NIE KAŻDA MASZYNA CNC ROZWIĄZUJE TEN SAM PROBLEM.

PRAKTYCZNA MAPA TYPÓW MASZYN CNC



BUDOWA MASZYNY WYNIKA Z LOGIKI PROCESU.

PRZESUŃ. ZACZNIJ OD PROCESU.

ZACZNIJ OD PROCESU. NIE OD MASZYNY.

GEOMETRIA / MATERIAŁ / TOLERANCJA / GABARYT / SERIA



DETALU NIE OBCHODZI, JAK EFEKTOWNA JEST MASZYNA.

Potrzebuje dokładności, powtarzalności i taniego procesu.

01 — FREZOWANIE

TEN SAM PROCES SKRAWANIA. ZUPEŁNIE INNE KONSTRUKCJE.

5 OSI
3 liniowe + 2 obrotowe.
Indeksowo lub jednocześnie.

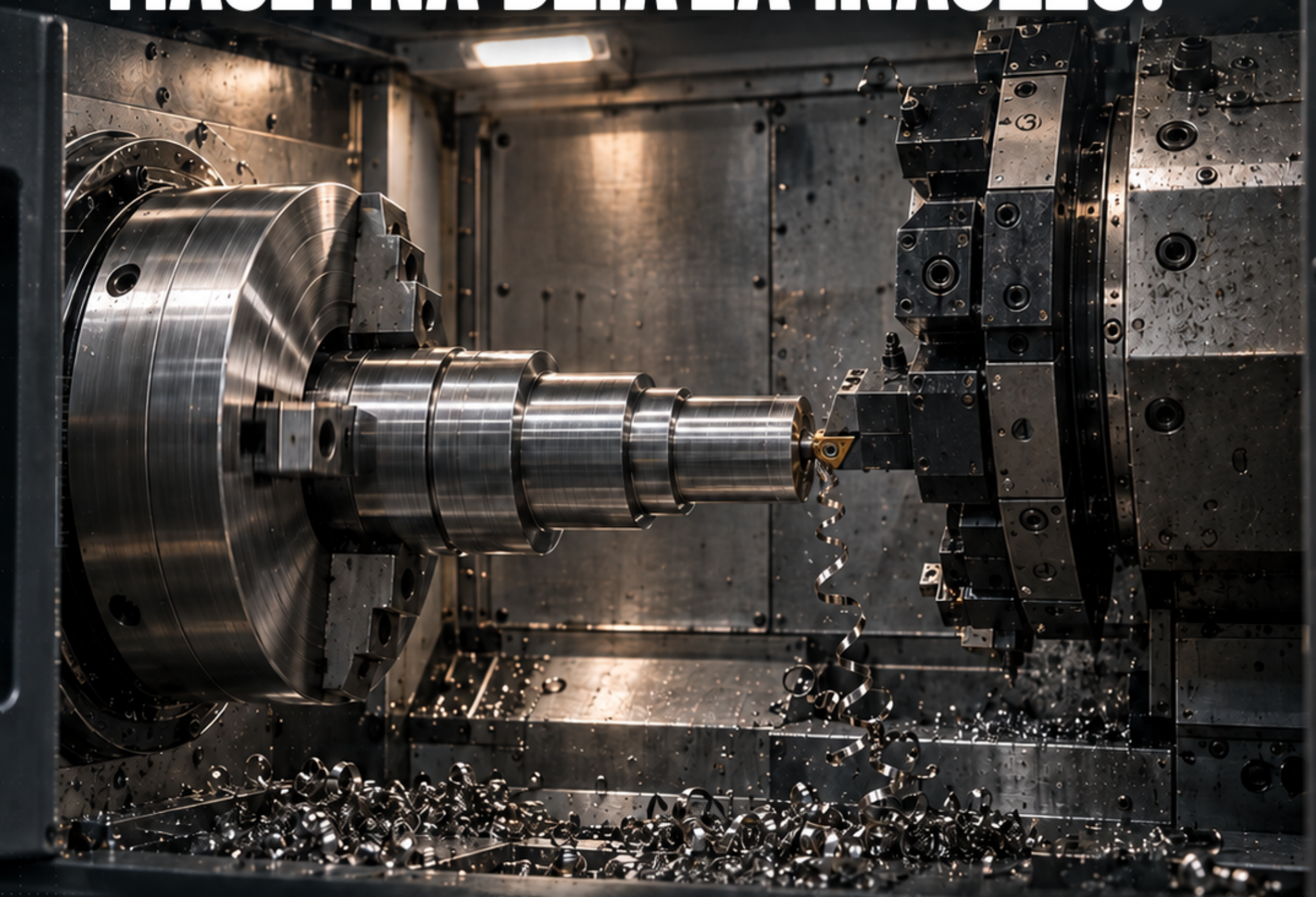
VMC
Wrzeciono pionowe.
Frezowanie ogólnego przeznaczenia.

