

RAPORTARE ȘTIINȚIFICĂ

FAZA DE EXECUȚIE NR. 2

CU TITLUL

***DEZVOLTAREA DE MATERIALE COMPOZITE ECOSUSTENABILE BAZATE PE MATRICI DIN
GEOPOLIMERI ȘI RANFORSATE CU FIBRE DIN DEȘEURI***

Avizat,

Reprezentant Legal

Prof. Dr. Ing. Viorel-Aurel ȘERBAN

Semnătură:

Director Proiect

Dr. Ing. Dan-Andrei ȘERBAN

Semnătură:

Dezvoltarea de materiale compozite ecosustenabile bazate pe matrici din geopolimeri și ranforsate cu fibre din deșeuri

Perioada de implementare: 03.01.2017 – 31.12.2019

Cuprins

1. Rezumatul Fazei de execuție numărul 3	3
2. Descrierea științifică și tehnică	3
3. Încercări mecanice	4
3.1. Teste de încovoiere	4
3.2. Teste de compresiune	13
4. Discuții și concluzii	21

Obiectivele generale ale proiectului:

- O1. Evaluarea diverselor materiale compozite ecosustenabile folosite în industria construcțiilor
- O2. Selecția deșeurilor pentru fabricarea de noi materiale compozite ecosustenabile
- O3. Analiza și optimizarea structurilor compozite folosind metode numerice
- O4. Evaluarea experimentală a proprietăților noilor materiale compozite
- O5. Dezvoltarea de prototipuri și testarea lor

Obiectivele fazei de execuție:

- O5. Dezvoltarea de prototipuri și testarea lor

1. Rezumatul Fazei de execuție numărul 3

În Faza de execuție cu numărul 3 au fost efectuate activități ale obiectivelor O5, constând în efectuarea de încercări experimentale pe materiale compozite.

Materialele compozite investigate au în componență o matrice geopolimerică pe bază de cenușă zburătoare și incluziuni constând în aşchii rezultate din prelucrarea lemnului. S-au investigat 4 compoziții întărite la 3 temperaturi, fiind încercate trei epruvete din fiecare combinație.

Încercările mecanice au constat din teste de încovoiere și compresiune, cu studiul variației rigidității și a rezistenței mecanice cu compoziția și temperatura de întărire a probelor.

2. Descrierea științifică și tehnică

În această etapă s-au investigat proprietățile mecanice ale geopolimerilor bazați pe cenușă zburătoare ranforsați cu aşchii provenite din prelucrarea lemnului. Epruvetele au fost livrate ca blocuri de dimensiuni 40mm x 40mm x 150mm având doi parametri variabili: procentajul masic de lemn (0%, 10%, 20% și 30%) și temperatura de întărire (25 °C, 60 °C și 90 °C). Trei probe au fost testate pentru fiecare configurație.



3. Încercări mecanice

3.1. Teste de încovoiere

Testele de încovoiere în trei puncte au fost efectuate pe o mașină de încercat universală Zwick z005, prevăzută cu un traductor de forță de 5kN, având o distanță dintre reazeme de 120mm și o viteză de deplasare a traversei de 1 mm/min



Tensiunea și deformația la încovoiere pe suprafața exterioară din planul de simetrie au fost calculate cu relațiile obținute din ipoteza Bernoulli:

$$\sigma = \frac{3FL}{2b^2h}$$

$$\varepsilon = \frac{6dh}{L^2}$$

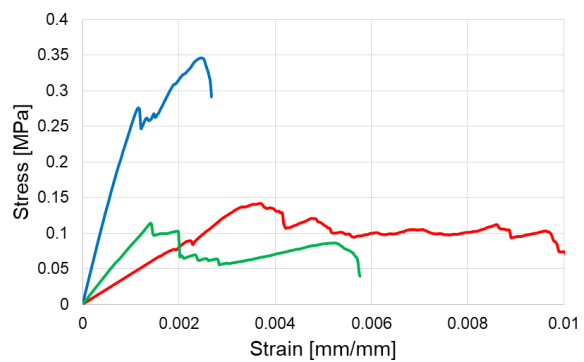
unde

- σ este tensiunea
- ε este deformația
- F este forța înregistrată
- L este distanța între reazeme
- b este lățimea epruvetei
- h este înălțimea epruvetei
- d este deplasarea înregistrată

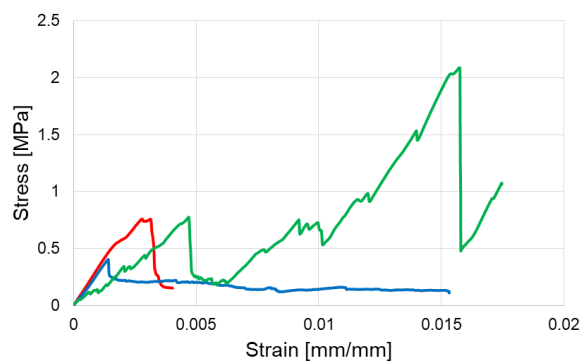
Curbele tensiune-deformație pentru fiecare configurație sunt prezentate mai jos

