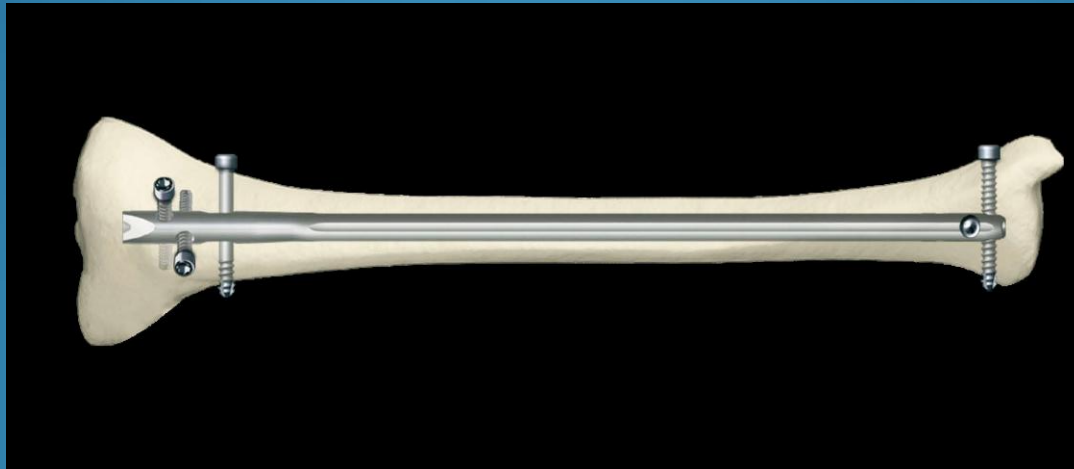


Πειραματική διερεύνηση σε συνθετικά οστά κνήμης της αντοχής κοχλιοσυνδέσεων που χρησιμοποιούνται σε οστεοσυνδέσεις μέσω ήλων κράματος τιτανίου.



Σκοπός της εργασίας είναι να μελετηθούν πειραματικά:

- Τα εμβιομηχανικά χαρακτηριστικά διαφόρων τύπων **ενδομυελικών ήλων** κνήμης που έχουν την δυνατότητα πολλαπλών μορφών κεντρικής ασφάλισης.
- Τα εμβιομηχανικά χαρακτηριστικά του **συμπλέγματος οστού-ήλου** σε προσομοίωση καταγμάτων κεντρικού τριτημορίου κνήμης που αντιμετωπίζονται με ενδομυελικό ήλο και διαφορετικούς τρόπους κεντρικής σταθεροποίησης – ασφάλισης μέσω κοχλιοσύνδεσης (διπλή, τριπλή, τετραπλή κλπ. κοχλιοσύνδεση).

Στο εμπόριο υπάρχουν διαφορετικοί ήλοι από διαφορετικά υλικά και με διαφορετικό τρόπο κεντρικής ασφάλισης – σταθεροποίησης. Οι ήλοι που χρησιμοποιήθηκαν στα πειράματα είναι οι παρακάτω:

- Ήλος Α:



Εταιρεία κατασκευής: CITIEFFE

Υλικό: κράμα τιτανίου

- Ήλος Β:



Εταιρεία κατασκευής: AESCULAP

Υλικό: Ti6Al4V

- Ήλος C:



Εταιρεία κατασκευής: ORTHOSELECT

- Ήλος D:



Εταιρεία κατασκευής: ORTHOFIX

Υλικό: Stainless Steel

- Ήλος E:



Εταιρεία κατασκευής: STRYKER

Υλικό: Ti6Al4V

- Ήλος F:



