



CIENKOŚCIENNE KONSTRUKCJE METALOWE

Wykład 3: Projektowanie, wytwarzanie i właściwości wytrzymałościowe

PROJEKTOWANIE PROFILÓW

Elementy z kształtowników giętych należy projektować o profilach dostosowanych do konkretnego przeznaczenia. Zazwyczaj tworzy się systemy konkretnego przeznaczenia: płatwie, więzary dachowe, szkielety domów jednorodzinnych.

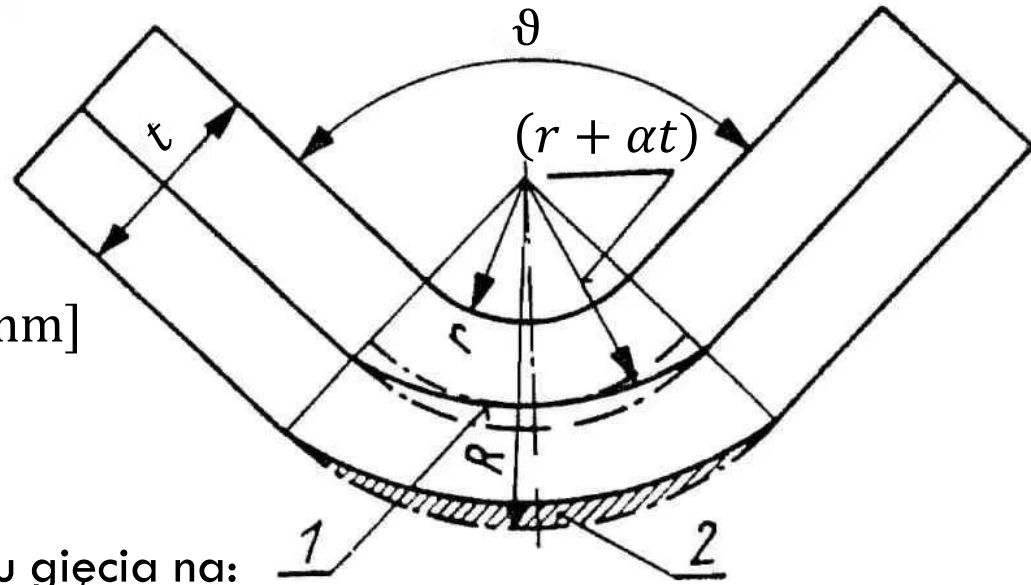
Dobierając profil indywidualnie, należy uwzględnić:

- warunki profilowania na urządzeniach będących w dyspozycji,
- przeznaczenie i warunki użytkowania,
- ochronę przed korozją,
- statyczne uwarunkowania zachowania się pręta i jego połączenia w węzłach lub stykach z innymi częściami konstrukcji,
- możliwość wykonania w wytwórni na urządzeniach, które są w dyspozycji producenta konstrukcji i ewentualnie przedsiębiorstwa montażowego.

PROJEKTOWANIE PROFILÓW

Szerokość materiału wyjściowego:

$$L = \sum_0^{i+1} l_n + \frac{\pi}{180^\circ} \sum_1^i \vartheta (r + \alpha t), [\text{mm}]$$



Wzór ma zastosowanie w przypadku gięcia na:

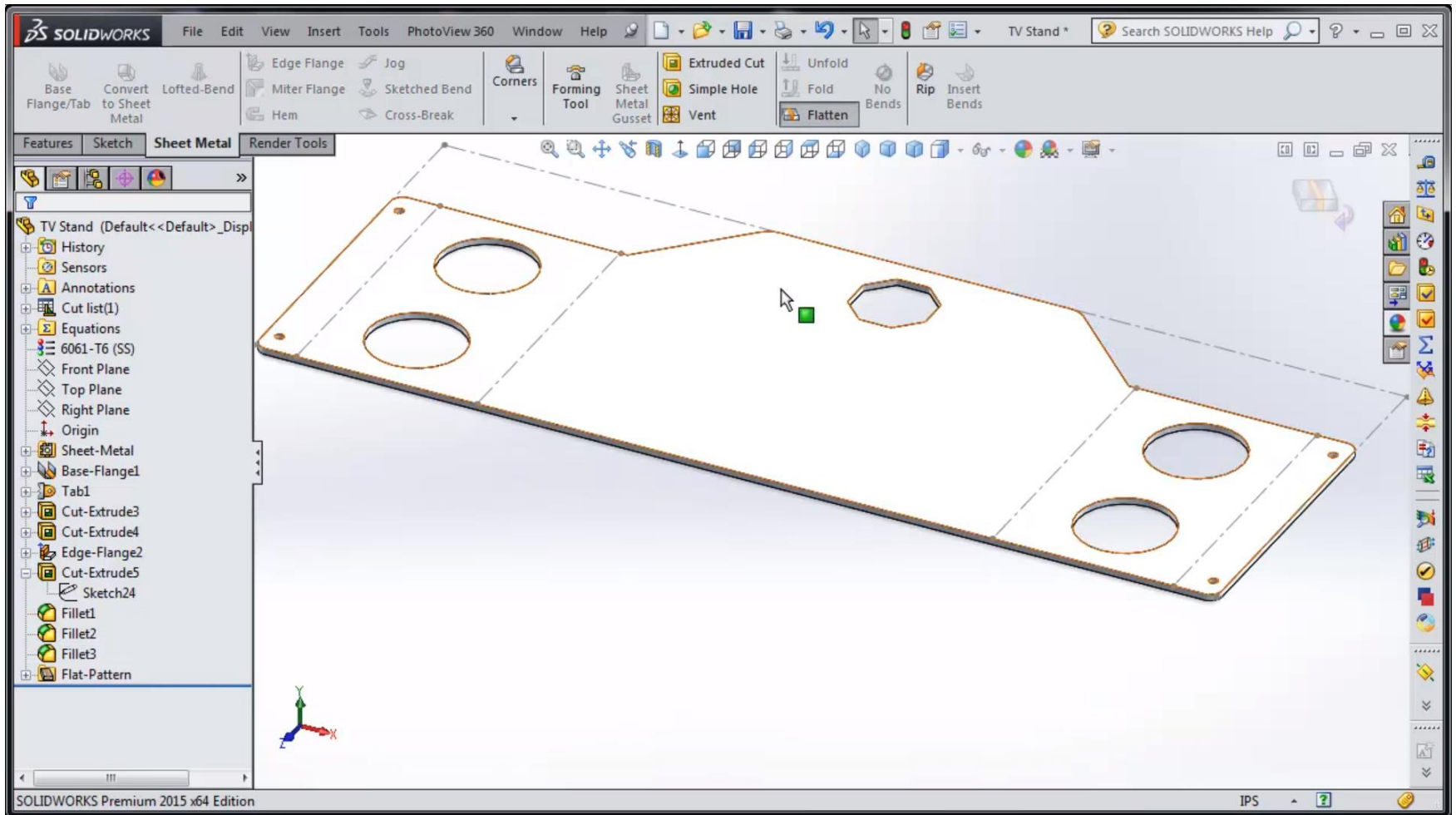
- walcarkach rolkowych,
- prasach,
- krawędziarkach.

r/t	1	1,2	1,35	1,5	2	3	4	5	6	≥ 7
α	0,41	0,42	0,43	0,44	0,45	0,46	0,47	0,48	0,49	0,5

PROJEKTOWANIE PROFILÓW



PROJEKTOWANIE PROFILÓW



ZALECENIA PROJEKTOWE

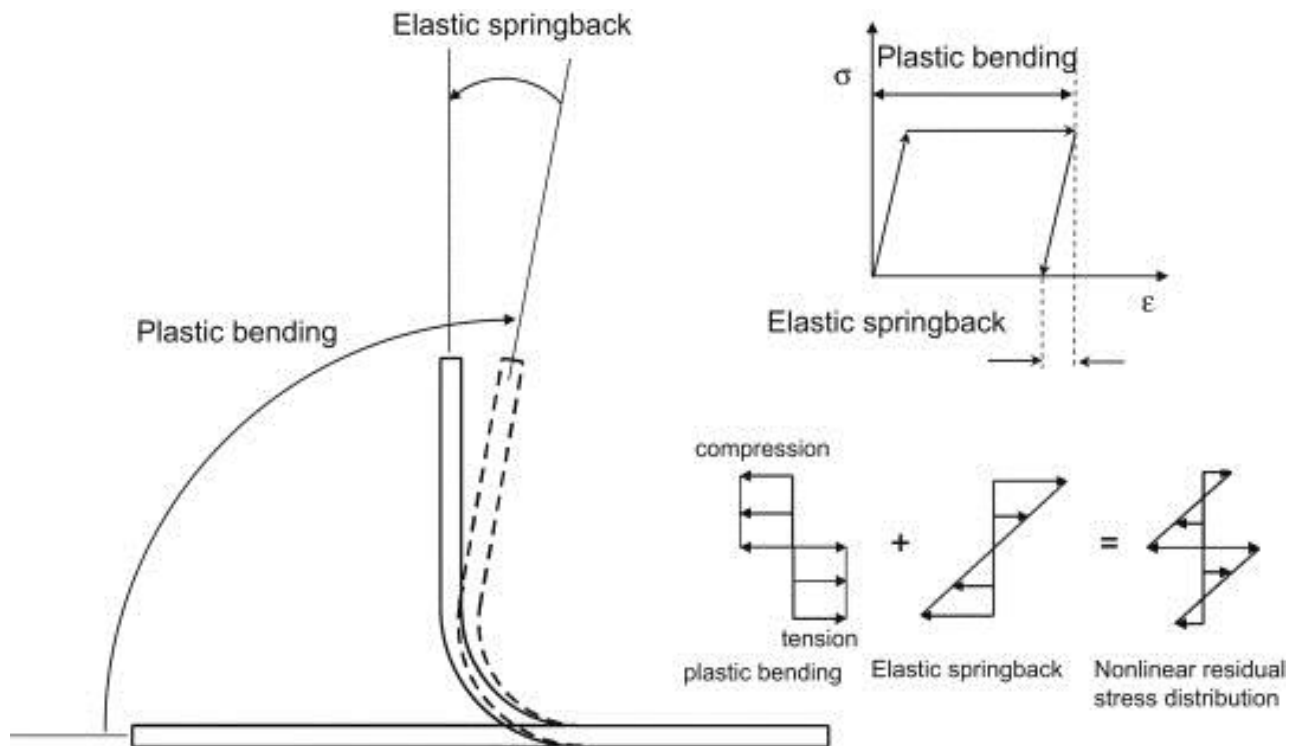
- 1) Na elementy ściskane stosować skrzynki z usztywnionymi stopkami lub kształtowniki zamknięte. Usztywnienia pozwalają na lepsze rozwinięcie przestrzenne i zwiększają sztywność ścianek.
- 2) Na elementy rozciągane stosować kształtowniki o mniejszym rozwinięciu przestrzennym (grubsze ścianki).
- 3) Profile dobierać tak, aby:
 - a) unikać spoin między elementami o cienkich ściankach i grubych blachach,
 - b) stosunek grubości łączonych blach był mniejszy niż 3,
 - c) unikać nadmiernego osłabienia przekroju pręta w obrębie połączeń lub nagłej zmiany kształtu,
 - d) unikać przeciążenia w obrębie złącza przy działaniu dużych sił (unikać koncentracji naprężeń).
- 4) Przy dużych rozwinięciach projektować profile quasi-zamknięte (łączyć przewiązkami lub skratowaniem) albo zamknięto-otwarte (+ duża sztywność skrętna, – pracochłonność).

