


Seminarium z realizacji projektu

pt.: „Opracowanie przełomowego procesu i urządzenia do automatycznego prostowania smukłych wyrobów drążonych o szerokiej zmienności przekroju poprzecznego i dużego zakresu długości”

Poznań, 11.05.2017



PLAN SPOTKANIA

- 
- | | |
|---|---------------|
| • Rozpoczęcie spotkania, powitanie gości | 9:30 - 9:40 |
| • Prezentacja z realizacji Etapu I | 9:40 - 10:00 |
| • Prezentacja wyników badań materiałowych | 10:00 - 10:20 |
| • Prezentacja wyników badań prostowania | 10:20 - 10:40 |
| Przerwa Kawowa | 10:40 - 11:00 |
| • Prezentacja urządzenia badawczego wykonanego w ramach etapu I | 11:00 - 11:30 |
| • Prezentacja realizacji prac ETAPU II | 11:30 - 11:45 |
| Przerwa Kawowa | 11:45 - 12:05 |
| • Prezentacja realizacji prac ETAPU III | 12:05 - 12:20 |
| • Omówienie założeń ETAPU IV | 12:20 - 12:35 |
| • Dyskusja i Podsumowanie spotkania | 12:35 - 13:00 |
| • Lunch | 13:00 - 14:00 |
| Spotkanie zarządu projektu | 14:00 - 15:00 |



- Etap I - Badanie modelowe wpływu rodzaju materiału (wszystkie lufy są produkowane z tego samego gatunku stali 30HN2MFA-Z), geometrii i obróbki cieplnej na zjawisko krzywienia oraz oceny różnych schematów obciążeń na poprawę prostoliniowości rur.



– Zakończony 28.02.2017

- Etap II - Analiza parametrów obróbki mechanicznej i cieplnej wytwarzania precyzyjnych rur grubościennych o zmiennym przekroju ścianki i dużej smukłości na prostoliniowość otworu

– Zakończenie 30.04.2018

- Etap III - Budowa bazy wiedzy i systemu eksperckiego zintegrowanego z bazą wiedzy.

– Zakończenie 30.04.2018

- Etap IV - Budowa stanowiska badawczo pilotażowego zautomatyzowanego układu prostowania

– Zakończenie 30.04.2019



Fundusze
Europejskie
Inteligentny Rozwój



Narodowe Centrum
Badań i Rozwoju

Unia Europejska
Europejski Fundusz
Rozwoju Regionalnego



ETAP I



**Badanie modelowe wpływu rodzaju materiału,
geometrii i obróbki cieplnej na zjawisko
krzywienia oraz oceny różnych schematów
obciążeń na poprawę prostoliniowości rur**



Poznań, 11.05.2017



Zakłady Mechaniczne Tarnów



CEL ZADANIA

Głównym celem Etapu I było przeprowadzenie prac badawczych wpływu rodzaju geometrii i obróbki cieplnej na zjawisko krzywienia oraz oceny różnych schematów obciążeń na poprawę prostoliniowości smukłych wyrobów drążonych.

Wyniki badań posłużyły do doboru najlepszego schematu prostowania oraz stały się fundamentem do dalszych prac przewidzianych w Etapie III tj. w budowie systemu eksperckiego.

REALIZACJA

W ramach etapu I przeprowadzono prace badawcze w zakresie:

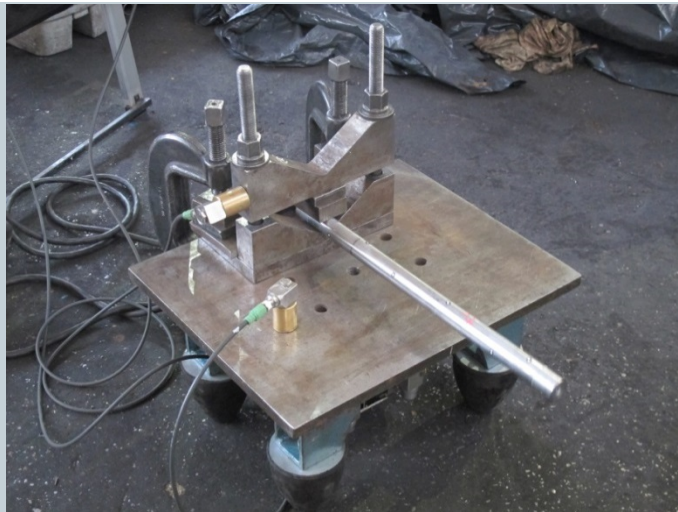
- Wpływu odprężania wibracyjnego na efekt prostowania.
- Wpływu złożonych obciążeń na efekt prostowania i budowy stanowiska badawczego pozwalającego na badanie złożonych obciążeń.
- Budowy urządzenia badawcze do prostowania.
- Przeprowadzenie analizy numerycznej.
- Badania materiałowe.