Εταιρεία κατασκευής: SYNTHES

Υλικό: Ti6Al4V

• Τεχνικά χαρακτηριστικά των ήλων

Group	Company	Type	Dimensions mm	Profile	Material	Proximal Holes	Proximal Slots	Distal Holes
A	Citiefte	Dynamic T Tibial Nail	9 X 335	Tube cyclic section	Ti6Al4V Eli F136	2	1	2
B	B-Braun Aesculap	Targon Tibial Nail	9 X 360	full cyclic section	Ti6Al4V	3	0	3
C	OrthoSelect	ILN-Tibial Nail	9 X 345	Tube clover section	Stainless Steel ISO 5832-1	2	0	2
D	Orthofix	Tibial Nail	9 X 350	full cyclic section	Stainless Steel	2	0	2
E	Stryker	T2 Tibial Nail Standard	9 X 360	Tube cyclic section	Ti Alloy	2	1	2
F	Synthes	Expert Tibial Nail	9 X 345		Titanium Alloy Ti6Al4V	4	1	4

A1: Εταιρία
Citieffe



B1: Εταιρία
Braun Aesculap



C1: Εταιρία
OrthoSelect



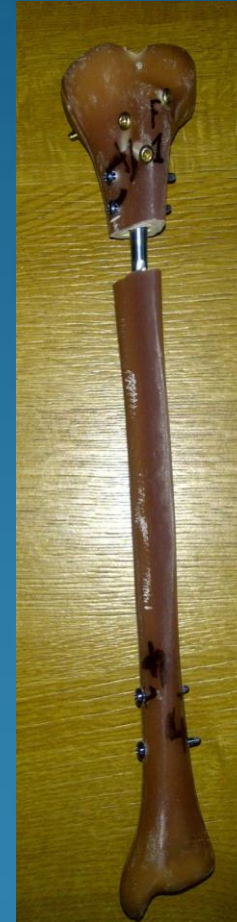
D1: Εταιρία
Orthofix



E1: Εταιρία
Stryker



F1: Εταιρία
Synthes



ΠΡΟΕΤΟΙΜΑΣΙΑ ΠΕΙΡΑΜΑΤΩΝ



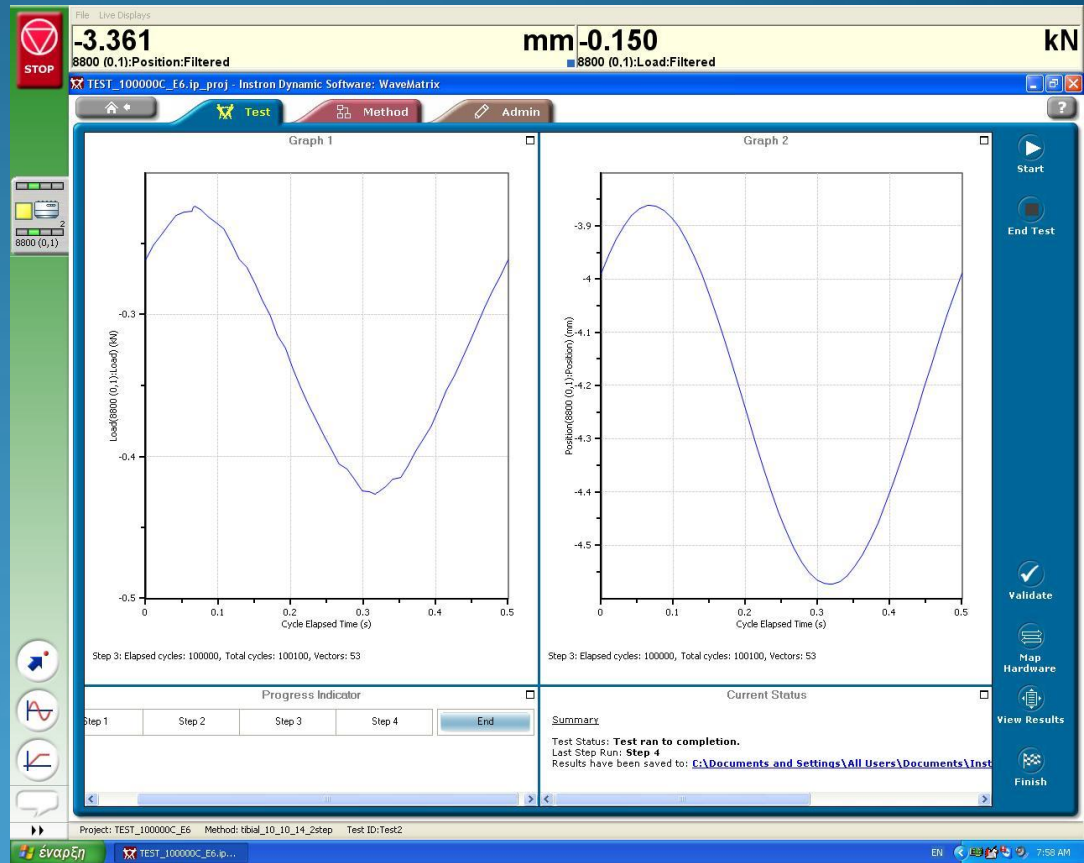
ΕΚΤΕΛΕΣΗ ΚΑΙ ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΠΕΙΡΑΜΑΤΩΝ ΚΟΠΩΣΗΣ

