

**Odlewnia Żeliwa „DRAWSKI” Spółka Akcyjna
Program Finansowany z Funduszy Europejskich:
Programu Operacyjnego Inteligentny Rozwój 2014 – 2020
Działanie 1.1.**

**Poddziałanie 1.1.1. - Badania przemysłowe i prace rozwojowe realizowane
przez przedsiębiorstwa.**

Umowa Nr: POIR.01.01.01.-00-0958/18

**„Opracowanie innowacyjnej technologii wytwarzania żeliwa do pracy w niskiej
temperaturze przy dynamicznych obciążeniach wraz z ulepszoną metodą
wykonywania odlewów do takich warunków pracy.”**

Raport z badań wykonawcy.

**„Opracowanie innowacyjnej technologii wytwarzania żeliwa
do pracy w niskiej temperaturze przy dynamicznych
obciążeniach wraz z ulepszoną metodą wykonywania
odlewów do takich warunków pracy.”**

Eksperymentalne prace rozwojowe – Etap nr 3

Spis treści:

I. Wstęp.....	3
II. Przebieg i wyniki prac badawczych 3 etapu.....	3
1. Wprowadzenie.....	3
2. Wybór odlewów testowych.....	5
3. Opracowanie technologii odlewania 7 odlewów (WT-1 – WT-7) z wykorzystaniem kodu symulacyjnego MagmaSoft.....	13
4. Projektowanie i wykonanie płyt modelowych i rdzennic.....	73
5. Uruchomienie pilotażowej produkcji wybranej grupy odlewów. Wytopy żeliwa według nowo opracowanej technologii i wykonanie serii odlewów próbnych o właściwościach odpowiadających EN-GJS-400-18-LT i EN-GJS-350-22-LT.....	86
6. Wyniki badań własności mechanicznych i metalograficznych odlewów próbnych.....	125
7. Podsumowanie.....	173

I. Wstęp

Etap 3 projektu realizował zespół badawczy w składzie:

Dr hab. inż. Nauk Technicznych Paweł Popielarski, prof. PP – Kierownik prac badawczych

Dr inż. Jan Mocek- Z-ca kierownika prac badawczych, ekspert ds. technologii odlewnictwa metali

Inż. Krzysztof Dymek – członek zespołu badawczego, specjalista ds. technologii chemicznej

Inż. Adam Pankowski – członek zespołu badawczego, specjalista ds. kontroli jakości

Inż. Bartosz Heft – członek zespołu, technolog

Inż. Artur Orzechowski- członek zespołu, ekspert ds. technologii

Inż. Łukasz Andrzejkowicz – członek zespołu, ekspert ds. urządzeń technicznych

Nadzorem nad projektem zajmuje się zespół, który pełni jednocześnie funkcje obsługi zmian:

Józef Bojanowski - kierownik organizacyjny projektu

Katarzyna Tymek – kierownik finansowy projektu

II. Przebieg i wyniki prac badawczych 3 etapu

1. Wprowadzenie

Działania w ramach etapu nr 3 eksperymentalnych prac rozwojowych koncentrowały się na połączeniu wyników uzyskanych w warunkach laboratoryjnych przez Wydział Odlewnictwa AGH w Etapie 1 z wynikami Etapu 2 (opracowanie technologii produkcji ferrytycznego żeliwa sferoidalnego do pracy w skrajnie trudnych warunkach temperatury w warunkach Odlewni Żeliwa Drawski) i dotyczyły uruchomienia produkcji pilotażowej grupy odlewów próbnych z żeliwa sferoidalnego do pracy w niskiej temperaturze przy dynamicznych obciążeniach (żeliwa o wysokiej plastyczności i udarności).

Odlewy próbne zostały pogrupowane według 7 grup modeli od WT-1 do WT-7. Każdy z nich charakteryzuje się innymi parametrami, takimi jak grubość ścianek, sposób ułożenia na linii formierskiej (pionowo/poziomo), masą (1,8 do 27 kg), koniecznością rdzeniowania, a także poziomem skomplikowania układu zasilającego, które mogą mieć wpływ na końcową jakość odlewu.

W etapie 3 wytopy żeliwa będą wykonywane według instrukcji wytwarzania żeliwa klasy EN GJS 400 – 18 – LT i instrukcji wytwarzania żeliwa klasy EN-GJS-350-22-LT, które zostały opracowane w wyniku realizacji etapu 2.

Etap 3 stanowi ostateczne potwierdzenie założeń nowej technologii, a także jej walidację w warunkach przemysłowych. Prace w tym etapie będą dotyczyły osiągnięcia i zachowania wysokiego wskaźnika powtarzalności procesu w skali przemysłowej. Planowane jest zachowanie powtarzalności procesu odlewania dla każdego z odlewów próbnych na poziomie 80% odlewów spełniających wymagania jakościowe. Poziom powtarzalności w uzyskiwaniu odlewów spełniających wymagania dla gatunków EN-GJS-400-18-LT ($U_{V(-20^{\circ}\text{C})} > 12\text{J}$) i EN-GJS-350-22-LT ($U_{V(-40^{\circ}\text{C})} > 12\text{J}$) zostanie oceniony na podstawie badań 60 sztuk każdego typu odlewów. Z odlewów tych zostaną pobrane próbki, które są wymagane w normach tych gatunków żeliwa.

W ramach badań zostanie wykonane po 5000 sztuk każdego odlewu (WT-1 – WT-7), 2500 sztuk z żeliwa EN-GJS-400-18-LT i 2500 sztuk z żeliwa EN-GJS-350-22-LT. Łącznie zostanie wykonanych 35000 odlewów próbnych. Każdy z odlewów będzie wykonywany w 20 seriach po 250 szt. (10 serii z żeliwa EN-GJS-400-18-LT i 10 serii z żeliwa EN-GJS-350-22-LT). Z każdej serii w pełni przebadane zostaną 42 odlewy (po 6 szt. dla 7 różnych odlewów), co przy 20 seriach daje łącznie liczbę **840** przebadanych odlewów.

Etap nr 3, eksperymentalne prace rozwojowe, przebiegał według następującego schematu:

- wybór odlewów próbnych,
- opracowanie technologii odlewania 7 odlewów próbnych z wykorzystaniem kodu symulacyjnego MagmaSoft,
- projektowanie i wykonanie płyt modelowych i rdzennic,
- uruchomienie pilotażowej produkcji wybranej grupy odlewów. Wytopy żeliwa według nowoopracowanej technologii i wykonanie serii odlewów próbnych o właściwościach odpowiadających EN-GJS-400-18-LT i EN-GJS-350-22-LT,
- badanie właściwości odlewów próbnych.

2. Wybór odlewów testowych

2.1. Zasady doboru odlewów próbnych

Odlewy próbne zostały pogrupowane według 7 grup modeli.

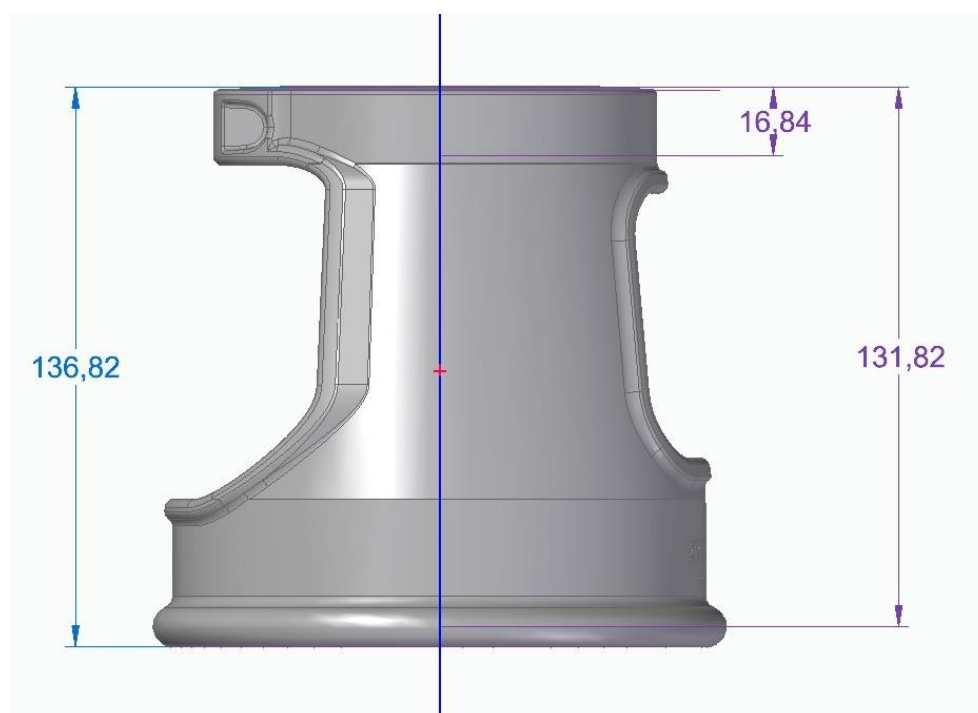
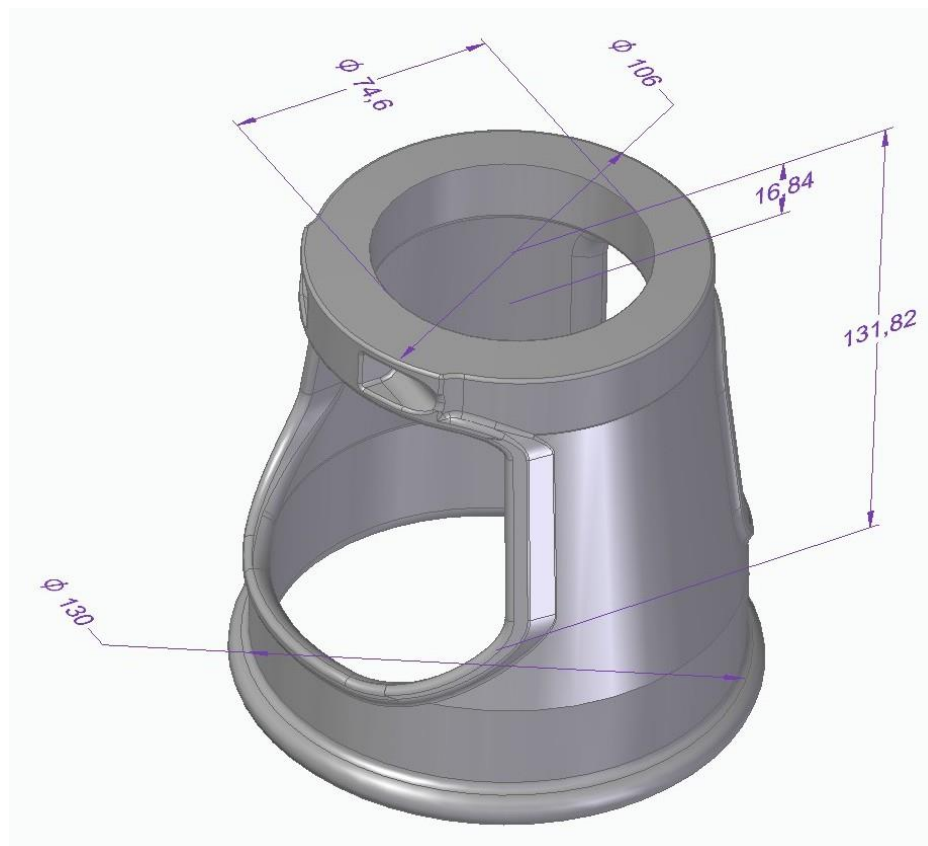
Każdy z nich charakteryzuje się innymi parametrami, takimi jak:

- ilość metalu wlewanego do formy, która wpływa na utrzymanie temperatury podczas zalewania form i zachowania efektów sferoidyzacji żeliwa. Wytypowano odlewy o masie od 1,8 do 27 kg,
- rodzaj linii formierskiej: pozioma / pionowa. Każda z tych metod formowania stwarza inne warunki zalewania, zasilania i krzepnięcia odlewu,
- grubość ścianek odlewu i ich równomierność, która wpływa na poziom skomplikowania układu wlewowo-zasilającego (stosowanie nadlewów, otulin, ochładzalników) oraz na jakość przepływu metalu w formie podczas zalewania (turbulentny, laminarny). Zróżnicowanie grubości ścianek ma istotny wpływ na tendencje do tworzenia się węzłów cieplnych, które są narażone na powstawanie wad skurczowych,
- potrzeba rdzeniowania. Rdzenie zmieniają warunki krzepnięcia wpływając na przyspieszenie tego procesu, oraz wywołują konieczność wykonania odgazowań wnęki formy,
- skomplikowanie układu wlewowo zasilającego, które wynika z konstrukcji odlewów, ilości węzłów cieplnych i możliwości ich prawidłowego zasilania nadlewami, co ma wpływ na złożoność konstrukcji formy, a także może się przyczyniać do powstawania wad w wytwarzanych odlewach.

W ramach etapu 3 wybrano 7 odlewów testowych o od WT-1 do WT-7.