3.1.1. 100% geopolimer

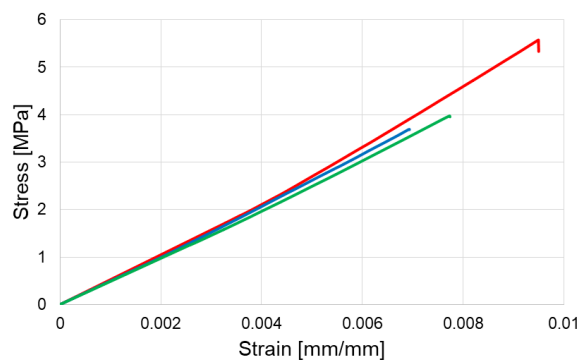
a) Întărit la 25 °C



b) Întărit la 60 °C

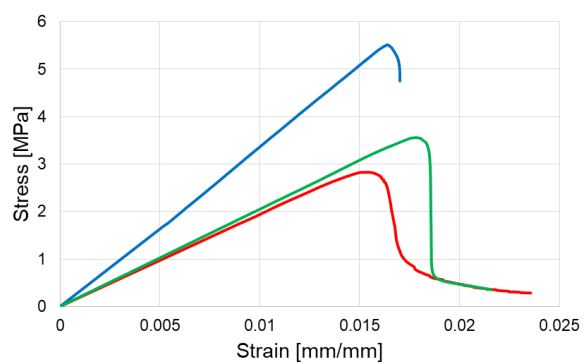


c) Întărit la 90 °C

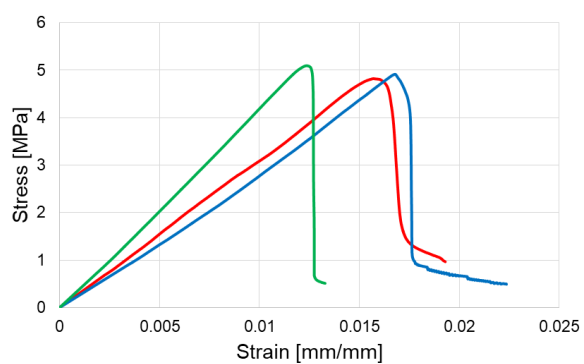


3.1.2. 90% geopolimer, 10% lemn

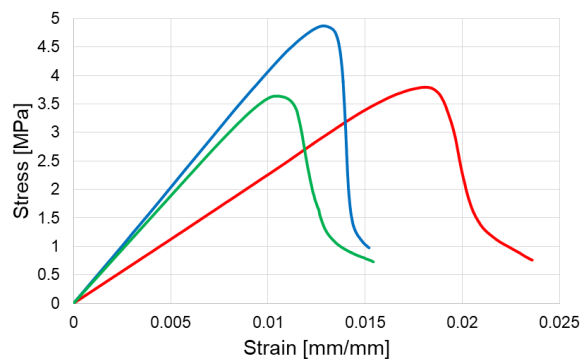
a) Întărit la 25 °C



b) Întărit la 60 °C

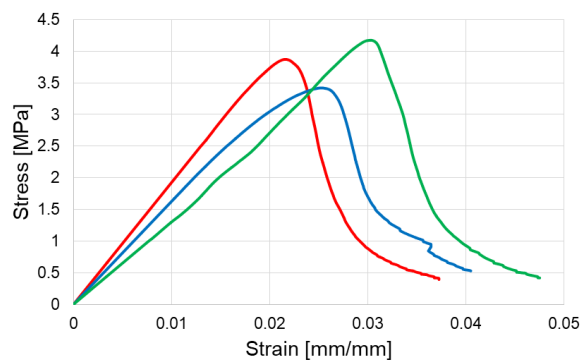


a) Întărit la 90 °C

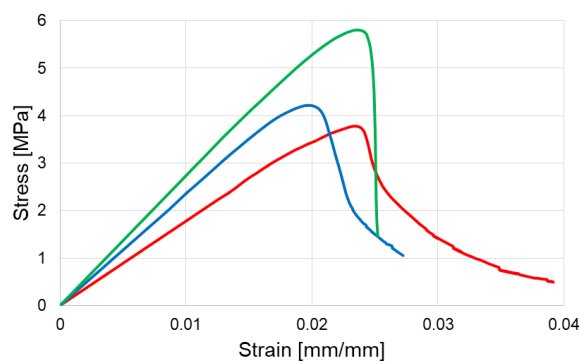


3.1.3. 80% geopolimer, 20% lemn

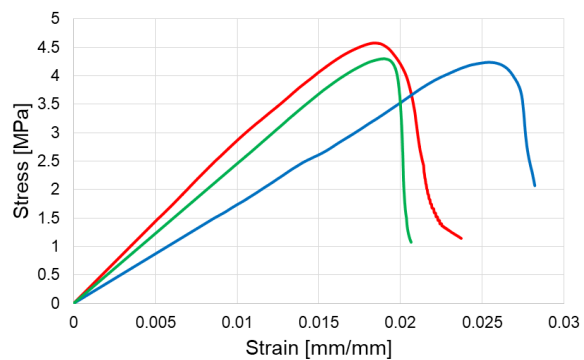
a) Întărit la 25 °C



b) Întărit la 60 °C

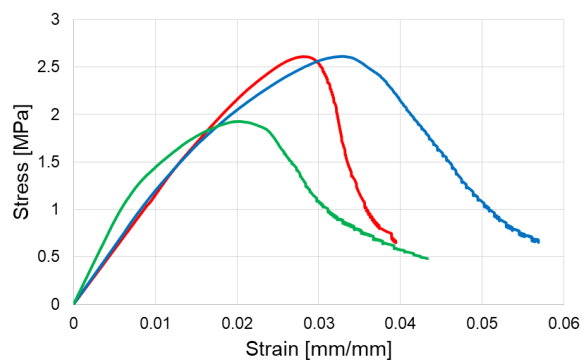


c) Întărit la 90 °C

