

# Nowoczesne technologie materiałowe stosowane w przemyśle lotniczym

## Modern material technologies in aerospace industry

### Plastyczne kształtowanie stopów magnezu (kucie precyzyjne, tłoczenie, wyciskanie, itd.)

#### Plastic forming of magnesium alloys (precision forging, stamping, extrusion and the like)

Politechnika Śląska, Politechnika Rzeszowska - AGH w Krakowie, Politechnika Lubelska, Instytut Lotnictwa w Warszawie

**Tytuł rozwiązania Innowacyjnego**  
*Title of the innovative solution*

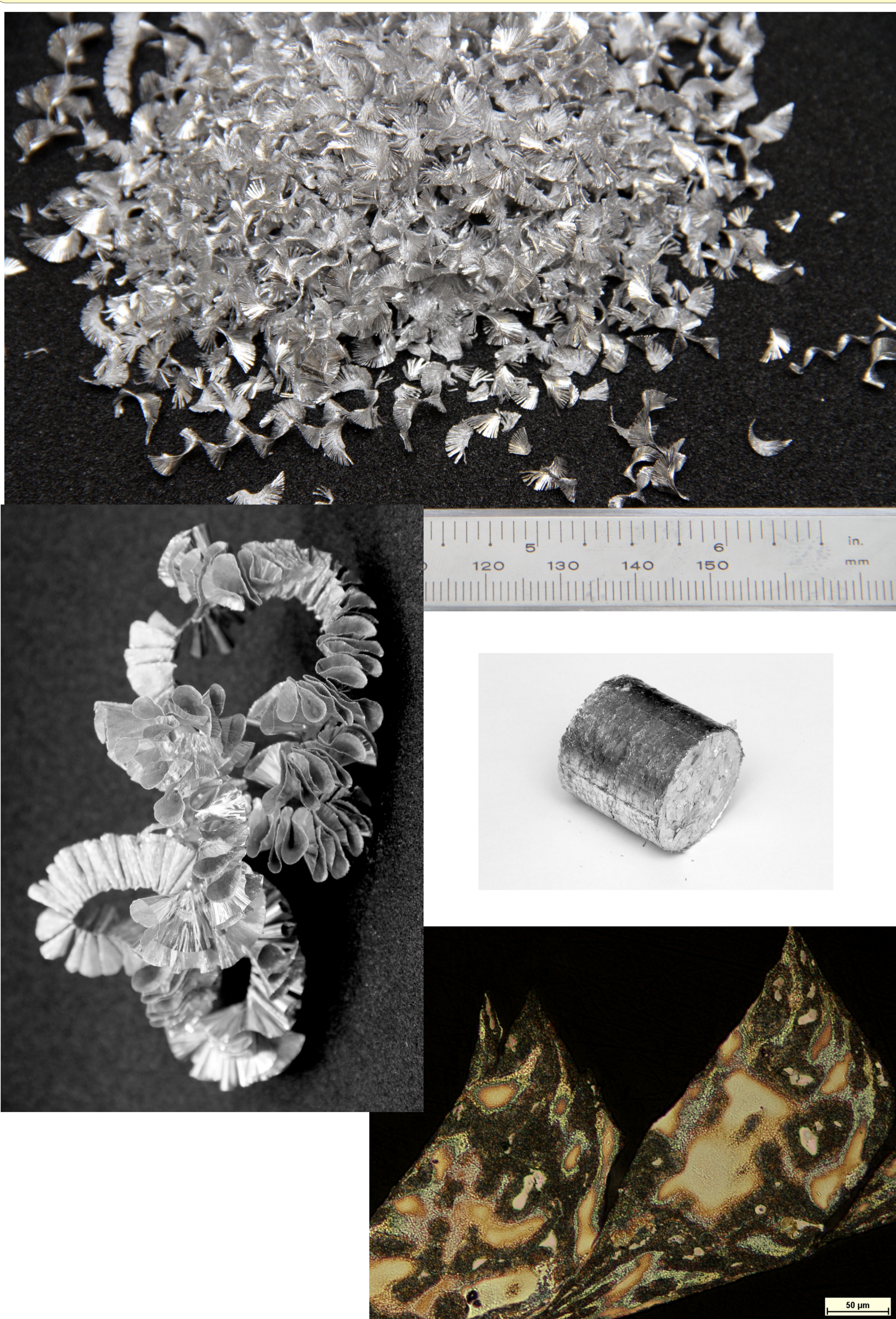
**Niskotemperaturowa konsolidacja przemysłowych wiórów ze stopów magnezu**  
*Low-temperature consolidation of industrial magnesium alloy chips*

