

HARDOX®
WEAR PLATE

GIECIE HARDOX®



SSAB

SPIS TREŚCI

Przygotowanie przed gięciem	4
Ważne Narzędzia	5
Stan narzędzi	7
Stabilność maszyn	7
Crowning	7
Siła gięcia	8
Sprężynowanie	8
Zalecenia gięcia	9
Blachy grube Hardox®, zalecenia gięcia	10
Arkusze Hardox®, zalecenia gięcia	11

GIĘCIE HARDOX®

Niniejsza broszura zawiera zalecenia dotyczące gięcia trudnościeralnej blachy Hardox®. Stanowi zestaw wskazówek i zawiera ogólne sugestie, jak osiągnąć najlepsze rezultaty gięcia.

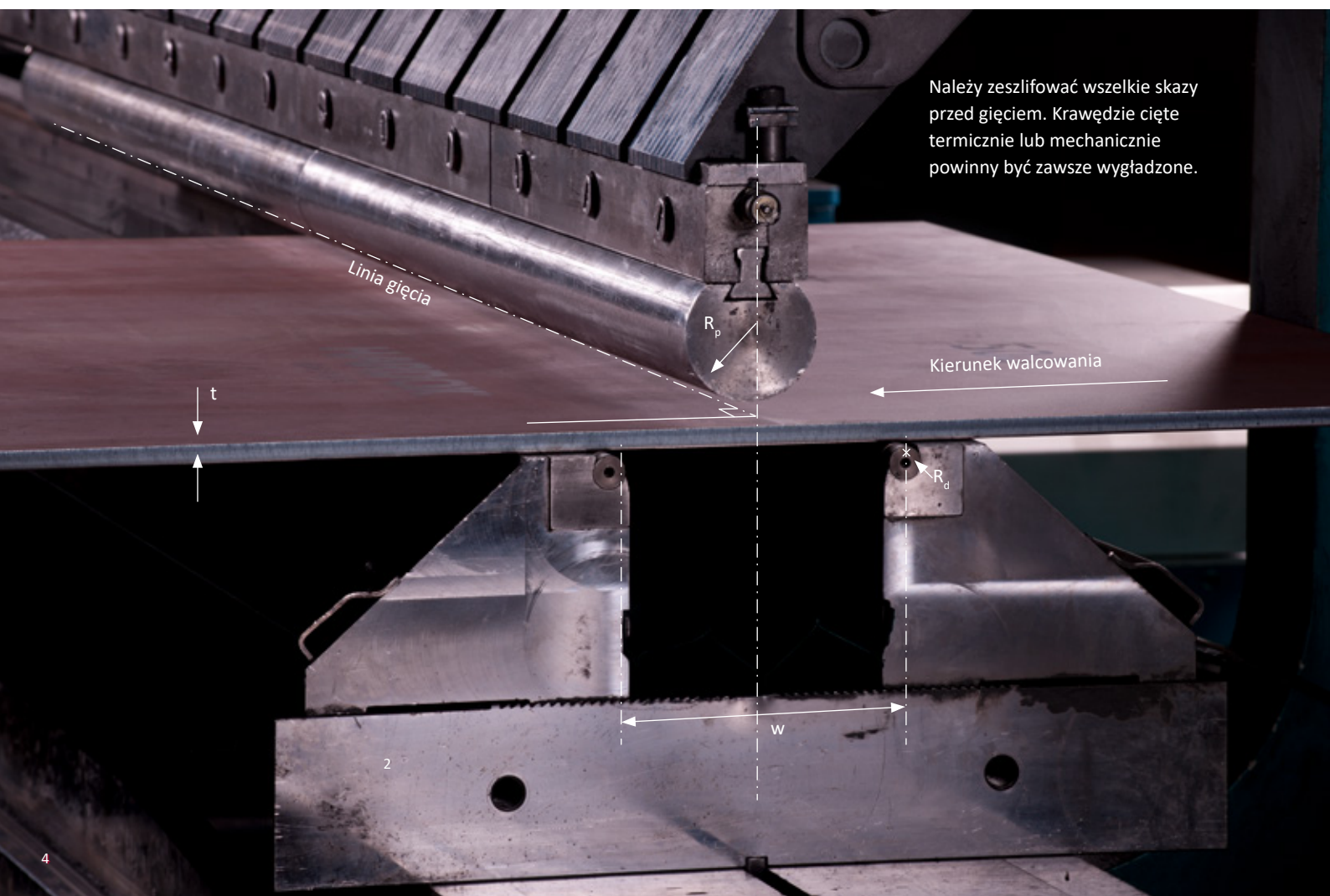
Gięcie wysokowytrzymałych arkuszy i blach rzadko sprawia trudności. Niemniej jednak, należy wziąć pod uwagę określone parametry.

