

PODREČZNIK BŁĘDÓW I ROZWIĄZAŃ W CIĘCIU I GRAWEROWANIU LASEREM



Rozpoznawaj problemy,
sprawdźaj możliwe przyczyny
i szybciej dobieraj właściwe
ustawienia maszyny.



NIEPEŁNE CIĘCIE



PRZYPALONA KRAWĘDŹ



SŁABE GRAWEROWANIE



ZBYT CIEMNE GRAWEROWANIE



WYGIĘTY MATERIAŁ



NIEREGULARNY EFEKT



DIAGNOZUJ



POPRAWIAJ



TESTUJ



ZAPOBIEGAJ





COPYRIGHT

© 2026. Wszelkie prawa zastrzeżone.

Niniejszy materiał został przygotowany jako praktyczny poradnik edukacyjny do pracy z cięciem i grawerowaniem laserem. Jego celem jest pomoc w rozpoznawaniu typowych problemów, analizowaniu możliwych przyczyn oraz planowaniu kolejnych testów ustawień maszyny.

Zabrania się kopiowania, rozpowszechniania, odsprzedawania, publikowania lub udostępniania tego materiału w całości albo we fragmentach bez pisemnej zgody właściciela praw autorskich.

Ustawienia i wskazówki zawarte w materiale mają charakter orientacyjny. Każda maszyna, soczewka, materiał, grubość, wilgotność, wentylacja i konfiguracja mogą wpływać na końcowy efekt. Przed produkcją zawsze wykonaj test na małym fragmencie materiału.

SPIIS TREŚCI

Znajdź problem, przejdź do odpowiedniej sekcji i sprawdź, co warto poprawić w pierwszej kolejności.



START

- 00 — Okładka
- 01 — Copyright
- 02 — **Spis treści**
- 03 — Jak korzystać z podręcznika
- 04 — System szybkiej diagnozy



MODUŁ 01 BŁĘDY CIĘCIA

- 05 — Strona modułu
- 06 — Materiał nie przeciął się do końca
- 07 — Krawędzie są zbyt przypalone
- 08 — Szczelina cięcia jest za szeroka
- 09 — Linia cięcia wyszła krzywo
- 10 — Małe elementy wypadają lub przesuwają się
- 11 — Cięcie zatrzymało się w środku pracy
- 12 — Narożniki są nadpalone
- 13 — Detale są niedocięte
- 14 — Spód materiału jest zbyt mocno okopcony



MODUŁ 02 BŁĘDY GRAWEROWANIA

- 15 — Strona modułu
- 16 — Grawer jest zbyt jasny
- 17 — Grawer jest zbyt ciemny
- 18 — Grawer stracił ostrość
- 19 — Grawer wyszedł w paski
- 20 — Tekst jest nieczytelny
- 21 — Wypełnienie jest nierówne
- 22 — Linie są podwójne lub przesunięte
- 23 — Znakowanie jest zbyt płytkie
- 24 — Grawer wygląda inaczej na różnych częściach materiału



MODUŁ 03 REAKCJA MATERIAŁU

- 25 — Strona modułu
- 26 — Materiał pękł lub się ukruszył
- 27 — Element się wygiął
- 28 — Pojawiło się dużo dymu
- 29 — Powstały plamy i osad
- 30 — Materiał stopił się przy krawędzi
- 31 — Powierzchnia zrobiła się lepka
- 32 — Folia ochronna zostawiła ślady
- 33 — Materiał reaguje inaczej niż poprzednia partia



MODUŁ 04 KONFIGURACJA MASZYN

- 34 — Strona modułu
- 35 — Fokus jest źle ustawiony
- 36 — Soczewka jest zabrudzona
- 37 — Stół nie jest wypoziomowany
- 38 — Air Assist działa zbyt słabo
- 39 — Wentylacja nie nadąża
- 40 — Pas lub prowadnica powoduje drgania
- 41 — Oś maszyny gubi precyzję
- 42 — Plik projektu jest źle przygotowany



MODUŁ 05 KONTROLA I PREWENCJA

- 43 — Strona modułu
- 44 — Jak testować bez marnowania materiału
- 45 — Jak zapisywać udane ustawienia
- 46 — Jak porównywać próbki
- 47 — Jak przygotować materiał przed pracą
- 48 — Jak sprawdzić wynik przed produkcją seryjną
- 49 — Jak ograniczyć przypalenia
- 50 — Jak utrzymać powtarzalność
- 51 — Lista kontrolna przed powtórzeniem pracy
- 52 — Mapa decyzji: co sprawdzić najpierw?
- 53 — Szybka karta konsultacyjna

ZMIENISZ USTAWIENIA NA OŚLEP



Najpierw rozpoznaj **objaw**. Potem sprawdź **przyczynę**.
Dopiero na końcu zmień **parametr**.

W cięciu i grawerowaniu laserem ten sam błąd może mieć kilka przyczyn. Zbyt ciemny grawer nie zawsze oznacza tylko zbyt dużą moc. Niedocięty materiał nie zawsze wymaga od razu maksymalnego zwiększenia mocy. Czasem problemem jest prędkość, fokus, liczba przejść, Air Assist, zabrudzona soczewka, nierówna powierzchnia albo sam materiał.

Ten podręcznik pomaga Ci uporządkować diagnozę. Każda ficha pokazuje konkretny problem, możliwe przyczyny oraz to, co warto sprawdzić lub poprawić w pierwszej kolejności. Nie traktuj tego materiału jak sztywnej tabeli ustawień. Traktuj go jak mapę decyzji, która pomaga szybciej dojść do dobrego efektu i ograniczyć przypadkowe testowanie.



ZASADA GŁÓWNA:

Zmieniaj tylko
jeden parametr naraz.
Inaczej nie będziesz
wiedzieć, co naprawdę
poprawiło wynik.

1. ZOBACZ
OBJAW



2. ZNAJDŹ
FICHĘ



3. SPRAWDŹ
PRZYZYNY



4. ZMIEN
JEDEN
PARAMETR



5. WYKONAJ
MAŁY TEST



ZA SŁABY GRAWER
(OBJAW)



objaw

POPRAWNY GRAWER
(PRAWIDŁOWY EFEKT)



przyczyna

PRZEPALONY GRAWER
(OBJAW)



korekta

JAK KORZYSTAĆ Z TEGO PODRĘCZNIKA

Każda ficha została ułożona tak, aby pomóc Ci szybko przejść od problemu do konkretnego testu.

1.

NAZWIJ PROBLEM

Nie zaczynaj od losowej zmiany ustawień. Najpierw określ, co dokładnie się stało: materiał nie został przecięty, krawędź jest spalona, grawer jest za jasny, linie są nierówne, pojawił się dym albo element się wygiął.

2.

PORÓWNAJ Z FICHA

Znajdź stronę, która najlepiej pasuje do widocznego efektu. Niektóre problemy są podobne, dlatego zwracaj uwagę na szczegóły: kolor krawędzi, głębokość znaku, ostrość linii, zapach, dym, ślady na spodzie materiału.

3.

SPRAWDŹ MOŻLIWE PRZYCZYNY

Każda ficha pokazuje kilka najczęstszych przyczyn. Nie zakładaj od razu jednej odpowiedzi. Sprawdź, czy problem może wynikać z mocy, prędkości, fokusu, liczby przejazdów, Air Assist, materiału albo stanu maszyny.

4.

ZRÓB MAŁY TEST

Nie poprawiaj od razu całej produkcji. Wykonaj próbę na małym fragmencie lub na odpadzie z tego samego materiału.

5.

ZAPISZ WYNIK

Jeśli ustawienie zadziałało, zapisz materiał, grubość, moc, prędkość, liczbę przejazdów, fokus, Air Assist i efekt końcowy.



WAŻNE:

Nie zmieniaj jednocześnie mocy, prędkości i fokusu. Test będzie wyglądał inaczej, ale nie będziesz wiedzieć dlaczego.

MODUŁ 01

BŁĘDY CIĘCIA

Gdy materiał nie przecina się prawidłowo, krawędzie są **spalone**, linia ucieka albo detale wychodzą **nierówno**.

W tym module sprawdzisz najczęstsze problemy związane z **samym cięciem**: zbyt małą skuteczność, nadmierne przypalenia, niedocięte detale, krzywe linie, przesunięcia i zabrudzenia na spodzie materiału.

KLUCZOWE CZYNNIKI



MOC



PRĘDKOŚĆ



LICZBA
PRZEJŚĆ



FOKUS



AIR ASSIST



STABILNOŚĆ
MATERIAŁU

niedocięcie

dym

przypalenie

nierówna linia

MATERIAŁ NIE PRZECIĄŁ SIĘ DO KOŃCA



PROBLEM

Laser wykonał linię cięcia, ale element nie oddzielił się od płyty. W niektórych miejscach materiał nadal trzyma się całości albo trzeba go wyłamywać ręcznie.



JAK TO ROZPOZNAĆ

- kontur jest widoczny, ale element nie wypada;
- spód materiału ma tylko płytki ślad;
- część linii jest przecięta, a część tylko nadpalona;
- przy próbie wyjęcia element pęka albo rozwarstwia się.



MOŻLIWE PRZYCZYNY

- zbyt niska moc dla grubości materiału;
- zbyt duża prędkość cięcia;
- za mała liczba przejść;
- fokus ustawiony nad lub pod powierzchnią materiału;
- zabrudzona soczewka osłabia wiązkę;
- materiał jest gęstszy, wilgotniejszy albo twardszy niż zwykle.



CO SPRAWDZIĆ / POPRAWIĆ

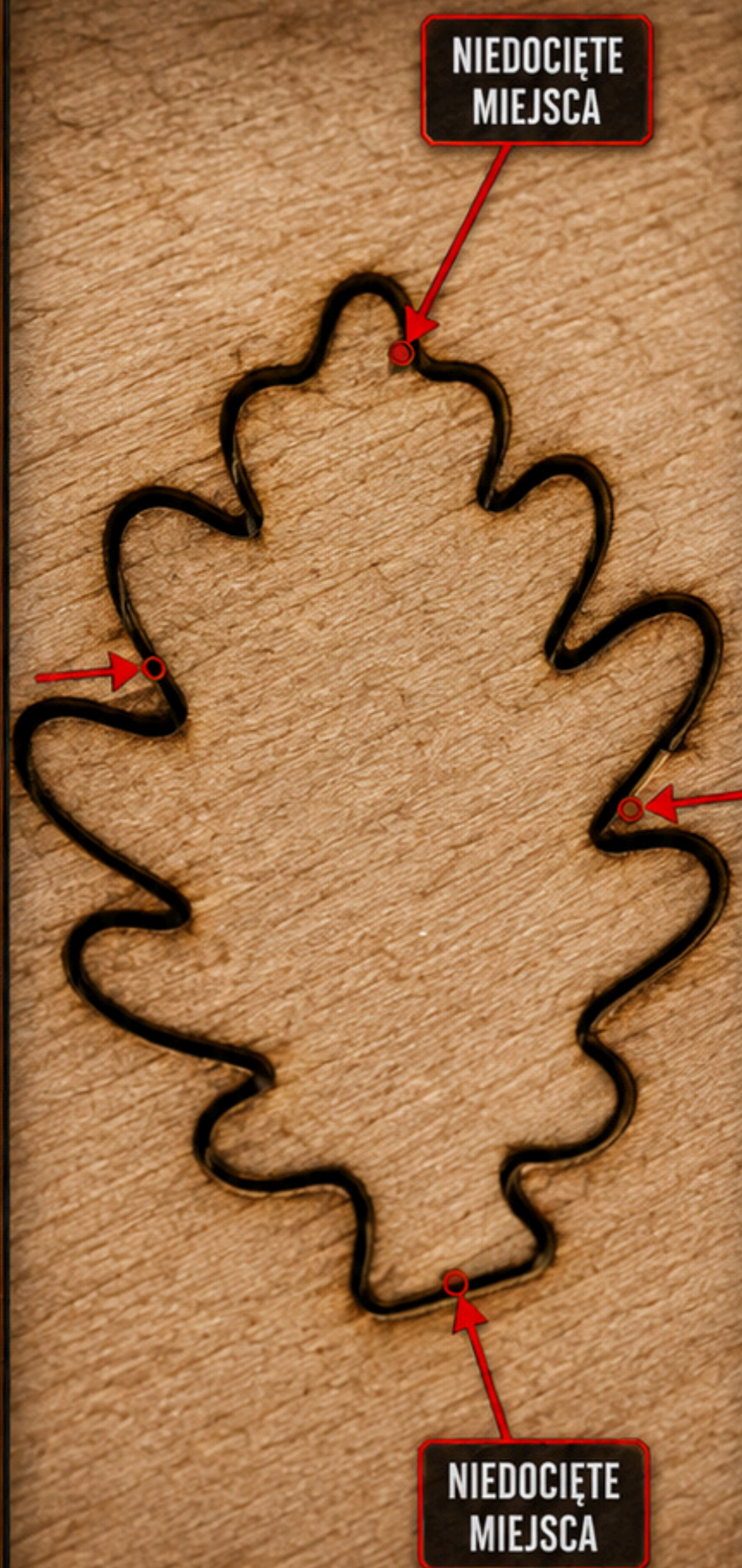
1. Najpierw sprawdź fokus na powierzchni materiału.
2. Jeśli fokus jest prawidłowy, zmniejsz prędkość o mały krok.
3. Jeśli nadal nie przechodzi, zwiększ moc stopniowo.
4. Przy grubszym materiale rozważ dodatkowe przejście.
5. Sprawdź, czy Air Assist usuwa dym z linii cięcia.
6. Wykonaj test na małym fragmencie tego samego materiału.



NIE RÓB TEGO OD RAZU:

Nie ustawiaj od razu maksymalnej mocy. Może to przypalić krawędzie, zwiększyć dym i pogorszyć jakość cięcia.

PRZYKŁAD



KRAWĘDZIE SĄ ZBYT PRZYPALONE



1 PROBLEM

Cięcie przeszło przez materiał, ale krawędzie są bardzo ciemne, zwęglone, kruche albo mają mocny zapach spalenizny.



2 JAK TO ROZPOZNAĆ

- krawędź jest czarna, nie tylko lekko brązowa;
- po dotknięciu zostaje sadza na palcach;
- materiał pachnie intensywnie spaleniem;
- cienkie detale mogą być osłabione lub kruche;
- wokół linii cięcia pojawia się szeroka ciemna aureola.



3 MOŻLIWE PRZYCZYNY

- moc ustawiona wyżej niż potrzeba;
- prędkość cięcia jest zbyt niska;
- wykonano zbyt wiele przejazdów;
- Air Assist jest wyłączony albo za słaby;
- dym nie jest skutecznie odprowadzany;
- materiał ma żywicę, klej lub powłokę reagującą na temperaturę.



4 CO SPRAWDZIĆ / POPRAWIĆ

1. Zwiększ prędkość cięcia małym krokiem.
2. Jeśli cięcie nadal przechodzi, zmniejsz moc.
3. Włącz Air Assist lub zwiększ jego intensywność.
4. Nie używaj wielu przejazdów, jeśli jedno dobre przejeździe wystarczy.
5. Sprawdź wentylację i odprowadzanie dymu.
6. Przy drewnie i sklejkę wykonaj krótką próbę na odpadzie, bo partie materiału mogą się różnić.

⚠️ ŹŁE



✅ LEPIEJ



SZYBKA DECYZJA:

Jeśli materiał przeciął się bez problemu, ale krawędź jest spalona, najpierw testuj większą prędkość lub mniejszą moc.

SZCZELINA CIĘCIA JEST ZA SZEROKA

Gdy laser zabiera zbyt dużo materiału, a elementy nie pasują tak, jak powinny.



CO TO JEST KERF?

Kerf to szerokość materiału usuwanego przez wiązkę lasera podczas cięcia. Jeśli go nie uwzględnisz, elementy mogą być za luźne albo za małe.



PROBLEM

Linia cięcia jest wyraźnie za szeroka. Małe detale tracą kształt, narożniki wyglądają ciężko, a elementy przeznaczone do łączenia mogą mieć zbyt duży luz.



JAK TO ROZPOZNAĆ

- otwory wychodzą większe niż w projekcie;
- cienkie mostki lub ozdobne detale znikają;
- elementy składane nie trzymają się ciasno;
- krawędź wygląda jakby została nadmiernie wypalona;
- przy literach i małych wzorach tracisz precyzję.



MOŻLIWE PRZYCZYNY

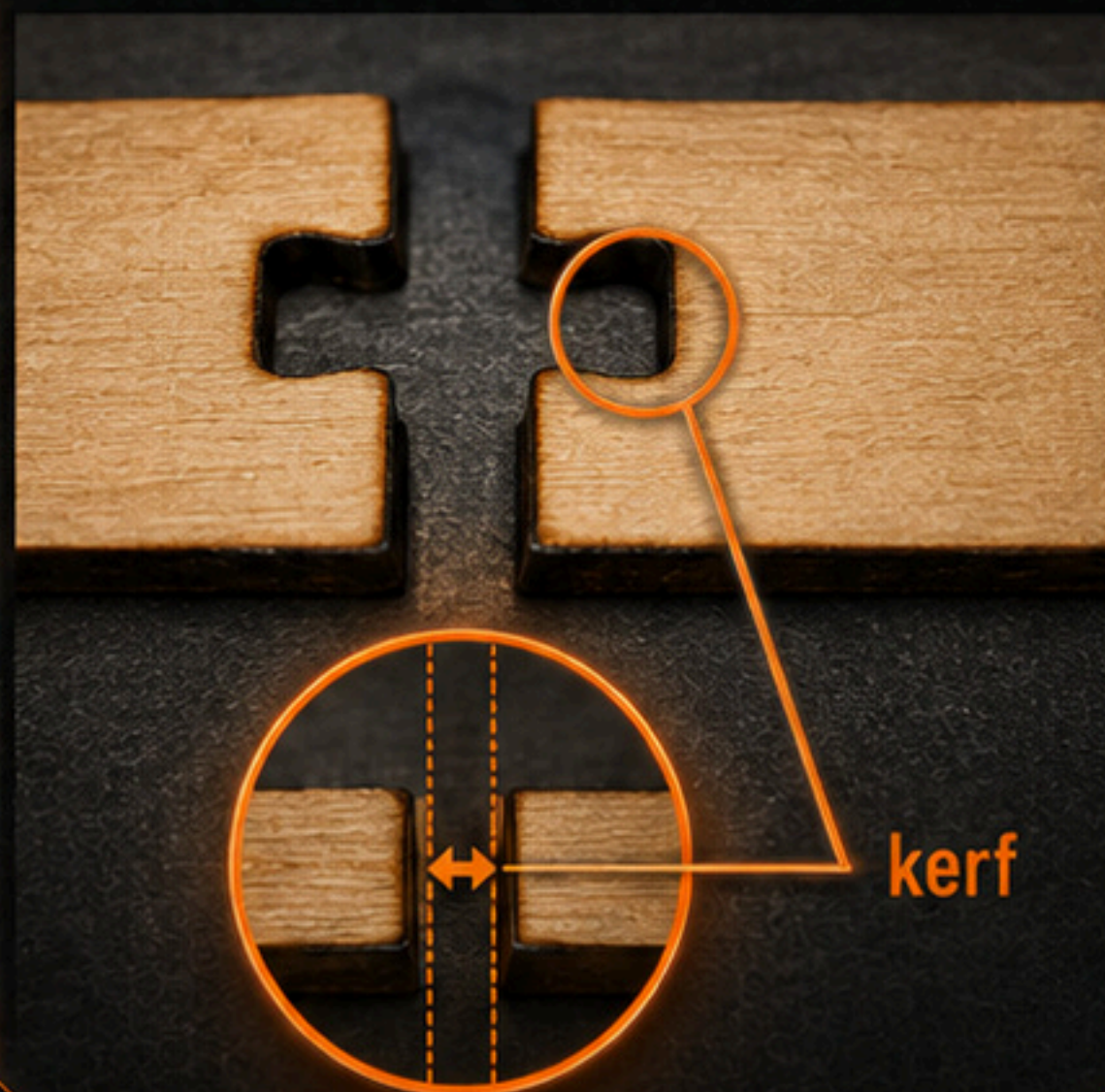
- zbyt wysoka moc;
- zbyt niska prędkość;
- fokus nie jest ustawiony na właściwej wysokości;
- wiązka jest zbyt szeroka przez zabrudzoną soczewkę;
- projekt nie uwzględnia szerokości cięcia, czyli kerfu;
- materiał reaguje silnym zwęgleniem lub topieniem.



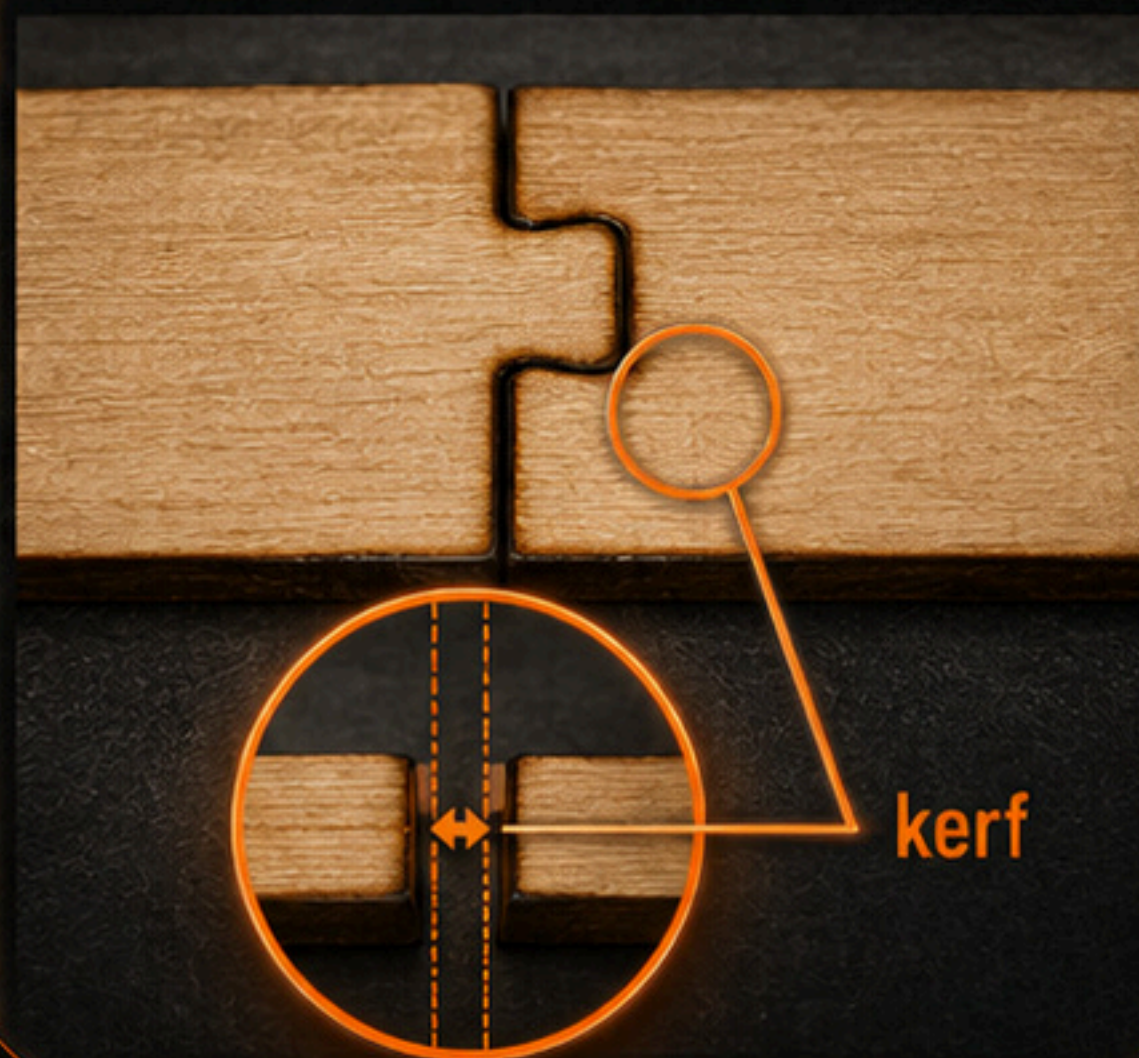
CO SPRAWDZIĆ / POPRAWIĆ

1. Sprawdź fokus i czystość soczewki.
2. Zmniejsz moc lub zwiększ prędkość.
3. Wykonaj test kerfu dla danego materiału.
4. Przy elementach składanych dodaj kompensację szczeliny cięcia w projekcie.
5. Unikaj zbyt wolnego cięcia małych detali.
6. Porównaj wynik na prostym kwadracie testowym przed produkcją.

✗ ZBYT DUŻA SZCZELINA



✓ PRAWIDŁOWA SZCZELINA



LINIA CIĘCIA WYSZŁA KRZYWO LUB PRZESUNIĘTA



PROBLEM

Cięcie nie przebiega dokładnie po zaplanowanej linii. Kontur jest przesunięty, krzywy, podwójny albo nie zamyka się tam, gdzie powinien.



JAK TO ROZPOZNAĆ

- początek i koniec konturu nie spotykają się;
- okrąg wygląda jak owal albo ma schodek;
- kilka przejść nie trafia dokładnie w tę samą linię;
- wzór jest przesunięty względem materiału;
- kształt wygląda dobrze w pliku, ale źle na gotowej części.



MOŻLIWE PRZYCZYNY

- materiał przesunął się podczas pracy;
- pasek, prowadnica lub rolka mają luz;
- stół nie jest stabilny;
- zbyt duża prędkość powoduje utratę precyzji;
- plik ma podwójne linie albo źle połączone ścieżki;
- maszyna nie została poprawnie ustawiona względem materiału.



CO SPRAWDZIĆ / POPRAWIĆ

1. Upewnij się, że materiał jest dobrze unieruchomiony.
2. Sprawdź, czy stół i podłoże nie drgają.
3. Zmniejsz prędkość przy detalach i małych łukach.
4. Sprawdź paski, prowadnice i ewentualny luz mechaniczny.
5. Otwórz plik i usuń podwójne linie.
6. Wykonaj test prostokąta i koła, aby sprawdzić geometrię ruchu.



NIE ZWIĘKSZAJ MOCY BEZ POTRZEBY:

Krzywa linia cięcia zwykle nie wynika z za małej mocy. Najpierw sprawdź stabilność, ruch osi, mocowanie materiału i plik.



przesunięcie

podwójna linia

luz mechaniczny

MAŁE ELEMENTY WYPADAJĄ LUB PRZESUWAJĄ SIĘ

Problem częsty przy cienkich detalach, małych literach, ażurowych wzorach i elementach składanych.



PROBLEM

Małe części odcinają się zbyt wcześnie, wypadają z arkusza, przesuwają się pod wpływem powietrza, zahaczają o głowicę albo zmieniają pozycję przed zakończeniem całego projektu.



JAK TO ROZPOZNAĆ

- drobne elementy leżą krzywo po zakończeniu pracy;
- część wzoru została przecięta poprawnie, a część jest przesunięta;
- małe otwory lub literki wypadają zbyt wcześnie;
- kolejna linia lasera trafia w element, który już się poruszył;
- głowica może zahaczyć o uniesiony fragment materiału.



MOŻLIWE PRZYCZYNY

- zbyt silny nadmuch Air Assist przy bardzo małych elementach;
- zła kolejność cięcia w pliku;
- brak mostków technologicznych;
- materiał nie leży stabilnie na stole;
- zbyt szybkie cięcie powoduje drgania małych części;
- małe elementy są wycinane przed większym konturem zewnętrznym.



