



## NORMA ZAKŁADOWA

Nr SN 22-008-00D

Wydanie 5

Data wydania: 2019-09-16

Nazwa normy:

### Promienie gięcia blach

Blachy stalowe, aluminiowe


Niniejszy dokument jest własnością Solaris Bus & Coach S.A.,

Strona 1 / 17

1.	Obszar zastosowania i cel .....	2
2.	Zakres normy .....	2
3.	Normy powołane .....	2
4.	Terminy i definicje .....	2
5.	Teoria gięcia .....	2
6.	Preferowane promienie gięcia.....	8
7.	Stany aluminium .....	13
8.	Tolerancje promieni gięcia. ....	15
9.	Tolerancje kątów gięcia. ....	15
10.	Hierarchia ważności tolerancji. ....	16

#### Uwaga!

Minimum wiedzy obowiązującej konstruktorów SBC znajduje się w p. 6.4 i 6.5

 <b>SOLARIS</b> <small>A CAF GROUP COMPANY</small>	<b>NORMA ZAKŁADOWA</b>	Nr SN 22-008-00D	Wydanie 5
		<b>Data wydania: 2019-09-16</b>	
Nazwa normy: <div style="text-align: center; margin-top: 10px;"> <b>Promienie gięcia blach</b>   Blachy stalowe, aluminiowe </div>			
Niniejszy dokument jest własnością Solaris Bus & Coach S.A.,			<b>Strona 2 / 17</b>

## 1. Obszar zastosowania i cel

Celem niniejszej normy jest standaryzacja promieni gięciach blach oraz tolerancji gięcia na rysunkach.

## 2. Zakres normy

- 2.1. Norma obowiązuje w firmie Solaris Bus & Coach S.A.
- 2.2. Dla potrzeb podwykonawców, niniejsza norma może być dołączana do dokumentacji technicznej.

## 3. Normy powołane

- 3.1. DIN 6935 - Cold bending of flat rolled steel
- 3.2. EN 485-2 - Aluminum and aluminum alloy sheet, strip and plate. Mechanical properties
- 3.3. PN-EN 515 - Aluminium i stopy aluminium -- Wyroby przerobione plastycznie -- Oznaczenia stanów
- 3.4. DIN 250 - Radiany

## 4. Terminy i definicje

- 4.1. Gatunek – określenie rodzaju materiału ze względu na skład chemiczny, zastosowanie oraz własności mechaniczne lub fizyczne
- 4.2. Stan – sposób w jaki aluminiowa blacha została ulepszona
- 4.3. Minimalny promień gięcia – Największy wewnętrzny promień gięcia, przy którym stwierdzono doświadczalnie wystąpienie pęknięcia na zewnętrznej warstwie zginanej blachy.
- 4.4. Dopuszczalny promień gięcia  $R_{dop}$  – Promień gięcia odczytany z normy DIN 250 lub Tabeli 1. Właściwym promieniem gięcia jest zawsze pierwsza wartość  $\geq$  minimalnemu promieniowi gięcia
- 4.5. Preferowany promień gięcia – Promień gięcia odczytany z normy DIN 250 lub Tabeli 1, zapisany pogrubioną czcionką. Preferowany promień gięcia należy dobierać w przypadku konieczności wyboru innego promienia niż wynika z niniejszej normy.

## 5. Teoria gięcia

### 5.1. Pojęcia podstawowe

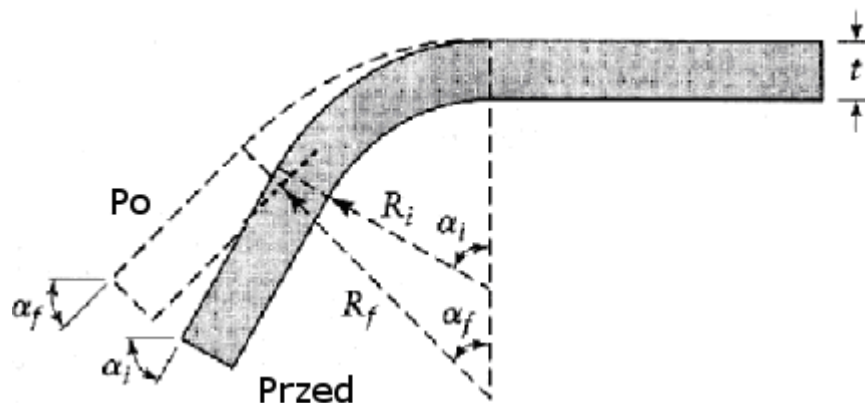
Gięcie jest to proces produkcji, w którym metal może być zniekształcony przez plastyczne odkształcenie materiału – zmienia swój kształt. Materiał podczas gięcia przekracza swoją granicę plastyczności, natomiast granica wytrzymałości na rozciąganie nie zostaje przekroczona. Gięcie ogólnie rzecz biorąc odnosi się do deformacji tylko w jednej osi.

Materiał podczas gięcia znajduje się w matrycy. Odbywa się to w miejscu posiadającym amortyzację. Górna część prasy jest opuszczana z odpowiednią prędkością, to ona kształtuje zstępując dany kształt.

Gięcie odbywa się za pomocą pras krawędziowych, które mogą mieć pojemność od 20 do 200. Większe i mniejsze prasy wykorzystywane są do różnych specjalistycznych zastosowań.

Ponieważ każdy materiał ma skończony moduł sprężystości, odkształcenie plastyczne jest określane przez elastyczność, którą odzyskuje po usunięciu obciążenia (przy zginaniu odzyskiwanie to jest znane jako sprężynowanie). Jak pokazano na rysunku 1 – końcowy kąt pochylenia po

sprężynowaniu jest mniejszy niż przed nim. Natomiast promień gięcia po sprężynowaniu jest większy.



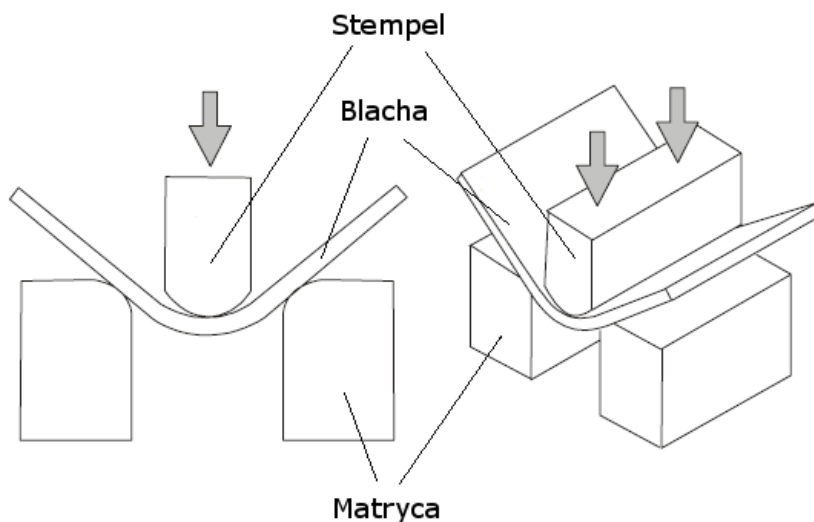
Rys 1 Sprężynowanie

## 5.2. Rodzaje gięcia

- Gięcie w powietrzu

Gięcie w powietrzu jest to proces gięcia, w którym stempel dotyka blachy, którą chcemy giąć, a ta z kolei nie dotyka dna w dolnej wnęce. Gdy stempel jest zwalniany, blacha po uderzeniach lekko się odgina, a po zakończeniu gięcia jej kąt zgięcia jest mniejszy niż na stemplu. Zjawisko to nazywa się odginaniem powrotnym (sprężynowaniem)

