

Projekt prototypu bezszczotkowego generatora wielofazowego

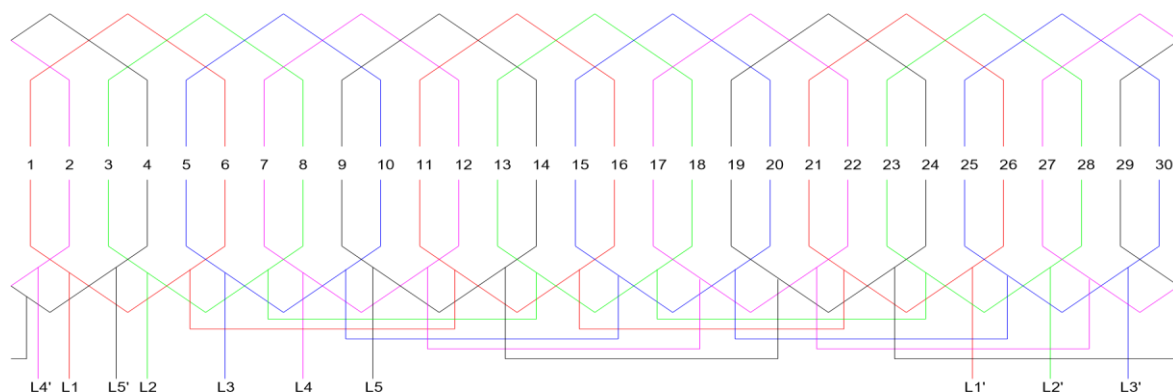
1. Dane znamionowe generatora

S_n	=	2 kVA	- moc znamionowa (przy prędkości synchronicznej)
U_{nPW}	=	400 V	- napięcie znamionowe (dla połączenia w gwiazdę uzwojenia mocy)
n_s	=	375 obr/min	- prędkość synchroniczna
n_{max}	=	510 obr/min	- maksymalna prędkość robocza
n_{min}	=	240 obr/min	- minimalna prędkość robocza
η	=	0,76	- sprawność znamionowa
m_{PW}	=	3	- liczba faz uzwojenia mocy
m_{CW}	=	5	- liczba faz uzwojenia sterującego
p_{PW}	=	5	- liczba par biegunów uzwojenia mocy
p_{CW}	=	3	- liczba par biegunów uzwojenia sterującego
f_{nPW}	=	50 Hz	- częstotliwość znamionowa uzwojenia mocy
f_{nPW}	=	0..18 Hz	- częstotliwość robocza uzwojenia sterującego
P_r	=	8	- liczba biegunów wirnika

2. Projekt uzwojeń

2.1. Uzwojenia sterującego stojana

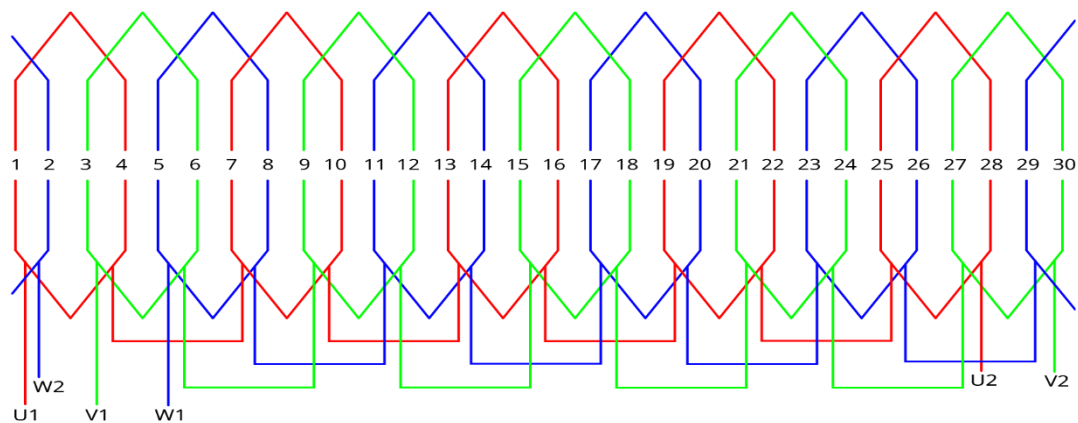
Uzwojenie jednowarstwowe, pięciofazowe, umieszczone na dole żłobków rdzenia stojana (umieszczone od strony obudowy maszyny)



Rys. 2.1 Schemat 5 fazowego uzwojenia sterującego (CW)

2.2. Uzwojenia mocy stojana

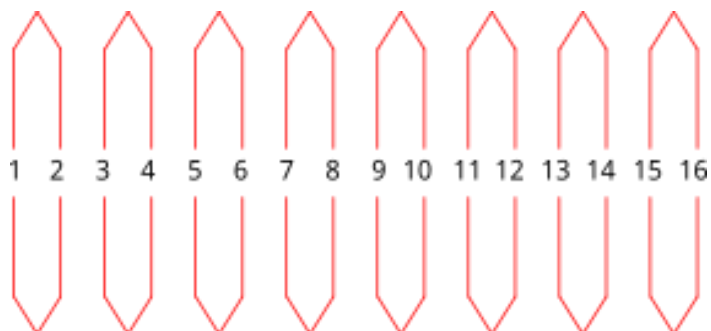
Uzwojenie jednowarstwowe, trójfazowe, umieszczone na górze żłobków rdzenia stojana (umieszczone od strony szczeliny powietrznej)



Rys. 2.2 Schemat uzwojenia

2.3. Uzwojenia wirnika

Uzwojenia jednowarstwowe zwarte



Rys. 2.3 Schemat uzwojenia

3. Dokumentacja technologiczna

3.1. Technologia wykonania prądnicy

3.1.1. Rdzeń stojana

Materiały:

Blachy elektrotechniczne M400-50A w ilości 520 sztuk, wycięte wg dostarczonego rysunku CAD (średnica zewnętrzna 280mm).

