

**Politechnika  
Warszawska**

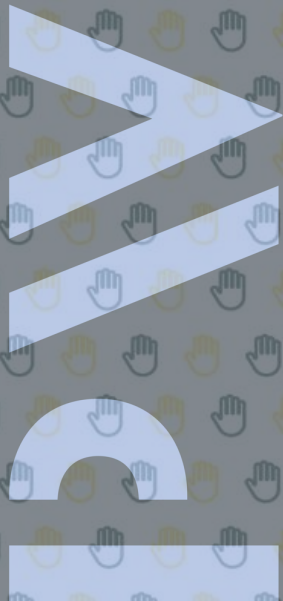
Zakład Podstaw Konstrukcji

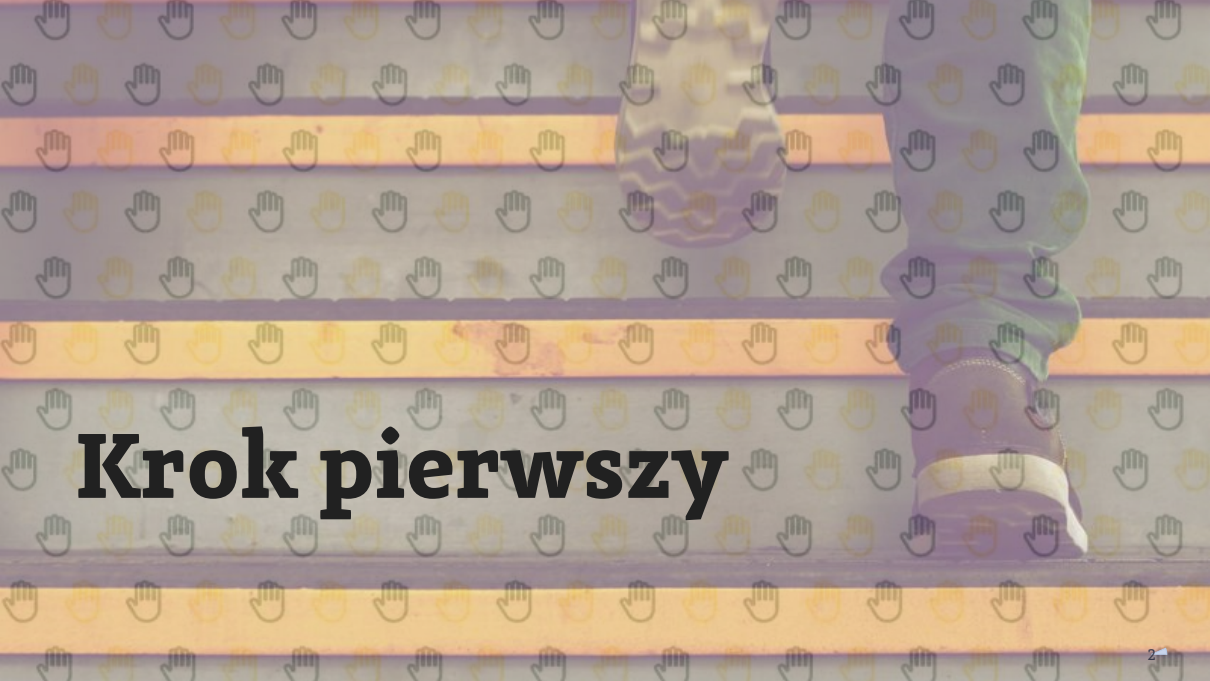
# Projektowanie

mgr inż. Grzegorz Kamiński

[grzegorz.kaminski@pw.edu.pl](mailto:grzegorz.kaminski@pw.edu.pl)