HMC
Wrzeciono poziome.
Obróbka wielu ścian.
Dobre odprowadzanie wióra.

BRAMOWE / DWUKOLUMNOWE
Konstrukcja bramowa.
Duży obszar pracy. Sztywność.

JEDNA RODZINA PROCESÓW.
INNE DROGI DO TEGO SAMEGO DETALU.

02 — TOCZENIE
GDY DETAL WIRUJE — MASZYNA DZIAŁA INACZEJ.



CENTRUM TOKARSKIE
Obracający się detal.
Wałki. Tuleje. Kołnierze.

TOKARKO-FREZARKA
Toczenie + frezowanie.
Mniej przezamocowań.

AUTOMAT SWISS
Przesuwny wrzeciennik.
Małe, smukłe detale.
Wersje z tuleją prowadzącą i bez niej.

CO MUSI SIĘ OBRACAĆ — I DLACZEGO?

03 — OTWOROWANIE

CZASEM NAJLEPSZA MASZYNA ROBI MNIEJ, ALE SZYBCIEJ.

WIERĆ. GWINTUJ. ROZWIERCAJ. POWTÓRZ.



CENTRUM WIERCĄCO-GWINTUJĄCE

Szybka wymiana narzędzi.
Szybkie rozpędzanie wrzeciona.
Krótkie czasy pomocnicze.

ELASTYCZNOŚĆ NIE ZAWSZE JEST NAJSZYBSZA.

04 — OBRÓBKA OBWIEDNIOWA

W PRODUKCJI ZĘBY KÓŁ NACINA SIĘ OBWIEDNIOWO, A NIE TYLKO FREZUJE KSZTAŁTOWO.



FREZOWANIE OBWIEDNIOWE
Obracający się frez ślimakowy + detal.

DŁUTOWANIE
Dłuto posuwisto-zwrotne. Zsynchronizowany obrót.

POWER SKIVING
Obrót przy skrzyżowanych osiach.

GEOMETRIA ZĘBA POWSTAJE Z KONTROLOWANEGO RUCHU WZGLĘDNEGO.

PROSTE / ŚRUBOWE / WIELOWYPUSTY

05 — EDM
NARZĘDZIE NIE DOTYKA.

A METAL I TAK UBYWA.



WYCINARKA DRUTOWA
Elektroda z drutu w ruchu.
Profile przelotowe.
Stemple. Matryce. Wkładki.