ZALECENIA TECHNOLOGICZNE

Zalecenia umożliwiające proste wykonanie elementów giętych w wytwórni:

- 1) Pręt konstrukcji wykonywać z jednego kształtownika. Wnika się wówczas przewiązek, skratowań lub długich spoin. W przypadku skomplikowanej geometrii profilu, stosować dwa kształtowniki.
- 2) Unikać spawania poza wytwórnią konstrukcji metalowych.
- 3) Uwzględnić możliwość wykonywania połączeń w sposób możliwie najprostsz przy znanym parku maszynowym wytwórni.

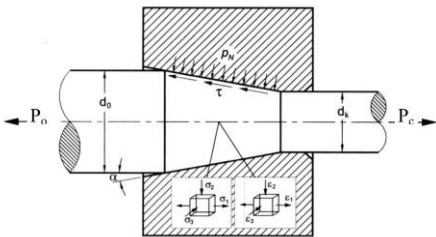
WYTWARZANIE KSZTAŁTOWNIKÓW



WYTWARZANIE KSZTAŁTOWNIKÓW

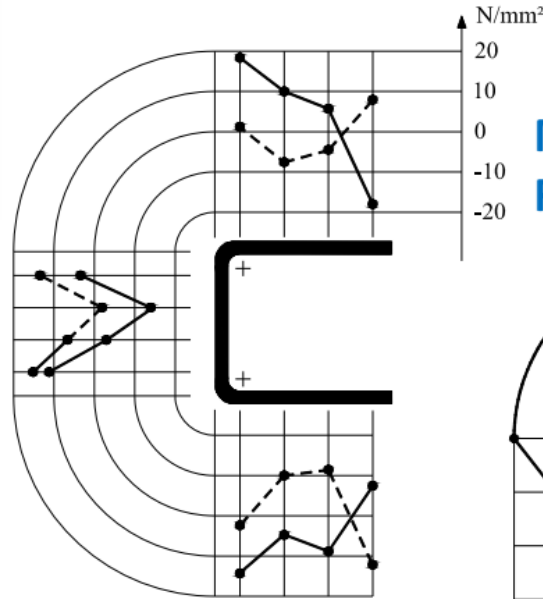
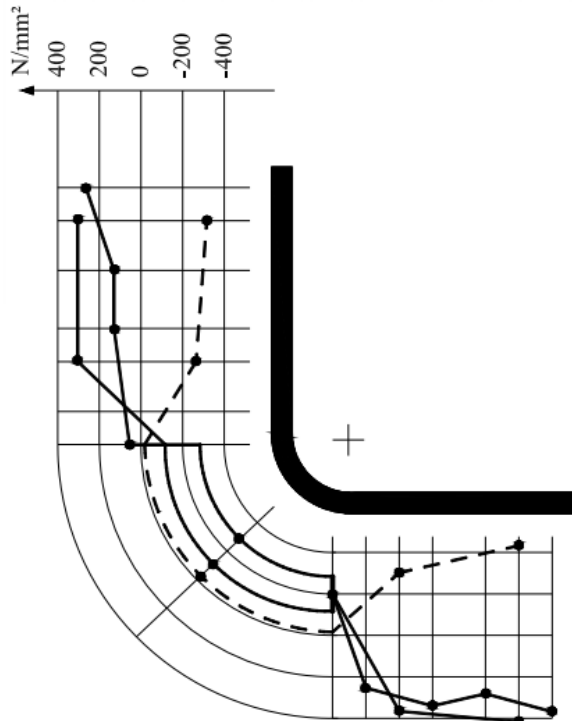
Spośród metod profilowania na zimno najczęściej stosuje się zaginanie taśm, wstęg lub blach na urządzeniach takich jak:

- ciągnarki oczkowe lub rolkowe,
- krawędziarki (maszyny do zaginania),
- walcarki rolkowe (giętarki),
- prasy do gięcia

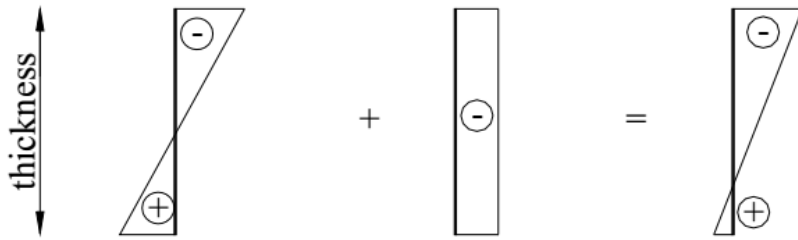
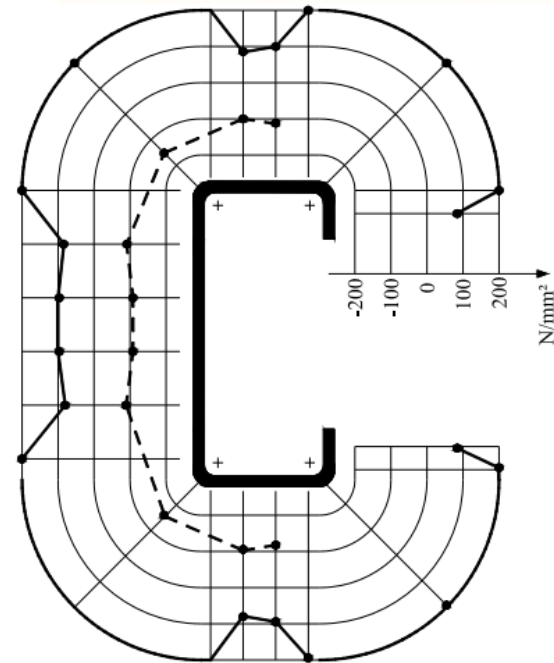


NAPRĘŻENIA REZYDUALNE

(Rondal et al., 1994)



Membrane residual stresses (σ_{rm})
Flexural residual stresses (σ_{rf})