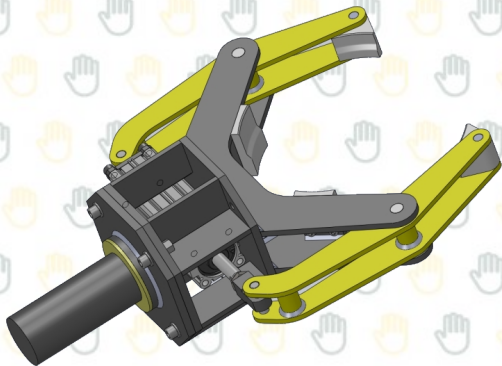
6 października 2022  
Wersja 1.22





# Krok pierwszy

# Główne wymiary chwytaka



Umożliwienie chwycenia  
przedmiotu

Politechnika  
Warszawska



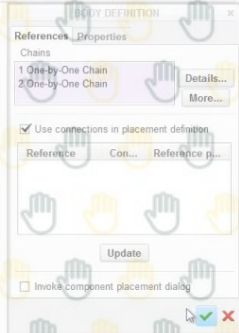
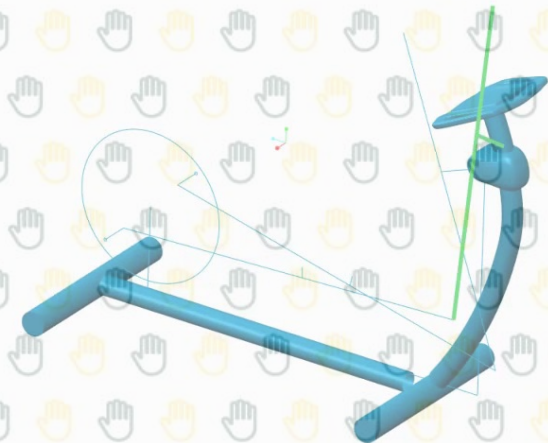
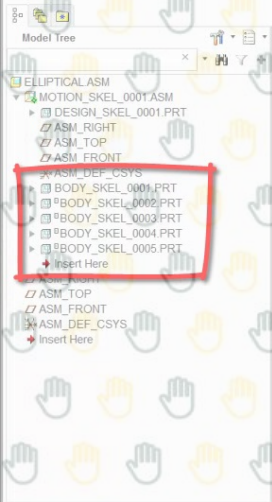
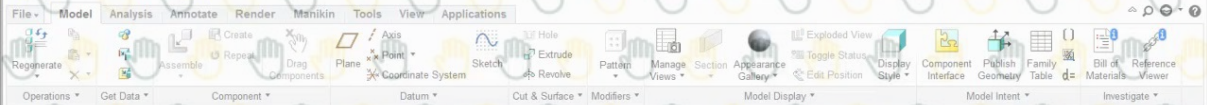
Skok siłownika większy od zakresu  
ruchu



# Trial

# &

# Error



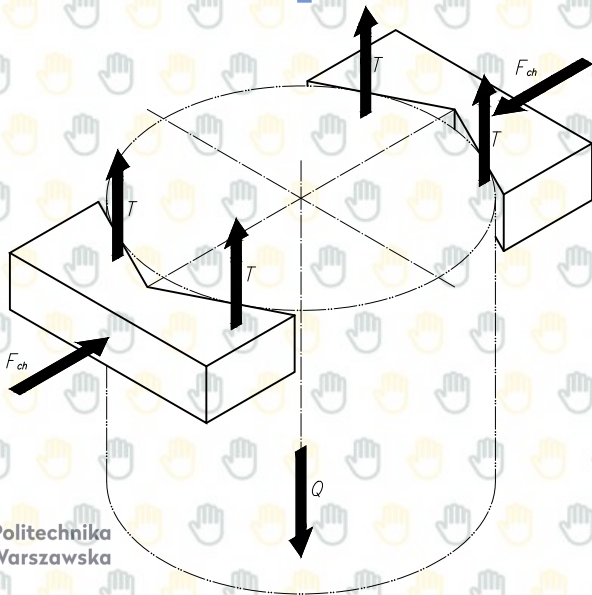
Active Skeleton: MOTION\_SKEL\_0001

The background of the slide features a repeating pattern of stylized hand icons in various colors (yellow, orange, purple, blue) arranged in rows. Overlaid on this pattern are horizontal stripes in the colors of the rainbow (red, orange, yellow, green, blue, purple).

# Krok drugi



# Siła docisku przedmiotu



- \*  $d_{max}$  — maksymalna średnica obiektu,
- \*  $Q$  — ciężar przenoszonego obiektu,
- \*  $\mu$  — współczynnik tarcia  
(<http://www.tribology-abc.com/abc/cof.htm>),
- \*  $n = 2$  — współczynnik przeciążenia chwytaka,
- \*  $2\gamma$  — kąt nachylenia szczęk chwytaka.

