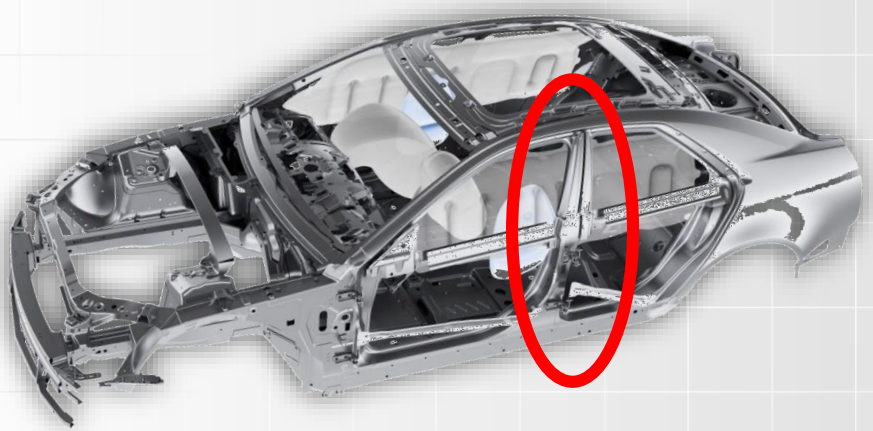
Wrocław University Of Science and Technology

Metodyka tłoczenia słupka B ze stopów aluminium serii 7xxx



dr inż. Mateusz Skwarski
Katedra Obróbki Plastycznej, Spawalnictwa i Metrologii

Wrocław University of Science and Technology

KIRCHHOFF POLSKA

Plan prezentacji

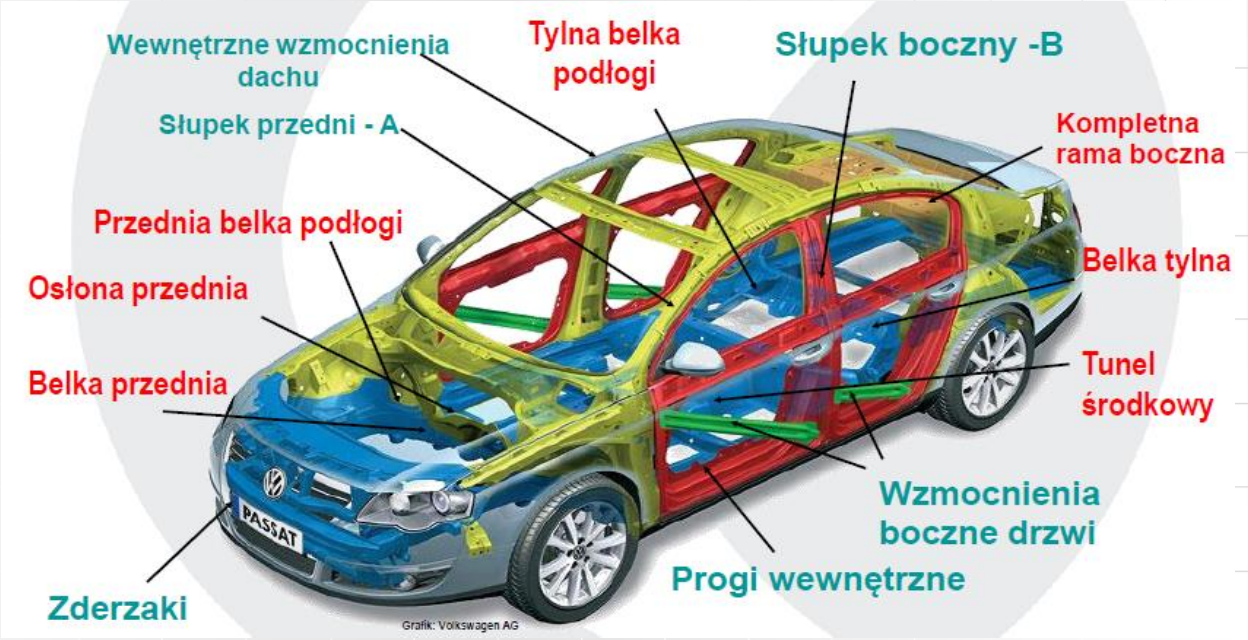
1. Wprowadzenie
2. Potencjał wdrożeniowy
3. Koncepcja technologiczna
4. Materiał badawczy
5. Metody badawcze
6. Wyniki
    1. Kształt U
    2. Dolna część słupka B
    3. Słupek B
7. Podsumowanie i wnioski końcowe
8. Dorobek naukowy

Wrocław University of Science and Technology

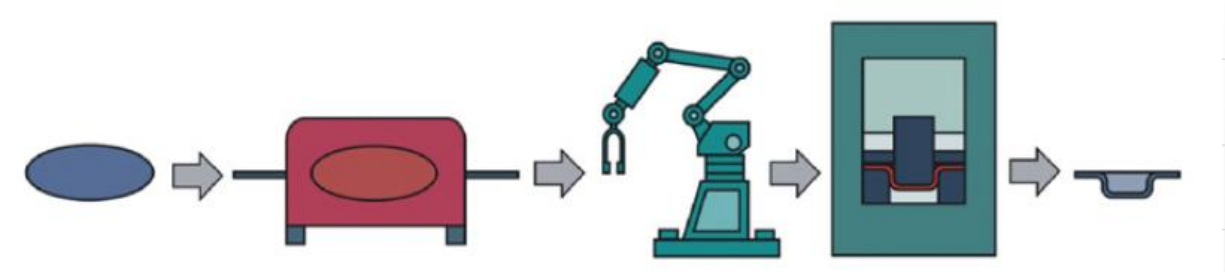
KIRCHHOFF POLSKA

Wprowadzenie – tłoczenie na gorąco stali

Elementy wytwarzane metodą tłoczenia na gorąco

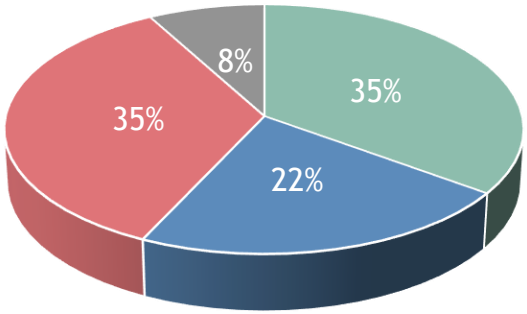


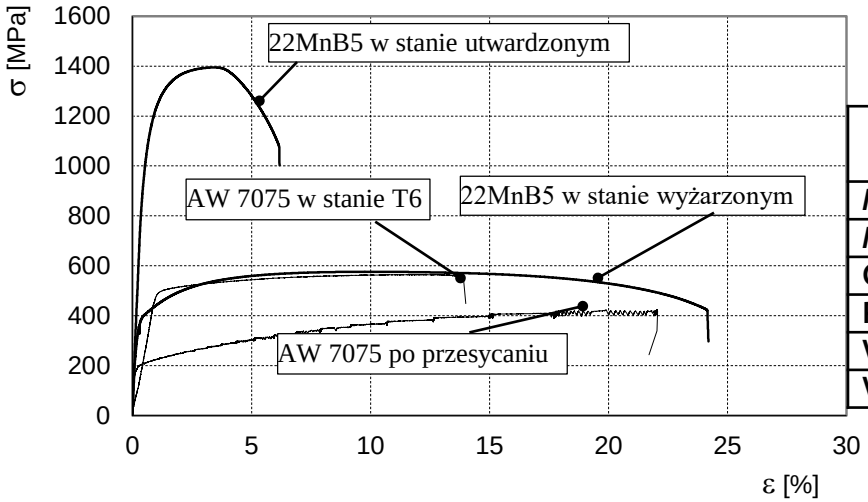
Schemat procesu tłoczenia na gorąco



Blacha | Nagrzewanie w piecu | Transfer na prasę | Odkształcanie i hartowanie w narzędziach

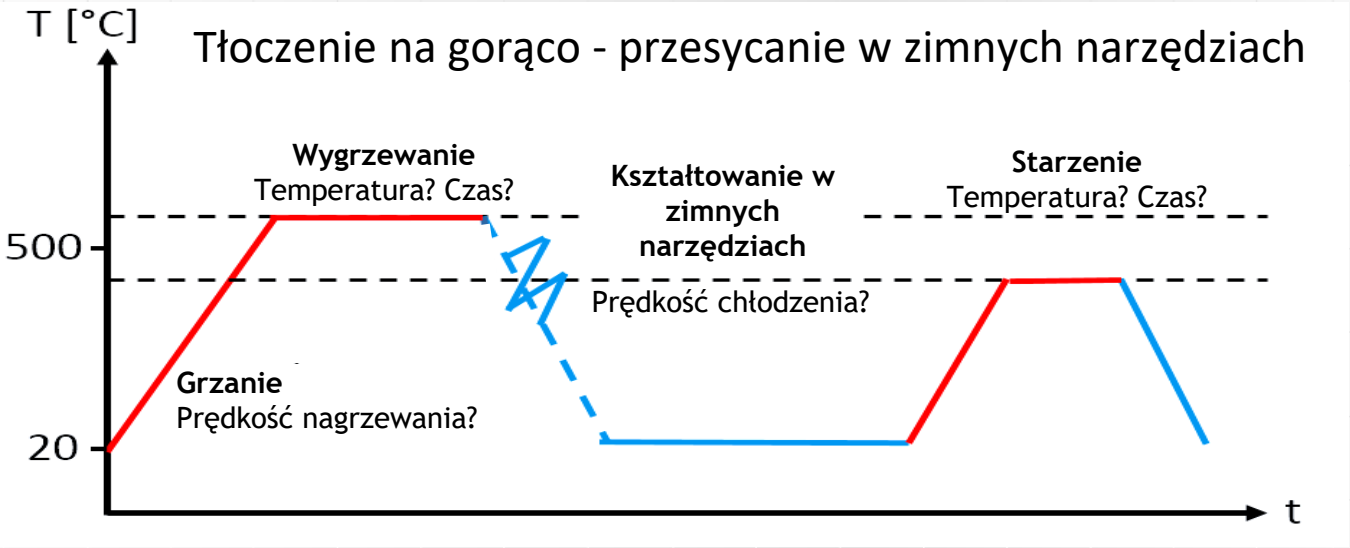
Wprowadzenie - tłoczenie stopu aluminium