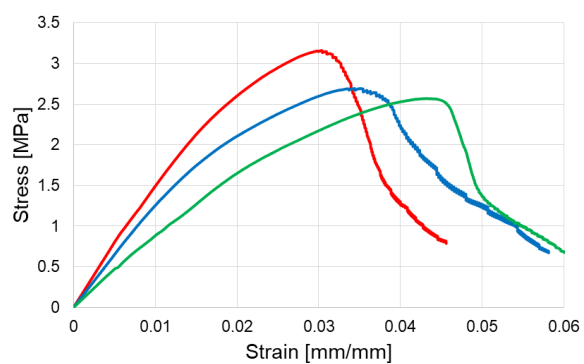


3.1.4. 70% gropolimer, 30% lemn

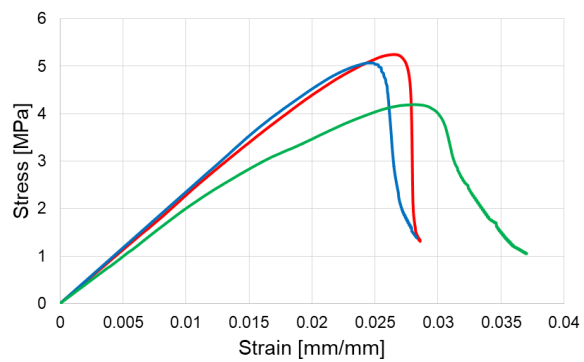
a) Întărit la 25 °C



b) Întărit la 60 °C



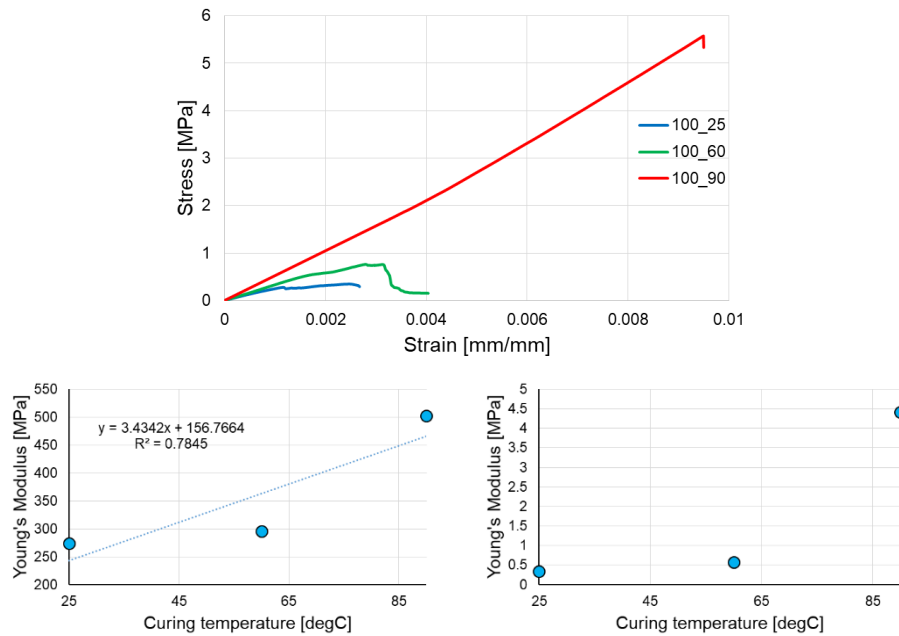
a) Întărit la 90 °C



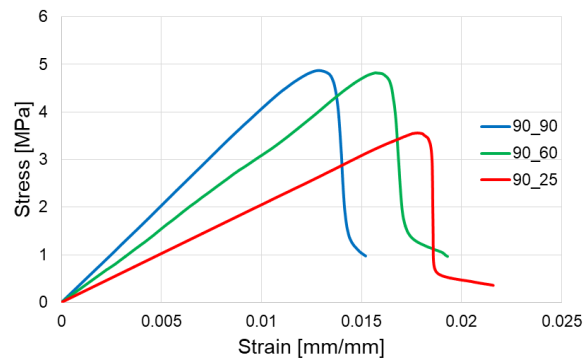
3.1.5. Influența temperaturii de întărire asupra proprietăților mecanice

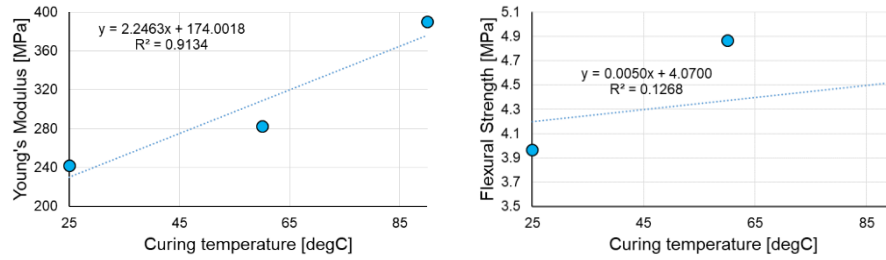
Curbele tensiune-deformație ce evidențiază influența temperaturii de întărire asupra proprietăților mecanice sunt prezentate pentru fiecare compoziție, împreună cu variația modulului de elasticitate și a rezistenței la încovoiere