# Siła docisku przedmiotu

## Wyznaczenie siły chwytu

$$F_{ch} = 2 \cdot N \cdot \cos(90^\circ - \gamma)$$

$$N = \frac{F_{ch}}{2 \cdot \cos(90^\circ - \gamma)}$$

$$T = \mu \cdot N$$

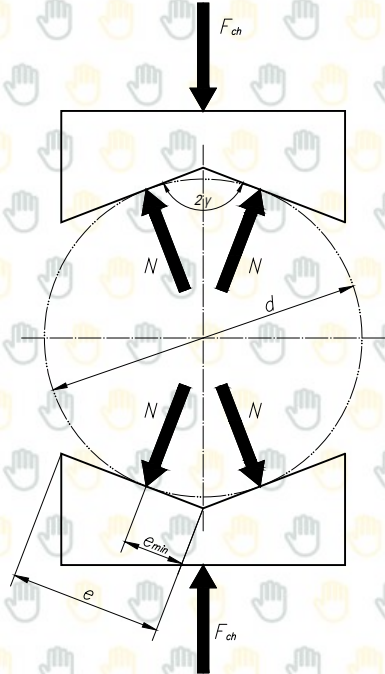
## Prawidłowy transport

$$4 \cdot T = \frac{2 \cdot \mu \cdot F_{ch}}{\sin(\gamma)} \geq Q \cdot n$$

$$F_{ch} \geq \frac{Q \cdot n \cdot \sin(\gamma)}{2 \cdot \mu}$$

## Minimalny wymiar szczęki

$$e > e_{min} = \frac{d_{max}}{2 \cdot \tan(\gamma)}$$





The background features a repeating pattern of stylized hands in various colors (yellow, orange, green, blue) arranged in rows. Overlaid on this pattern is a semi-transparent image of a person wearing a green long-sleeved shirt and dark pants, standing with their back to the camera.

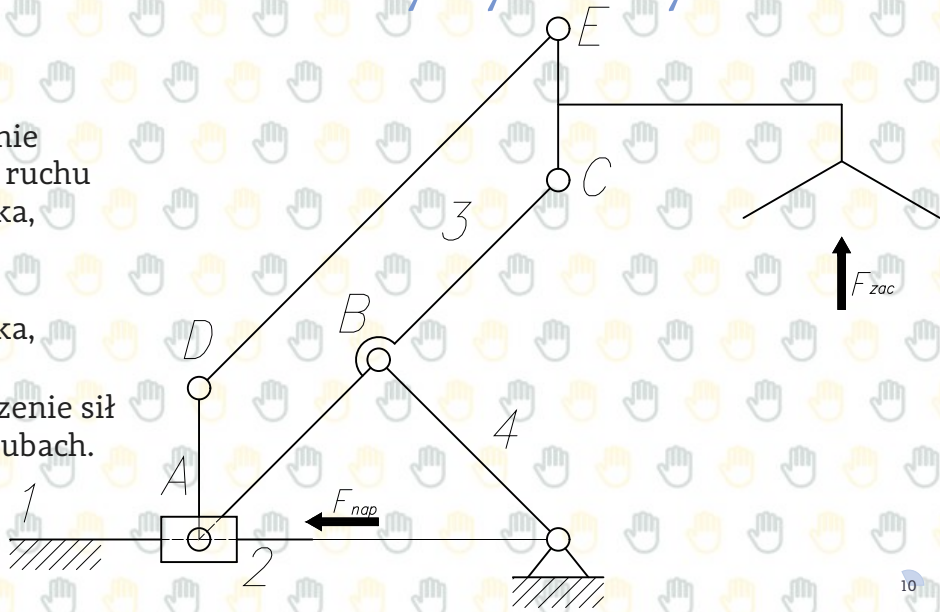
# Krok trzeci

# Wyznaczenie charakterystyk chwytaka

- \* określenie zakresu ruchu siłownika,

- \* dobór siłownika,

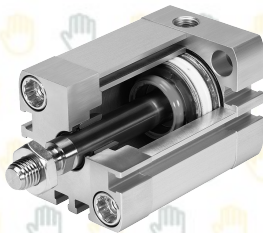
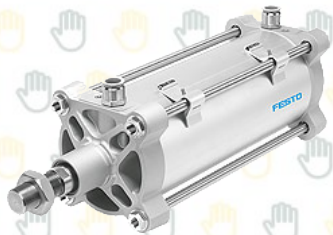
- \* wyznaczenie sił w przegubach.