Czysta stal z niewielką ilością wtrąceń to podstawa uzyskania dobrych efektów gięcia. Nowoczesne procesy obróbki SSAB pozwalają zachować wysokie standardy jakości powierzchni, tolerancji i własności mechanicznych.

PRZYGOTOWANIE PRZED GIĘCIEM

- Sprawdź kierunek walcowania blachy. Jeśli to możliwe, ustaw kierunek walcowania prostopadłe do linii gięcia. Dzięki temu, blacha może być gięta z mniejszym promieniem, niż w przypadku linii gięcia równoległej do kierunku walcowania. Zobacz Rysunek 1.
- Sprawdź jakość powierzchni blachy. Uszkodzenia powierzchni mogą zmniejszyć podatność na gięcie, gdyż mogą być przyczyną pęknięć. W przypadku blach grubych, wady takie jak zarysowania czy rdza mogą być często usunięte poprzez staranne szlifowanie. Zarysowania najlepiej szlifować prostopadłe do linii gięcia.
- Krawędzie cięte termicznie lub mechanicznie powinny być wygładzone i zaokrąglone szlifierką.
- Sprawdź stan narzędzi.
- Aby uniknąć nadmiernego zużycia narzędzi, narzędzia powinny być twardsze od obrabianego elementu.
- Upewnij się, że narzędzia i ich parametry są zgodne z zaleceniami podanymi w tej broszurze.
- Krawędzie matrycy powinny być zawsze tak samo twarde lub twardsze od giętej blachy, aby uniknąć jej nadmiernego zużycia. Prostym sposobem, by to uzyskać, jest frezowanie rowków w krawędziach matrycy oraz umieszczenie w rowkach naoliwionych okrągłych prętów z np. hartowanej stali. Promień krawędzi matrycy powinien być co najmniej połową grubości blachy.

RYSUNEK 1 Gięcie prostopadłe do kierunku walcowania.



WAŻNE

- Zawsze zachowuj środki ostrożności i przestrzegaj lokalnych przepisów BHP. Tylko uprawnione osoby mogą znajdować się w pobliżu maszyny. Podczas gięcia stali wysokowytrzymałej nikt nie powinien znajdować się przed prasą krawędziową.
- Upewnij się, że narzędzie górne wraz z obrabianym elementem nie stykają się z dnem matrycy podczas końcowego etapu procesu.
- Weź pod uwagę efekt sprężynowania. Unikaj ponownego gięcia, by poprawić kąt profilu. Poddanie materiału wcześniejszym procesom formowania w dużym stopniu zmniejsza jego podatność na gięcie.
- Siła gięcia, sprężynowanie oraz, ogólnie, minimalny zalecany promień narzędzia górnego zwiększają się wraz z wytrzymałością stali.
- Na wielu blachach Hardox®, identyfikacja blachy jest wybijana prostopadle do kierunku walcowania. Unikaj umieszczania oznaczeń w strefie gięcia ze względu na ryzyko pęknięcia.
- Nadmierne czyszczenie strumieniowe (śrutowanie lub piaskowanie) może mieć negatywny wpływ na podatność na gięcie. Zalecenia dla trudnoscieralnej blachy Hardox® bazują na próbach z oczyszczonymi strumieniowo powierzchniami powlekanyymi podkładem.
- Wysoka szybkość odkształcenia może spowodować lokalny wzrost temperatury w zagięciu. Może mieć to negatywny wpływ na gięcie, zwłaszcza dla grubości powyżej 20 mm. Jeśli to możliwe, zredukuj prędkość narzędzia, by zmniejszyć różnicę temperatur w obrabianej części.