2.2. Odlew próbny WT-1

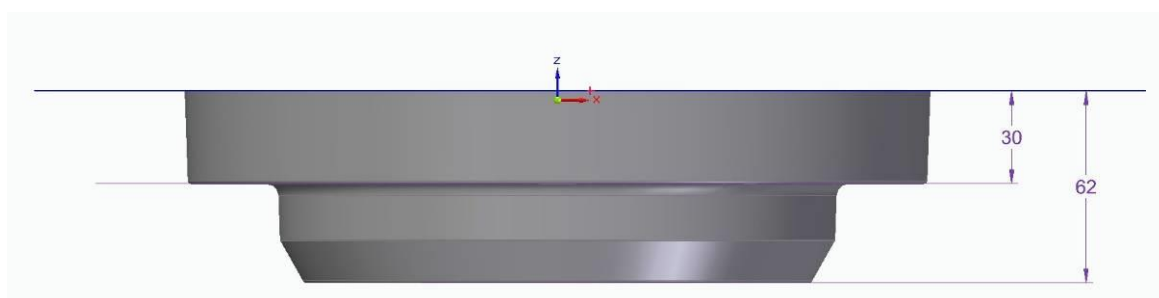
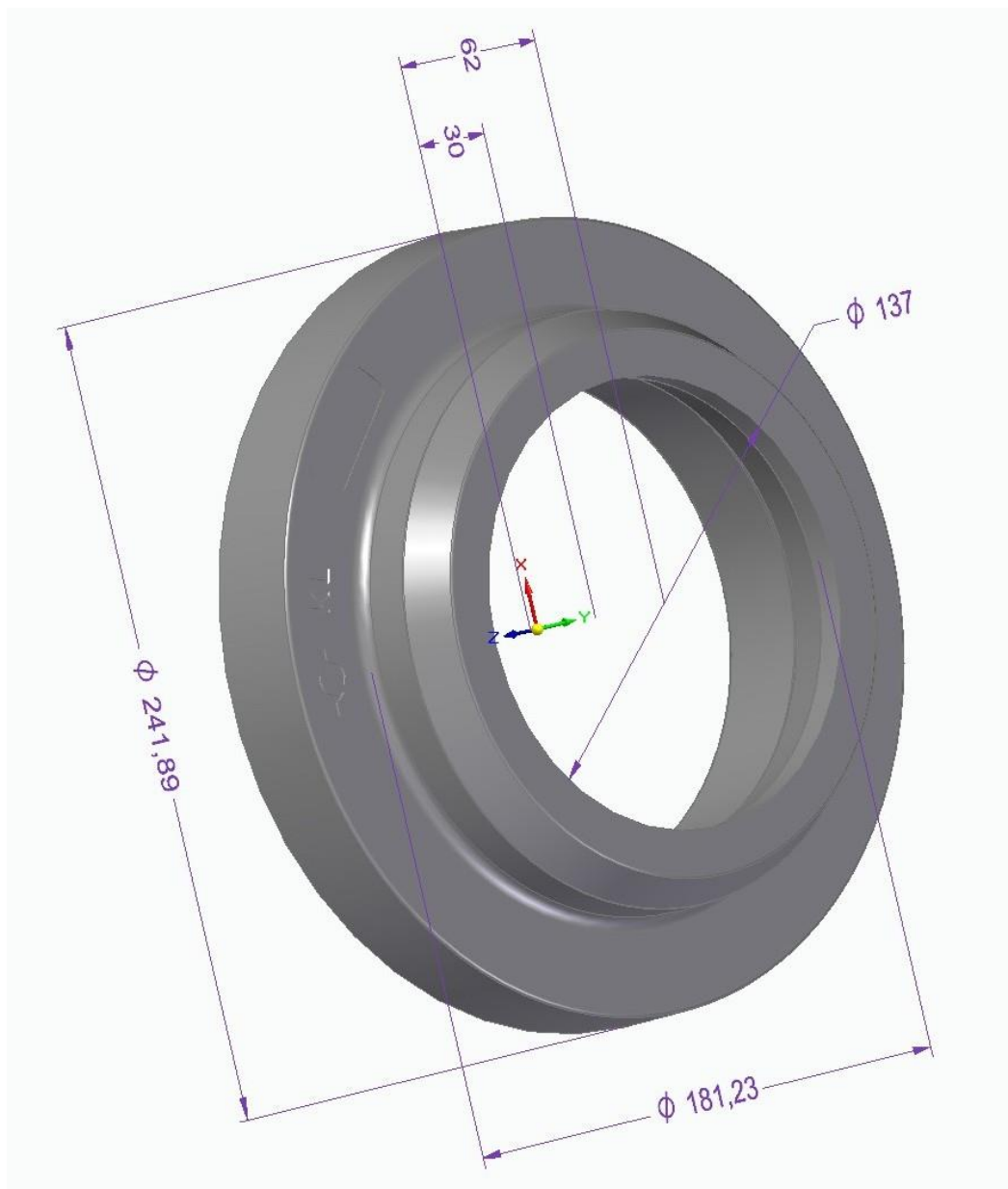
Jako odlew próbny WT-1 wybrano odlew pokazany na rys. 2.1. Jest to odlew o masie 1,8 kg i średniej grubości ścianki ~8 mm. Wybrano metodę formowania z pionową powierzchnią podziału (Linia formierska: Disa Macic).



Rys. 2.1. Odlew WT-1

2.3. Odlew próbny WT-2

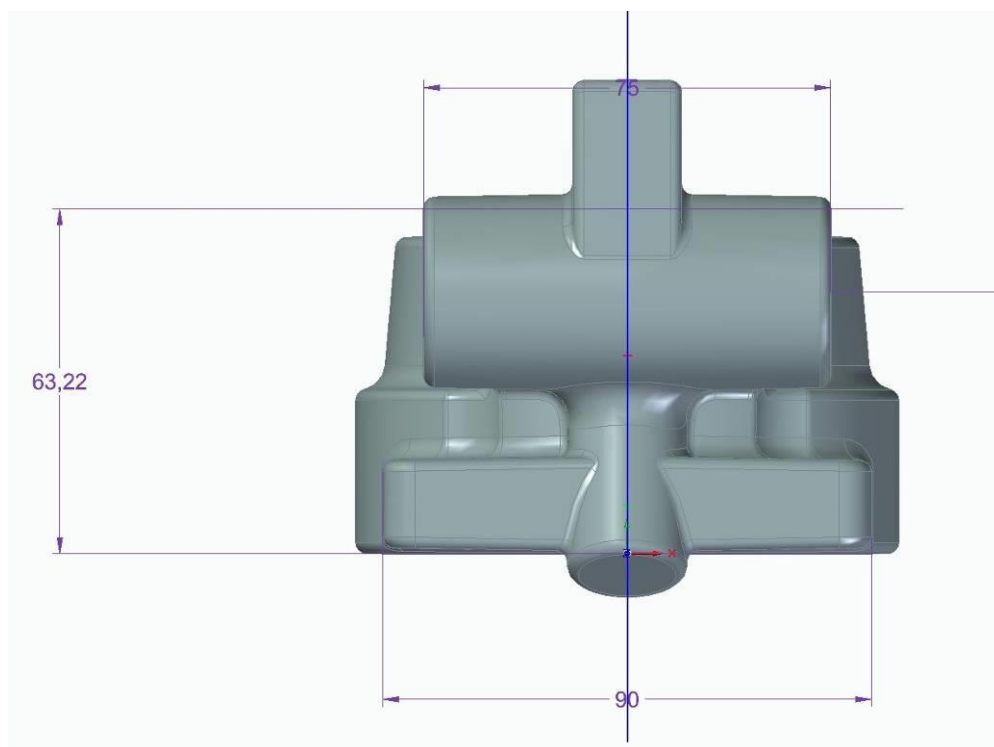
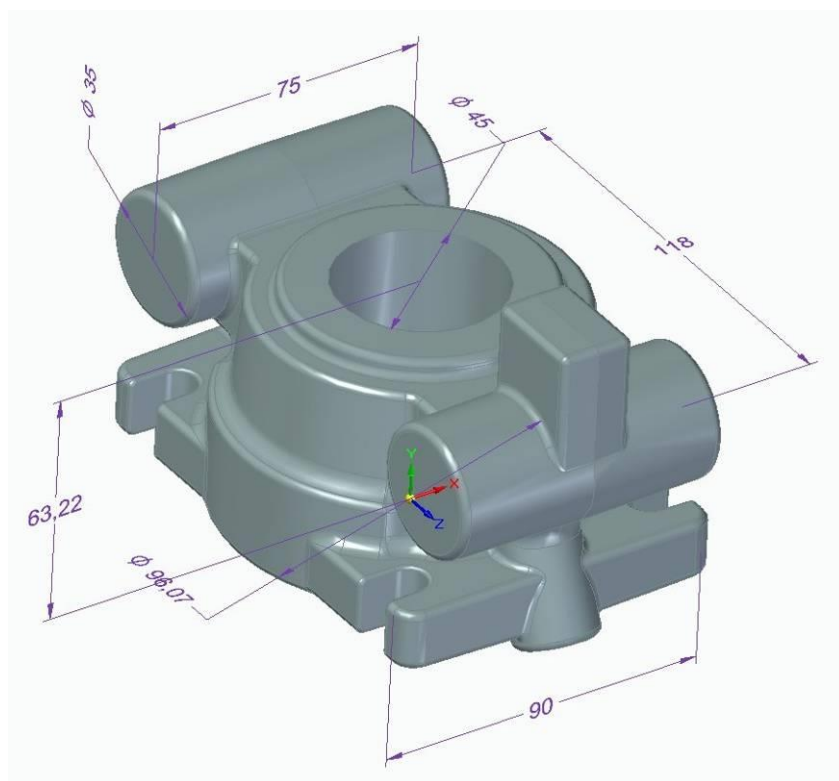
Jako odlew próbny WT-2 wybrano odlew pokazany na rys. 2.2. Jest to odlew o masie 7,85 kg i średniej grubości ścianki ~30mm. Wybrano metodę formowania z pionową powierzchnią podziału (Linia formierska: Disa Macic).



Rys. 2.2. Odlew WT-2

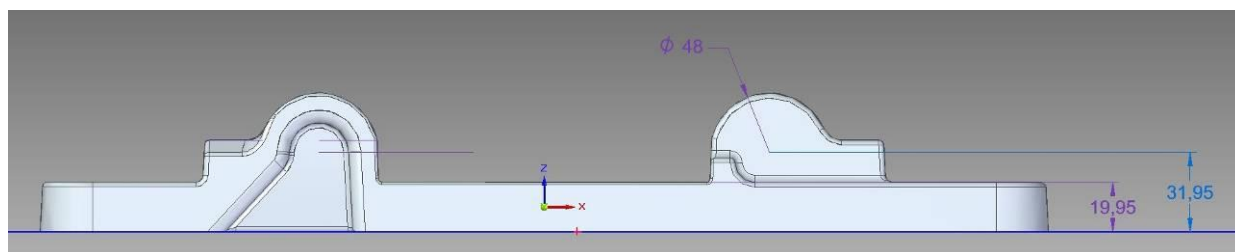
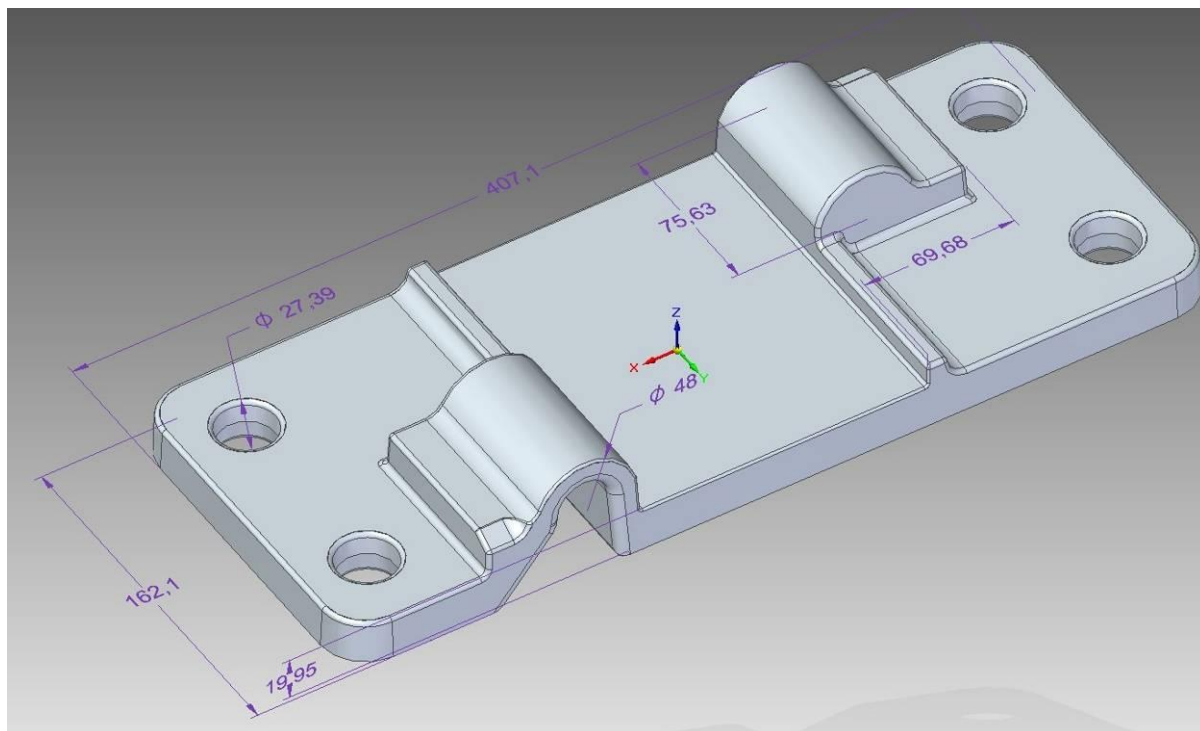
2.4. Odlew próbny WT-3

Jako odlew próbny WT-3 wybrano odlew pokazany na rys. 2.3. Jest to odlew o masie 3,62 kg i średniej grubości ścianki ~25mm. Wybrano metodę formowania z pionową powierzchnią podziału (Linia formierska: Disa Macic).