		Słupek stalowy	Słupek aluminiowy
Materiał		22MnB5	7075 T6
Moduł Younga	E [GPa]	210	72
Grubość słupka	g [mm]	1,5	**3**
Przekrój słupka	A [mm^2]	380	1108
Wytrzymałość	Rm [MPa]	1400	600
Wytrzymałość właściwa	[kN*m/kg]	175	222

Koncepcja technologiczna



Fałdowanie

Wrocław University Of Science and Technology

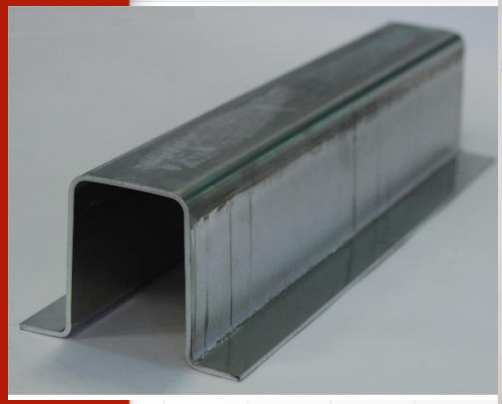
Prace badawcze

Badania materiałowe

- Statyczne próby rozciągania w temperaturze otoczenia i w temperaturze podwyższonej
- Badanie mikrostruktury i pomiar twardości materiału po każdym z etapów obróbki cieplnej (przesycanie i starzenie).

Próby technologiczne

- Wytwarzanie kształtu „U” (wstępne próby w uproszczonych warunkach)
- Wytwarzanie dolnej części słupka B
- Wytwarzanie całego słupka B w warunkach przemysłowych



- Badania wytrzymałościowe, zacierania powierzchni, fałdowania, pękania, wytworzonych wyrobów

Wrocław University Of Science and Technology

Materiał do badań

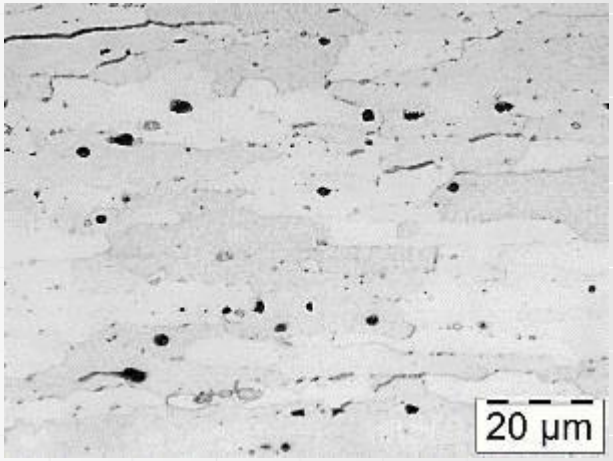
Stop aluminium 7075 w stanie T6 w postaci blachy o grubości 3 mm

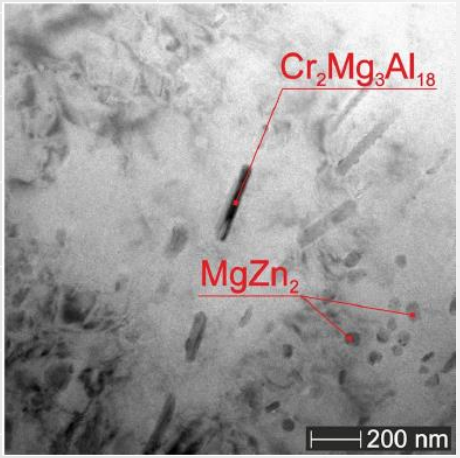
Własności mechaniczne blachy

	R_m MPa	$R_{p0,2}$ MPa	A_{50} %	Twardość HV1
7075 T6	580-600	518-520	11-12	196

Skład chemiczny stopu 7075 T6

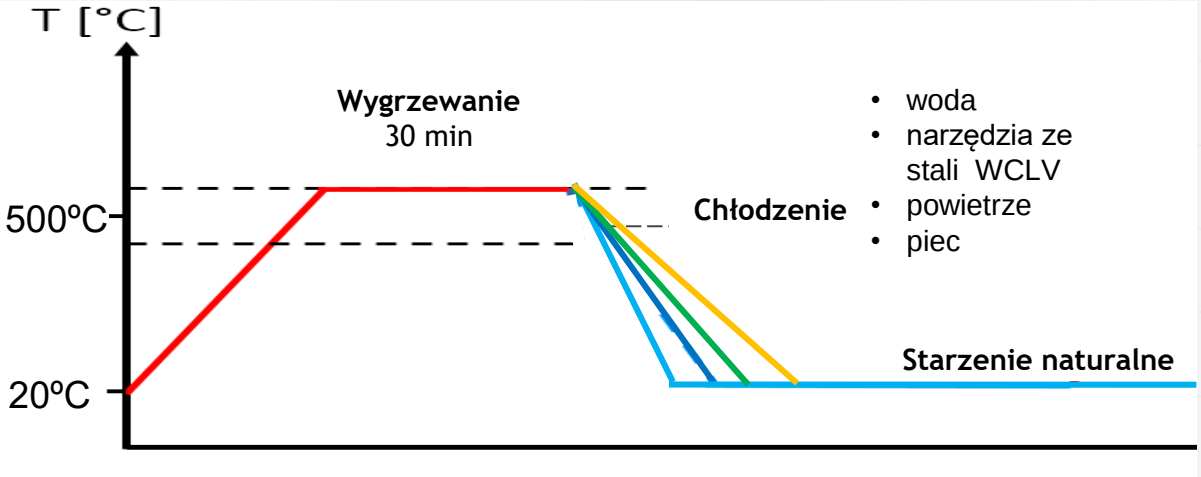
Pierwiastek	Si	Fe	Cu	Mn	Mg	Cr	Zn	Ti	Ti+Zr	Pozostałe
Zawartość [%]	0,06	0,12	1,6	0,02	2,6	0,19	5,8	0,05	0,08	0,02

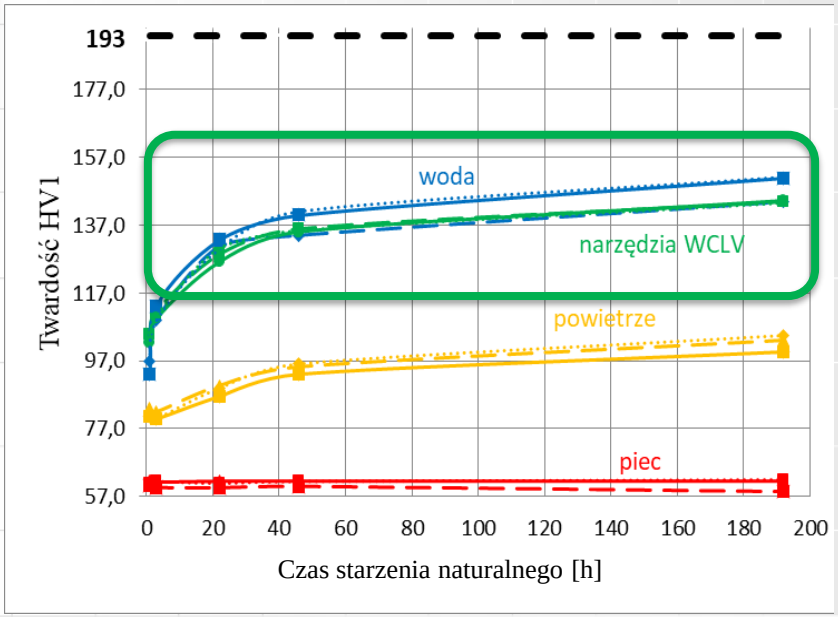


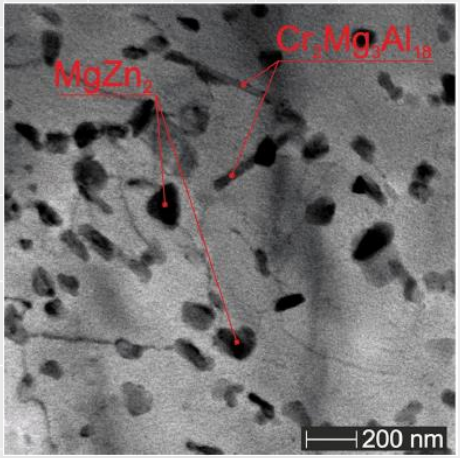


Zgład metalograficzny stopu 7075 w stanie dostawy T6

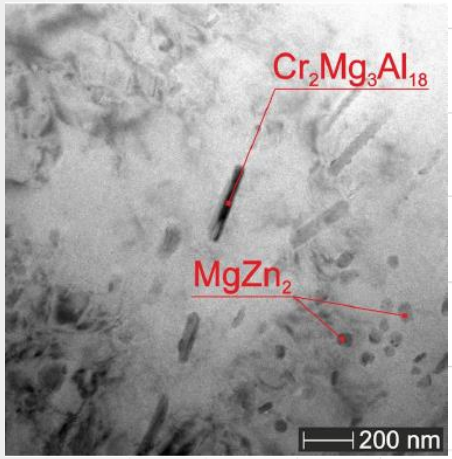
Wpływ czasu starzenia nat. i ośrodka chłodzącego na twardość