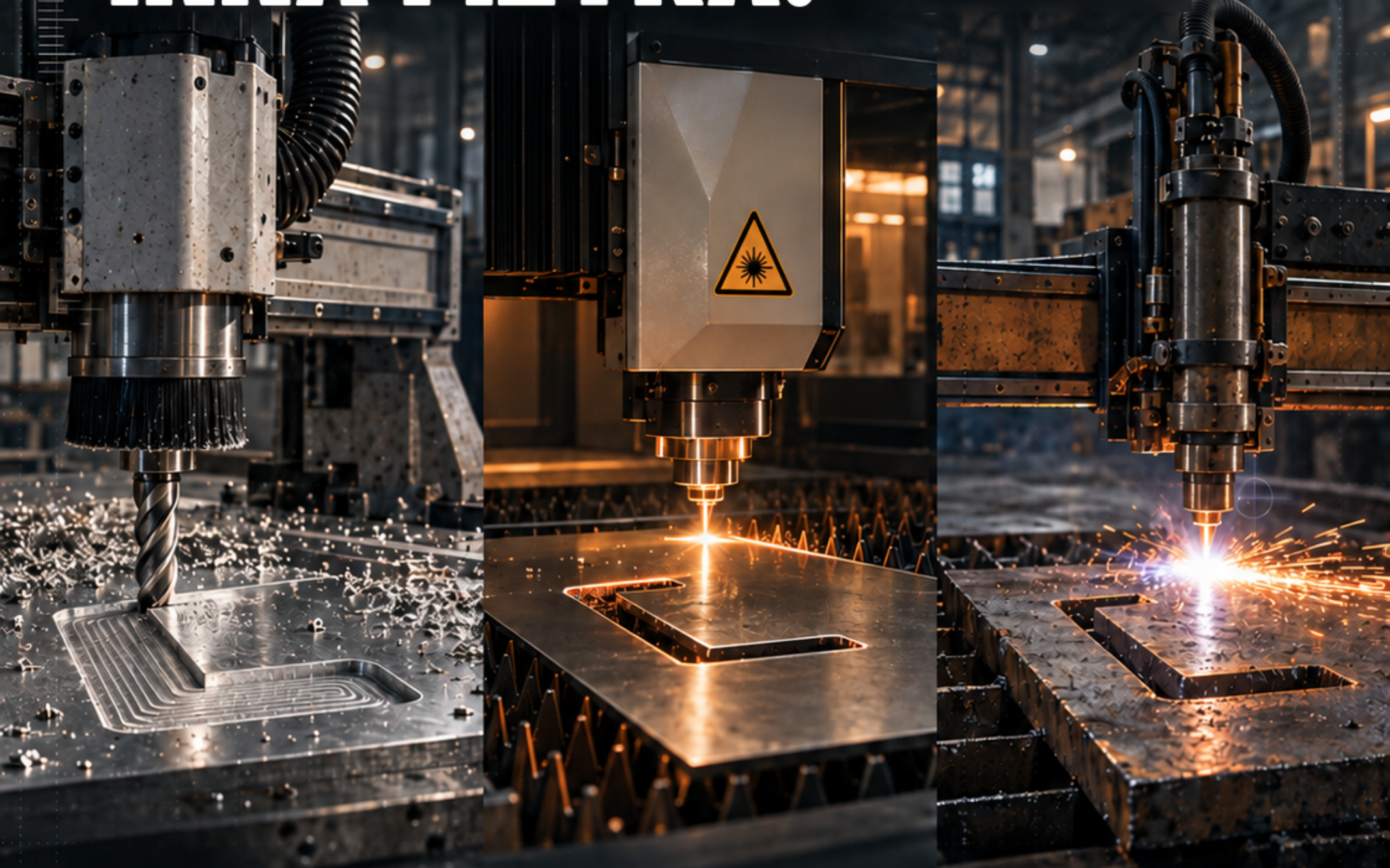
DRĄŻARKA WGŁĘBNA
Elektroda kształtowa.
Gniazda nieprzelotowe.
Formy. Hartowane narzędzia.

WARUNKIEM JEST PRZEWODNOŚĆ, NIE TWARDOŚĆ MATERIAŁU.

Przekrój poglądowy. Szczelina wyładowań nie w skali.

06 – FREZOWANIE PŁYT / 07 – CIĘCIE TERMICZNE

TEN SAM PROFIL 2D. INNA FIZYKA.



PLOTER FREZUJĄCY

Cięcie mechaniczne.
Drewno. Tworzywa. Kompozyty.
Płyty aluminiowe.