Rys. 2.3. Odlew WT-3

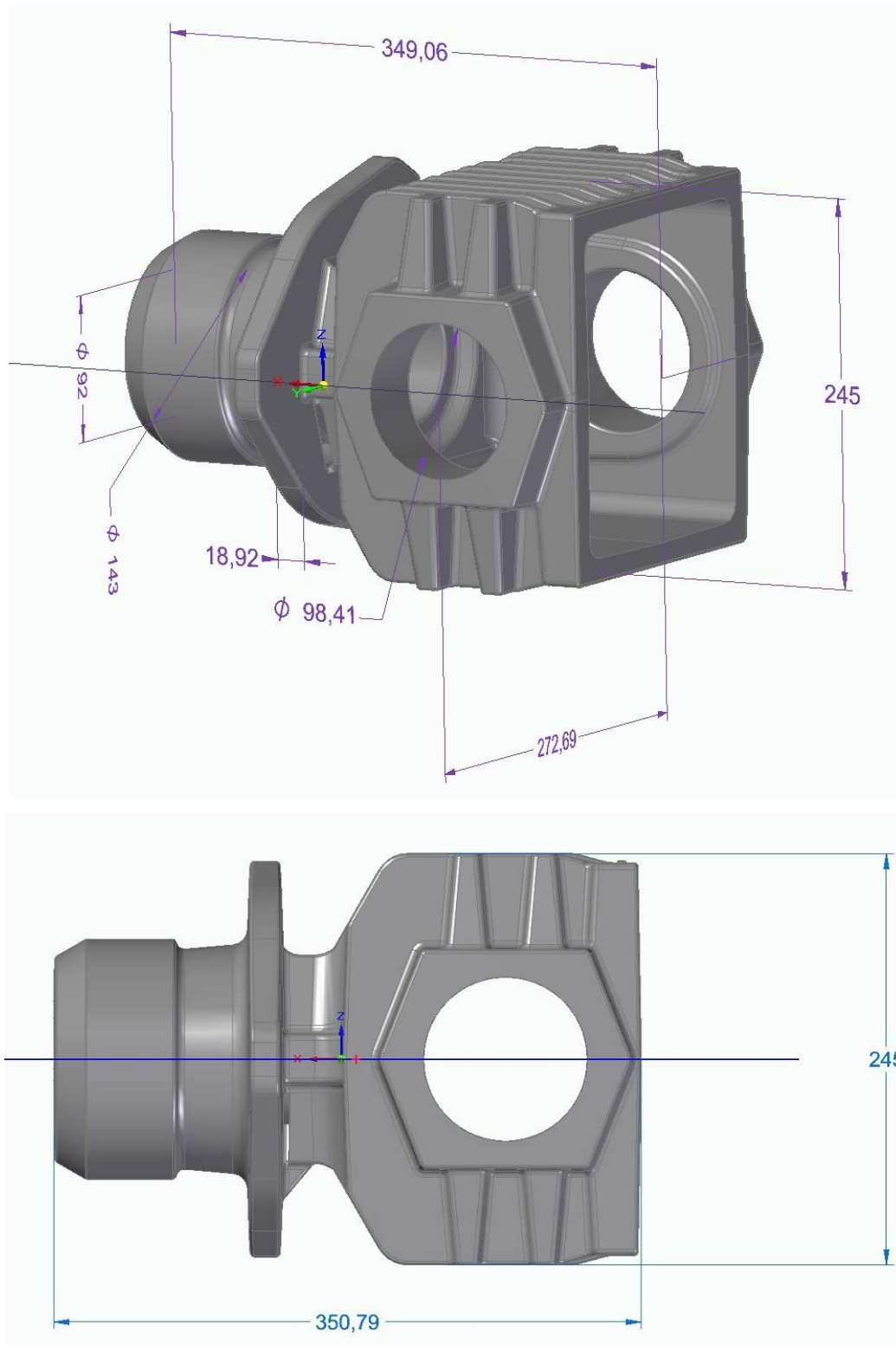
Jako odlew próbny WT-4 wybrano odlew pokazany na rys. 2.4. Jest to odlew o masie 9,42 kg i średniej grubości ścianki ~20mm. Wybrano metodę formowania z pionową powierzchnią podziału (Linia formierska: Disa Macic).



Rys. 2.4. Odlew WT-4

2.6. Odlew próbny WT-5

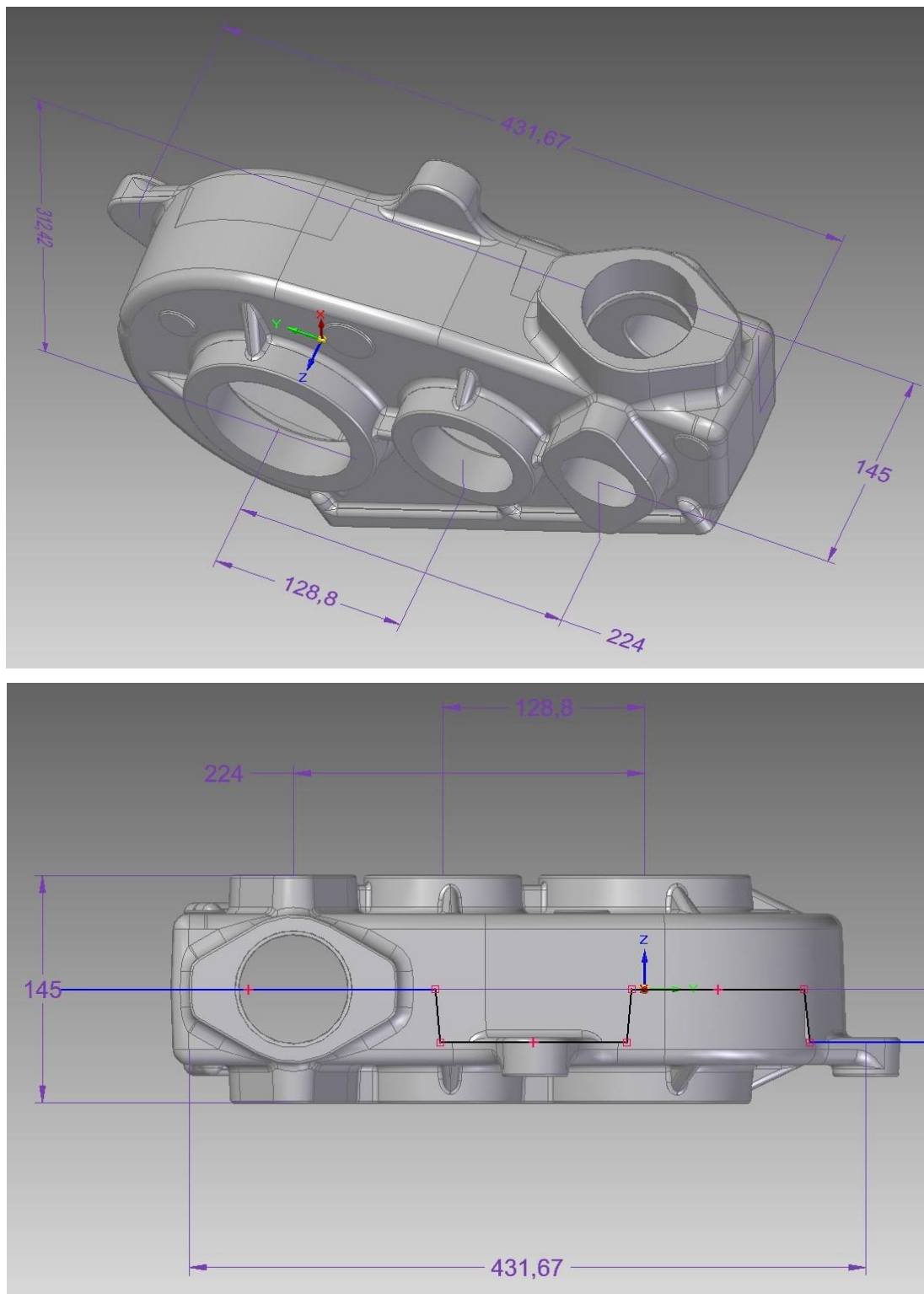
Jako odlew próbny WT-5 wybrano odlew pokazany na rys. 2.5. Jest to odlew o masie 27 kg i średniej grubości ścianki ~18mm. Wybrano metodę formowania z poziomą powierzchnią podziału (Linia formierska: Disa Match).



Rys. 2.5. Odlew WT-5

2.7. Odlew próbny WT-6

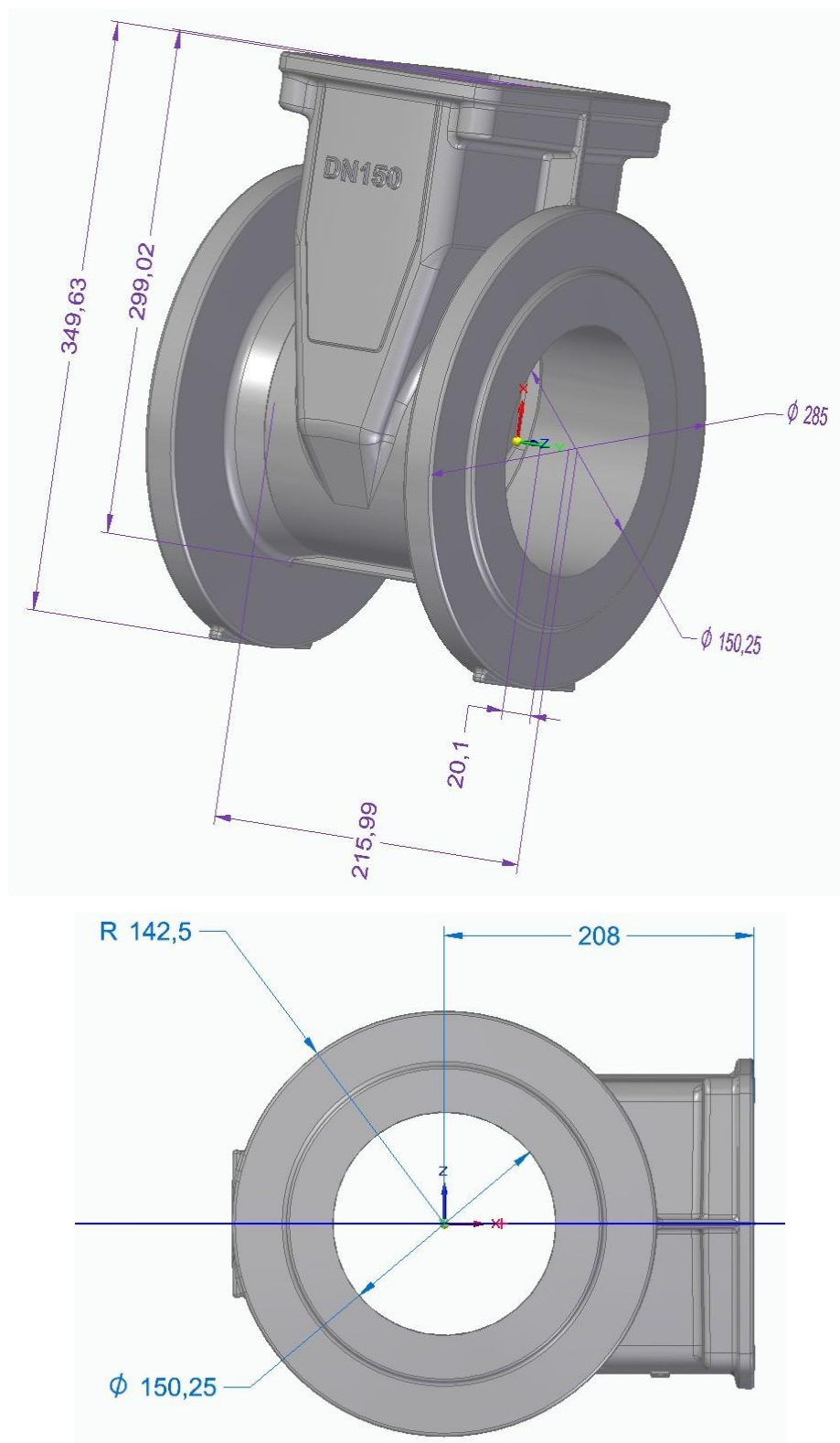
Jako odlew próbny WT-6 wybrano odlew pokazany na rys. 2.6. Jest to odlew o masie 18,2 kg i średniej grubości ścianki ~15mm. Wybrano metodę formowania z poziomą powierzchnią podziału (Linia formierska: Disa Match).