NARZĘDZIA

SZEROKOŚĆ MATRYCY

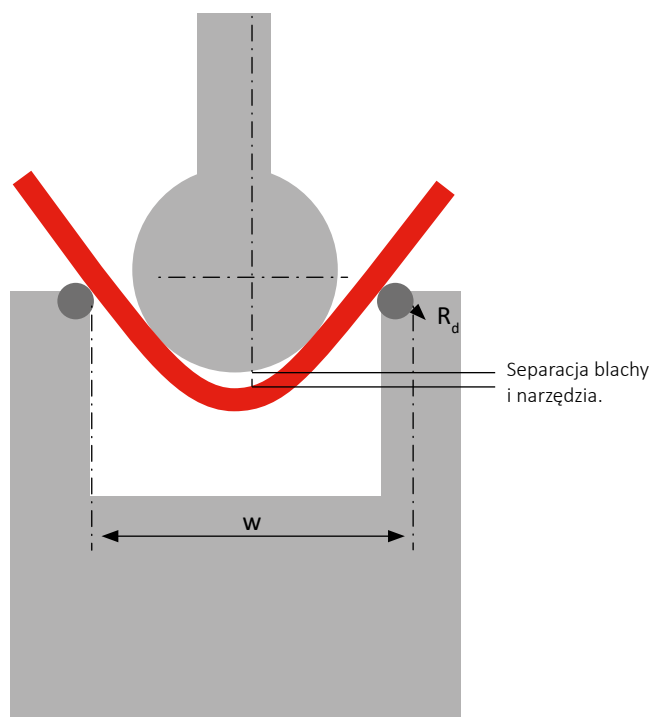
Sprężynowanie zwiększa się z większą szerokością matrycy, podczas gdy siła gięcia się zmniejsza. Upewnij się, że kąt otwarcia matrycy pozwala na doginanie, by skompensować sprężynowanie. Większa szerokość otwarcia matrycy może w wielu przypadkach obniżyć poziom odkształceń w zagięciu. Upewnij się również, że jest wystarczająco dużo miejsca dla wybranego narzędzia górnego razem z obrabianym elementem w matrycy podczas gięcia, bez deformacji matrycy. Minimalne zalecane szerokości otwarcia matrycy pokazane są w tabelach 2 i 3.

Promień krawędzi matrycy powinien być co najmniej połową grubości blachy. Alternatywnie, szerokość matrycy powinna być zwiększona w celu zminimalizowania nacisku na kąt krawędzi matrycy.

NARZĘDZIE GÓRNE

Odpowiedni promień narzędzia, wraz z szerokością matrycy, to najważniejszy parametr. Podczas gięcia stali wysokowytrzymałej, finalny promień wewnętrzny często staje się mniejszy od promienia narzędzia górnego, Rysunek 2. W przypadku małego tarcia między blachą a narzędziami, zjawisko to staje się bardziej oczywiste.

RYСУNEK 2 Separacja blachy podczas gięcia.