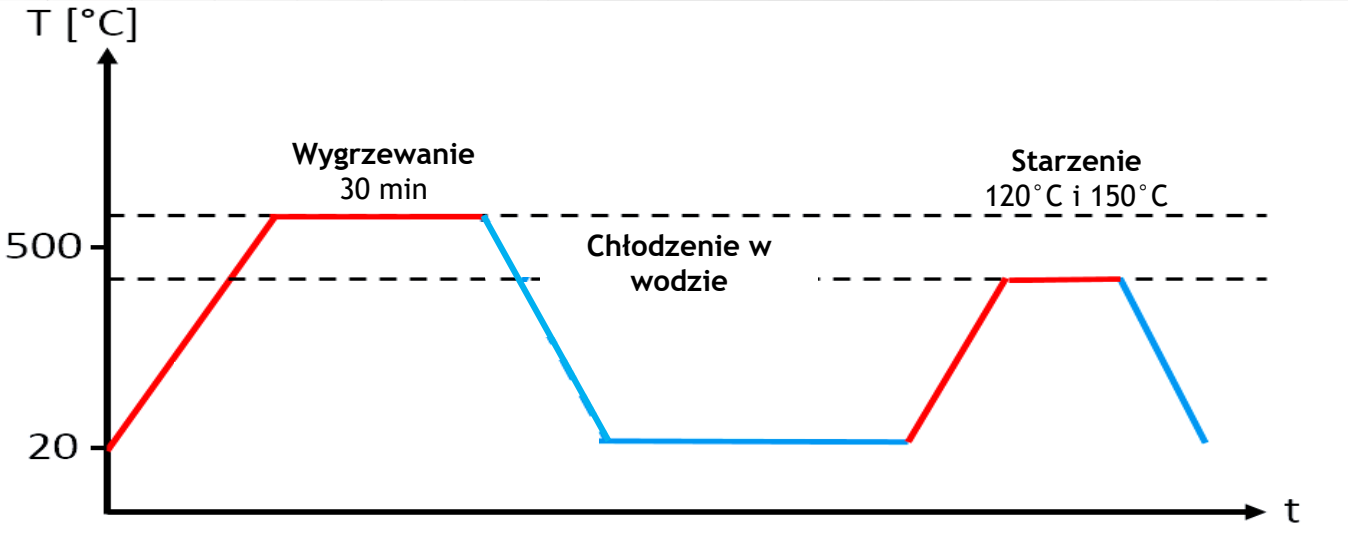


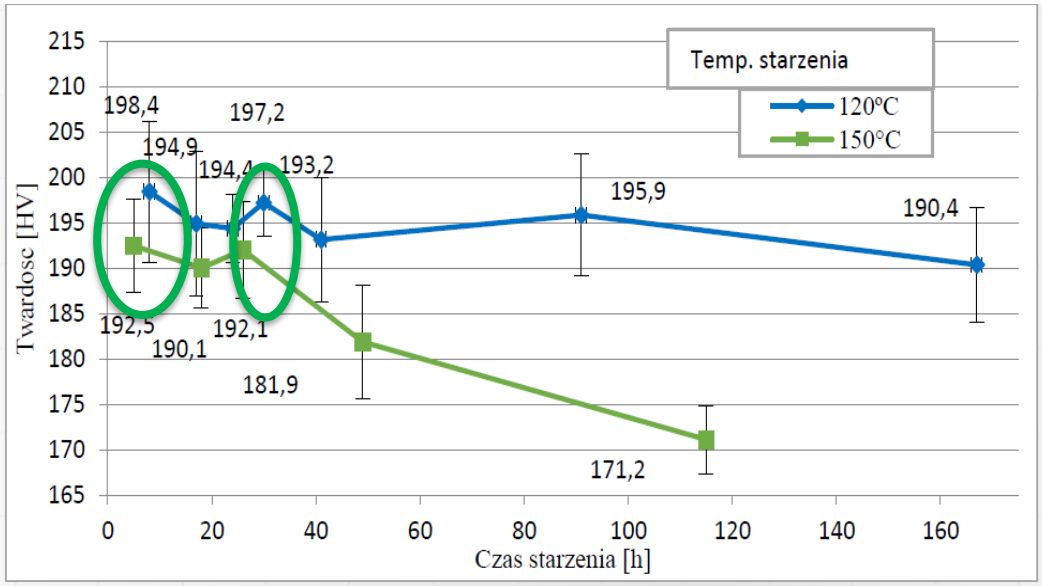
Przesycanie w narzędziach



Przesycanie w wodzie

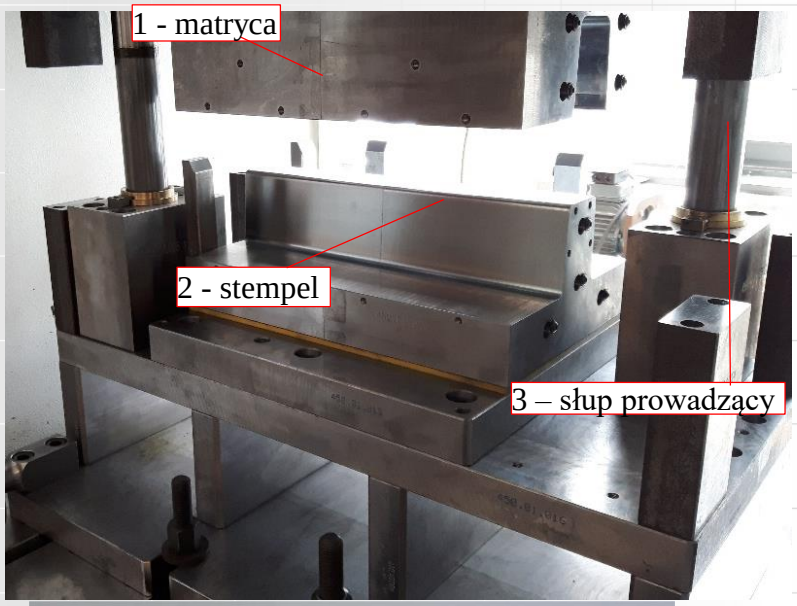
Wpływ czasu starzenia sztucznego na twardość