Στο παρακάτω σχήμα παρατηρούμε το καταγεγραμμένο σήμα της δύναμης (Haversine) και της μετατόπισης ενός κύκλου φόρτισης

Συνθήκες πειραμάτων:

Συχνότητα κυκλικής φόρτισης 2 Hz
Αριθμός κύκλος φόρτισης 100.000
Εύρος δύναμης: 200N- 450N
Προφόρτιση: 150N

Πραγματοποιήθηκαν 100.000 κύκλοι φόρτισης για τα δοκίμια A,B,C,D,E,F και στην συνέχεια για τα δοκίμια A2 & A3 που είχαν υποστεί κόπωση εκτελέστηκε ξανά πείραμα κόπωσης 100.000 & 200.000 κύκλοι φόρτισης αντίστοιχα.



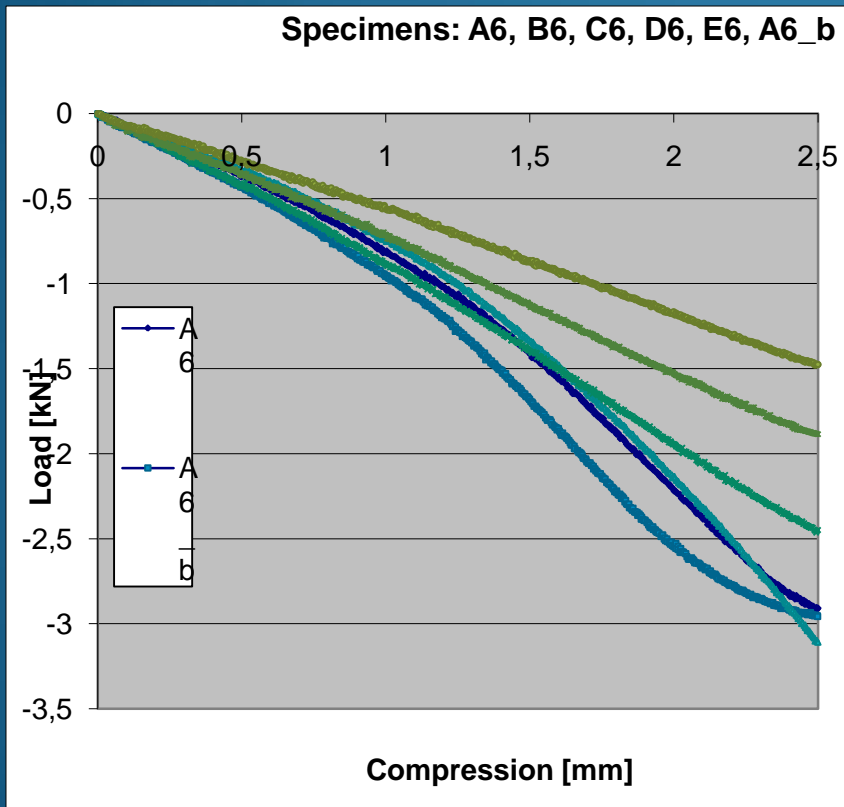
Στον παρακάτω πίνακα καταχωρείται η δυναμική στιβαρότητα που προκύπτει από τα πειράματα κόπωσης