**Krótki opis rozwiązania**  
*Brief description of the solution*

Rozwiązanie dotyczy recyklingu metalicznych frakcji rozdrobnionych, w szczególności przemysłowych wiórów odpadowych powstających podczas kształtowania wyrobów ze stopów magnezu drogą obróbki skrawaniem. Innowacja polega na konsolidacji wiórów w procesie niskotemperaturowego wyciskania metodą KOBO do postaci pełnowartościowego litego wyrobu. Ze strukturalnego punktu widzenia, cykliczne obustronne skręcanie wyciskanego wsadu, będące istotą metody KOBO, wywołuje wzmożoną lokalizację odkształcenia, „odsłania” atomowo aktywne elementy powierzchni sąsiadujących ze sobą wiórów, a wywierane w procesie duże naprężenia ściskające i ścinające, zapewniają silne i trwałe połączenia mechaniczne.

The solution relates to the recycling of metal particulate fraction, and in particular industrial waste chips produced during forming products of magnesium alloy by machining. The innovation lies in the consolidation of chips in the low-temperature extrusion via KOBO method into a fully-fledged solid product. From a structural point of view, the circular double-sided torsion extruded stock, which is the essence of the KOBO method induces increased distortion location, "reveals" the active elements of atomic surfaces of adjacent chips, and exerted in the high compressive stress and shear provide strong and durable mechanical connections.