a) 100% geopolimer

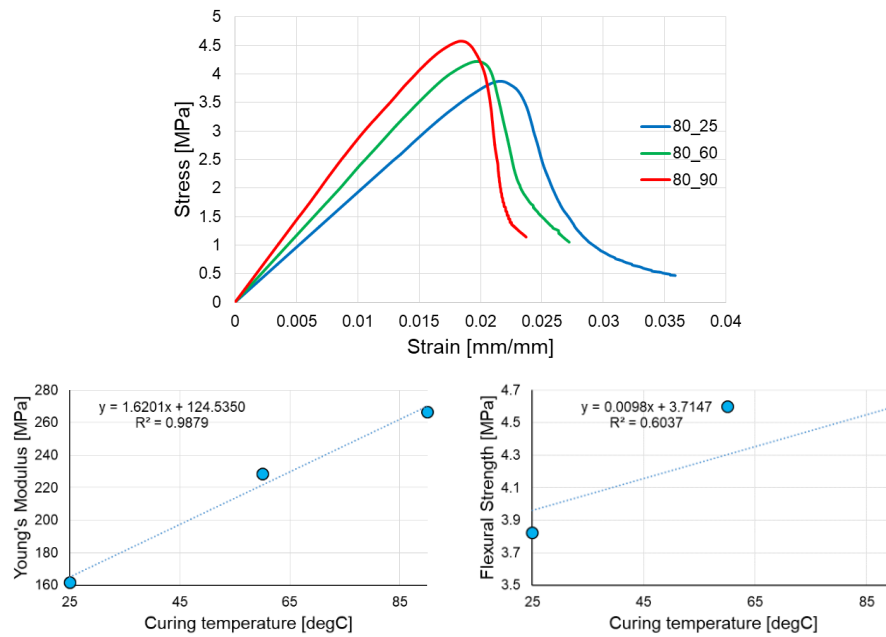


b) 90% geopolimer, 10% lemn

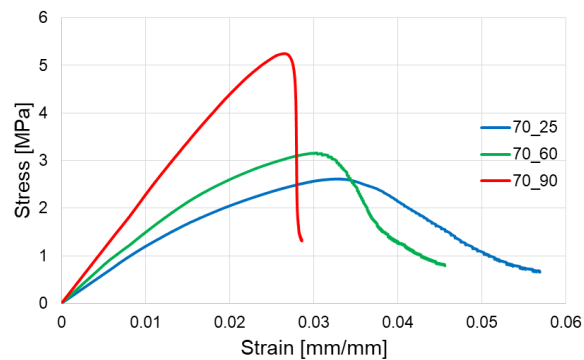


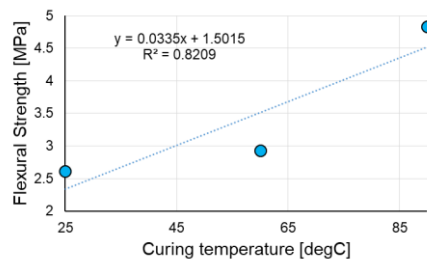
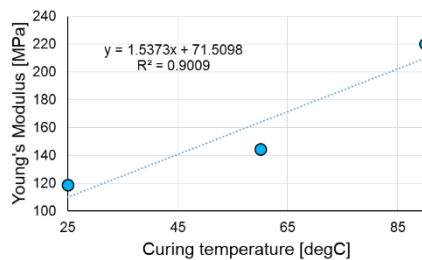


c) 80% geopolymer, 20% lemn



d) 70% geopolymer, 30% lemn

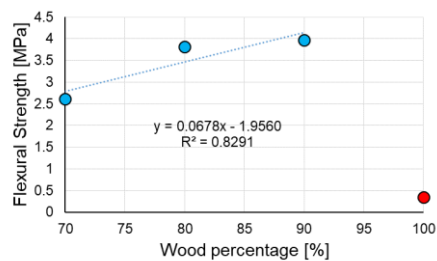
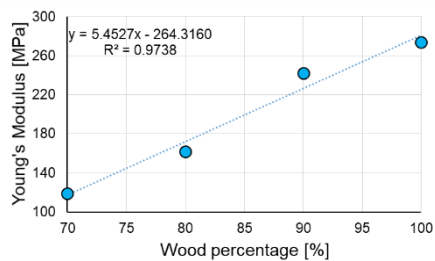
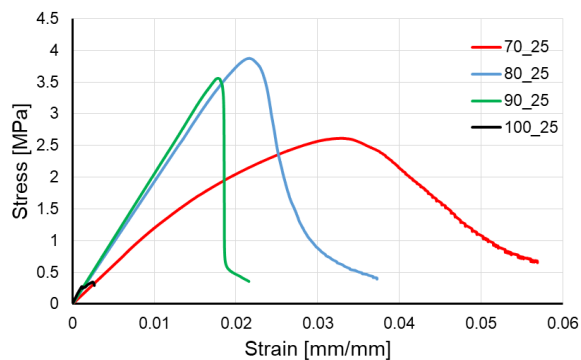




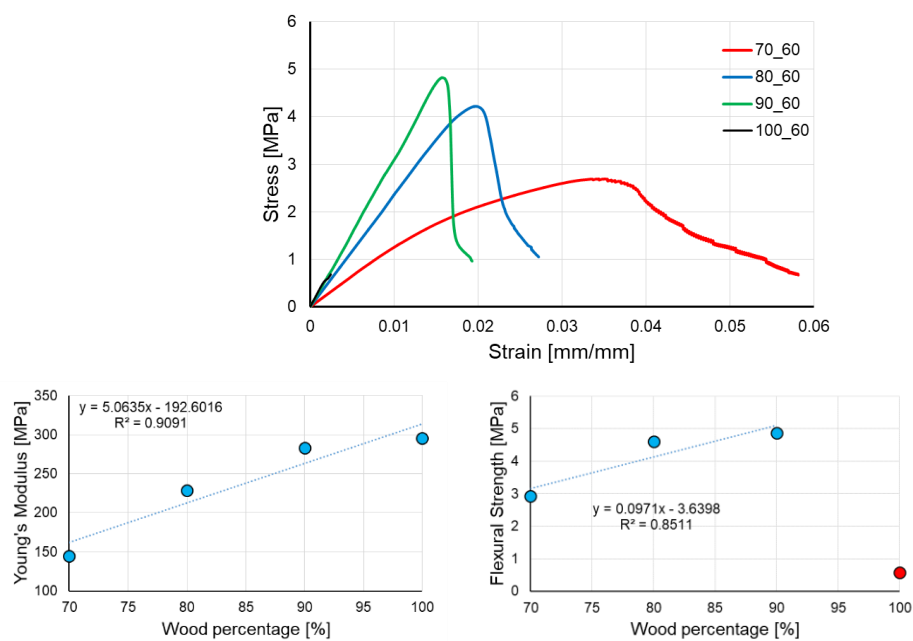
3.1.6. Influența compoziției asupra proprietăților mecanice

Curbele tensiune-deformație ce evidențiază influența compoziției asupra proprietăților mecanice sunt prezentate pentru fiecare temperatură de întărire, împreună cu variația modulului de elasticitate și a rezistenței la încovoiere