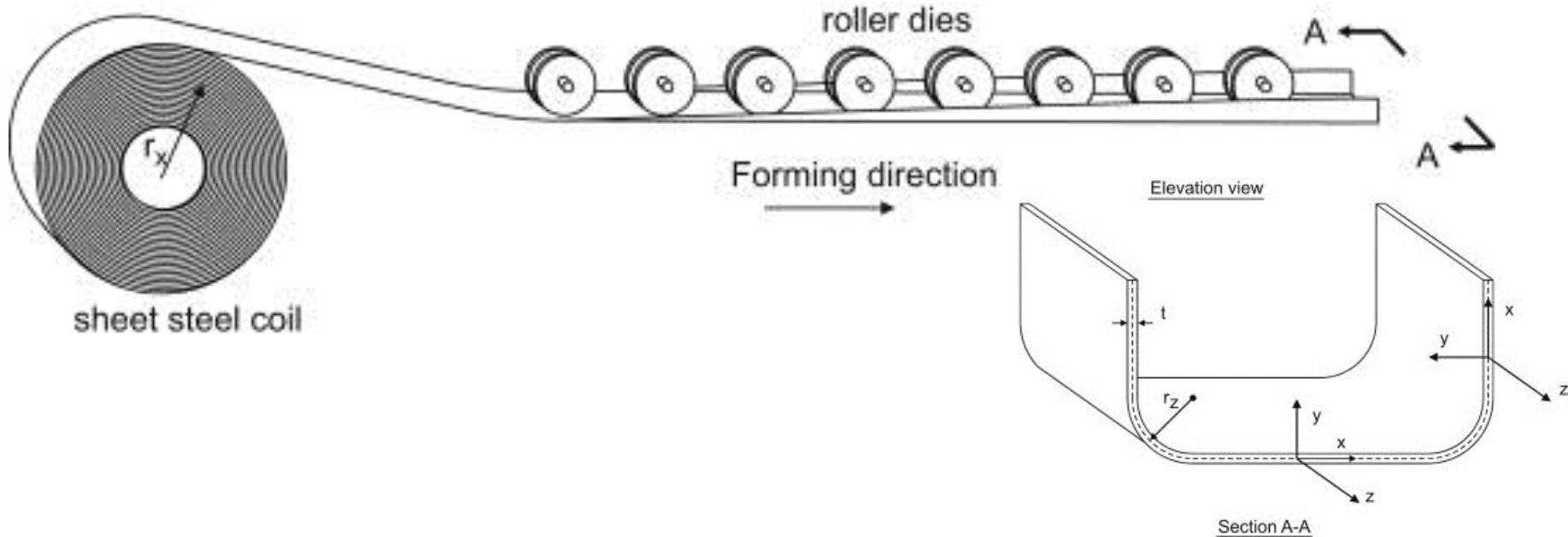


bending/flexural

membrane

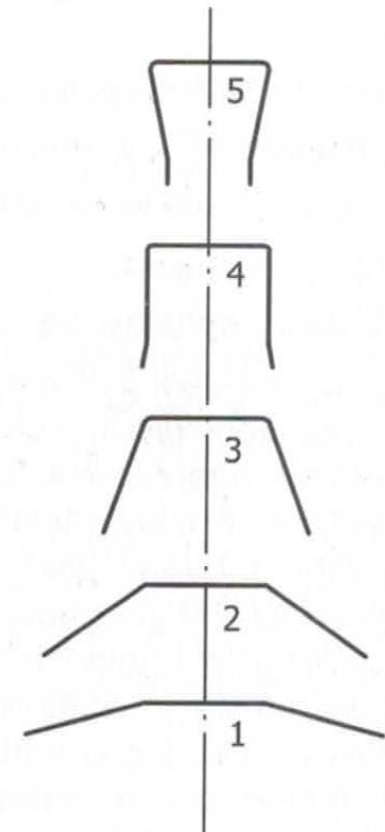
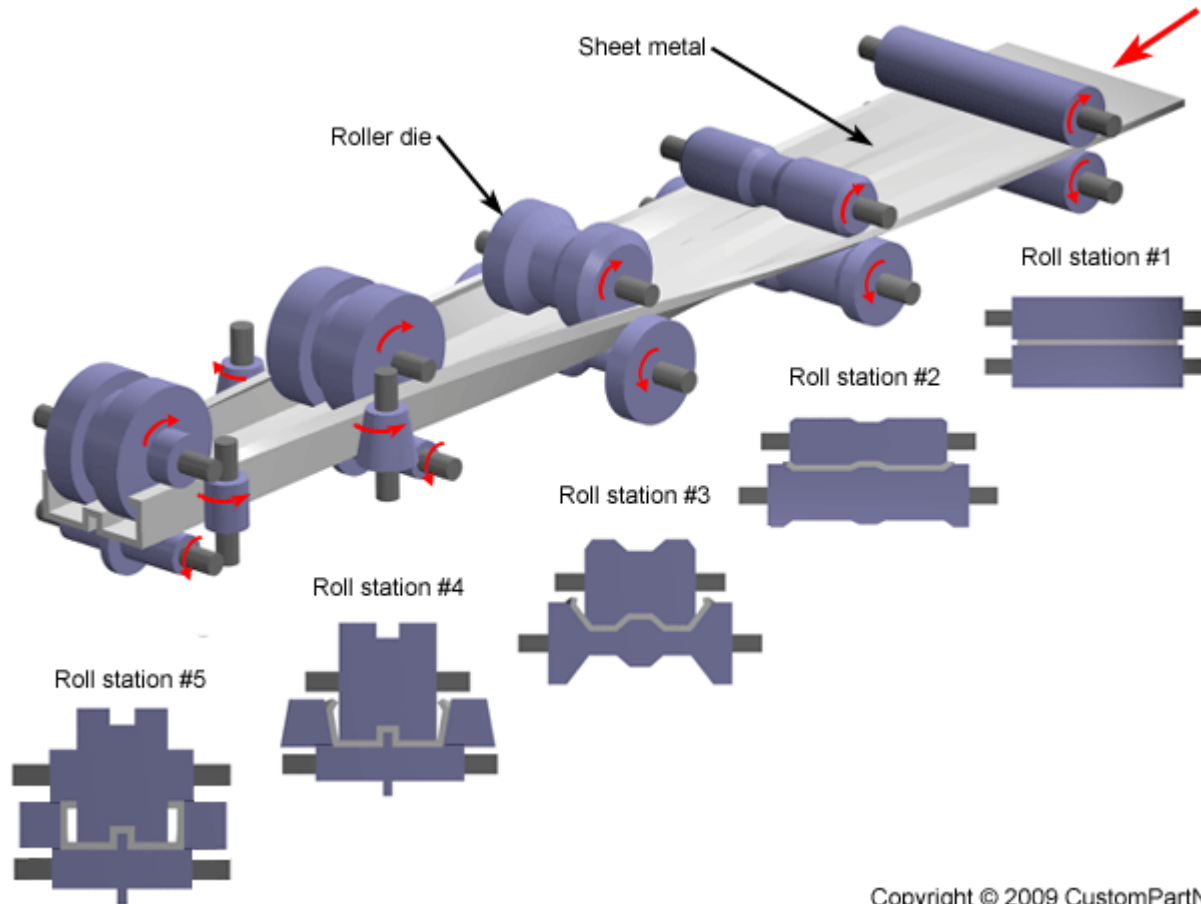
out

WALCARKI ROLKOWE



- Materiał podawany z bębna lub jako ciągły.
- Urządzenia o ruchu ciągłym, każda z sekcji narzuca odkształcenia poprzeczne.
- Po wyprofilowaniu cięty na wymaganą długość.
- W zależności od geometrii wymaga przejścia przez 3 do 15 klatek (wyroby budowlane – 8; ościeżnice, bramy przemysłowe lub blachy fałdowe > 8).