<u>Ενδομυελικοί ήλοι κνήμης / Κύκλοι φόρτισης</u>	<u>Δυναμική Στιβαρότητα</u> <u>K_{dyn} [N/mm]</u>
A1 <u>Citiefte</u> /100.000 κύκλοι	433
B1 <u>Braun Aesculap</u> /100.000 κύκλοι	481
D1 <u>Orthofix</u> /100.000 κύκλοι	870
F4 <u>Synthes</u> /100.000 κύκλοι	587
A2 200.0000 (100.000 + 100.000) κύκλοι	485
A3 300.0000 (100.000 + 200.000) κύκλοι	460

Τα αποτελέσματα μας έδειξαν ότι η στιβαρότητα μεγάλωσε στα δοκίμια A2, A3 μετά από κόπωση 200.000 & 300.000 κύκλοι φόρτισης αντίστοιχα.

Πειράματα στατικής φόρτισης άνευ κόπωσης

Ταχύτητα φόρτισης: 2mm/min



Στον παρακάτω πίνακα καταχωρείτε η στατική στιβαρότητα η οποία προκύπτει από τα στατικά πειράματα ομοαξονικής φόρτισης άνευ κόπωσης.

Ενδομελικό ήλοι κνήμης / Κύκλοι φόρτισης	Στατική στιβαρότητα k N/mm
A6 Citieffe	1209
A6_b Citieffe	1500,92
D6 Braun Aesculap	1475
C6 OrthoSelect	1116,55
D6 Orthofix	2111,48
E6 Stryker	645,12

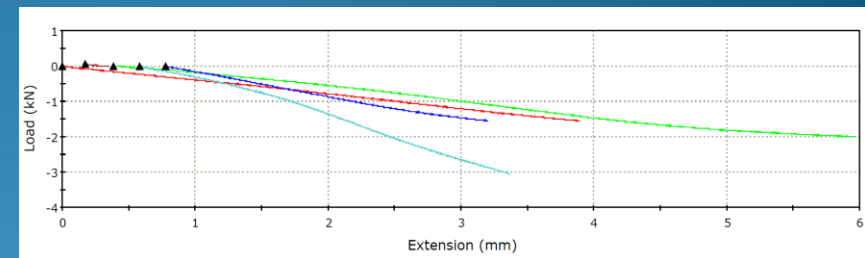
Διάγραμμα μετά από την στατική ομοαξονική φόρτιση άνευ κόπωσης, των δοκιμών (A6, A6_b, B6, C6, D6, E6, F6)

Πείραμα στατικής φόρτισης μετά από κόπωση (Ομοαξονικά)

Στον παρακάτω πίνακα προκύπτει η στατική στιβαρότητα μετά από τα στατικά πειράματα ομοαξονικής φόρτισης σε δοκίμια που είχαν υποστεί κόπωση (100.000 κύκλοι).

Για το δοκίμιο (E2, τιτάνιο σωλήνας) μπλε καμπύλη
Για το δοκίμιο (C1, stainless steel Πλήρους διατομής) σιέλ-γαλάζιο καμπύλη

Ενδομυελικοί ήλοι κνήμης / Κύκλοι φόρτισης	Στατική στιβαρότητα k N/mm
C1 OrthoSelect / 100.000 κύκλοι	1222,93
E2 Strvker / 1000.000 κύκλοι	943,40