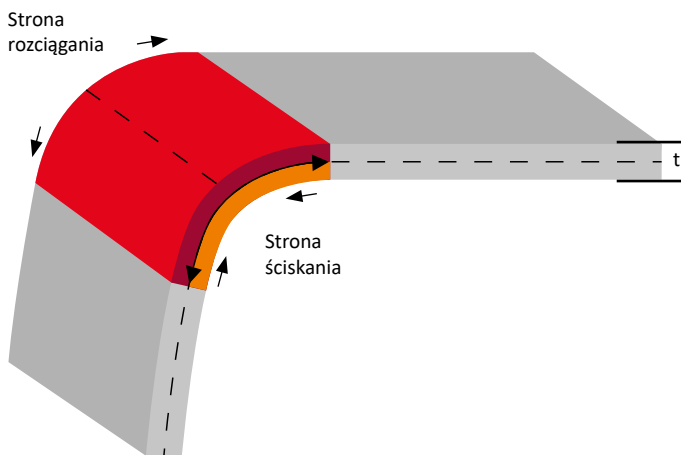
STAN NARZĘDZI

Ze względu na wyższy nacisk kontaktowy między blachą a narzędziami podczas gięcia wysokowytrzymałej trudnościeralnej stali Hardox®, zwiększa się ścieranie narzędzi. Sprawdzaj regularnie, czy promień narzędzia górnego oraz otwarcia matrycy są stałe. Dla zagięć, które pękły w obrabianym elemencie, pęknięcie w wielu przypadkach propaguje od strony ściskania, Rysunek 3. Często wynika to ze złego stanu narzędzia górnego. Krawędzie matrycy powinny pozostawać czyste i nieuszkodzone.

STABILNOŚĆ MASZYN

Wymagana siła gięcia jest często duża, gdy gięte są stale wysokowytrzymałe. Współczynnik tarcia statycznego jest z reguły wyższy od kinetycznego. Może to spowodować zablokowanie się blachy na krawędzi jednego promienia matrycy, a w tym samym czasie zsunięcie się z drugiego. W ten sposób, element kołysze się z przerwami w dół w matrycy w trakcie procesu gięcia. Zjawisko to, zwane stick-slip, może skutkować wyższymi naprężeniami w zagięciu. Używaj stabilnej maszyny i dobrze zamocowanych narzędzi. Pomocne w uniknięciu zjawiska stick-slip i obniżeniu siły gięcia może być oliwienie krawędzi matrycy lub użycie obrotowego promienia matrycy.

RYSUNEK 3 Gięcie.



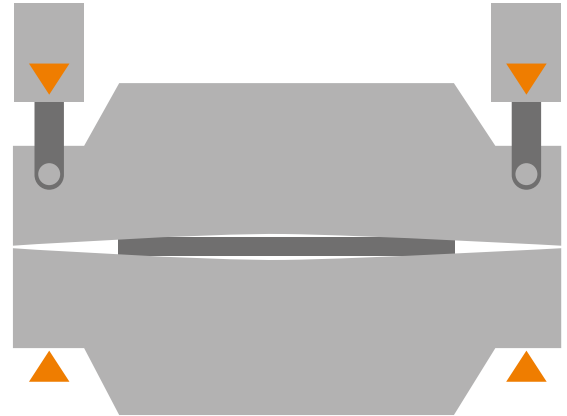
CROWNING

Crowning kompensuje elastyczne odchylenia maszyny gnącej pod ładunkiem, Rysunek 4. Centralna część narzędzia i matrycy odchylają się najbardziej. Dzięki crowningowi, odchylenie (C) może być skompensowane, przez co uzyskuje się taki sam kąt gięcia wzdłuż całej długości. Jeśli gięty profil zostanie zakrzywiony wzdłuż linii gięcia (B), crowning tego nie skompensuje.

Po odciążeniu, naprężenia ściskające pojawiają się na stronie rozciągania, natomiast naprężenia rozciągające po stronie ściskania, Rysunek 3. Rozłożenie naprężeń na grubości blachy powoduje naprężenia wzdłużne. To one powodują zakrzywienie profilu. Wielkość odkształceń zależy głównie od wysokości kotnierza oraz sztywności profilu.

Dodatkową uwagę należy objąć ustawienia crowningu podczas stopniowego gięcia długich profili.

RYSUNEK 4 Crowning.



A Prosty profil.



B Zakrzywiony profil wzdłuż linii gięcia.



C Zakrzywiony kąt profilu.



SIŁA GIĘCIA

Aby ocenić siłę potrzebną podczas gięcia, należy rozważyć nie tylko długość gięcia, grubość blachy, szerokość matrycy i wytrzymałość na rozciąganie, ale także zmienny moment obrotowy w trakcie gięcia. Przyjmuje się, że szczytowe obciążenie jest osiągane przy kącie otwarcia gięcia 120° z normalnym tarcie (bez smarowania). Zawsze zalecamy próby.

$$P = \frac{b \cdot t^2 \cdot R_m}{(W - R_d - R_p) \cdot 9\,800}$$

P = Siła gięcia, tony (metryczne)

t = Grubość blachy, mm

W = Szerokość matrycy, mm (rysunek 1)

b = Długość gięcia, mm

R_m = Wytrzymałość na rozciąganie, MPa (tabela 1)

R_d = Promień na wejściu matrycy, mm

R_p = Promień narzędzia górnego, mm

Formuła Gięcia SSAB® jest weryfikowana próbami dla gięć 90°.