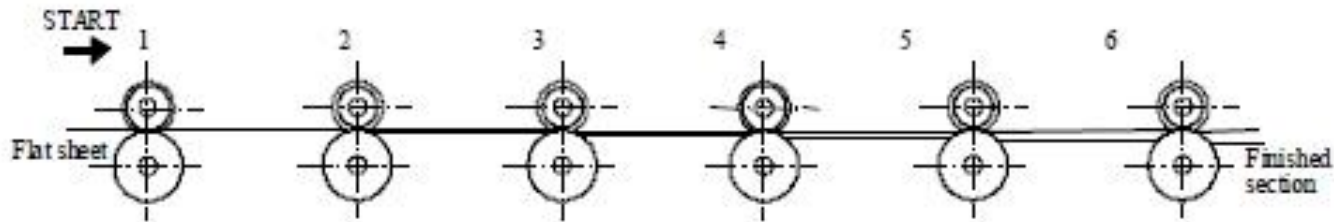
WALCARKI ROLKOWE – FAZY PROFILOWANIA



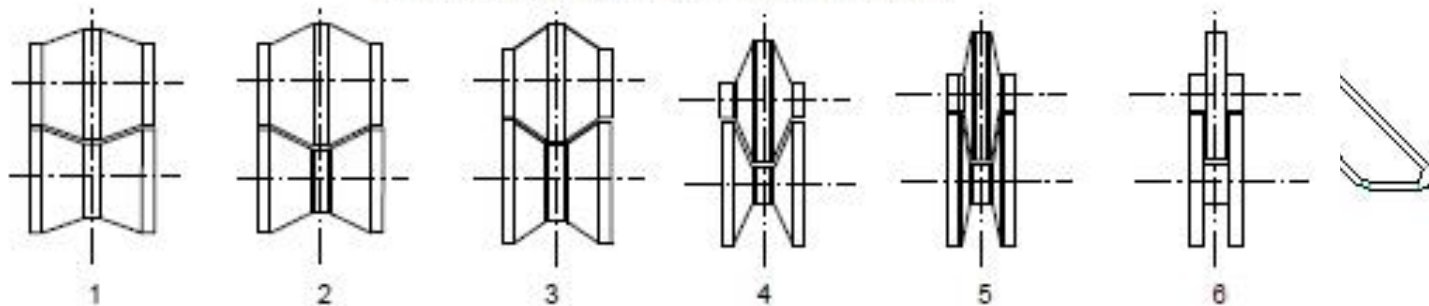
Copyright © 2009 CustomPartNet

2.7 Kolejne fazy profilowania na zimno prostego kształtownika na walcarki rolkowej

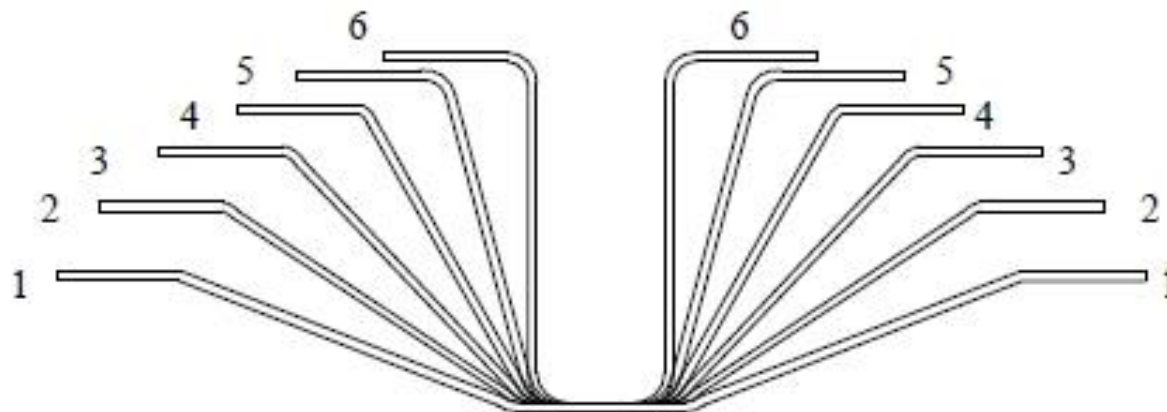
WALCARKI ROLKOWE – FAZY PROFILOWANIA



Stages in forming simple section

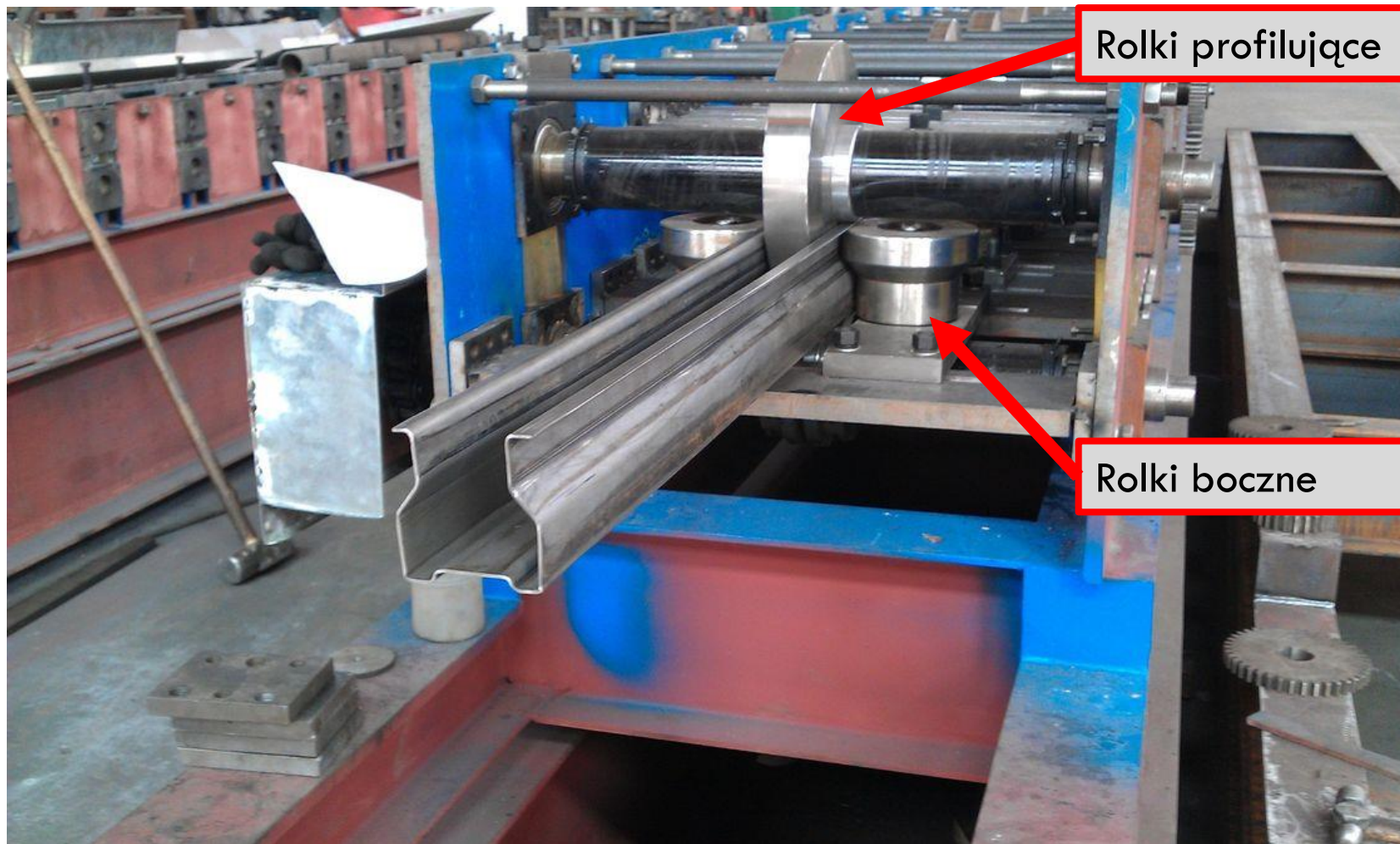


Roller shapes at each stage

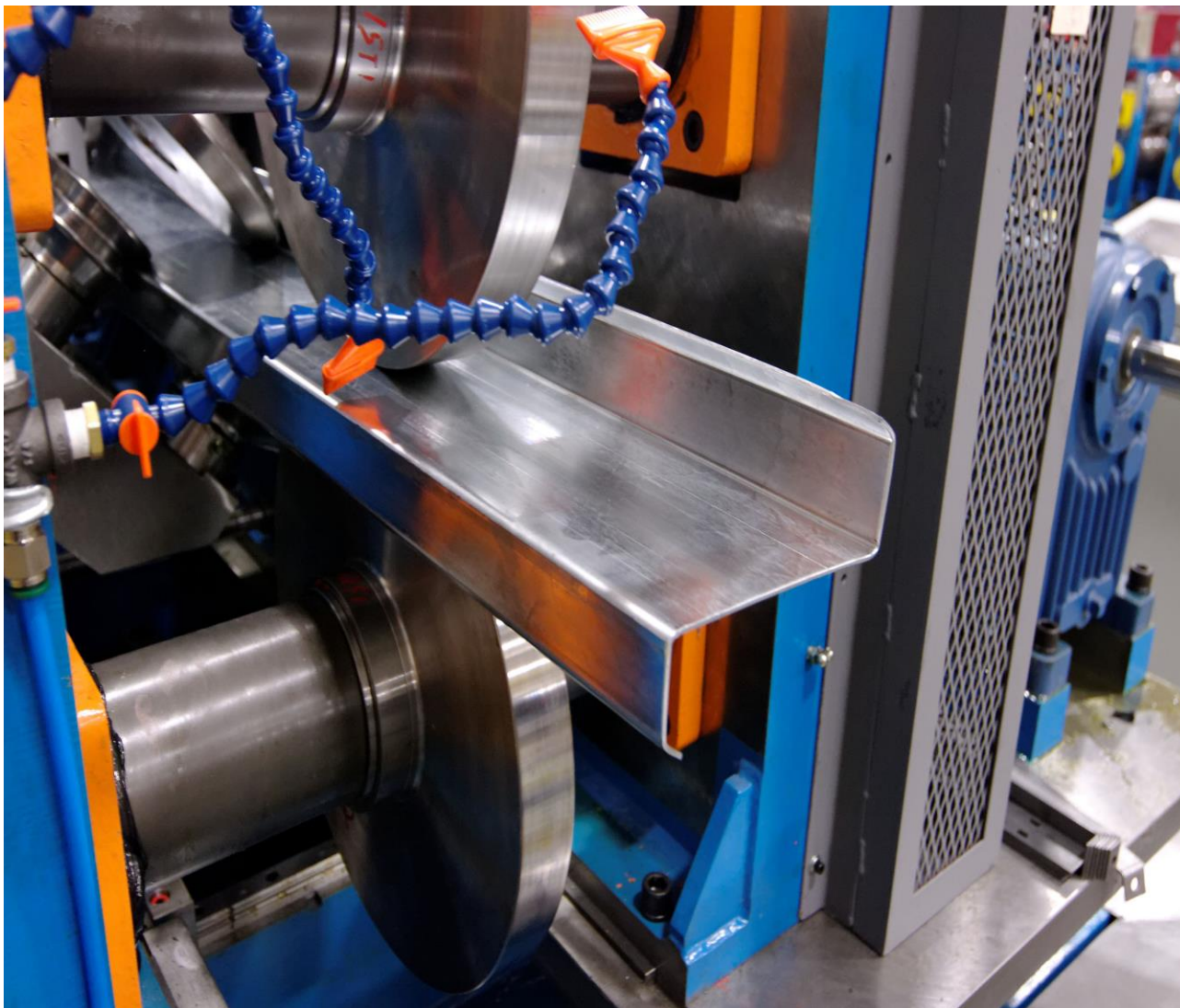


Profile at each stage

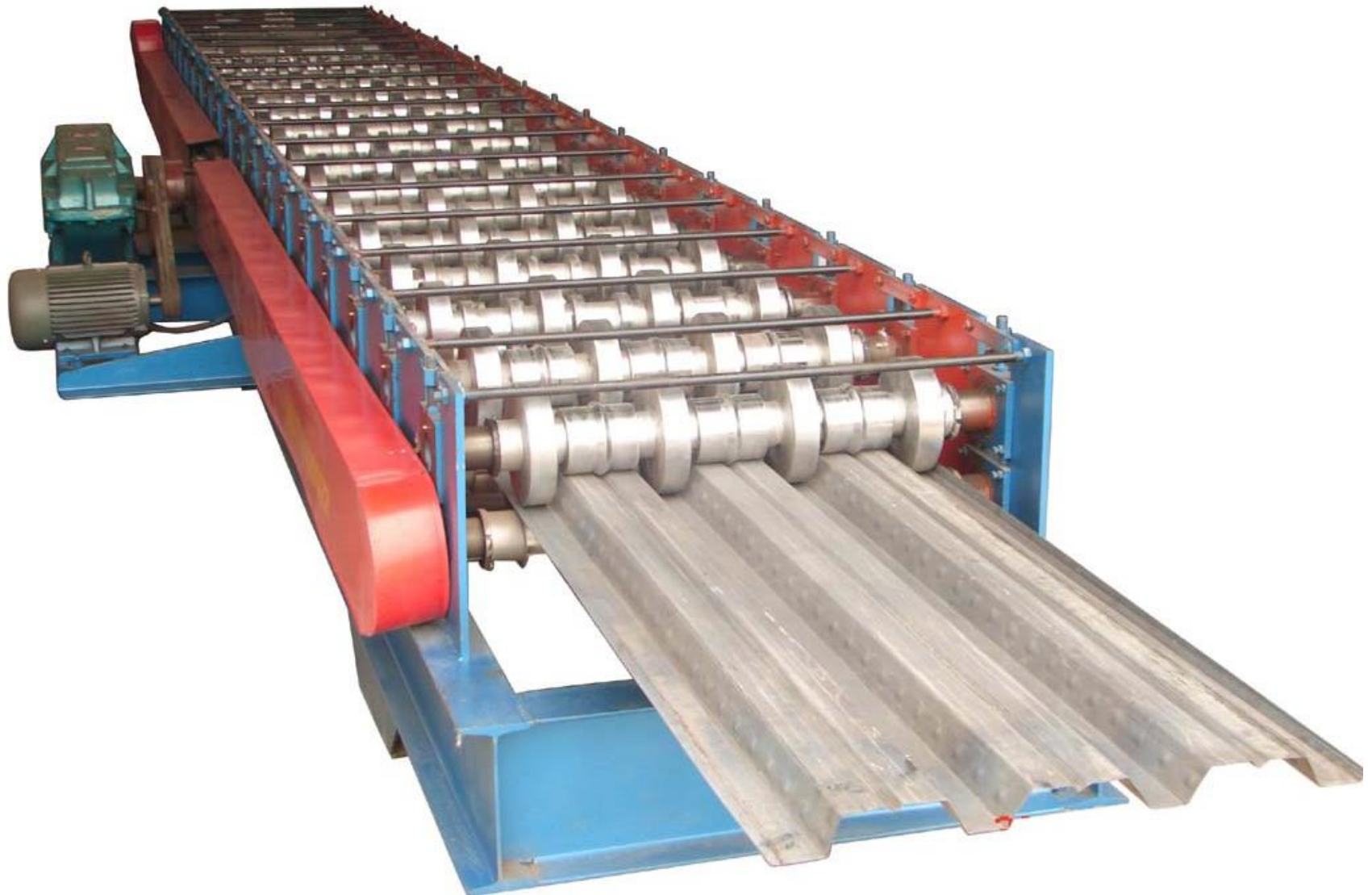
WALCARKI ROLKOWE



WALCARKI ROLKOWE



WALCARKI ROLKOWE



WALCARKI ROLKOWE

Charakterystyka produkcji:

- Kształtowniki o grubości taśmy 0,3–18 mm (w budownictwie zazwyczaj do 6).
- Szerokość materiału wyjściowego 20–2000 mm.
- Wyroby o bardzo dokładnych wymiarach.
- Całkowita mechanizacja profilowania.
- Niskie koszty robocizny.