LASER

Skupiona wiązka lasera.
Wycinanie z blach.

PLAZMA / GAZOWE

Plazma: metale przewodzące.
Gazowe: głównie
gruba stal węglowa.

ROZWAŻ TEŻ WODĘ ZE ŚCIERNIWEM.

Cięcie erozyjne bez strefy wpływu ciepła.

08 — OBRÓBKA ŚCIERNA

SZLIFOWANIE TO WIĘCEJ NIŻ „OSTATNIE PRZEJŚCIE”.



ŚCIERNE USUWANIE MATERIAŁU

FREZUJ / TOCZ

Nadajesz główny kształt.

SZLIFUJ

Kontrolujesz kształt i powierzchnię.

Niektóre procesy szlifowania też usuwają dużo materiału.

GDY LICZĄ SIĘ MIKRONY I STAN WARSTWY WIERZCHNIEJ, PROCES ZNÓW SIĘ ZMIENIA.

NIE PYTAJ: „KTÓRE CNC JEST NAJLEPSZE?"
CZEGO POTRZEBUJE TEN DETAL?

GEOMETRIA / MATERIAŁ / TOLERANCJA / GABARYT / DOSTĘP / SERIA

PRYZMATYCZNE / WIELE ŚCIAN
VMC / HMC / 5 OSI

DUŻE DETALE PRYZMATYCZNE
BRAMOWE / DWUKOLUMNOWE

GEOMETRIA OBROTOWA
TOKARKI / TOKARKO-FREZARKI / SWISS

PRODUKCJA GŁÓWNIE OTWORÓW
WIERCENIE / GWINTOWANIE

GEOMETRIA ZĘBÓW
OBRÓBKA OBWIEDNIOWA ZĘBÓW