SPRĘŻYNOWANIE

Efekt sprężynowania zwiększa się wraz z granicą plastyczności oraz stosunkiem między szerokością otwarcia matrycy a grubością blachy (W/t). Największy wpływ ma granica plastyczności materiału. W trakcie gięcia, nad giętym przekrojem powstaje różne rozmieszczenie naprężeń szczątkowych. Poziom odkształcenia plastycznego i rozmieszczenie tych naprężeń kontrolują tendencję do sprężynowania. Całe sprężynowanie jest w pełni elastyczne.

Aby skompensować sprężynowanie, matryca powinna być ukształtowana tak, aby umożliwić doginanie (overbending) bez ubytku grubości materiału (coining). Dokładne oszacowanie sprężynowania materiału podczas gięcia jest bardzo trudne, gdyż w dużym stopniu zależy od każdego unikalnego ustawienia narzędzi. Dlatego zalecane są próby.

Dla cieńszych blach lub arkuszy (t < 10 mm), możesz określić sprężynowanie materiału w stopniach, dzieląc wytrzymałość na rozciąganie (MPa) przez 100 (zobacz Tabela 1 z typowymi wartościami wytrzymałości na rozciąganie gatunków stali Hardox®). Warunkiem wstępnym jest, by szerokość matrycy wynosiła około 10-12 x grubość blachy.

Gatunek Hardox®	Typowa wytrzymałość na rozciąganie (MPa)
Hardox® 400	1250
Hardox® 450	1400
Hardox® 500 Tuf	1600
Hardox® 500	1650
Hardox® HiAce	1400
Hardox® HiTemp	1250

TABELA 1 Typowe wartości wytrzymałości na rozciąganie do wyliczenia siły gięcia. Tych wartości nie należy stosować do projektów lub prób zatwierdzających.

Rozważ użycie aplikacji SSAB BendCalc, by uzyskać prawidłowe ustawienia gięcia dla trudnościociernej stali Hardox®. To pierwsze oprogramowanie do szacowania sprężynowania i głębokości narzędzia górnego!

W oparciu o charakterystykę stali, symetrię użytych matryc i narzędzi, ostateczny zagięty kształt i warunki tarcia, program w ciągu kilku sekund daje użytkownikowi wynik:

- Maksymalna siła gięcia
- Sprężynowanie
- Głębokość narzędzia górnego
- Kąt otwarcia w trakcie maksymalnego posuwu
- Minimalna wysokość kołnierza

Możesz zapisać wyniki i udostępnić raport jako PDF.

PARAMETRY WPŁYWAJĄCE NA SPRĘŻYNOWANIE

- Granica plastyczności materiału - wyższa granica powoduje większe sprężynowanie.
- Promień narzędzia górnego - większy promień powoduje większe sprężynowanie.
- Szerokość matrycy - większa szerokość powoduje większe sprężynowanie.
- Utwardzanie odkształceniowe materiału.

ZALECENIA GIĘCIA

Próby gięcia i ich ocena różnią się. Dla blach Hardox® minimalny zalecany stosunek między promieniem narzędzia górnego a grubością blachy (R/t) pokazano w Tabeli 2, natomiast podobne zalecenia dla arkuszy w Tabeli 3. Te zalecenia gięcia bazują na próbach jednym krokiem do 90° po odciążeniu. Szerokości otwarcia matrycy stanowią wytyczne i mogą różnić się nieco, nie wpływając na rezultaty gięcia.

W celu uzyskania dokładniejszych informacji technicznych, prosimy o kontakt z Działem Wsparcia Technicznego lub sprawdzenie strony www.ssab.com.

Trudnościeralna blacha Hardox® jest dostarczana z gwarancją gięcia zgodną z pozostałymi gwarancjami Hardox®.