Operacje:

1. Złożyć rdzeń stojana z blach elektrotechnicznych, wykonując skos żłobków równy podziałce żłobkowej (12°). **Rdzeń należy składać w specjalnie przygotowanym do tego celu przyrządzie.**
2. Połączyć blachy poprzez operację zgrzewania (TIG). Wykonać 6 spoin wzdłuż wysokości na powierzchni zewnętrznej pakietu.
3. Po zespoleniu blach wyrównać powierzchnię.
4. Po wykonaniu tych operacji należy wykonać operację uzwojania stojana.

3.1.2. Uzwojenie sterujące

Materiały:

Drut: DN2E \varnothing 0,95mm - ok.5kg
Izolacja żłobkowa: NEN gr. 0,30mm
Izolacja międzyfazowa: NEN gr. 0,20mm

Operacje:

1. Uzwoić stojan wg parametrów z karty uzwojeń z punktu 3.1.1. opracowania.
2. Dociąć izolację żłobkową i umieścić ją w żłobkach (klasa izolacji F, NEN gr. 0,30mm).
3. Wykonać cewki uzwojenia, umieścić je w żłobkach zgodnie ze schematem uzwojeń.
4. Wykonać połączenia cewek poprzez zaciskanie (tulejka miedziana pobieleno \varnothing 6mm), wyprowadzenia uzwojenia zgodnie ze schematem uzwojeń. Wyprowadzenia wykonać przewodami o przekroju 1,5mm² w izolacji silikonowej.
5. Dociąć izolację międzyfazową części czołowej (klasa izolacji F, NEN gr. 0,20mm), umieścić ją w części czołowej.

3.1.3. Uzwojenie mocy

Materiały:

Drut: DN2E \varnothing 0,95mm - ok.5kg
Izolacja żłobkowa: NEN gr. 0,30mm
Izolacja międzyfazowa: NEN gr. 0,20mm

Operacje:

1. Uzwoić stojan wg parametrów z karty uzwojeń z punktu 3.1.2. opracowania.
2. Dociąć izolację żłobkową i umieścić ją w żłobkach (klasa izolacji F, NEN gr. 0,30mm).
3. Wykonać cewki uzwojenia, umieścić je w żłobkach zgodnie ze schematem uzwojeń.
4. Wykonać połączenia cewek poprzez zaciskanie (tulejka miedziana pobieleno $\varnothing 6\text{mm}$), wyprowadzenia uzwojenia zgodnie ze schematem uzwojeń. Wyprowadzenia wykonać przewodami o przekroju $1,5\text{mm}^2$ w izolacji silikonowej.
5. Dociąć izolację międzyfazową części czołowej (klasa izolacji F, NEN gr. 0,20mm), umieścić ją w części czołowej i wykonać bandażowanie czoł uzwojeń mocy i sterującego.
6. Wykonać dwukrotną impregnację uzwojeń metodą zanurzeniową, lakier PMR/F.
7. Suszenie uzwojeń po impregnacji zgodnie z procedurą podaną przez producenta lakieru elektroizolacyjnego.
8. Oczyszczyć powierzchnie pakietu z lakieru elektroizolacyjnego po impregnacji i wygrzaniu.

3.1.4. Rdzeń wirnika

Materiały:

Blachy elektrotechniczne M400-50A w ilości 520 sztuk, wycięte wg dostarczonego rysunku CAD (średnica zewnętrzna 178,8mm).

Operacje:

1. Złożyć rdzeń stojana z blach elektrotechnicznych. **Rdzeń należy składać w specjalnie przygotowanym do tego celu przyrządzie.**
2. Połączyć blachy poprzez operację zgrzewania (TIG). Wykonać 1 spoinę wzdłuż wysokości na powierzchni wewnętrznej pakietu.
3. Po wykonaniu tych operacji należy wykonać operację uzwojenia wirnika.

3.1.5. Uzwojenie wirnika

Materiały:

Drut: DN2E $\varnothing 0,95\text{mm}$ - ok.2kg

Izolacja żłobkowa: NEN gr. 0,30mm

Kliny żłobkowe tekstolitowe 2,5x22x270mm - 16 szt.

Operacje:

1. Dociąć izolację żłobkową i umieścić ją w żłobkach (klasa izolacji F, NEN gr. 0,30mm).
2. Wykonać cewki uzwojenia, umieścić je w żłobkach zgodnie ze schematem uzwojeń.

3. Wykonać połączenia/zwarcia cewek poprzez zaciskanie (tulejka miedziana pobielana $\varnothing 6\text{mm}$):
 - a) Zewrzeć początek i koniec każdej cewki osobno (cewki mają być odizolowane wzajemnie),
 - b) Miejsce zwarcia zabezpieczyć izolacją szklaną lub inną izolacją o klasie F,
 - c) Cewki powinny odizolowane od rdzenia.
4. Zabezpieczyć uzwojenie wirnika poprzez wsunięcie tekstolitowych klinów żłobkowych we wszystkich żłobkach wirnika.
5. Wykonać dwukrotną impregnację uzwojeń metodą zanurzeniową, lakier PMR/F.
6. Suszenie uzwojeń po impregnacji zgodnie z procedurą podaną przez producenta lakieru elektroizolacyjnego.
7. Oczyszczyć powierzchnie pakietu z lakieru elektroizolacyjnego po impregnacji i wygrzaniu.