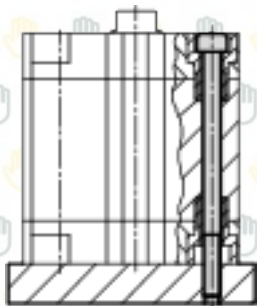


# Krok czwarty

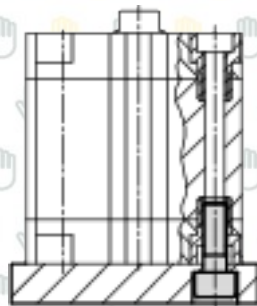
# Dobór siłownika



# Montaż chwytaka





długie śruby



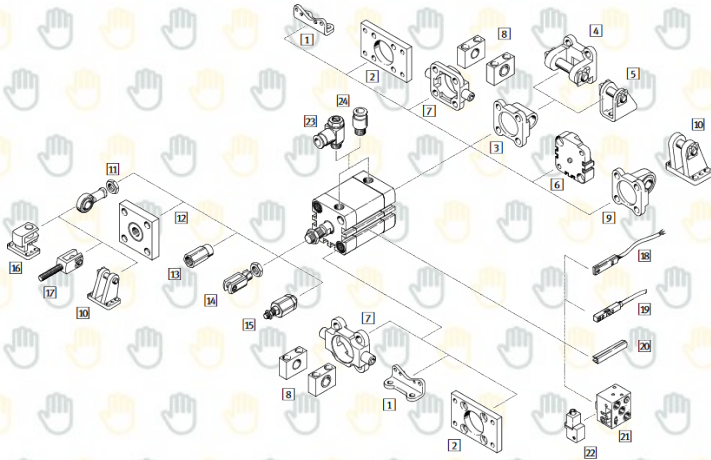
krótkie śruby

# Specyfikacja siłownika ADN

Version	Type	Piston Ø	Stroke	
		[mm]	[mm]	
Basic version				
	ADN	12	5, 10, 15, 20, 25, 30, 40	1 ... 300
		16	5, 10, 15, 20, 25, 30, 40, 50	1 ... 300
		20, 25	5, 10, 15, 20, 25, 30, 40, 50, 60	1 ... 300
		32, 40, 50	5, 10, 15, 20, 25, 30, 40, 50, 60, 80	1 ... 400
		63	10, 15, 20, 25, 30, 40, 50, 60, 80	1 ... 400
		80, 100	10, 15, 20, 25, 30, 40, 50, 60, 80	1 ... 500
		125	—	1 ... 500
Standard hole pattern, with end-position locking				
	ADN-...-EL	20, 25	—	10 ... 300
		32, 40, 50, 63	—	10 ... 400
		80, 100	—	10 ... 500



# Osprzęt siłownika



# Parametry siłownika ADN

Forces [N]								
Piston ∅	20	25	32	40	50	63	80	100
Theoretical force at 6 bar, advancing	188	295	483	754	1178	1870	3016	4712
Theoretical force at 6 bar, retracting	141	247	415	686	1057	1750	2827	4524
Static holding force	250	500			2000		5000	

Permissible impact velocity:

$$v_{perm.} = \sqrt{\frac{2 \times E_{perm.}}{m_{dead} + m_{load}}}$$

$v_{perm.}$  Permissible impact velocity

$E_{perm.}$  Max. impact energy

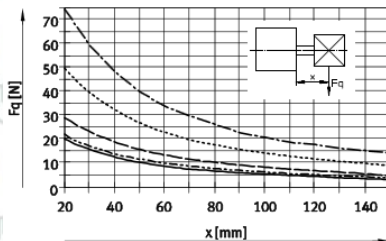
$m_{dead}$  Moving load (drive)