Możesz także skontaktować się z lokalnym przedstawicielem SSAB.



BLACHY GRUBE HARDOX®, ZALECENIA GIĘCIA

TABELA 2 Zalecenia gięcia dla blachy Hardox® oparte są na matrycach z rolkami i normalnym tarcim (bez smarowania).
R/t oznacza promień narzędzia górnego (R) podzielony przez grubość arkusza (t).

Gatunek Hardox®	Zakres grubości w mm	Prostopadłe do kierunku walcowania minimum Rp/t	Równoległe do kierunku walcowania minimum Rp/t	Szerokość rozwarcia matrycy (W) minimum W/t
Hardox® 400	$t < 8$	2,5	3,0	12
	$8 \leq t < 20$	3,0	4,0	14
	$20 \leq t < 50$	4,0	5,0	16
Hardox® 450	$t < 8$	3,0	3,5	12
	$8 \leq t < 20$	3,5	4,5	14
	$t \geq 20$	4,5	5,0	16
Hardox® 500 Tuf	$t < 8$	3,0	3,5	12
	$8 \leq t < 20$	3,5	4,5	14
	$t \geq 20$	4,5	5,0	16
Hardox® 500	$t < 8$	3,5	4,5	12
	$8 \leq t < 15$	4,0	4,5	14
	$15 \leq t < 20$	4,5	5,0	14
	$t \geq 20$	5,5	6,0	16
Hardox® 550	$8 \leq t < 65$	Prosimy o kontakt z Działem Wsparcia Technicznego SSAB		
Hardox® 600	$6 \leq t < 65$	Prosimy o kontakt z Działem Wsparcia Technicznego SSAB		
Hardox® HiAce	$t < 8$	3,0	3,5	12
	$8 \leq t < 20$	3,5	4,5	14
	$t \geq 20$	4,5	5,0	16
Hardox® HiTemp	$t < 8$	3,0	3,5	12
	$8 \leq t < 20$	3,5	4,5	14
	$t \geq 20$	4,5	5,0	16