CO SPRAWDZIĆ / POPRAWIĆ

1. Ustaw kolejność pracy tak, aby najpierw ciąć detale wewnętrzne, a dopiero na końcu kontur zewnętrzny.
2. Przy bardzo małych elementach rozważ dodanie cienkich mostków, które utrzymają część na miejscu.
3. Zmniejsz siłę Air Assist, jeśli nadmuch przesuw drobne fragmenty.
4. Dobrze dociśnij lub unieruchom materiał na stole.
5. Zmniejsz prędkość przy małych, skomplikowanych kształtach.
6. Po zakończeniu pracy delikatnie wyłam elementy zamiast pozwalać im wypadać w trakcie cięcia.

✓ **POPRAWNIE**
elementy trzymane mostkami

✗ **PROBLEM**
elementy przesunięte lub wypadłe

przesunięty element

za silny nadmuch

brak mostka



CO TO SĄ MOSTKI?

Mostki to bardzo małe nieprzecięte fragmenty linii, które utrzymują element w arkuszu do końca pracy. Po cięciu można je łatwo usunąć nożykiem albo delikatnym naciskiem.



UWAGA PRZY SERII

Jeśli mały element przesunie się w pierwszej sztuce, ten sam problem może powtórzyć się w całej partii. Najpierw przetestuj jeden fragment wzoru.

CIĘCIE ZATRZYMAŁO SIĘ W ŚRODKU PRACY

Gdy maszyna zaczęła poprawnie, ale nie ukończyła projektu.



PROBLEM

Laser rozpoczął cięcie, ale zatrzymał się przed zakończeniem pracy. Projekt może zostać przerwany w jednym miejscu, głowica może wrócić do pozycji początkowej albo maszyna przestaje reagować.



JAK TO ROZPOZNAĆ

- część projektu jest wykonana, a część nie;
- zatrzymanie występuje zawsze w podobnym miejscu;
- maszyna przerywa pracę bez widocznego błędu na materiale;
- program pokazuje błąd, utratę połączenia albo pauzę;
- głowica zatrzymuje się, ale laser nie kończy ścieżki.



MOŻLIWE PRZYCZYNY

- plik jest zbyt ciężki lub zawiera zbyt dużo punktów;
- w projekcie są uszkodzone ścieżki, duplikaty albo bardzo małe fragmenty;
- komputer utracił połączenie z maszyną;
- praca została zatrzymana przez limit bezpieczeństwa;
- maszyna przegrzała się albo zadziałało zabezpieczenie;
- zabrakło zasilania, powietrza lub stabilnej komunikacji;
- projekt wychodzi poza obszar roboczy.



CO SPRAWDZIĆ / POPRAWIĆ

1. Sprawdź komunikat błędu w programie sterującym.
2. Upewnij się, że projekt mieści się w polu roboczym.
3. Otwórz plik i usuń podwójne linie, puste obiekty oraz zbędne punkty.
4. Jeśli plik jest bardzo ciężki, uprość ścieżki lub podziel pracę na części.
5. Sprawdź kabel, połączenie USB, Wi-Fi lub kartę pamięci.
6. Upewnij się, że zasilanie i chłodzenie działają stabilnie.
7. Wykonaj próbę z prostym plikiem testowym, aby sprawdzić, czy problem leży w maszynie czy w projekcie.



plik



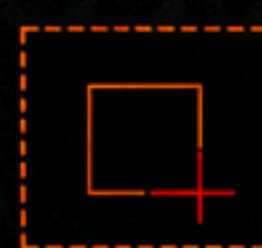
połączenie



zasilanie



limit obszaru



SZYBKA DECYZJA



JEŚLI ZATRZYMUJE SIĘ ZAWSZE W TYM SAMYM MIEJSCU:

Najpierw podejrzewaj plik projektu.



JEŚLI ZATRZYMUJE SIĘ LOSOWO:

Najpierw sprawdź połączenie, zasilanie, temperaturę i stabilność maszyny.

NAROŻNIKI SĄ NADPALONE

Gdy proste odcinki wyglądają dobrze, ale rogi są ciemne, spalone lub zbyt głęboko wypalone.



PROBLEM

Większość linii cięcia wygląda poprawnie, ale w narożnikach, ostrych zakrętach lub małych łukach pojawia się mocniejsze przypalenie, ciemna plama albo głębsze wypalenie.



JAK TO ROZPOZNAĆ

- proste krawędzie są akceptowalne, ale rogi są czarne;
- w narożnikach pojawia się punktowe zwęglenie;
- małe zakręty mają szerszą szczelinę niż reszta linii;
- w detalach ozdobnych rogi tracą precyzję;
- problem nasila się przy wolniejszym cięciu.



MOŻLIWE PRZYCZYNY

- głowica zwalnia w narożnikach, a laser nadal grzeje materiał;
- moc jest zbyt wysoka dla małych detali;
- prędkość jest zbyt niska;
- plik ma bardzo ostre kąty lub zbyt dużo punktów;
- Air Assist nie usuwa dymu z małych obszarów;
- materiał łatwo się zwęgla, szczególnie sklejka, MDF lub drewno z żywicą.



CO SPRAWDZIĆ / POPRAWIĆ

1. Zmniejsz moc w cięciu małych detali.
2. Lekko zwiększ prędkość, jeśli materiał nadal się przecina.
3. Sprawdź, czy program ma ustawienia kompensacji narożników lub minimalnej mocy przy zwolnieniu.
4. Uprość plik i usuń nadmiar punktów w krzywych.
5. Włącz lub popraw Air Assist.
6. Przy bardzo drobnych elementach testuj osobne ustawienia zamiast używać tych samych parametrów co dla dużych kształtów.



LINIA PROSTA OK



NAROŻNIK ZA CIEMNY



DLACZEGO ROGI PALĄ SIĘ MOCNIEJ?

W narożnikach maszyna często zwalnia, aby zmienić kierunek. Jeśli moc lasera pozostaje taka sama, materiał dostaje więcej energii w jednym miejscu.



NIE OCENIAJ TYLKO PO PROSTEJ LINII

Test cięcia powinien zawierać również rogi, małe otwory i łuki. Sama prosta linia nie pokazuje, jak ustawienia zachowują się w detalach.

DETALE SĄ NIEDOCIĘTE

Gdy duży kontur wychodzi dobrze, ale małe elementy nadal trzymają się materiału.



PROBLEM

Główne kształty są przecięte poprawnie, ale drobne detale, małe otwory, cienkie linie, ażurowe wzory albo wewnętrzne fragmenty liter nie odrywają się czysto od materiału.



JAK TO ROZPOZNAĆ

- duży kontur wypada, ale małe otwory zostają;
- delikatne elementy trzeba wypychać siłą;
- drobne części łamią się przy wyjmowaniu;
- wewnętrzne narożniki są niedopalone;
- laser przechodzi po ścieżce, ale nie docina pełnej głębokości.



MOŻLIWE PRZYCZYNY

- te same ustawienia nie sprawdzają się przy małych detalach;
- za duża prędkość na krótkich odcinkach;
- fokus jest lekko rozregulowany;
- Air Assist nie dociera dobrze do małych szczelin;
- w pliku są bardzo małe lub źle zamknięte ścieżki;
- materiał ma lokalnie większą gęstość, klej, sęki lub twardsze warstwy.



CO SPRAWDZIĆ / POPRAWIĆ

1. Sprawdź fokus przed powtórzeniem pracy.
2. Dla małych detali zmniejsz prędkość o mały krok.
3. Jeśli detal nadal się nie przecina, dodaj jedno lekkie przejście zamiast gwałtownie zwiększać moc.
4. Sprawdź, czy ścieżki w pliku są zamknięte i nie mają przerw.
5. Usuń podwójne linie, które mogą przegrzewać jedne miejsca, a pomijać inne.
6. Wykonaj próbę tylko na fragmencie z detalami, nie na całym projekcie.

✓ **DUŻY KONTUR**
wycięty poprawnie



✗ **MAŁE ELEMENTY**
niedocięte



DOBRY TEST

Wytnij mały kwadrat, małe koło, cienki pasek i fragment wzoru ażurowego. Jeśli tylko detale są problemem, potrzebujesz korekty dla precyzyjnych fragmentów, a nie całej pracy.



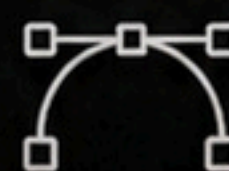
LUPA

sprawdź małe szczeliny



FOKUS

upewnij się, że jest prawidłowy



PLIK WEKTOROWY

zamknięte ścieżki, bez przerw i duplikatów

SPÓD MATERIAŁU JEST ZBYT MOCNO OKOPCONY

Gdy góra wygląda dobrze, ale od spodu pojawia się sadza, brudne ślady albo przypalenia.



PROBLEM

Po zakończeniu cięcia dolna strona materiału jest zabrudzona, osmolona, miejscami przypalona lub ma ślady od odbicia dymu i ciepła od stołu roboczego.



JAK TO ROZPOZNAĆ

- górna powierzchnia wygląda poprawnie, ale spód jest czarny;
- na spodzie pojawiają się plamy wzdłuż linii cięcia;
- sadza brudzi dłonie lub opakowanie;
- cienkie elementy mają nierówne ciemne ślady od spodu;
- ślady są mocniejsze w miejscach, gdzie dym nie miał ujścia.



MOŻLIWE PRZYCZYNY

- dym odbija się od stołu i wraca na materiał;
- zbyt słaba wentylacja lub odciąg;
- za mały przepływ powietrza z Air Assist;
- moc jest zbyt wysoka albo prędkość zbyt niska;
- materiał leży bezpośrednio na zabrudzonej powierzchni;
- plaster miodu lub ruszt są zabrudzone osadem po wcześniejszych pracach.



CO SPRAWDZIĆ / POPRAWIĆ

1. Wyczyść stół roboczy, ruszt lub plaster miodu.
2. Popraw wentylację i sprawdź, czy dym jest odprowadzany na zewnątrz.
3. Włącz Air Assist albo zwiększ przepływ powietrza.
4. Podnieś materiał na dystansach, jeśli konstrukcja maszyny na to pozwala.
5. Zmniejsz moc lub zwiększ prędkość, jeśli cięcie jest zbyt agresywne.
6. Przy materiałach podatnych na zabrudzenia użyj taśmy ochronnej lub folii zgodnej z laserem.

SPÓD ZABRUDZONY



BRUDNY PLASTER MIODU



NIE ZAPOMINAJ O STOLE

Czysta soczewka i dobre ustawienia nie wystarczą, jeśli materiał leży na brudnym stole pełnym sadzy i resztek po poprzednich cięciach.

SPRAWDŹ



STÓŁ



ODCIĄG



AIR ASSIST



MOC



PRĘDKOŚĆ



OCHRONA
POWIERZCHNI

MODUŁ 02

BŁĘDY GRAWEROWANIA

Gdy znak jest **zbyt jasny**, **zbyt ciemny**, **rozmazany**, **nierówny** albo wygląda inaczej niż w projekcie.

Grawerowanie wymaga innego sposobu diagnozy niż cięcie. Tutaj liczy się nie tylko moc i prędkość, ale także **fokus**, **DPI**, **odstęp linii**, **kontrast grafiki**, **przygotowanie pliku** oraz charakter samej powierzchni.

KLUCZOWE ELEMENTY



KONTRAST



GŁĘBOKOŚĆ



OSTROŚĆ



DPI



ODSTĘP LINII



PRZYGOTOWANIE
PLIKU



GRAWER JEST ZBYT JASNY

Gdy znak pojawił się na powierzchni, ale jest słabo widoczny albo prawie znika.



PROBLEM

Grawer został wykonany, ale efekt jest zbyt delikatny. Linia, napis, logo lub grafika są mało widoczne, płytkie albo nie mają wystarczającego kontrastu względem materiału.



JAK TO ROZPOZNAĆ

- napis jest widoczny tylko pod odpowiednim kątem;
- logo wygląda blado i bez kontrastu;
- powierzchnia prawie nie zmieniła koloru;
- po przetarciu znak wydaje się jeszcze słabszy;
- cienkie linie znikają na fakturze materiału.



MOŻLIWE PRZYCZYNY

- moc jest zbyt niska;
- prędkość grawerowania jest zbyt wysoka;
- fokus jest ustawiony nieprawidłowo;
- grafika ma zbyt niski kontrast;
- odstęp linii lub DPI nie daje wystarczającego pokrycia;
- materiał słabo reaguje na grawer laserowy;
- powierzchnia jest zbyt jasna, śliska, lakierowana albo nierówna.



CO SPRAWDZIĆ / POPRAWIĆ

1. Sprawdź fokus na powierzchni materiału.
2. Zwiększ moc stopniowo, małymi krokami.
3. Jeśli nie chcesz mocniej przypalać, zmniejsz prędkość zamiast gwałtownie podnosić moc.
4. Popraw kontrast grafiki przed wysłaniem do maszyny.
5. Zmniejsz odstęp między liniami, jeśli wypełnienie wygląda zbyt rzadko.
6. Wykonaj test małego fragmentu napisu i grafiki, nie całej pracy.



znak prawie niewidoczny

mało kontrastu,
płytki grawer



KONTRAST TO NIE TYLKO MOC

Czasem grawer jest jasny nie dlatego, że laser jest za słaby, ale dlatego, że plik ma zbyt mały kontrast albo materiał nie zmienia koloru tak mocno jak oczekujesz.



NIE PRZESADZAJ Z MOCĄ

Zbyt duży skok mocy może od razu zmienić jasny grawer w przypalony, rozlany albo zbyt głęboki.



za jasno



dobrze



za ciemno



GRAWER JEST ZBYT CIEMNY LUB PRZYPALONY

Gdy znak jest mocny, ale wygląda brudno, zbyt głęboko albo ma ślady spalenia.



PROBLEM

Grawer jest widoczny, ale zbyt ciemny, rozlany, przypalony albo zabrudzony sadzą. Zamiast czystego kontrastu powstaje efekt spalonej plamy.



JAK TO ROZPOZNAĆ

- krawędzie graweru są ciemne i rozmyte;
- powierzchnia wokół napisu jest przypalona;
- wypełnienie wygląda jak czarna plama;
- po przetarciu zostaje sadza;
- drobne detale zlewają się ze sobą;
- materiał ma intensywny zapach spalenizny.



MOŻLIWE PRZYCZYNY

- moc jest zbyt wysoka;
- prędkość jest zbyt niska;
- zbyt mały odstęp linii powoduje nadmiar energii;
- wykonano więcej przejść niż potrzeba;
- Air Assist lub odciąg nie usuwa dymu;
- powierzchnia ma lakier, żywicę, klej albo powłokę podatną na przypalenie;
- grafika jest zbyt ciemna i generuje zbyt intensywne wypełnienie.



CO SPRAWDZIĆ / POPRAWIĆ

1. Zmniejsz moc stopniowo.
2. Zwiększ prędkość, jeśli znak nadal jest wystarczająco widoczny.
3. Zwiększ odstęp linii, jeśli wypełnienie jest zbyt gęste.
4. Popraw wentylację i odprowadzanie dymu.
5. Sprawdź, czy grafika nie jest przesadnie ciemna.
6. Wykonaj próbę z kilkoma poziomami mocy na tym samym materiale.
7. Przy drewnie rozważ zabezpieczenie powierzchni taśmą ochronną zgodną z laserem.



TEST MOCY – TEN SAM MATERIAŁ, TA SAMA PRĘDKOŚĆ



40%

60%

80%

100%

120%

MOC ROŚNIE →



SZYBKĄ DECYZJĄ

JEŚLI GRAWER JEST CIEMNY I WYRAŹNY:

Najpierw zmniejsz moc.

JEŚLI GRAWER JEST CIEMNY I ROZMAZANY:

Sprawdź również fokus, DPI, odstęp linii i dym.

GRAWER

STRACIŁ OSTROŚĆ

Gdy tekst, logo lub rysunek są widoczne, ale nie mają czystych konturów.



PROBLEM

Grawer nie jest ostry. Linie wyglądają miętko, kontury są rozmyte, drobne elementy tracą kształt, a tekst może być trudny do odczytania mimo tego, że znak jest widoczny.



JAK TO ROZPOZNAĆ

- cienkie linie wyglądają jak pogrubiłone;
- małe litery są nieczytelne;
- krawędzie graweru nie są równe;
- logo traci szczegóły;
- obraz wygląda jak lekko poruszony lub zamazany;
- drobne punkty i kreski zlewają się ze sobą.



MOŻLIWE PRZYCZYNY

- fokus jest ustawiony za wysoko lub za nisko;
- soczewka jest zabrudzona;
- DPI lub rozdzielczość są źle dobrane do detalu;
- prędkość jest zbyt wysoka dla mechaniki maszyny;
- pasek, prowadnica albo głowica mają luz;
- grafika źródłowa jest niskiej jakości;
- materiał ma nierówną powierzchnię albo różną wysokość.



CO SPRAWDZIĆ / POPRAWIĆ

1. Ustaw fokus dokładnie na powierzchni materiału.
2. Wyczyść soczewkę i sprawdź, czy wiązka nie jest osłabiona.
3. Zwiększ DPI tylko wtedy, gdy maszyna i materiał pozwalają zachować ostrość.
4. Zmniejsz prędkość przy drobnych detalach i małych napisach.
5. Sprawdź, czy grafika wejściowa jest wystarczająco ostra.
6. Przy nierównym materiale wykonaj test w kilku miejscach powierzchni.
7. Sprawdź mechanikę: paski, prowadnice, rolki i stabilność głowicy.

OSTRY

ROZMYTY



fokus



soczewka



DPI



mechanika



OSTROŚĆ ZACZYNA SIĘ OD FOKUSU

Jeśli wiązka nie skupia się na właściwej wysokości, laser nie pracuje punktowo. Zamiast ostrej linii powstaje szerszy, mniej precyzyjny ślad.



NIE RATUJ ROZMYCIA SAMĄ MOCĄ

Większa moc może pogłębić znak, ale nie naprawi złego fokusu ani słabej jakości pliku.

GRAWER WYSZEDŁ W PASKI

Gdy wypełnione powierzchnie mają widoczne linie, pasy albo nierówną strukturę.



PROBLEM

Na obszarach wypełnionych grawerem pojawiają się poziome lub pionowe paski. Zamiast jednolitego tonu widać linie przejazdu lasera, przerwy, różnice intensywności albo powtarzalny wzór.



JAK TO ROZPOZNAĆ

- duże wypełnienia nie są jednolite;
- widać regularne linie po przejazdach głowicy;
- część pasów jest ciemniejsza, a część jaśniejsza;
- grafika wygląda jak wydruk niskiej jakości;
- paski są szczególnie widoczne na jasnym drewnie, skórze, kartonie lub anodowanym metalu.



MOŻLIWE PRZYCZYNY

- odstęp linii jest zbyt duży;
- DPI jest zbyt niskie dla danego efektu;
- prędkość jest niestabilna;
- materiał ma nierówną strukturę lub usłojenie;
- fokus jest lekko rozregulowany;
- grafika ma pasy lub kompresję już w pliku;
- prowadnica, pasek lub silnik powoduje mikrodrżania.



CO SPRAWDZIĆ / POPRAWIĆ

1. Zmniejsz odstęp między liniami grawerowania.
2. Zwiększ DPI tylko do poziomu, który ma sens dla maszyny i materiału.
3. Sprawdź, czy grafika źródłowa nie ma pasków, kompresji lub słabej rozdzielczości.
4. Ustaw fokus ponownie.
5. Zmniejsz prędkość, jeśli maszyna nie pracuje stabilnie przy szybkim grawerze.
6. Sprawdź paski, prowadnice i płynność ruchu osi.
7. Wykonaj mały test jednolitego kwadratu, aby zobaczyć, czy paski wynikają z ustawień czy z materiału.



ODSTĘP LINII

wpływa na jednolitość i widoczność pasków.



DPI



NISKI

WYSOKI



ODSTĘP LINII MA DUŻE ZNACZENIE

Jeśli linie grawerowania są zbyt daleko od siebie, oko widzi przerwy. Jeśli są zbyt gęste, materiał może się przegrzać. Szukaj równowagi.



SZYBKĄ DECYZJĄ

PASKI REGULARNE:

Sprawdź odstęp linii, DPI i ustawienia grawerowania.

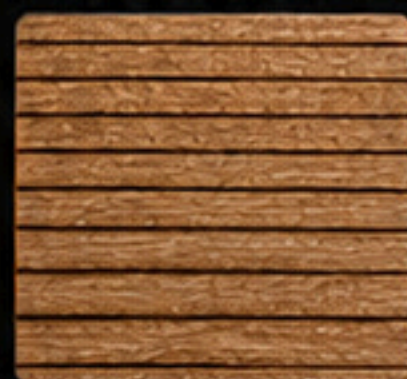
PASKI NIEREGULARNE:

Sprawdź materiał, fokus, prowadnice i stabilność ruchu.

za rzadko

dobrze

za gęsto



TEKST JEST NIECZYTELNY

Gdy napis został wygrawerowany, ale litery są złane, zbyt cienkie, zbyt ciemne albo trudne do odczytania.



PROBLEM

Tekst pojawił się na materiale, ale nie da się go wygodnie przeczytać. Litery mogą być rozmazane, zbyt małe, zbyt ciemne, za jasne, połączone ze sobą albo zniekształcone przez fakturę materiału.



JAK TO ROZPOZNAĆ

- małe litery zlewają się w plamę;
- cienkie elementy liter znikają;
- znaki są nierówne lub porozrywane;
- tekst wygląda dobrze w projekcie, ale źle na materiale;
- litery są za blisko siebie;
- po zmniejszeniu projektu napis traci czytelność;
- na powierzchni z wyraźnym usłojeniem napis ginie w tle.



MOŻLIWE PRZYCZYNY

- tekst jest zbyt mały dla danego materiału;
- font ma zbyt cienkie linie lub zbyt małe odstępy;
- moc jest zbyt wysoka i litery się zlewają;
- moc jest zbyt niska i litery są zbyt słabe;
- fokus jest lekko nieprawidłowy;
- DPI lub odstęp linii nie pasuje do wielkości tekstu;
- grafika tekstu została wyeksportowana w niskiej jakości;
- materiał ma fakturę, która utrudnia odczyt.



CO SPRAWDZIĆ / POPRAWIĆ

1. Zwiększ rozmiar tekstu, jeśli to możliwe.
2. Wybierz prostszy, bardziej czytelny krój pisma.
3. Unikaj bardzo cienkich fontów przy małych napisach.
4. Sprawdź fokus dokładnie na powierzchni materiału.
5. Jeśli litery się zlewają, zmniejsz moc lub zwiększ prędkość.
6. Jeśli tekst jest zbyt słaby, zwiększ moc małym krokiem albo zmniejsz prędkość.
7. Przy tekście wypełnianym sprawdź DPI i odstęp linii.
8. Eksportuj tekst w wysokiej jakości albo zamień go na krzywe/wektory, jeśli program tego wymaga.



MAŁY TEKST WYMAGA PROSTOTY

Im mniejszy napis, tym mniej miejsca na ozdobne detale. Font dekoracyjny może wyglądać dobrze na ekranie, ale po grawerze stać się nieczytelny.



NIE TESTUJ TEKSTU TYLKO NA DUŻYM LOGO

Logo może wyglądać dobrze, a mały podpis nadal będzie nieczytelny. Zawsze testuj najmniejszy tekst, który ma pojawić się w projekcie.



NIECZYTELNY

Lorem ipsum dolor sit amet,
consectetur adipiscing elit.

CZYTELNY

Lorem ipsum dolor sit amet,
consectetur adipiscing elit.

NIECZYTELNY

Lorem ipsum dolor
consectetur adipiscing

CZYTELNY

ipsum dolor
consectetur adipiscing

Aa

FONT

Wybieraj proste kroje bez zbędnych ozdobników.



CZYTELNOŚĆ

Sprawdź najmniejszy tekst w projekcie – czy da się go odczytać z bliska i z daleka.



FOKUS

Prawidłowy fokus to ostrzejsze krawędzie i lepsza czytelność.



DPI / ODSTĘP LINII

Wyższe DPI i odpowiedni odstęp linii poprawiają jakość małego tekstu i wypełnień.



ROZMIAR → FONT → FOKUS → MOC → PRĘDKOŚĆ → DPI → MATERIAŁ

WYPEŁNIENIE JEST NIERÓWNE

Gdy duża powierzchnia graweru nie ma jednolitego koloru ani równej głębokości.



PROBLEM

Obszar grawerowany powinien wyglądać jednolicie, ale pojawiają się jaśniejsze i ciemniejsze miejsca, plamy, różnice w głębokości, pasy albo fragmenty, które wyglądają jak niedograwerowane.



JAK TO ROZPOZNAĆ

- jedna część grafiki jest ciemna, a druga błada;
- środek wypełnienia wygląda inaczej niż brzegi;
- na dużym polu widać plamy;
- grawer ma nierówną teksturę;
- efekt zmienia się zgodnie z usłojeniem drewna;
- ten sam kolor w pliku daje różne efekty na materiale;
- powierzchnia wygląda jakby laser pracował z różną mocą.



MOŻLIWE PRZYCZYNY

- materiał ma nierówną gęstość, słoje, klej lub powłokę;
- powierzchnia nie jest idealnie płaska;
- fokus zmienia się na różnych częściach materiału;
- odstęp linii lub DPI jest źle dobrany;
- grafika ma ukryte przejścia tonalne lub kompresję;
- prędkość jest zbyt wysoka dla stabilnego wypełnienia;
- soczewka jest zabrudzona i osłabia wiązkę;
- odciąg dymu działa nierówno na powierzchni.



CO SPRAWDZIĆ / POPRAWIĆ

1. Sprawdź, czy materiał leży płasko na stole.
2. Ustaw fokus w miejscu, gdzie ma powstać najważniejsza część graweru.
3. Przetrzyj powierzchnię materiału, jeśli może mieć kurz, tłuszcz lub pył.
4. Sprawdź grafikę: usuń niepotrzebne cienie, gradienty i kompresję.
5. Zmniejsz prędkość, jeśli wypełnienie traci równomierność.
6. Dostosuj DPI lub odstęp linii, aby laser nie zostawiał przerw.
7. Wyczyść soczewkę i sprawdź wentylację.
8. Wykonaj test jednolitego kwadratu na różnych częściach arkusza.