Wielkość odgięcia powrotnego (sprężynowania) jest zależna od materiału, grubości, ziarna i temperatury blachy. Odgięcia takie zazwyczaj wahają się od 5 do 10 stopni. Ten sam kąt jest zwykle stosowany zarówno w stemplach i w matrycach w celu zminimalizowania czasu rozruchu. Wewnętrzny promień łuku jest taki sam jak promień na uderzenia. W gięciu w powietrzu nie ma potrzeby zmieniać sprzętu lub matrycy w celu uzyskania różnych kątów gięcia, ponieważ kąty gięcia są określone przez skok stempla. Siły potrzebne do utworzenia części są stosunkowo niewielkie, ale dokładna kontrola skoku stempla jest konieczna, aby uzyskać żądany kąt zgięcia.



Rys 2 Gięcie w powietrzu

Nazwa normy:

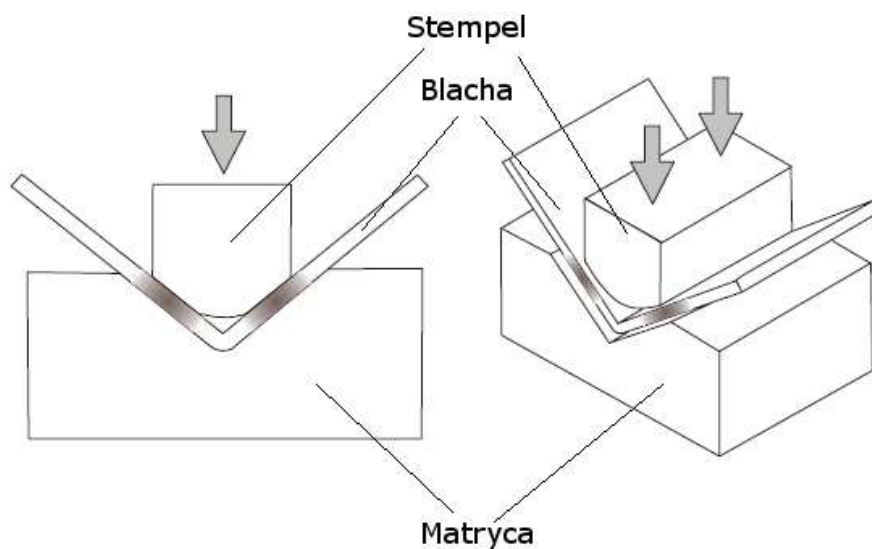
**Promienie gięcia blach**  
Blachy stalowe, aluminiowe

Niniejszy dokument jest własnością Solaris Bus & Coach S.A.,

**Strona 4 / 17**

- **Gięcie w dnie**

Gięcie w dnie jest to proces gięcia, gdzie stempel i dolny detal (blacha) pracują w matrycy. Zapewnia to kontrolę kąta z bardzo małym odginaniem się blachy (sprężynowania). Tonaż wymagany na tego typu prasy jest większy niż na prasy do gięcia w powietrzu. Wewnętrzny promień obrabianego elementu powinien być co najmniej o grubość materiału większy. W gięciu w dnie, odgięcie blachy (sprężynowanie) jest zredukowane po ustaleniu końcowej pozycji stempla tak, że luz między stemplem, a matrycą jest mniejszy niż pusta grubość. W rezultacie materiał daje lekkie i zmniejszone odgięcie. Gięcie w dnie wymaga znacznie więcej siły niż gięcie w powietrzu (ok. 50-60%)



Rys 3 Gięcie w dnie

- **Wybijanie**

Wybijanie jest to proces, w którym stempel i dolna powierzchnia blachy na matrycy i naprężenia ściskające są stosowane do obszaru gięcia aby zwiększyć wielkość odkształcenia plastycznego. Zmniejsza to sprężynowanie.

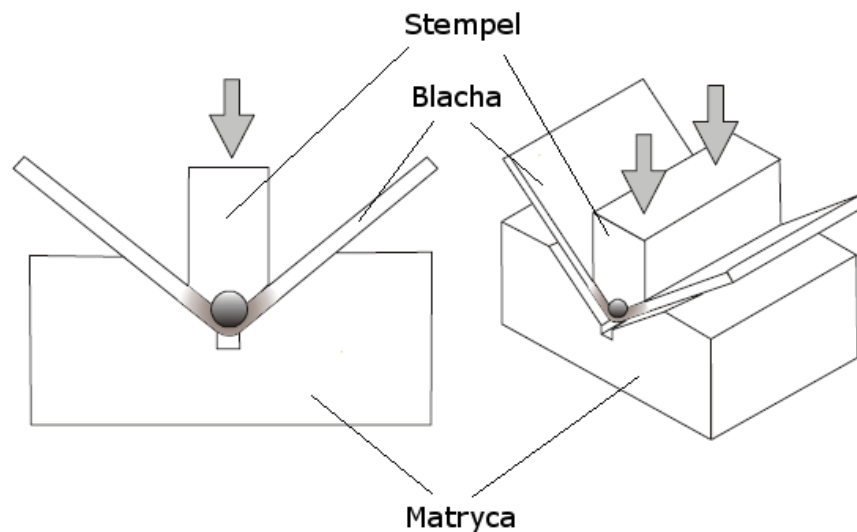
Nazwa normy:

## Promienie gięcia blach

Blachy stalowe, aluminiowe

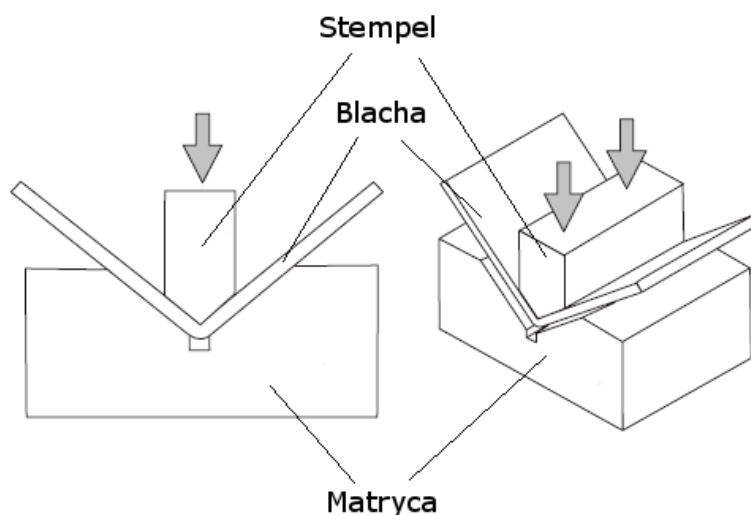
Niniejszy dokument jest własnością Solaris Bus & Coach S.A.,

Strona 5 / 17



Rys 4 Wybijanie

- Gięcie typu V  
W gięciu typu V, prześwit między stemplem i matrycą jest stały (równy grubości pustego arkusza). Jest ono szeroko stosowane. Grubość arkusza wynosi od około 0,5mm do 25mm.