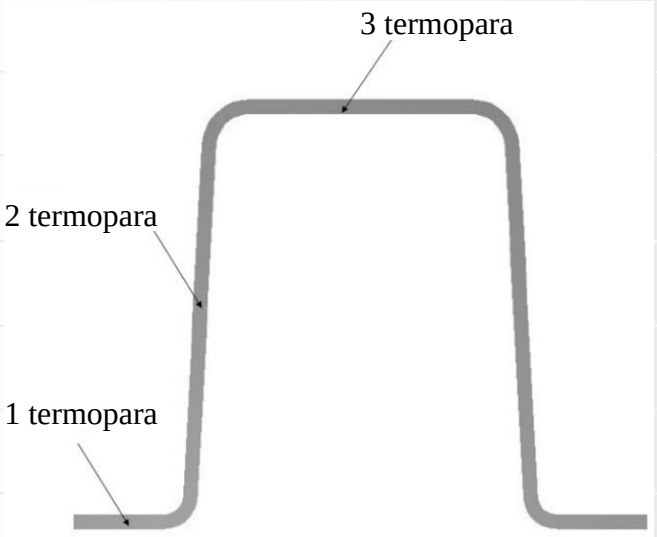


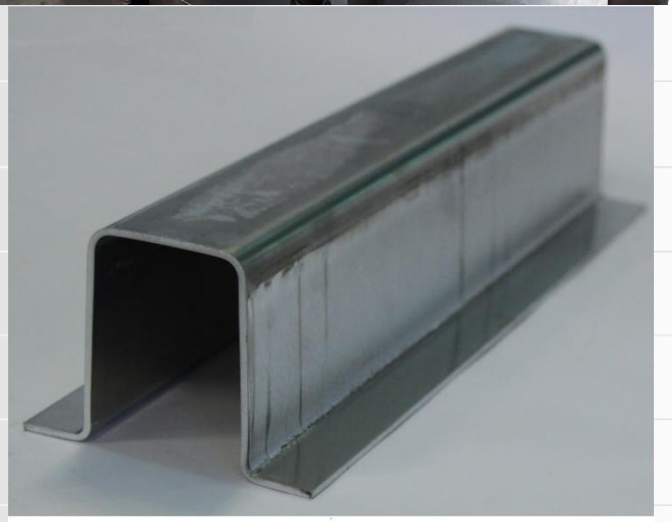


Narzędzie do kształtowania U

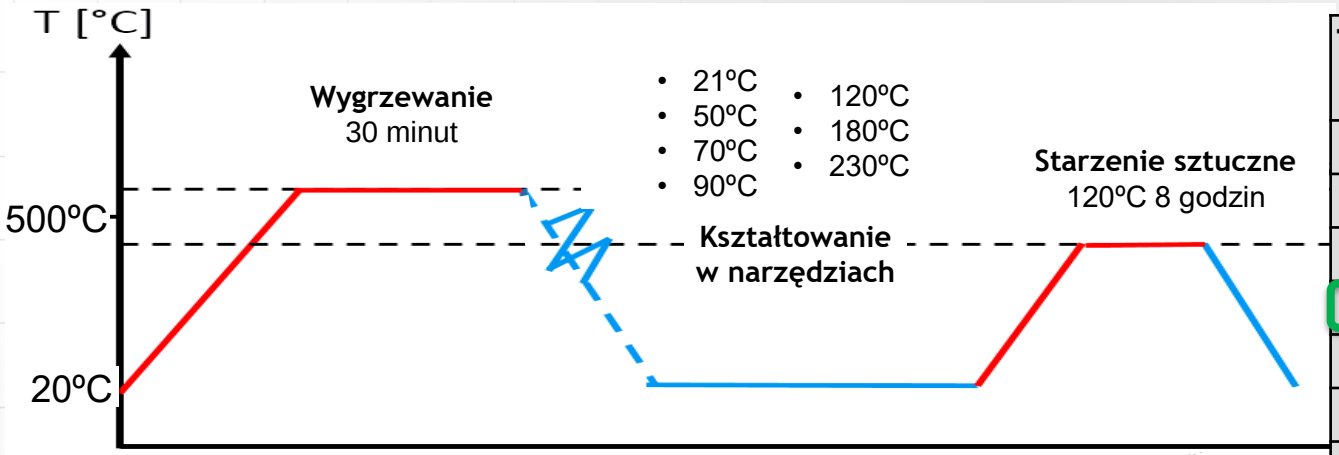
- Zamocowano na prasie hydraulicznej o maksymalnym nacisku 2000 kN
- Kształtowanie odbywało się z prędkością ruchu suwaka 14 mm/s
- Elementy formujące wykonano ze stali stopowej 1.2738HH



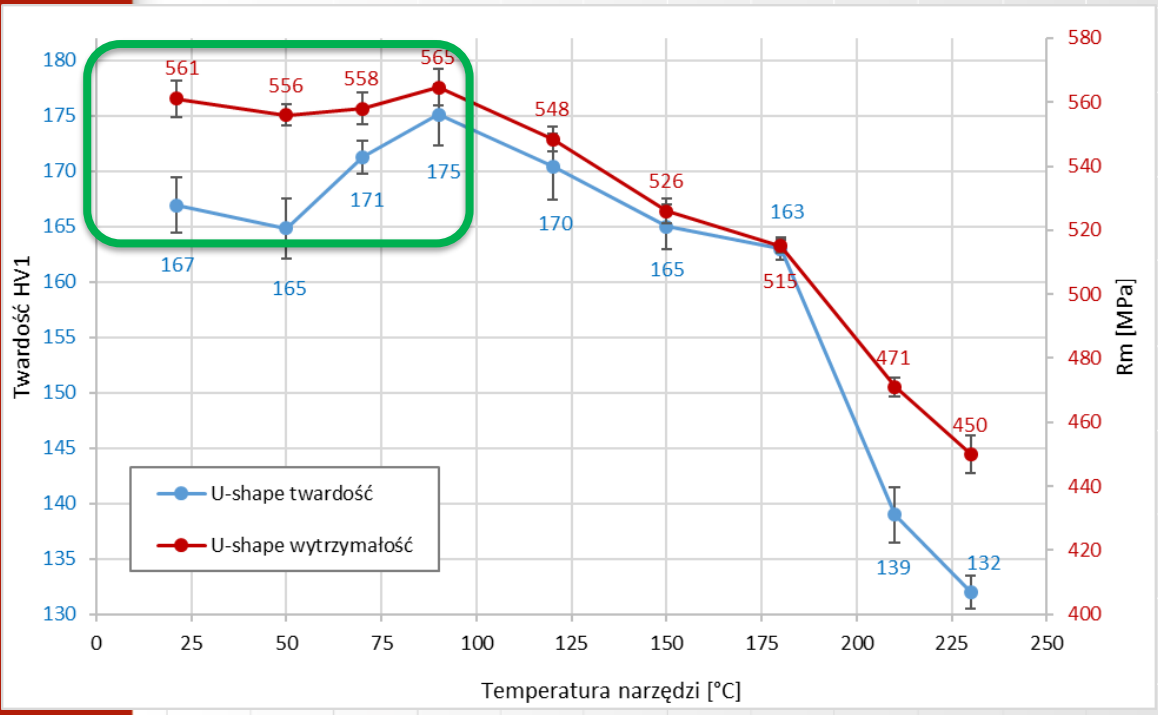


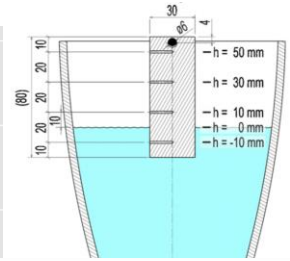


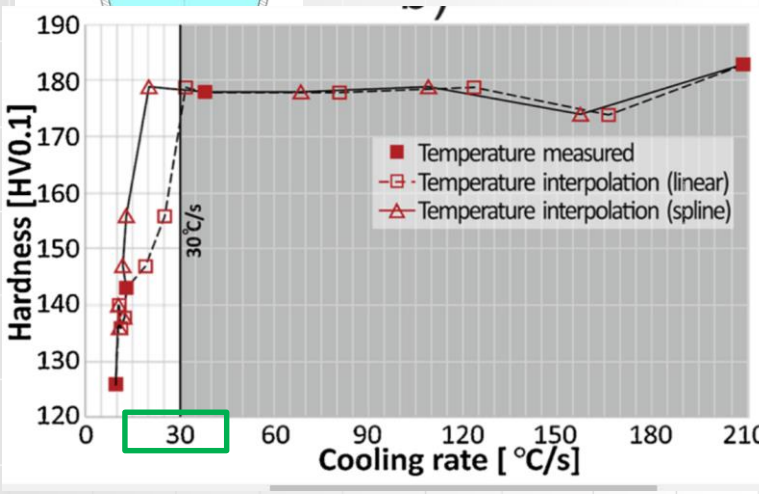
Kształtowanie U – przesycanie w gorących narzędziach



Temperatura narzędzi	Prędkość chłodzenia
21°C	200°C/s
50°C	120°C/s
70°C	105°C/s
90°C	102°C/s
120°C	80°C/s
150°C	60°C/s
180°C	33°C/s
210°C	24°C/s
230°C	21°C/s







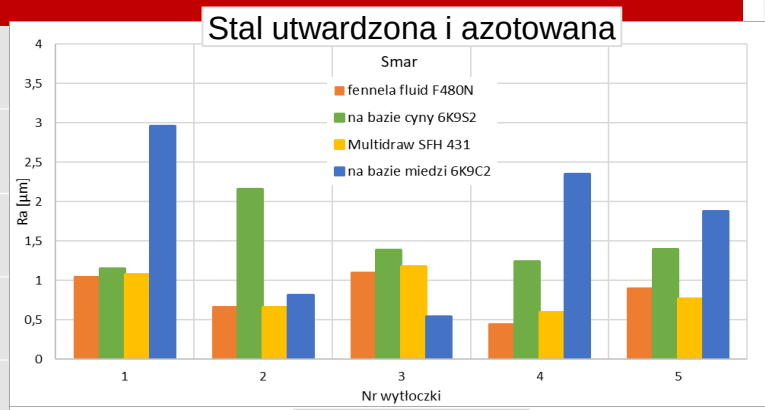
Kształtowanie U – zacieranie się powierzchni

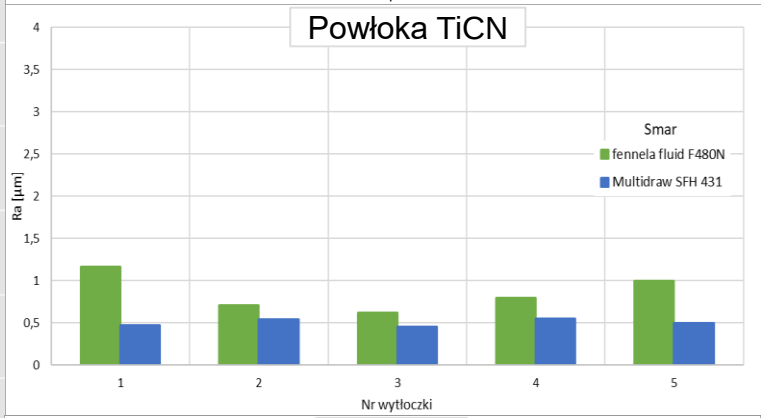
Badane powłoki na narzędziach:

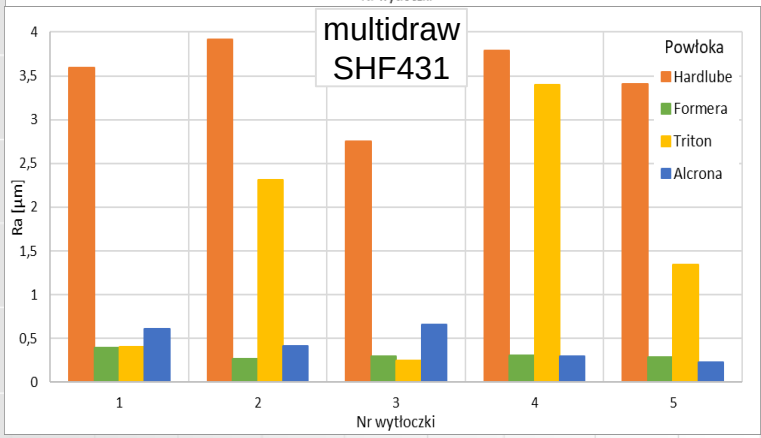
- Stal narzędziowa utwardzona i azotowana
- Stal proszkowa
- Powłoka na bazie AlCrN
- Powłoka na bazie CrTiN
- Powłoka na bazie TiAlN + WC/C
- Powłoka węglowa DLC
- Powłoka na bazie TiCN

Badane smary:

- multidraw SHF 431 (na bazie oleju estrowego)
- Olej rzepakowy + kwas borowy
- Olej rzepakowy
- Smar na bazie cyny
- Smar na bazie miedzi
- Fenella fluid F480N



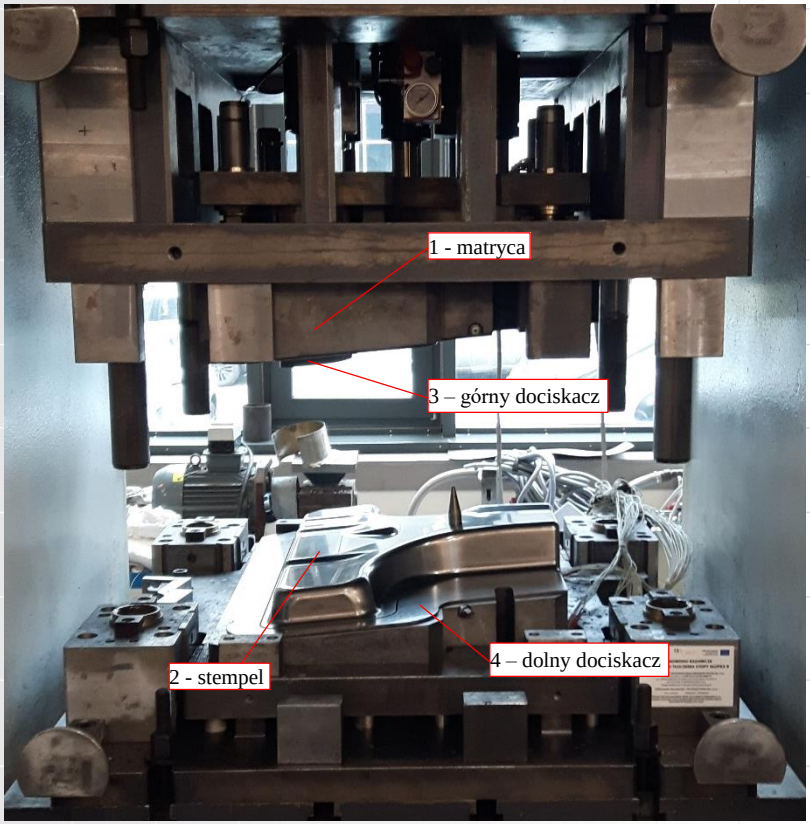




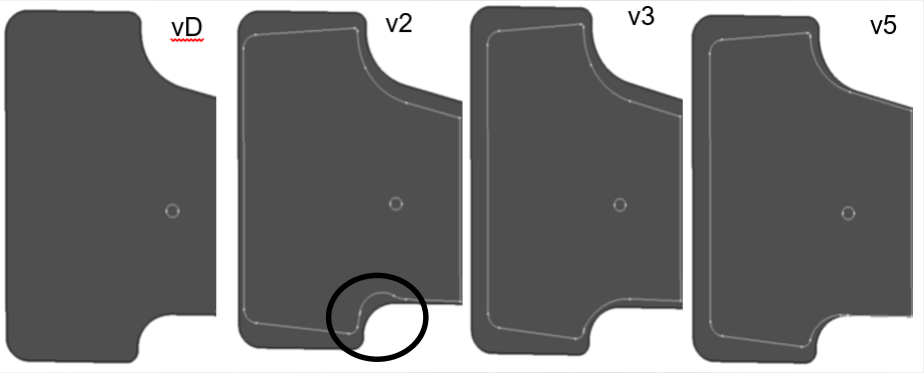
Wrocław University Of Science and Technology

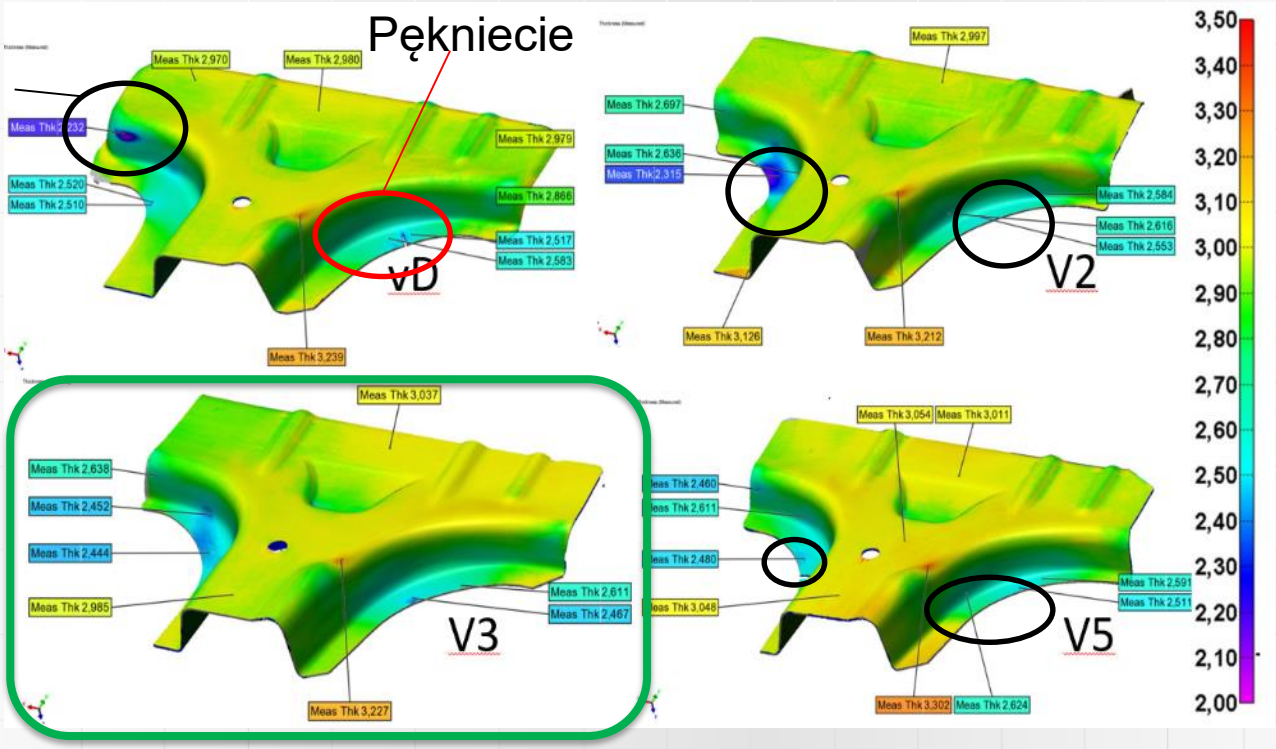
Narzędzie do kształtowania dolnej części słupka B

- Zestaw narzędzi kształtujących (stempel i matryca) został rozszerzony o dociskacz dolny i górny.
- Prasa pozwala na zastosowanie siły docisku w zakresie od 0 do 800 kN
- Elementy formujące wykonano ze stali stopowej 1.2738HH
- Powierzchnie robocze tłocznika zostały pokryte wyłonioną (podczas prób tłoczenia kształtu U) powłoką ochronną na bazie TiCN, nanoszoną metodą CVD z użyciem plazmy