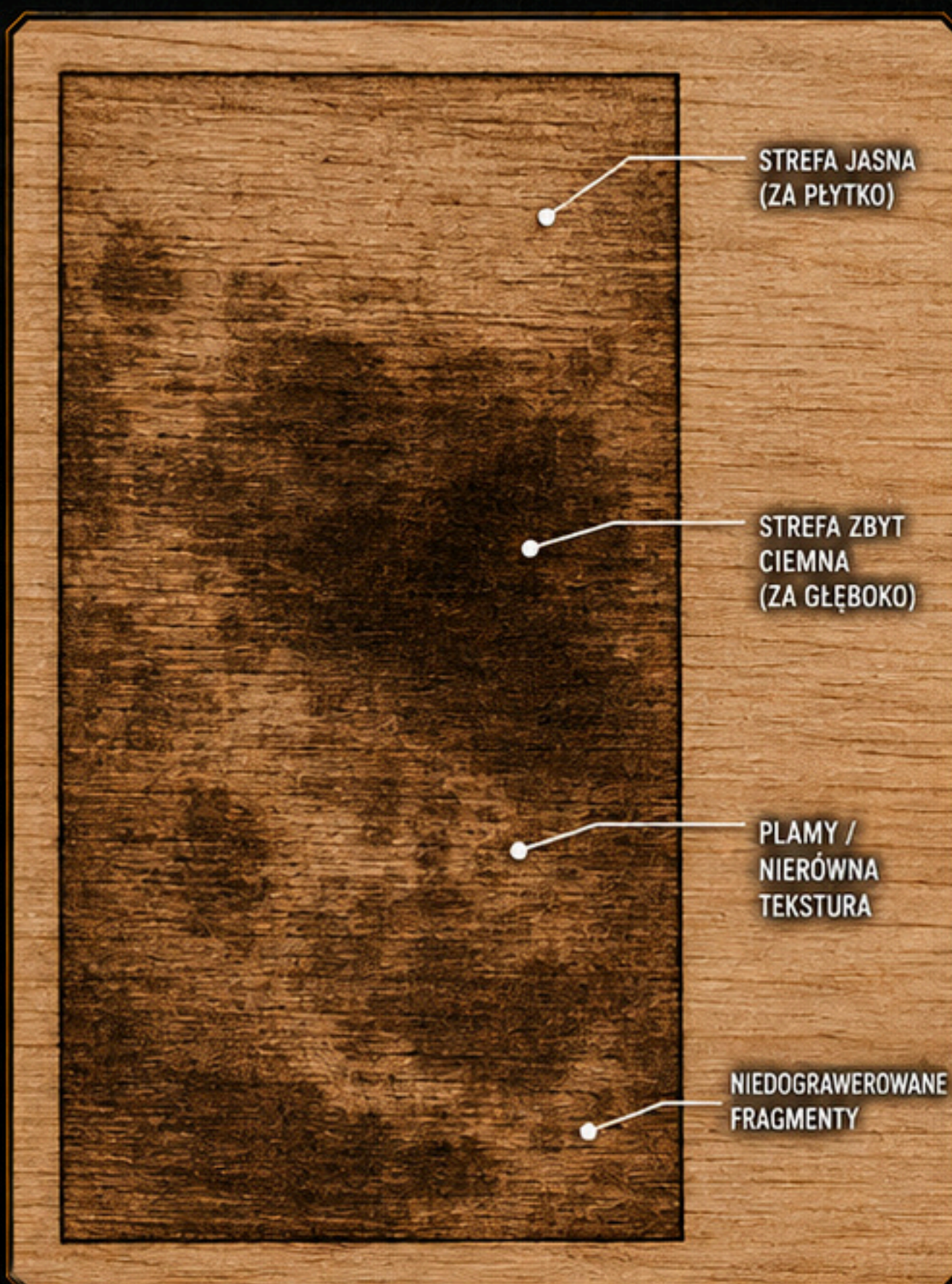
MATERIAŁ TEŻ "ODPOWIADA"

Laser może mieć te same ustawienia, ale drewno, sklejka, skóra, karton czy powlekany materiał nie zawsze reagują jednakowo na całej powierzchni.

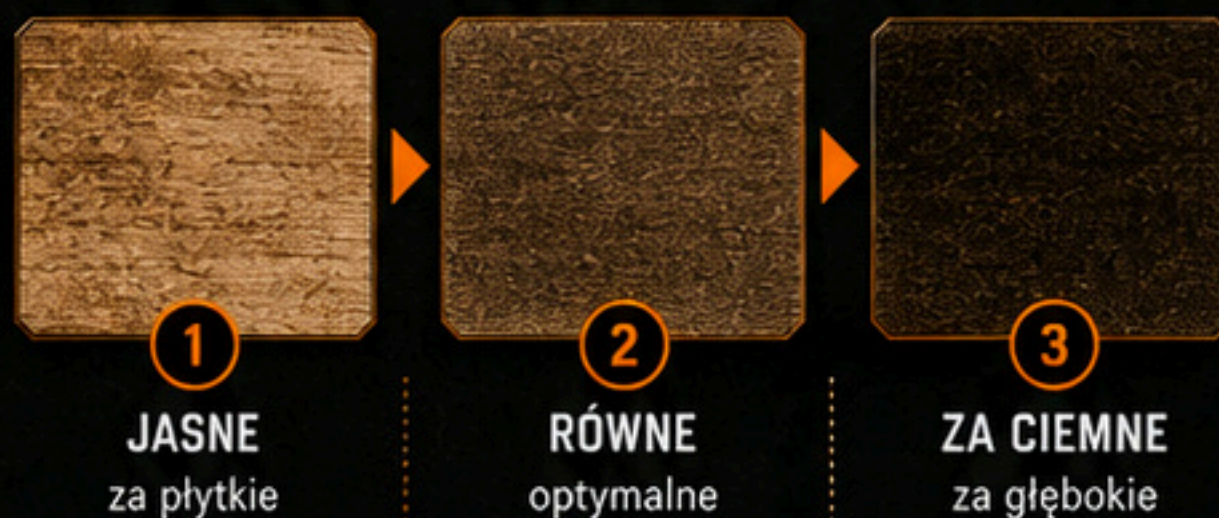


JEŚLI NIERÓWNOŚĆ IDZIE Z USŁOJENIEM:
Podejrzewaj materiał.

JEŚLI NIERÓWNOŚĆ JEST W REGULARNYCH PASACH:
Podejrzewaj DPI, odstęp linii, mechanikę lub ustawienia grawerowania.



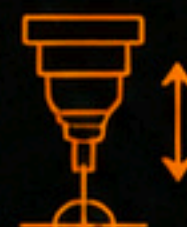
SKALA OCENY WYPEŁNIENIA – SZYBKA DIAGNOZA



CO NAJCZĘŚCIEJ WPŁYWA NA RÓWNE WYPEŁNIENIE



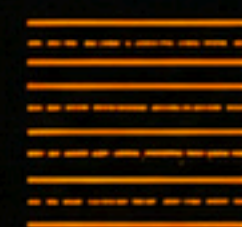
MATERIAŁ
gęstość, słoje,
powłoka, klej



FOKUS
prawidłowa
wysokość



PLIK
bez gradientów,
kompresji



WYPEŁNIENIE
DPI / odstęp linii,
prędkość

LINIE SĄ PODWÓJNE LUB PRZESUNIĘTE

Gdy kontur wygląda jak cień, podwójny ślad albo lekko rozjechany rysunek.



PROBLEM

Linie graweru nie są pojedyncze i czyste. Pojawia się drugi ślad, cień, przesunięcie między przejazdami albo różnica między konturem a wypełnieniem.



JAK TO ROZPOZNAĆ

- wokół linii widać drugi, słabszy kontur;
- tekst ma efekt cienia, którego nie było w projekcie;
- kontur i wypełnienie nie pokrywają się idealnie;
- po kilku przejściach laser nie trafia w to samo miejsce;
- po lewej i prawej stronie graweru widać różnicę;
- okrąg lub logo wygląda jak lekko przesunięte.



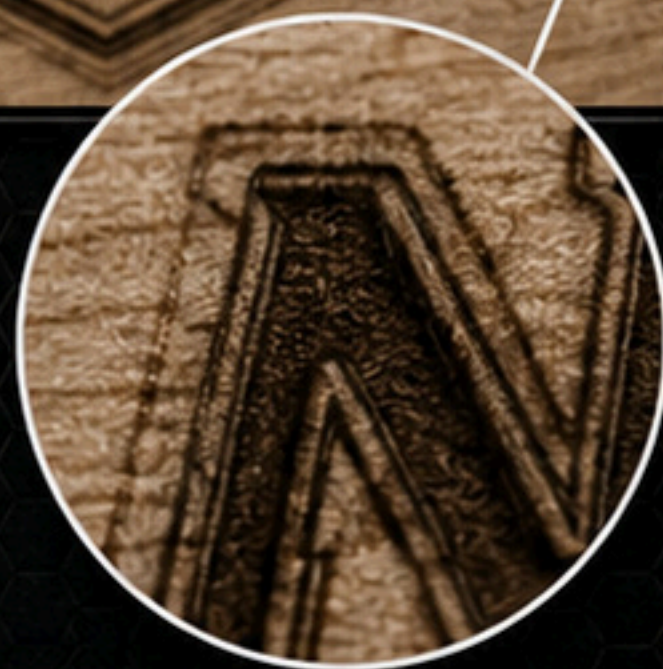
MOŻLIWE PRZYCZYNY

- w pliku znajdują się duplikaty ścieżek;
- grafika ma ukryty cień, obrys lub podwójny kontur;
- pasek osi ma luz;
- prowadnica, rolka lub głowica nie pracuje stabilnie;
- prędkość jest zbyt wysoka dla dokładności maszyny;
- materiał przesunął się podczas pracy;
- tryb pracy konturu i wypełnienia ma inne ustawienia pozycjonowania;
- maszyna wymaga kalibracji osi lub korekty luzu.



CO SPRAWDZIĆ / POPRAWIĆ

1. Otwórz plik i sprawdź, czy nie ma podwójnych linii.
2. Usuń ukryte obrysy, cienie i duplikaty obiektów.
3. Wykonaj test pojedynczej linii i małego okręgu.
4. Sprawdź, czy materiał jest stabilnie zamocowany.
5. Zmniejsz prędkość grawerowania lub cięcia testowego.
6. Sprawdź napięcie pasków i płynność prowadnic.
7. Jeśli problem występuje tylko przy szybkim ruchu, podejrzewaj mechanikę lub ustawienia przyspieszenia.
8. Jeśli problem występuje tylko w jednym pliku, podejrzewaj projekt.



DIAGNOSTYKA – CZTERY WSKAZÓWKI



PLIK

Duplikaty ścieżek, ukryte obrysy, cienie, podwójne kontury.



MATERIAŁ

Przesunięty materiał, nierówna powierzchnia, brak stabilności.



MECHANIKA

Luz w paskach, prowadnicach, rolkach lub niestabilna głowica.



PRĘDKOŚĆ

Zbyt wysoka prędkość dla dokładności maszyny lub przyspieszenia.



DUPLIKAT W PLIKU TO CZĘSTY WINOWAJCA

Na ekranie dwie identyczne linie mogą wyglądać jak jedna. Laser jednak przejdzie po nich dwa razy, co może dać efekt podwójnego, ciemniejszego lub przesuniętego śladu.



NIE POPRAWIAJ MOCĄ PROBLEMU POZYCJI

Jeśli linie są przesunięte, większa lub mniejsza moc nie rozwiąże przyczyny. Najpierw sprawdź plik, mocowanie i mechanikę.

ZNAKOWANIE JEST ZBYT PŁYTKIE

Gdy ślad jest widoczny, ale nie ma wystarczającej głębokości lub trwałości.



PROBLEM

Laser zostawił znak na materiale, ale grawer jest tylko powierzchniowy. Po przetarciu, lakierowaniu, malowaniu albo intensywnym użytkowaniu może stać się słabo widoczny.



JAK TO ROZPOZNAĆ

- znak jest widoczny, ale prawie niewyczuwalny pod palcem; po lekkim przetarciu kontrast spada;
- farba, olej lub lakier łatwo zakrywa grawer;
- napis wygląda jak przebarwienie, a nie rzeczywiste zagłębienie;
- przy produktach użytkowych znak może z czasem zniknąć;
- powierzchnia nie została wystarczająco usunięta.



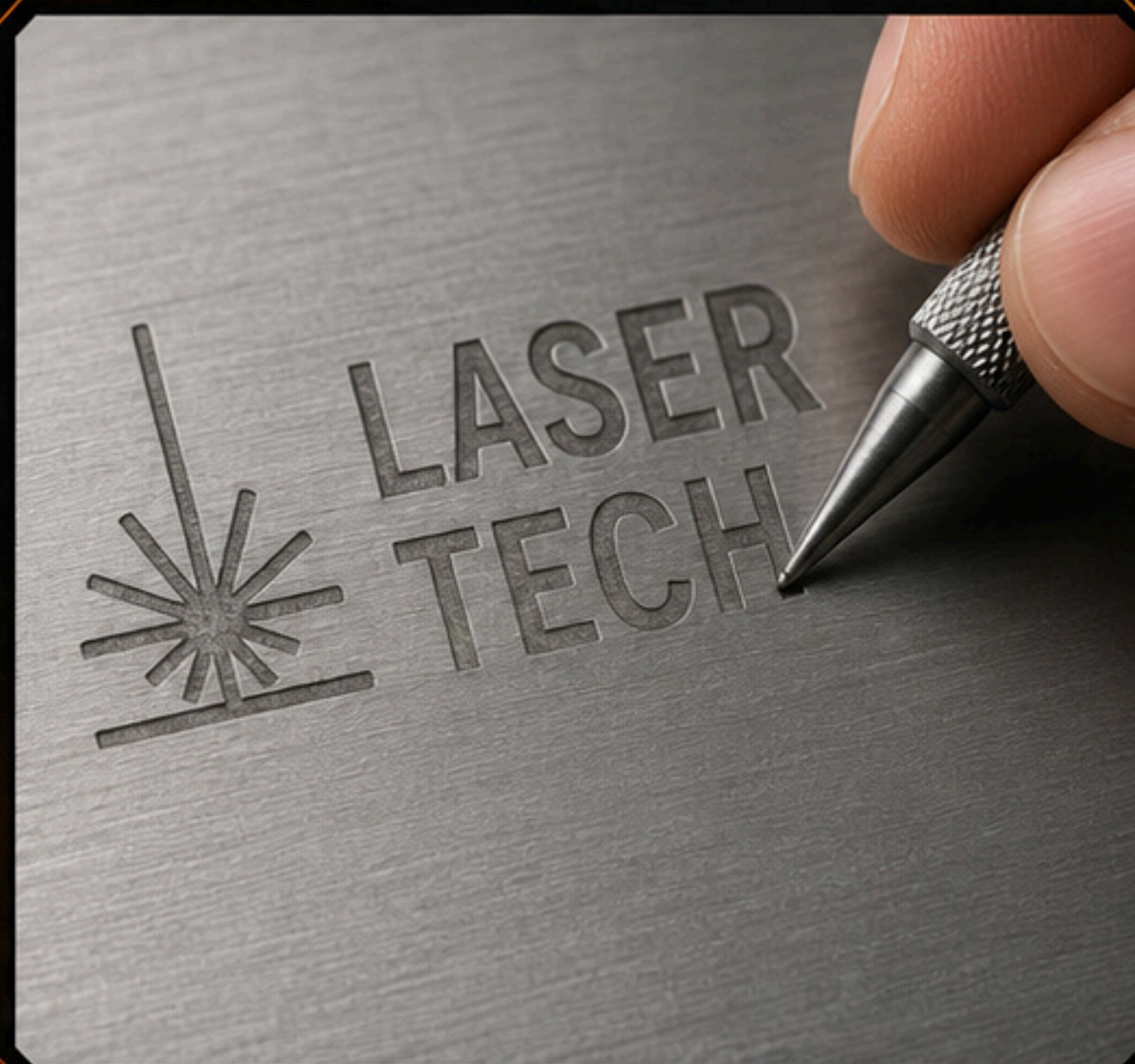
MOŻLIWE PRZYCZYNY

- moc jest zbyt niska;
- prędkość jest zbyt wysoka;
- wykonano tylko jedno zbyt delikatne przejście;
- fokus nie trafia dokładnie w powierzchnię;
- materiał jest twardy, gładki lub słabo reaguje na laser;
- zastosowano ustawienia przeznaczone do znakowania wizualnego, a nie do głębszego graweru;
- warstwa powłoki jest trudniejsza do usunięcia niż zakładano.

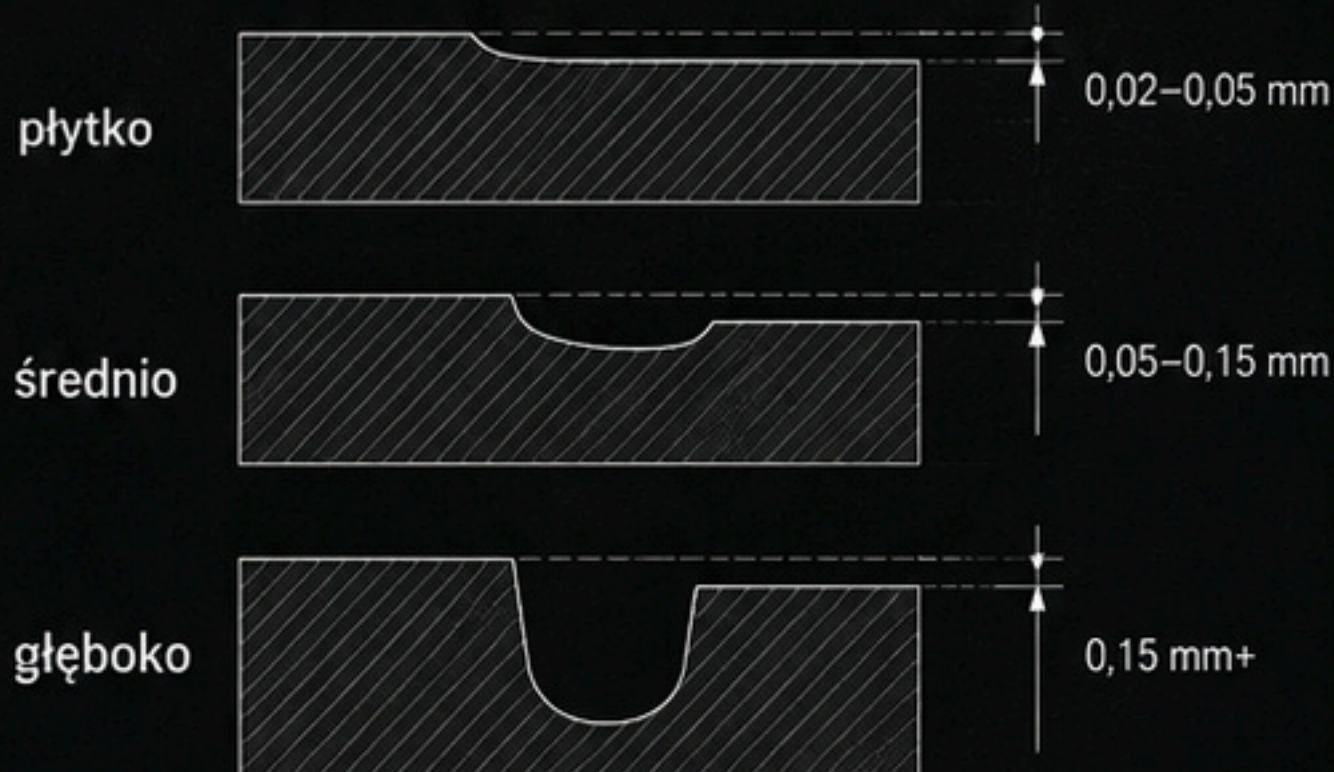


CO SPRAWDZIĆ / POPRAWIĆ

1. Określ, czy potrzebujesz tylko kontrastu, czy realnej głębokości.
2. Jeśli potrzebna jest głębokość, zmniejsz prędkość.
3. Zwiększ moc małym krokiem, obserwując czy materiał się nie przypala.
4. Rozważ dwa lżejsze przejścia zamiast jednego bardzo mocnego.
5. Sprawdź fokus przed testem.
6. Wykonaj próbę po przetarciu powierzchni, a nie tylko od razu po grawerze.
7. Jeśli produkt będzie lakierowany, testuj grawer również po wykończeniu.



POZIOM GŁĘBOKOŚCI GRAWERU – PRZEKRÓJ BOCZNY



KONTRAST I GŁĘBOKOŚĆ TO DWIE RÓŻNE RZECZY

Ciemny ślad nie zawsze oznacza głęboki grawer. Czasem laser tylko zmienia kolor powierzchni, ale nie usuwa wystarczająco materiału.



DO DEKORACJI: Wystarczy czytelny kontrast.

DO TRWAŁEGO OZNACZENIA: Sprawdź głębokość po przetarciu, lakierze lub użytkowaniu.

FICHA 18

GRAWER WYGLĄDA INACZEJ NA RÓŻNYCH CZĘŚCIACH MATERIAŁU

Gdy jedna część projektu jest idealna, a druga za jasna, za ciemna albo mniej ostra.



PROBLEM

Ten sam grawer, wykonany podczas jednej pracy, wygląda różnie w różnych miejscach materiału. Fragment może być ciemniejszy, jaśniejszy, głębszy, bardziej rozmyty albo mniej czytelny mimo tych samych ustawień.



JAK TO ROZPOZNAĆ

- jedna strona grafiki jest ciemniejsza od drugiej;
- grawer na słojach drewna wygląda inaczej niż poza nimi;
- środek arkusza reaguje inaczej niż krawędź;
- na nierównej powierzchni część znaku traci ostrość;
- niektóre fragmenty mają więcej sadzy;
- efekt różni się na klejonych warstwach sklejk.



MOŻLIWE PRZYCZYNY

- materiał ma naturalną zmienność gęstości;
- słoje, sęki, klej lub warstwy sklejk reagują inaczej;
- powierzchnia nie jest równa;
- stół nie jest wypoziomowany;
- fokus zmienia się między jednym miejscem a drugim;
- odciąg dymu działa mocniej po jednej stronie;
- materiał był częściowo zabrudzony, wilgotny, lakierowany lub tłusty;
- arkusz pochodzi z partii o nierównych właściwościach.



CO SPRAWDZIĆ / POPRAWIĆ

1. Sprawdź, czy materiał leży płasko i nie jest wygięty.
2. Ustaw fokus w kilku miejscach większej powierzchni.
3. Przetrzyj materiał przed grawerowaniem.
4. Wykonaj mały test w różnych częściach arkusza.
5. Unikaj umieszczania najważniejszych detali na sękach, kleju lub bardzo ciemnych słojach.
6. Sprawdź wypoziomowanie stołu.
7. Jeśli różnice są duże, rozważ inny fragment materiału lub inną partię.
8. Przy produkcji seryjnej zapisuj nie tylko ustawienia, ale też rodzaj i dostawcę materiału.



TA SAMA MOC, INNA REAKCJA

Laser dostarcza tę samą energię, ale materiał nie zawsze reaguje tak samo. To szczególnie ważne przy drewnie, sklejce, skórze i materiałach naturalnych.

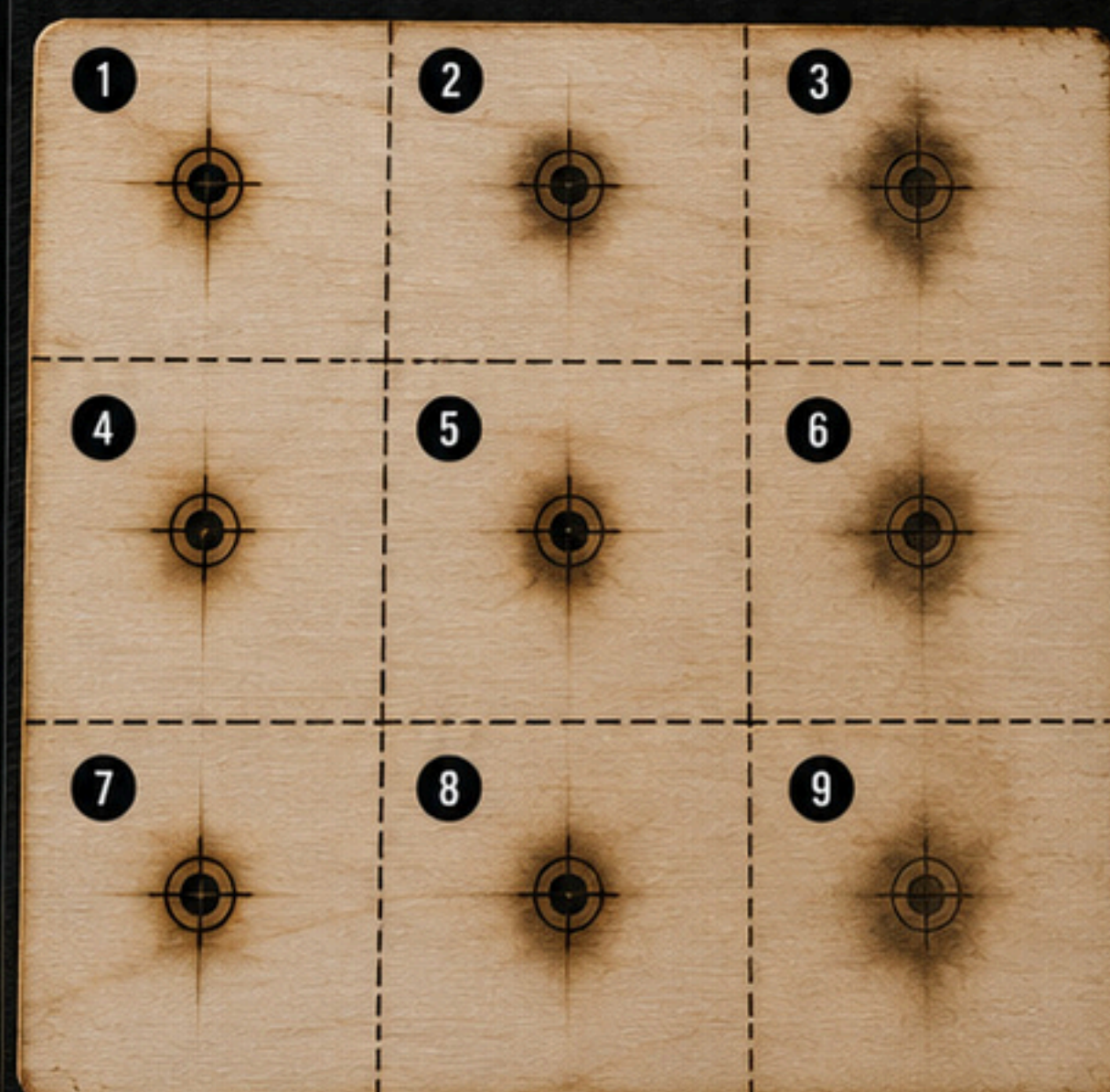


NIE OCENIAJ USTAWIEŃ PO JEDNYM MIEJSCU

Jeśli projekt zajmuje dużą powierzchnię, testuj kilka punktów arkusza. Jeden mały test w rogu może nie pokazać problemu środka.



MAPA POWIERZCHNI – TEST W RÓŻNYCH MIEJSCACH



REAKCJA MATERIAŁU

Gdy problem nie wynika tylko z ustawień, ale z tego, jak materiał reaguje na ciepło, dym, naprężenie i powłoki.

Nie każdy materiał zachowuje się tak samo pod laserem. Drewno może się przypalać, sklejka może mieć klej i warstwy o różnej gęstości, akryl może się topić, cienkie arkusze mogą się wyginać, a niektóre powłoki mogą zostawiać plamy lub zapach. W tym module diagnozujesz reakcję materiału, a nie tylko parametry maszyny.



PĘKANIE



WYGINANIE



DYM



PLAMY



TOPIENIE



OSAD



POWŁOKI



PARTIA MATERIAŁU



**WYSOKA
TEMPERATURA**

Przypalenia, zwęglenia,
zmiana koloru.



DYM I GAZY

Osad, zapach,
przyciemnienia
i zabrudzenia.



**NAPRĘŻENIE
I DEFORMACJA**

Wyginanie, skręcanie,
odkształcenia.



PLAMY I OSAD

Pozostałości po dymie,
kleju, powłokach
i zanieczyszczeniach.

MATERIAŁ PEKŁ LUB SIĘ UKRUSZYŁ

Problem częsty przy szkłe, cienkich płytach, ceramice, kamieniu, akrylu i delikatnych materiałach.



PROBLEM

Podczas cięcia lub grawerowania materiał pękł, odprysnął, rozwarstwił się albo pojawiły się drobne ukruszenia przy linii pracy lasera.