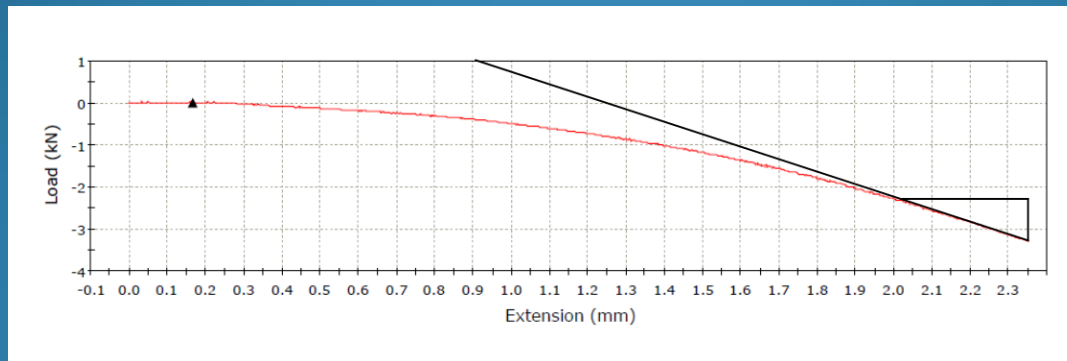
Συγκρίνοντας τα αποτελέσματα από το πείραμα στατικής φόρτισης άνευ κόπωσης και το στατικό πείραμα μετά από κόπωση ομοαξονικά παρατηρούμε ότι η στιβαρότητα μεγάλωσε στα δοκίμια που είχαν υποστεί κόπωση.

Πείραμα στατικής φόρτισης συνθετικού οστού άνευ ήλου (Sawbone)

Η στιβαρότητα που προκύπτει μετά από υπολογισμούς του sawbone μετά από το πείραμα είναι:

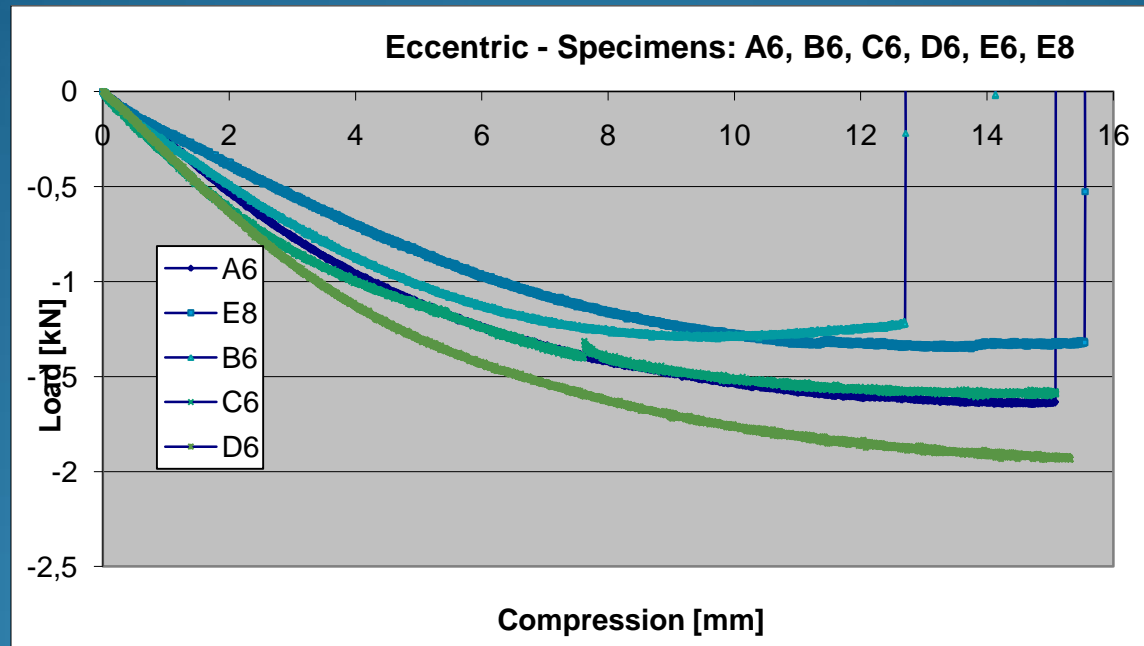
E8 Sawbone

$K = 3333 \text{ N/mm}$



Διάγραμμα μετά από την στατική ομοαξονική φόρτιση του συνθετικού οστού άνευ ήλου (E8 Sawbone).