Rys. 2.6. Odlew WT-6

2.8. Odlew próbny WT-7

Jako odlew próbny WT-7 wybrano odlew pokazany na rys. 2.7. Jest to odlew o masie 24,1 kg i średniej grubości ścianki ~16mm. Wybrano metodę formowania z poziomą powierzchnią podziału (Linia formierska: Disa Match).



Rys. 2.7. Odlew WT-7

3. Opracowanie technologii odlewania 7 odlewów (WT-1 – WT-7) z wykorzystaniem kodu symulacyjnego MagmaSoft

3.1. Zasady opracowania technologii odlewania

W ramach etapu 3 podczas procesu projektowania technologii odlewania wykorzystano rozwiązanie opracowane i zweryfikowane w etapie 2, wykorzystujące rozwiązanie pod ogólną nazwą Turboprint z wykorzystaniem ruchu wirowego metalu w przestrzeni komory filtracji przed filtrem. Na podstawie przeprowadzonych w etapie 2 badań stwierdzono, że zastosowanie tego rozwiązania zapobiega zanieczyszczeniu metalu wtrąceniami związanymi z reoksydacją stopu lub jego nasyceniu gazami z nagrzewanych mas formierskich. Wprowadzenie ruchu wirowego metalu w przestrzeni komory filtracji przed filtrem zwiększa też efektywność procesu filtracji.

Do opracowania i weryfikacji technologii odlewania zostanie wykorzystany kod symulacyjny Magmasoft.

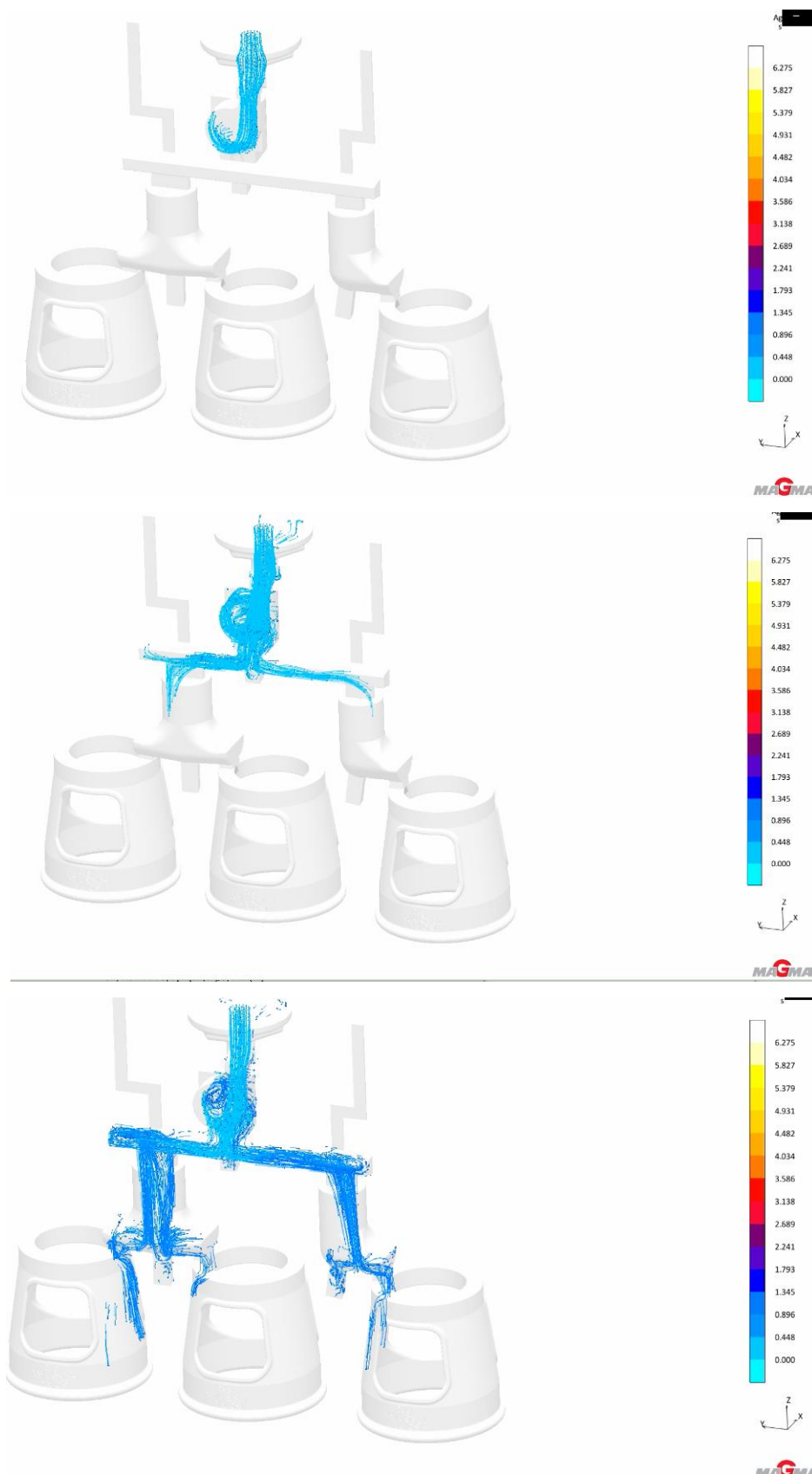
Podczas projektowania technologii odlewania dla każdego z odlewów wykonano serię symulacji. W wyniku przeprowadzonych symulacji zaproponowano i zweryfikowano technologię odlewania w celu uzyskania odlewów spełniających wymagania dla gatunków żeliwa EN GJS 400 – 18 – LT i EN-GJS-350-22-LT. Symulowano proces wypełniania wnęki formy i krzepnięcia odlewu.

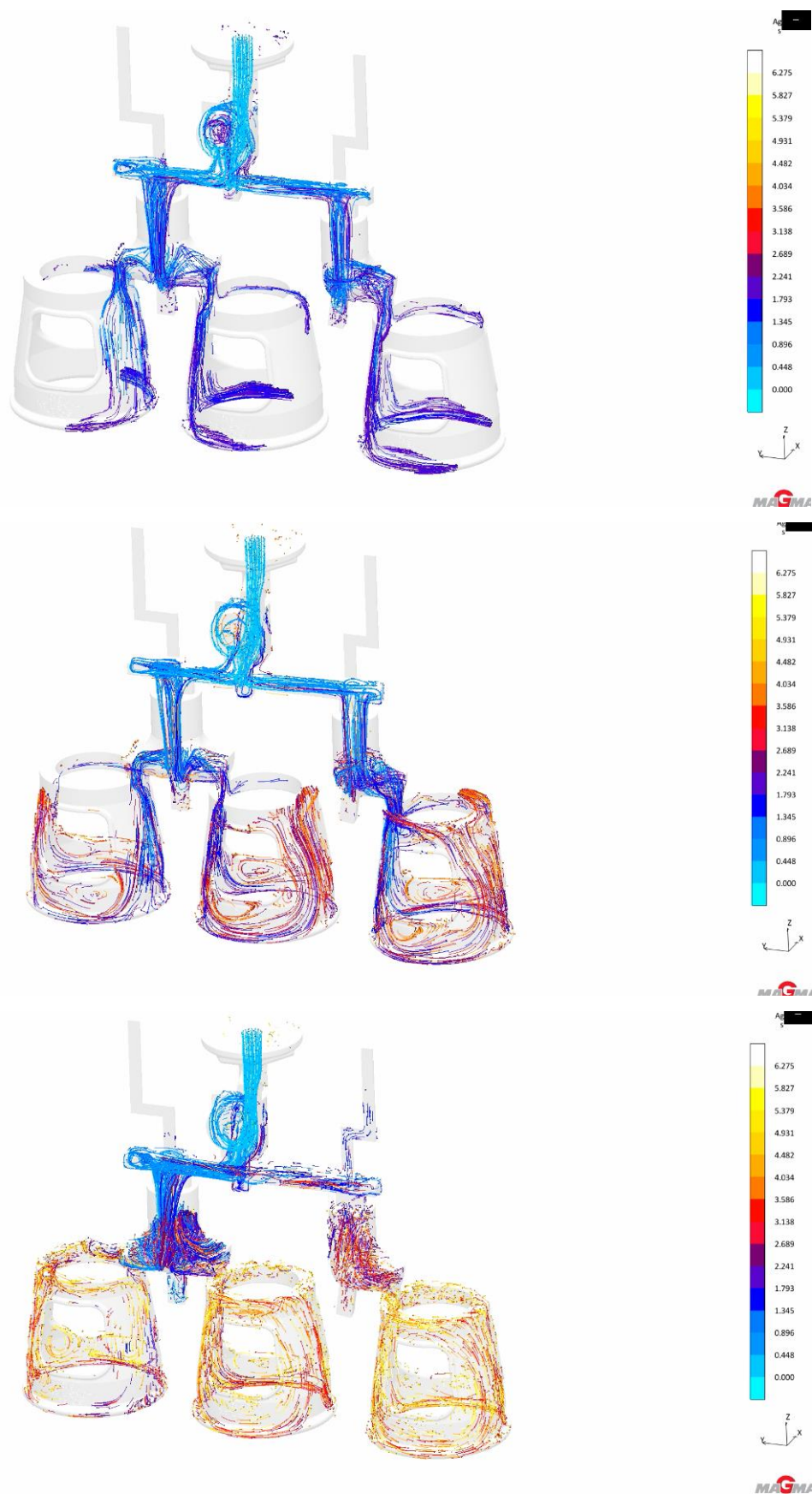
3.2. Opracowanie technologii odlewania **odlewu WT-1**. Wyniki symulacji procesu odlewania

Zaprojektowano rozwiązanie z pionowym podziałem formy. Zastosowano układ wlewowy z wykorzystaniem ruchu wirowego metalu w przestrzeni komory filtracji przed filtrem – Turboprint. W formie umieszczono 3 odlewy.

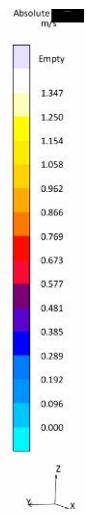
Podczas symulacji analizowano proces wypełniania wnęki formy (prędkości podczas wypełniania) i krzepnięcia odlewu. Wyniki przeprowadzonych obliczeń w postaci znaczników przepływu (Flow Tracer) i pól prędkości żeliwa (Velocity) dla poszczególnych faz wypełniania wnęki formy pokazano na kolejnych rysunkach (rys. 3.1 - 3.2). Na rysunku 3.3 pokazano rozkład temperatury żeliwa podczas wypełniania wnęki formy. Analizę procesu krzepnięcia w postaci pól udziału fazy ciekłej (Fraction

Liquid), prognozy porowatości (Porosity) i modułów (Feedmod) pokazano na rysunkach 3.4-3.6.