JAK TO ROZPOZNAĆ

- pęknięcie wychodzi od miejsca działania lasera
- przy linii cięcia pojawiają się odpryski
- szkło lub ceramika ma mikropęknięcia
- cienka płyta pęka przy wyjmowaniu elementu
- akryl może mieć drobne rysy lub naprężenia
- materiał rozwarstwia się przy krawędzi



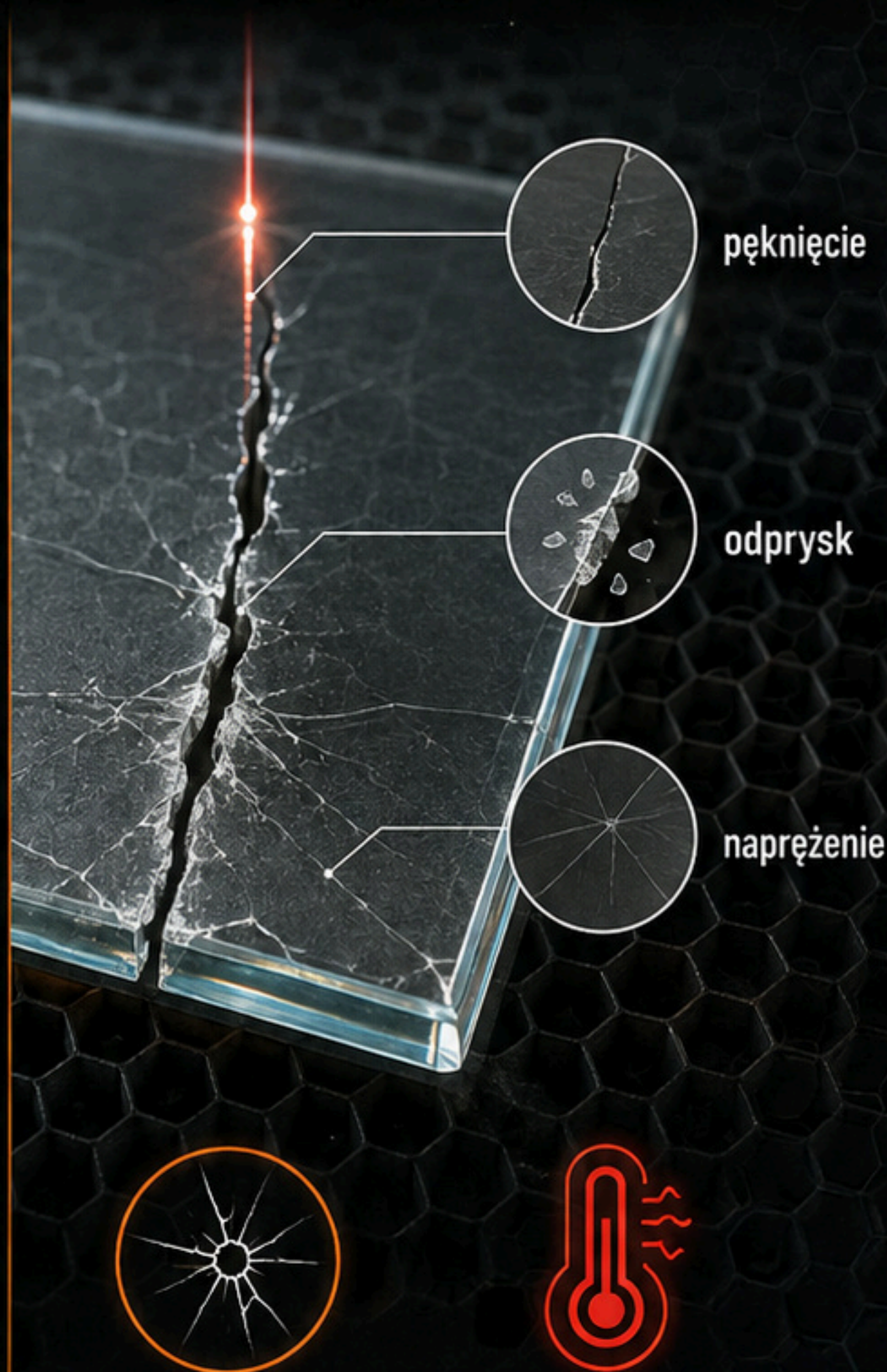
MOŻLIWE PRZYCZYNY

- zbyt duża moc w jednym przejściu
- ciepło zostało skoncentrowane na małej powierzchni
- materiał ma naprężenia wewnętrzne
- materiał nie jest przeznaczony do pracy laserem
- zbyt szybkie schładzanie lub nierównomierne nagrzewanie
- zbyt mały odstęp między liniami pracy
- materiał był źle podparty lub naprężony na stole
- wykonano zbyt agresywny grawer na delikatnej powierzchni



CO SPRAWDZIĆ / POPRAWIĆ

1. Zmniejsz moc i rozważ więcej lekkich przejść zamiast jednego mocnego.
2. Zwiększ prędkość, aby ograniczyć nagrzewanie punktowe.
3. Upewnij się, że materiał leży stabilnie i nie jest wygięty.
4. Zostaw większe odstępy między intensywnymi liniami graweru.
5. Przy szkłe i ceramice testuj bardzo delikatne ustawienia.
6. Nie dociskaj materiału w sposób, który tworzy naprężenie.
7. Sprawdź, czy dany materiał jest bezpieczny i zgodny z laserem.
8. Wykonaj próbę na małym fragmencie przed właściwym projektem.



PEKNIĘCIE TO CZĘSTO EFEKT NAPRĘŻENIA

Laser nagrzewa mały obszar bardzo szybko. Jeśli materiał nie znosi takiej różnicy temperatur, może pęknąć nawet przy pozornie niewielkiej mocy.



UWAGA NA MATERIAŁY NIEZNANEGO POCHODZENIA

Jeśli nie wiesz, z czego dokładnie wykonano materiał, nie zakładaj, że nadaje się do lasera. Najpierw sprawdź bezpieczeństwo i wykonaj minimalny test.

ELEMENT SIĘ WYGIĄŁ

Gdy cienki materiał po cięciu lub grawerowaniu nie jest już płaski.



PROBLEM

Po zakończeniu pracy element jest wygięty, pofalowany, unosi się na brzegach albo traci pierwotny kształt. Może to utrudniać montaż, klejenie, pakowanie lub dalszą obróbkę.



JAK TO ROZPOZNAĆ

- cienka sklejka lub karton wygina się po cięciu;
- akryl lub tworzywo odkształca się przy krawędzi;
- powierzchnia nie przylega już do stołu;
- długie, wąskie elementy robią się łukowate;
- po grawerowaniu duża powierzchnia zaczyna falować;
- element pasuje w projekcie, ale po wycięciu zmienia wymiar lub kształt.



MOŻLIWE PRZYCZYNY

- zbyt duża ilość ciepła została wprowadzona w materiał;
- moc jest zbyt wysoka dla cienkiego arkusza;
- prędkość jest zbyt niska;
- wykonano wiele przebiegów bez przerwy na schłodzenie;
- materiał nie był dobrze unieruchomiony;
- arkusz był już lekko wygięty przed pracą;
- duże wypełnienie graweru podgrzało jedną stronę materiału;
- materiał ma nierówną wilgotność lub naprężenie.



CO SPRAWDZIĆ / POPRAWIĆ

1. Zmniejsz moc i zwiększ prędkość, jeśli materiał jest cienki.
2. Unikaj wielu przebiegów jedno po drugim bez przerwy.
3. Przy dużym grawerze testuj niższą intensywność i większą prędkość.
4. Unieruchom materiał magnesami, taśmą lub dociskiem zgodnym ze stołem.
5. Używaj płaskiego, suchego i dobrze przechowywanego materiału.
6. Rozważ zmianę kolejności cięcia, aby element nie odkształcił się przed końcem pracy.
7. W przypadku cienkich arkuszy wykonaj próbę na pasku o podobnej szerokości.
8. Pozwól materiałowi ostygnąć przed oceną końcowego kształtu.



przed



po



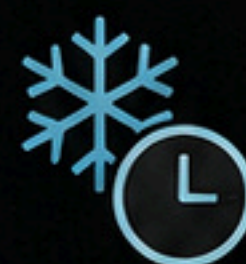
CIEPŁO

Zbyt dużo ciepła powoduje odkształcenia i falowanie materiału.



UNIERUCHOMIENIE

Dobre mocowanie utrzymuje materiał płaski podczas pracy.



PRZERWA / CHŁODZENIE

Przerwa na schłodzenie pozwala ograniczyć akumulację ciepła.



CIENKI MATERIAŁ SZYBKO REAGUJE NA CIEPŁO

Im cieńszy arkusz, tym łatwiej się wygina. Nawet poprawne cięcie może zdeformować element, jeśli ciepło kumuluje się zbyt długo.



NIE DOCISKAJ NA SIŁĘ PO FAKCIE

Jeśli element wygiął się przez przegrzanie, samo docisnięcie po pracy może nie przywrócić mu wymiarów. Lepiej zapobiec deformacji ustawieniami i mocowaniem.

POJAWIŁO SIĘ DUŻO DYMU

Gdy podczas pracy powstaje więcej dymu niż zwykle albo dym zostaje przy materiale.



PROBLEM

Podczas cięcia lub grawerowania pojawia się intensywny dym. Może ograniczać widoczność, brudzić powierzchnię, zwiększać przypalenia, zostawiać zapach i pogarszać jakość krawędzi lub graweru.



JAK TO ROZPOZNAĆ

- dym gromadzi się wokół głowicy
- powierzchnia szybko pokrywa się osadem
- zapach jest mocniejszy niż zwykle
- krawędzie są bardziej okopcone
- grawer wygląda brudno lub ma plamy
- odciąg nie usuwa dymu na bieżąco
- dym wraca na materiał zamiast wychodzić z komory.



MOŻLIWE PRZYCZYNY

- wentylacja lub odciąg działa zbyt słabo
- filtr, przewód lub wylot jest zatkany
- Air Assist jest wyłączony albo niewystarczający
- moc jest zbyt wysoka
- prędkość jest zbyt niska
- materiał ma klej, żywicę, lakier, farbę lub powłokę
- stół roboczy jest zabrudzony resztkami po poprzednich pracach
- materiał nie jest odpowiedni lub bezpieczny do lasera.



CO SPRAWDZIĆ / POPRAWIĆ

1. Sprawdź, czy odciąg jest włączony i działa z pełną wydajnością.
2. Sprawdź przewód, filtr, wentylator i wylot powietrza.
3. Włącz Air Assist albo zwiększ przepływ powietrza.
4. Zmniejsz moc lub zwiększ prędkość, jeśli materiał jest przegrzewany.
5. Wyczyść stół, plaster miodu i okolice pracy.
6. Testuj materiały z powłoką bardzo ostrożnie.
7. Jeśli dym jest nietypowy, ostry albo drażniący, przerwij pracę i sprawdź skład materiału.
8. Przy produkcji seryjnej rób przerwy i kontroluj nagromadzenie osadu.



DYM TO NIE TYLKO DYSKOMFORT

Dym może osłabiać wiązkę, brudzić soczewkę, zostawiać plamy i zwiększać przypalenia. Dlatego dobra wentylacja wpływa bezpośrednio na jakość pracy.



BEZPIECZEŃSTWO PRZED WSZYSTKIM

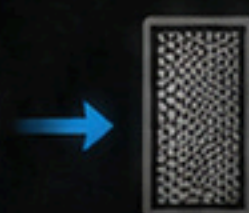
Nie każdy materiał wolno ciąć lub grawerować laserem. Jeśli nie znasz składu materiału, sprawdź go przed testem.



DOBRY PRZEPŁYW POWIETRZA – IDEALNIE

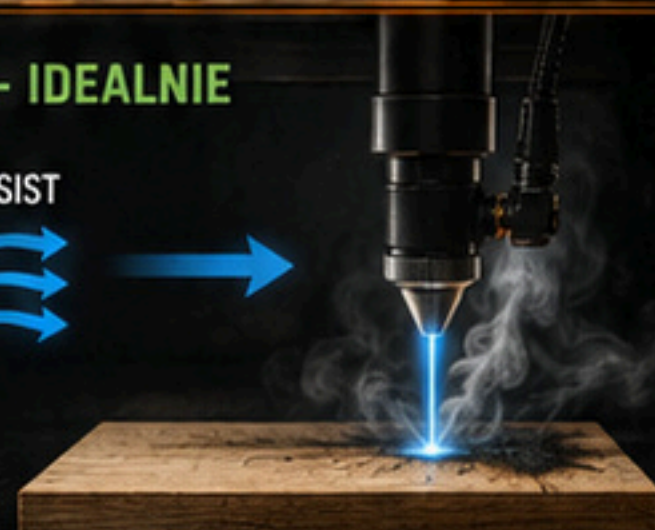


ODCIĄG



FILTR

AIR ASSIST



ZŁY PRZEPŁYW POWIETRZA – PROBLEM



ODCIĄG



FILTR

AIR ASSIST

DYM WRACA
NA MATERIAŁ



ODCIĄG

sprawdź wydajność



FILTR

sprawdź czystość



UWAGA

dym = ryzyko

ODCIĄG → FILTR → AIR ASSIST → MOC → PRĘDKOŚĆ → MATERIAŁ → CZYSTOŚĆ STOŁU

POWSTAŁY PLAMY I OSAD

Gdy po pracy powierzchnia wygląda brudno, ma ślady dymu, sadzy albo lepkiej warstwy.



PROBLEM

Po cięciu lub grawerowaniu na materiale pozostają plamy, smugi, sadza, nalot, lepki osad albo przebarwienia wokół miejsca pracy lasera. Nawet jeśli sam kontur jest poprawny, wygląd produktu jest mniej profesjonalny.



JAK TO ROZPOZNAĆ

- wokół graweru pojawia się brązowa lub szara aureola;
- powierzchnia ma smugi po dymie;
- na materiale zostaje lepki nalot;
- po przetarciu ściereczką robi się czarna lub brązowa;
- jasne materiały wyglądają na zabrudzone;
- przy folii ochronnej zostają ślady kleju lub przypalenia;
- osad pojawia się mocniej przy głębokim grawerze.



MOŻLIWE PRZYCZYNY

- dym nie jest szybko odprowadzany;
- Air Assist nie kieruje zabrudzeń poza linię pracy;
- moc jest zbyt wysoka albo prędkość zbyt niska;
- materiał ma powłokę, klej, lakier, żywicę lub olej;
- powierzchnia była zakurzona, tłusta albo wilgotna;
- folia ochronna nie nadaje się do pracy laserem;
- stół lub plaster miodu są brudne;
- soczewka jest zabrudzona i powoduje mniej czystą wiązkę.



CO SPRAWDZIĆ / POPRAWIĆ

1. Popraw odciąg dymu i sprawdź przepływ powietrza.
2. Włącz lub wyreguluj Air Assist.
3. Zmniejsz moc albo zwiększ prędkość, jeśli powierzchnia jest przegrzewana.
4. Oczyszczyć materiał przed pracą.
5. Przetestuj taśmę ochronną lub maskowanie powierzchni.
6. Sprawdź, czy folia ochronna jest bezpieczna do lasera.
7. Wyczyść stół roboczy, ruszt i plaster miodu.
8. Wyczyść soczewkę, jeśli plamy pojawiają się mimo dobrych ustawień.
9. Po pracy testuj delikatne czyszczenie na małym fragmencie, zanim przetrzesz całą część.



OSAD CZĘSTO POWSTAJE Z DYMU

Dym niesie cząstki spalonego materiału. Jeśli nie zostanie szybko usunięty, osiada na powierzchni i tworzy plamy.



NIE KAŻDĄ PLAMĘ DA SIĘ USUNĄĆ

Jeśli powierzchnia została przypalona lub stopiona, czyszczenie może nie wystarczyć. Dlatego lepiej zapobiegać osadowi niż poprawiać gotowy produkt.



CO TO OZNACZA I CO ZROBIĆ?

PLAMY WOKÓŁ GRAWERU: Sprawdź wentylację, Air Assist i moc.

LEPKI OSAD: Sprawdź powłokę, klej, folię ochronną lub skład materiału.

SADZA OD SPODU: Sprawdź stół, odciąg i odbicie dymu od powierzchni roboczej.



aureola dymu



lepki osad



sadza od spodu



ODCIĄG DYMU
USUWA ZANIECZYSZCZENIA



CZYSTA POWIERZCHNIA
MNIJ OSADU I PLAM



AIR ASSIST
KIERUJE ZABRUDZENIA
Z DALEKA

MATERIAŁ STOPIŁ SIĘ PRZY KRAWĘDZI

Gdy linia cięcia nie jest czysta, a brzeg wygląda jak roztopiony, zaokrąglony albo zdeformowany.



PROBLEM

Materiał został przecięty lub częściowo przecięty, ale krawędź nie wygląda ostro i czysto. Zamiast równej linii pojawia się stopiona warstwa, zaokrąglenie, fala, nadmiar tworzywa albo lekko lepka krawędź.



JAK TO ROZPOZNAĆ

- krawędź jest błyszcząca, miękka lub zaokrąglona;
- przy linii cięcia tworzy się zgrubienie;
- cienkie detale tracą kształt;
- otwory są mniejsze lub nierówne przez stopiony brzeg;
- materiał wygląda jakby się skurczył przy linii lasera;
- po dotknięciu krawędź może być lekko lepka albo nierówna;
- przy przezroczystym materiale pojawia się mleczna lub przypalona strefa.



MOŻLIWE PRZYCZYNY

- moc jest zbyt wysoka dla materiału;
- prędkość jest zbyt niska i ciepło kumuluje się w jednym miejscu;
- wykonano zbyt wiele przejazdów bez przerwy;
- Air Assist jest za słaby albo ustawiony niewłaściwie;
- materiał nie odprowadza ciepła wystarczająco szybko;
- fokus nie trafia dokładnie w powierzchnię lub właściwą głębokość cięcia;
- materiał ma powłokę, klej lub skład, który topi się zamiast odparowywać;
- użyto materiału, który nie powinien być obrabiany laserem.



CO SPRAWDZIĆ / POPRAWIĆ

1. Sprawdź, czy materiał jest bezpieczny i przeznaczony do pracy z laserem.
2. Zmniejsz moc i sprawdź, czy cięcie nadal przechodzi.
3. Zwiększ prędkość, aby ograniczyć czas nagrzewania krawędzi.
4. Ustaw fokus ponownie, szczególnie przy grubszych materiałach.
5. Popraw Air Assist, aby szybciej usuwać ciepło i opary z linii cięcia.
6. Unikaj wielu mocnych przejazdów jedno po drugim.
7. Przy delikatnych tworzywach testuj kilka lżejszych przejazdów z przerwą.
8. Wykonaj mały test na fragmencie z prostą linią, kołem i małym otworem.



TOPIENIE TO ZNAK NADMIARU CIEPŁA

Jeśli materiał nie jest czysto cięty, tylko mięknie i rozlewa się przy krawędzi, oznacza to, że energia cieplna zostaje w materiale zbyt długo.



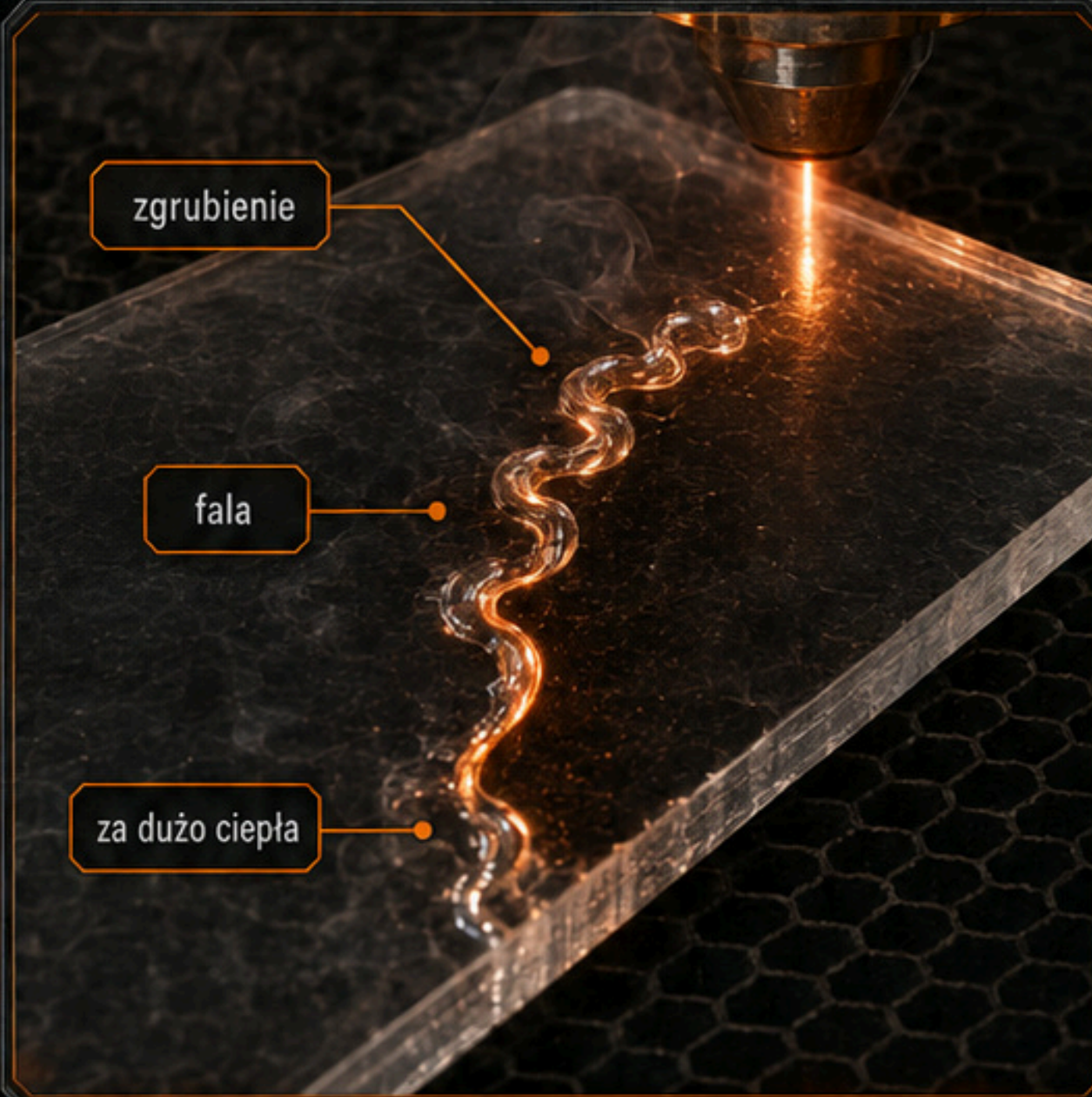
NIE KAŻDE TWORZYWO WOLNO CIĄĆ LASEREM

Jeśli materiał ma nieznaną skład, nie rozpoczynaj pracy bez sprawdzenia bezpieczeństwa. Niektóre tworzywa mogą wydzielać toksyczne lub żrące opary.



SZYBKA DIAGNOZA

- KRAWĘDŹ STOPIONA I SZEROKA:** Zmniejsz moc, zwiększ prędkość i sprawdź fokus.
- KRAWĘDŹ STOPIONA TYLKO W DETALACH:** Sprawdź prędkość w narożnikach, liczbę przejazdów i kolejność cięcia.
- KRAWĘDŹ LEPKA:** Podejrzewaj skład materiału, powłokę, klej albo zbyt długie nagrzewanie.

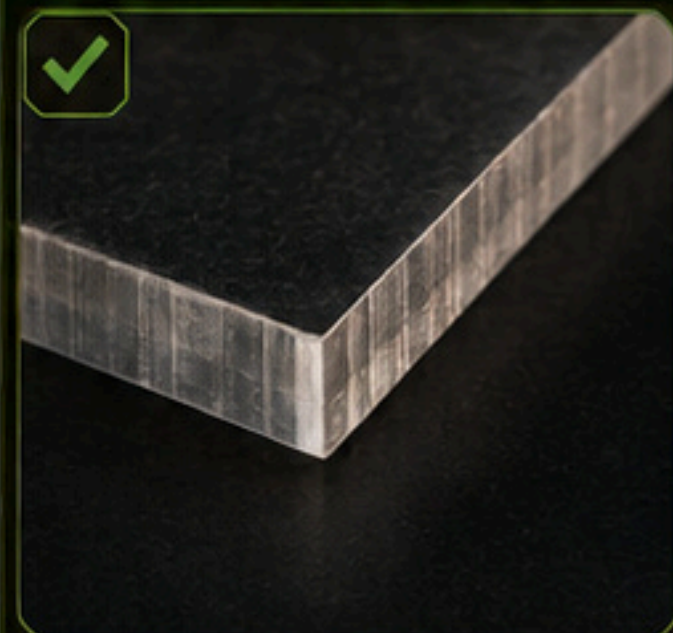


ŹŁE — STOPIONA KRAWĘDŹ



- ✗ krawędź błyszcząca i zaokrąglona
- ✗ widoczne zgrubienia i fale
- ✗ cieńsze detale tracą kształt
- ✗ otwory są mniejsze i nierówne
- ✗ możliwa lepka lub miękka krawędź

DOBRE — CZYSTA LINIA



- ✓ linia ostra i równa
- ✓ bez zgrubień i deformacji
- ✓ detale zachowują kształt
- ✓ otwory mają prawidłowy wymiar
- ✓ krawędź sucha i gładka



KONTROLUJ CIEPŁO

Zbyt dużo energii cieplnej powoduje topienie i deformacje. Znajdź równowagę między mocą, prędkością i focusiem.



BEZPIECZEŃSTWO

Stopione tworzywa mogą wydzielać szkodliwe opary. Zapewnij dobrą wentylację i stosuj Air Assist.



AIR ASSIST MA KLUCZOWE ZNACZENIE

Prawidłowy przepływ powietrza usuwa ciepło i opary z linii cięcia, co zapobiega topieniu i poprawia jakość krawędzi.



POWIERZCHNIA ZROBIŁA SIĘ LEPKA

Gdy po grawerowaniu lub cięciu na materiale zostaje klejący nalot, miękka warstwa albo tłusty osad.



PROBLEM

Po pracy laserem powierzchnia materiału nie jest sucha i czysta. Pojawia się lepki osad, miękka warstwa, ślady kleju, żywicy, lakieru albo tłusty nalot, który brudzi palce i obniża jakość gotowego produktu.



JAK TO ROZPOZNAĆ

- powierzchnia klei się po dotknięciu;
- wokół graweru zostaje błyszcząca lub tłusta warstwa;
- na jasnym materiale pojawiają się żółtawe albo brązowe smugi;
- po przetarciu ściereczką zbiera lepki osad;
- grawer wygląda brudno mimo poprawnej głębokości;
- folia ochronna zostawia ślady albo przypala klej;
- zapach materiału jest mocniejszy niż zwykle.



MOŻLIWE PRZYCZYNY

- materiał zawiera żywicę, klej, lakier, olej lub powłokę ochronną;
- folia ochronna nie nadaje się do pracy laserem;
- moc jest zbyt wysoka i przegrzewa powierzchnię;
- prędkość jest zbyt niska;
- dym i opary nie są skutecznie odprowadzane;
- Air Assist nie usuwa zanieczyszczeń z miejsca pracy;
- materiał był zabrudzony, tłusty albo wilgotny przed obróbką;
- wykonano zbyt głęboki grawer na materiale z powłoką.



CO SPRAWDZIĆ / POPRAWIĆ

1. Sprawdź skład materiału i rodzaj powłoki.
2. Przetestuj mały fragment z folią i bez folii ochronnej, jeśli jest to bezpieczne.
3. Zmniejsz moc lub zwiększ prędkość, aby ograniczyć przegrzewanie.
4. Popraw odciąg dymu i przepływ powietrza.
5. Włącz Air Assist albo ustaw go tak, aby usuwał opary z obszaru pracy.
6. Oczyszczyć materiał przed grawerowaniem.
7. Po pracy testuj czyszczenie na małym fragmencie, zanim użyjesz środka na całej części.
8. Jeśli lepkość wraca mimo zmian, rozważ inny materiał lub inną partię.



LEPKI OSAD CZĘSTO POCHODZI Z POWŁOKI

Laser może nie tylko wypalać materiał, ale także podgrzewać klej, żywicę, lakier albo olej. To właśnie te substancje często tworzą trudny do usunięcia nalot.



UWAŻAJ Z CZYSZCZENIEM

Nie każdy środek czyszczący jest bezpieczny dla materiału. Najpierw wykonaj próbę w mało widocznym miejscu, aby nie rozmazać osadu ani nie uszkodzić powierzchni.