Έκκεντρη αξονική φόρτιση



Διάγραμμα μετά από την στατική έκκεντρη φόρτιση άνευ κόπωσης, των δοκιμών (A6, B6, C6, D6, E6, E8)

Μελέτη αντοχής στατικής φόρτισης συνθετικού οστού (sawbone) με FEM



3D Γεωμετρία



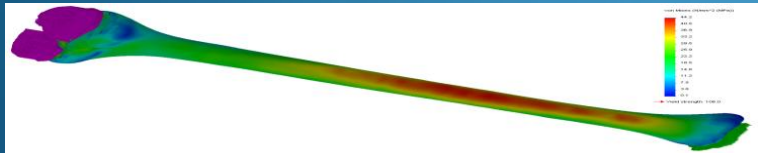
Πλεγματοποίηση



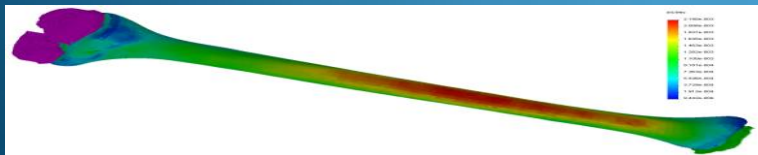
Οριακές συνθήκες στήριξης



Συνολική Παραμόρφωση



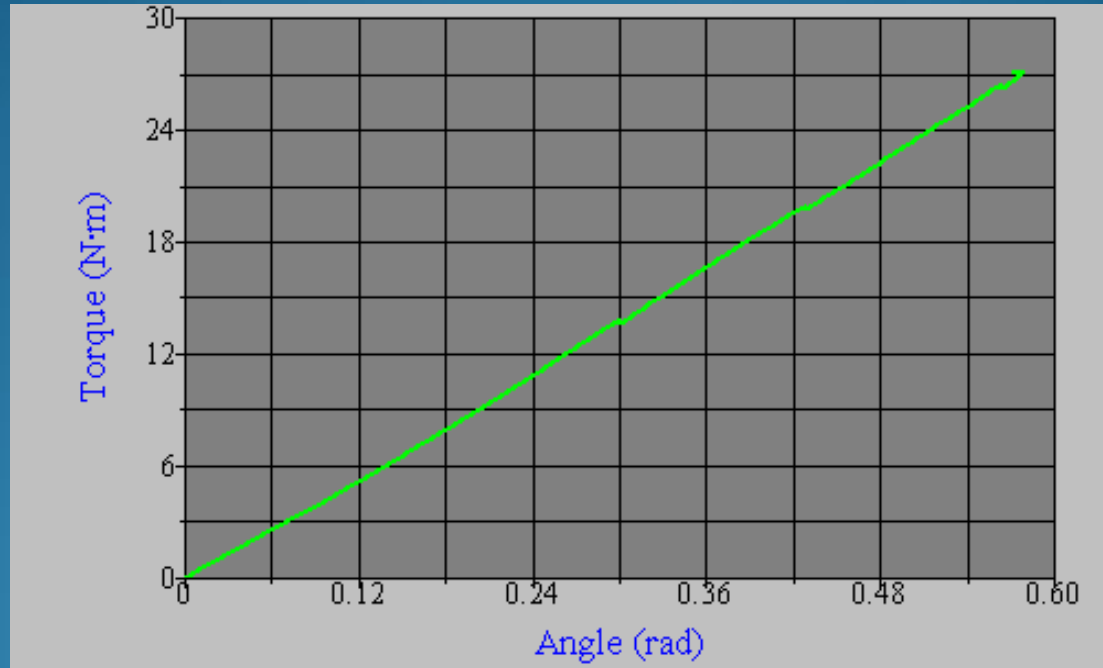
Τάσεις Von Mises



Ειδική Παραμόρφωση

Πειράματα στρέψης

Συνθήκες πειραμάτων: Ταχύτητα στρέψης $15^\circ / \text{min}$



ΕΥΧΑΡΙΣΤΩ ΓΙΑ ΤΗΝ
ΠΡΟΣΟΧΗ ΣΑΣ