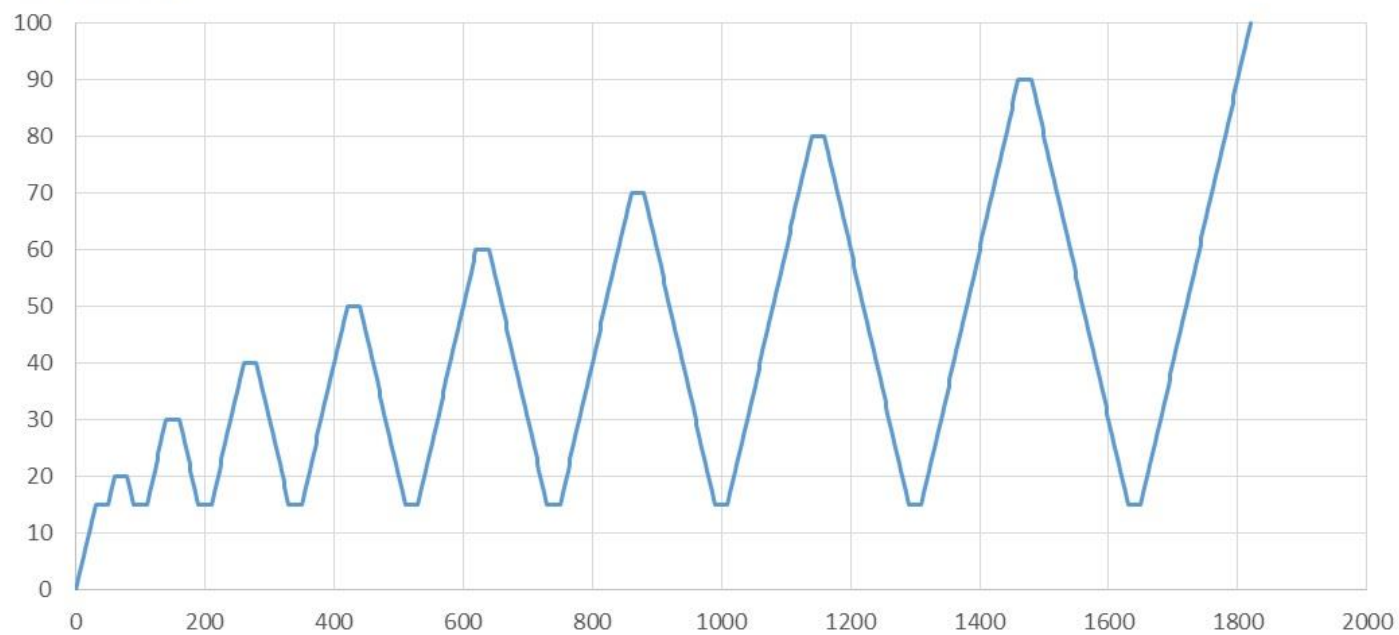
ABAQUS/Explicit (SIMULIA)