$m_{load}$  Moving work load

Maximum permissible load:

$$m_{load} = \frac{2 \times E_{perm.}}{v^2} - m_{dead}$$

Max. lateral force  $F_q$  as a function of the projection  $x$



- ∅ 20
- - - ∅ 25
- - - ∅ 32/40
- ..... ∅ 50/63
- . - . ∅ 80/100

# Nazewnictwo siłownika ADN

	ADN	-	50	-	50	-	A	-	P	-	A	-	S2
<b>Type</b>													
Double-acting													
ADN	Compact cylinder												
<b>Piston Ø [mm]</b>													
<b>Stroke [mm]</b>													
<b>Piston rod thread</b>													
A	Male thread												
I	Female thread												
<b>Cushioning</b>													
P	Flexible cushioning rings/pads at both ends												
PPS	Pneumatic cushioning, self-adjusting at both ends												
<b>Position sensing</b>													
A	Via proximity sensor												
<b>Variant</b>													
Q	Square piston rod												
S1	Reinforced piston rod												
S2	Through piston rod												
S20	Through, hollow piston rod												
K2	Piston rod with extended male thread												
K5	Piston rod with special thread												
K8	Extended piston rod												
K10	Smooth anodised piston rod												
S6	Heat-resistant seals up to max. 120 °C												
S10	Slow speed (constant motion)												
S11	Low friction												
R3	High corrosion protection												
R8	Dust protection												
TL	Captive rating plate												
TT	Low temperature												

# Nazewnictwo siłownika ADN-EL

ADN		20	100	ELV	A	P	A	K2
<b>Type</b>								
Double-acting								
ADN	Compact cylinder							
<b>Piston Ø [mm]</b>								
<b>Stroke [mm]</b>								
<b>End position lock</b>								
ELB	At both ends							
ELV	At front							
ELH	At rear							
<b>Piston rod thread</b>								
A	Male thread							
I	Female thread							
<b>Cushioning</b>								
P	Flexible cushioning rings/pads at both ends							
<b>Position sensing</b>								
A	Via proximity sensor							
<b>Variant</b>								
K2	Extended male piston rod thread							
K5	Special piston rod thread							
K8	Extended piston rod							
TL	Captive rating plate							

The background features a repeating pattern of stylized hands in various colors (yellow, orange, purple, and grey) arranged in rows. Overlaid on this pattern is a semi-transparent image of a person wearing a green long-sleeved shirt and purple pants, captured in a dynamic pose as if jumping or running.

# Krok piąty

# Dobór materiałów

Rodzaj obciążenia	Symbol	Stale, staliwa	Stopy miedzi	Stopy aluminium
Rozciąganie i ściskanie	$Z_{rj}$	$(0,55 \div 0,6) \cdot R_m$	$0,5 \cdot R_m$	$0,48 \cdot R_m$
	$Z_{rc}$	$(0,28 \div 0,4) \cdot R_m$	$0,28 \cdot R_m$	$0,25 \cdot R_m$
	$Z_{cj}$	$(0,55 \div 0,6) \cdot R_m$	$0,5 \cdot R_m$	$0,48 \cdot R_m$
Zginanie	$Z_{gj}$	$(0,66 \div 0,75) \cdot R_m$	$0,63 \cdot R_m$	$0,61 \cdot R_m$
	$Z_{go}$	$0,45 \cdot R_m$	$0,35 \cdot R_m$	$0,34 \cdot R_m$
Skręcanie i ścinanie	$Z_{sj}$	$(0,46 \div 0,5) \cdot R_m$	$0,345 \cdot R_m$	$0,324 \cdot R_m$
	$Z_{so}$	$(0,22 \div 0,25) \cdot R_m$	$0,2 \cdot R_m$	$0,19 \cdot R_m$



# Dobór materiałów

Gatunek stali	Stan	Napężenia dopuszczalne					
		$Z_{rj}$	$Z_{gj}$	$Z_{sj}$	$Z_{rc}$	$Z_{go}$	$Z_{so}$
S235JR	S	230	315	210	130	175	105
A275JR	S	260	350	230	143	193	115
E295	S	310	420	275	170	232	197
E335	S	360	430	285	200	272	162
E360	S	425	480	310	235	320	190
C10	N,H	215	280	190	120	160	96
C15	N,H	240	325	215	133	180	106
C20	N,H	260	360	235	146	195	116
C25	T	290	395	260	163	220	130
C35	T	340	460	300	190	255	152
C45	T	410	555	365	230	310	183
C55	T	450	620	405	255	340	205
C60	T	480	650	430	270	360	215
15Cr2	H	400	500	350	200	300	180
20Cr4	H	450	560	400	260	340	210
18CrMo4	H	440	600	420	240	380	220
15CrNi6	H	480	620	460	260	400	240
28Mn6	T	360	480	340	210	300	170
37MnSi4	T	480	600	440	280	380	220