3.1.6. Pozostałe elementy konstrukcyjne

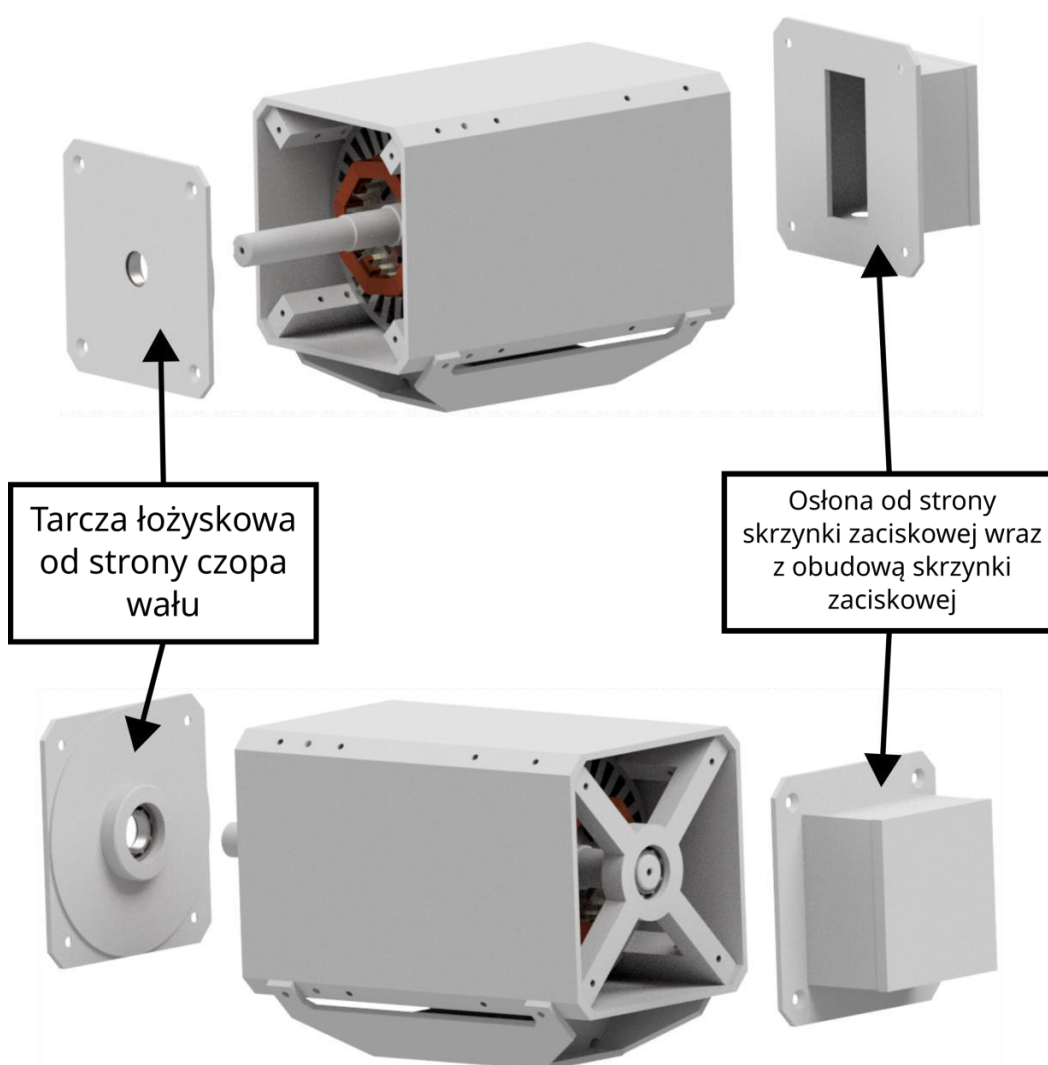
Ogólne wytyczne dotyczące materiałów i wymiarów obudowy:

1. **Przedstawiony w dokumentacji projekt obudowy jest wskazówką określającą wymiary wewnętrzne i zewnętrzne obudowy. Wykonawca po konsultacji z Zamawiającym może wprowadzić korekty.**
2. Obudowa powinna być wykonana ze stali lub aluminium.
3. Obudowa powinna pozwolić na montaż pakietu stojana o średnicy 280mm i długości pakietu 260mm.
4. Konstrukcja obudowy powinna zawierać miejsce po obu stronach maszyny na połączenia czołowe dwóch uzwojeń stojana oraz uzwojenia wirnika.
5. Wymiary zewnętrzne obudowy nie powinny przekraczać 300mm (nie dotyczy łap montażowych, które mogą wykroczać poza obudowę ale może to zwiększyć tylko całkowitą wysokość maszyny przy zachowaniu szerokości wynoszącej do 300mm).
6. Materiały do wykonania zaproponowanej w dokumentacji konstrukcji obudowy:
 - a) Wałek $\varnothing 60\text{mm}$ dł. 800mm S355J2 (szt. 1),
 - b) Płyta stalowa o grubości 30 mm (gatunek stali S355) o wymiarach 400 x 500 mm (szt. 1),
 - c) Płyta stalowa o grubości 8 mm (gatunek stali S355) o wymiarach 260 x 500 mm (szt. 4),
 - d) Płyta stalowa o grubości 8 mm (gatunek stali S355) o wymiarach 300 x 300 mm (szt. 1),
 - e) Płyta stalowa o grubości 12 mm (gatunek stali S355) o wymiarach 300 x 300 mm (szt. 1),
 - f) Płyta stalowa o grubości 8 mm (gatunek stali S355) o wymiarach 400 x 500 mm (szt. 1),
 - g) Rura stalowa $\varnothing 110$ i grubości ścianki 30mm i długości 100mm (gatunek stali S355)
 - h) Łożyska 6008 (szt. 2),
 - i) Skrzynka rozdzielacza metalowa S200xW200xG120mm,

- j) Śruby M10 x 60mm - do mocowania stojana (szt. 4),
- k) Śruby M10 x 20mm - do mocowania tarcz łożyskowych i łap (szt. 12).