Obciążenia cykliczne

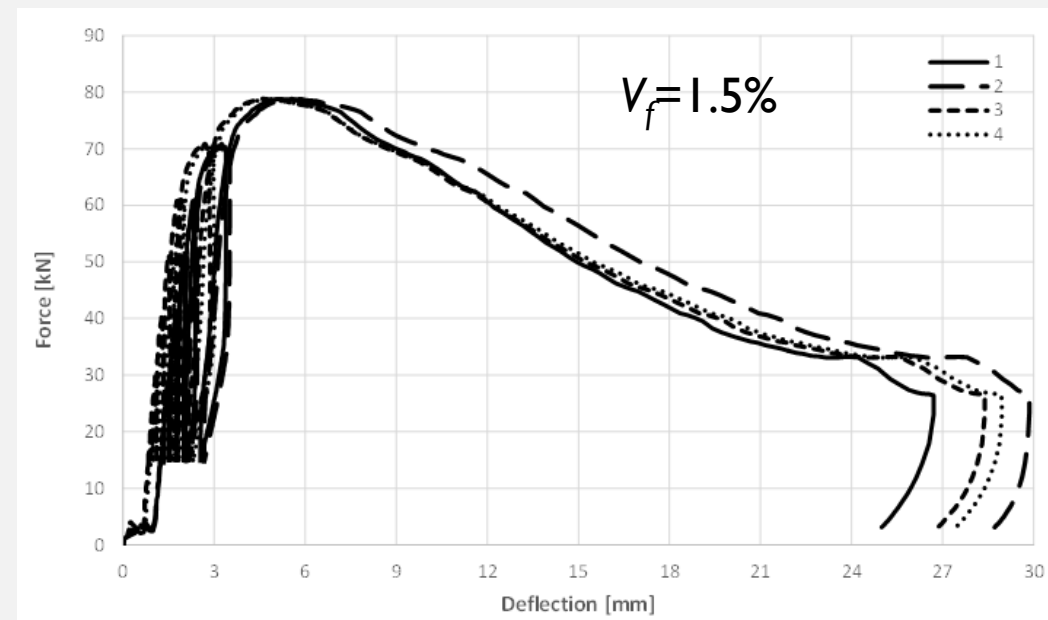
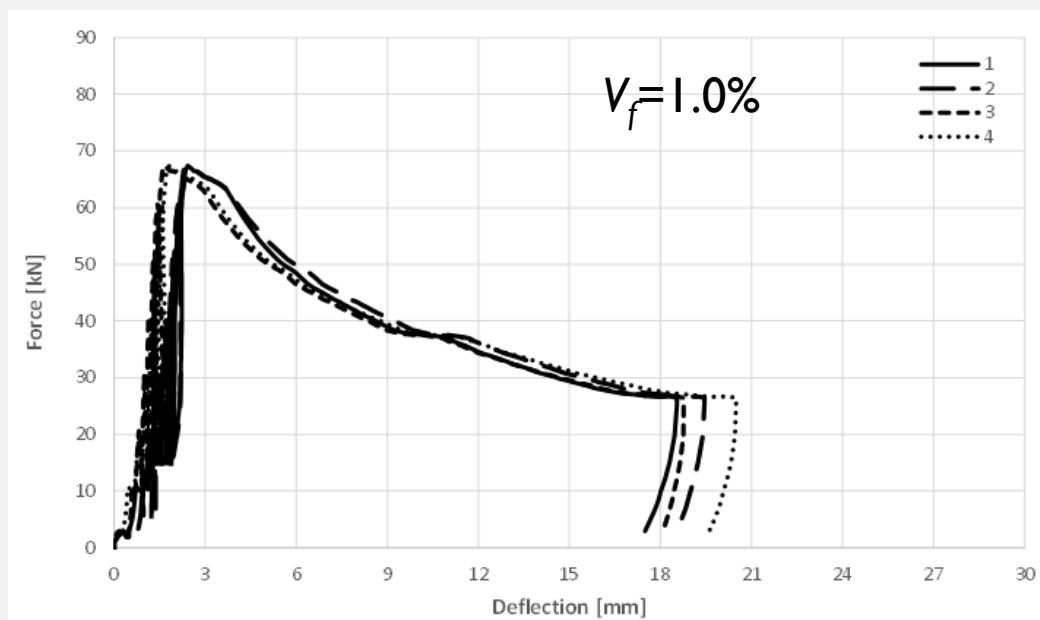
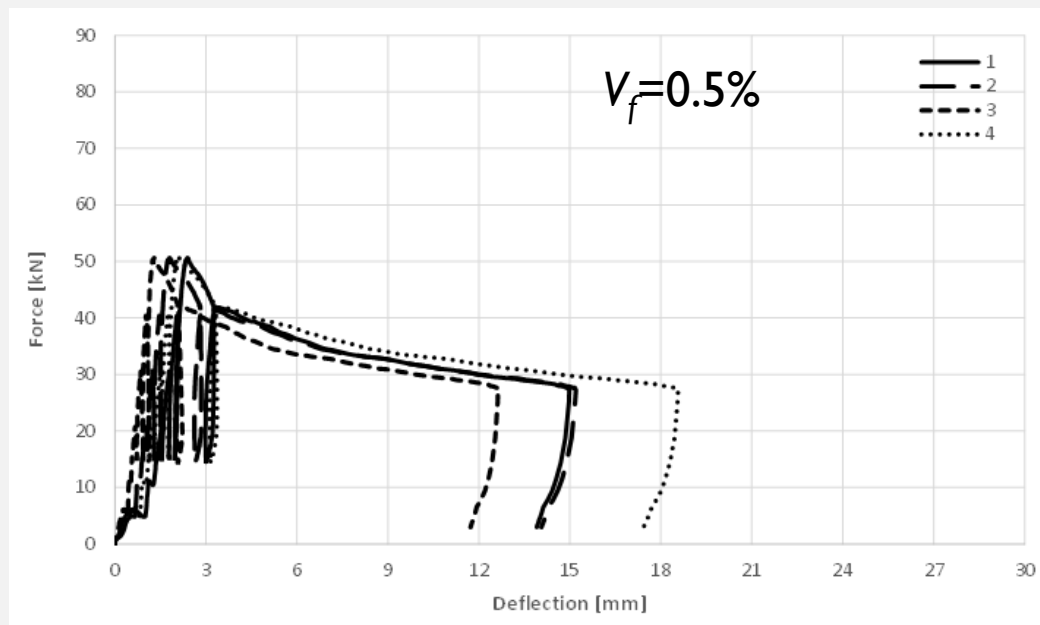
Realizowany cykl obciążeń

Force [kN]



Time [s]

Ugięcie płyty podczas obciążeń cyklicznych



PYTANIA I WĄTPLIWOŚCI