Rys 5 Gięcie typu U

- Gięcie w matrycy typu U  
Gięcie w matrycy U odbywa się w dwóch równoległych osiach zginania, które są tworzone podczas tej samej operacji. Podkładka służy do wymuszenia na arkuszu kontaktu z dołem stempla. Wymaga to około 30% siły gięcia na podkładce tak by wywołać nacisk na stemple.

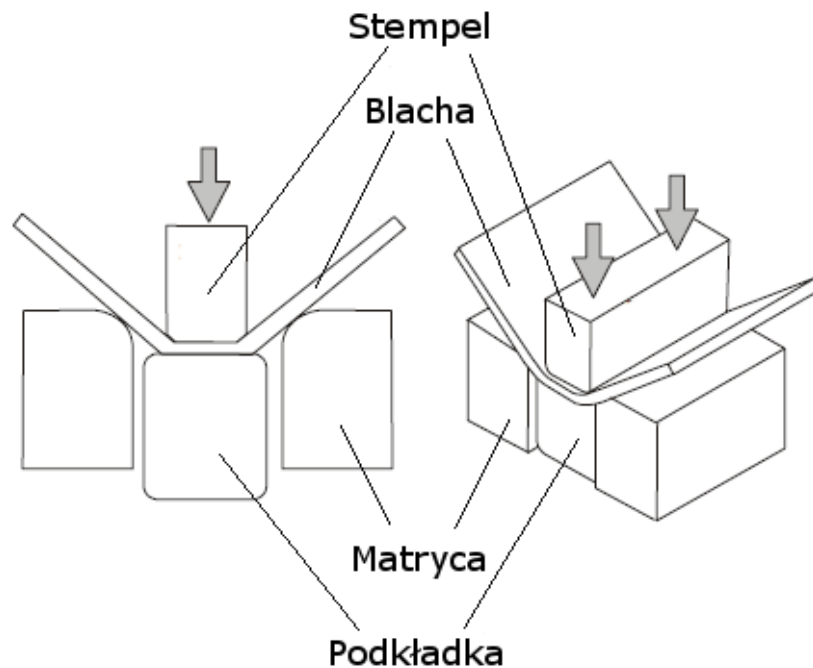
Nazwa normy:

## Promienie gięcia blach

Blachy stalowe, aluminiowe

Niniejszy dokument jest własnością Solaris Bus & Coach S.A.,

Strona 6 / 17



Rys 6 Gięcie w matrycy U

- Gięcie w matrycy typu wycieranie  
Gięcie na matrycy jest również znane jako zaginanie. Jedna z krawędzi arkusza zginana do 90 stopni, podczas gdy koniec drugiej jest przetrzymywany dzięki siłom tarcia między podkładką i matrycą. Długość kołnierza można łatwo zmieniać, a kąt gięcia może być kontrolowany przez przesuw stempla.

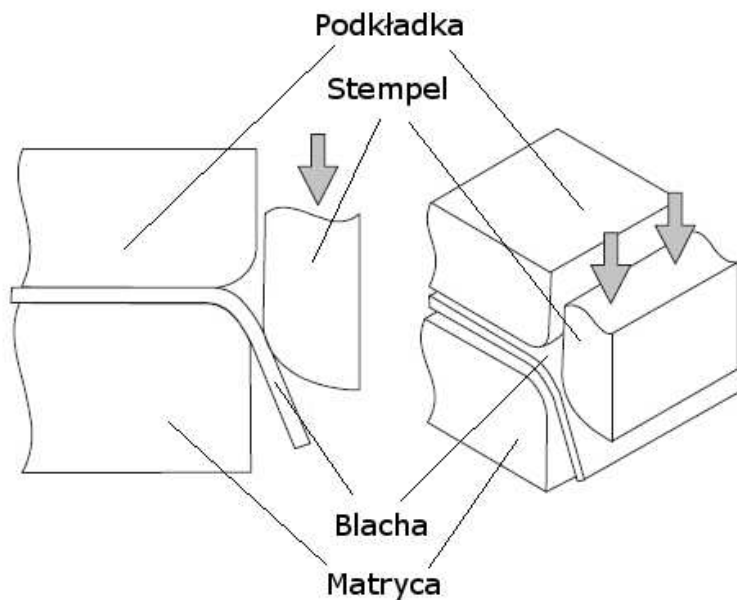
Nazwa normy:

## Promienie gięcia blach

Blachy stalowe, aluminiowe

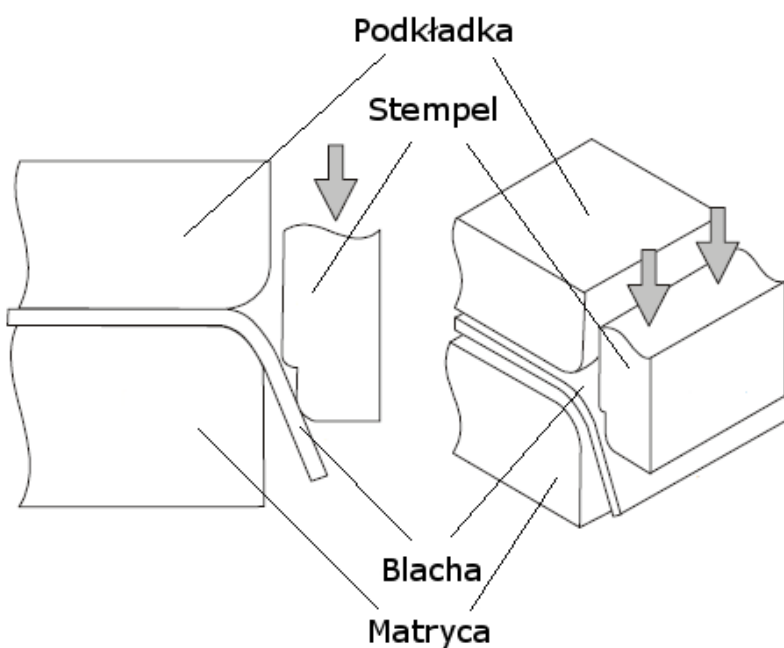
Niniejszy dokument jest własnością Solaris Bus & Coach S.A.,

Strona 7 / 17



Rys 7 Gięcie na matrycy typu wycieranie

- Podwójne gięcie na matrycy  
Podwójne gięcie na matrycy można postrzegać jako dwie operacje wycierania działające na obrabiany element jedna po drugiej. Podwójne gięcie może zwiększyć utwardzalność, zmniejszając jednocześnie odkształcenia elementu.