# Dobór materiałów

Gatunek stali	Stan	Napężenia dopuszczalne					
		$Z_{rj}$	$Z_{gj}$	$Z_{sj}$	$Z_{rc}$	$Z_{go}$	$Z_{so}$
36CrNiMo4	T	540	670	420	320	410	240
30H	T	650	740	600	400	540	240
41Cr4	T	700	800	650	420	600	320
200-400	N	170	200	140	110	130	90
230-450	N	210	260	160	130	150	100
270-480	N	240	320	200	150	180	120
EN-GJL-150		60	100	70	40	60	50
EN-GJL-200		70	140	90	50	80	70
EN-GJL-250		90	180	110	60	110	80
EN-GJL-300		110	200	120	70	130	90
EN-GJL-350		115	220	150	80	140	110
EN-GJL-400-10		160	240	200	100	180	140
EN-GJL-400-15		140	220	180	90	160	120
CuZn38Mn2Pb2	odlew	120	150	90	70	90	40
CuZn38Al2Mn1Fe	odlew	220	240	150	120	160	70
CuAl10Fe3Mn2	kuty	250	240	200	160	180	100
CuAl10Fe3Mn2	odlew	160	180	120	90	120	60
CuSn10Pb10	odlew	70	90	50	40	50	25

# Stal konstrukcyjna S355J2 (daw. 18G2A) (1.0562)

## **Zastosowanie:**

konstrukcje spawane i zgrzewane, mosty, siatki i pręty do zbrojenia betonu, zbiorniki i rury ciśnieniowe, elementy pracujące w obniżonych temperaturach.

## **Procesy:**

- \* spawanie — TAK,
- \* kucie — TAK,
- \* walcowanie — TAK,
- \* azotowanie — NIE,
- \* hartowanie — NIE,
- \* odpuszczanie — NIE.

# Stal konstrukcyjna C45 (1.0503)

## **Zastosowanie:**

na średnio obciążone elementy maszyn i urządzeń jak: wrzeciona, osie, wały, niehartowane koła zębate, wały silników elektrycznych, tarcze, śruby, dźwignie, noże zwykłe, korkociągi, piasty do kół, drążki, walce, wirniki pomp. Wyroby mogą być hartowane powierzchniowo uzyskując twardość do 50-60 HRC.

## **Procesy:**

- \* spawanie — UTRUDNIONE,
- \* kucie — TAK,
- \* walcowanie — TAK,
- \* azotowanie — NIE,
- \* hartowanie — TAK,
- \* odpuszczanie — TAK.

# Stop EN AW-2017A (Pa6)

## **Zastosowanie:**

Wysokoodporne części (także dla lotnictwa i obrony), śruby, sworznie, formy do odlewów tworzywowych.

## **Właściwości:**

stosunkowo dużą twardość, świetne właściwości mechaniczne i doskonałą odporność na zużycie materiału. Charakteryzuje się dobrą obrabialnością. Jest podatny na tłoczenie oraz na zginanie. Jest jednak słabo spawalny i nieodporny na korozję. Podczas obróbki powstają dość długie wióry dlatego też nie jest zalecany do tokarek automatycznych.

# Stop EN AW-6082 (Pa4)

## **Zastosowanie:**

elementy nośne, elementy zbiorników, urządzeń hydraulicznych oraz szerokie zastosowanie w przemyśle stoczniovym.

## **Właściwości:**

średnią twardość; odporny jest na korozję; daje się obrabiać skrawaniem; podatny na polerowanie, nie nadaje się jednak do anodowania dekoracyjnego. Posiada bardzo dobrą przewodność cieplną. Daje się tłoczyć i zginać. Stop spawalny.



# Stop EN AW-7075 (Pa9)

## **Zastosowanie:**

elementy nośne mostów, pojazdów ciężarowych, przyczep, naczep autobusów, statków, dźwigów, wagonów kolejowych. Stosowany również na elementy zbiorników, urządzeń górniczych, układów hydraulicznych oraz w przemyśle stoczniowym.