Uwagi:

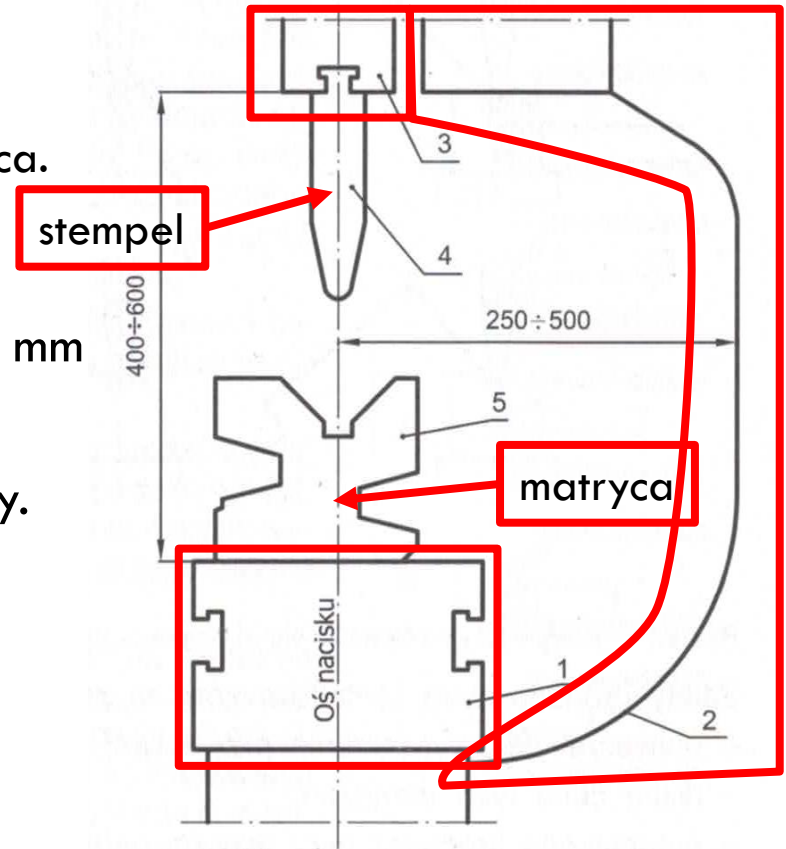
- Wysoki koszt oprzyrządowania (zwłaszcza rolek).
- Wyższe koszty kształtowników w przeliczeniu na tonę.
- Zamawianie kształtowników projektowanych indywidualnie jest nieopłacalne.
- Profile ogólnego przeznaczenia lub stypizowane w ramach systemu konstr.

PRASY DO GIĘCIA

- Stosowane przy niedużych seriach kształtowników profilowanych na zimno.
- Nacisk prasy 400–2500 MN.
- Zasadnicza budowa: stół, korpus, belka gnąca.

Charakterystyka produkcji:

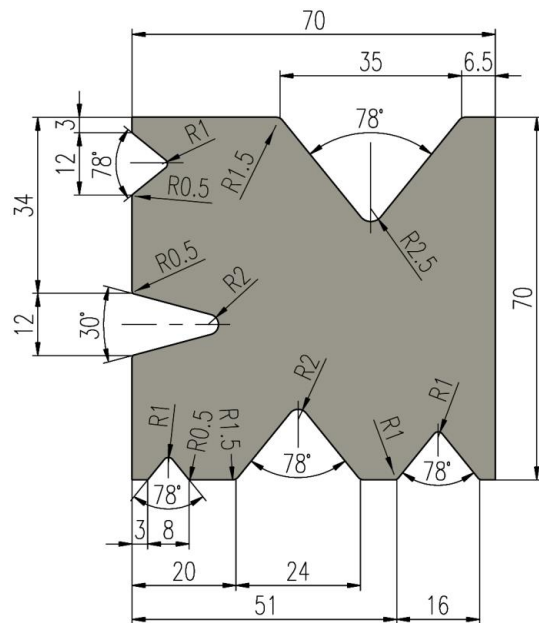
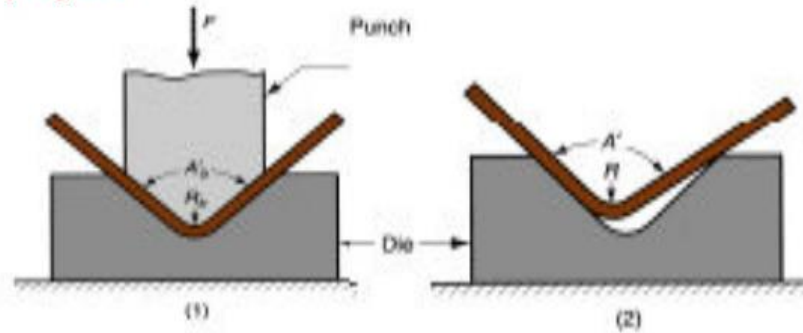
- Produkcja kształtowników o grubości do 16 mm przy długości do 6 m.
- Szerokość pasma ogranicza korpus maszyny.



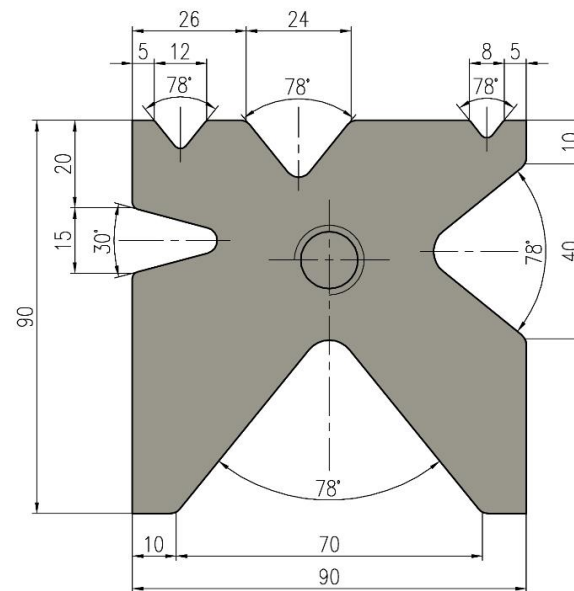
Rys. 2.9 Prasa do gięcia: 1 – stół, 2 – stojak korpusu, 3 – belka gnąca, 4 – górna listwa profilująca, 5 – dolna listwa profilująca