**Graficzna prezentacja rozwiązania innowacyjnego**  
*Visualization of the innovative solution*

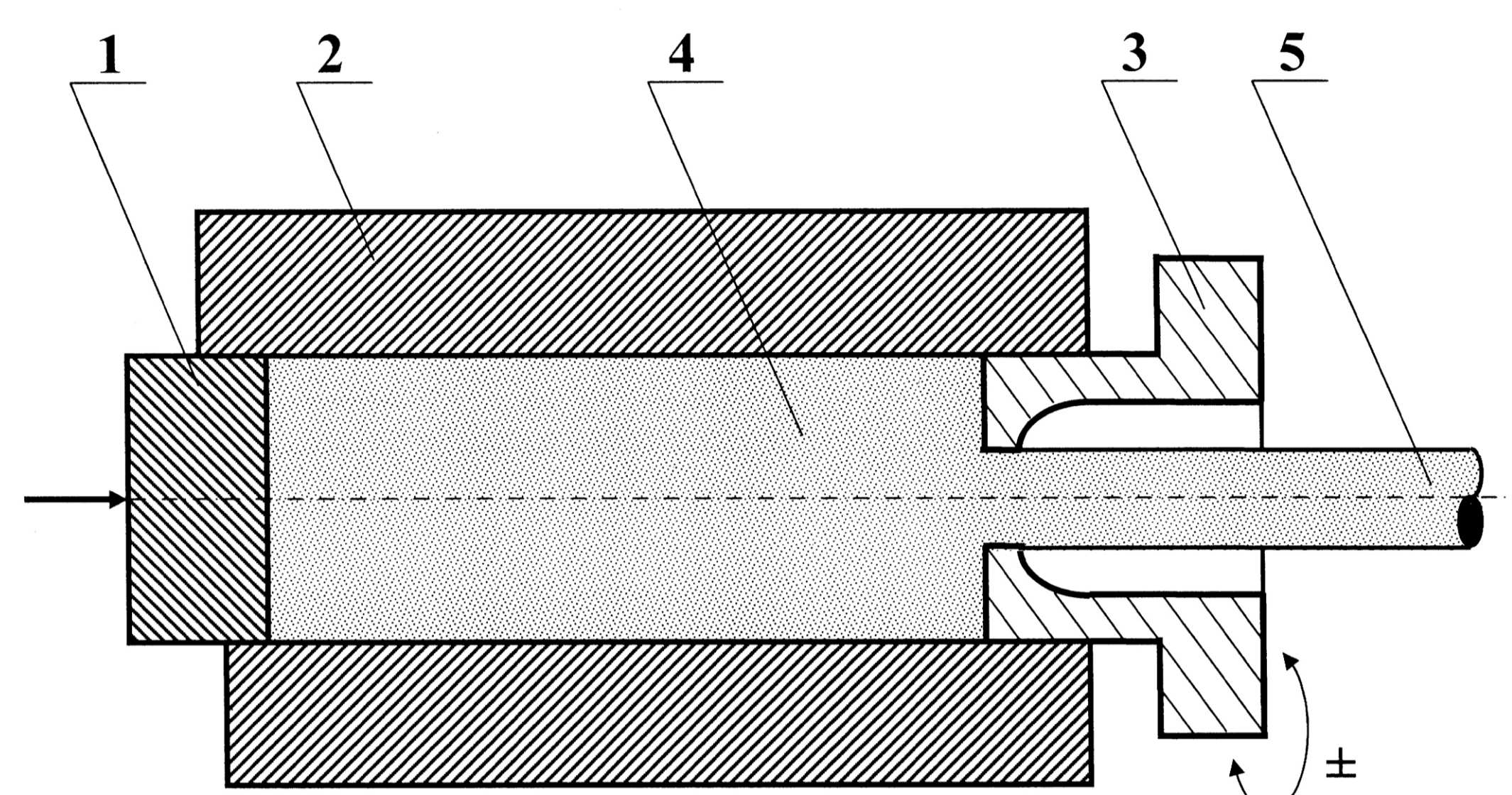


Rys. 1. Wióry oraz wstępnie zagęszczony wsad ze stopu AZ91  
Fig. 1. Chips and a pre-compacted load from AZ91 alloy