Operacje:

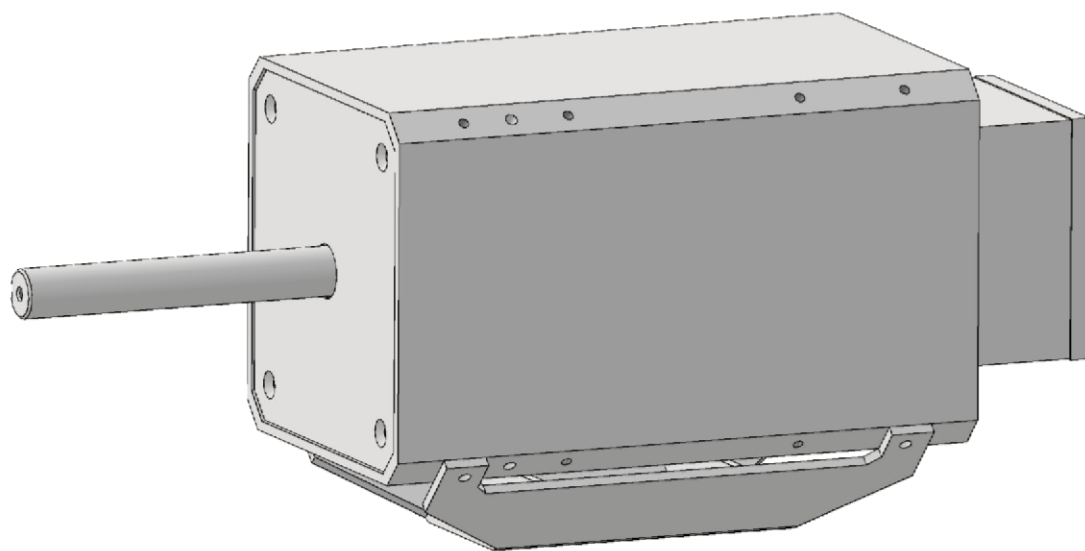
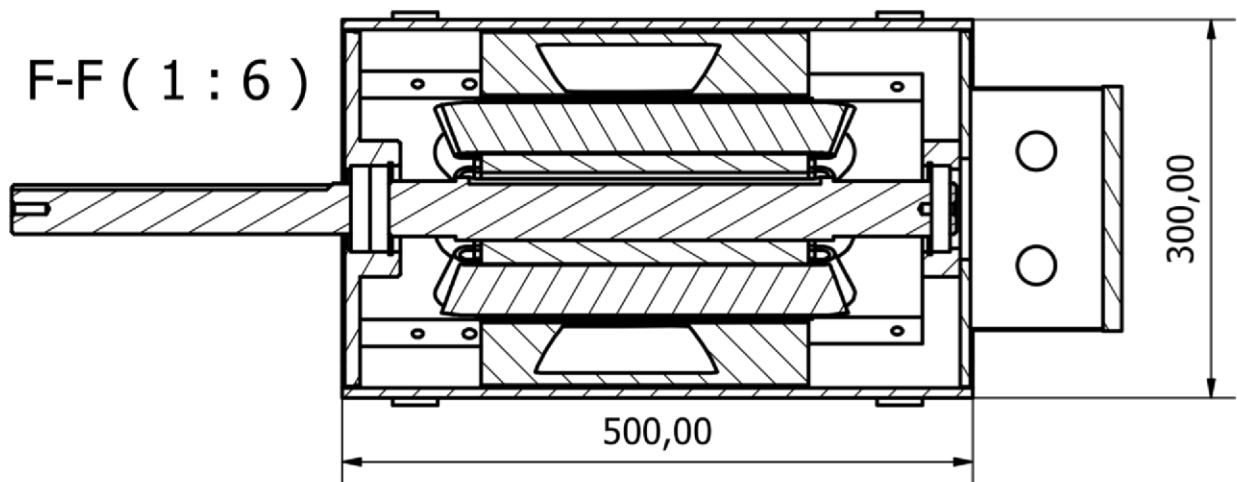
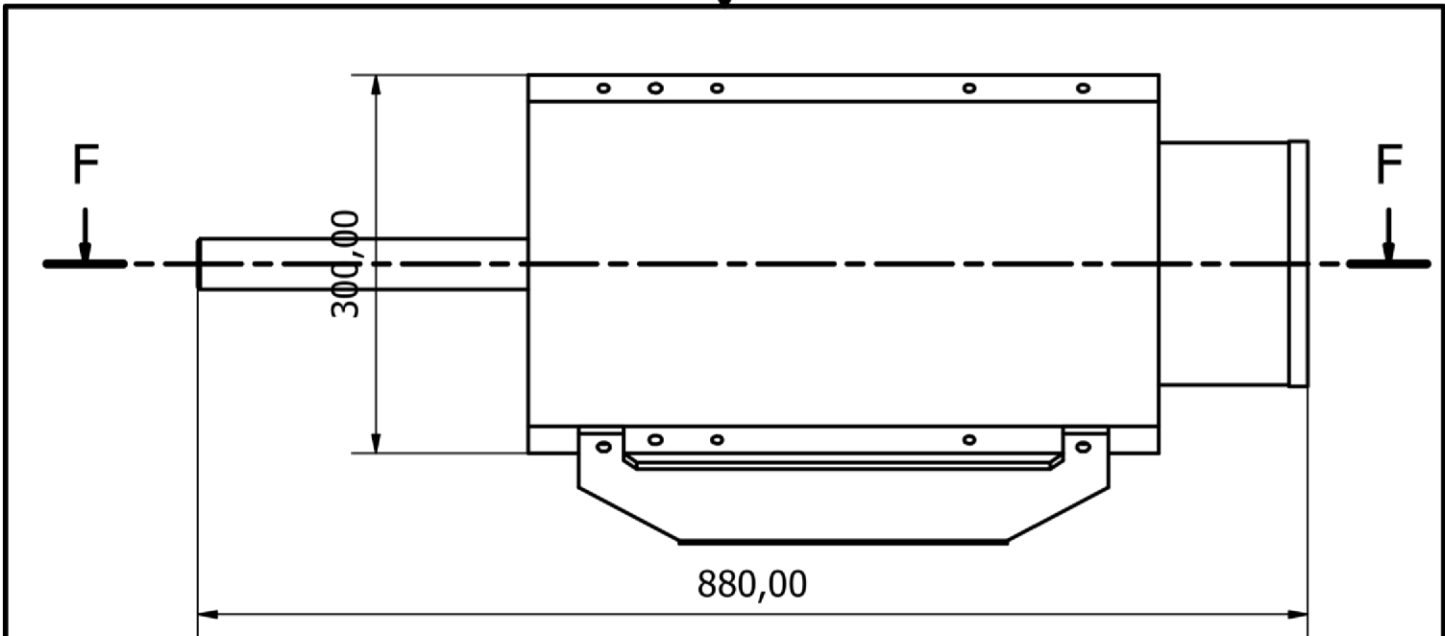
1. Wykonać szkielet obudowy stojana z wykorzystaniem płyt stalowych o grubości 30mm oraz rury stalowej o średnicy $\varnothing 110\text{mm}$.
2. Dospawać 4 ściany obudowy do szkieletu wykonanego w punkcie 1 - ściany boczne o wymiarach około 255x500mm.
3. Wykonać na tokarni wewnętrzne mocowanie tarczy łożyskowej (tarcza od strony czopa wału), pakietu stojana oraz gniazdo łożyskowe (od strony skrzynki zaciskowej).
4. Wykonać tarczę łożyskową (od strony czopa wału) z płyty stalowej o grubości 12 mm oraz rury o średnicy zewnętrznej $\varnothing 110\text{mm}$
5. Wykonanie osłony silnika od strony skrzynki zaciskowej z płyty stalowej o grubości 8mm, wykonać otwory montażowe skrzynki zaciskowej na osłonie silnika.