BADANIA ODPREŻANIA WIBRACYJNEGO

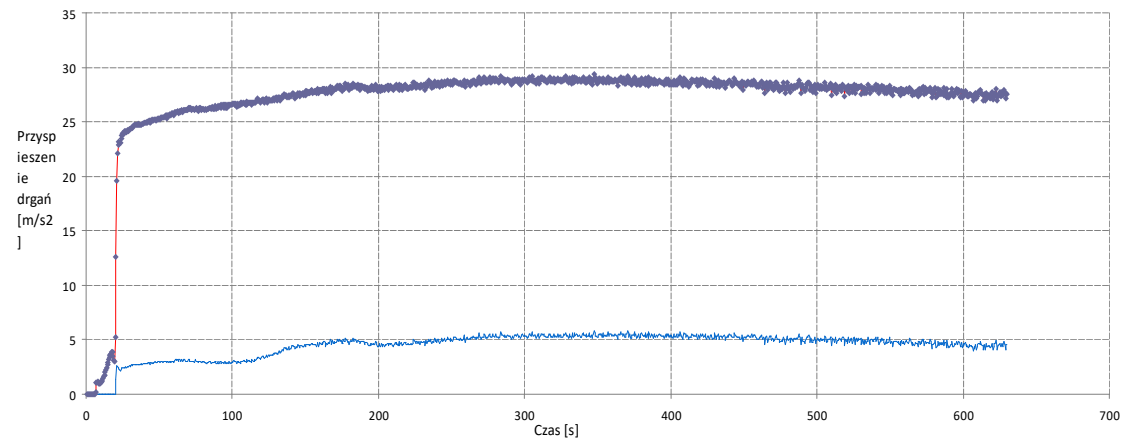
Celem badań było zbadanie wpływu odpreżania wibracyjnego na efekt prostowania.

W tym celu należy pobudzić element do drgań rezonansowych czyli pobudzać element do drgań z częstotliwością drgań własnych aby uzyskać drgania giętne. Wówczas naprężenia związane z przeginianiem konstrukcji dodają się do naprężeń wewnętrznych w elemencie dają w efekcie tak duże naprężenia, że lokalnie w strefie koncentracji naprężeń dochodzi do przekroczenia granicy plastyczności i zmniejszenia szczytowych naprężeń.

BADANIA WIBRACYJNE



Przykład odprężania wibracyjnego rury $\phi 28 \times 500 \text{ mm}$.