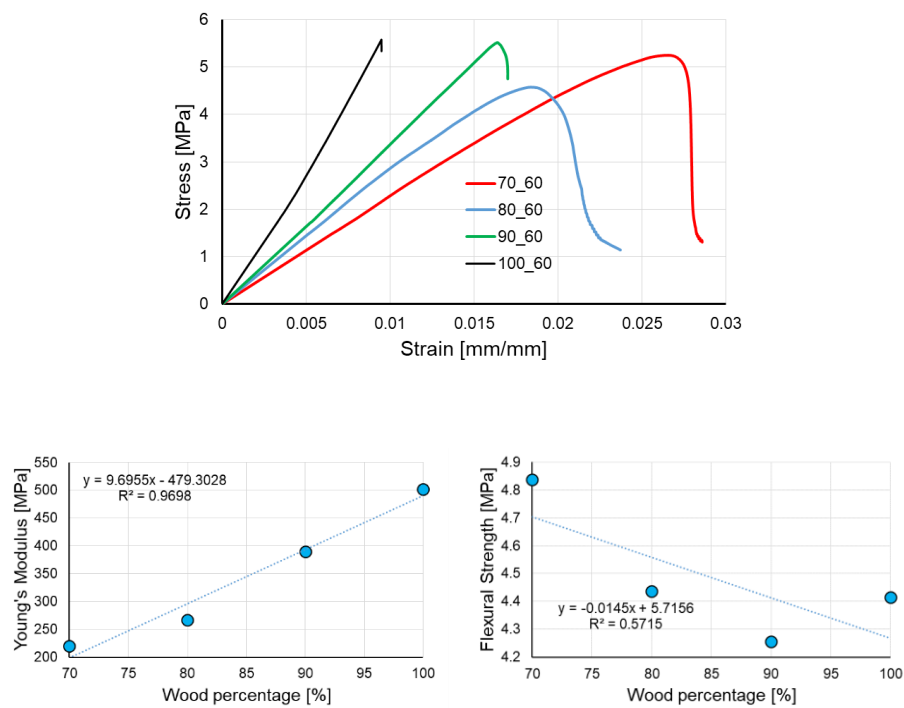
a) Temperatură de întărire de 25 °C



b) Temperatură de întărire de 60 °C



c) Temperatură de întărire de 90 °C



3.2. Teste de compresiune

Testele de compresiune au fost efectuate pe o mașină universală de încercat LGB dotată cu un traductor de forță de 100kN, cu o viteză de încercat de 1 mm/min, pe epruvete cubice cu laturi de aproximativ 40mm, tăiate din probele de încovoiere



Tensiunea și deformația la compresiune au fost calculate cu relațiile

$$\sigma = \frac{F}{bl}$$

$$\varepsilon = \frac{d}{h}$$

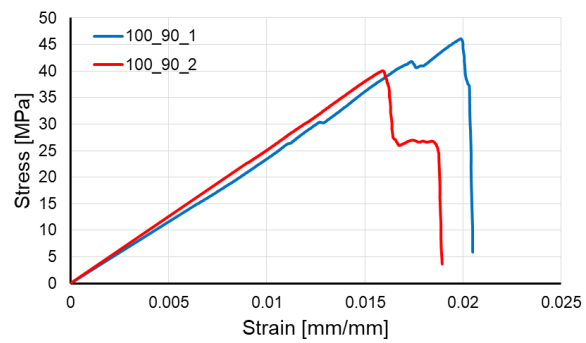
unde

- σ este tensiunea
- ε este deformația
- F este forța înregistrată
- l este lungimea epruvetei
- b este lățimea epruvetei
- h este înălțimea epruvetei
- d este deplasarea înregistrată