ZŁOŻONE KSZTAŁTY W MATERIALE PRZEWODZĄCYM
WYCINARKA DRUTOWA / DRĄŻARKA

DUŻE PŁYTY / PROFILE NIEMETALOWE
PLOTER FREZUJĄCY

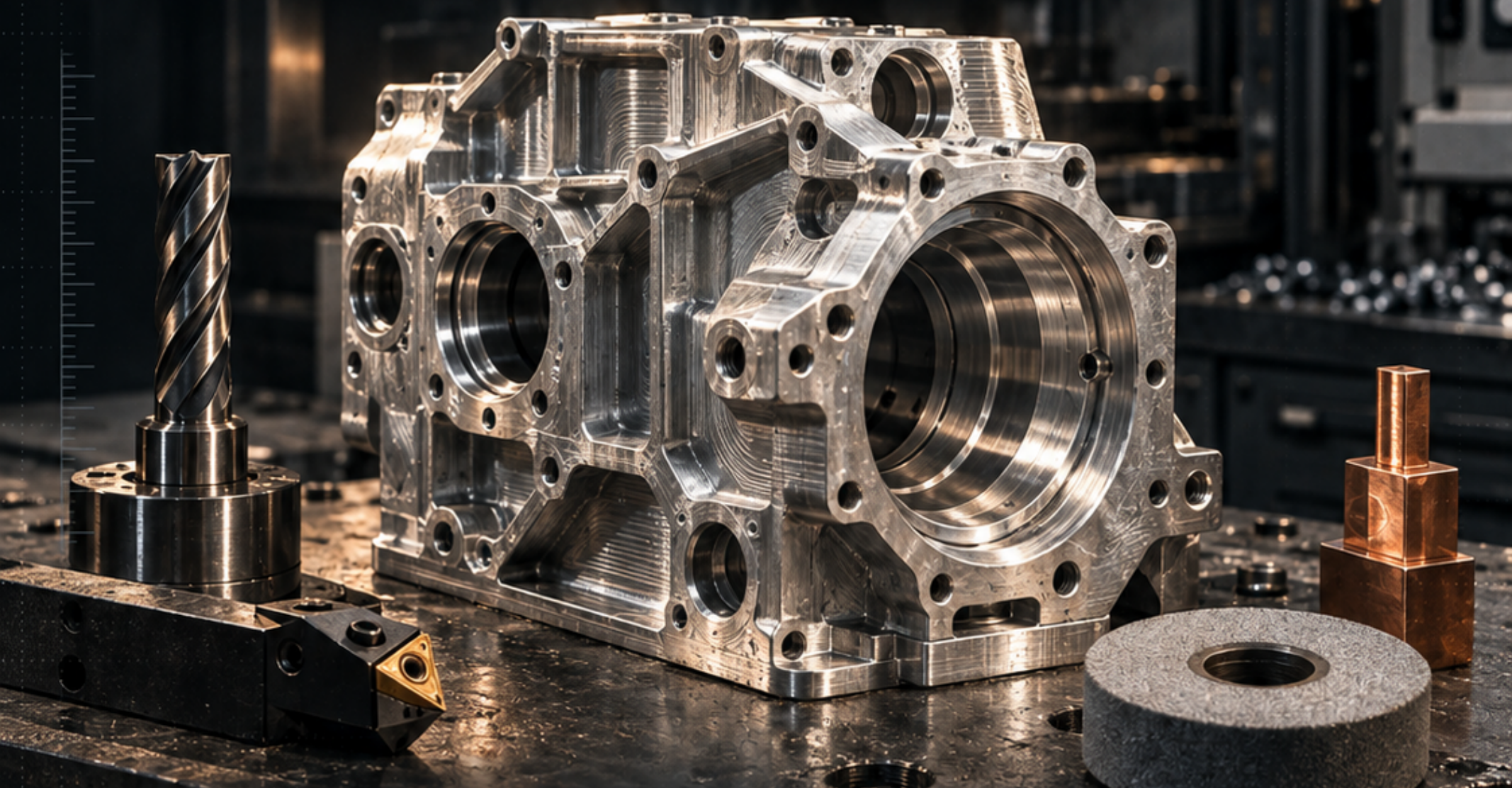
CIĘCIE TERMICZNE BLACH I PŁYT
LASER / PLAZMA / GAZOWE

KOŃCOWA GEOMETRIA / POWIERZCHNIA
SZLIFOWANIE

KRÓTKA LISTA, NIE ZAMIENNIK ANALIZY PROCESU.

ZDOLNOŚĆ PROCESU. DOSTĘP. MOCOWANIE. CZAS CYKLU.

NAJLEPSZA MASZYNA TO NIE TA Z NAJWIĘKSZĄ LICZBĄ OSI.



ZDOLNOŚĆ PROCESU > WYGLĄD
GEOMETRIA DECYDUJE O WYBORZE MASZYNY
WYDAJNOŚĆ = MASZYNA + ORGANIZACJA PRACY
DOPASUJ DO DETALU, NIE DO LICZBY OSI.

RÓŻNE MASZYNY. RÓŻNE MOCNE STRONY. JEDEN CEL: DOKŁADNE DETALE.

DALEJ: ZAPISZ PEŁNĄ MAPĘ.

MATERIAŁY
PROCESY
MASZYNY
LUDZIE
LEPSZE DETALE

PRAKTYCZNA MAPA TYPÓW MASZYN CNC.

RODZINY MASZYN. LOGIKA PROCESU. REALNE ZASTOSOWANIA.

NAJPIERW WYBIERZ PROCES. POTEM MASZYNĘ.

MATEUSZ ŻUŁAWSKI
PRACTICAL MANUFACTURING AI

NAJPIERW PROCES.