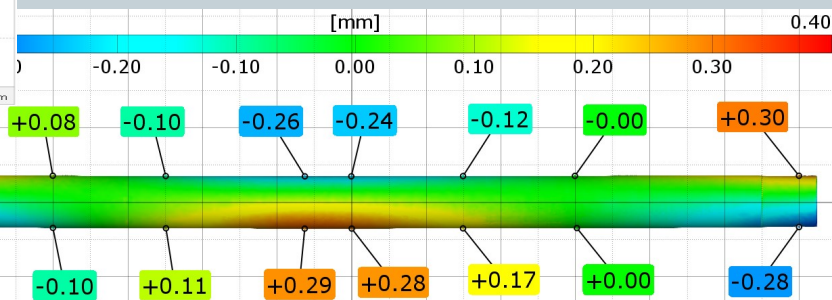
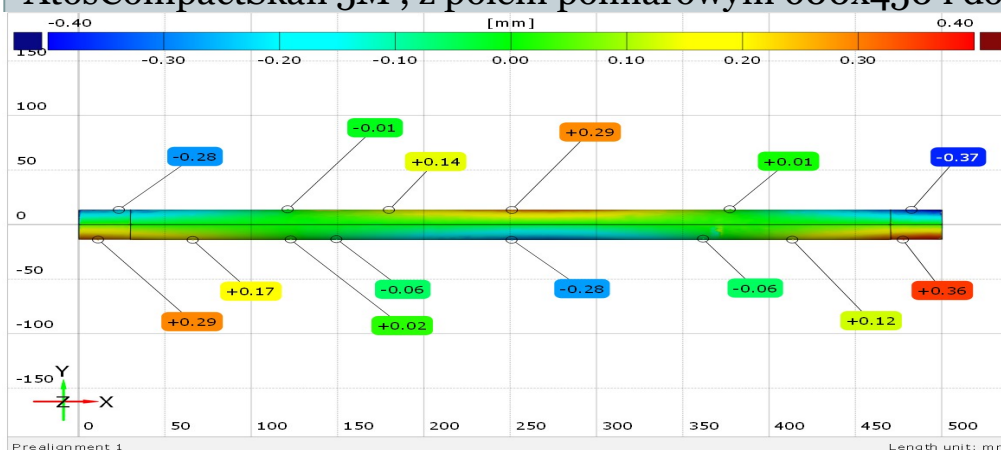
Wykres przyspieszenia drgań w funkcji czasu próbki 1.1.

Z uwagi na małe gabaryty elementu zamocowano go jak belkę wspornikową. Wibrowano w dwóch położeniach. Pierwsze mocowanie na jednym z końców, drugie mocowanie na drugim z końców oraz rotacja elementu o mniej więcej 90 stopni. Badania odprężania wibracyjnego wykonano na trzech odkształconych próbkach, z częstotliwością drgań ok. 90Hz., przyspieszenie drgań co 0,2 sek., 1000 cykli



WYNIKI BADAŃ

W celu analizy wpływu odprężania wibracyjnego na geometrię odkształconej rury wykonano pomiary próbek skanerem optycznym przed odprężaniem wibracyjnym i po procesie odprężania. Pomiary wykonano na skanerze AtosCompactSkan 5M, z polem pomiarowym 600x450 i dokładnością pomiaru 0,0035mm



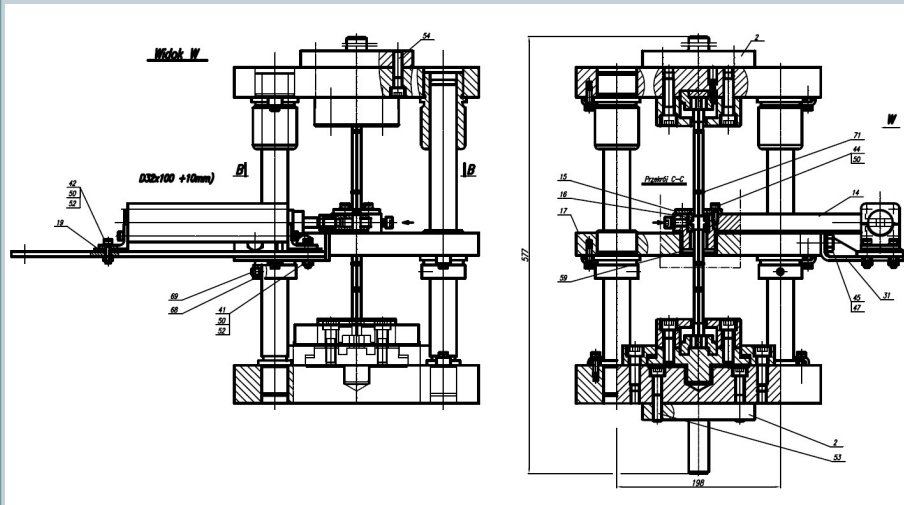
BADANIA WPŁYWU RÓŻNYCH SCHEMATÓW OBCIĄŻENIA NA PROSTOWANIE

Celem badań jest zbadanie wpływu złożonych stanów obciążenia na efekt prostowania. Zgodnie z literaturą w zależności od sposobu działania obciążenia na ciało rozróżniamy następujące podstawowe rodzaje odkształceń: *rozciąganie*, *skręcanie* i *zginanie*. W praktyce częściej spotykanymi odkształceniami są odkształcenia złożone (jednoczesne zginanie i skręcanie, zginanie z rozciąganiem).