Curbele tensiune-deformație sunt prezentate în cele ce urmează

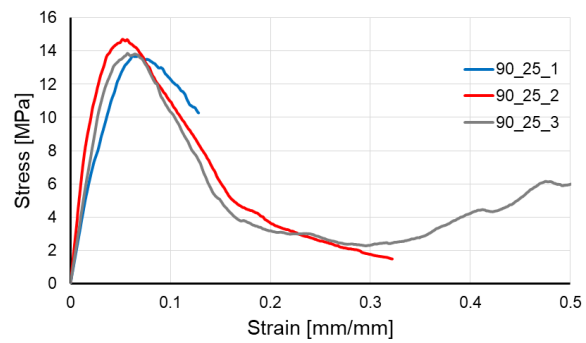
3.2.1. 100% geopolimer

a) Întărit la 90 °C

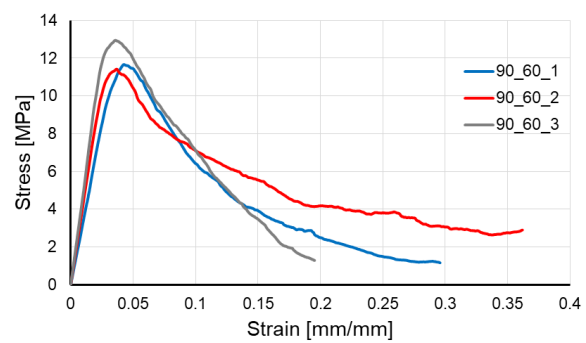


3.2.2. 90% geopolimer, 10% lemn

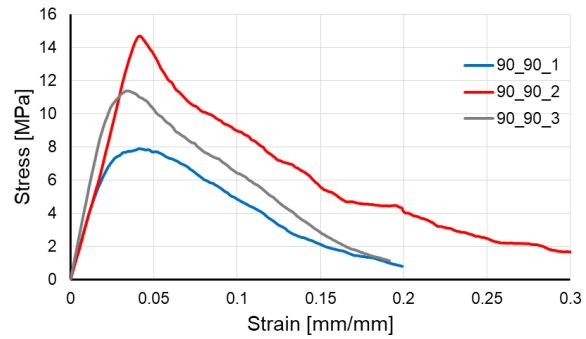
a) Întărit la 25 °C



b) Întărit la 60 °C

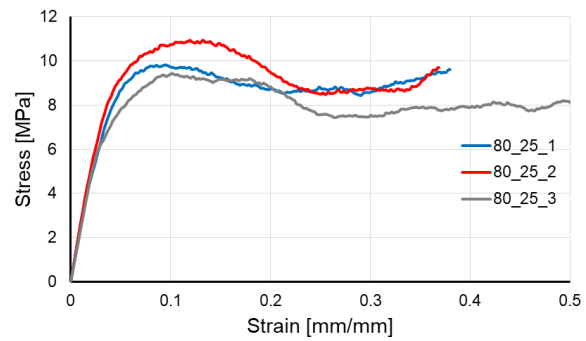


c) Întărit la 90 °C

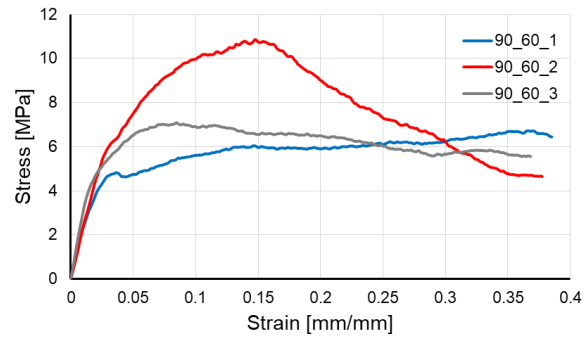


3.2.3. 80% geopolimer, 20% lemn

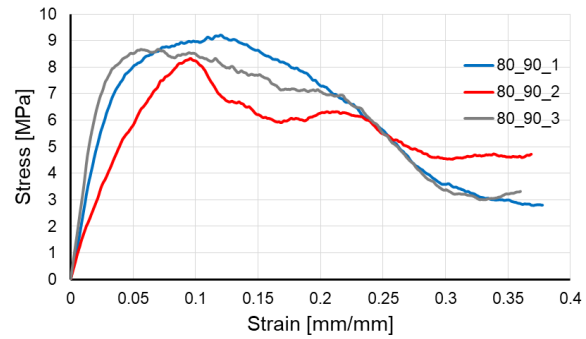
a) Întărit la 25 °C



b) Întărit la 60 °C

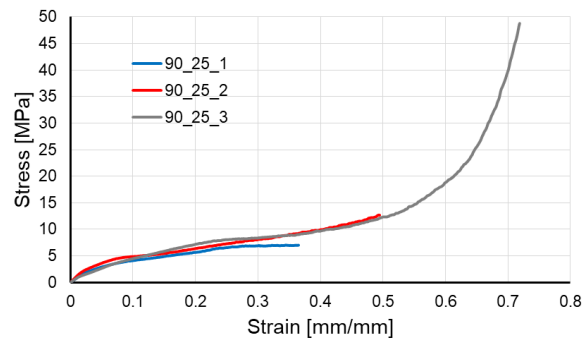


c) Întărit la 90 °C

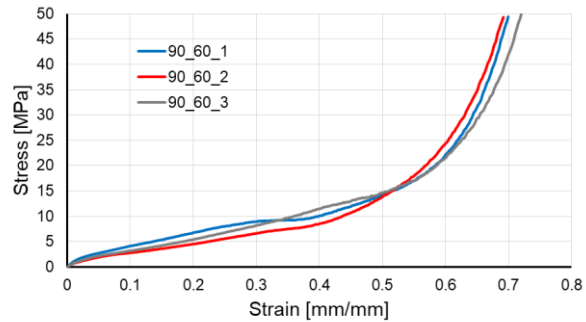


3.2.4. 70% geopolimer, 30% lemn

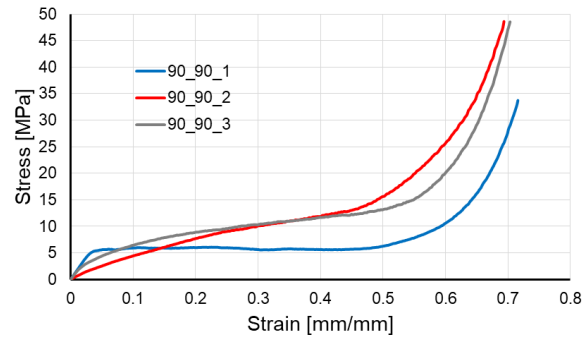
a) Întărit la 25 °C



b) Întărit la 60 °C



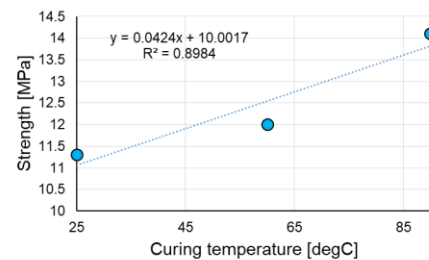
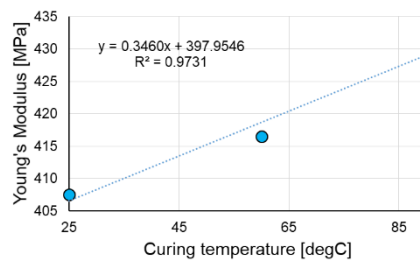
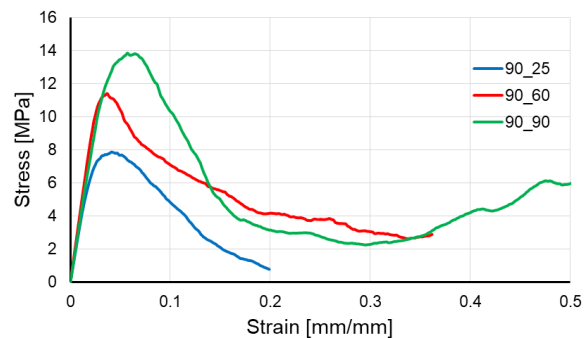
c) Întărit la 90 °C