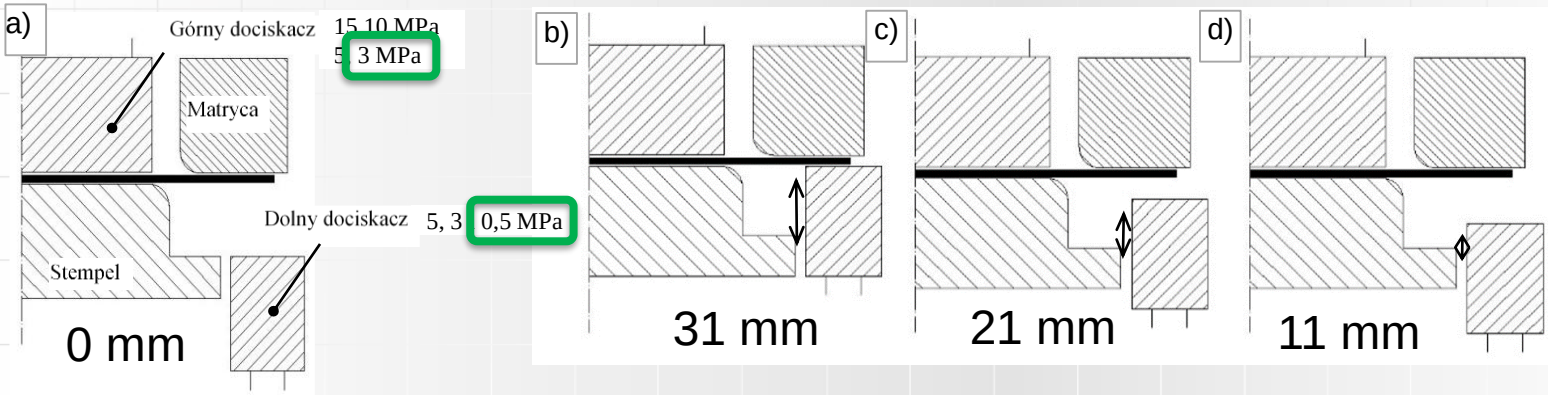
Dolna część słupka B – kształt materiału wejściowego



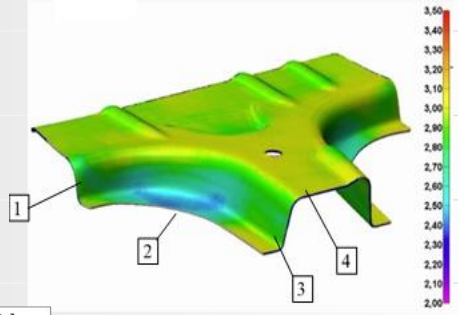


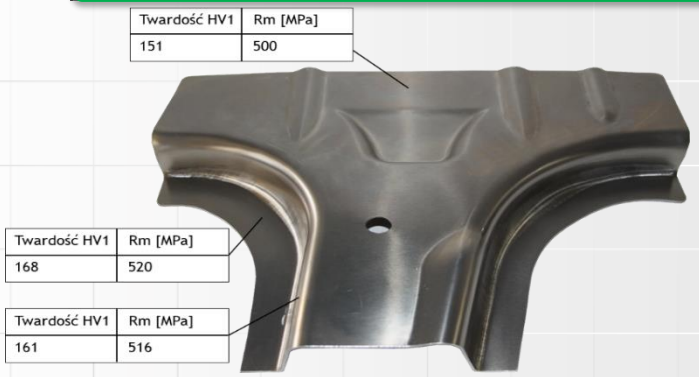
Dolna część słupka B – siła działania dociskaczy

Konfiguracja pozycji dolnego dociskacza

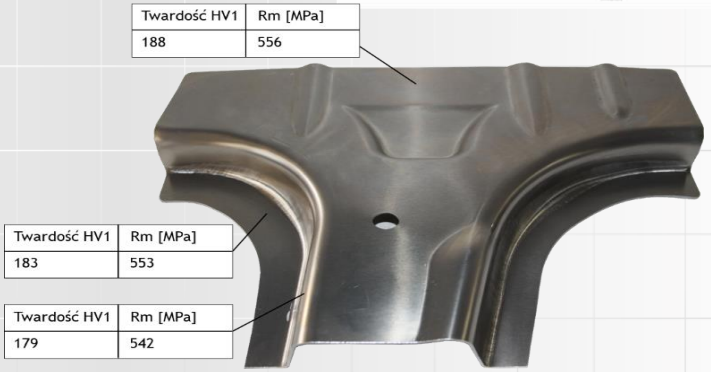


Wysokość początkowa dociskacza	Pkt 1	Pkt 2	Pkt 3	Pkt 4
0 mm	2,78	2,45	2,90	3,02
11 mm	2,82	2,56	2,73	2,44
21 mm	2,80	2,70	2,80	2,00
31 mm	2,77	2,77	2,70	2,60





Własności wytrzymałościowe stopy słupka B wytworzonej bez udziału dolnego dociskacza



Własności stopy wytworzonej przy użyciu dolnego dociskacza na wysokości początkowej 31 mm

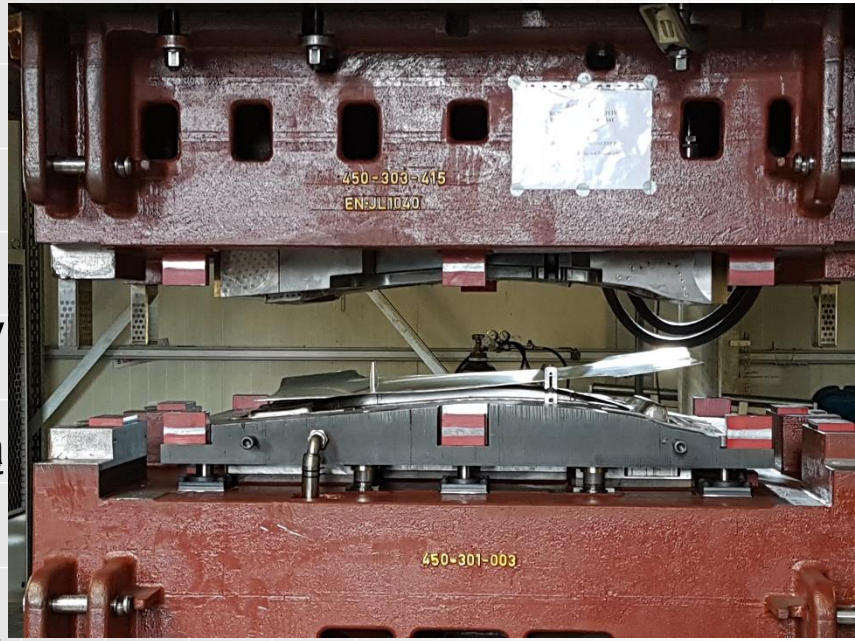
Wnioski

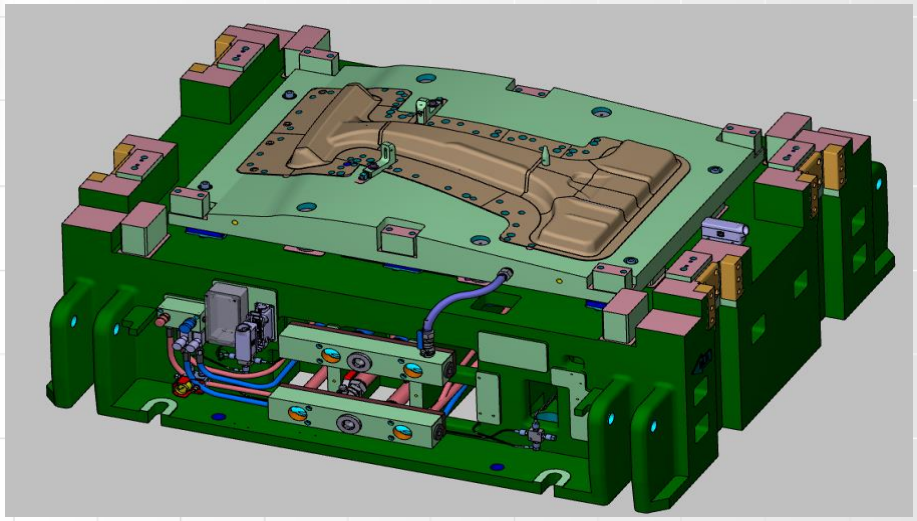
1. Blachę ze stopu aluminium 7075 należy wygrzewać w piecu w temperaturze 500°C przez 30 minut przed kształtowaniem.
2. Chłodzenie blachy w narzędziach zapewnia wystarczającą prędkość chłodzenia, by uzyskać stan przesycony materiału.
3. Narzędzia nagrzane nawet do 90°C nadal będą wystarczająco szybko odprowadzać ciepło z blachy.
4. W celu uzyskania cząstek umacniających w strukturze, blachę należy starzyć sztucznie w temperaturze 120°C przez 8 godzin.
5. Najlepszą powłoką na narzędzia do tłoczenia aluminium na gorąco jest powłoka na bazie TiCN, a najlepszym smarem jest multidraw SHF 431 (na bazie oleju estrowego).
6. Kształt przygotówki zapewniający wytworzenie wytłoczki bez wad o dobrej geometrii to kształt oznaczony jako „v3”.
7. Odpowiedni kształt i przesycenie blachy zapewnia użycie górnego (3 MPa) i dolnego dociskacza (0,5 MPa) ustawionego w pozycji początkowej zapewniającej kontakt dociskacza z blachą już od pierwszych sekund tłoczenia

Wrocław University Of Science and Technology

Narzędzie do kształtowania słupka B

- Tłocznik został zamocowany na prasie hydraulicznej o maksymalnym nacisku 500 ton
- Elementy formujące wykonano ze stali stopowej 1.2738HH
- Powierzchnie robocze tłocznika zostały pokryte wyłonioną (podczas prób tłoczenia kształtu U) powłoką ochronną na bazie TiCN, nanoszoną metodą CVD z użyciem plazmy