SZYBKA DIAGNOZA



LEPKOŚĆ WOKÓŁ GRAWERU: Podejrzewaj dym, powłokę, moc i wentylację.



LEPKOŚĆ POD FOLIĄ: Podejrzewaj klej folii albo zbyt wysoką temperaturę.

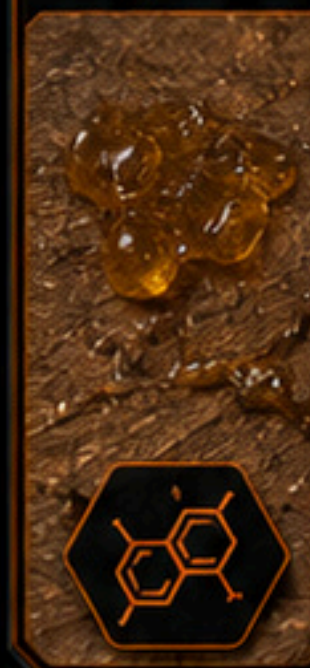


LEPKOŚĆ NA CAŁEJ POWIERZCHNI: Sprawdź materiał, wilgoć, zabrudzenie lub lakier.

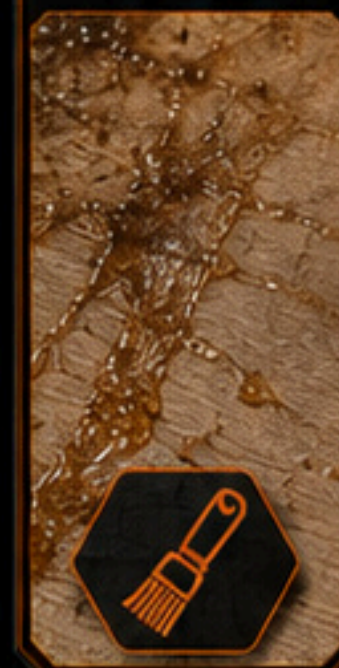
klej



żywica



lakier



dym



FOLIA OCHRONNA ZOSTAWIŁA ŚLADY

Gdy maskowanie miało chronić materiał, ale po pracy zostały plamy, klej albo przypalone krawędzie.



PROBLEM

Po zdjęciu folii ochronnej, taśmy lub maskowania na materiale zostają ślady kleju, przebarwienia, przypalone fragmenty, poszarpane brzegi albo różnice koloru między częścią zakrytą i odkrytą.



JAK TO ROZPOZNAĆ

- folia odchodzi z trudnością po pracy;
- klej zostaje na powierzchni;
- wokół linii cięcia pojawia się żółty lub brązowy ślad;
- na grawerze zostają resztki maskowania;
- powierzchnia pod folią wygląda inaczej niż reszta materiału;
- przy drobnych detalach folia rwie się i zostaje w szczelinach;
- krawędzie są brudne lub lekko przypalone przez warstwę kleju.



MOŻLIWE PRZYCZYNY

- folia lub taśma nie jest przeznaczona do lasera;
- klej reaguje na temperaturę i zostawia osad;
- moc jest zbyt wysoka dla warstwy ochronnej;
- prędkość jest zbyt niska;
- laser przecina lub graweruje przez zbyt grubą warstwę maskowania;
- folia była stara, przegrzana, źle przechowywana albo mocno przyklejona;
- materiał był zabrudzony przed naklejeniem maskowania;
- odciąg dymu jest zbyt słaby i osad osiada na folii oraz materiale.



CO SPRAWDZIĆ / POPRAWIĆ

1. Sprawdź, czy dana folia lub taśma nadaje się do pracy z laserem.
2. Wykonaj test na małym fragmencie przed właściwą produkcją.
3. Porównaj efekt: bez folii, z folią fabryczną i z taśmą maskującą.
4. Zmniejsz moc lub zwiększ prędkość, jeśli klej się przypala.
5. Nie używaj grubej lub nieznannej taśmy na małych detalach.
6. Zdejmuj folię ostrożnie, szczególnie przy cienkich elementach i literach.
7. Jeśli zostaje klej, testuj delikatne czyszczenie na małym obszarze.
8. Przy powtarzalnej produkcji zapisz konkretny rodzaj maskowania, który działa najlepiej.



MASKOWANIE NIE ZAWSZE POPRAWIA EFEKT

Folia może chronić przed osadem, ale jeśli jej klej źle reaguje na temperaturę, problem może być większy niż bez niej.



NIE UŻYWAJ PRZYPADKOWEJ TAŚMY

Nie każda taśma papierowa, folia lub klej są bezpieczne przy laserze. Materiał ochronny również musi być dobrany świadomie.



ŚLADY KLEJU: Sprawdź rodzaj folii, temperaturę pracy i sposób czyszczenia.

PRZYPALONE KRAWĘDZIE FOLII: Zmniejsz moc, zwiększ prędkość albo zmień maskowanie.

FOLIA RWIE SIĘ W DETALACH: Użyj cieńszej warstwy albo usuń maskowanie przed grawerem drobnych elementów.



dobrze dobrana folia



klej po laserze



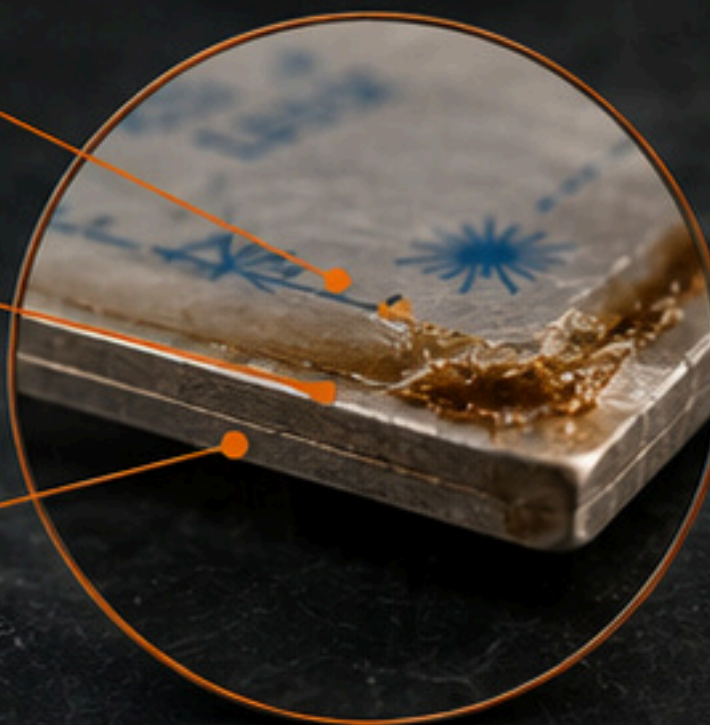
przypalone maskowanie



pozostałości kleju

brudny ślad po cięciu

różnica koloru pod folią



MATERIAŁ REAGUJE INACZEJ NIŻ POPRZEDNIA PARTIA

Gdy ustawienia, które działały wcześniej, nagle dają inny efekt.



PROBLEM

Używasz tych samych ustawień, tego samego projektu i pozornie tego samego materiału, ale efekt jest inny niż wcześniej. Cięcie może nie przechodzić, krawędzie mogą być bardziej spalone, grawer może być jaśniejszy, ciemniejszy lub mniej równy.



JAK TO ROZPOZNAĆ

- wcześniejsze ustawienia przestały działać;
- nowa sklejka tnie się trudniej niż poprzednia;
- drewno ma inny kolor, zapach albo usłojenie;
- grawer na nowej partii jest jaśniejszy lub ciemniejszy;
- materiał bardziej dymi, topi się lub brudzi;
- grubość nominalna jest taka sama, ale realnie arkusz jest inny;
- jedna dostawa daje czysty efekt, a kolejna wymaga korekt.



MOŻLIWE PRZYCZYNY

- inna gęstość materiału;
- inna wilgotność;
- różna ilość kleju w sklejce lub laminacie;
- różnica w rzeczywistej grubości arkusza;
- inny producent lub dostawca mimo podobnej nazwy;
- zmieniona powłoka, lakier, folia lub warstwa ochronna;
- materiał był inaczej przechowywany;
- poprzednie ustawienia były zapisane dla innego wariantu materiału.



CO SPRAWDZIĆ / POPRAWIĆ

1. Zmierz rzeczywistą grubość materiału.
2. Porównaj kolor, ciężar, zapach, sztywność i powierzchnię z poprzednią partią.
3. Wykonaj test cięcia i graweru przed produkcją seryjną.
4. Nie zakładaj, że ta sama nazwa handlowa oznacza identyczną reakcję na laser.
5. Zapisuj dostawcę, grubość, typ materiału i datę zakupu przy udanych ustawieniach.
6. Jeśli nowa partia tnie się trudniej, najpierw testuj prędkość i liczbę przejść.
7. Jeśli nowa partia bardziej się przypala, testuj mniejszą moc, większą prędkość i lepszy Air Assist.
8. Dla ważnych produktów przygotuj osobny profil ustawień dla każdej partii.



TEN SAM MATERIAŁ NIE ZAWSZE ZNACZY TO SAMO

Sklejka, drewno, skóra, karton, laminaty i materiały powlekane mogą różnić się między dostawami. Laser pokazuje te różnice bardzo szybko.



NIE PRODUKUJ SERII BEZ TESTU NOWEJ PARTII

Nawet jeśli poprzednio wszystko działało idealnie, nowy arkusz może wymagać korekty. Jeden mały test może uratować całą partię materiału.



DIAGNOZA – SPRAWDŹ RÓŻNICE

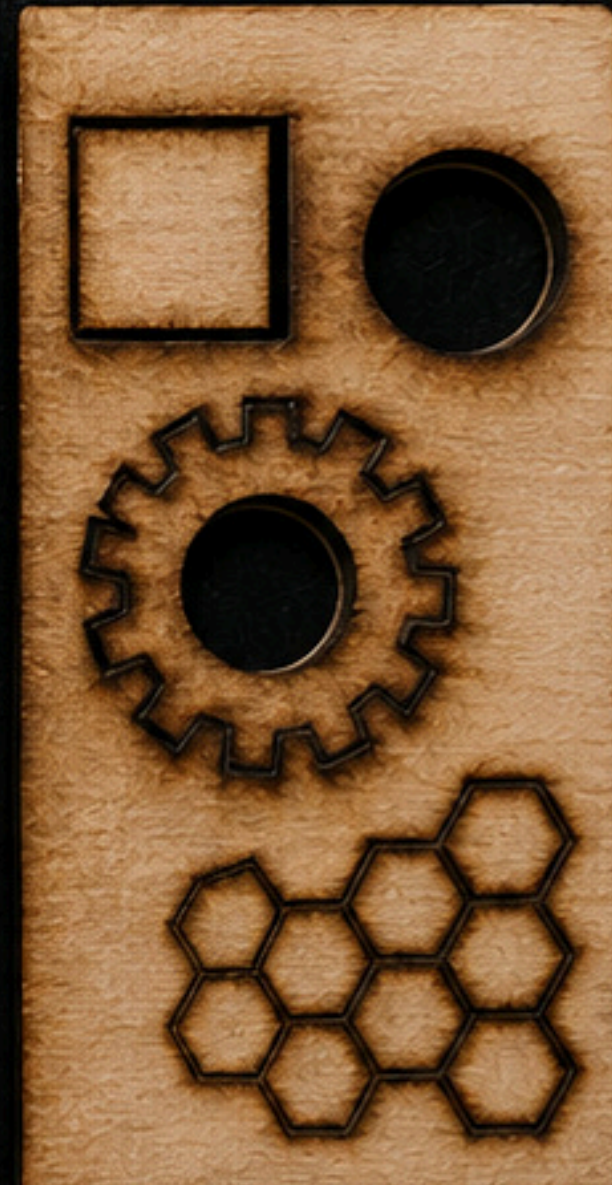
- ✗ **NIE DOCINA:** Sprawdź grubość, gęstość, wilgotność i liczbę przejść.
- 🔥 **BARDZIEJ SIĘ PALI:** Sprawdź klej, żywicę, powłokę, moc i Air Assist.
- ☀️ **GRAWER MA INNY KOLOR:** Sprawdź powierzchnię, usłojenie, powłokę i kontrast testowy.

partia A



- ✓ cięcie przechodzi czysto
- ✓ krawędzie jasne i równe
- ✓ grawer ciemny i równy
- ✓ mało dymu i zapachu

partia B



- ✗ cięcie nie przechodzi w pełni
- ✗ krawędzie spalone i poszarpane
- ✗ grawer jaśniejszy i nierówny
- ✗ więcej dymu i zapachu

KONTROLA PARTII – SZYBKA LISTA



DOSTAWCA / PARTIA

Sprawdź dostawcę, nazwę materiału, kod, numer partii i datę zakupu. Zapisuj przy udanych ustawieniach.



GRUBOŚĆ RZECZYWISTA

Zmierz w kilku punktach arkusza. Nawet różnica 0,1–0,2 mm może wpłynąć na efekt cięcia i graweru.



BADANIE WIZUALNE I TEST

Sprawdź kolor, usłojenie, powierzchnię, zapach, sztywność i wilgotność. Wykonaj test cięcia i graweru.



PAMIĘTAJ



ZAPISUJ WSZYSTKO

Dostawca, typ, grubość, moc, prędkość, przejścia, Air Assist, data, pokutat. To Twoja baza sprawdzonych ustawień.



KAŻDA PARTIA = NOWY TEST

Nawet ten sam materiał może reagować inaczej. Mały test teraz to mniej problemów później i lepsza jakość końcowa.



KONTROLA = JAKOŚĆ I OSZCZĘDNOŚĆ

Kontrola partii oszczędza materiał, czas, nerwy i pieniądze. To nawyk, który zwraca się przy każdej produkcji.

MODUŁ 04

KONFIGURACJA MASZYNY

Gdy problem nie leży tylko w materiale, ale w ustawieniu, czystości, stabilności albo przygotowaniu maszyny.

Dobre ustawienia mocy i prędkości nie wystarczą, jeśli maszyna nie pracuje stabilnie. Zły fokus, zabrudzona soczewka, nierówny stół, słaby Air Assist, niedrożny odciąg, luźne paski lub źle przygotowany plik mogą zepsuć nawet prosty projekt. Ten moduł pomaga sprawdzić elementy techniczne, które często są pomijane.



FOKUS



SOCZEWKA



STÓŁ



AIR ASSIST



ODCIĄG



MECHANIKA



OSIE



PLIK



soczewka



przewodnice



dysza



stół



przepływ powietrza

materiał



FOKUS JEST ŹŁE USTAWIONY

Gdy laser pracuje, ale wiązka nie trafia w materiał z maksymalną precyzją.



PROBLEM

Laser działa, ale efekt jest słabszy niż powinien. Cięcie może nie przechodzić, grawer może być rozmyty, krawędzie mogą być szersze, a detale mniej dokładne. Przyczyną może być nieprawidłowa wysokość fokusu.



JAK TO ROZPOZNAĆ

- cięcie jest płytkie mimo pozornie dobrych ustawień;
- grawer ma miękkie, nieostre kontury;
- szczelina cięcia jest zbyt szeroka;
- małe detale tracą precyzję;
- wynik różni się między środkiem i brzegiem stołu;
- zwiększanie mocy poprawia efekt tylko częściowo;
- powierzchnia materiału ma różną wysokość.



MOŻLIWE PRZYCZYNY

- głowica jest ustawiona za wysoko lub za nisko;
- materiał ma inną grubość niż zakładano;
- stół nie jest wypoziomowany;
- materiał jest wygięty albo nie leży płasko;
- po zmianie soczewki nie ustawiono ponownie fokusu;
- użyto niewłaściwego dystansu lub automatyczne ustawienie fokusu jest niedokładne;
- fokus ustawiono na folii ochronnej zamiast na realnej powierzchni materiału.



CO SPRAWDZIĆ / POPRAWIĆ

1. Ustaw fokus zgodnie z metodą zalecaną dla Twojej maszyny.
2. Sprawdź rzeczywistą grubość materiału, nie tylko opis producenta.
3. Upewnij się, że materiał leży płasko.
4. Jeśli arkusz jest wygięty, unieruchom go lub wybierz równiejszy fragment.
5. Przy dużej powierzchni sprawdź fokus w kilku punktach stołu.
6. Po każdej zmianie soczewki, głowicy lub materiału ustaw fokus ponownie.
7. Wykonaj test linii na różnych wysokościach, jeśli nie masz pewności.
8. Nie kompensuj złego fokusu samą mocą.



FOKUS TO PUNKT NAJWIĘKSZEJ SKUTECZNOŚCI WIĄZKI

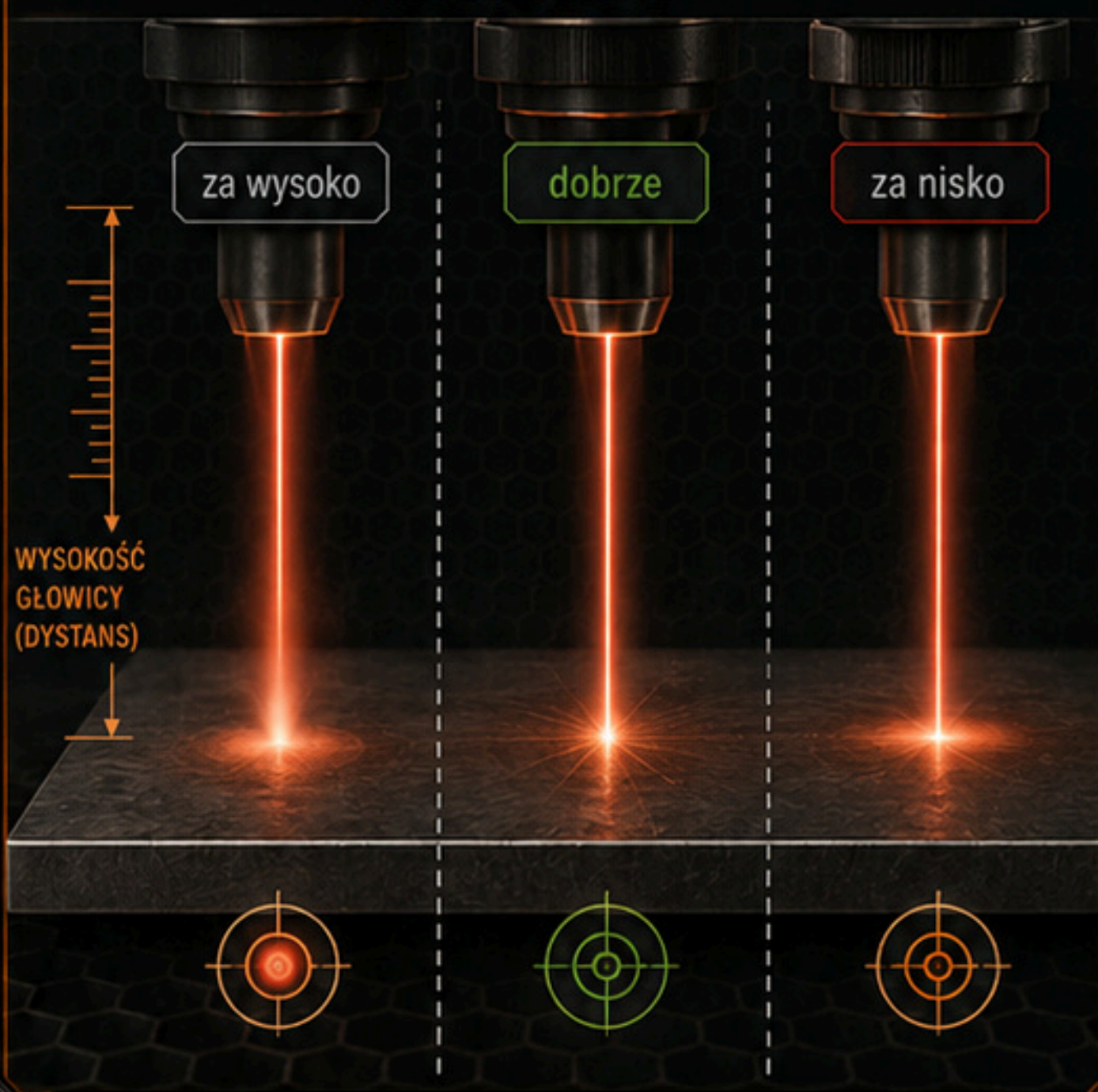
Gdy wiązka skupia się we właściwym miejscu, laser tnie i graweruje precyzyjniej. Gdy fokus jest przesunięty, energia rozkłada się szerzej i efekt traci jakość.



ŹŁY FOKUS POTRAFI UDAWAĆ INNE PROBLEMY

Może wyglądać jak za mała moc, zbyt szybka prędkość, słaba soczewka albo zły materiał. Dlatego fokus warto sprawdzić na początku diagnozy.

POZYCJA FOKUSU



PORÓWNANIE GRAWERU

FOKUS ZA WYSOKO



GRAWER ROZMYTY,
MIĘKKIE KONTURY,
MNIEJ DETALI

FOKUS DOBRZE USTAWIONY



GRAWER OSTRY I CZYSTY,
WYRAŹNE DETALE,
WYSOKA PRECYZJA

CO ZROBIĆ W PRAKTYCE?



GRAWER ROZMYTY:

Sprawdź fokus
i soczewkę.



CIĘCIE NIE PRZECHODZI:

Sprawdź fokus przed
zwiększaniem mocy.



EFEKT RÓŻNY NA STOLE:

Sprawdź poziom stołu
i płaskość materiału.

SOCZEWKA JEST ZABRUDZONA

Gdy laser wydaje się słabszy, grawer traci jakość, a cięcie nagle przestaje działać jak wcześniej.



PROBLEM

Maszyna ma te same ustawienia co wcześniej, ale efekt jest gorszy. Laser tnie słabiej, grawer jest mniej ostry, pojawiają się plamy, przypalenia albo nierówna intensywność. Przyczyną może być zabrudzona soczewka lub element optyczny.



JAK TO ROZPOZNAĆ

- cięcie wymaga większej mocy niż wcześniej;
- grawer jest mniej wyraźny mimo tych samych ustawień;
- pojawiają się nieregularne plamy lub słabsze fragmenty;
- krawędź cięcia jest brudniejsza;
- wiązka wydaje się mniej precyzyjna;
- po pracy z dużą ilością dymu efekt szybko się pogarsza;
- problem pojawił się stopniowo, po wielu projektach.



MOŻLIWE PRZYCZYNY

- dym i osad osiadły na soczewce;
- Air Assist lub odciąg działał zbyt słabo;
- podczas poprzednich prac powstało dużo sadzy;
- soczewka nie była regularnie czyszczona;
- użyto niewłaściwej metody czyszczenia i powstały smugi;
- soczewka jest porysowana, przegrzana lub uszkodzona;
- zanieczyszczenia na optyce rozpraszają wiązkę.



CO SPRAWDZIĆ / POPRAWIĆ

1. Wyłącz maszynę i sprawdź soczewkę zgodnie z instrukcją producenta.
2. Oczyszcz soczewkę właściwym środkiem i delikatnym materiałem przeznaczonym do optyki.
3. Nie pocieraj soczewki na sucho, jeśli jest na niej pył lub sadza.
4. Sprawdź również lustra lub inne elementy optyczne, jeśli Twoja maszyna je posiada.
5. Popraw wentylację i Air Assist, aby ograniczyć osadzanie dymu.
6. Po czyszczeniu wykonaj prosty test cięcia i graweru.
7. Jeśli efekt nadal jest słaby, sprawdź, czy soczewka nie jest uszkodzona.
8. Ustal regularny harmonogram kontroli optyki.



BRUDNA SOCZEWKA ZMNIJSZA REALNĄ MOC

Na ekranie nadal widzisz tę samą wartość mocy, ale część energii zostaje rozproszona lub zatrzymana przez zabrudzenie. Materiał dostaje słabszą i mniej precyzyjną wiązkę.



SOCZEWKA TO ELEMENT DELIKATNY

Nie czyść jej przypadkową szmatką, papierem ani agresywnym środkiem. Zarysowana optyka może trwale pogorszyć jakość pracy.



SZYBKA DIAGNOZA



EFEKT POGARSZAŁ SIĘ STOPNIOWO:
Podejrzewaj zabrudzoną optykę.



EFEKT POGORSZYŁ SIĘ PO DYMNYM MATERIALE:
Sprawdź soczewkę, Air Assist i odciąg.



PO CZYSZCZENIU SĄ SMUGI:
Sprawdź metodę czyszczenia i stan powierzchni optycznej.

SOCZEWKA W GŁOWICY LASERA



WPŁYW ZABRUDZONEJ SOCZEWKI NA WIĄZKĘ



CZYSTA SOCZEWKA



Wiązka skupiona, mocna i precyzyjna.
Efekt cięcia i grawerowania jest najlepszy.



ZABRUDZONA SOCZEWKA



Wiązka rozproszona, słabsza i mniej stabilna.
Efekt cięcia i grawerowania jest gorszy.

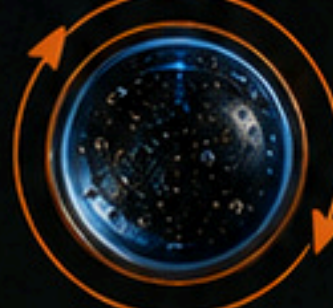
JAK DBAĆ O SOCZEWKĘ

UŻYWAJ ŚCIERECZKI DO OPTYKI



Czysta, miękka i bezpyłowa.
Przeznaczona do optyki.

CZYŚĆ DELIKATNIE RUCHAMI OKRĘŻNYMI



Jednym kierunkiem, bez nacisku.
Nie pocieraj na sucho.

NIE DOTYKAĆ PALCAMI



Tłuszcz i wilgoć zostawiają ślady i pogarszają jakość.



POPRAW WENTYLACJĘ I AIR ASSIST

Silny Air Assist i sprawny odciąg znacznie ograniczają osadzanie dymu i sadzy na optyce.



REGULARNA KONTROLA TO LEPSZE WYNIKI

Krótką kontrolą optyki przed ważną pracą zapobiega utracie czasu i materiału.



CZYSTA OPTYKA TO STABILNA PRACA

Dbanie o soczewkę to więcej mocy, lepsza jakość i dłuższa żywotność maszyny.

STÓŁ NIE JEST WYPOZIOMOWANY

Gdy jedna część materiału tnie się dobrze,
a druga wymaga więcej mocy albo traci ostrość.



PROBLEM

Efekt pracy różni się w zależności od miejsca na stole. W jednym rogu cięcie przechodzi idealnie, a w innym jest niedocięte. Grawer może być ostry w środku, ale rozmyty przy krawędzi. Często problemem jest wysokość stołu lub nierówne ułożenie materiału.



JAK TO ROZPOZNAĆ

- ten sam projekt wychodzi inaczej po lewej i prawej stronie;
- cięcie nie przechodzi tylko w jednym obszarze stołu;
- grawer jest ostrzejszy w jednym miejscu niż w drugim;
- duże arkusze dają nierówny rezultat;
- materiał wygląda płasko, ale realnie ma łuk lub naprężenie;
- powtarzalny błąd występuje zawsze w tej samej strefie roboczej.



MOŻLIWE PRZYCZYNY

- stół roboczy nie jest wypoziomowany;
- plaster miodu lub ruszt jest wygięty;
- materiał nie leży płasko;
- arkusz ma naturalne wygięcie;
- pod materiałem znajdują się resztki, pył lub małe odcięte fragmenty;
- fokus został ustawiony tylko w jednym punkcie;
- grubość materiału zmienia się na powierzchni;
- maszyna stoi na niestabilnym lub nierównym podłożu.