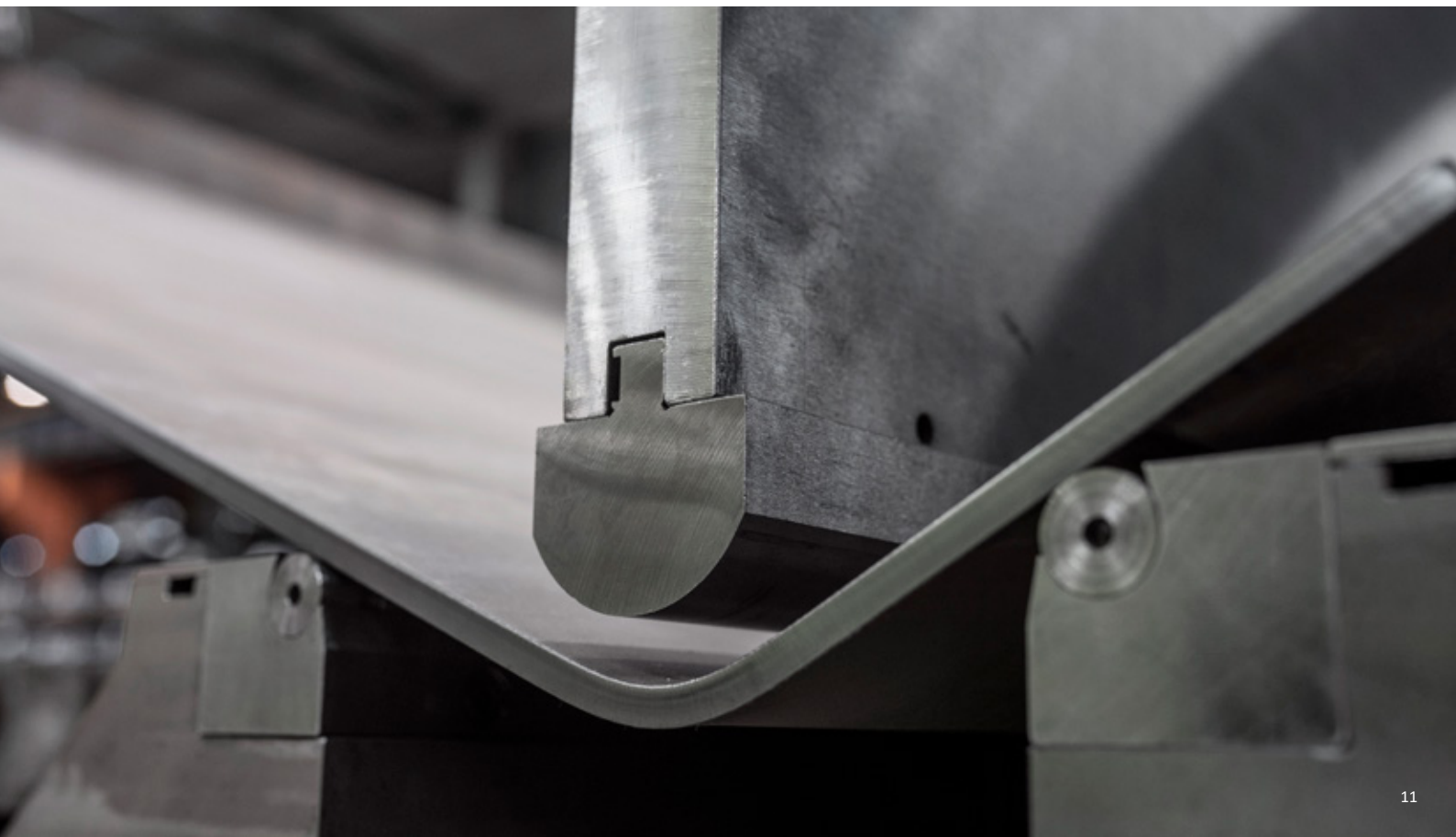
Gatunek Hardox®	Zakres grubości w calach	Prostopadłe do kierunku walcowania minimum Rp/t	Równoległe do kierunku walcowania minimum Rp/t	Szerokość rozwarcia matrycy (W) minimum W/t
Hardox® 400	$t < 0,315''$	2,5	3,0	12
	$0,315 \leq t < 0,787$	3,0	4,0	14
	$0,787'' \leq t < 1,969''$	4,0	5,0	16
Hardox® 450	$t < 0,315''$	3,0	3,5	12
	$0,315 \leq t < 0,787$	3,5	4,5	14
	$t \geq 0,787''$	4,5	5,0	16
Hardox® 500 Tuf	$t < 0,315''$	3,0	3,5	12
	$0,315 \leq t < 0,787$	3,5	4,5	14
	$t \geq 0,787''$	4,5	5,0	16
Hardox® 500	$t < 0,315''$	3,5	4,5	12
	$0,315'' \leq t < 0,591''$	4,0	4,5	14
	$0,591 \leq t < 0,787$	4,5	5,0	14
	$t \geq 0,787''$	5,5	6,0	16
Hardox® 550	$0,315'' \leq t < 2,560''$	Prosimy o kontakt z Działem Wsparcia Technicznego SSAB		
Hardox® 600	$0,236'' \leq t < 2,560''$	Prosimy o kontakt z Działem Wsparcia Technicznego SSAB		
Hardox® HiAce	$t < 0,315''$	3,0	3,5	12
	$0,315 \leq t < 0,787$	3,5	4,5	14
	$t \geq 0,787''$	4,5	5,0	16
Hardox® HiTemp	$t < 0,315''$	3,0	3,5	12
	$0,315 \leq t < 0,787$	3,5	4,5	14
	$t \geq 0,787''$	4,5	5,0	16

ARKUSZE HARDOX®, ZALECENIA GIĘCIA

TABELA 3 Zalecenia gięcia dla blachy Hardox® oparte są na matrycach z rolkami i normalnym tarciem (bez smarowania).
R/t oznacza promień narzędzia górnego (R) podzielony przez grubość arkusza (t).