Rys 8 Podwójne gięcie na matrycy

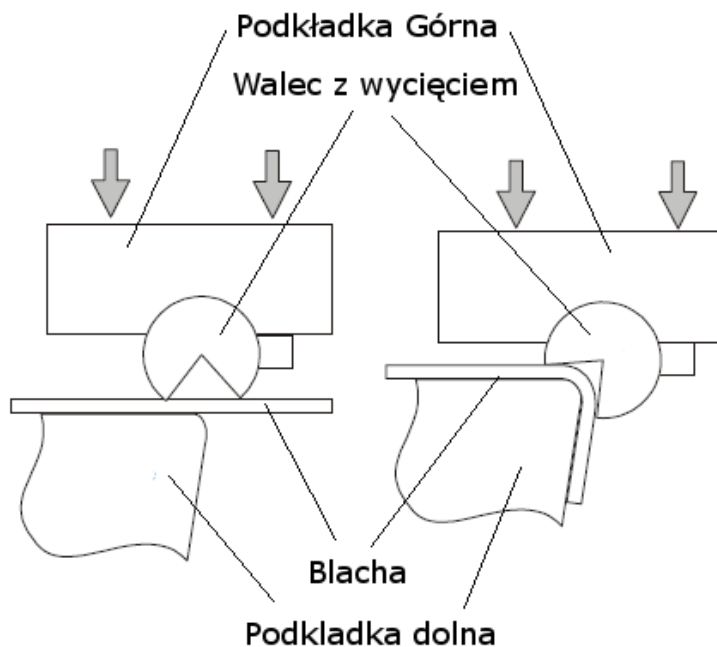
Nazwa normy:

**Promienie gięcia blach**  
Blachy stalowe, aluminiowe

Niniejszy dokument jest własnością Solaris Bus & Coach S.A.,

**Strona 8 / 17**

- Zginanie obrotowe  
Zginanie obrotowe to proces gięcia za pomocą walca z wycięciem zamiast stempla. Zginanie obrotowe ma następujące zalety:
  - a) nie potrzebuje luki
  - b) kompensuje sprężynowanie przez nadmierne zginanie
  - c) wymaga mniej siły
  - d) Możliwość uzyskania kąta gięcia większego niż 90 stopni



Rys 9 Zginanie obrotowe

**6. Preferowane promienie gięcia.**

Norma DIN 250 wskazuje dopuszczalne oraz preferowane promienie gięcia. Lista obowiązujących promieni w SBC dla wyrobów wykonywanych z blachy została oparta na normie DIN 250 i zaleceniach producentów. Rzeczywisty promień gięcia musi przyjmować jedną z wartości podanych w tabeli 1. Preferowane promienie gięcia zostały przedstawione poprzez pogrubienie i podkreślenie.

Tabela 1 Dopuszczalne promienie gięcia w mm.

1	2	<b>3</b>	<b>4</b>	5	<b>6</b>	<b>8</b>	<b>10</b>	<b>12</b>	<b>15</b>	<b>20</b>	<b>25</b>	28	<b>32</b>	36	<b>40</b>	45	<b>50</b>	<b>63</b>	<b>80</b>	<b>100</b>
---	---	----------	----------	---	----------	----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	----	-----------	----	-----------	----	-----------	-----------	-----------	------------



 <b>SOLARIS</b> <small>A CAF GROUP COMPANY</small>	<b>NORMA ZAKŁADOWA</b>	Nr SN 22-008-00D	Wydanie 5
		Data wydania: 2019-09-16	
Nazwa normy: <div style="text-align: center; margin-top: 10px;"> <b>Promienie gięcia blach</b>            Blachy stalowe, aluminiowe         </div>			
Niniejszy dokument jest własnością Solaris Bus & Coach S.A.,			<b>Strona 9 / 17</b>

### 6.1. Wyznaczenie dopuszczalnych i preferowanych promieni gięcia dla wyrobów wykonanych z blachy aluminiowej i stopów aluminium

Wyznaczenie nieoznaczonych promieni gięcia blachy polega na doborze właściwego gatunku i stanu utwardzenia materiału. Niezbędne do tego informacje zawarto w normie EN 485-2. W przedstawionych tabelach należy odnaleźć właściwy gatunek aluminium oraz dobrać stan. Wpisując te dwa parametry na rysunku oraz odczytując z rysunku grubość blachy i kąt gięcia można obliczyć właściwy promień gięcia. Następnie na podstawie Tabeli 1 należy przyjąć najbliższą wartość promienia większą lub równą obliczonej.

*W przypadku, gdy istnieje potrzeba przyjęcia innego promienia gięcia niż wynika to z tabel, należy zaznaczyć na rysunku odpowiedni promień. (w odpowiednim rzucie)*

**Zaleca się** wtedy przyjęcia preferowanego promienia z Tabeli 1.

**Obowiązuje** natomiast przyjęcie jednego z 21 przedstawionych promieni.

*Dane :*

*Gatunek blachy aluminiowej : EN AW-6082 (3.2315)*

*Stan umocnienia : T6*

*Grubość blachy :  $t = 1,5\text{mm}$*

*Kąt gięcia :  $70^\circ$*

*Promień gięcia  $R = ?$*

*Dobór promienia :*

*Z normy EN 485-2 :*

*$R = 2,5 \times t = 3,75\text{mm}$*

*Z normy DIN 250 najbliższym  $R_{dop} \geq R$  jest 4mm*

*Szukany promień to 4mm.*

### 6.2. Wyznaczenie dopuszczalnych i preferowanych promieni gięcia dla wyrobów wykonanych z blachy stalowej węglowej i stopowej.

- Aby wyznaczyć minimalny promień gięcia dla blach węglowych (np. 1.0562, 1.0037) należy przyjąć promień równy grubości blachy (dla blach  $<6\text{mm}$ ) lub promień równy 1,2 grubości blachy (dla blach  $\geq 6\text{mm}$ ). Następnie na podstawie Tabeli 1, należy przyjąć najbliższą wartość promienia większą lub równą obliczonej.

*W przypadku, gdy istnieje potrzeba przyjęcia innego promienia gięcia niż wynika to z tabel, należy zaznaczyć na rysunku odpowiedni promień. (w odpowiednim rzucie)*

**Zaleca się** wtedy przyjęcia preferowanego promienia z Tabeli 1.

**Obowiązuje** natomiast przyjęcie jednego z 21 przedstawionych promieni.

- Aby wyznaczyć minimalny promień gięcia dla blach stopowych (np. 1.4301, 1.4003) należy przyjąć promień równy 1,5 grubości blachy. Następnie na podstawie Tabeli 1, należy przyjąć najbliższą wartość promienia większą lub równą obliczonej.

*W przypadku, gdy istnieje potrzeba przyjęcia innego promienia gięcia niż wynika to z tabel, należy zaznaczyć na rysunku odpowiedni promień. (w odpowiednim rzucie)*

**Zaleca się** wtedy przyjęcia preferowanego promienia z Tabeli 1.

**Obowiązuje** natomiast przyjęcie jednego z 21 przedstawionych promieni.

 <b>SOLARIS</b> <small>A CAF GROUP COMPANY</small>	<b>NORMA ZAKŁADOWA</b>	Nr SN 22-008-00D	Wydanie 5
		Data wydania: 2019-09-16	
Nazwa normy: <div style="text-align: center; margin-top: 10px;"> <b>Promienie gięcia blach</b>            Blachy stalowe, aluminiowe         </div>			
Niniejszy dokument jest własnością Solaris Bus & Coach S.A.,			<b>Strona 10 / 17</b>

- *Przykład obliczenia promienia gięcia przez wykonawcę :*

*Dane:*

*Gatunek blachy stalowej: 1.4301*

*Grubość blachy  $t = 3\text{mm}$*

*Promień gięcia  $R = ?$*

*Dobór promienia :*

*Zgodnie z normą SN22-008-000*

*$R = 1,5 \times t = 4,5\text{mm}$*

*Z normy DIN 250 najbliższym  $R_{dop} \geq R$  jest 5mm*

*Szukany promień to 5mm.*

### 6.3. Wyznaczenie dopuszczalnych i preferowanych promieni gięcia dla wyrobów wykonanych z blachy specjalnej.

W przypadku wyznaczania promienia gięcia dla stali specjalnej produkowanej przez jednego producenta (np. DOMEX 420MC, DOMEX 700MC), należy uwzględnić zalecenia producenta (jeżeli istnieją).