CO SPRAWDZIĆ / POPRAWIĆ

1. Sprawdź wysokość stołu w kilku punktach roboczych.
2. Upewnij się, że na stole nie ma resztek po poprzednim cięciu.
3. Sprawdź, czy plaster miodu lub ruszt nie jest wygięty.
4. Połóż materiał płasko i unieruchom go, jeśli się unosi.
5. Ustaw fokus nie tylko w rogu, ale także w miejscu najważniejszej części projektu.
6. Przy dużych arkuszach wykonaj test w kilku punktach.
7. Jeśli problem powtarza się zawsze w tym samym miejscu, sprawdź poziom stołu i mechanikę osi.
8. Upewnij się, że sama maszyna stoi stabilnie.



RÓŻNICA WYSOKOŚCI ZMIENIA FOKUS

Nawet jeśli ustawienia mocy i prędkości są identyczne, inna odległość między soczewką a materiałem zmienia skuteczność wiązki.



NIE OCENIAJ DUŻEGO PROJEKTU PO JEDNYM TESTOWYM KWADRACIE

Jeśli praca zajmuje dużą powierzchnię, jeden test w rogu nie pokaże, co stanie się w środku lub po drugiej stronie stołu.



SZYBKA DIAGNOZA

- BŁĄD TYLKO W JEDNYM ROGU:** Sprawdź poziom stołu.
- BŁĄD NA ŚRODKU ARKUSZA:** Sprawdź wygięcie materiału.
- BŁĄD PO ZMIANIE STOŁU LUB RUSZTU:** Sprawdź wysokość roboczą i fokus od nowa.

DOBRCZE – PUNKT 1



FOKUS POPRAWNY
CIĘCIE PRZECHODZI

ŹŁE – PUNKT 2



FOKUS NIEPOPRAWNY
CIĘCIE NIEDOCIĘTE

MAPA TESTÓW – SPRAWDŹ STÓŁ W 4 PUNKTACH



- ① – lewy przód
- ② – prawy przód
- ③ – lewy tył
- ④ – prawy tył

+ – środek

POZIOM STOŁU



POMIAR WYSOKOŚCI



ZMIERZ WYSOKOŚĆ
W KILKU PUNKTACH

JAK DZIAŁA RÓŻNICA WYSOKOŚCI



PUNKT 1
(POZIOM PRAWIDŁOWY)



PUNKT 2
(ZA WYSOKO)

Większa odległość =
wiązka rozchodzi się,
traci energię i ostrość.

AIR ASSIST DZIAŁA ZBYT SŁABO

Gdy dym zostaje przy linii pracy, krawędzie się przypalają, a cięcie traci czystość.



PROBLEM

Air Assist nie usuwa skutecznie dymu, pyłu i ciepła z miejsca pracy lasera. Cięcie może być bardziej przypalone, grawer brudniejszy, a soczewka szybciej się zabrudza.



JAK TO ROZPOZNAĆ

- dym zostaje przy głowicy zamiast odchodzić od linii cięcia;
- krawędzie są ciemniejsze niż zwykle;
- na materiale pojawia się więcej sadzy;
- cięcie nie jest tak czyste jak wcześniej;
- grawer ma plamy lub osad;
- soczewka brudzi się szybciej;
- przy głębszym cięciu materiał bardziej się nagrzewa;
- różnica jakości jest widoczna po włączeniu i wyłączeniu nadmuchu.



MOŻLIWE PRZYCZYNY

- Air Assist jest wyłączony;
- przepływ powietrza jest ustawiony zbyt nisko;
- wężyk jest zagięty, zatkany lub nieszczelny;
- dysza jest zabrudzona;
- pompa lub kompresor nie daje wystarczającego ciśnienia;
- przepływ nie trafia dokładnie w miejsce pracy lasera;
- ustawienia są dobre dla graweru, ale za słabe dla cięcia;
- dym z materiału jest zbyt intensywny dla aktualnego przepływu.



CO SPRAWDZIĆ / POPRAWIĆ

1. Upewnij się, że Air Assist jest włączony.
2. Sprawdź przepływ powietrza na dyszy.
3. Sprawdź wężyk, połączenia, filtr i ewentualne zagięcia.
4. Oczyszczyć dyszę, jeśli mogła zebrać pył lub osad.
5. Zwiększ intensywność Air Assist przy cięciu grubszego materiału.
6. Przy delikatnym grawerze sprawdź, czy nadmuch nie przesunął lekkich elementów.
7. Porównaj próbkę z niskim i wyższym przepływem powietrza.
8. Jeśli dym nadal zostaje przy materiale, sprawdź również odciąg i wentylację.



AIR ASSIST NIE SŁUŻY TYLKO DO DMUCHANIA

Dobrze ustawiony nadmuch pomaga usuwać dym, ogranicza przypalenia, poprawia czystość cięcia i chroni optykę przed osadem.



ZA SŁABY NADMUCH MOŻE UKRYWAĆ SIĘ ZA INNYMI OBJAWAMI

Może wyglądać jak zbyt duża moc, zła prędkość, słaby materiał albo brudna soczewka. Dlatego przepływ powietrza warto sprawdzić wcześniej.



KRAWĘDZIE ZA CIEMNE:

Sprawdź Air Assist, moc i prędkość.



DUŻO SADZY:

Sprawdź Air Assist, odciąg i czystość stołu.



SOCZEWKA SZYBKO SIĘ BRUDZI:

Sprawdź dym, przepływ powietrza i wentylację.

ZA SŁABY AIR ASSIST



IDEALNY AIR ASSIST



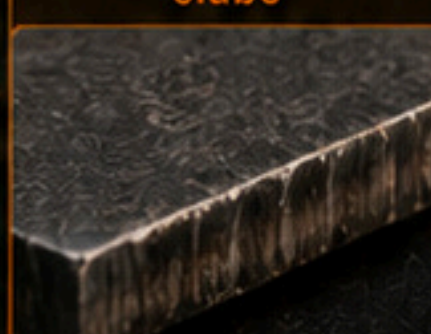
PORÓWNANIE JAKOŚCI KRAWĘDZI

bez



dużo sadzy, przypalenia, nieregularna krawędź

słabo



widoczne sadze, ciemna krawędź

dobrze



czyste cięcie, gładka krawędź

ELEMENTY AIR ASSIST



POMPA / KOMPRESOR

- ✓ stabilne ciśnienie i odpowiednia wydajność
- ✓ sprawdź filtr i osuszacz
- ✓ regularnie serwisuj



DYSZA

- ✓ czysta i drożna
- ✓ skierowana dokładnie na linię cięcia
- ✓ dobra odległość od materiału



USUWANIE DYMU

- ✓ air assist usuwa dym z linii cięcia
- ✓ współpracuje z odciągami i wentylacją
- ✓ zapewnia czyste i bezpieczne środowisko

ZASADA DZIAŁANIA AIR ASSIST



WENTYLACJA NIE NADAŻA

Gdy dym i zapach zostają w obszarze pracy zamiast szybko opuszczać maszynę.



PROBLEM

Podczas pracy dym nie jest odprowadzany wystarczająco szybko. Zostaje w komorze, wraca na materiał, osiada na powierzchni, brudzi soczewkę, pogarsza widoczność i zwiększa ryzyko przypałów oraz płam.



JAK TO ROZPOZNAĆ

- w komorze laserowej zbiera się dym;
- zapach utrzymuje się długo po zakończeniu pracy;
- materiał ma więcej osadu i smug;
- grawer wygląda brudniej niż zwykle;
- soczewka szybciej się zabrudza;
- dym wydostaje się w stronę pomieszczenia;
- przy dłuższej pracy efekt stopniowo się pogarsza;
- problem nasila się przy materiałach dymiących, żywicznych lub klejonych.



MOŻLIWE PRZYCZYNY

- wentylator ma zbyt małą wydajność;
- filtr jest zapchany;
- przewód odciągu jest zagięty, za długi lub częściowo zatkany;
- wylot powietrza jest ograniczony;
- komora nie ma dobrego przepływu powietrza;
- materiał generuje więcej dymu niż system jest w stanie usunąć;
- stół roboczy i wnętrze maszyny są zabrudzone;
- Air Assist działa, ale odciąg nie odbiera dymu z komory.



CO SPRAWDZIĆ / POPRAWIĆ

1. Sprawdź, czy wentylator i odciąg są włączone przed rozpoczęciem pracy.
2. Sprawdź filtr, przewód i wylot powietrza.
3. Upewnij się, że przewód nie jest zagięty ani przygnieciony.
4. Skróć lub uporządkuj drogę odciągu, jeśli jest zbyt długa i traci wydajność.
5. Wyczyść wnętrze maszyny, stół, plaster miodu i okolice pracy.
6. Przy materiałach mocno dymiących zmniejsz intensywność obróbki albo rób przerwy.
7. Porównaj efekt przy otwartej i zamkniętej drodze odciągu zgodnie z zasadami bezpieczeństwa producenta.
8. Jeśli dym wraca do pomieszczenia, przerwij pracę i sprawdź szczelność oraz kierunek przepływu.



ODCIĄG WPŁYWA NA JAKOŚĆ, NIE TYLKO NA ZAPACH

Dym może pochłaniać część energii lasera, osiadać na materiale i brudzić optykę. Im dłużej zostaje w komorze, tym większe ryzyko płam, przypałów i niestabilnego efektu.

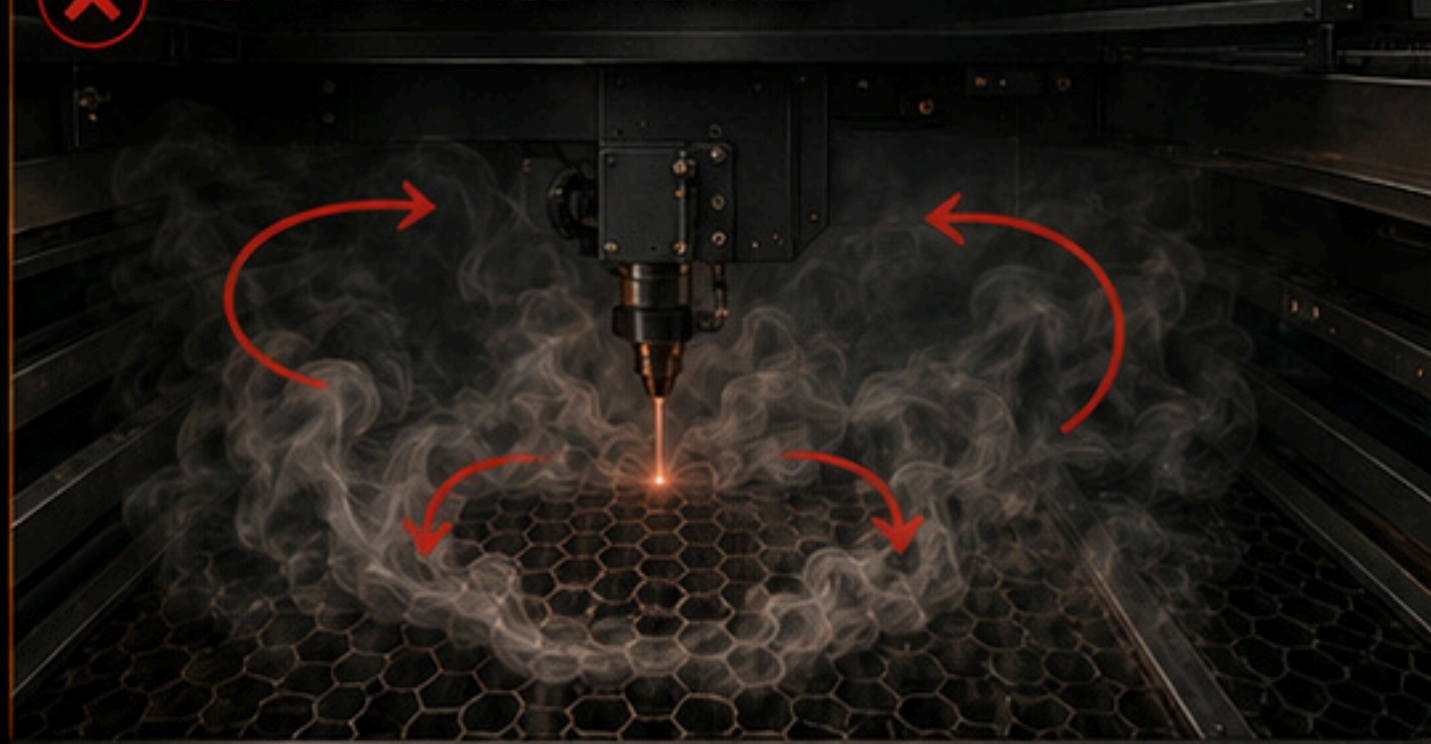


NIE IGNORUJ NIETYPOWEGO ZAPACHU

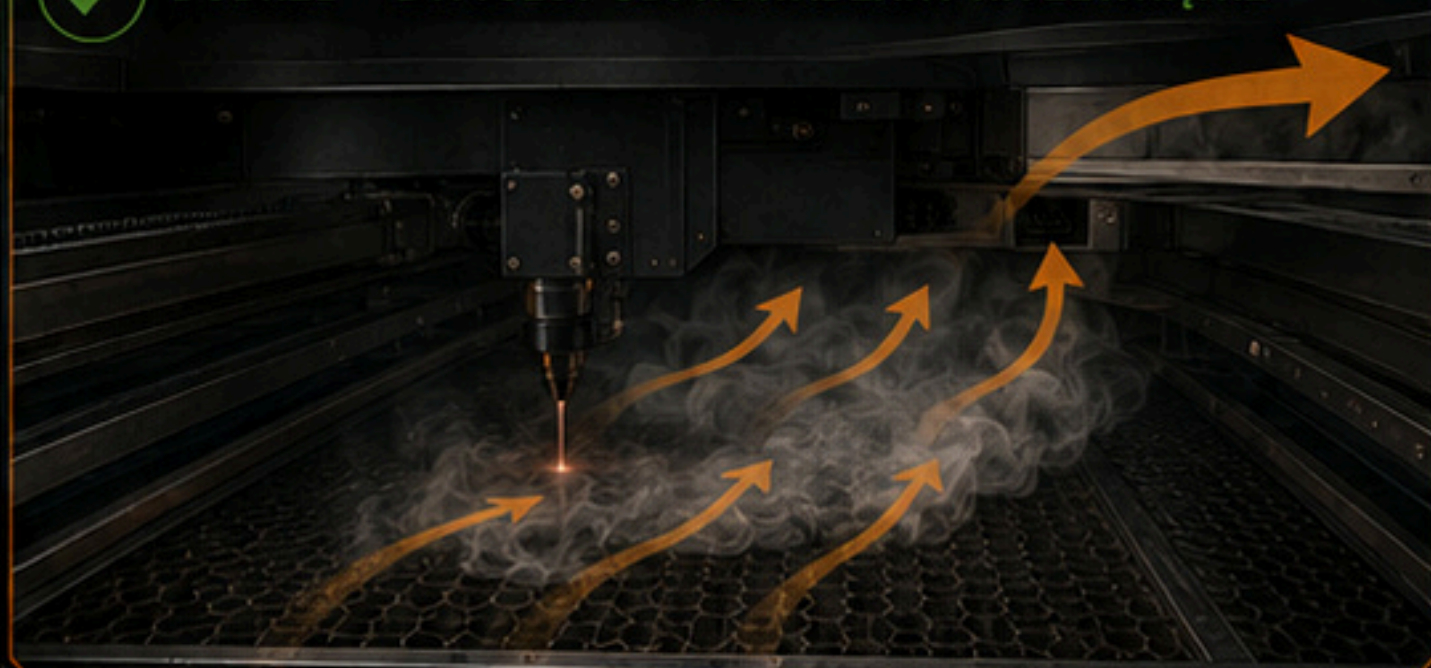
Jeśli zapach jest ostry, drażniący albo inny niż zwykle, zatrzymaj pracę i sprawdź materiał oraz wentylację. Bezpieczeństwo jest ważniejsze niż ukończenie projektu.



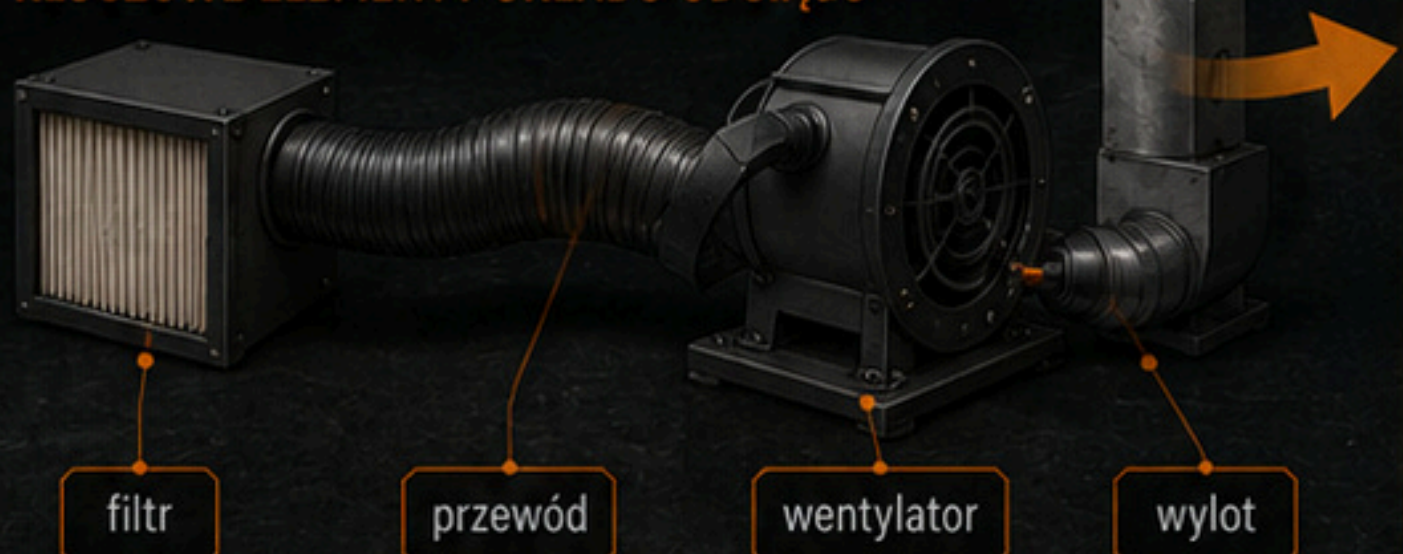
ŹLE – DYM ZOSTAJE W KOMORZE



DOBRE – DYM JEST ODPROWADZANY NA ZEWNĄTRZ



KLUCZOWE ELEMENTY UKŁADU ODCIĄGU



SZYBKA DIAGNOZA



DYM ZOSTAJE W KOMORZE:

Sprawdź wentylator, filtr, przewód i wylot.



OSAD POJAWIA SIĘ NA CAŁEJ POWIERZCHNI:

Sprawdź przepływ powietrza i czystość wnętrza maszyny.



ZAPACH WRACA DO POMIESZCZENIA:

Sprawdź szczelność, kierunek przepływu i bezpieczeństwo odprowadzenia powietrza.

PAS LUB PROWADNICA POWODUJE DRGANIA

Gdy linie nie są idealnie gładkie,
a detale wyglądają jak poruszone, falujące albo lekko poszarpane.



PROBLEM

Maszyna pracuje, ale ruch głowicy nie jest idealnie płynny. Na materiale pojawiają się delikatne fale, ząbkowanie, drgania, przesunięcia lub nierówne krawędzie. Problem może być szczególnie widoczny przy cienkich liniach, małych napisach, okręgach i detalach dekoracyjnych.



JAK TO ROZPOZNAĆ

- prosta linia wygląda jak lekko falowana;
- okręgi nie są idealnie gładkie;
- grawer ma mikrowibracje przy krawędziach;
- cienkie litery mają nierówne kontury;
- przy szybszej pracy problem staje się bardziej widoczny;
- kontur wygląda jak delikatnie ząbkowany;
- powtarzalny wzór błędu pojawia się w tym samym kierunku ruchu;
- po zmianie prędkości charakter błędu również się zmienia.



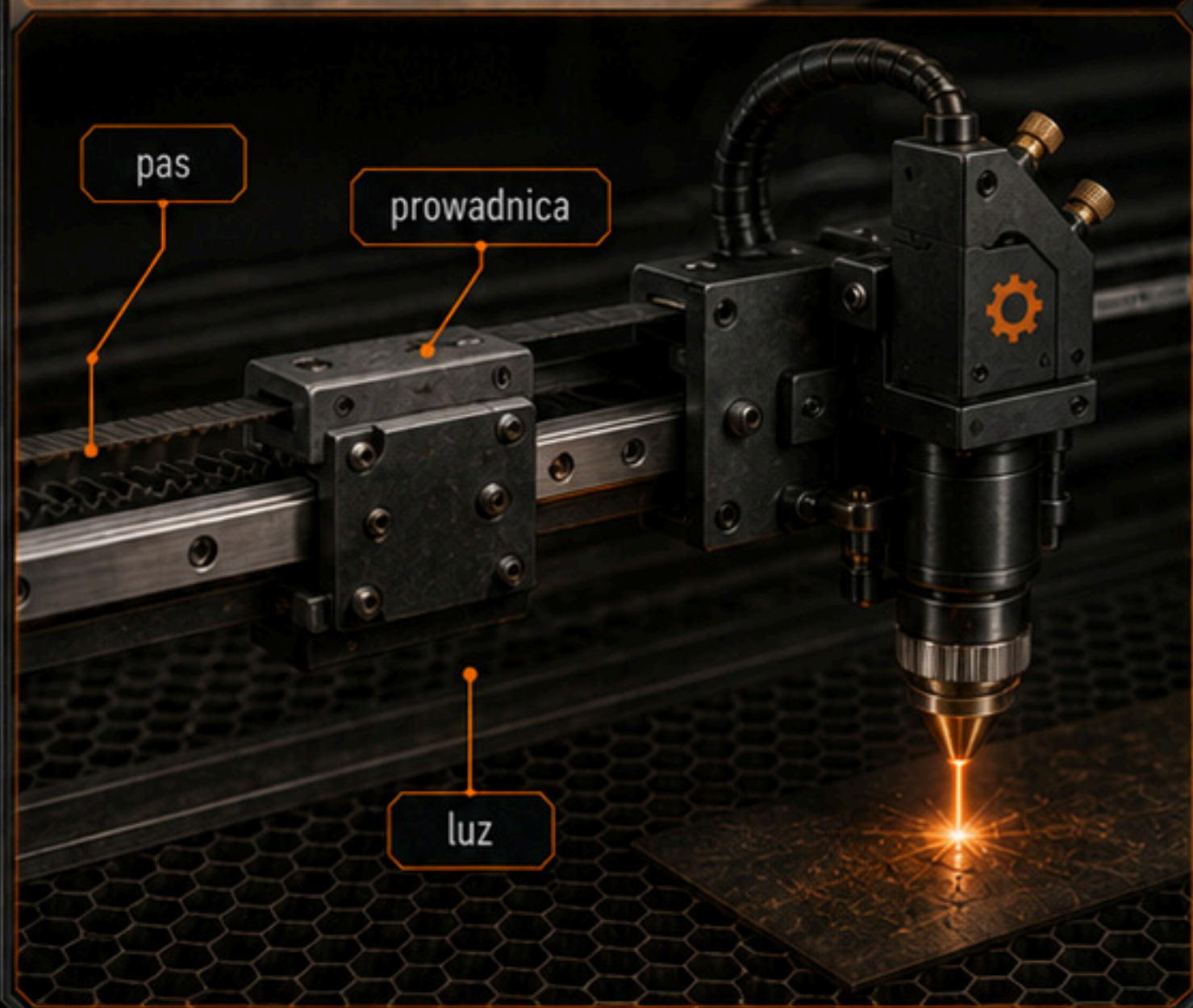
MOŻLIWE PRZYCZYNY

- pasek osi jest zbyt luźny;
- pasek jest zbyt mocno napięty i ruch nie jest płynny;
- prowadnica jest zabrudzona pyłem, sadzą lub resztkami materiału;
- rolki, łożyska albo wózek głowicy mają luz;
- maszyna stoi na niestabilnym podłożu;
- prędkość lub przyspieszenie są zbyt wysokie;
- element roboczy przesuwa się na stole;
- głowica zahacza o uniesiony fragment materiału;
- brak regularnej konserwacji mechaniki.



CO SPRAWDZIĆ / POPRAWIĆ

1. Sprawdź napięcie paska zgodnie z instrukcją producenta maszyny.
2. Sprawdź, czy pasek nie jest zużyty, postrzępiony albo zabrudzony.
3. Oczyszczyć prowadnice, rolki i okolice ruchu osi.
4. Sprawdź, czy głowica porusza się płynnie na całej długości pracy.
5. Upewnij się, że maszyna stoi stabilnie i nie przenosi drgań z blatu.
6. Zmniejsz prędkość lub przyspieszenie przy drobnych detalach.
7. Sprawdź mocowanie materiału, szczególnie przy cienkich arkuszach.
8. Wykonaj test: prosta linia, kwadrat, okrąg i mały tekst.
9. Jeśli błąd powtarza się tylko w jednej osi, skup diagnostykę na tej osi.



DRGANIA ZMIENIAJĄ TOR WIĄZKI

Laser może mieć dobrą moc i prawidłowy fokus, ale jeśli głowica nie porusza się stabilnie, wiązka nie trafia dokładnie tam, gdzie powinna. Efekt końcowy wygląda wtedy jak problem z plikiem, fokusem lub rozdzielczością, choć źródłem jest mechanika.



NIE IGNORUJ MAŁYCH FAL NA LINII

Drobne drgania często są pierwszym sygnałem problemu mechanicznego. Przy małych projektach mogą być ledwo widoczne, ale przy większej produkcji zepsują całą serię.



SZYBKA DIAGNOZA

- Fale na prostych liniach: Sprawdź pasek, prowadnicę i stabilność stołu.
- Nierówne okręgi: Sprawdź płynność ruchu osi X i Y.
- Problem rośnie przy dużej prędkości: Zmniejsz prędkość, przyspieszenie i sprawdź luzy mechaniczne.

OŚ MASZYNY GUBI PRECYZJĘ

Gdy wymiary projektu nie zgadzają się z rzeczywistością,
a kształty wychodzą zniekształcone.



PROBLEM

Maszyna pracuje, ale ruch głowicy nie jest idealnie płynny. Na materiale pojawiają się delikatne fale, ząbkowanie, organia, przesunięcia lub nierówne krawędzie. Problem może być szczególnie widoczny przy cienkich liniach, małych napisach, okręgach i detalach dekoracyjnych.



JAK TO ROZPOZNAĆ

- prosta linia wygląda jak lekko falowana;
- okręgi nie są idealnie gładkie;
- grawer ma mikrowibracje przy krawędziach;
- cienkie litery mają nierówne kontury;
- przy szybszej pracy problem staje się bardziej widoczny;
- kontur wygląda jak delikatnie ząbkowany;
- powtarzalny wzór błędu pojawia się w tym samym kierunku ruchu;
- po zmianie prędkości charakter błędu również się zmienia.



MOŻLIWE PRZYCZYNY

- pasek osi jest zbyt luźny;
- pasek jest zbyt mocno napięty i ruch nie jest płynny;
- prowadnica jest zabrudzona pyłem, sadzą lub resztkami materiału;
- rolki, łożyska albo wózek głowicy mają luz;
- maszyna stoi na niestabilnym podłożu;
- prędkość lub przyspieszenie są zbyt wysokie;
- element roboczy przesuwa się na stole;
- głowica zabiera o uniesiony fragment materiału;
- brak regularnej konserwacji mechaniki.



CO SPRAWDZIĆ / POPRAWIĆ

1. Sprawdź napięcie paska zgodnie z instrukcją producenta maszyny.
2. Sprawdź, czy pasek nie jest zużyty, postrzępiony albo zabrudzony.
3. Oczyszcz prowadnice, rolki i okolice ruchu osi.
4. Sprawdź, czy głowica porusza się płynnie na całej długości pracy.
5. Upewnij się, że maszyna stoi stabilnie i nie przenosi drgań z blatu.
6. Zmniejsz prędkość lub przyspieszenie przy drobnych detalach.
7. Sprawdź mocowanie materiału, szczególnie przy cienkich arkuszach.
8. Wykonaj test: prosta linia, kwadrat, okrąg i mały tekst.
9. Jeśli błąd powtarza się tylko w jednej osi, skup diagnostykę na tej osi.