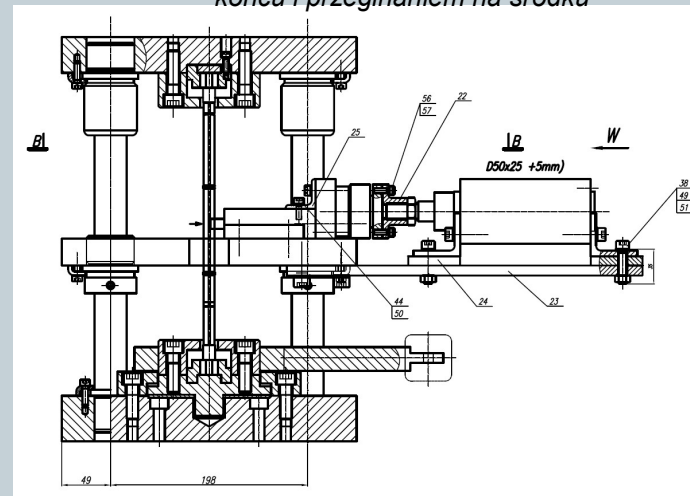
STANOWISKO DO BADAŃ WPŁYWU RÓŻNYCH SCHEMATÓW OBCIĄŻENIA NA PROSTOWANIE

Zbadanie możliwości prostowania prętów drażonych o szerokiej zmienności przekroju poprzecznego i dużym zakresie długości poprzez przykładanie do nich złożonych oddziaływań wymagało wykonania specjalnego przyrządu badawczego. Przyrząd posiada kilka konfiguracji w zależności od typów przykładanych sił i w zależności od przeprowadzonych badań należy go odpowiednio uzbroić.

Przyrząd do prób prostowania - opcja ze skręcaniem na środku



Przyrząd do prób prostowania - wariant ze skręcaniem na końcu i przeginanym na środku



BADANIA

Wykonano prostowanie przez pojedyncze obciążenia:

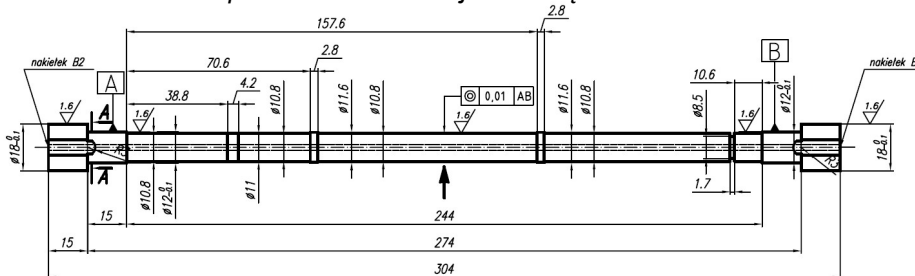
- gięcie na pryzmach,
- rozciąganie,
- skręcanie na końcu próbki,
- rozciąganie dynamiczne.

Po wykonaniu powyższych prób, przystąpiono do badania wpływu złożonych stanów obciążeń na proces prostowania. Wykonano następujące próby:

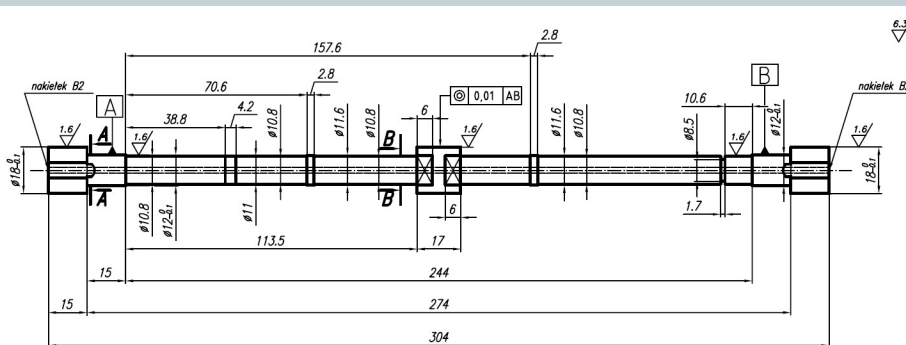
- rozciąganie ze skręcaniem na końcu próbki,
- rozciąganie ze skręcaniem na środku próbki,
- rozciąganie z przeginaniem w środku próbki,
- rozciąganie ze skręcaniem na końcu próbki oraz przeginaniem w środku próbki,
- rozciąganie dynamiczne ze skręcaniem na końcu próbki,
- rozciąganie dynamiczne ze skręcaniem na środku próbki,
- rozciąganie dynamiczne z przeginaniem w środku próbki.