*Tabela 2 Minimalne promienie gięcia wg producenta*

Dla minimalnego zalecanego promienia gięcia ( $\leq 90^\circ$ )	Nominalna grubość arkusza, t		
	$t \leq 3\text{mm}$	$3\text{mm} < t \leq 6\text{mm}$	$t > 6\text{mm}$
DOMEX 420 MC	$0,4 \times t$	$0,5 \times t$	$0,8 \times t$
DOMEX 700 MC	$0,8 \times t$	$1,2 \times t$	$1,6 \times t$

Aby wyznaczyć minimalny promień gięcia dla blach specjalnych (np. DOMEX 420 MC, DOMEX 700 MC) należy przyjąć promień obliczony zgodnie z tabelą 2. Następnie na podstawie tabeli 1 należy przyjąć najbliższą wartość promienia większą lub równą obliczonej.


*W przypadku, gdy istnieje potrzeba przyjęcia innego promienia gięcia niż wynika to z tabel, należy zaznaczyć na rysunku odpowiedni promień. (w odpowiednim rzucie)*  
**Zaleca się** wtedy przyjęcia preferowanego promienia z Tabeli 1.  
**Obowiązuje** natomiast przyjęcie jednego z 21 przedstawionych promieni.

### 6.4. Dopuszczone promienie gięcia.

Tabela nr 3 przedstawia dopuszczone promienie gięcia dla wszystkich blach często stosowanych w SBC.

*Tabela 3 Dopuszczone minimalne promienie gięcia blach*

Blacha	Grubość blachy w milimetrach																
	0,8	1	1,25	1,5	2	3	4	5	6	7	8	10	12	15	18	20	25
Stale węglowe	1	1	2	2	2	3	4	5	8	10	10	12	16	20	25	25	32
Stale stopowe	2	2	2	3	3	5	6	8	10	12	12	16	20	25	28	32	40
DOMEX 420 MC	X	X	X	X	1	2	2	3	3	6	8	8	10	X	X	X	X
DOMEX 700 MC	X	X	X	X	2	3	5	6	8	12	16	20	X	X	X	X	X
Stopy aluminium	1	1	2	2	2	3	6	8	12	16	16	25	30	45	63	63	80

 <b>SOLARIS</b> <small>A CAF GROUP COMPANY</small>	<b>NORMA ZAKŁADOWA</b>	Nr SN 22-008-00D	Wydanie 5
		<b>Data wydania: 2019-09-16</b>	
Nazwa normy: <div style="text-align: center; margin-top: 10px;"> <b>Promienie gięcia blach</b>  Blachy stalowe, aluminiowe </div>			
Niniejszy dokument jest własnością Solaris Bus & Coach S.A.,			<b>Strona 11 / 17</b>

**6.5. Informacje umieszczane przez konstruktora na rysunku.**

Na rysunku technicznym konstruktor wpisuje :

- **Obowiązkowo**
  - ⇒ W „tabliczce” gatunek materiału (rys 10)
  - ⇒ W „uwagach” Promienie i tolerancje gięcia zgodne z SN22-008-000
  - ⇒ Standardowy sposób opisu gięcia (rys 11)

*Tym samym w przypadku zastosowania blachy wykonanej z aluminium wybór stanu ulepszenia pozostawiony jest wykonawcy. Na podstawie niniejszej normy dobiera on w sposób uproszczony promień gięcia (tabela 3) i tolerancje gięcia (tabela 5 i 6).*

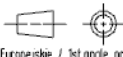

- **Opcjonalnie**
  - ⇒ W „tabliczce” oprócz gatunku aluminium również stan ulepszenia

*Tym samym stan ulepszenia jest zdefiniowany (zgodnie z EN 485-2). Wykonawca dobiera promień (zgodnie z EN 485-2 i SN22-008-000) i tolerancje gięcia (tabela 5 i 6).*

W przypadku, gdy zachodzi konieczność doboru innego niż wynika z normy promienia gięcia czy też tolerancji, należy dodatkowo zaznaczyć je w odpowiednim miejscu na rysunku. Promienie gięcia muszą być zgodne z tabelą 1.

Przykład prawidłowego zapisu na rysunku SBC :

**UWAGA:**  
**1. Promienie i tolerancje gięcia zgodne z SN22-008-000**

Rzutowanie Projection method  Europejskie / 1st angle proj.	Podziałka / Scale <b>1:1</b>	Material / Material <b>3.3206 T6</b>		Złożenie wyższe / Higher assembly <b>123456</b>	
	Format <b>A3</b>	Masa / Weight 7,85 kg	Oszacowana / Estimated <input type="checkbox"/>	Obliczona / Calculated <input checked="" type="checkbox"/>	Zastępuje / Replaces <b>123456</b>
Data/Date	Nazwisko/Name	Opis / Description <b>TEST1</b>			
Konstruował / Designed	RRRR-MM-DD 123				
Kreślił / Drawn	RRRR-MM-DD 123				
Sprawił / Checked	RRRR-MM-DD 123				
Obowiązujące normy Standards required ISO 2768-cL ISO 13920-AE	 <b>SOLARIS</b>	Solaris Bus & Coach S.A. ul. Obornicka 46, Bolechowo Tel. +48 61 66 72 333 Fax. +48 61 66 72 310 web: www.solarisbus.com		Numer rysunku / Drawing number <b>010101-0000-123-123-AA</b>	Rewizja / Revision <b>1/1</b>
Kopowanie bez zezwolenia Solaris Bus & Coach S.A. zabronione. Duplication without permission of solaris Bus & Coach forbidden.					