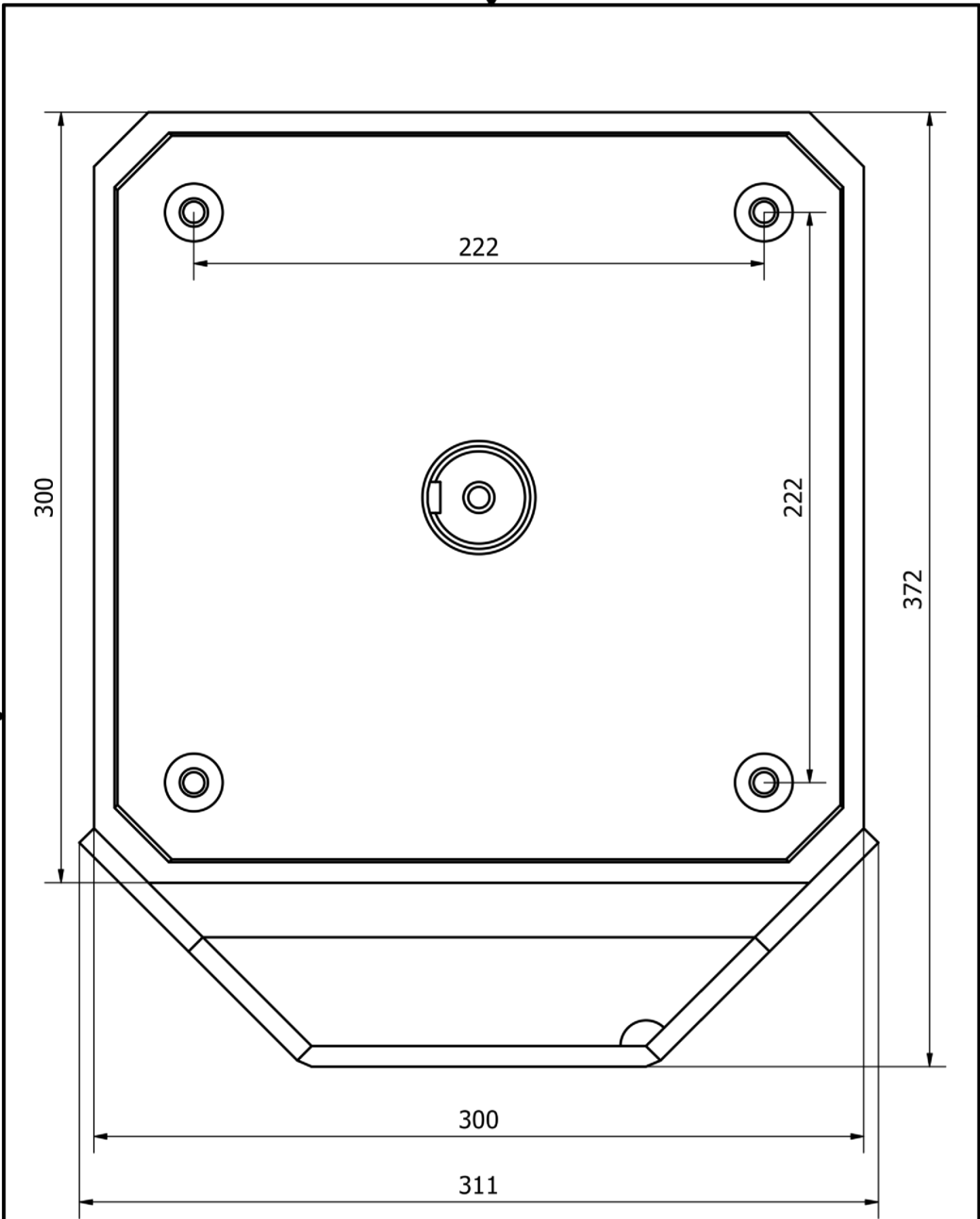
Rys. 3.1 Ogólny widok komponentów obudowy maszyny

6. Wykonać wałek o długości 750 mm oraz średnicy maksymalnej wynoszącej $\varnothing 50\text{mm}$ z wyfrezowaniem o szerokości 14mm pod wpust mocujący rdzeń wirnika oraz wyfrezowaniem czopa wału o szerokości 12mm.