PRASY DO GIĘCIA – TECHNOLOGIA

Spring back

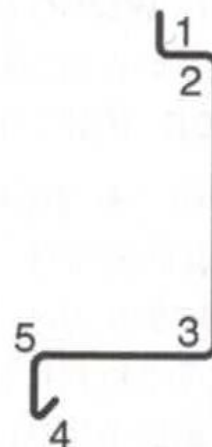
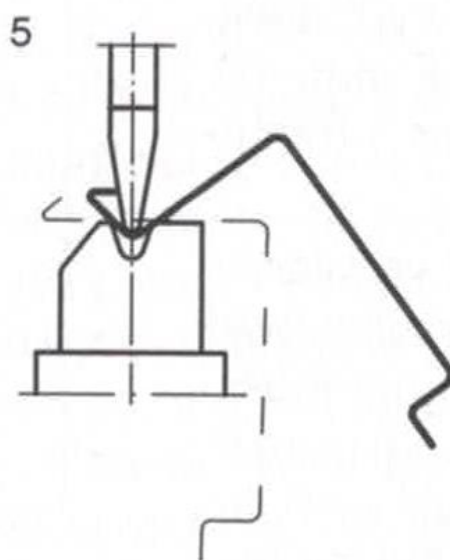
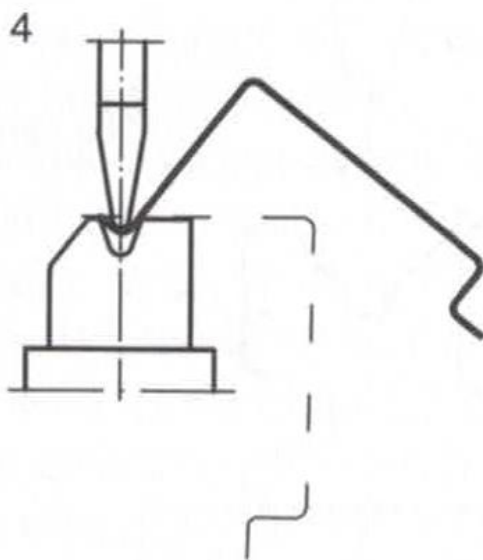
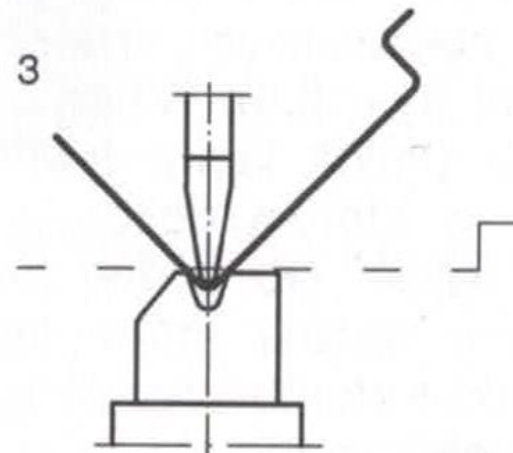
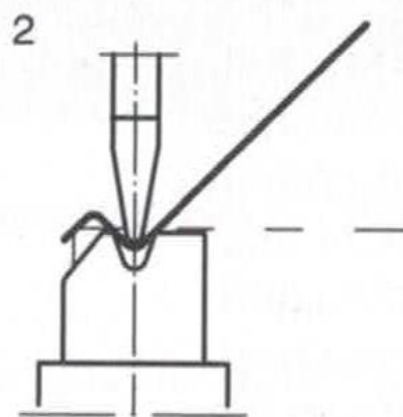
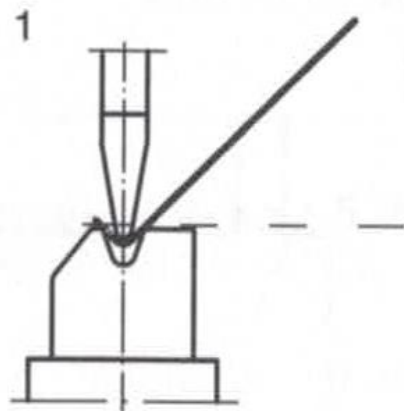


*All dimensions in millimeters, unless otherwise noted.



*All dimensions in millimeters, unless otherwise noted.

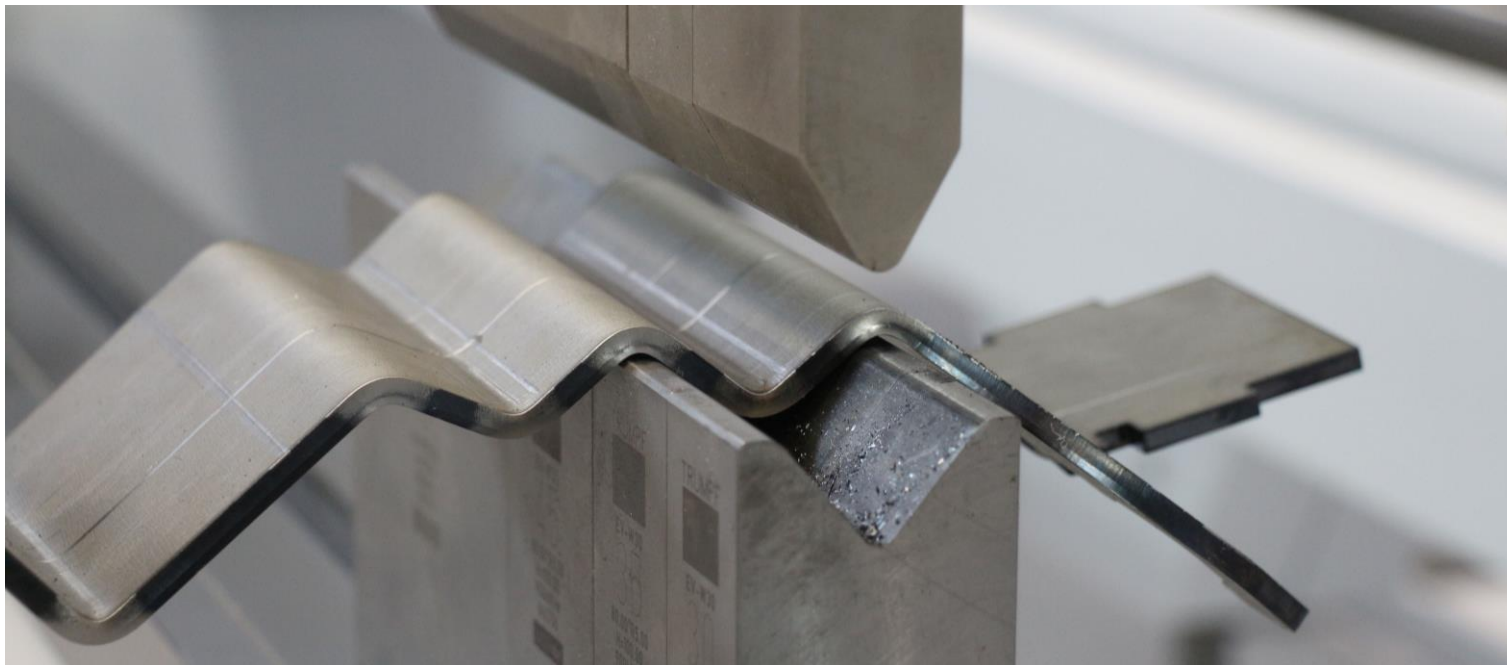
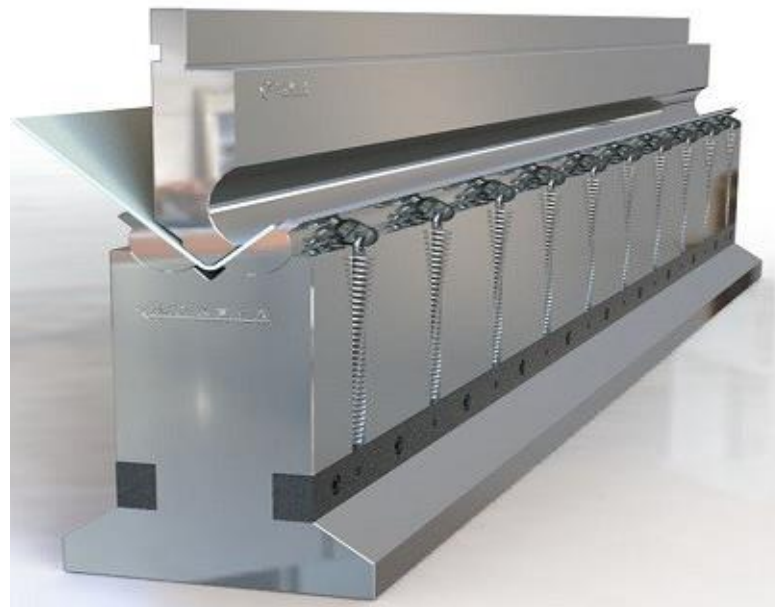
PRASY DO GIĘCIA – TECHNOLOGIA