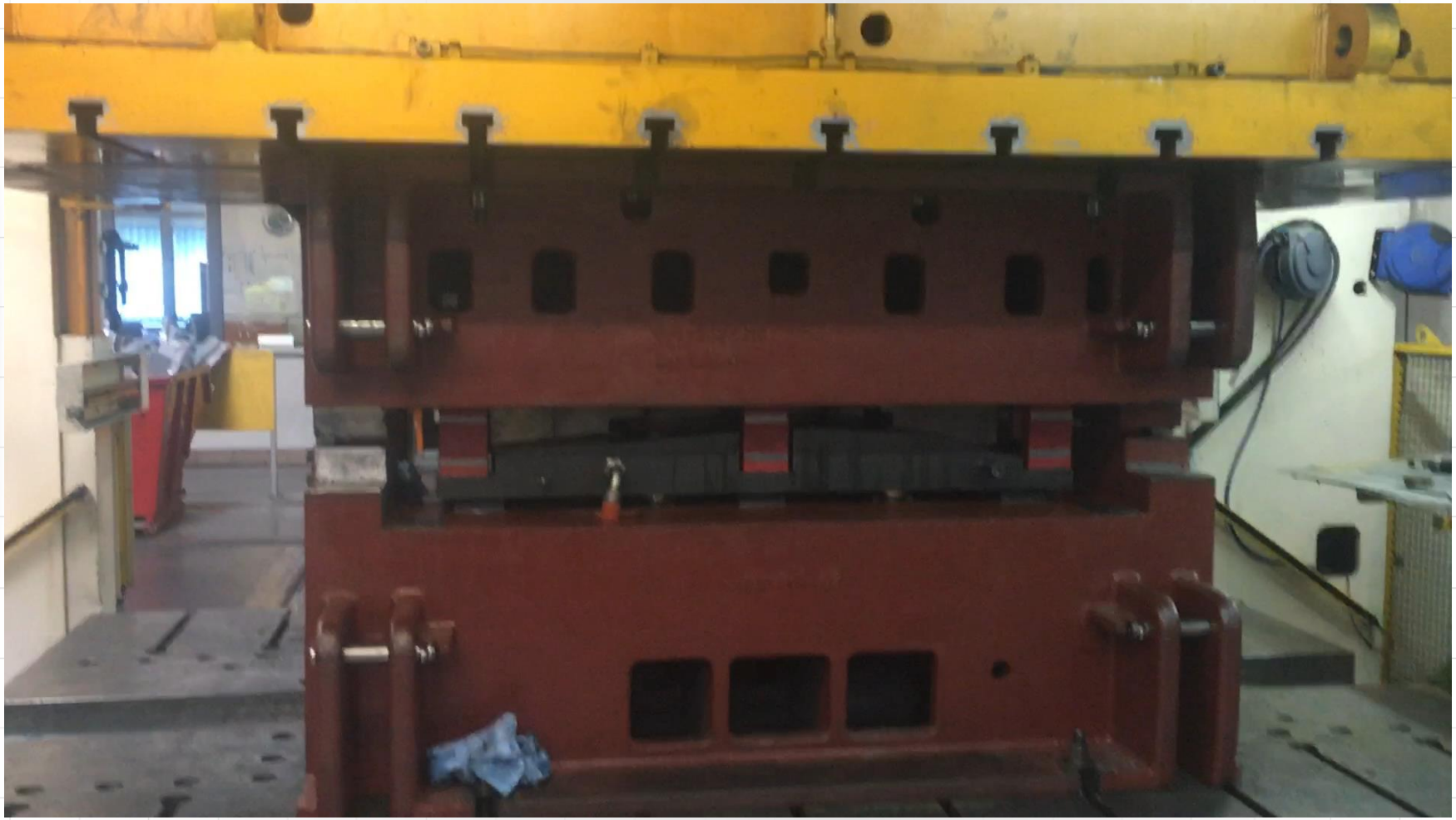


Wrocław University Of Science and Technology

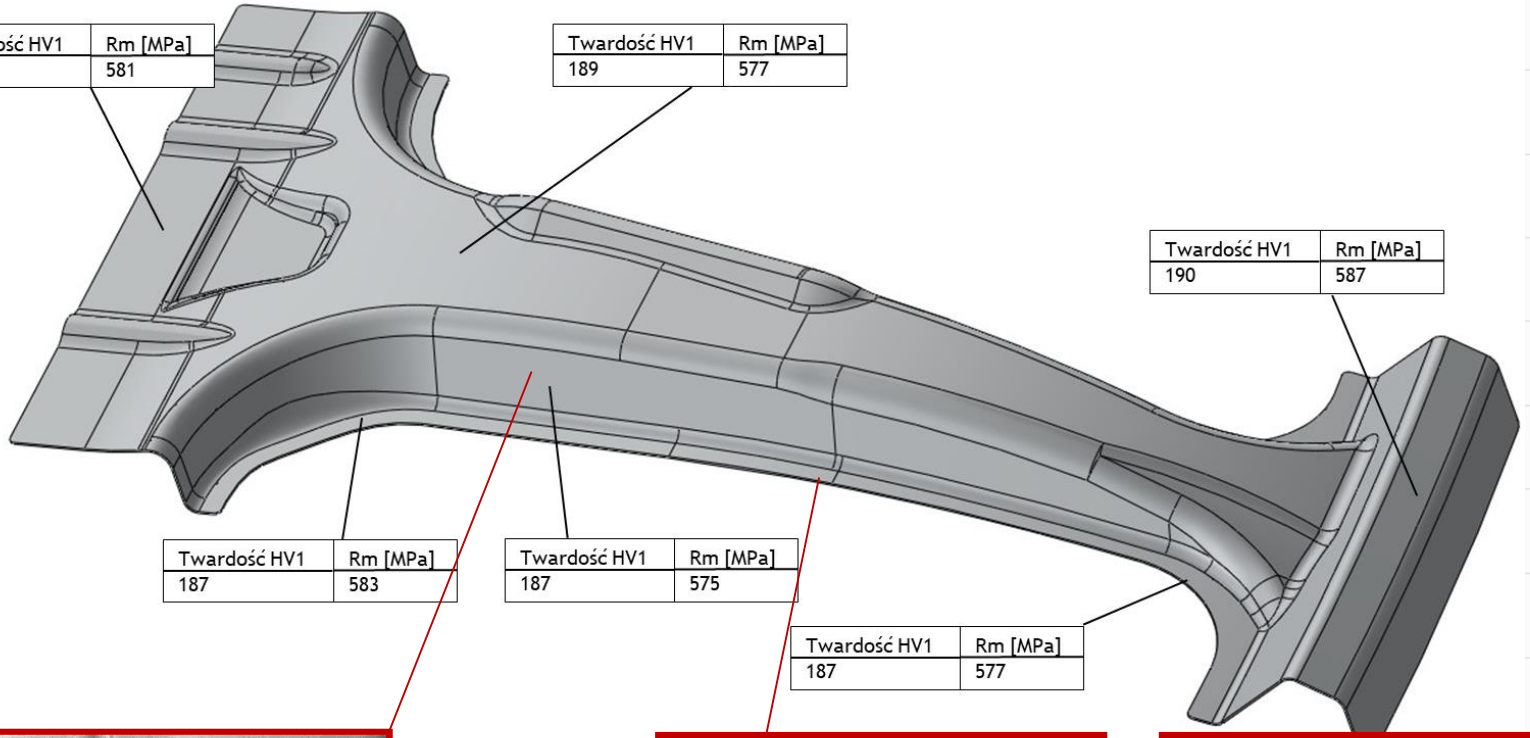
Kształtowanie słupka B w warunkach przemysłowych

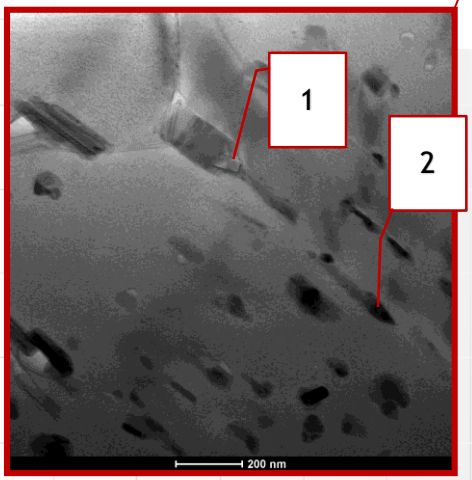
Wrocław University Of Science and Technology

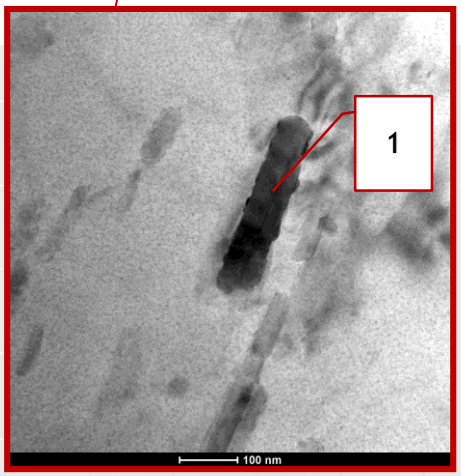
Kształtowanie słupka B w warunkach przemysłowych