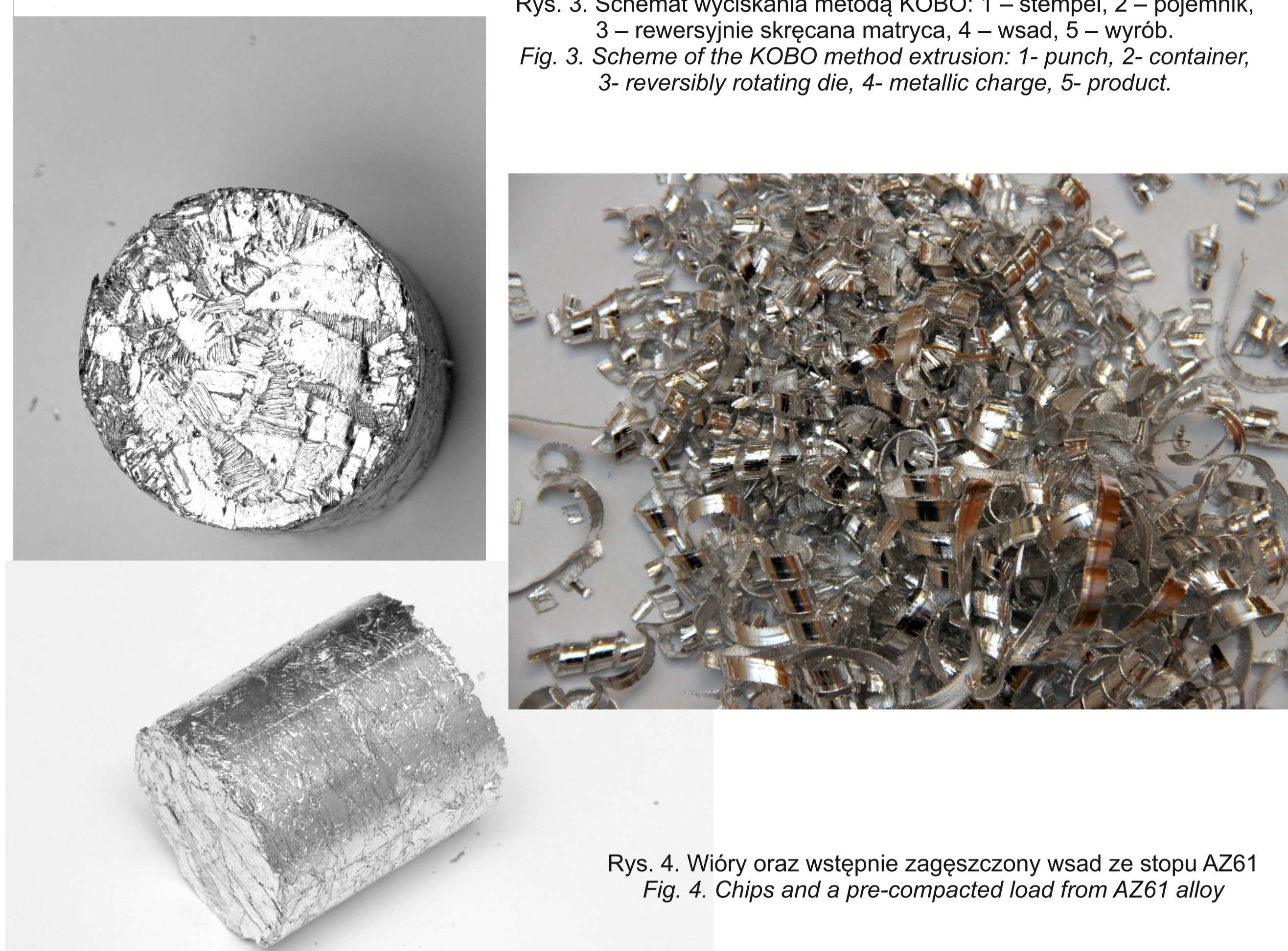


Rys. 2. Wióry oraz wstępnie zagęszczony wsad ze stopu AZ80  
Fig. 2. Chips and a pre-compacted load from AZ80 alloy

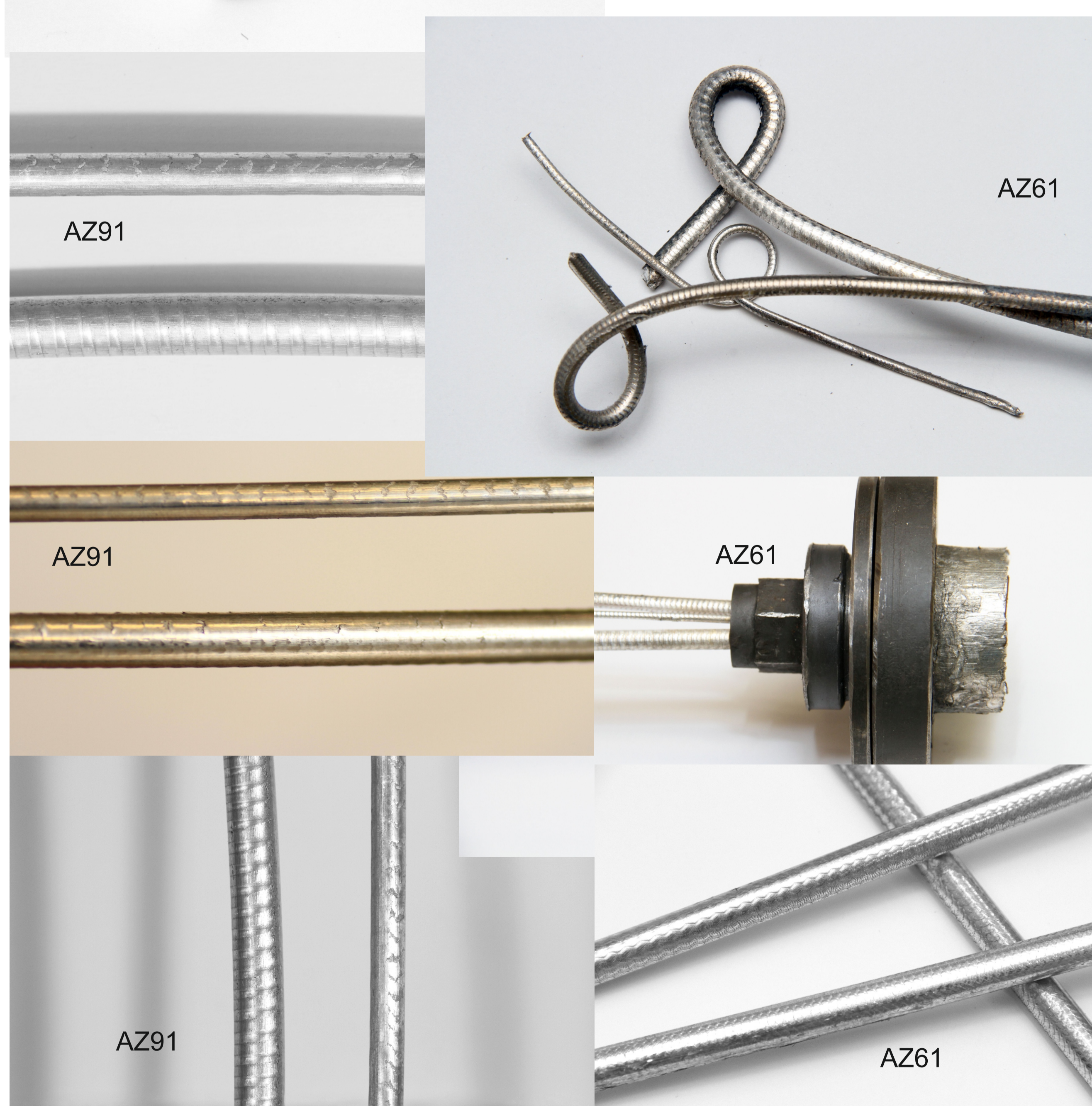
**Graficzna prezentacja rozwiązania innowacyjnego**  
*Visualization of the innovative solution*