PRASY DO GIĘCIA



PRASY DO GIĘCIA



PRASY DO GIĘCIA

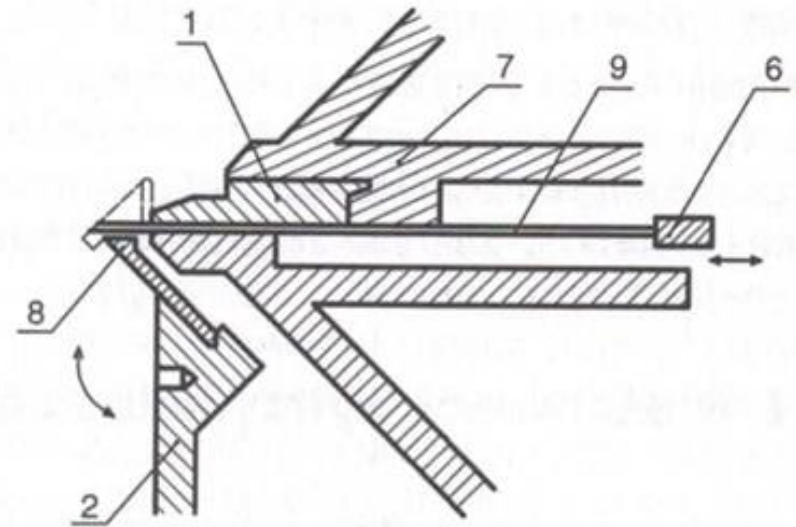
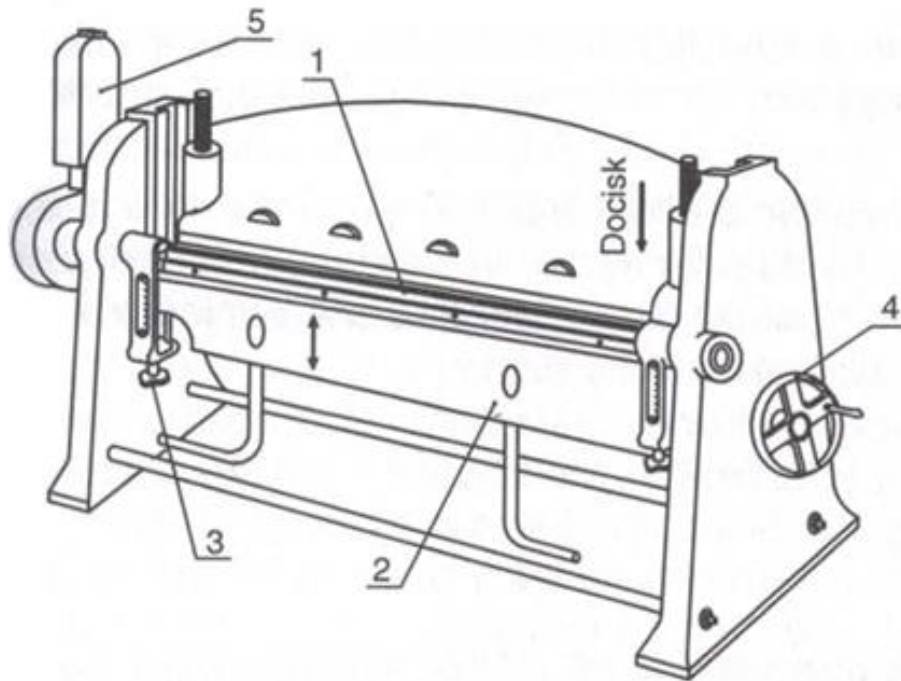
(+) Zalety produkowania kształtowników na prasach:

- uniwersalność wytwarzania przy łatwej zmianie listew profilujących,
- niska cena urządzeń,
- opłacalność produkcji przy małych partiach zamówienia kształtowników.

(-) Wady profilowania na prasach do gięcia:

- brak możliwości wysokiego stopnia zmechanizowania konstrukcji,
- mała wydajność,
- wykwalifikowana obsługa.

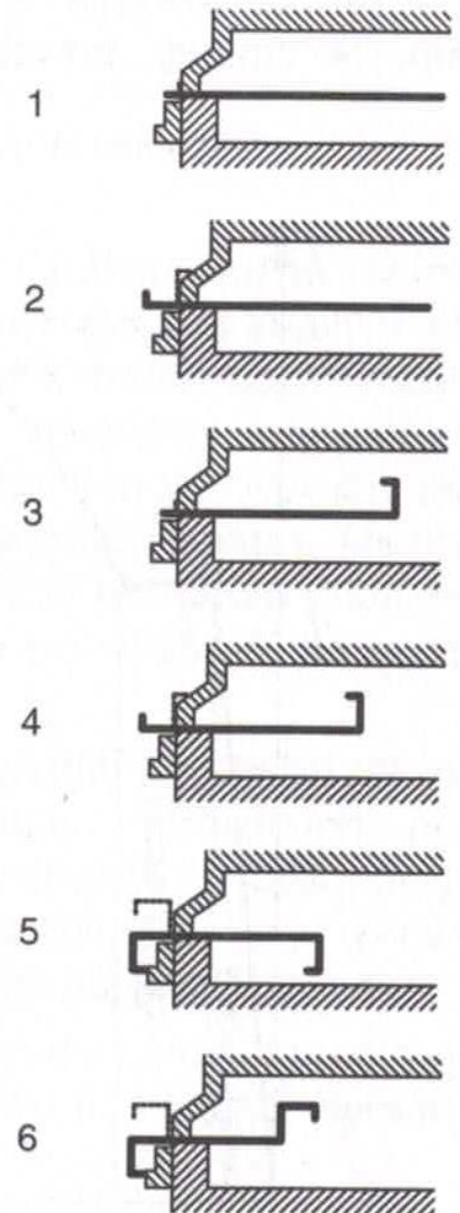
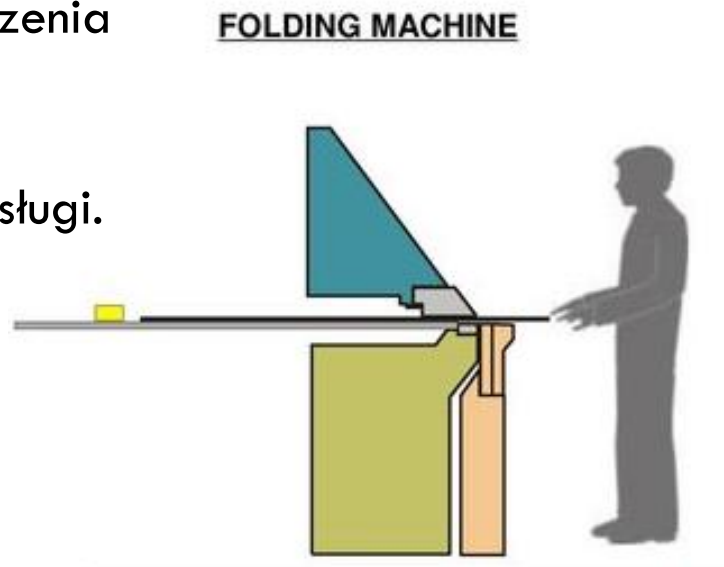
KRAWĘDZIARKI



Krawędziarka do zaginania blach: 1 – listwa profilująca belki górnej, 2 – nastawiana dolna belka gnąca, 3 – śruba do nastawiania dolnej belki, 4 – koło do przesuwania górnej belki (dociskanie blachy), 5 – przeciwciężar, 6 – zde-zrzak nastawny, 7 – górna belka dociskowa, 8 – dolna listwa profilująca, 9 – blacha poddana zginaniu.

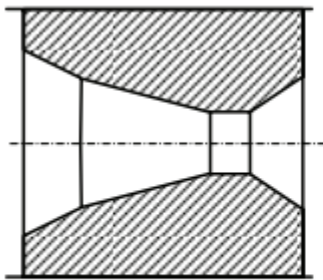
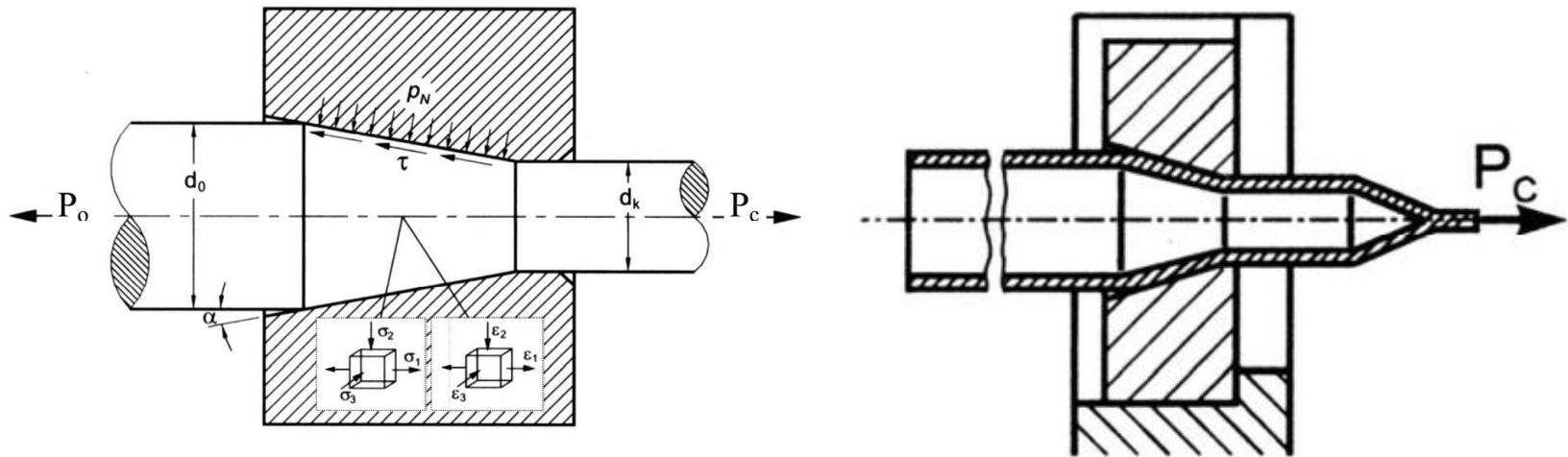
KRAWĘDZIARKI

- Wyroby o małej długości, grubości i wymiarach profilu w niedużych partiach zamówienia.
- Kształtowniki o grubości 0,3–3,0 mm przy długości 1,5–3,0 m (rzadko 6 m).
- Niska wydajność urządzenia.
- Nieduża dokładność profilowania.
- Niskie koszty wytworzenia elementu.
- Nie wymagają wykwalifikowanej obsługi.