Gatunek Hardox®	Zakres grubości w mm	Prostopadłe do kierunku walcowania minimum Rp/t	Równoległe do kierunku walcowania minimum Rp/t	Szerokość rozwarcia matrycy (W) minimum W/t
Hardox® 400	$2 \leq t < 4$	3,0	4,0	12
	$4 \leq t \leq 8$	3,0	3,5	12
Hardox® 450	$2 \leq t < 4$	3,0	4,0	12
	$4 \leq t \leq 8$	3,0	3,5	12
Hardox® 450 CR	$0,8 \leq t \leq 2,1$	4,0	4,0	12
Hardox® 500 Tuf	$3 \leq t < 4$	3,0	4,0	12
	$4 \leq t \leq 6,4$	3,0	3,5	12
Hardox® 500	$2 \leq t \leq 7$	3,5	4,0	12
Hardox® 600	$3 \leq t \leq 6$	Prosimy o kontakt z Działem Wsparcia Technicznego SSAB		

Gatunek Hardox®	Zakres grubości w calach	Prostopadłe do kierunku walcowania minimum Rp/t	Równoległe do kierunku walcowania minimum Rp/t	Szerokość rozwarcia matrycy (W) minimum W/t
Hardox® 400	$0,079" \leq t < 0,157"$	3,0	4,0	12
	$0,157" \leq t \leq 0,315"$	3,0	3,5	12
Hardox® 450	$0,079" \leq t < 0,157"$	3,0	4,0	12
	$0,157" \leq t \leq 0,315"$	3,0	3,5	12
Hardox® 450 CR	$0,031" \leq t \leq 0,083"$	4,0	4,0	12
Hardox® 500 Tuf	$0,118 \leq t < 0,157$	3,0	4,0	12
	$0,157" \leq t \leq 0,252"$	3,0	3,5	12
Hardox® 500	$0,079" \leq t \leq 0,276"$	3,5	4,0	12
Hardox® 600	$0,118" \leq t \leq 0,236"$	Prosimy o kontakt z Działem Wsparcia Technicznego SSAB		



SSAB to spółka produkująca stal z siedzibami w Skandynawii i Stanach Zjednoczonych, budująca mocniejszy, lżejszy i bardziej zrównoważony świat poprzez produkty stalowe i usługi oferujące wartość dodaną. We współpracy z naszymi partnerami biznesowymi opracowaliśmy wolną od paliw kopalnych stal SSAB Fossil-free™ i planujemy zmodernizować cały łańcuch wartości od kopalni aż po klienta końcowego, w dużym stopniu eliminując emisję dwutlenku węgla z naszej własnej działalności. SSAB Zero™, stal w dużej mierze niepowodująca emisji dwutlenku węgla, oparta na stali pochodzącej z recyklingu, jeszcze bardziej wzmacnia wiodącą pozycję SSAB i naszą kompleksową, zrównoważoną ofertę niezależną od surowców. SSAB ma pracowników w ponad 50 krajach i zakłady produkcyjne w Szwecji, Finlandii i Stanach Zjednoczonych. Spółka SSAB jest notowana na giełdzie Nasdaq w Sztokholmie oraz na giełdzie Nasdaq w Helsinkach. Wybierz się w podróż wraz z nami! www.ssab.com, Facebook, Instagram, LinkedIn, X i YouTube.

Odkryj świat trudnościelnej blachy Hardox®



SSAB
SE-613 80 Oxelösund
Szwecja

Tel. +46 155 25 40 00
contact@ssab.com

hardox.com

Hardox® jest znakiem handlowym Grupy SSAB. Wszelkie prawa zastrzeżone. Informacje zawarte w broszurze mają charakter wyłącznie orientacyjny. SSAB AB nie ponosi odpowiedzialności za stosowność danych dla konkretnego zastosowania. Użytkownik odpowiada za niezależne sprawdzenie odpowiedniego charakteru wszystkich produktów i zastosowań. Informacje dostarczone poniżej przez SSAB AB są zgodne z obecnie dostępnym stanem wiedzy, a całość ryzyka z nimi związanymi leży po stronie użytkownika.

Copyright © 2024 SSAB AB. Wszelkie prawa zastrzeżone.

SSAB