PRZYGOTOWANIE PRÓBEK

Próbka do badań prostowania w wersji bez skręcania w środku



Próbka do badań prostowania w wersji do skręcania w środku



Do badań przygotowano próbki, które odzwierciedlają docelowy wyrób w stanie pośrednim, wykonane w skali. Próbki zostały ulepszone cieplnie i po sprawdzeniu bicia, zostały przegięte na pryzmach. Materiał na próbki 34HNM.



Fundusze Europejskie
Inteligentny Rozwój



Narodowe Centrum
Badań i Rozwoju

Unia Europejska
Europejski Fundusz
Rozwoju Regionalnego



BADANIA PROSTOWANIE PRZEZ GIĘCIE, ROZCIĄGANIE



*Stanowisko
prostowania
próbek
przez zginanie*



*Prostowanie
przez
rozciąganie*

W pierwszym etapie badań przeprowadzono próby prostowania dla odkształconych próbek. Podczas badań mierzono bicia na czujniku zegarowym. Wnioski

- Prostowanie przez gięcie daje dobre rezultaty, uzyskano bowiem największe wyprostowanie (zmniejszenie bicia) przy najniższych nakładach pracy.
- Jednakże metoda ta wymaga dużej wiedzy i doświadczenia.

Kolejnym przykładem badań są próby rozciągania. Wykonano kilkanaście prób rozciągania dla różnych wartości sił. Wyniki badań pokazały iż mimo zwiększania siły do wartości zbliżonej do siły niszczącej próbkę nie powodowała zmian w wartości mierzonego bicia.

Wadą prostowania przez rozciąganie jest konieczność zmian w geometrii, które umożliwiają mocowanie. Ponadto próbki w trakcie procesu się wydłużają co wyklucza zastosowanie tej metody w procesie prostowania.



Poznań, 11.05.2017

Zakłady Mechaniczne Tarnów

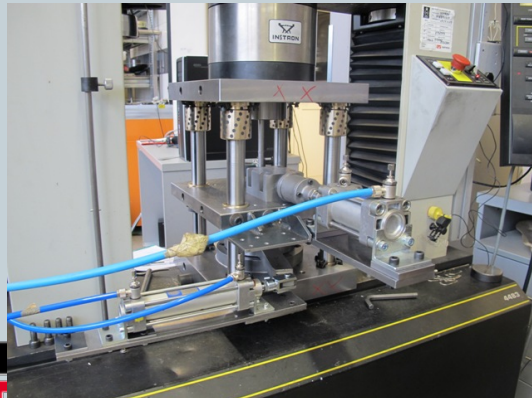


BADANIA PROSTOWANIE PRZEZ ZŁOŻONE STANY NAPRĘŻEŃ

Połączenie skręcania do rozciągania, pozytywnie wpłynęło na proces prostowania, ale również w ograniczonym zakresie. Przy dużej sile rozciągania (75 kN) i skręcaniu na końcu próbki do siły 11kN, zmniejszono bicie o ponad 0,5mm. Dla próbek, których twardość została obniżona do 32 HRC, i bardzo dużym biciu (3,5mm), również dawały dobre rezultaty. Jednakże przy niższych wartościach bicia ok. 1,43mm, metoda prostowania przez rozciąganie i skręcanie, okazała się nieprzydatna, a jej rezultaty były niezadowalające.

W przypadku działania siły skręcającej w całym zakresie działania siły rozciągającej (skręcanie w środku), próbki uległy zniszczeniu przed osiągnięciem siły 70 kN, czyli o 10 kN niższej od siły niszczącej próbkę.

Dołożenie siły przeginającej w środku próbki (w ograniczonym zakresie), poprawia wynik, ale nie wnosi jakościowej zmiany. Próby z zastosowaniem rozciągania dynamicznego, wykazały szereg zagrożeń, które nie występowały wcześniej. Część prób zakończyła się zerwaniem próbek.