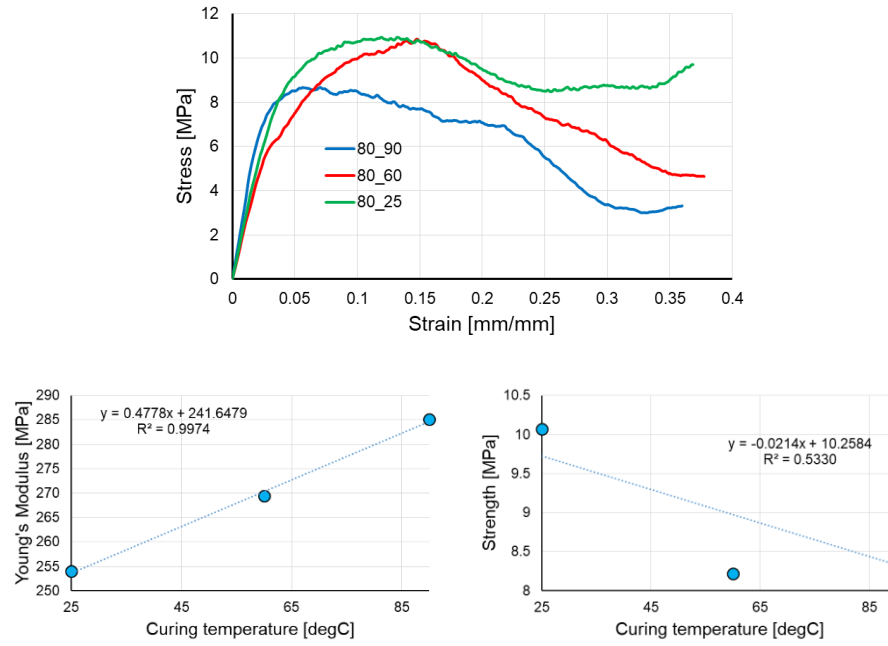
3.2.5. Influența temperaturii de întărire asupra proprietăților mecanice

Curbele tensiune-deformație ce evidențiază influența temperaturii de întărire asupra proprietăților mecanice sunt prezentate pentru fiecare compoziție, împreună cu variația modulului de elasticitate și a rezistenței la încovoiere

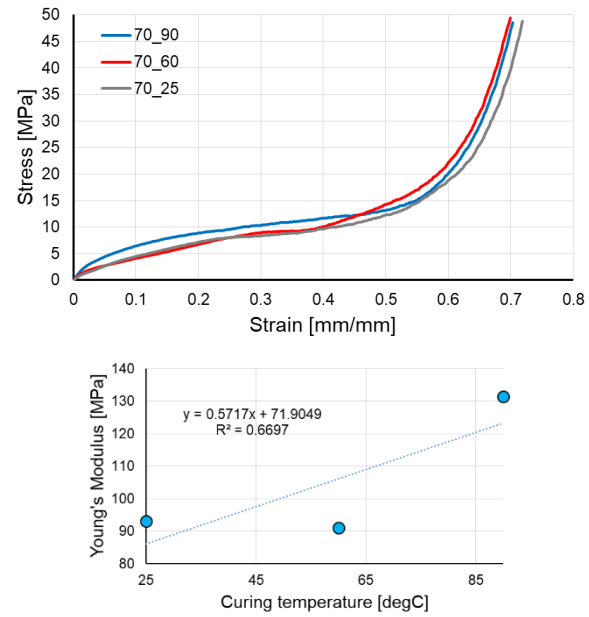
a) 90% geopolimer, 10% lemn



b) 80% geopolimer, 20% lemn



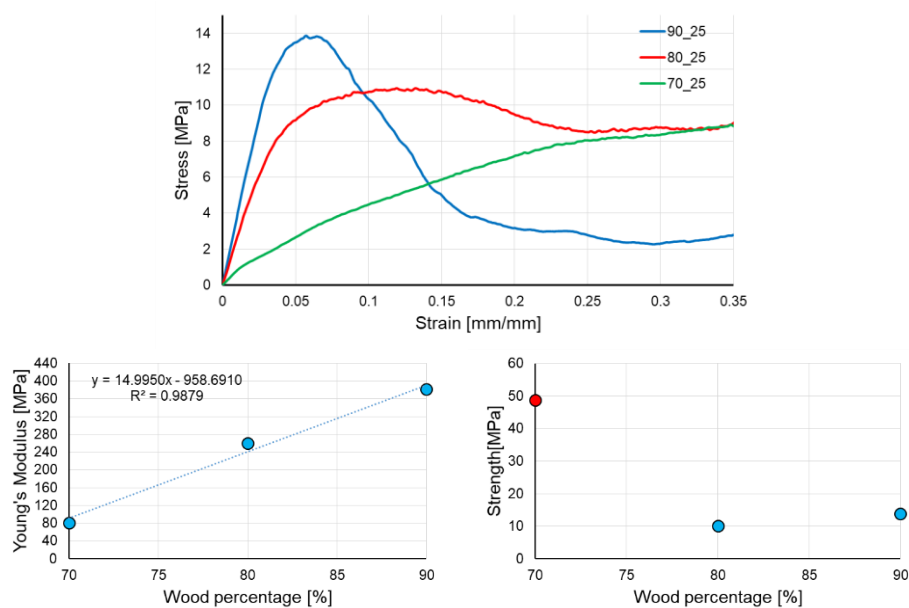
c) 70% geopolimer, 30% lemn



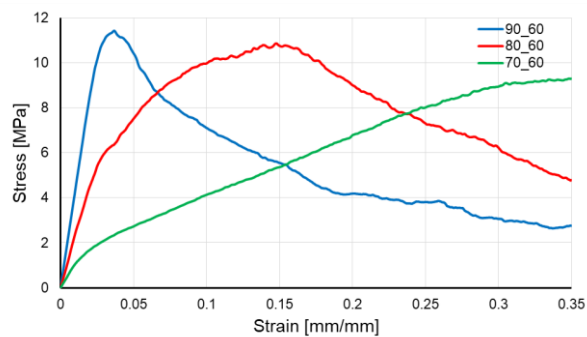
3.2.6. Influența compoziției asupra proprietăților mecanice