*Rys 10 Promienie gięcia blach zgodne z SN22-008-000*



# NORMA ZAKŁADOWA

Nr SN 22-008-00D

Wydanie 5

Data wydania: 2019-09-16

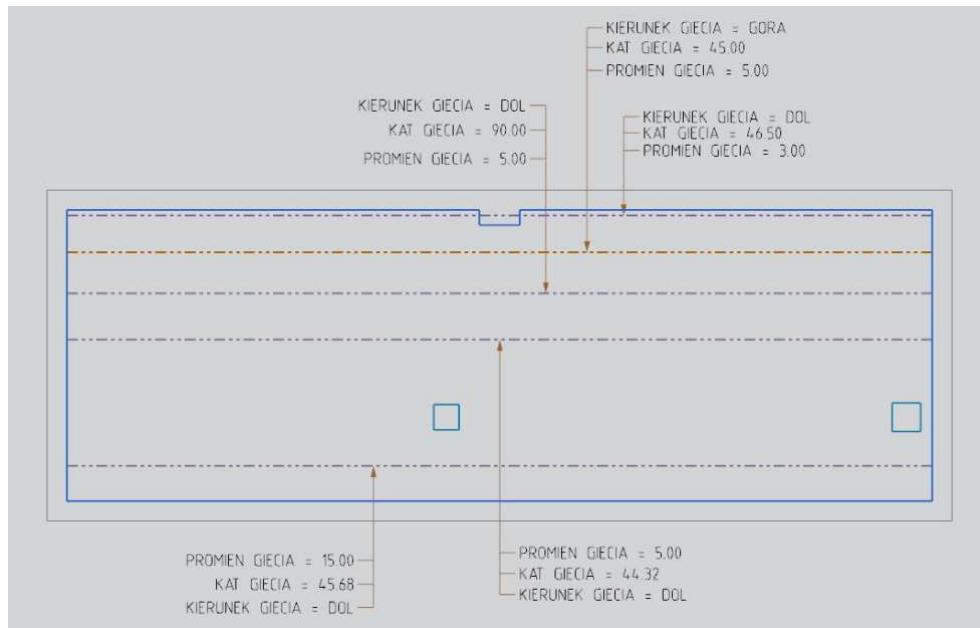
Nazwa normy:

## Promienie gięcia blach Blachy stalowe, aluminiowe

Niniejszy dokument jest własnością Solaris Bus & Coach S.A.,

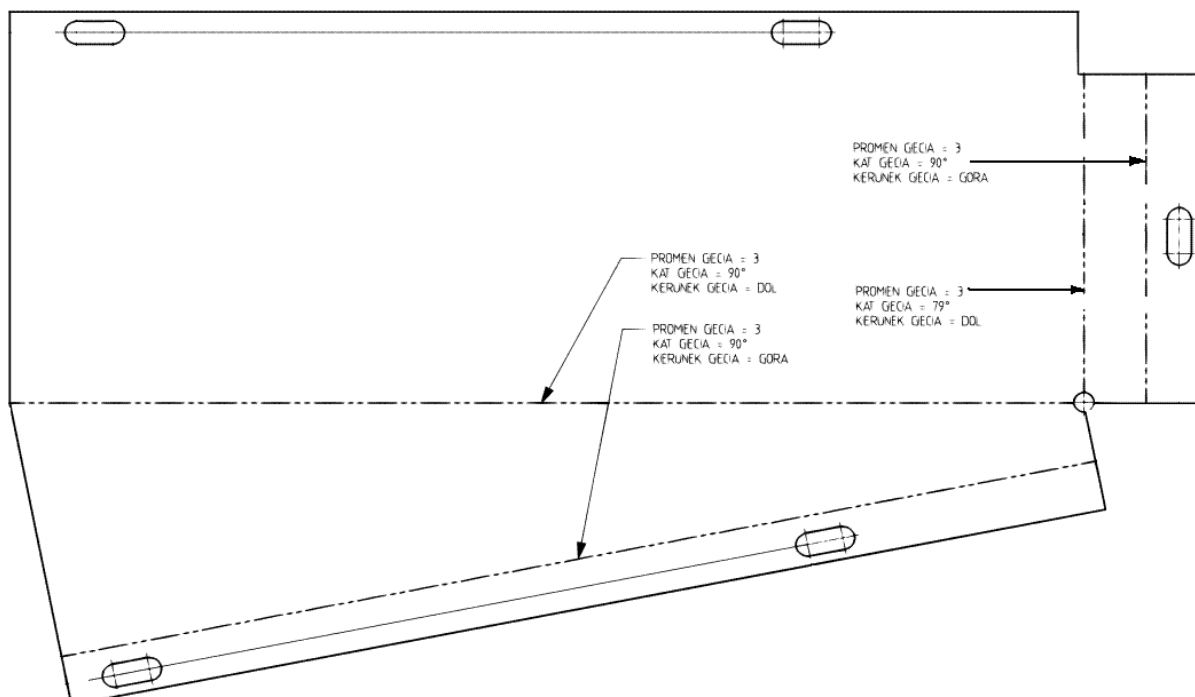
Strona 12 / 17

Przykład prawidłowego opisu gięcia na rysunku SBC - rozwinięcie blachy:



Rys 11 Standardowy sposób opisu gięcia na rozwinięciu blachy

Określenie prawidłowego kierunku gięcia zgodnie z rysunkiem SBC – rozwinięcie blachy:



Rys 12 Kierunek gięcia na rysunku – rozwinięcie blachy



## NORMA ZAKŁADOWA

Nr SN 22-008-00D

Wydanie 5

Data wydania: 2019-09-16

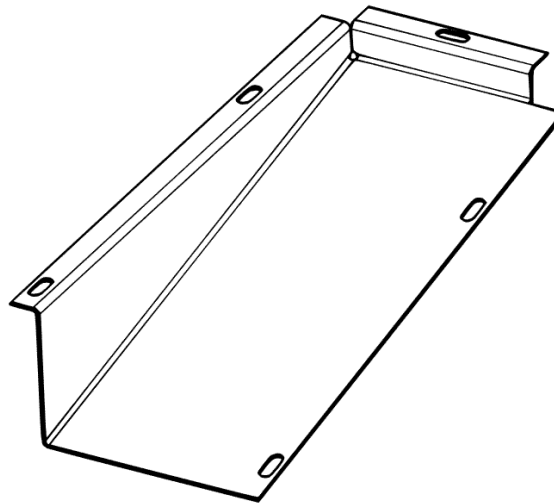
Nazwa normy:

### Promienie gięcia blach

Blachy stalowe, aluminiowe

Niniejszy dokument jest własnością Solaris Bus & Coach S.A.,

Strona 13 / 17



Rys 13 Kierunek gięcia zgodny z rysunkiem

## 7. Stany aluminium

Oznaczenia stanów aluminium zawiera norma EN 515. W tabeli nr 4 zawarto opisy stanów utwardzenia wg tej normy.

Tabela 4 Aluminium – oznaczenia stanów wg PN-EN 515

Stan podstawowy	Symbol stanu	Określenie stanu		
surowy	F	wytworzony (surowy) - dotyczy wyrobów kształtowanych w procesach, w których nie ma specjalnej kontroli warunków cieplnych i umocnienia		
wyżarzony	0	wyżarzony - dla wyrobów uzyskujących ustalone własności po procesie wytwarzania na gorąco		
	01	obrobiony cieplnie w czasie temp. Zalecanej dla wyrobów przesyconych i wolno schłodzonych do temp. Pokojowej		
	02	obrobiony cieplno-plastycznie w celu zwiększenia odkształcalności		
	03	ujednorodniony		
Umocniony zgniotem	H11	Umocniony wyłącznie zgniotem	Lekko umocniony stan między 0 a H12	
	H12		1/4	Twardy
	H14		1/2	
	H16		3/4	
	H18		4/4	
	H19	Ekstra twardy		
	H22	Umocniony i częściowo wyżarzony	1/4	Twardy
	H24		1/2	
	H26		3/4	
	H28		4/4	
	H32	Umocniony i stabilizowany	1/4	Twardy
	H34		1/2	
	H36		3/4	
	H38		4/4	
H42	umocniony i malowany lub lakierowany	1/4	Twardy	
H44		1/2		