TEST GEOMETRYCZNY – LINIE IDEALNE VS. RZECZYWISTE

KWADRAT

OKRĄG



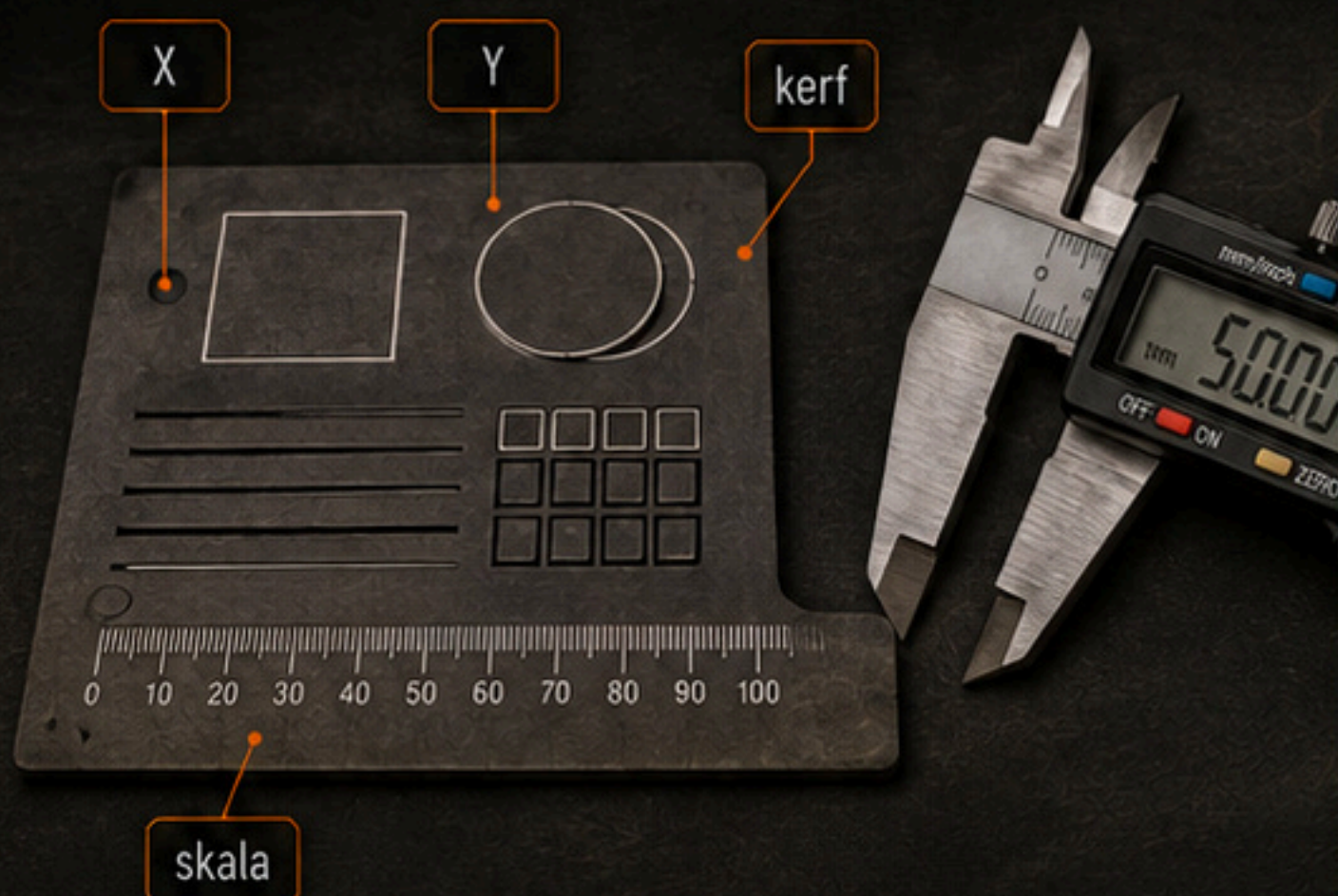
LINIA PROSTA



— IDEALNIE

- - - RZECZYWISTY WYNIK

POMIAR I KONTROLA



PRECYZJA TO NIE TYLKO OSTRA LINIA

Dokładne odwzorowanie wymiarów, kątów i łuków to efekt stabilnej mechaniki. Każde luzy, zabrudzenia lub zbyt agresywne ustawienia odbijają się na jakości gotowego detalu.



NIE KALIBRUJ MASZYNY NA PODSTAWIE JEDNEGO BŁĘDNIEGO PLIKU

Drobne błędy w projekcie (np. zła skala, niezamknięte ścieżki, nakładające się linie) mogą dawać podobne objawy. Upewnij się, że plik testowy jest poprawny i czysty.



SZYBKA DIAGNOZA

- Prosta linia drży lub faluje: sprawdź paski, prowadnice i stabilność stołu.
- Zniekształcone okręgi: sprawdź luzy osi X i Y.
- Błąd widoczny tylko przy dużej prędkości: zmniejsz prędkość, przyspieszenie i sprawdź luzy mechaniczne.

PLIK PROJEKTU JEST ŹŁE PRZYGOTOWANY

Gdy laser robi dokładnie to, co dostał w pliku – ale plik zawiera błędy.



PROBLEM

Laser wykonuje cięcie lub grawerowanie zgodnie z danymi w pliku, ale plik zawiera błędy: otwarte ścieżki, duplikaty, złą skalę, błędne warstwy lub niezamierzone elementy.



JAK TO ROZPOZNAĆ

- kształty się nie zamykają lub nie wycinają;
- podwójne linie lub przejścia narzędzia w tym samym miejscu;
- elementy są przesunięte, za duże lub za małe;
- laser graweruje elementy, które miały być tylko cięte (lub odwrotnie);
- na materiale pojawiają się niechciane linie lub znaki.



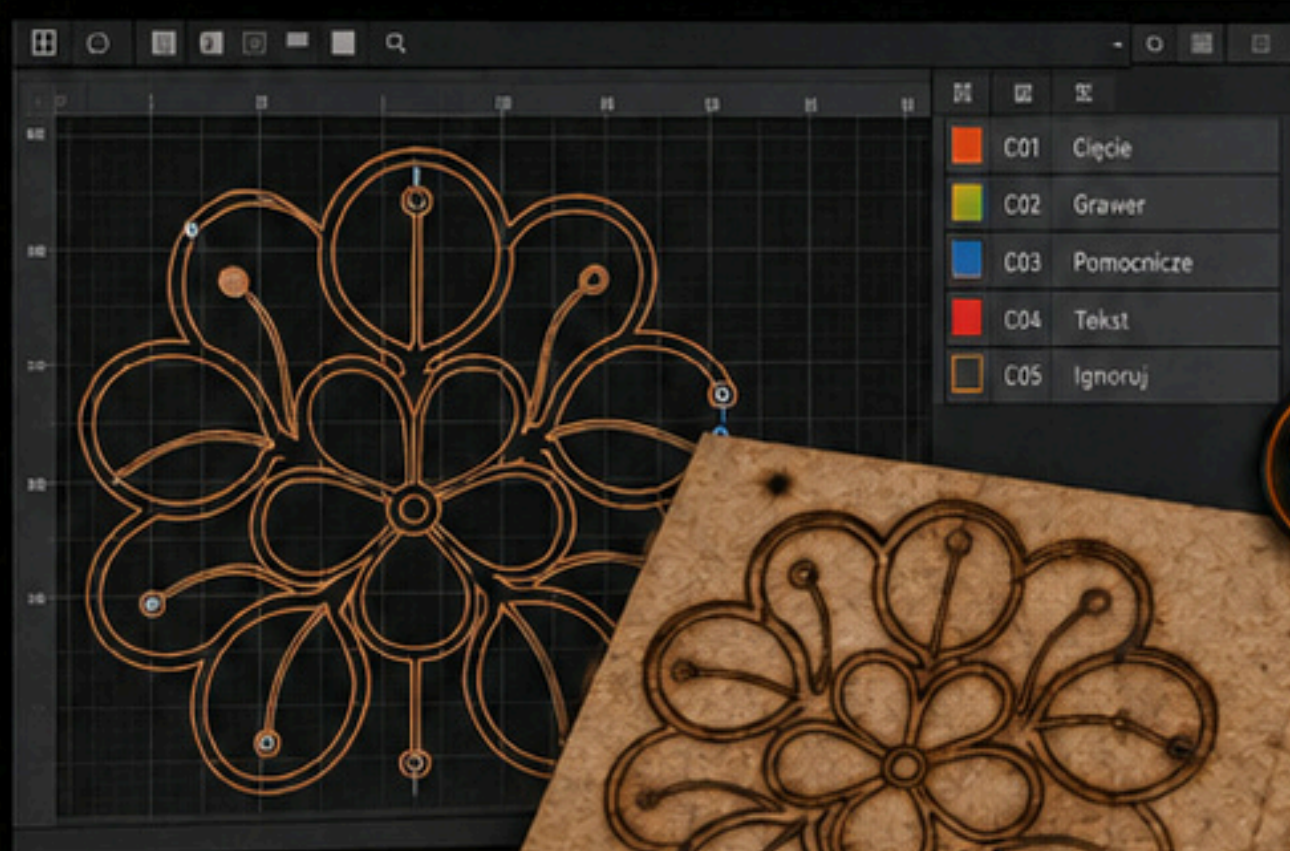
MOŻLIWE PRZYCZYNY

- duplikaty obiektów lub ścieżek;
- otwarte kontury (niedomknięte ścieżki);
- zła skala lub jednostki (mm vs cale);
- elementy na złej warstwie lub kolorze;
- niezamierzone linie pomocnicze lub tekst;
- import pliku z błędami lub niekompletny export (np. brak wektorów);
- nakładanie się obiektów;
- zastosowanie czcionek, które nie zostały zamienione na krzywe.



CO SPRAWDZIĆ / POPRAWIĆ

1. Sprawdź skalę i jednostki (mm): zmierz znany element na ekranie i porównaj z plikiem.
2. Włącz widok wszystkich warstw i upewnij się, że elementy są na właściwych warstwach/kolorach.
3. Sprawdź otwarte ścieżki: użyj narzędzia do wykrywania przerw lub podglądu węzłów.
4. Usuń duplikaty i nachodzące linie.
5. Usuń elementy pomocnicze, ukryty tekst i niezamierzone ścieżki.
6. Zamień tekst na krzywe (lub wektory).
7. Sprawdź kierunek cięcia, punkty startowe i kierunek wektorów (jeśli ma znaczenie).
8. Upewnij się, że wymiary gotowego projektu są zgodne z zamierzeniem.
9. Zapisz i wyeksportuj plik w odpowiednim formacie (SVG lub DXF, tylko wektory, bez rasterów).
10. Otwórz plik w podglądzie (np. LightBurn) i sprawdź podgląd ścieżek przed cięciem.



duplikat



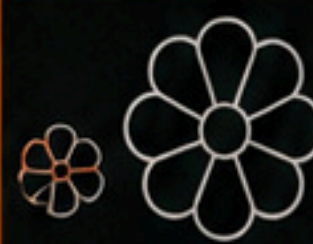
! podwójne linie

otwarta ścieżka



! kontur niezamknięty

zła skala



! za małe / za duże

zła warstwa



! w złej warstwie



LASER NIE ZGADUJE INTENCJI PROJEKTANTA

Maszyna wykonuje dokładnie to, co znajduje się w pliku.

Dobrze przygotowany plik = czysty efekt, oszczędność materiału i czasu oraz mniej błędów.



NIE POPRAWIAJ PARAMETRÓW, ZANIM SPRAWDZISZ PLIK

Źłe wyniki bardzo często wynikają z błędów w pliku, a nie z mocy czy prędkości lasera.



SZYBKA DIAGNOZA

- Plik wygląda podejrzanie? Sprawdź warstwy i węzły.
- Elementy się nie zamykają? Szukaj przerw w ścieżkach.
- Coś nie tak z rozmiarem? Zweryfikuj skalę i jednostki.
- Niechciane linie? Usuń lub przenieś na właściwe warstwy.

KONTROLA I PREWENCJA

Jak ograniczyć błędy, zanim zmarnujesz materiał, czas i całą serię produktów.



TESTUJ



PORÓWNUJ



ZAPISUJ



SPRAWDZAJ



CZYŚĆ



POWTARZAJ



KONTROLUJ



POPRAWIAJ



CEL MODUŁU

Naucz się, jak skutecznie kontrolować proces cięcia i grawerowania laserem na każdym etapie – od przygotowania po finalny efekt. Zbuduj system, który pozwoli Ci pracować powtarzalnie, przewidywalnie i bez kosztownych pomyłek.



JAK TESTOWAĆ BEZ MARNOWANIA MATERIAŁU

Mały test przed produkcją może oszczędzić cały arkusz materiału.



DLACZEGO TO WAŻNE

- Materiały różnią się między partiami.
- Zmiany temperatury i wilgotności mają wpływ.
- Test pozwala uniknąć błędów, przepaleń lub niedocięć.
- Oszczędzasz czas, materiał i nerwy.



CO TESTOWAĆ NAJPIERW

- Jakość cięcia (czy materiał jest przecięty na wylot, bez przypaleń).
- Grawer (czy obraz jest czytelny, z dobrym kontrastem).
- Oznaczenia (czy linie są cienkie i wyraźne).



PROCEDURA TESTU

1. Przygotuj mały fragment materiału.
2. Wykonaj siatkę testową z wybranymi ustawieniami.
3. Oceń wyniki.
4. Wybierz najlepsze ustawienia.
5. Uruchom produkcję.



JAK OSZCZĘDZAĆ MATERIAŁ

- Używaj najmniejszych możliwych testów.
- Testuj w narożniku lub na odpadzie.
- Projektuj testy z wieloma parametrami w jednym przejściu.
- Zapisuj ustawienia, które działają – nie testuj ponownie bez potrzeby.



DOBRY TEST MUSI BYĆ MAŁY, ALE REPREZENTATYWNY

- ✓ Używaj tych samych ustawień co w produkcji.
- ✓ Test powinien odzwierciedlać rzeczywisty kształt, detale i gęstość wypełnień.
- ✓ Jeśli test wygląda dobrze – produkcja też będzie dobra.



NIE ZMIENIAJ KILKU PARAMETRÓW NARAZ

- Zmieniaj tylko jeden parametr na raz (np. moc lub prędkość).
- Inaczej nie wiesz, co naprawdę wpływa na wynik.
- Notuj zmiany i wyniki.

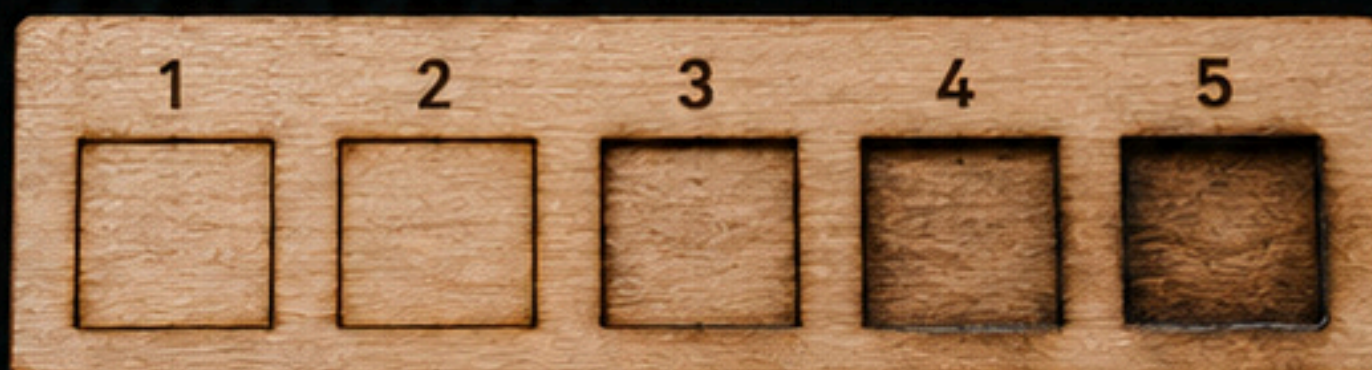


SZYBKA DECYZJA

- Wynik dobry? Zapisz ustawienia i ruszaj z produkcją.
- Wynik słaby? Dostosuj jeden parametr i testuj ponownie.
- Nie zgaduj – testuj.

PRZYKŁADOWE TESTY

TEST CIĘCIA – SKLEJKA 3 mm



Zbyt niska moc / Zbyt wysoka prędkość → Zbyt wysoka moc / Zbyt niska prędkość

TEST GRAWERU – AKRYL CZARNY



Zbyt słaba gęstość / Zbyt wysoka prędkość → Zbyt duża gęstość / Zbyt niska prędkość

PRZYKŁADOWA TABELA TESTOWA

	moc	prędkość	wynik
1	40%	600 mm/min	niedocięte
2	50%	450 mm/min	niedocięte
3	60%	300 mm/min	OK – najlepsze
4	70%	200 mm/min	przypalone
5	80%	150 mm/min	mocno przypalone

JAK ZAPISYWAĆ UDANE USTAWIENIA

Jeśli nie zapiszesz dobrego wyniku,
za tydzień możesz testować wszystko od nowa.



DLACZEGO TO WAŻNE

- Oszczędzasz czas i materiał.
- Możesz odtworzyć lub udoskonalić wcześniejsze ustawienia.
- Unikasz powtarzania błędów.
- Tworzysz własną bazę wiedzy.



CO ZAPISYWAĆ

Opis materiału
typ, grubość, powłoka



Parametry cięcia/grawerowania
moc, prędkość, częstotliwość, tryb



Ustawienia maszyny
soczewka, stół, Air Assist, gaz



Wynik
co się udało, co nie, uwagi



Zdjęcie próbki
projektu lub cięcia



Data i nazwisko/operator
dla porządku w archiwum



JAK ROBIĆ NOTATKI, KTÓRE NAPRAWDĘ POMAGAJĄ

- Bądź konkretny i zwięzły.
- Używaj stałego formatu.
- Dodawaj zdjęcia – obraz mówi najwięcej.
- Notuj również nieudane próby – to też wiedza.
- Regularnie porządkuj i przeglądaj notatki.
- Korzystaj z nazw, które coś znaczą (np. „sklejka_3mm_ciecie_perfekt_v1”).



USTAWIENIE BEZ KONTEKSTU MOŻE WPROWADZAĆ W BŁĄD

- Ten sam materiał od różnych dostawców może zachowywać się inaczej.
- Zmiana soczewki, wysokości czy temperatury otoczenia wpływa na wynik.
- Zawsze zapisuj pełny kontekst ustawień.



NIE ZAPISUJ TYLKO „DZIAŁA”

Zapisuj również: co można poprawić,
jakie były trudności, co przetestować dalej.
To przyspiesza rozwój Twoich umiejętności.

PROSTY FORMAT NOTATKI

	MATERIAŁ:	Sklejka brzoźowa
	GRUBOŚĆ:	3 mm
	PROJEKT / ZADANIE:	Wycięcie konturu
	MOC:	70 %
	PRĘDKOŚĆ:	15 mm/s
	CZĘSTOTLIWOŚĆ:	5000 Hz
	TRYB:	Linia
	SOCZEWKA:	Soczewka 2.5"
	STÓŁ:	Plaster miodu
	AIR ASSIST:	Włączony (średni)
	GAZ:	Brak
	WYNIK:	Czyste krawędzie, bez przypaleń
	UWAGI:	Można zwiększyć prędkość do 17 mm/s
	ZDJĘCIE:	
	DATA:	20.05.2024
	OPERATOR:	Kamil



SZYBKA DECYZJA

Udało się?

→ Zapisz wszystko (łącznie ze zdjęciem).

Nie udało się?

→ Zapisz mimo to (co było źle i co zmienisz).

Testowałeś
coś nowego?

→ Opisz test, zapisz wynik, wyciągnij wnioski.

JAK PORÓWNYWAĆ PRÓBKİ

Nie wybieraj ustawienia tylko dlatego, że na pierwszy rzut oka wygląda dobrze.



DLACZEGO TO WAŻNE

- Wygląd może mylić – najciemniejsza próbka nie zawsze jest najlepsza.
- Różnice w krawędzi, czytelności i czystości mogą wpływać na funkcjonalność.
- Systematyczne porównanie pozwala wybrać ustawienie optymalne, nie przypadkowe.



CO PORÓWNYWAĆ

Jakość krawędzi
gładkość, przypalenia, nadpalenia



Czytelność detali
mały tekst, cienkie linie, ostrość



Czystość spodu
osad sadzy, przebarwienia



Spójność
równomierność na całej powierzchni



Czas wykonania
szybkość i powtarzalność



PROCEDURA PORÓWNIANIA

- Ułóż próbki obok siebie w tej samej pozycji i oświetleniu.
- Oceń każdą próbkę według skali oceny.
- Zanotuj wyniki w arkuszu porównawczym.
- Zidentyfikuj najlepszy kompromis.
- Zweryfikuj wybrane ustawienie na większym elemencie.



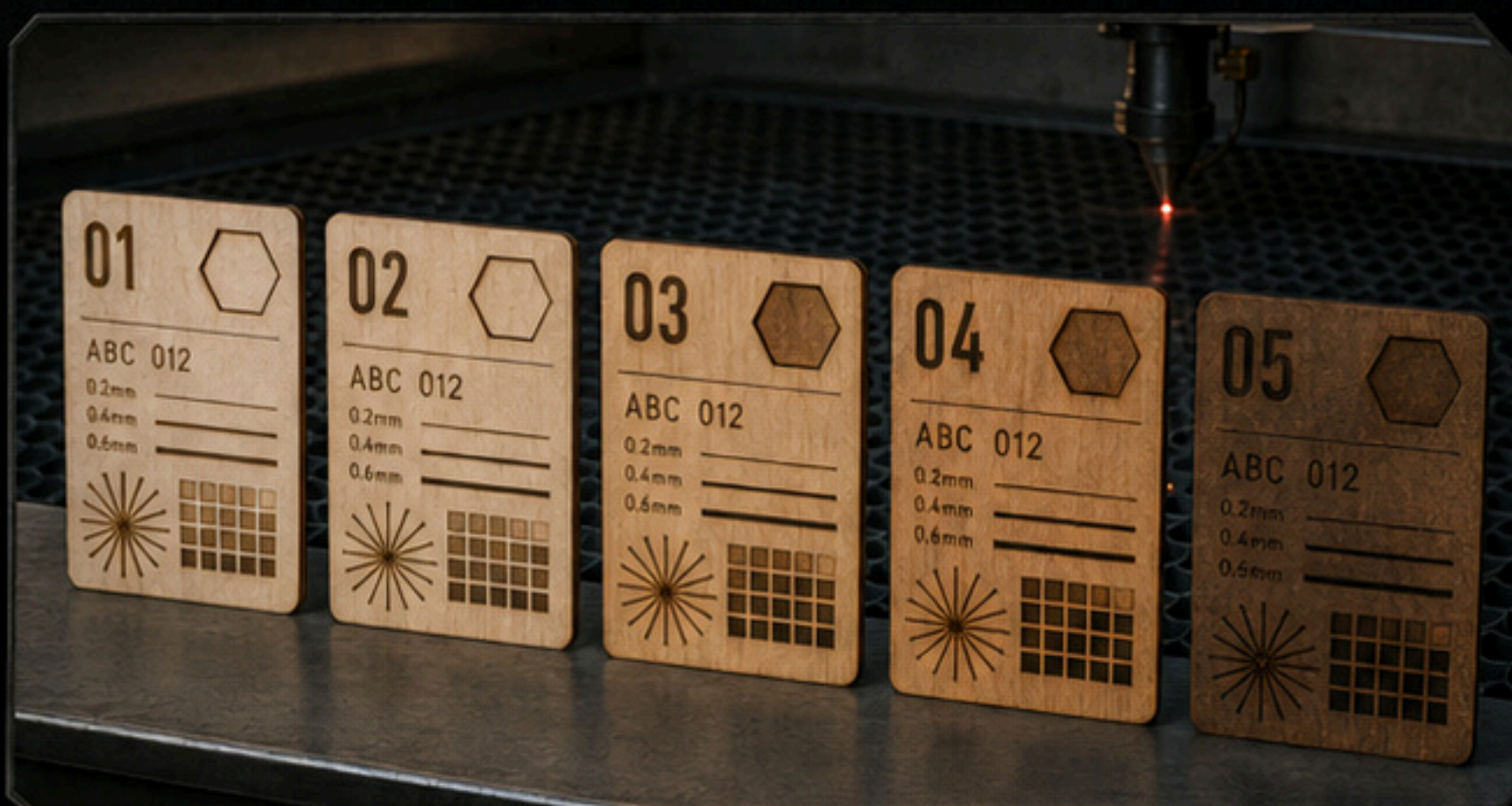
SKALA OCENY PRÓBKİ

- 5 ★★★★★ Idealnie – bez zastrzeżeń
4 ★★★★★ Dobrze – drobne niedoskonałości
3 ★★★★★ Akceptowalnie – widoczne wady
2 ★★★★★ Żle – poważne problemy
1 ★★★★★ Nieakceptowalnie – odrzuć



NIE PORÓWNUJ PRÓBEK Z RÓŻNYCH MATERIAŁÓW JAKBY BYŁY TYM SAMYM TESTEM

- Każdy materiał reaguje inaczej na te same ustawienia.
- Porównuj tylko próbki z tego samego materiału, tej samej grubości i o tej samej wilgotności.
- W przeciwnym razie Twoje wnioski będą błędne.



KRYTERIUM	01	02	03	04	05	NOTATKI
JAKOŚĆ KRAWĘDZI gładkość, przypalenia, nadpalenia	3	4	5	3	1	03 – gładka, bez przypaleń
CZYTELNOŚĆ DETALI mały tekst, linie, ostrość	3	4	5	3	2	03 – najlepsza czytelność
CZYSTOŚĆ SPODU osad sadzy, przebarwienia	4	4	5	2	1	03 – najczystszy spód
SPÓJNOŚĆ równomierność na całej powierzchni	3	4	4	2	1	02/03 – bardzo dobrze
CZAS WYKONANIA szybkość i powtarzalność	2:05	1:45	1:30	1:15	0:55	03 – dobry kompromis
SUMA PUNKTÓW	16	20	24	12	6	WYBÓR → 03



SZYBKĄ DECYZJĄ

Która próbka ma najlepszą jakość krawędzi?	→ Wybierz wyższą ocenę.
Która ma najlepszą czytelność detali?	→ Wybierz wyższą ocenę.
Która ma najczystszy spód?	→ Wybierz wyższą ocenę.
Która ma najlepszy kompromis (suma)?	→ Wybierz tę próbkę.
Czy potwierdziłeś na większym elemencie?	→ Przetestuj i zatwierdź.

JAK PRZYGOTOWAĆ MATERIAŁ PRZED PRACĄ

Dobry wynik zaczyna się zanim laser zostanie uruchomiony.



DLACZEGO TO WAŻNE

- Zapewnia powtarzalność i jakość cięcia.
- Zmniejsza ryzyko błędów i strat materiału.
- Wydłuża żywotność soczewki i optyki.
- Poprawia bezpieczeństwo pracy.



LISTA KONTROLNA MATERIAŁU



Sprawdź wymiary i grubość materiału.



Oczyść powierzchnię z kurzu, folii i tłuszczu.



Upewnij się, że materiał jest płaski i stabilny.



Ustaw punkt ostrości na powierzchni materiału.



Zadbaj o odpowiednie mocowanie i bezpieczeństwo.