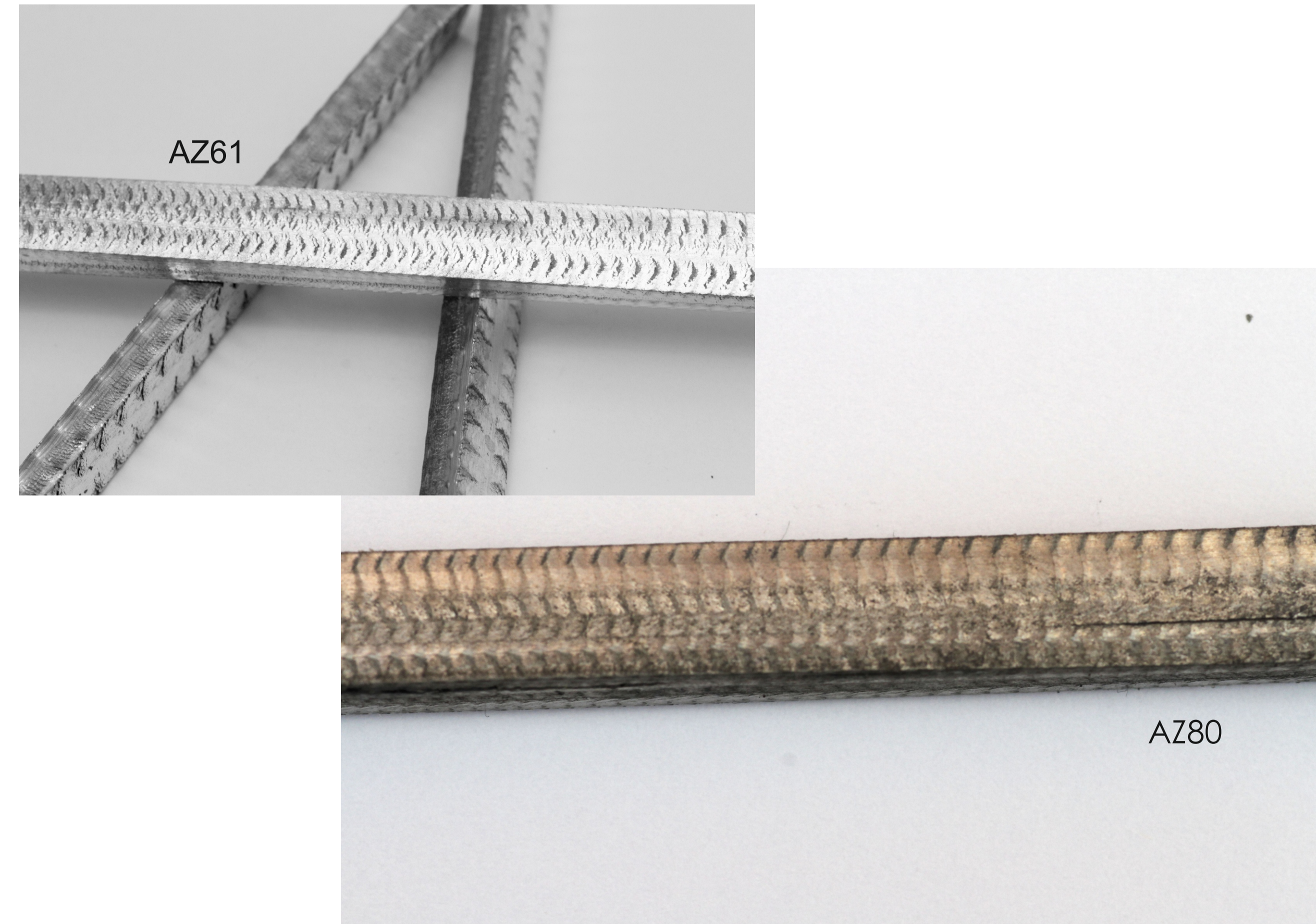
Rys. 3. Schemat wyciskania metodą KOBO: 1 – stempel, 2 – pojemnik, 3 – rewersyjnie skręcana matryca, 4 – wsad, 5 – wyrób.  
Fig. 3. Scheme of the KOBO method extrusion: 1- punch, 2- container, 3- reversibly rotating die, 4- metallic charge, 5- product.