Stanowisko do rozciągania oraz ze skręcaniem na końcu



Stanowisko do rozciągania ze skręcaniem w środku oraz przeginaniami w środku

WYNIKI BADAŃ

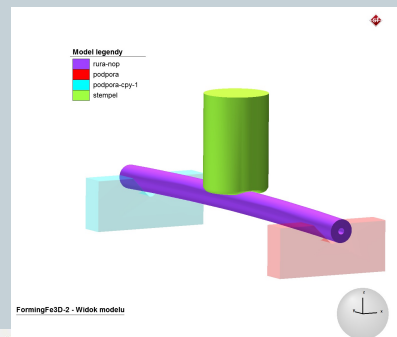
Tabela 1. Rodzaje obciążeń, różnice w biciu i wartości pracy

Rodzaj obciążenia	Różnica w biciu [mm]	Wartość pracy [J]
rozciąganie dynamiczne	0	<32000
rozciąganie + skręcanie cykliczne	0,02	2287,4
rozciąganie	0,09	1784
skręcanie cykliczne	0,13	522,0
rozciąganie dynamiczne + skręcanie na końcu	0,14	<32000
rozciąganie + skręcanie + zginanie	0,17	4397
rozciąganie dynamiczne + skręcanie na środku	0,42	<32000
rozciąganie dynamiczne + zginanie na środku	0,56	<32000
skręcanie na środku + rozciąganie	0,69	506
rozciąganie + zginanie	0,81	1724,3
przeгинanie	1,44	15,2

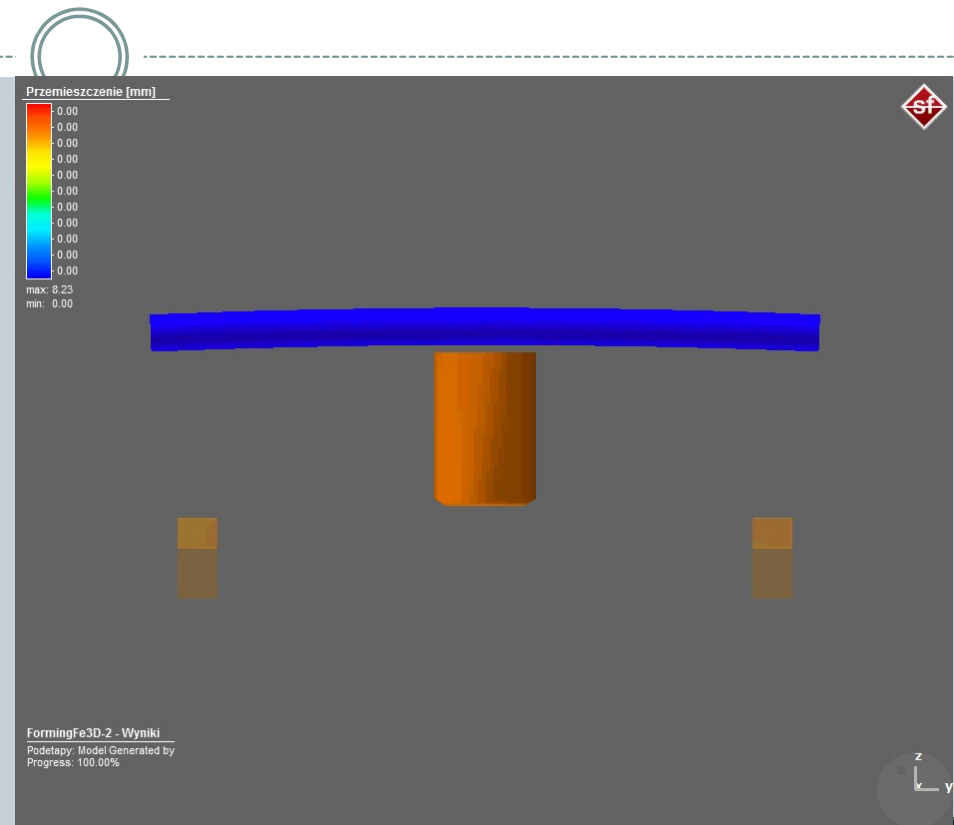
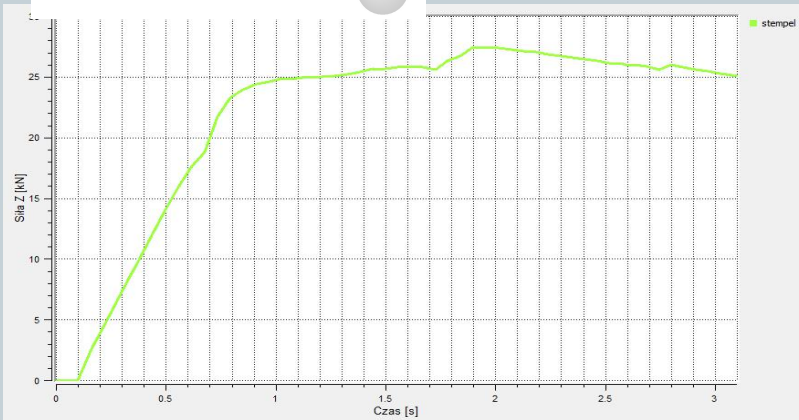
Próby prostowania poprzez przykładanie złożonych stanów naprężeń, nie spełniły założeń o możliwości stosowania takiej metody, jako alternatywy prostowania przez samo gięcie. Najlepszą metodą prostowania prętów zakrzywionych jest przeginanie. Tą metodą uzyskano, bowiem największe wyprostowanie (zmniejszenie biciu) przy najniższych nakładach pracy.