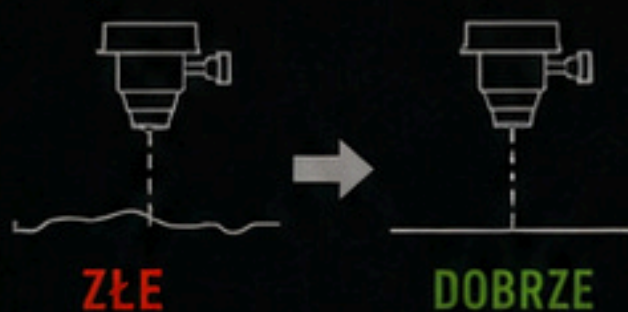


PROCEDURA PRZYGOTOWANIA

1. Sprawdź materiał
 - typ, grubość, stan powierzchni.
2. Oczyść powierzchnię
 - usuń kurz, folię ochronną, tłuszcz.
3. Umieść materiał na stole
 - upewnij się, że leży płasko.
4. Zamocuj materiał
 - użyj magnesów lub zacisków.
5. Ustaw punkt ostrości
 - po ułożeniu materiału.
6. Sprawdź parametry
 - dopasuj ustawienia do materiału.
7. Wykonaj próbkę testową
 - potwierdź poprawność ustawień.



FOKUS USTAWIAJ PO UŁOŻENIU MATERIAŁU



Ustawienie ostrości przed ułożeniem materiału może skutkować błędnym ogniskowaniem i słabą jakością cięcia.



NA CO UWAŻAĆ

- Wilgoć i zabrudzenia wpływają negatywnie na jakość cięcia i grawerowania.
- Nierówne lub luźne mocowanie powoduje przesunięcia i błędy.
- Zły punkt ostrości = słaby efekt i nadmierne przypalanie.
- Nie każdy materiał nadaje się do cięcia laserem.



NIE PRACUJ NA MATERIALE O NIEZNANYM SKŁADZIE

Niektóre materiały mogą wydzielać toksyczne opary lub uszkodzić Twoją maszynę. W razie wątpliwości – nie ryzykuj.



SZYBKĄ DECYZJĄ

Materiał czysty i suchy?	TAK	Możesz przejść dalej.
	NIE	Oczyść materiał przed dalszą pracą.
Leży płasko i jest stabilnie zamocowany?	TAK	Kontynuuj ustawienia.
	NIE	Popraw ułożenie i mocowanie.
Punkt ostrości ustawiony poprawnie?	TAK	Wykonaj próbkę testową.
	NIE	Skoryguj ostrość.
Parametry dopasowane do materiału?	TAK	Możesz rozpocząć pracę.
	NIE	Dopasuj parametry lub wykonaj test.

JAK SPRAWDZIĆ WYNIK PRZED PRODUKCJĄ SERYJNĄ

Zanim uruchomisz serię, upewnij się, że pierwsza sztuka naprawdę jest gotowa do powtórzenia.



DLACZEGO TO WAŻNE

- Pozwala uniknąć masowych błędów
- Wykrywa problemy, których próbki mogły nie ujawnić
- Zapewnia powtarzalność i jakość końcową
- Oszczędza materiał i czas

SPRAWDŹ PIERWSZĄ SZTUKĘ



Wytnij i oceń pierwszą sztukę



Zmierz kluczowe wymiary



Sprawdź jakość cięcia i graweru



Złóż (jeśli dotyczy)



Sprawdź czystość i pozostałości

PROCEDURA KONTROLI SERII

1. Przygotuj maszynę jak do produkcji.
2. Wykonaj pierwszą sztukę.
3. Przeprowadź kontrolę wg listy obok.
4. Zatwierdź lub wprowadź korekty.
5. Zapisz wynik i oznacz próbkę.
6. Dopiero wtedy uruchom serię.



CO MOŻE WYJŚĆ DOPIERO W PRODUKCJI

- Dryft ostrości lub źle ustawiona głowica
- Przegrzewanie przy dłuższym czasie pracy
- Niedokładności montażowe
- Zwiększone zabrudzenia i przypalenia
- Różnice materiałowe między arkuszami
- Poluzowanie elementów mocujących



NIE PRODUKUJ 20 SZTUK BEZ OCENY PIERWSZEJ

Pierwsza sztuka to Twoje ubezpieczenie. Sprawdź ją dokładnie, zanim powtórzysz błąd w całej serii.

PIERWSZA SZTUKA – ZATWIERDZONA



GOTOWE DO PRODUKCJI



sprawdź przed serią

PANEL KONTROLI JAKOŚCI

WYGLĄD	WYMIAR	SPÓD	MONTAŻ	CZYSTOŚĆ
• Równe krawędzie • Brak przypaleń • Jakość graweru • Kolor i kontrast zgodne	• Kluczowe wymiary w tolerancji • Otwory dobrze dopasowane • Brak deformacji	• Brak nadpaleń • Czyste wyjścia • Brak przypaleń od spodu	• Elementy pasują • Łatwy montaż • Brak nadmiernych luzów	• Brak sadzy • Brak pozostałości • Gotowe do dalszej obróbki

PIERWSZA DOBRA SZTUKA TO NIE KONIEC KONTROLI

- ✓ Monitoruj pierwsze 10–20 sztuk.
- ✓ Sprawdzaj co jakiś czas wymiary i jakość.
- ✓ Zwracaj uwagę na zmiany w cięciu i grawerze.
- ✓ Notuj odchylenia i reaguj, zanim się powiększą.
- ✓ Zatrzymaj serię przy jakichkolwiek wątpliwościach.



SZYBKA DECYZJA

Wszystko w normie?	→ Uruchom serię i monitoruj.
Są drobne odchylenia?	→ Wprowadź korektę i sprawdź nową sztukę.
Widać istotny problem?	→ Zatrzymaj serię i rozwiąż problem.

JAK OGRANICZYĆ PRZYPALENIA

Czystsza krawędź zwykle wymaga równowagi między mocą, prędkością, powietrzem i materiałem.



DLACZEGO TO WAŻNE

- Przypalenia psują estetykę i wymagają dodatkowej obróbki.
- Często maskują detale i zmniejszają czytelność grawerów.
- Mogą powodować niedokładne dopasowania i pogarszać jakość klejenia.



GDZIE POJAWIAJĄ SIĘ PRZYPALENIA

- Dolna krawędź cięcia (najczęściej)
- Wewnętrzne narożniki
- Małe otwory i wąskie szczeliny
- Głęboki grawer przy zbyt dużej mocy



NAJCZĘSTSZE PRZYCZYNY

- Zbyt duża moc
- Zbyt mała prędkość
- Za mało powietrza (AIR ASSIST)
- Zły odciąg dymu/oparów
- Brudny stół lub zużyta kratka
- Zbyt wiele przejść przy grawerze



CO ZROBIĆ KROK PO KROKU

- 1 Ustaw AIR ASSIST na odpowiedni poziom.
- 2 Sprawdź odciąg – dym musi być usuwany.
- 3 Oczyszcz stół i soczewkę.
- 4 Zaczynaj od mniejszej mocy i większej prędkości.
- 5 Dostosuj prędkość – szukaj punktu równowagi.
- 6 Zmniejsz liczbę przejść lub głębokość graweru.
- 7 Wykonaj test i oceń krawędź.
- 8 Powtórz – zapisuj ustawienia.



DOBIERZ STRATEGIĘ DO OBJAWU

Przypalenia na dole cięcia	→ zwiększ prędkość / zmniejsz moc
Przypalenia w narożnikach	→ zwiększ AIR ASSIST / popraw odciąg
Brązowy nalot na całej krawędzi	→ zmniejsz moc
Głębokie przypalenia przy grawerze	→ zmniejsz moc / więcej przejść
Nierówna krawędź z przypaleniami	→ sprawdź stół / soczewkę / ognisko

PORÓWNANIE KRAWĘDZI CIĘCIA (SKLEJKA BRZozowa 3 mm)



bardzo przypalone

za mocno



akceptowalne

dobrze



czyste

za słabo

AIR ASSIST



Skieruj powietrze na strefę cięcia. Więcej powietrza = mniej przypaleń.



ODCIĄG



Skutecznie usuwa dym i gazy. Słaby odciąg = więcej osadów i ciepła w materiale.



MOC



Zbyt duża moc to nadmiar ciepła. Znajdź punkt równowagi.



PRZYPALENIE TO NADMIAR CIEPŁA W MIEJSCU PRACY

Ciepło kumuluje się w materiale. Twoim zadaniem jest je kontrolować:

- mniej energii
- krótszy czas
- lepsze chłodzenie (powietrze)
- skuteczniejsze usuwanie dymu = czystsza krawędź



NIE ZAWSZE DA SIĘ UZYSKAĆ IDEALNIE JASNĄ KRAWĘDZ

Różne materiały i grubości mają swoje ograniczenia. Czasem minimalne odbarwienie jest normalne. Najważniejsza jest powtarzalność, akceptowalna jakość.

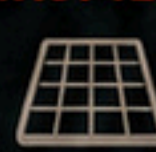
NAJPIERW SPRAWDŹ



AIR ASSIST



ODCIĄG



CZYSTOŚĆ STOŁU



MOC



PRĘDKOŚĆ



LICZBA PRZEJŚĆ



MATERIAŁ

JAK UTRZYMAĆ POWTARZALNOŚĆ

Dobry wynik raz to test. Dobry wynik wiele razy to kontrola procesu.

1

DLACZEGO TO WAŻNE

W pracy z laserem często zdarza się, że pierwsza próbka wygląda dobrze, ale kolejna sztuka wychodzi inaczej. Powodem zwykle nie jest „przypadek”, tylko zmiana jednej z wielu małych zmiennych: materiału, fokusu, stołu, soczewki, wentylacji, kolejności cięcia, czystości maszyny albo samego pliku. Powtarzalność oznacza, że potrafisz uzyskać podobny efekt nie tylko raz, ale także jutro, za tydzień i przy kolejnej partii materiału.



CO MUSI BYĆ POD KONTROLĄ

- ten sam typ materiału;
- ta sama rzeczywista grubość materiału;
- ta sama partia albo zapisany dostawca;
- ten sam plik produkcyjny;
- ta sama skala projektu;
- ten sam fokus;
- ta sama soczewka;
- ta sama moc;
- ta sama prędkość;
- ta sama liczba przebiegów;
- ten sam Air Assist;
- podobna wentylacja i odciąg;
- czysty stół roboczy;
- czysta soczewka;
- podobne mocowanie materiału;
- ta sama kolejność operacji: grawer, detale wewnętrzne, kontur zewnętrzny.



PROCEDURA POWTARZALNEJ PRACY

1. Zapisz ustawienia dopiero po zatwierdzeniu dobrej próbki.
2. Zachowaj kopię pliku, który faktycznie trafił do produkcji.
3. Oznacz materiał: typ, grubość, dostawca i partia.
4. Przed kolejną pracą sprawdź fokus, a nie tylko moc i prędkość.
5. Sprawdź, czy stół jest czysty i materiał leży tak samo jak poprzednio.
6. Upewnij się, że Air Assist i odciąg działają tak samo.
7. Wykonaj mały test kontrolny przed większą serią.
8. Porównaj wynik z próbką referencyjną.
9. Jeśli coś się zmieniło, zmieniaj tylko jeden parametr naraz.
10. Po korekcie zapisz nową wersję ustawień jako osobny profil.

4

SYGNAŁY, ŻE PROCES NIE JEST POWTARZALNY

- pierwsza sztuka jest dobra, kolejne mają więcej sadzy;
- grawer robi się stopniowo jaśniejszy lub ciemniejszy;
- cięcie raz przechodzi, a raz nie;
- ten sam projekt ma różne wymiary;
- na kolejnych sztukach pojawia się więcej plam;
- materiał zaczyna się wyginać po kilku powtórzeniach;
- krawędzie są coraz bardziej przypalone;
- soczewka szybko się brudzi;
- różne arkusze tej samej nazwy materiału zachowują się inaczej.



GDY WYNIK NAGLE SIĘ ZMIENIA

1. Nie zakładaj od razu, że trzeba zwiększyć moc.
2. Sprawdź soczewkę i stół.
3. Sprawdź fokus.
4. Sprawdź, czy materiał pochodzi z tej samej partii.
5. Sprawdź odciąg, Air Assist i ilość dymu.
6. Sprawdź, czy plik nie został przypadkowo zmieniony.
7. Wykonaj małą próbkę porównawczą.
8. Dopiero potem koryguj parametry.



sztuka 1

sztuka 2

sztuka 3

sztuka 4

sztuka 5

POWTARZALNOŚĆ
=
KONTROLA



POWTARZALNOŚĆ TO SUMA MAŁYCH KONTROLI

Nie wystarczy zapisać moc i prędkość. Jeśli zmieni się fokus, soczewka, wentylacja, partia materiału albo czystość stołu, efekt też może się zmienić. Dlatego dobre ustawienia powinny być zapisane razem z warunkami pracy.



NIE UFAJ ŚLEPO STARYM USTAWIENIOM

Ustawienia, które działały miesiąc temu, mogą wymagać korekty po zmianie materiału, soczewki, maszyny, stołu, filtra, paska, dostawcy albo nawet wilgotności materiału.



materiał

ten sam typ, grubość, partia i dostawca



fokus

ten sam punkt ogniskowej



soczewka

czysta, bez uszkodzeń, ta sama sztuka



Air Assist

ta sama siła nadmuchu



odciąg

ta sama wydajność i przepływ



plik

ten sam plik produkcyjny, bez zmian



stół

czysty stół, ten sam sposób ułożenia

SZYBKA DECYZJA



Wynik pogarsza się stopniowo:

Sprawdź soczewkę, stół, dym i wentylację.



Wynik zmienił się nagle:

Sprawdź plik, fokus, materiał i ustawienia.



Nowa partia materiału daje inny efekt:

Zrób nowy test i zapisz osobny profil.



Seria zaczyna się dobrze, ale kończy gorzej:

Sprawdź nagrzewanie, osad, zabrudzenie optyki i zmęczenie materiału.

LISTA KONTROLNA PRZED POWTÓRZENIEM PRACY

Zanim klikniesz START, sprawdź najważniejsze punkty, które najczęściej powodują błędy.



JAK UŻYWAĆ TEJ LISTY

Przejdź przez punkty od góry do dołu. Jeśli któryś element budzi wątpliwość, nie uruchamiaj od razu całej pracy. Zatrzymaj się, popraw problem i wykonaj mały test kontrolny.



1. MATERIAŁ

- ☐ Czy materiał jest bezpieczny do pracy laserem?
- ☐ Czy to ten sam typ materiału, dla którego zapisano ustawienia?
- ☐ Czy grubość została sprawdzona, a nie tylko założona?
- ☐ Czy materiał leży płasko na stole?
- ☐ Czy powierzchnia jest czysta, sucha i bez tłustych śladów?
- ☐ Czy folia ochronna lub taśma nadaje się do pracy laserem?
- ☐ Czy materiał nie jest wygięty, pęknięty, wilgotny albo uszkodzony?
- ☐ Czy kierunek usłojenia lub faktura nie przeszkodzi w czytelności graweru?



2. MASZYNA

- ☐ Czy fokus został ustawiony po ułożeniu materiału?
- ☐ Czy soczewka jest czysta?
- ☐ Czy stół, plaster miodu lub ruszt są czyste?
- ☐ Czy materiał nie leży na resztkach po poprzednim cięciu?
- ☐ Czy Air Assist jest włączony i działa prawidłowo?
- ☐ Czy odciąg i wentylacja działają przed startem pracy?
- ☐ Czy głowica porusza się swobodnie i nic nie zahacza?
- ☐ Czy materiał jest dobrze unieruchomiony?



3. PLIK

- ☐ Czy plik ma właściwą skalę?
- ☐ Czy jednostki są poprawne?
- ☐ Czy nie ma podwójnych linii?
- ☐ Czy ścieżki cięcia są zamknięte tam, gdzie powinny?
- ☐ Czy tekst został zamieniony na krzywe, jeśli program tego wymaga?
- ☐ Czy warstwy cięcia i graweru nie są pomyłone?
- ☐ Czy kolejność pracy jest logiczna?
- ☐ Czy najpierw wykonywane są detale wewnętrzne, a dopiero potem kontur zewnętrzny?



4. USTAWIENIA

- ☐ Czy moc odpowiada materiałowi i typowi pracy?
- ☐ Czy prędkość nie jest zbyt niska ani zbyt wysoka?
- ☐ Czy liczba przebiegów jest potrzebna i uzasadniona?
- ☐ Czy DPI lub odstęp linii pasuje do graweru?
- ☐ Czy ustawienia nie zostały przypadkowo zmienione?
- ☐ Czy używasz właściwego profilu dla tego materiału?
- ☐ Czy ustawienia były testowane na tej partii materiału?
- ☐ Czy zmieniono tylko jeden parametr od ostatniego testu?



5. KONTROLA KOŃCOWA

- ☐ Czy masz pod ręką próbkę referencyjną?
- ☐ Czy wykonano mały test przed serią?
- ☐ Czy pierwsza sztuka została obejrzana z góry i od spodu?
- ☐ Czy krawędzie, grawer, osad i zapach są akceptowalne?
- ☐ Czy elementy montażowe pasują?
- ☐ Czy produkt nie wymaga zbyt długiego czyszczenia?
- ☐ Czy możesz powtórzyć ten wynik na kolejnych sztukach?
- ☐ Czy stanowisko jest bezpieczne do rozpoczęcia pracy?

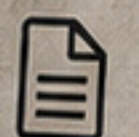
LISTA KONTROLNA



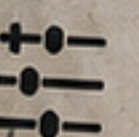
1. MATERIAŁ

☐


2. MASZYNA

☐


3. PLIK

☐


4. USTAWIENIA

☐


5. KONTROLA KOŃCOWA

☐


JEŚLI ODPOWIEDŹ BRZMI „NIE WIEM” — TO TEŻ JEST SYGNAŁ STOP

W pracy z laserem wiele strat zaczyna się od założenia: „pewnie będzie dobrze”. Lepiej sprawdzić jeden punkt więcej niż powtarzać błąd na całym materiale.



NIE URUCHAMIAJ SERII, JEŚLI:

- materiał jest nowy i nietestowany;
- fokus nie został sprawdzony;
- soczewka jest brudna;
- plik był edytowany po ostatnim teście;
- nie wiesz, czy folia lub powłoka są bezpieczne;
- pierwsza próbka ma drobny błąd, który może powtórzyć się w każdej sztuce.

CO SPRAWDZIĆ NAJPIERW?

Nie każdy błąd wymaga zmiany mocy. Zaczynij od właściwego punktu diagnozy.



JAK CZYTAĆ MAPĘ

Znajdź objaw, który najbardziej przypomina Twój problem. Następnie sprawdź pierwszą grupę przyczyn. Dopiero jeśli problem nadal występuje, przejdź do kolejnych kroków. Dzięki temu nie zmieniasz parametrów przypadkowo.



OBJAW 01: MATERIAŁ NIE PRZECIĄŁ SIĘ DO KOŃCA

SPRAWDŹ NAJPIERW:
FOKUS → PRĘDKOŚĆ → MOC → LICZBA PRZEJŚĆ → SOCZEWKA → MATERIAŁ

Czy wcześniej ten sam materiał ciął się dobrze?



Tak → sprawdź soczewkę, fokus, Air Assist i stół.



Nie → wykonaj nowy test ustawień dla tego materiału.



OBJAW 02: KRAWĘDZIE SĄ ZA BARDZO PRZYPALONE

SPRAWDŹ NAJPIERW:
AIR ASSIST → ODCIĄG → MOC → PRĘDKOŚĆ → LICZBA PRZEJŚĆ → MATERIAŁ

Czy cięcie przechodzi z dużym zapasem?



Tak → zmniejsz moc lub zwiększ prędkość.



Nie → szukaj równowagi między przecięciem a czystością krawędzi.



OBJAW 03: GRAWER JEST ZA JASNY

SPRAWDŹ NAJPIERW:
FOKUS → KONTRAST PLIKU → MOC → PRĘDKOŚĆ → DPI → MATERIAŁ

Czy grafika ma wystarczający kontrast?



Tak → testuj moc i prędkość.



Nie → popraw plik przed zmianą parametrów.



OBJAW 04: GRAWER JEST ZA CIEMNY

SPRAWDŹ NAJPIERW:
MOC → PRĘDKOŚĆ → ODSTĘP LINII → ODCIĄG → POWŁOKA → MATERIAŁ

Czy grawer jest tylko ciemny, czy też brudny i rozmazany?



Tylko ciemny → zmniejsz moc lub zwiększ prędkość.



Brudny i rozmazany → sprawdź dym, fokus, DPI i materiał.



OBJAW 05: LINIE SĄ KRZYWE, PODWÓJNE LUB PRZESUNIĘTE

SPRAWDŹ NAJPIERW:
PLIK → MOCOWANIE MATERIAŁU → PRĘDKOŚĆ → PASY → PROWADNICE → KALIBRACJA

Czy problem występuje zawsze w tym samym miejscu projektu?



Tak → sprawdź plik.



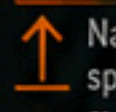
Nie → sprawdź mechanikę, mocowanie i prędkość.



OBJAW 06: POJAWIŁY SIĘ PLAMY, OSAD LUB SĄDZA

SPRAWDŹ NAJPIERW:
ODCIĄG → AIR ASSIST → CZYSTOŚĆ STOŁU → MOC → POWŁOKA → FOLIA

Czy osad jest na górze, na spodzie czy wokół graweru?



Na górze → sprawdź dym, moc, powłokę i maskowanie.



Na spodzie → sprawdź stół, plaster miodu i odbicie dymu.



Wokół graweru → sprawdź wentylację, moc i materiał.



OBJAW 07: MATERIAŁ SIĘ TOPI, WYGINA LUB PĘKA

SPRAWDŹ NAJPIERW:
MATERIAŁ → MOC → PRĘDKOŚĆ → LICZBA PRZEJŚĆ → CHŁODZENIE → MOCOWANIE

Czy materiał jest cienki, naprężony albo wrażliwy na ciepło?



Tak → zmniejsz energię, zwiększ prędkość i testuj lżejsze przejścia.



Nie → sprawdź skład, powłokę i fokus.



OBJAW 08: WYNIK ZMIENIA SIĘ MIĘDZY SZTUKAMI

SPRAWDŹ NAJPIERW:
PARTIA MATERIAŁU → SOCZEWKA → FOKUS → DYM → STÓŁ → USTAWIENIA

Czy zmienił się materiał albo czas pracy?



Tak → wykonaj nowy test i zapisz profil.



Nie → sprawdź zabrudzenie soczewki, odciąg i stabilność maszyny.

NAZWIJ OBJAW →
SPRAWDŹ PRZYCYNĘ →
ZMIEN JEDEN PARAMETR →
TESTUJ



ZASADA DIAGNOZY

Najpierw sprawdź to, co mogło się zmienić bez Twojej świadomości: fokus, soczewkę, materiał, stół, odciąg, plik i mocowanie. Dopiero potem zmieniaj główne parametry.



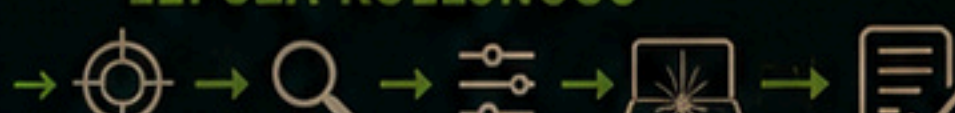
NAJGORSZA KOLEJNOŚĆ



Problem → przypadkowo zwiększ moc → pogorszysz przypalenia → zmienisz prędkość → stracisz punkt odniesienia → nie wiesz, co naprawdę działa.



LEPSZA KOLEJNOŚĆ



Problem → nazwij objaw → sprawdź prostą przyczynę → zmień jeden parametr → wykonaj mały test → zapisz wynik.

SZYBKA KARTA KONSULTACYJNA

Gdy coś poszło źle, zacznij od tej strony.

Ta karta nie zastępuje pełnej diagnozy, ale pomaga szybko wybrać pierwszy krok. Znajdź objaw, sprawdź najbardziej prawdopodobną przyczynę i wykonaj mały test przed zmianą całej pracy.



OBJAW	NAJCZĘSTSZA PRZYCZYNA	SPRAWDŹ NAJPIERW	PIERWSZA KOREKTA
1. Nie przecięło materiału	Za mało energii w linii cięcia albo zły fokus.	Fokus, prędkość, moc, soczewka.	Zmniejsz prędkość lub dodaj lekkie przejście.
2. Krawędź jest czarna	Za dużo ciepła i dymu przy materiale.	Air Assist, odciąg, moc, prędkość.	Zwiększ prędkość albo zmniejsz moc.
3. Spód jest okopcony	Dym odbija się od stołu lub zostaje pod materiałem.	Stół, plaster miodu, odciąg, Air Assist.	Wyczyść stół i popraw przepływ powietrza.
4. Grawer jest za jasny	Za mała intensywność lub słaby kontrast pliku.	Fokus, moc, prędkość, grafika.	Zwiększ moc małym krokiem albo zmniejsz prędkość.
5. Grawer jest za ciemny	Za dużo energii, zbyt gęste wypełnienie lub dym.	Moc, prędkość, DPI, odciąg.	Zmniejsz moc lub zwiększ prędkość.
6. Tekst jest nieczytelny	Zbyt mały font, zły fokus albo zbyt mocny grawer.	Rozmiar tekstu, font, fokus, moc.	Uprość font i przetestuj mniejszą intensywność.
7. Grawer wyszedł w paski	Zły odstęp linii, DPI albo niestabilny ruch.	Odstęp linii, DPI, prędkość, prowadnice.	Zmniejsz odstęp linii lub sprawdź mechanikę.
8. Linie są podwójne	Duplikat w pliku, luz mechaniczny albo przesunięcie materiału.	Plik, mocowanie, pasek, prowadnice.	Usuń duplikaty i wykonaj test jednej linii.
9. Małe elementy się przesuwały	Zła kolejność cięcia, za silny nadmuch lub brak mostków.	Kolejność pracy, Air Assist, mostki.	Dodaj mostki i tnij kontur zewnętrzny na końcu.
10. Narożniki są spalone	Laser zwalnia w rogach, a energia się kumuluje.	Moc, prędkość, ustawienia narożników.	Zmniejsz moc dla detali albo zwiększ prędkość.
11. Materiał się wygina	Za dużo ciepła w cienkim lub naprężonym materiale.	Moc, prędkość, mocowanie, liczba przejść.	Zmniejsz energię i unieruchom materiał.
12. Materiał pęka	Naprężenie, zbyt mocne przejście albo wrażliwy materiał.	Materiał, moc, prędkość, podparcie.	Testuj lżejsze przejścia i stabilne podparcie.
13. Powierzchnia jest lepka	Klej, żywica, lakier, folia albo przegrzanie.	Powłoka, folia, moc, wentylacja.	Zmniejsz moc i sprawdź rodzaj powłoki.
14. Dużo dymu	Słaby odciąg, materiał dymiący albo zbyt agresywne ustawienia.	Wentylacja, filtr, Air Assist, materiał.	Popraw odciąg i zmniejsz przegrzewanie.
15. Wynik zmienił się nagle	Zmiana materiału, brudna soczewka, fokus albo plik.	Materiał, soczewka, fokus, plik.	Wróć do testu kontrolnego i porównaj próbkę.



ZŁOTA ZASADA

Nie poprawiaj wszystkiego naraz. Jeden test = jedna zmiana. Tylko wtedy wiesz, co naprawdę działa.

NAJLEPSZA KOLEJNOŚĆ PRACY



Dobrze ustawiony laser to nie tylko moc i prędkość. To połączenie materiału, pliku, fokusu, powietrza, czystości, kontroli i cierpliwego testowania. Im lepiej diagnozujesz błędy, tym mniej materiału tracisz i tym szybciej osiągasz czysty, powtarzalny efekt.