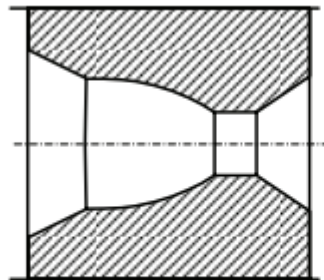


CIĄGARKI

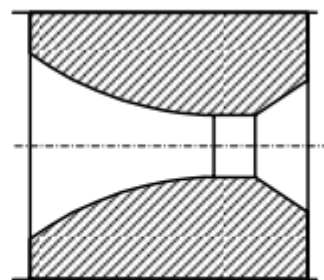
- Bardzo rzadko stosowana przy wyrobach budowlanych.
- Nadanie kształtu przez przeciągnięcie przez głowicę (oczko)



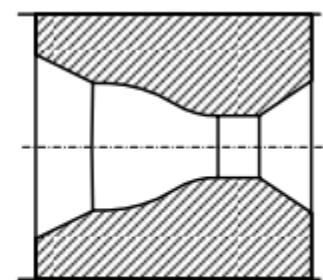
a) stożkowa



b) wklęsła



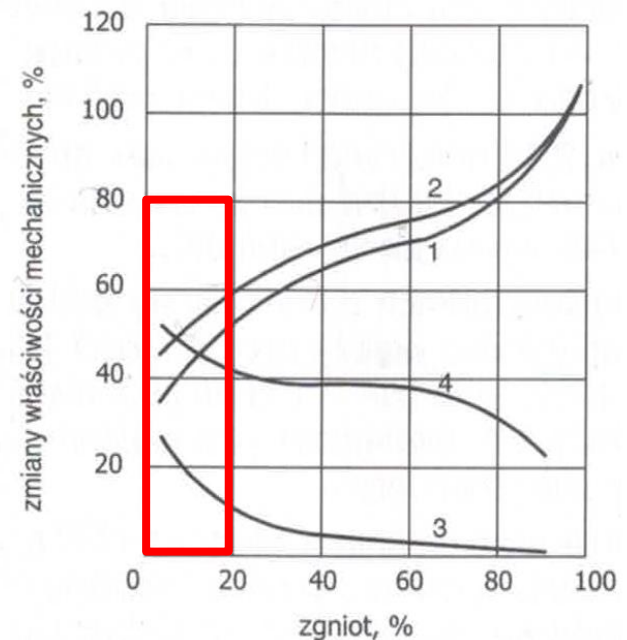
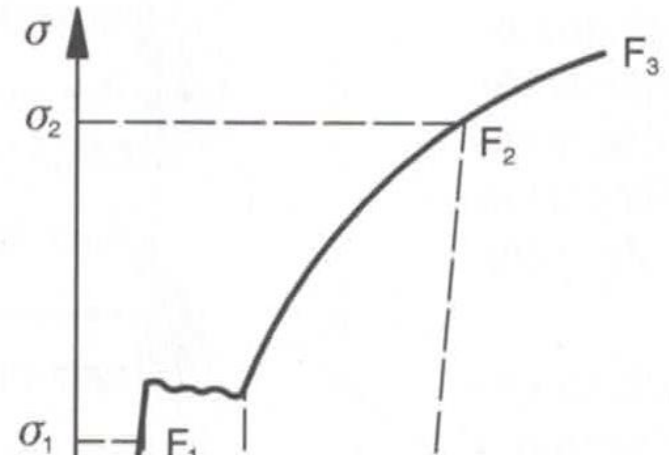
c) łukowa



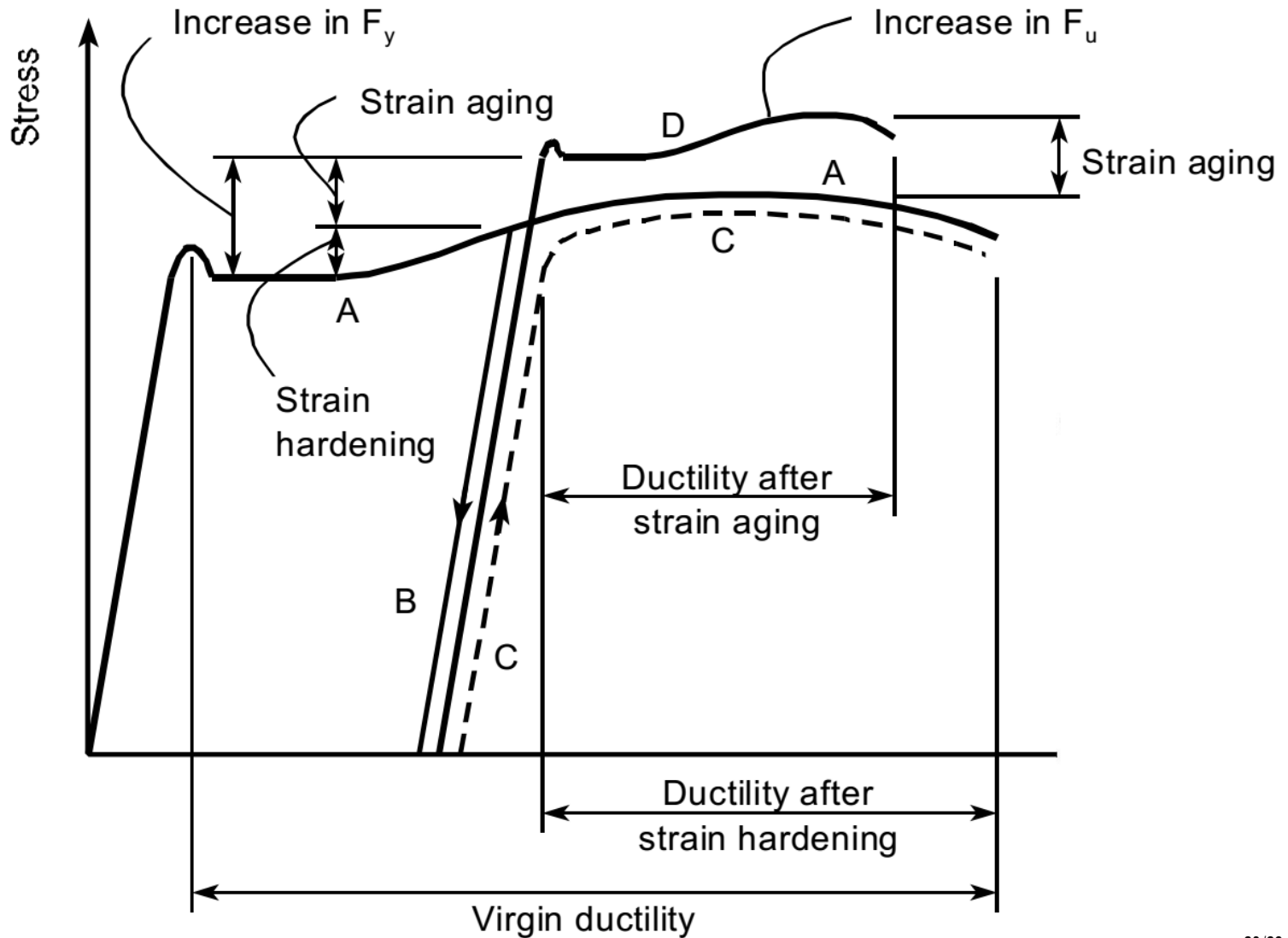
d) sigmoidalna

WŁAŚCIWOŚCI WYTRZYMAŁOŚCIOWE

- Podczas profilowania na zimno wykorzystuje się zdolność metali do przyjmowania trwałych odkształceń.
- Nie powinno to powodować naruszenia spójności materiału (brak rys, pęknięć, naderwań, rozwarstwień).
- Wyróżnia się 3 fazy rozwoju odkształceń.
- Odkształceniom plastycznym towarzyszy zmiana struktury materiału. Zmiany powstające w okresie umocnienia nazywamy **zgniotem**.
- Następuje podwyższenie gr. plastyczności i wytrzymałości lecz zmniejszenie wydłużalności i przewężenia.



WŁAŚCIWOŚCI WYTRZYMAŁOŚCIOWE



WŁAŚCIWOŚCI MATERIAŁOWE

$$f_{ya} = f_{yb} + (f_u - f_{yb}) \frac{knt^2}{A_g}, \quad \text{lecz} \quad f_{ya} \leq \frac{f_u + f_{yb}}{2}$$

Oznaczenia:

f_y – granica plastyczności,

f_{ya} – uśredniona granica plastyczności,

f_{yb} – granica plastyczności materiału wyjściowego,

t – obliczeniowa grubość rdzenna materiału stalowego przed profilowaniem,

t_{nom} – nominalna grubość blachy profilowanej z uwzględnieniem powłok mwtalicznych, lecz bez powłok organicznych,

A_g – pole przekroju brutto,

k – wsp. zależny od metody profilowania (7 – walcowanie, 5 – inne),

n – liczba prostokątnych zagięć w przekroju z promieniem wewnętrznym,

WŁAŚCIWOŚCI MATERIAŁOWE

Uśrednioną granicę plastyczności f_{ya} można przyjmować przy wyznaczaniu nośności:

- przekroju elementów osiowo rozciąganych,
- wyboczeniowej elementów osiowo ściskanych o przekrojach w pełni efektywnych,
- przy zginaniu przekrojów o pasach w pełni efektywnych.

Jeżeli spełniony jest warunek

$$\frac{\sum_{i=1}^m A_{g,i} f_{y,i}}{\sum_{i=1}^m A_{g,i}} \leq f_{ya},$$

to można podzielić przekrój na m płaskich elementów i dla każdego z nich wyznaczyć podwyższoną granicę plastyczności $f_{y,i}$.

Niektóre procesy obróbki cieplnej (zwłaszcza wyżarzanie) mogą powodować redukcję granicy plastyczności poniżej wartości f_{yb} .