Rys. 4. Wióry oraz wstępnie zagęszczony wsad ze stopu AZ61  
Fig. 4. Chips and a pre-compacted load from AZ61 alloy

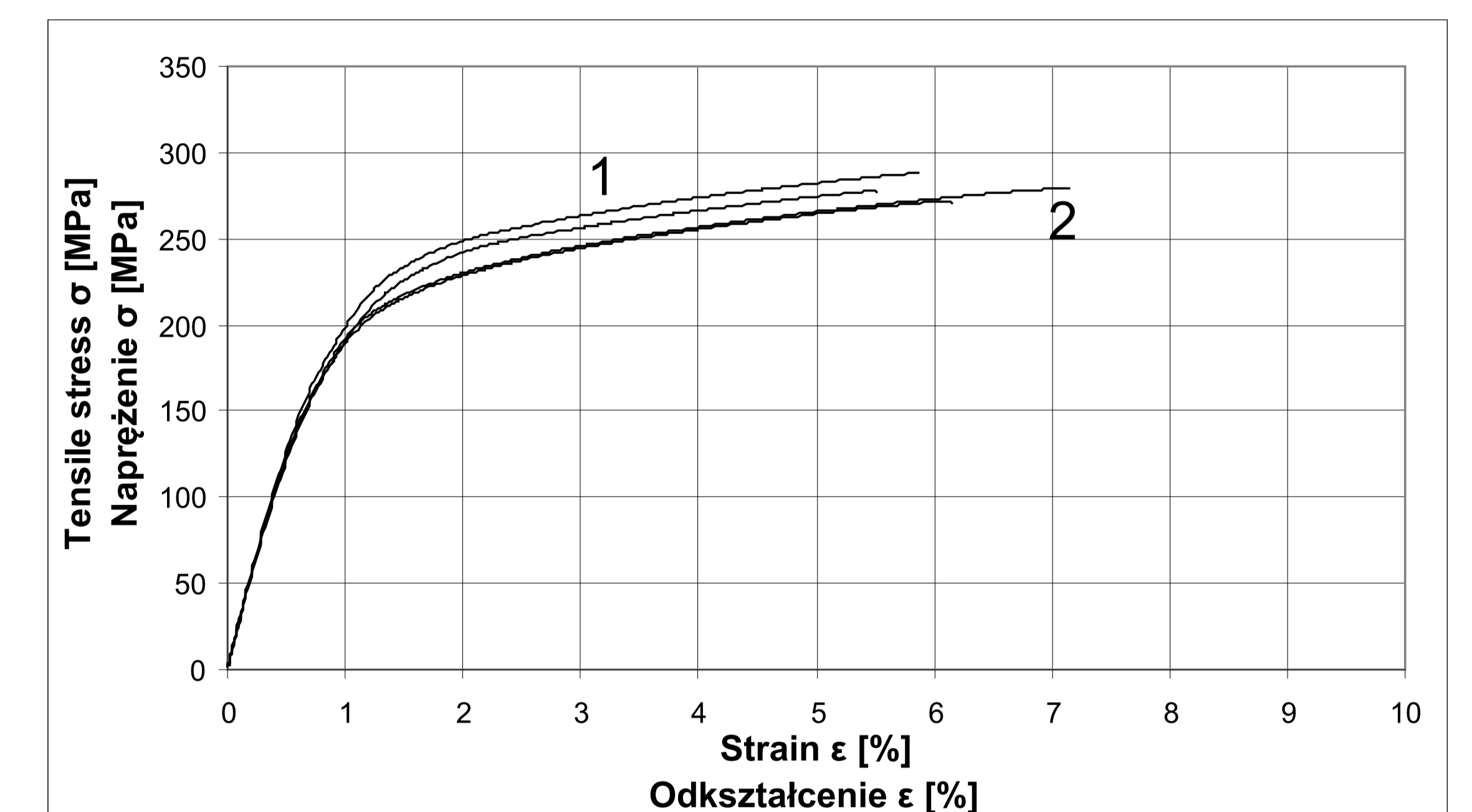


Rys. 5. Druty po konsolidacji wiór ze stopów magnezu  
Fig. 5. Wire products after consolidation of magnesium alloy chips