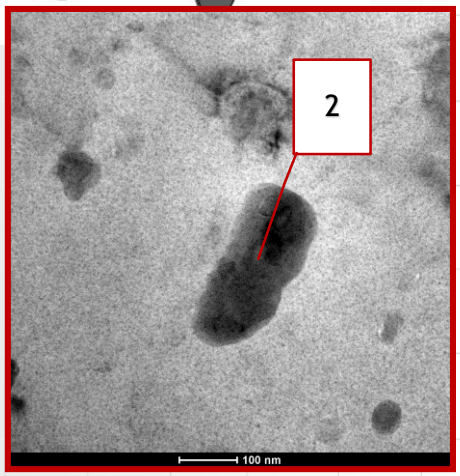


Słupek B – własności wytrzymałościowe



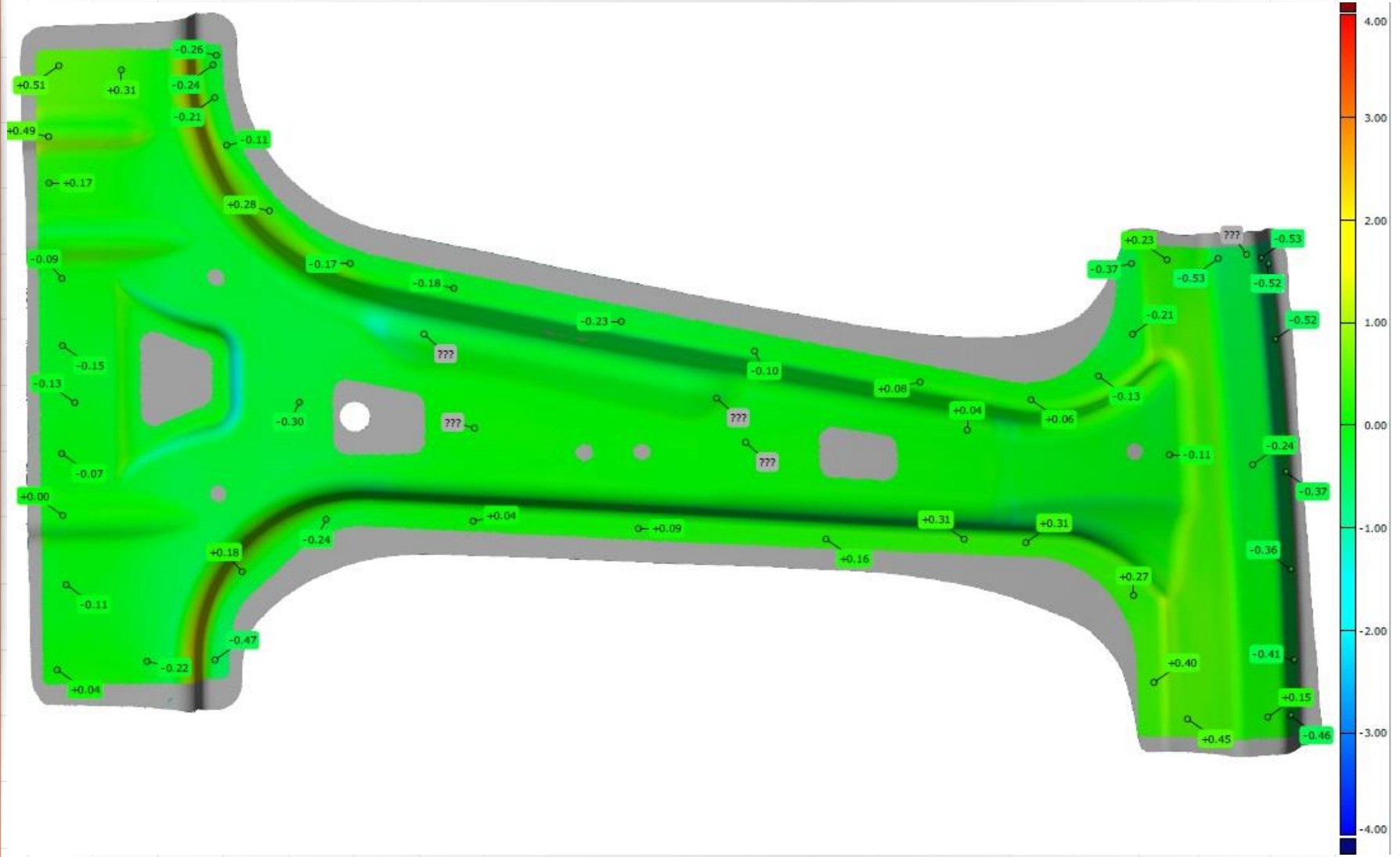




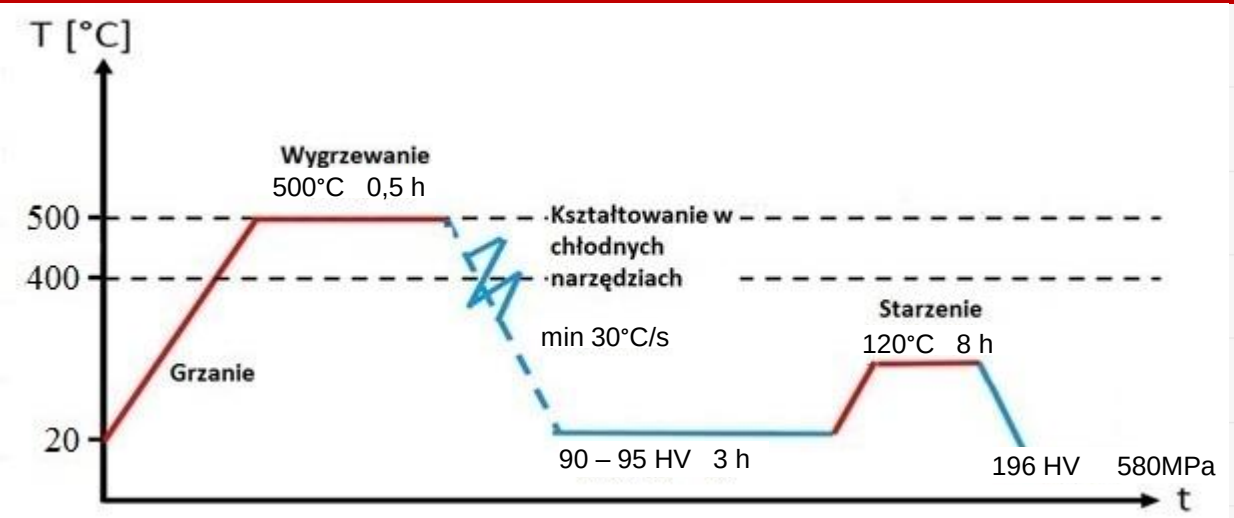


Wrocław University Of Science and Technology

Słupek B – geometria



Podsumowanie i wnioski końcowe



- Przeprowadzone badania i próby technologiczne potwierdziły, że można uzyskać złożoną geometrię jaką jest słupek B w nadwoziu samochodowym z blachy aluminium 7075 o grubości 3 mm poprzez tłoczenie na gorąco zapewniając jednocześnie wysokie własności wytrzymałościowe.
- Wyznaczone parametry mogą posłużyć do wytwarzania innej, skomplikowanej części na nadwozie samochodu z wysokowytrzymałego stopu aluminium umacnianego wydzieleniowo.

Wrocław University Of Science and Technology

Dorobek naukowy

Patent

1. Zbigniew Gronostajski, Paweł Kaczyński, Sławomir Polak, Karol Jaśkiewicz, Jakub Krawczyk, Mateusz Skwarski, Władysław Chorzępa, Krzysztof Śliz; **Sposób zwiększenia tłoczności blach aluminiowych ze stopów aluminium serii 6000 i 7000**. Patent nr P427611 z 31.10.2018.

Zgłoszenia patentowe

1. Paweł Kaczyński, Karol Jaśkiewicz, Zbigniew Gronostajski, Sławomir Polak, Jakub Krawczyk, Mateusz Skwarski, Władysław Chorzępa, Krzysztof Śliz, Sławomir Uzar; **A method of manufacturing of energyabsorbing elements made of agehardenable aluminum alloy sheets that facilitate further joining.** Zgłosz. pat. nr EP20169730.7 z 15.04.2020.
2. Paweł Kaczyński, Karol Jaśkiewicz, Zbigniew Gronostajski, Sławomir Polak, Jakub Krawczyk, Mateusz Skwarski, Władysław Chorzępa, Krzysztof Śliz, Sławomir Uzar; **Stanowisko do badania energochłonności słupków B pojazdów kołowych**. Zgłosz. pat. nr P431164 z 16.09.2019.
3. Paweł Kaczyński, Karol Jaśkiewicz, Zbigniew Gronostajski, Sławomir Polak, Jakub Krawczyk, Mateusz Skwarski, Władysław Chorzępa, Krzysztof Śliz, Sławomir Uzar; **Stanowisko do badania obrażeń głowy podczas uderzenia w słupek dachowy pojazdu samochodowego**. Zgłosz. pat. nr P431806 z 14.11.2019.

Wrocław
University
Of Science
and Technology

Dziękuję za uwagę