01 FREZOWANIE

WIRUJĄCE NARZĘDZIE • WIELOOSIOWE USUWANIE MATERIAŁU



PIONOWE CENTRUM OBRÓBCZE (VMC)

WRZECIONO PIONOWE
UNIWERSALNE FREZOWANIE

PŁYTY / BLOKI / PRZYRZĄDY
DETALE FORM



POZIOME CENTRUM OBRÓBCZE (HMC)

WRZECIONO POZIOME / WIELE ŚCIAN
DOBRE ODPROWADZANIE WIÓRA

KORPUSY / KORPUSY ZAWORÓW
CZĘŚCI PRZEKŁADNI / PRODUKCJA SERYJNA



5-OSIOWE CENTRUM OBRÓBCZE

3 OSIE LINIOWE + 2 OBROTOWE
INDEKSOWO LUB JEDNOCZEŚNIE

LOTNICTWO / WIRNIKI
MEDYCYNA / ZŁOŻONE POWIERZCHNIE



BRAMOWE / DWUKOLUMNOWE

KONSTRUKCJA BRAMOWA / DUŻY ZAKRES
WYSOKA SZTYWNOŚĆ KONSTRUKCJI

DUŻE FORMY / MATRYCE / KONSTRUKCJE
KORPUSY MASZYN

02 TOCZENIE

OBRACA SIĘ DETAL • POWSTAJE GEOMETRIA OBROTOWA



CENTRUM TOKARSKIE CNC

OBRACAJĄCY SIĘ DETAL
OBRÓBKA OSIOWOSYMETRYCZNA

WAŁKI / TULEJE / NASADKI
SWORZNIE / KOŁNIERZE



CENTRUM TOKARSKO-FREZARSKIE

TOCZENIE + FREZOWANIE
WIELE OPERACJI / JEDNO MOCOWANIE

ZŁOŻONE WAŁKI / HYDRAULIKA
LOTNICTWO / DETALE WIELOOPERACYJNE



AUTOMAT TOKARSKI TYPU SWISS

PRZESUWNY WRZECIENNIK
PRĘTY O MAŁEJ ŚREDNICY

MEDYCYNA / APARATURA
DŁUGIE, SMUKŁE DETALE

03 OTWOROWANIE

WIERĆ • GWINTUJ • ROZWIERCAJ



CENTRUM WIERCĄCO-GWINTUJĄCE

SZYBKA OBRÓBKA OSIOWA
SZYBKA WYMIANA NARZĘDZI / KRÓTKIE CYKLE

UKŁADY OTWORÓW / GWINTY
LEKKIE DETALE PRYZMATYCZNE

04 OBRÓBKA ZĘBÓW

ZĘBY POWSTAJĄ Z KONTROLOWANEGO RUCHU WZGLĘDNEGO



OBRÓBKA ZĘBÓW CNC

ZSYNCHRONIZOWANY RUCH NARZĘDZIA I DETALU
DEDYKOWANE NACINANIE ZĘBÓW

PROSTE / ŚRUBOWE / WIELOWYPUSTY
KOŁA WALCOWE

05 EDM

MATERIAŁY PRZEWODZĄCE • KONTROLOWANE WYŁADOWANIA



WYCINARKA DRUTOWA CNC

ELEKTRODA Z DRUTU W RUCHU
KONTROLOWANE WYŁADOWANIA
BEZ KONTAKTU NARZĘDZIA

MATRYCE / STEMPLE / WKŁADKI
PRECYZYJNE PROFILE PRZEWODZĄCE



DRĄŻARKA WGŁĘBNA CNC

ELEKTRODA KSZTAŁTOWA
WYŁADOWANIA ELEKTRYCZNE
OBRÓBKA GNIAZD NIEPRZELOTOWYCH

GNIAZDA FORM / DETALE MATRYC
HARTOWANE NARZĘDZIA

06 PLOTERY