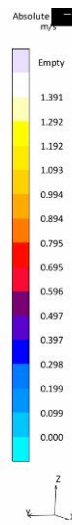
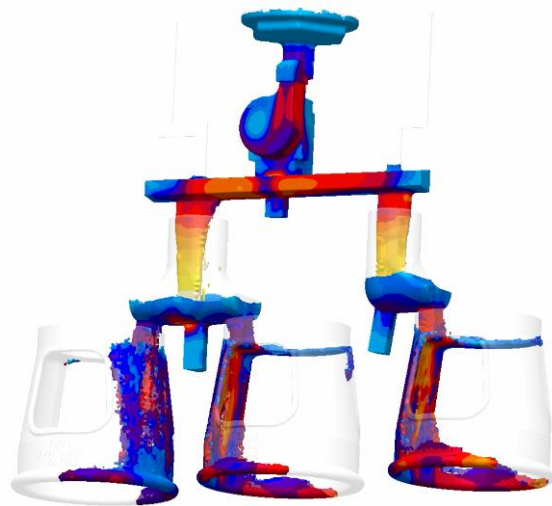




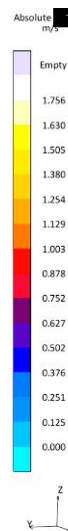
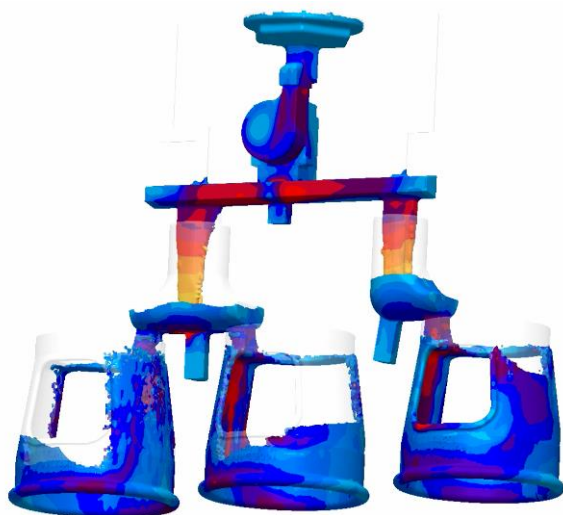
Rys 3.1. Odlew WT-1. Wyniki symulacji - znaczniki przepływu dla poszczególnych faz wypełniania wnętrza formy



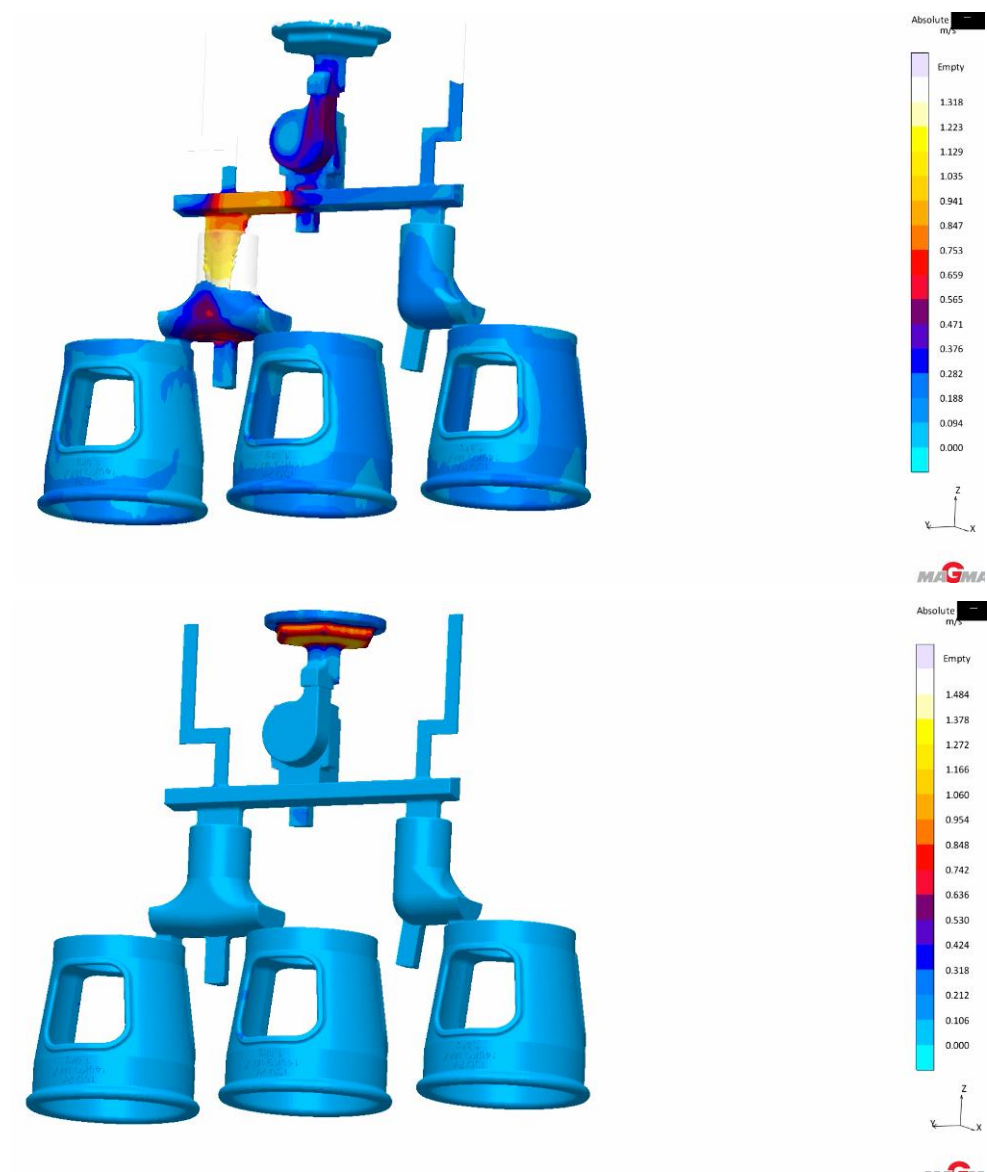
MAGMA



MAGMA



MAGMA



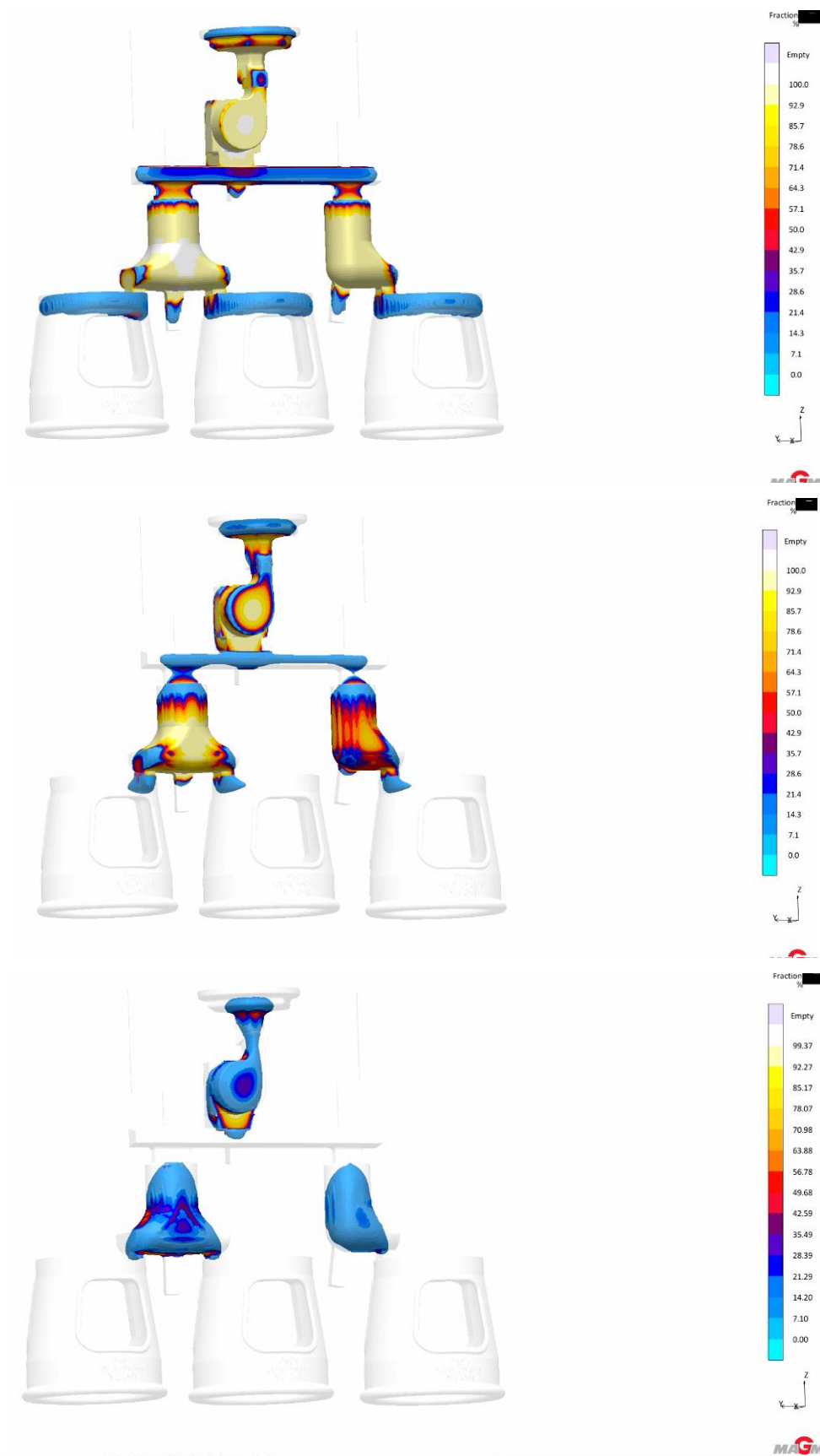
Rys 3.2. Odlew WT-1. Wyniki symulacji - prędkość żeliwa dla poszczególnych faz wypełniania wnętrza formy





Rys 3.3. Odlew WT-1. Wyniki symulacji - temperatura żeliwa dla poszczególnych faz wypełniania wnętrza formy

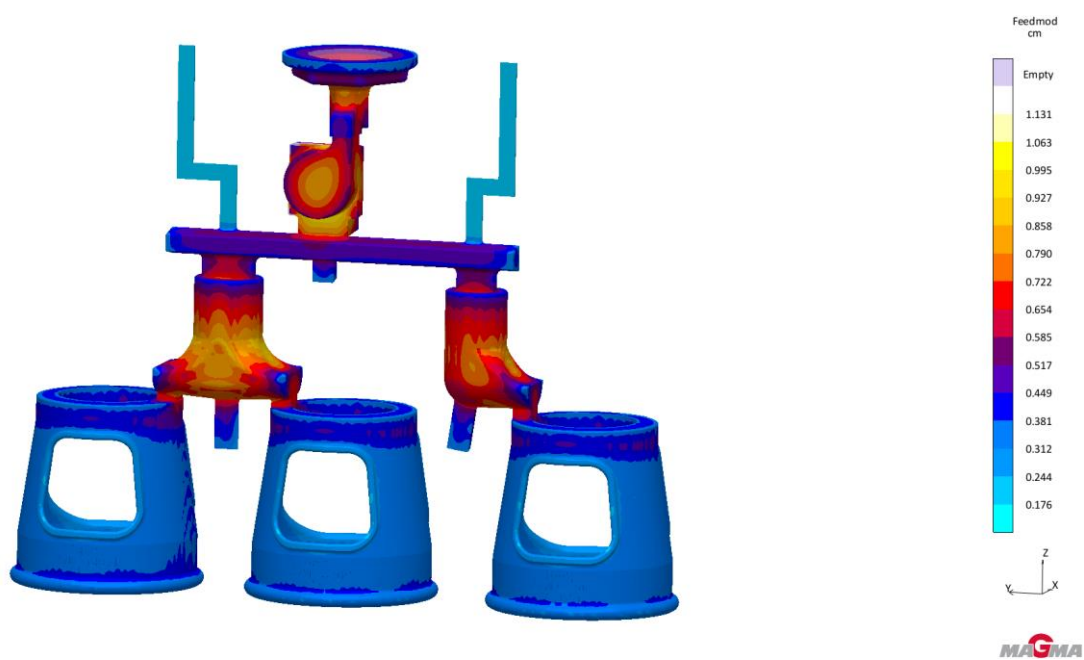




Rys 3.4. Odlew WT-1. Wyniki symulacji – zmiany udziału fazy ciekłej podczas krzepnięcia odlewu



Rys 3.5. Odlew WT-1. Wyniki symulacji – prognoza porowatości



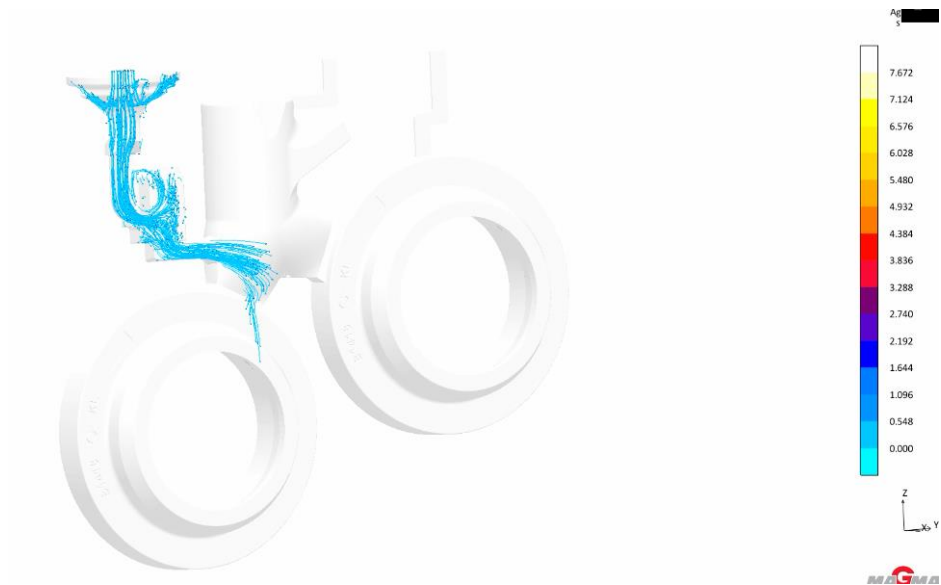
Rys 3.6. Odlew WT-1. Wyniki symulacji – moduły

3.3. Opracowanie technologii odlewania **odlew WT-2**. Wyniki symulacji procesu odlewania

Zaprojektowano rozwiązanie z pionowym podziałem formy. Zastosowano układ wlewowy z wykorzystaniem ruchu wirowego metalu w przestrzeni komory filtracji przed filtrem – Turboprint. W formie umieszczono 2 odlewy.