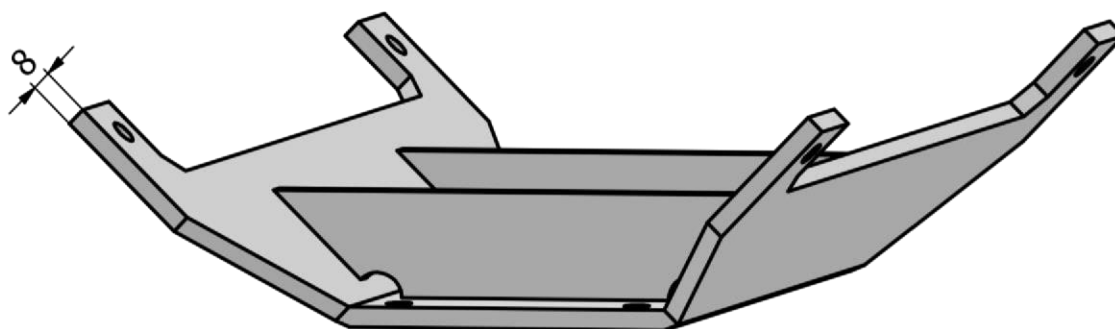
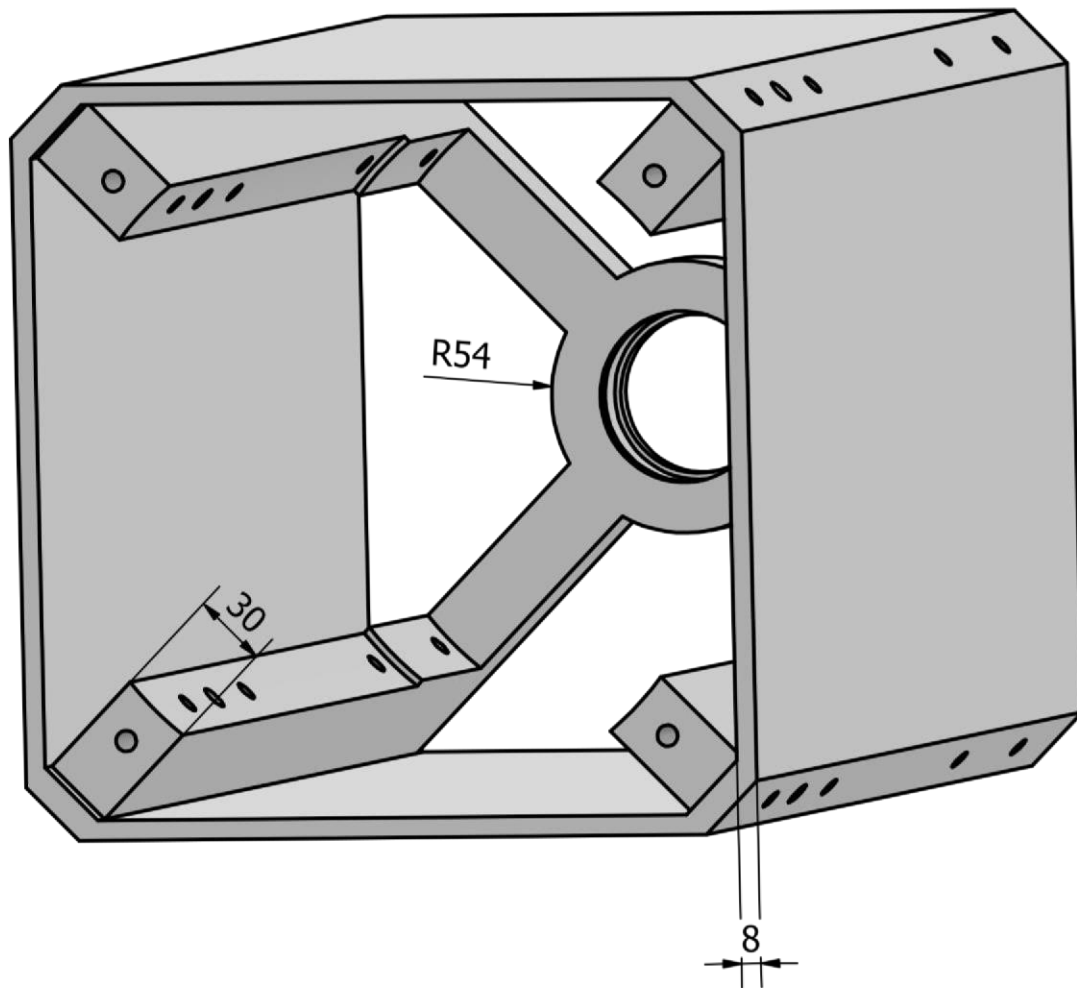
7. Umieścić łożyska w gniazdach łożyskowych - zabezpieczyć pierścieniami osadczymi wewnętrznymi.
8. Zainstalować uzwojony pakiet stojana w obudowie zablokować przy pomocy otworów montażowych w obudowie.
9. Umieścić uzwojony pakiet wirnika na wirniku (pakiet wirnika powinien być wprasowany na wał maszyny i/lub zabezpieczony w sposób uniemożliwiający jego przesuwanie wzdłuż osi maszyny).
10. Osadzić wał wraz z wirnikiem wewnątrz maszyny i tarczę łożyskową.
11. Do skrzynki zaciskowej powinny być wyprowadzone i przykręcone do kostki zaciskowej początki i końce 3 fazowego uzwojenia mocy stojana (6 zacisków) oraz 5 fazowego uzwojenia sterującego (10 zacisków).