SZYBKIE FREZOWANIE PROFILI • DUŻY PŁASKI STÓŁ



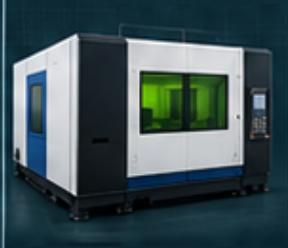
PLOTER FREZUJĄCY CNC

SZYBKIE WRZECIONO
DUŻY FORMAT
FREZOWANIE MECHANICZNE

DREWNO / TWORZYWA / KOMPOZYTY
PŁYTY ALUMINIOWE

07 CIĘCIE TERMICZNE

ROZDZIELANIE CIEPŁEM • WYCINANIE Z BLACH



WYCINARKA LASEROWA CNC

SKUPIONA WIĄZKA LASERA
PRECYZYJNE CIĘCIE
PROFILI Z BLACH

BLACHY / WSPORNIKI
OBUDOWY / PŁASKIE PROFILE



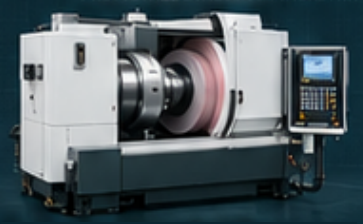
PLAZMA / CIĘCIE GAZOWE CNC

TERMICZNE CIĘCIE PŁYT
PLAZMA: METALE PRZEWODZĄCE
GAZOWE: GŁÓWNIE STAL WĘGLOWA

KONSTRUKCJE / GRUBE PŁYTY
WYKROJE DO SPAWANIA

08 OBRÓBKA ŚCIERNA

SKRAWANIE ŚCIERNICĄ • PRECYZJA KSZTAŁTU I POWIERZCHNI



SZLIFIERKA CNC

ŚCIERNE USUWANIE MATERIAŁU
WYSOKA DOKŁADNOŚĆ KSZTAŁTU
KONTROLA CHROPOWATOŚCI

WAŁKI / GNIAZDA ŁOŻYSK
PRECYZYJNE POWIERZCHNIE HARTOWANE

JAK WYBRAĆ WŁAŚCIWĄ PLATFORMĘ CNC

KLUCZOWE KRYTERIA

- GEOMETRIA DETALU
- MATERIAŁ
- TOLERANCJA / WYKOŃCZENIE
- GABARYT DETALU
- WIELKOŚĆ SERII

TYPOWE DETALE > ZALECANE PLATFORMY CNC

PRYZMATYCZNE / WIELE ŚCIAN	VMC / HMC / 5 OSI
DUŻE PRYZMATYCZNE	BRAMOWE / DWUKOLUMNOWE
OBROTOWE	TOKARKI / TOKARKO-FREZ. / SWISS
PRODUKCJA GŁÓWNIE OTWORÓW	WIERCENIE / GWINTOWANIE
GEOMETRIA ZĘBÓW	OBRÓBKA ZĘBÓW
ZŁOŻONE KSZTAŁTY PRZEWODZĄCE	WYCINARKA / DRĄŻARKA EDM
PŁYTY / PROFILE NIEMETALOWE	PLOTER
BLACHY I PŁYTY, CIĘCIE TERMICZNE	LASER / PLAZMA / GAZOWE
KOŃCOWY KSZTAŁT / POWIERZCHNIA	SZLIFOWANIE

MASZYNA TO TYLKO POŁOWA DECYZJI.

- ZDOLNOŚĆ PROCESU > WYGLĄD
- GEOMETRIA DECYDUJE O WYBORZE MASZYNY
- WYDAJNOŚĆ = MASZYNA + ORGANIZACJA
- NAJLEPSZA MASZYNA PASUJE DO DETALU, A NIE MA NAJWIĘCEJ OSI

RÓŻNE MASZYNY. RÓŻNE MOCNE STRONY. JEDEN CEL: DOKŁADNE DETALE.

NAJPIERW ZROZUM RODZINĘ PROCESÓW, POTEM TYP MASZYNY.

KONFIGURACJE, MOŻLIWOŚCI I ZAKRESY PRACY ZALEŻĄ OD PRODUCENTA I ZASTOSOWANIA.



ZAPISZ TĘ MAPĘ.

OBSERWUJ MATEUSZA ŻUŁAWSKIEGO

PRACTICAL MANUFACTURING AI