ANALIZA NUMERYCZNA



FormingFe3D-2 - Widok modelu





Fundusze Europejskie
Inteligentny Rozwój

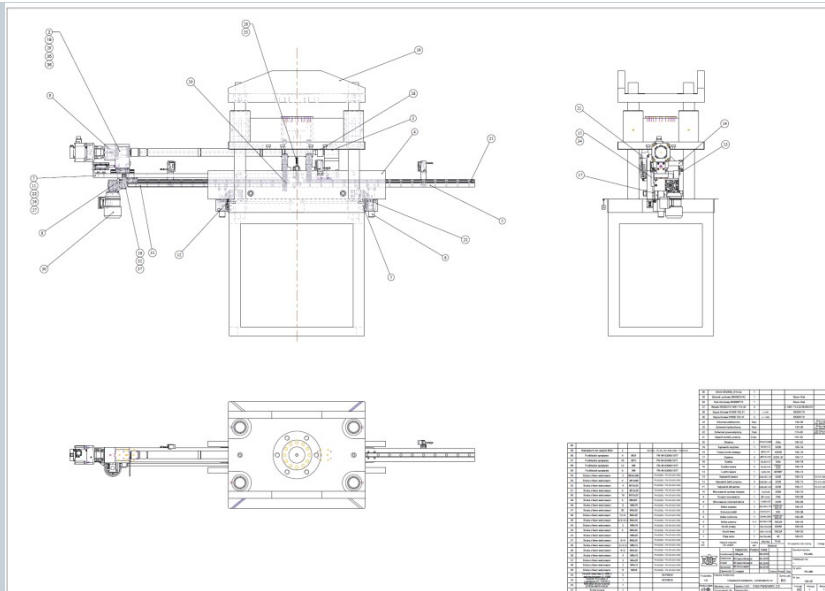


Narodowe Centrum
Badań i Rozwoju

Unia Europejska
Europejski Fundusz
Rozwoju Regionalnego



URZĄDZENIE BADAWCZE DO PROSTOWANIA



Schemat konstrukcji stanowiska do badań prostowania



Stanowisko badawcze

Wyniki badań różnych schematów obciążenia prostującego na efekt prostoliniowości wykazały, że najlepszą metodą prostowania jest przeginanie elementów skrzywionych. W związku z tym zbudowano modelowe stanowisko badawcze umożliwiające wykonanie badań prostowania.



Poznań, 11.05.2017

Zakłady Mechaniczne Tarnów





Fundusze Europejskie
Inteligentny Rozwój



Narodowe Centrum
Badań i Rozwoju

Unia Europejska
Europejski Fundusz
Rozwoju Regionalnego



Dziękuję za uwagę



Poznań, 11.05.2017



Zakłady Mechaniczne Tarnów