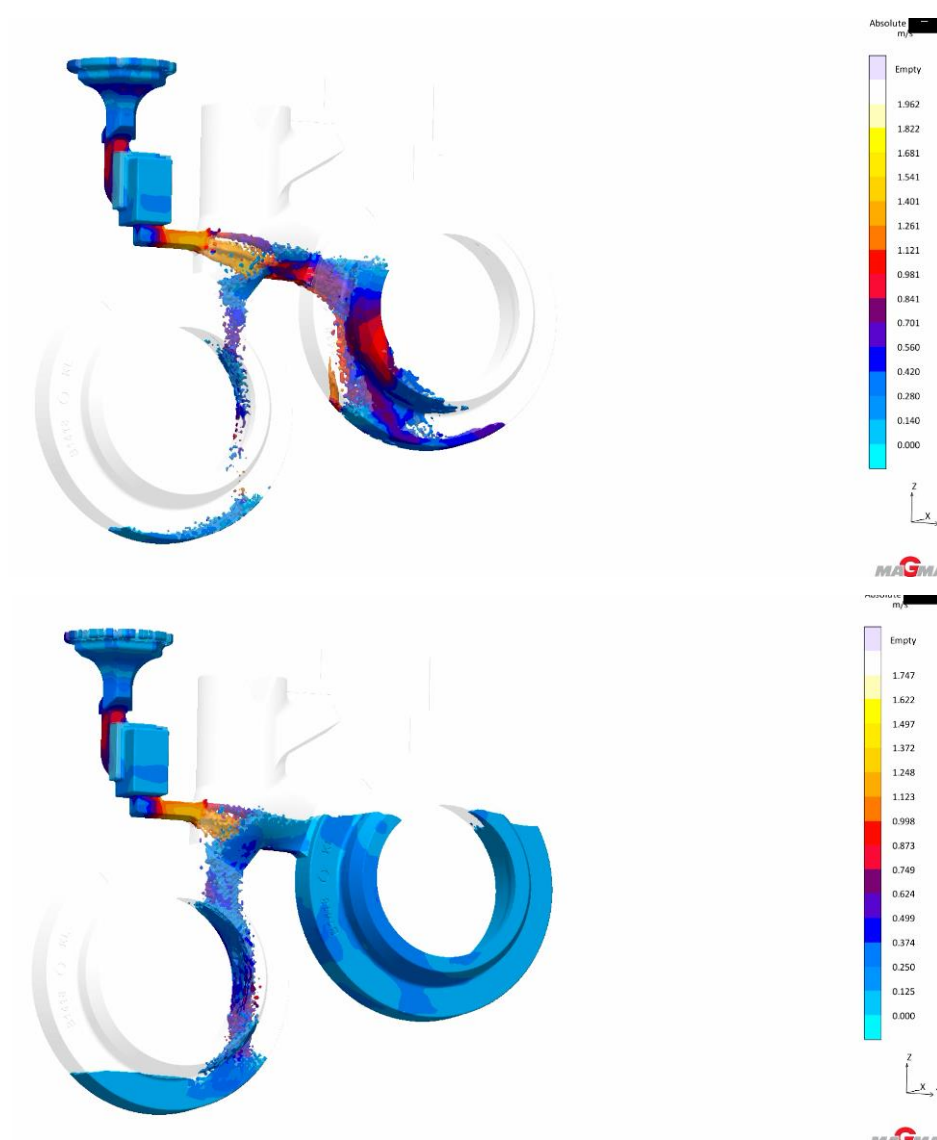
Podczas symulacji analizowano proces wypełniania wnęki formy (prędkości podczas wypełniania) i krzepnięcia odlewów. Wyniki przeprowadzonych obliczeń w postaci znaczników przepływu (Flow Tracer) i pól prędkości żeliwa (Velocity) dla poszczególnych faz wypełniania wnęki formy pokazano na kolejnych rysunkach (rys. 3.7 - 3.8). Na rysunku 3.9 pokazano rozkład temperatury żeliwa podczas wypełniania wnęki formy. Analizę procesu krzepnięcia w postaci pól udziału fazy ciekłej (Fraction Liquid), prognozy porowatości (Porosity) i modułów (Feedmod) pokazano na rysunkach 3.10-3.12.

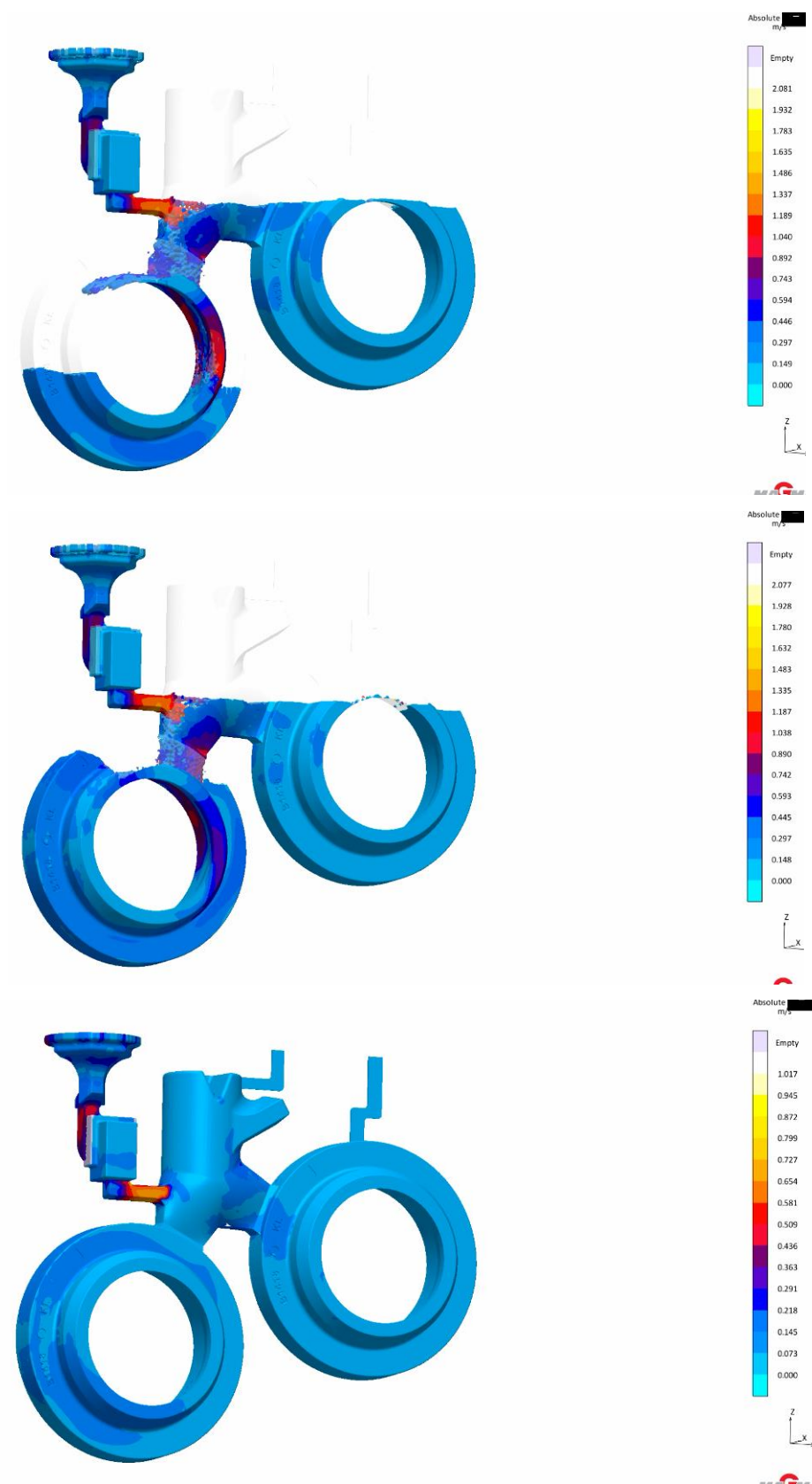




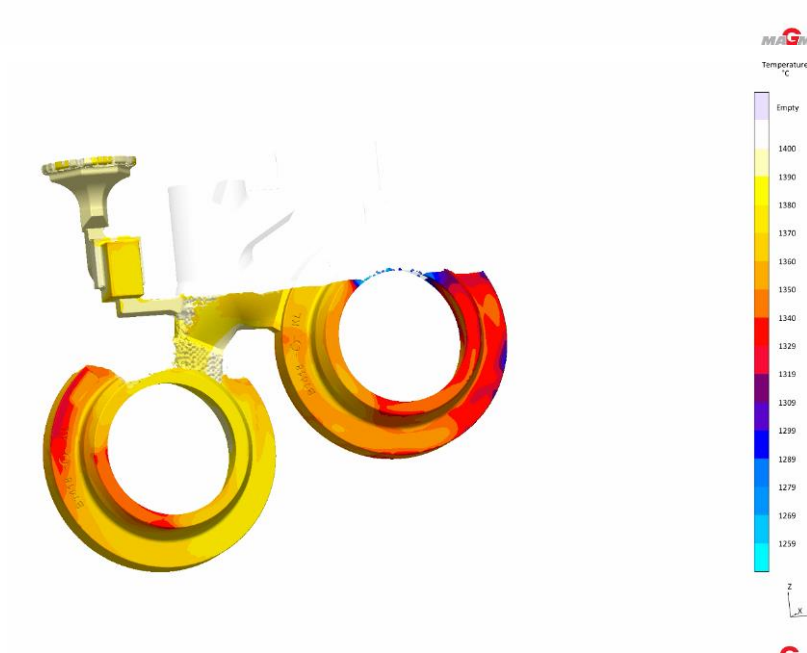


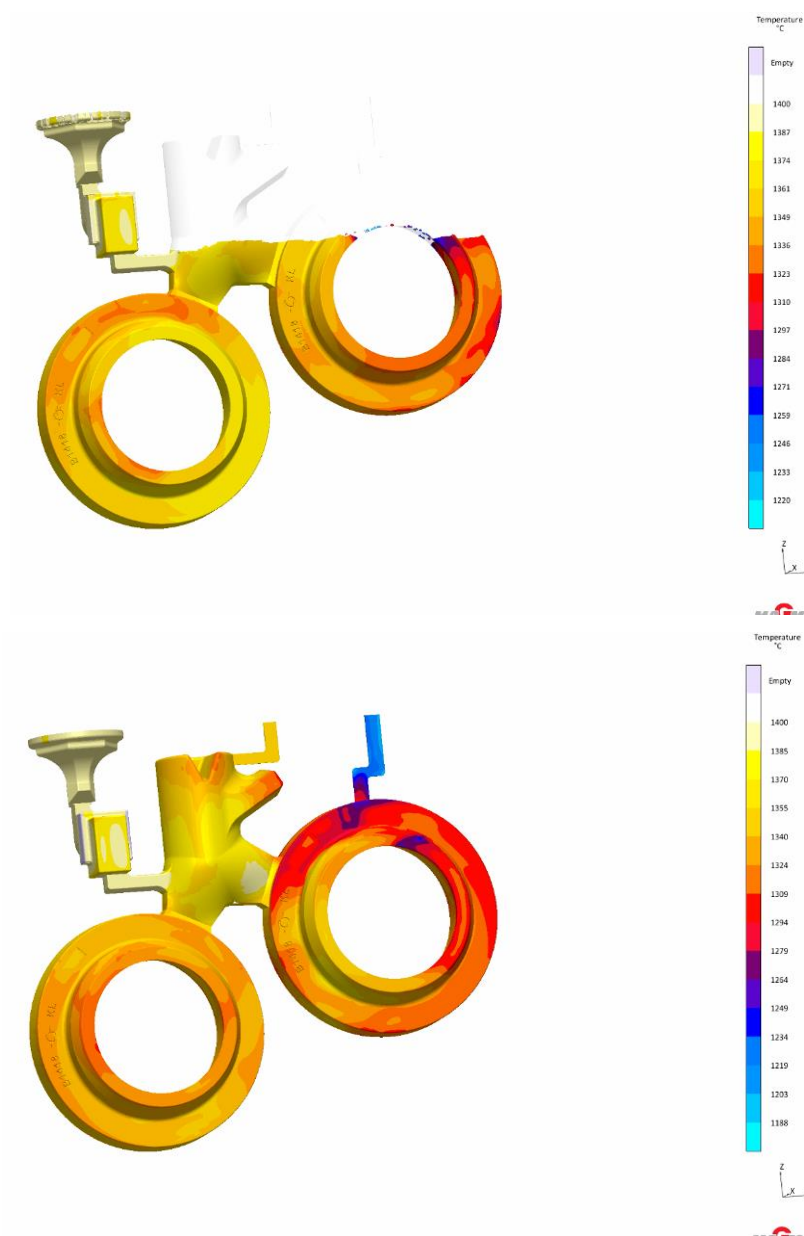
Rys 3.7. Odlew WT-2. Wyniki symulacji - znaczniki przepływu dla poszczególnych faz wypełniania wnętrza formy