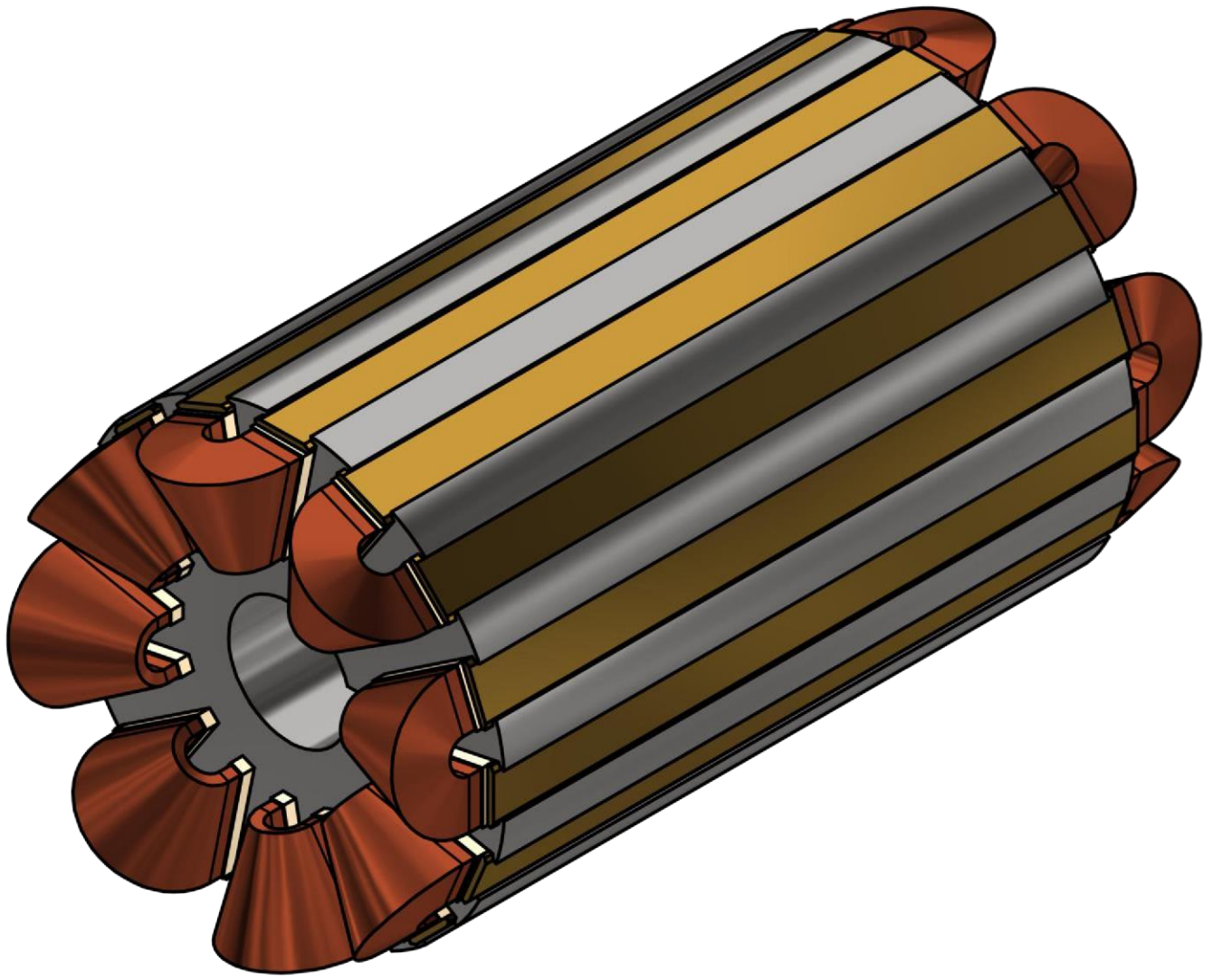
Zaprojektowany przez	Sprawdzony przez	Zatwierdzony przez	Data		Data	
					31.05.2023	
Politechnika Gdańska			Projekt BDFIG v01			
			BDFIG_v1_18		Wydanie	Arkusz
						1 / 5



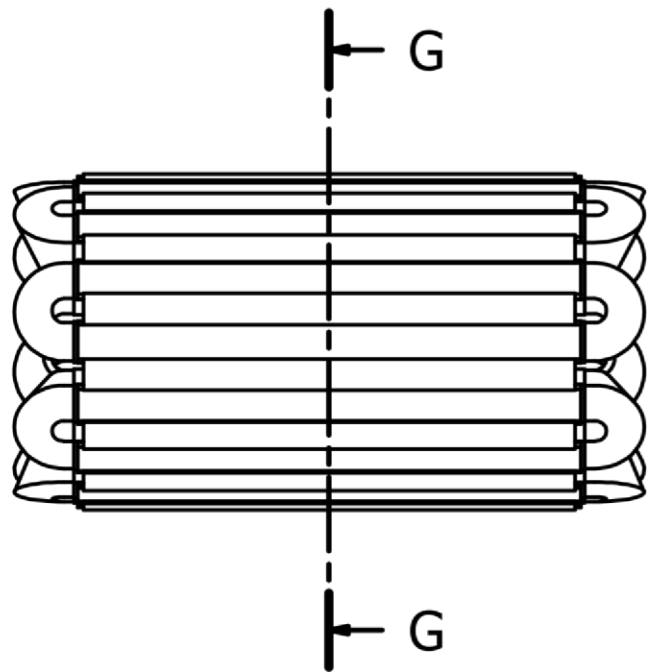
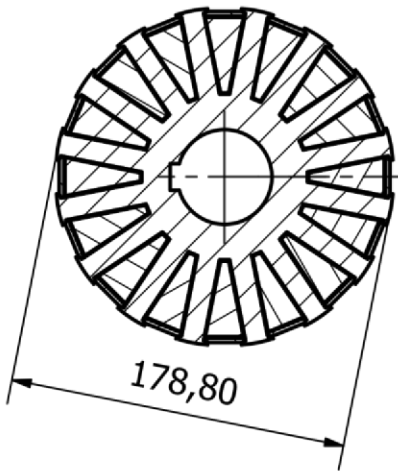
Zaprojektowany przez	Sprawdzony przez	Zatwierdzony przez	Data		Data	
					31.05.2023	
Politechnika Gdańska			Projekt BDFIG v01			
			BDFIG_v1_18		Wydanie	Arkusz
						2 / 5