## NORMA ZAKŁADOWA

Nr SN 22-008-00D

Wydanie 5

Data wydania: 2019-09-16

Nazwa normy:

# Promienie gięcia blach

Blachy stalowe, aluminiowe

Niniejszy dokument jest własnością Solaris Bus & Coach S.A.,

Strona 14 / 17

	H46		3/4	
	H48		4/4	
	H111	Wyżarzane i nieznacznie umocnione przez walcowanie (mniej, niż H11) podczas kolejnych operacji, takich jak wyprężanie lub prostowanie		
	H112	Nieznacznie umocnione przez walcowanie po formowaniu na ciepło i/lub lekkim formowaniu na zimno (podane graniczne wartości parametrów mechanicznych)		
	H116	Stosuje się do stopów aluminiowo-magnezowych o zawartości magnezu 4% lub więcej i dla których podane są graniczne wartości parametrów mechanicznych oraz odporność na korozję warstwową.		
przesycony	W	przesycony (niestabilny)		
	W5x	przesycony (niestabilny) i odprężony		
Obrobiony cieplnie do uzyskania stabilnych stanów innych niż F, O i H	T1	schłodzony z podwyższonej temperatury procesu kształtowania i naturalnie starzony do uzyskania stabilnego stanu		
	T2	schłodzony z podwyższonej temperatury procesu kształtowania, odkształcony na zimno i naturalnie starzony do uzyskania stabilnego stanu		
	T3	przesycony, odkształcony na zimno i naturalnie starzony do uzyskania stabilnego stanu		
	T7351	Obrobione cieplnie w kąpeli, odprężone przez wyprężanie o kontrolowaną wartość (trwałe odkształcenie 0,5% do 3% dla arkuszy, 1,5% do 3% dla płyt, 1% do 3% dla walcowanych lub wykańczanych na zimno walcówki lub grubych prętów, 1% do 5% dla kucia ręcznego i kucia pierścieniowego oraz dla pierścienia walcowanego) i następnie sztucznie przestarzone w celu osiągnięcia najwyższej odporności na korozję naprężeniową. Po wyprężaniu produkty nie podlegają prostowaniu.		
	T4	przesycony i naturalnie starzony do uzyskania stabilnego stanu		
	T5	schłodzony z podwyższonej temperatury procesu kształtowania, a następnie sztucznie starzony		
	T6	przesycony, a następnie sztucznie starzony		
	T61	Obrobione cieplnie w kąpeli i następnie sztucznie starzone w warunkach niedostarczenia w celu polepszenia odkształcalności.		
	T6151	Obrobione cieplnie w kąpeli, odprężone przez wyprężanie o kontrolowaną wartość (trwałe odkształcenie 0,5% do 3% dla arkuszy, 1,5% do 3% dla płyt) i następnie sztucznie starzone w warunkach niedostarczenia w celu polepszenia odkształcalności. Po wyprężaniu produkty nie podlegają prostowaniu.		
	T7	przesycony i przestarzony/stabilizowany		
	T73	Obrobione cieplnie w kąpeli i następnie sztucznie przestarzone w celu osiągnięcia najwyższej odporności na korozję naprężeniową.		
	T732	Obrobione cieplnie w kąpeli i następnie sztucznie przestarzone w celu osiągnięcia najwyższej odporności na, korozję naprężeniową. Stosuje się do materiałów próbnych obrabianych cieplnie z materiałów wyżarzonych lub materiałów o stanie utwardzenia F lub do produktów obrobionych cieplnie przez użytkownika z materiałów o dowolnym stanie utwardzenia.		
	T74	Obrobione cieplnie w kąpeli i następnie sztucznie przestarzone (między T73 a T76).		
	T76	Obrobione cieplnie w kąpeli i następnie sztucznie przestarzone w celu osiągnięcia dobrej odporności na korozję warstwową.		
	T7651	Obrobione cieplnie w kąpeli, odprężone przez wyprężanie o kontrolowaną wielkość (trwałe odkształcenie 0,5% do 3% dla blach, 1% do 3% dla walcowanych lub wykańczanych na zimno: walcówki i prętów, 1% do 5% dla kucia ręcznego lub pierścieniowego i dla pierścieni walcowanych) i następnie sztucznie przestarzone w celu osiągnięcia dobrej odporności na korozję warstwową. Po wyprężaniu produkty nie podlegają prostowaniu.		
	T79	Obrobione cieplnie w kąpeli i następnie sztucznie przestarzone (bardzo ograniczone przestarzenie).		
T8	przesycony, odkształcony na zimno i sztucznie starzony			
T81	Obrobione cieplnie w kąpeli, przerobione plastycznie na zimno i o około 1% i następnie sztucznie starzone.			
T82	Obrobione cieplnie w kąpeli przez użytkownika, poddane kontrolowanemu wyprężaniu z minimalnym trwałym odkształceniem 2% i następnie sztucznie starzone (stop 8090).			
T9	przesycony, sztucznie starzony i odkształcony na zimno			
T10	schłodzony z podwyższonej temperatury procesu kształtowania, odkształcony na zimno i sztucznie starzony			

 <b>SOLARIS</b> <small>A CAF GROUP COMPANY</small>	<b>NORMA ZAKŁADOWA</b>	Nr SN 22-008-00D	Wydanie 5
		Data wydania: 2019-09-16	
Nazwa normy: <div style="text-align: center; margin-top: 10px;"> <b>Promienie gięcia blach</b>            Blachy stalowe, aluminiowe         </div>			
Niniejszy dokument jest własnością Solaris Bus & Coach S.A.,			<b>Strona 15 / 17</b>

## 8. Tolerancje promieni gięcia.

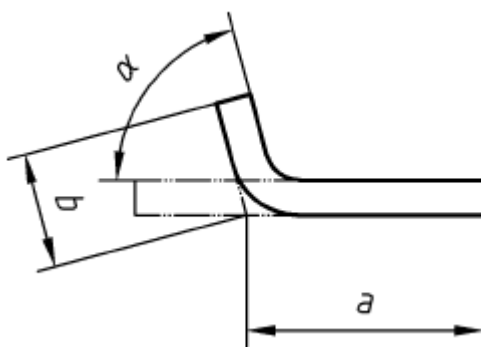
W przypadku braku oznaczenia na rysunku tolerancji promienia gięcia, obowiązują tolerancje określone w tabeli 5. Zaleca się stosowanie tolerancji niesymetrycznych z odchyłką dodatnią. Tolerancje gięcia zależą od rodzaju materiału, wielkości promienia oraz grubości blachy.