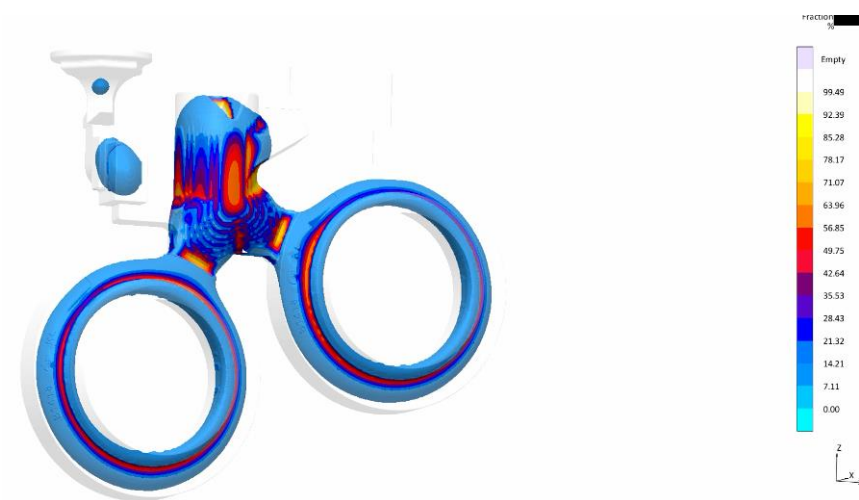
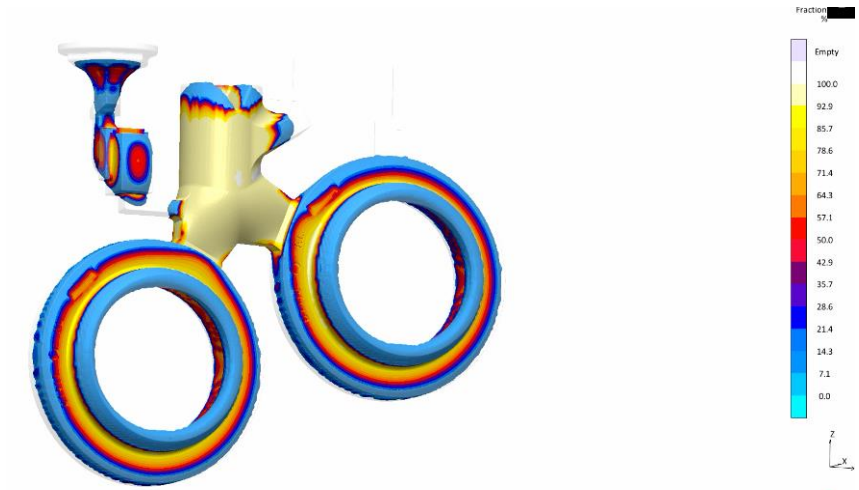
Rys 3.8. Odlew WT-2. Wyniki symulacji - prędkość żeliwa dla poszczególnych faz wypełniania wnętrza formy

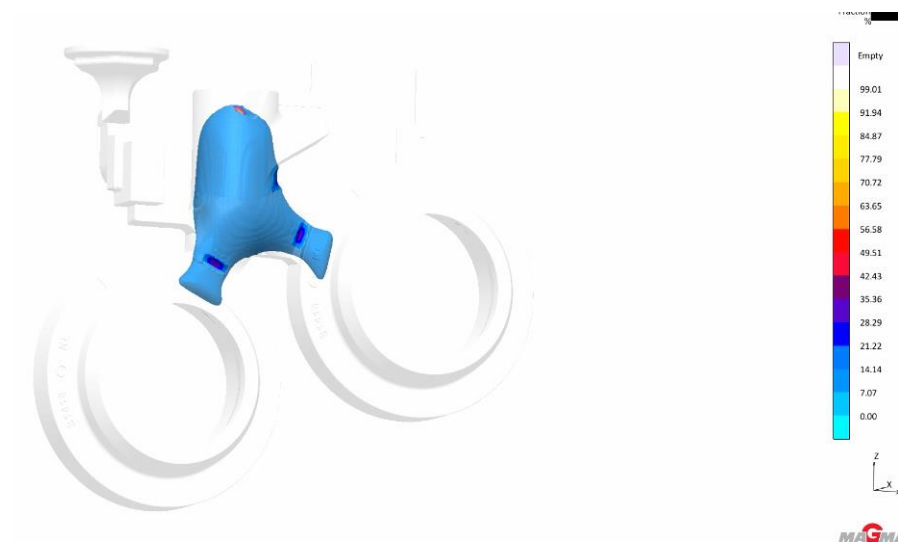




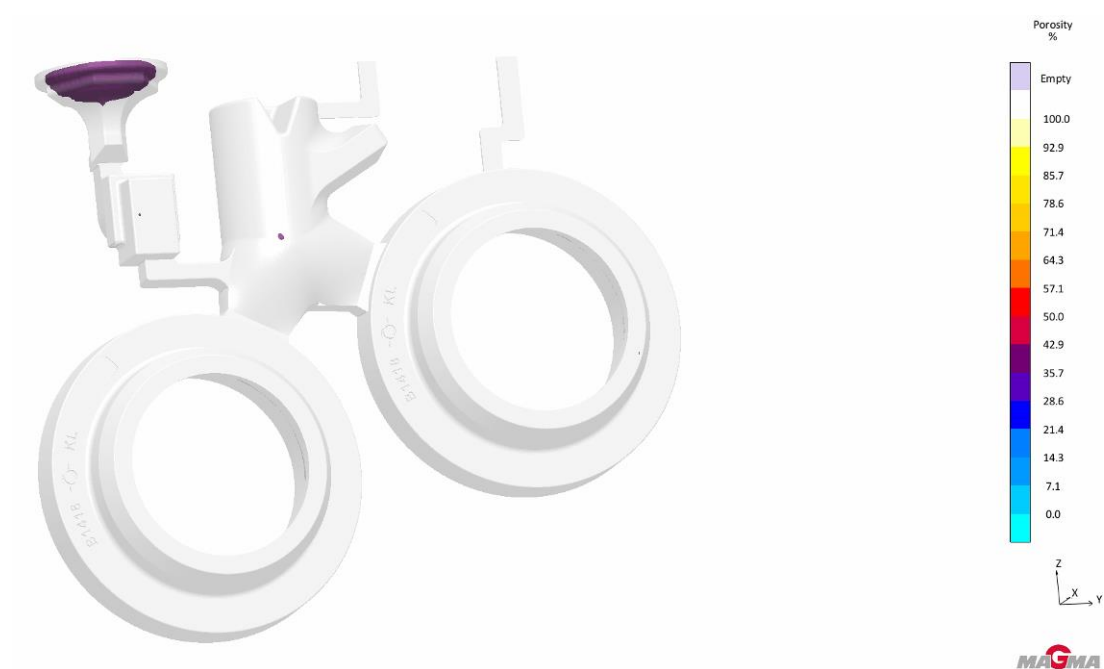
Rys 3.9. Odlew WT-2. Wyniki symulacji - temperatura żeliwa dla poszczególnych faz wypełniania wnętrza formy



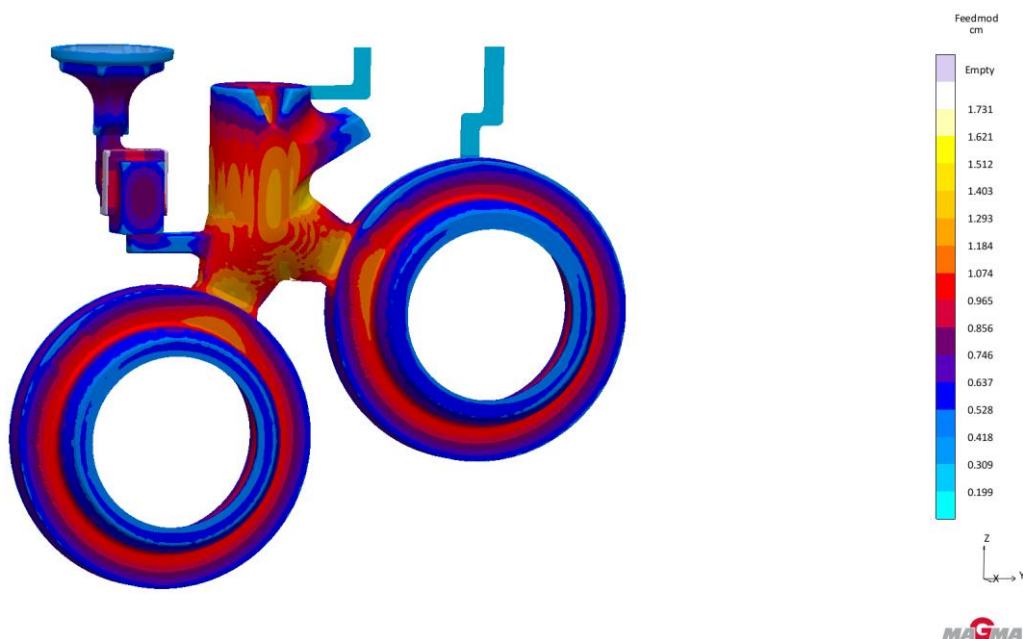




Rys 3.10. Odlew WT-2. Wyniki symulacji – zmiany udziału fazy ciekłej podczas krzepnięcia odlewu



Rys 3.11. Odlew WT-2. Wyniki symulacji – prognoza porowatości

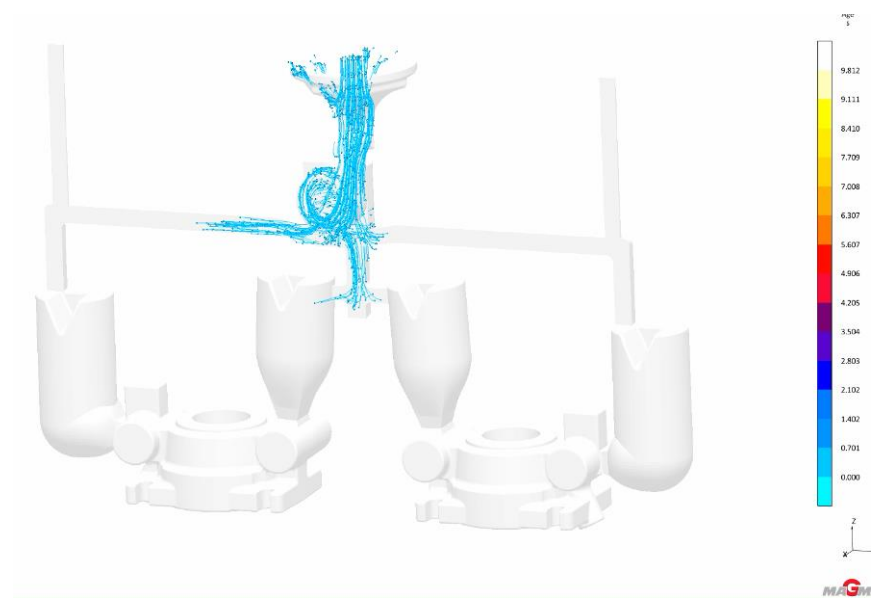
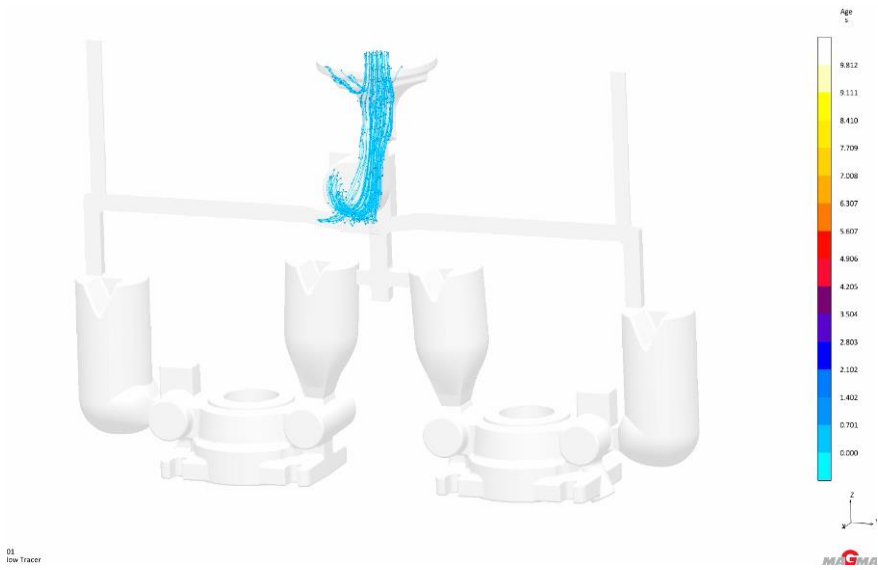