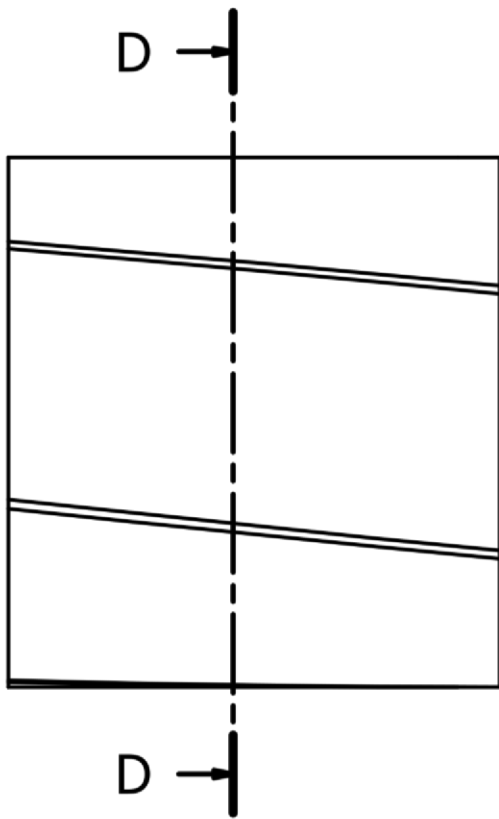
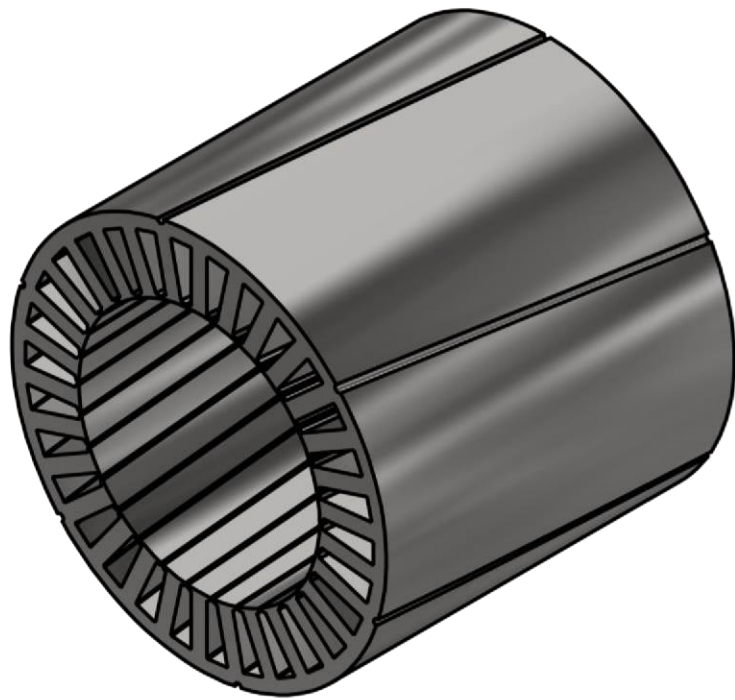
Zaprojektowany przez	Sprawdzony przez	Zatwierdzony przez	Data		Data	
					31.05.2023	
Politechnika Gdańska			Projekt BDFIG v01			
			BDFIG_v1_18	Wydanie	Arkusz	
					3 / 5	



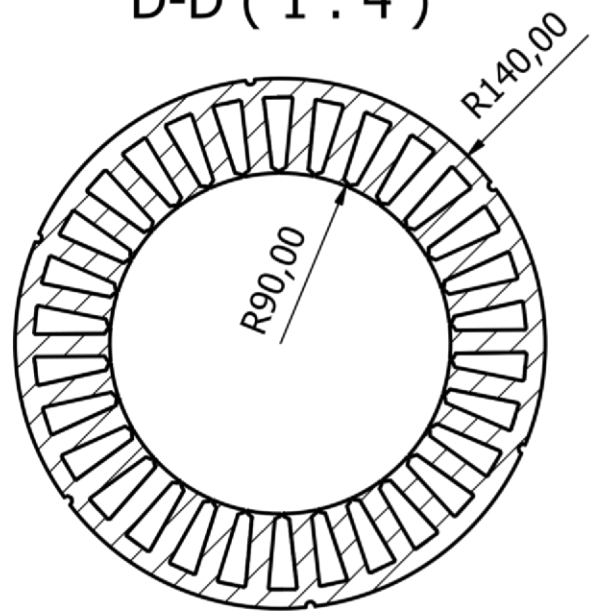
G-G (1 : 4)



Zaprojektowany przez	Sprawdzony przez	Zatwierdzony przez	Data		Data	
					31.05.2023	
Politechnika Gdańska			Projekt BDFIG v01			
			BDFIG_v1_18		Wydanie	Arkusz
						4 / 5



D-D (1 : 4)



Zaprojektowany przez	Sprawdzony przez	Zatwierdzony przez	Data		Data	
					31.05.2023	
Politechnika Gdańska			Projekt BDFIG v01			
			BDFIG_v1_18		Wydanie	Arkusz
						5 / 5