## **Właściwości:**

wysokie właściwości wytrzymałościowe, bardzo dobra przewodność cieplna i słaba odporność na korozję. Daje się obrabiać skrawaniem. Posiada wysoką twardość. Podatny do polerowania, jednak nie nadaje się do anodowania. Doskonały do obróbki elektroerozyjnej. Średnio podatny do obróbki galwanicznej.

# Stop EN AW-5754 (Pa11)

## **Zastosowanie:**

przemysł stoczniowy, chemiczny, spożywczy, jądrowy, do produkcji AGD, architektura i budownictwo oraz przemysł samochodowy. Jest stosowany na elementy środków transportu, na konstrukcje spawane, zbiorniki ciśnieniowe, elementy rurociągów, przewody pneumatyczne oraz hydrauliczne, na słupy i oznaczenia drogowe.

## **Właściwości:**

średnia wytrzymałość na rozciąganie. Jest wysokoodporny na korozję w atmosferze przemysłowej oraz warunkach morskich. Cechuje się wysoką wytrzymałością zmęczeniową, jest podatny do spawania oraz anodowania.

# Stop EN AW-5083 (Pa13)

## **Zastosowanie:**

przemysł meblarski oraz stocznioowy. Używany do budowy form do odlewów tworzywowych.

## **Właściwości:**

słaba twardość. ale jest idealny do spawania. Podatny do anodowania. Z powodu niskiej zawartości miedzi, wykazuje dobrą odporność na korozję. Charakteryzuje się wysoką wytrzymałością zmęczeniową.

# Stop EN AW-6060 (Pa38)

## **Zastosowanie:**

produkcja prętów i profili, wysoka podatność do tłoczenia pozwala uzyskiwać profile o skomplikowanych kształtach. Znajduje zastosowanie w produkcji elementów architektonicznych: profili okiennych, profili drzwiowych, elementów ścian, drabin, ogrodzeń, balustrad, radiatorów, wyposażenia samochodów, elementów przyczep.

## **Właściwości:**

średnia wytrzymałość na rozciąganie i średnia wytrzymałość zmęczeniowa. Jest podatny do anodowania dekoracyjnego oraz do spawania.

# Bibliografia



A. Dziurski, E. Mazanek, and L. Kania. *Przykłady obliczeń z podstaw konstrukcji maszyn: Łożyska, sprzęgła i hamulce, przekładnie mechaniczne. tom 2.* WNT, 2015. isbn: 9788393491360.



L. W. Kurmaz and O. L. Kurmaz. *Podstawy konstruowania węzłów i części maszyn: podręcznik konstruowania.* Samodzielna Sekcja "Wydawnictwo Politechniki Świętokrzyskiej", 2011. isbn: 9788388906343.



E. Mazanek, A. Dziurski, and L. Kania. *Przykłady obliczeń z podstaw konstrukcji maszyn: Połączenia, sprężyny, zawory, wały maszynowe. tom 1.* WNT, 2005. isbn: 9788320435528.



W. Starego. *Poradnik konstruktora przekładni pasowych.*

**GRACIAS**  
**ARIGATO**  
**SHUKURIA**  
**JUSPAXAR**  
**DANKSCHEEN**  
**TASHAKKUR ATU**  
**YAQHANYELAY**  
**SUKSAMA**  
**EKHMET**  
**TINGKI**  
**BI'YAN**  
**SHUKRIA**  
**THANK**  
**YOU**  
**BOLZİN**  
**MERCI**  
**GOZAIMASHITA**  
**EFCHARISTO**  
**MEHRBANI**  
**GRAZIE**  
**MAAKE**  
**KOMAPSUMNIDA**  
**LEH**  
**PALDIES**  
**SPASIBO**  
**SNACHALMUYA**  
**MURUM**  
**CHALTU**  
**WABEELJA**  
**MAYTEKA**  
**YUSPISAGATAN**  
**HUI**  
**UNALCHESIN**  
**NATUR**  
**GUR**  
**EXORU**  
**SHOMO**  
**MAKETAU**  
**HEBMONK HAR**  
**TAHYAPUCH**  
**MEDAWAGSE**  
**BARKA**  
**GAETJHO**  
**ACAYJE**  
**FAKAAUE**  
**SANCO**  
**ATTO**  
**MEYTES**  
**DEHNAUJA**  
**NEHACHALMUYA**  
**HERASTAWHY**  
**ATTO**  
**MAKETAU**