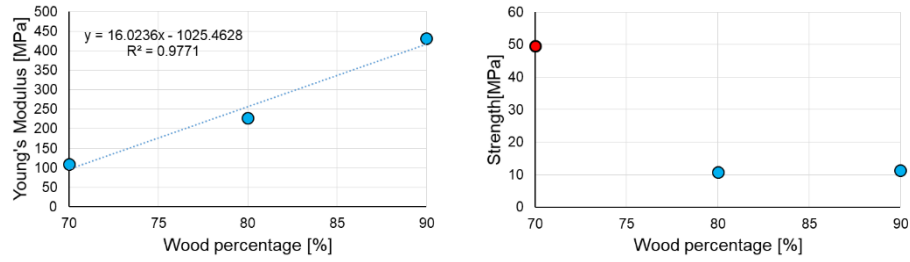
Curbele tensiune-deformație ce evidențiază influența compoziției asupra proprietăților mecanice sunt prezentate pentru fiecare temperatură de întărire, împreună cu variația modulului de elasticitate și a rezistenței la încovoiere

a) Temperatură de întărire de 25 °C

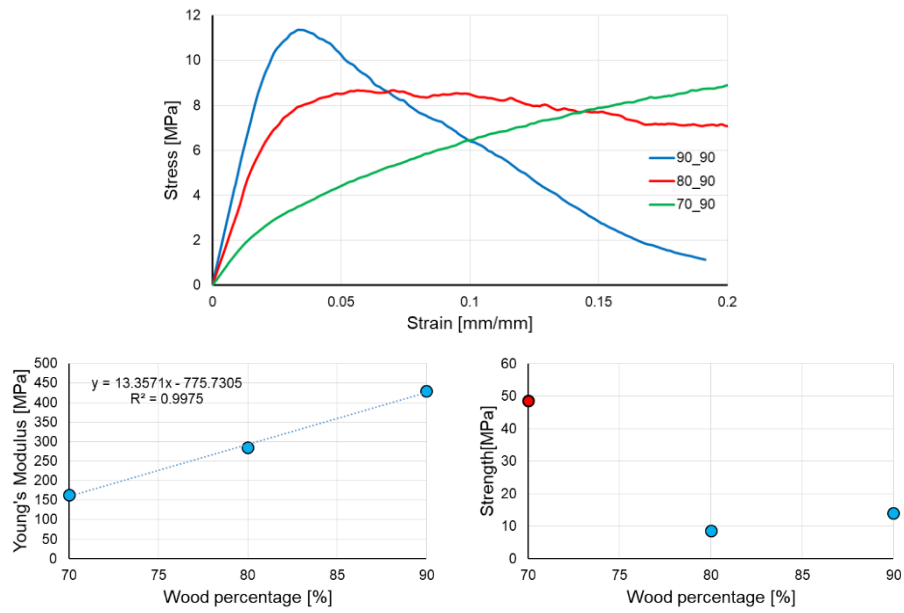


b) Temperatură de întărire de 60 °C





c)b Temperatură de întărire de 90 °C



4. Discuții și concluzii

Probele fără ranforsări întărite la 25 °C respectiv 60 °C (primele 6 probe din figura de mai jos) s-au dovedit a fi foarte fragile, cu defecte semnificative în structură. La încercări de încovoiere, epruvetele nu s-au rupt în planul solicitării, ci în regiunea ce a prezentate defecte majore.



În consecință, rezultatele la încovoiere nu pot fi luate în considerare pentru aceste epruvete. În plus, nu s-au putut preleva epruvete de compresiune datorită fragilității ridicate a acestora.



În cazul rezultatelor experimentale la încovoiere, rigiditatea crește cu temperatura de întărire și cu procentajul de geopolimer, compoziția materialului având o influență mult mai mare (panta trendline-ului fiind de aproximativ 5 ori mai mare decât cea obținută pentru variația temperaturii de întărire). Această tendință este inversată pentru testele de compresiune, temperatura de întărire având o influență semnificativă asupra proprietăților mecanice (pante de până la 30 de ori mai mari față de influența compoziției).

Variația rezistenței la încovoiere nu prezintă o tendință clară, rezultatele fiind dispersate, deși, ca și în cazul rigidității, tinde să crească cu temperatura de întărire și procentajul de geopolimer.

În cazul testelor de compresiune, nu s-a putut determina o tendință de variație a rezistenței mecanice, deoarece probele cu un conținut de 70% lemn au prezentat un comportament similar materialelor celulare: trei stadii ale deformației, constând dintr-o regiune liniar elastică, o regiune de palier și o regiune de densificare.



În schimb, probele cu un conținut scăzut de lemn s-au degradat prin sfărâmare la deformații relativ mici, reducându-se astfel aria secțiunii, ceea ce a dus la o scădere a tensiunii.



Dispersia rezultatelor se poate atribui structurii materialelor compozite. Datorită formei incluziunilor, bule de aer au fost prinse în material, reducând capacitatea portantă la compresiune și acționând ca și concentratori de tensiune la încovoiere. Acest aspect ar putea fi evitat prin implementarea unor incluziuni cu dimensiuni reduse.



Discrepanța mare între rezultatele și tendințele la încovoiere și compresiune poate fi atribuită comportamentului geopolimerului la tracțiune. Pe lângă o rezistență mecanică redusă, rigidități mai scăzute pot apărea. În consecință, încercări suplimentare ar trebui efectuate pentru a înțelege mai bine comportamentul acestor compozite.