Rys. 6. Płaskowniki po konsolidacji z wiór ze stopów magnezu  
Fig. 6. Bars products after consolidation of magnesium alloy chips

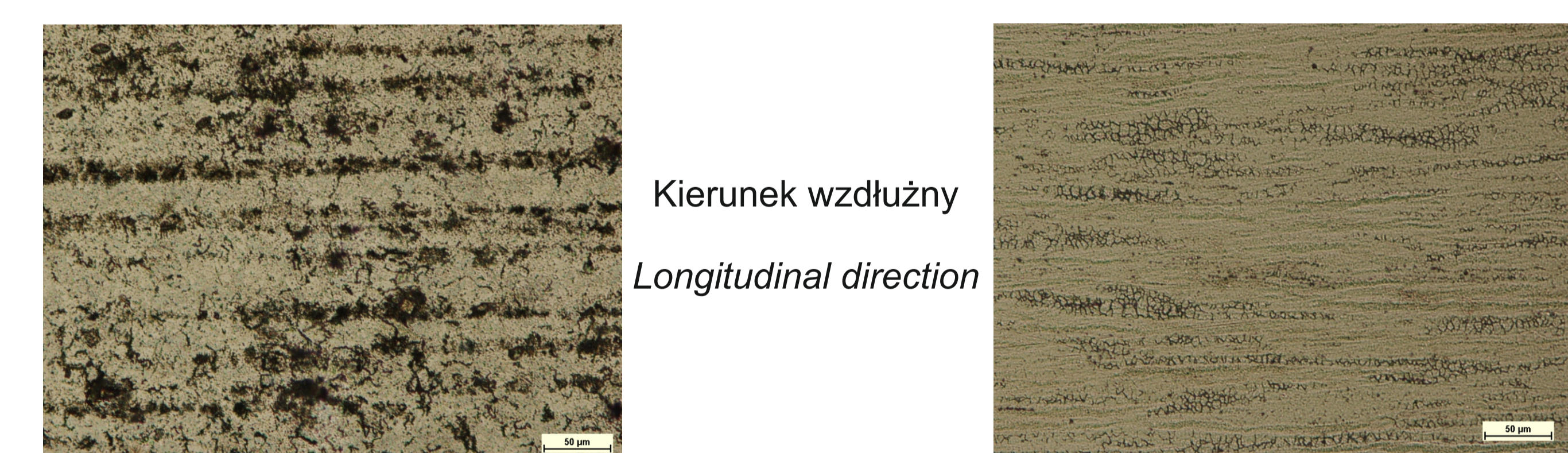
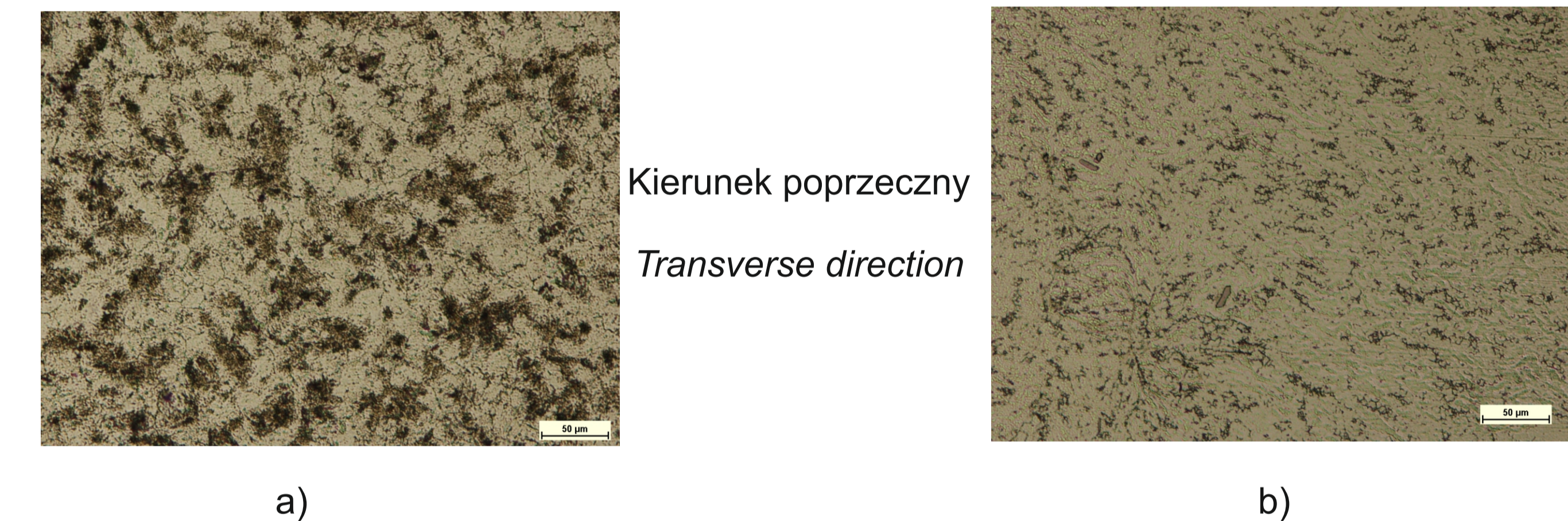
**Graficzna prezentacja rozwiązania innowacyjnego**  
*Visualization of the innovative solution*