Tabela 5 Dopuszczalne odchyłki dla promieni gięcia w mm

MATERIAŁ	Grubość blachy		
	$t \leq 3\text{mm}$	$3\text{mm} < t \leq 6\text{mm}$	$t > 6\text{mm}$
Stale węglowe	+0,8 0	+1,5 0	+2 0
Stale stopowe	+1 0	+2 0	+3 0
Aluminium ( $r$ – promień gięcia)			
$1t > r$	+0,5 0	+1 0	+1,5 0
$1,5t > r \geq 1t$	+1 0	+2 0	+3 0
$2t > r \geq 1,5t$	+1,5 0	+3 0	+4,5 0
$r \geq 2t$	+2 0	+4 0	+6 0
DOMEX 420 MC	+0,8 0	+1,5 0	+2 0
DOMEX 700 MC	+1 0	+2 0	+3 0

## 9. Tolerancje kątów gięcia.

W przypadku braku oznaczenia na rysunku tolerancji kąta gięcia, obowiązują tolerancje określone w normie DIN 6935 które podano również w tabeli 6. Należy przyjąć mniejszy z wymiarów ramion ( $a$  lub  $b$ , rys 14) i z tabeli odczytać wartość tolerancji. Tolerancje kątów gięcia z tabeli 6 mają pierwszeństwo przed innymi ogólnymi tolerancjami kątowymi (np. ISO 2768).



Rys 14 Kąt gięcia  $\alpha$



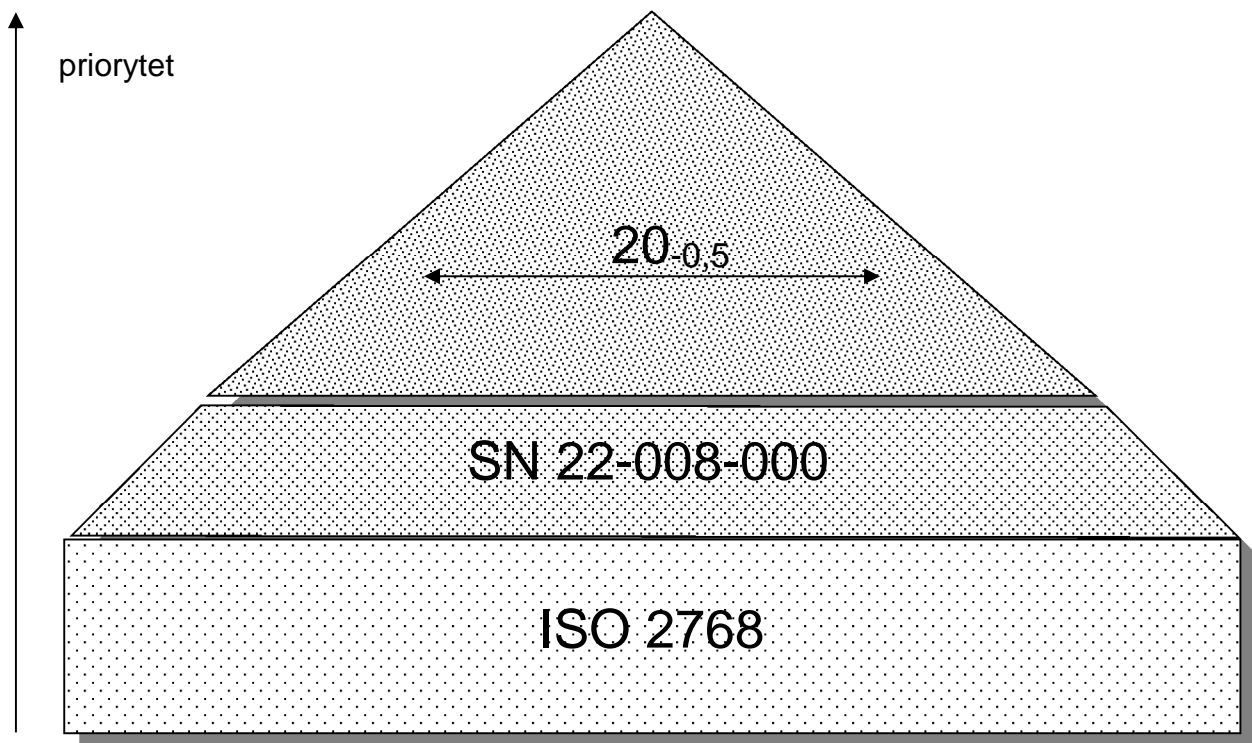
 <b>SOLARIS</b> <small>A CAF GROUP COMPANY</small>	<b>NORMA ZAKŁADOWA</b>	Nr SN 22-008-00D	Wydanie 5
		Data wydania: 2019-09-16	
Nazwa normy: <div style="text-align: center; margin-top: 10px;"> <b>Promienie gięcia blach</b>            Blachy stalowe, aluminiowe         </div>			
Niniejszy dokument jest własnością Solaris Bus & Coach S.A.,			<b>Strona 16 / 17</b>

*Tabela 6 Dopuszczalne odchyłki dla kątów gięcia*

	Wymiar w [mm] (mniejsze z ramion a lub b)				
	w ≤ 30	30 < w ≤ 50	50 < w ≤ 80	80 < w ≤ 120	w > 120
Dopuszczalna odchyłka kąta gięcia α	±2°	±1°45'	±1°30'	±1°15'	±1°

### 10. Hierarchia ważności tolerancji.

- Najwyższa – dla tolerancji zaznaczonej na rysunku
- Jeżeli wymiar nie posiada tolerancji – stosujemy niniejszą normę w zakresie w którym obowiązuje
- Dla pozostałych wymiarów bez tolerancji stosujemy ogólną normę np. ISO 2768



*Rys 15 Hierarchia ważności tolerancji*



 <b>SOLARIS</b> <small>A CAF GROUP COMPANY</small>	<b>NORMA ZAKŁADOWA</b>	Nr SN 22-008-00D	Wydanie 5
		Data wydania: 2019-09-16	
Nazwa normy: <div style="text-align: center; margin-top: 10px;"> <b>Promienie gięcia blach</b>            Blachy stalowe, aluminiowe         </div>			
Niniejszy dokument jest własnością Solaris Bus & Coach S.A.,			<b>Strona 17 / 17</b>

Opracował		Sprawdził		Zatwierdził	
Data	Podpis	Data	Podpis	Data	Podpis
2012-10-30	Bogdan Kaczmarczyk	2012-11-06	Bogdan Kaczmarczyk	2012-11-06	Radosław Harkot

Nr zmiany	Data	Treść zmiany			
A	2012-11-21	Doprecyzowanie jakie informacje powinny znaleźć się na rysunku.			
		Opracował: Kaczmarczyk B.	Sprawdził: Kaczmarczyk B.	Zatwierdził: Harkot R.	
B	2013-03-28	1. Na podstawie informacji zwrotnej od wykonawców części giętych, usunięto promienie gięcia 1,2; 1,6 i 2,5 mm ze względu na brak możliwości technologicznych uzyskania tych promieni. 2. Zmiana promieni dopuszczonych i preferowanych, w zakresie od 1 do 20 mm, zgodnie z zaleceniami producentów. 3. Aktualizacja tabeli 3 zgodnie z nowymi wytycznymi.			
		Opracował: Kaczmarczyk B.	Sprawdził: Kaczmarczyk B.	Zatwierdził: Harkot R.	
C	2015-02-04	N/D			
		Opracował: Kaczmarczyk B.	Zweryfikował: Pietruszka P. Kończak Ł. Kończyk S.	Zatwierdził: Harkot R.	
D	2019-09-16	1. Zmiana logo SBC			
		Opracował: Serkowska J.	Zweryfikował: Serkowska J	Zatwierdził: Harkot R.	