Rys. 7. Pręt ø6 mm z litego AZ91 (1) oraz konsolidowanych wiór przemysłowych z AZ91 (2).  
Fig. 7. Rod ø6 mm from solid AZ91 (1) and the consolidated industrial AZ91 chips (2).



Rys. 8. Mikrostruktura stopu AZ91 a) materiału wyjściowego b) wiórów przemysłowych wyciśniętych metodą KOBO.  
Fig. 8. The microstructure of AZ91 alloy a) the initial material b) industrial chips extruded by KOBO method.



Rys. 9. Mikrostruktura stopu AZ61 a) materiału wyjściowego b) wiórów przemysłowych wyciśniętych metodą KOBO.  
Fig. 9. The microstructure of AZ61 alloy a) the initial material b) industrial chips extruded by KOBO method.

**Zalety i ograniczenia rozwiązania innowacyjnego**  
*Advantages and restrictions of innovative solution*

Zalety rozwiązania innowacyjnego:

Eliminacja dotychczas stosowanych metalurgicznych, nieefektywnych metod recyklingu opartych na topieniu wiórów ze stopów magnezu z ogromnymi stratami materiałowymi, bądź wysokotemperaturowym ich wyciskaniu potęgującym utlenienie wsadu i wyrobu. Oferowane nowe innowacyjne rozwiązanie, znajduje zarówno uzasadnienie ekonomiczne jak i ekologiczne i może być stosowane także dla innych stopów metali lekkich.

Konieczność selektywnego odbioru i gromadzenia odpadów – wiórów ze stopów magnezu. Obniżenie chemicznej czystości wyrobów w przypadku pominięcia wstępnej operacji czyszczenia wiórów z pozostałości emulsji z obróbki skrawaniem

Advantages of the innovative solution:

Elimination of currently applied ineffective metallurgical methods of recycling, based on either melting magnesium chips, which leads to huge losses in material, or their high-temperature extrusion, which intensifies the oxidation of both, the load and the final product. The new innovative solution presented here makes sense from economic and ecological perspectives and, what is more, can also be applied to other light metal alloys.

Potential limitations of the solution:

The need for selective gathering and storing of side-products in the form of magnesium alloy chips. Lower chemical purity of products if chips are not initially cleaned from remnants of machining emulsion.

**Możliwe zastosowania w lotnictwie i innych gałęziach gospodarki**  
*Examples of application in aviation and other branches*

Przemysł metali nieżelaznych, mechaniczny, motoryzacyjny, lotniczy.  
Non-ferrous metal industry, mechanical industry, automotive industry, aviation industry.