Rys 3.12. Odlew WT-2. Wyniki symulacji – moduły

3.4. Opracowanie technologii odlewania **odlewu WT-3**. Wyniki symulacji procesu odlewania

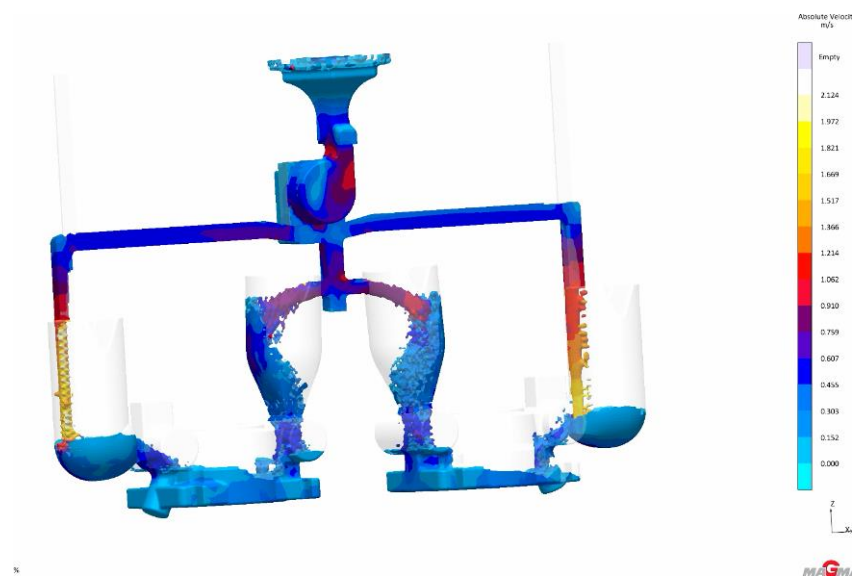
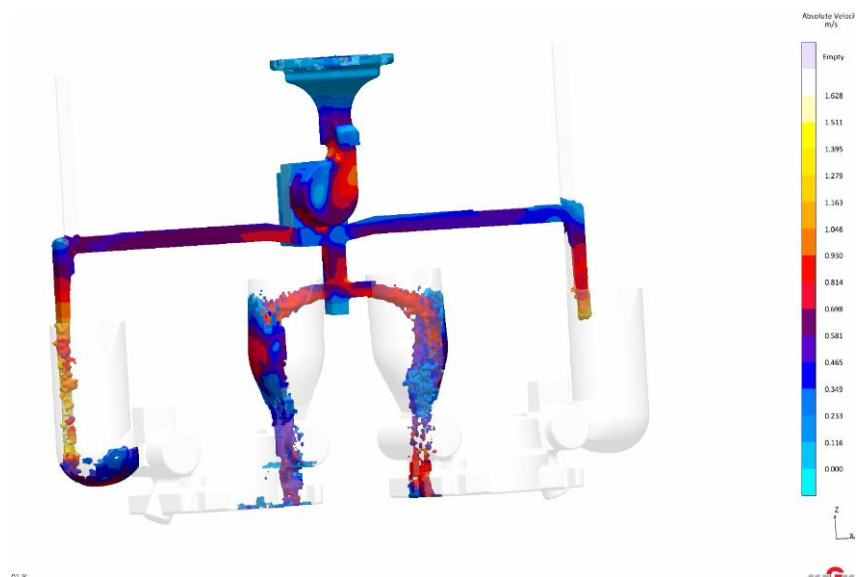
Zaprojektowano rozwiązanie z pionowym podziałem formy. Zastosowano układ wlewowy z wykorzystaniem ruchu wirowego metalu w przestrzeni komory filtracji przed filtrem – Turboprint. W formie umieszczono 2 odlewy.

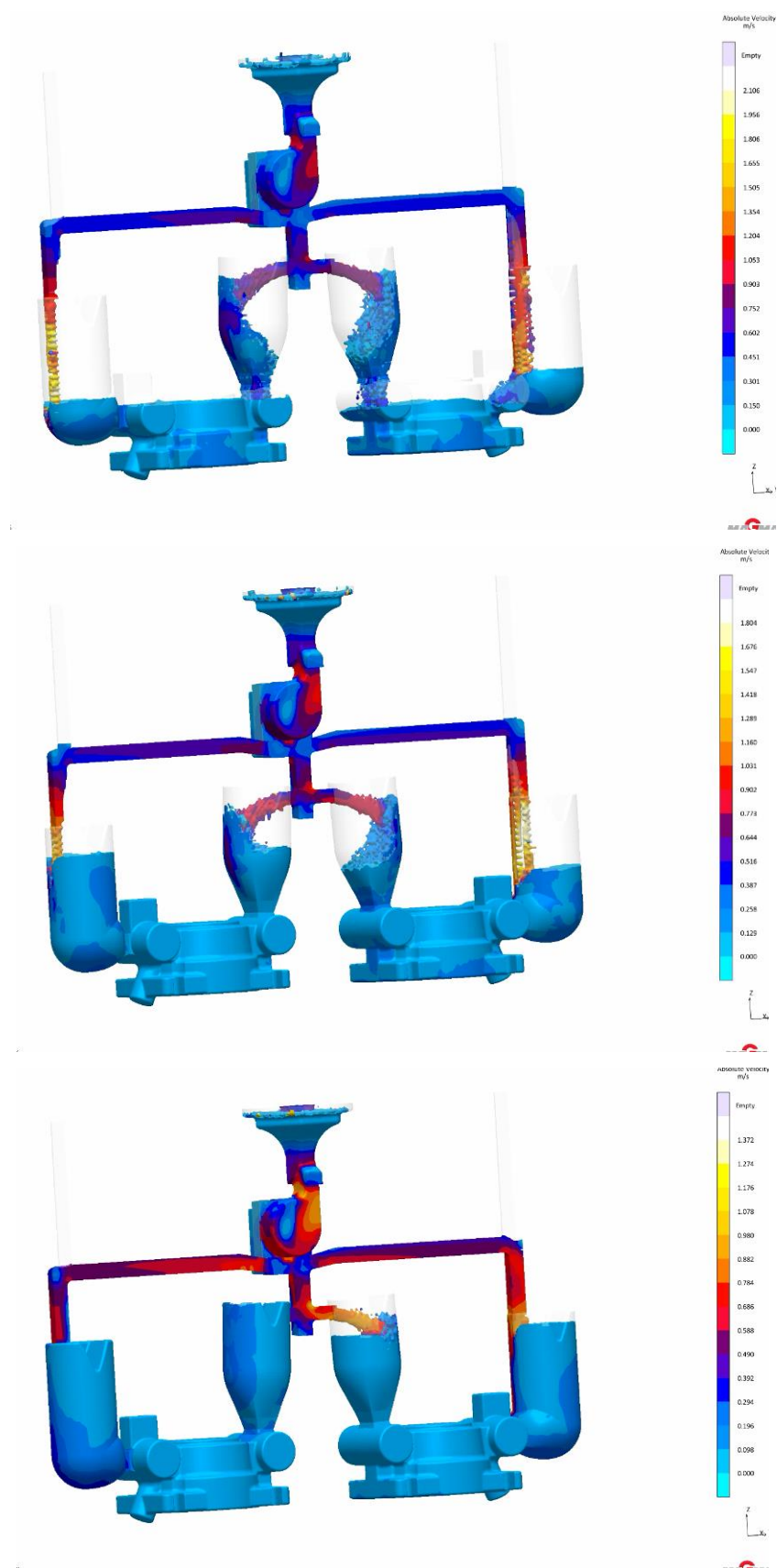
Podczas symulacji analizowano proces wypełniania wnęki formy (prędkości podczas wypełniania) i krzepnięcia odlewu. Wyniki przeprowadzonych obliczeń w postaci znaczników przepływu (Flow Tracer) i pól prędkości żeliwa (Velocity) dla poszczególnych faz wypełniania wnęki formy pokazano na kolejnych rysunkach (rys. 3.13 - 3.14). Na rysunku 3.15 pokazano rozkład temperatury żeliwa podczas wypełniania wnęki formy. Analizę procesu krzepnięcia w postaci pól udziału fazy ciekłej (Fraction Liquid), prognozy porowatości (Porosity) i modułów (Feedmod) pokazano na rysunkach 3.16-3.18.





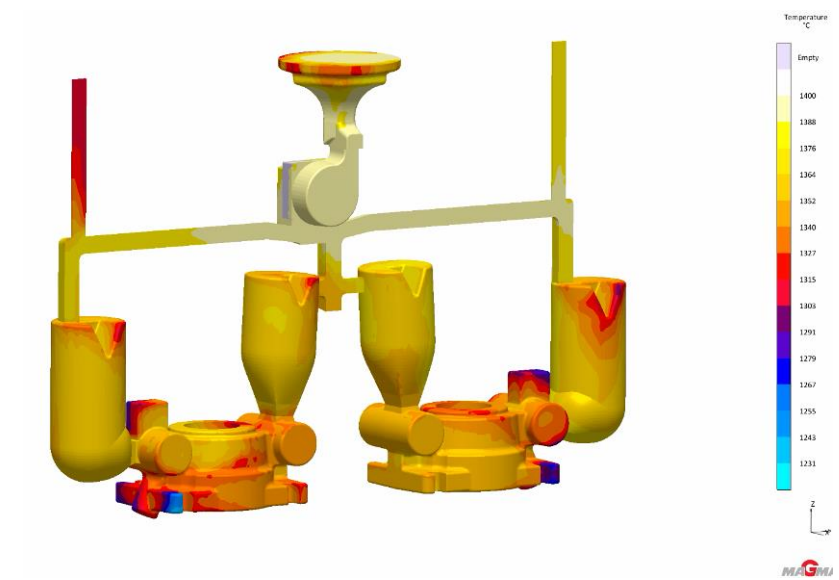
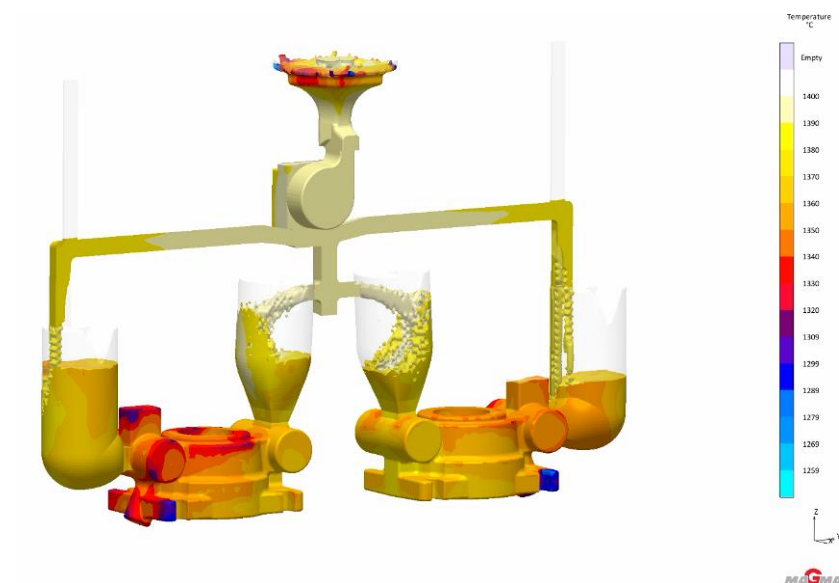
Rys 3.13. Odlew WT-3. Wyniki symulacji - znaczniki przepływu dla poszczególnych faz wypełniania wnętrza formy



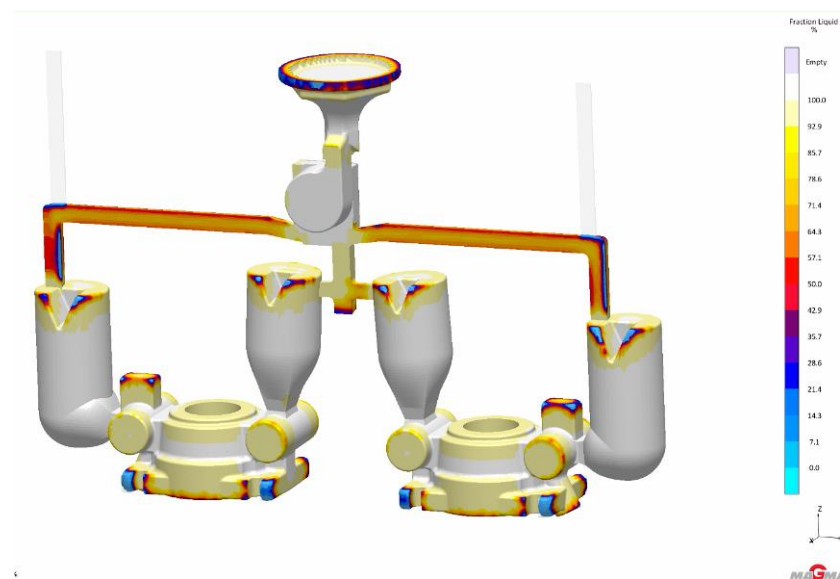


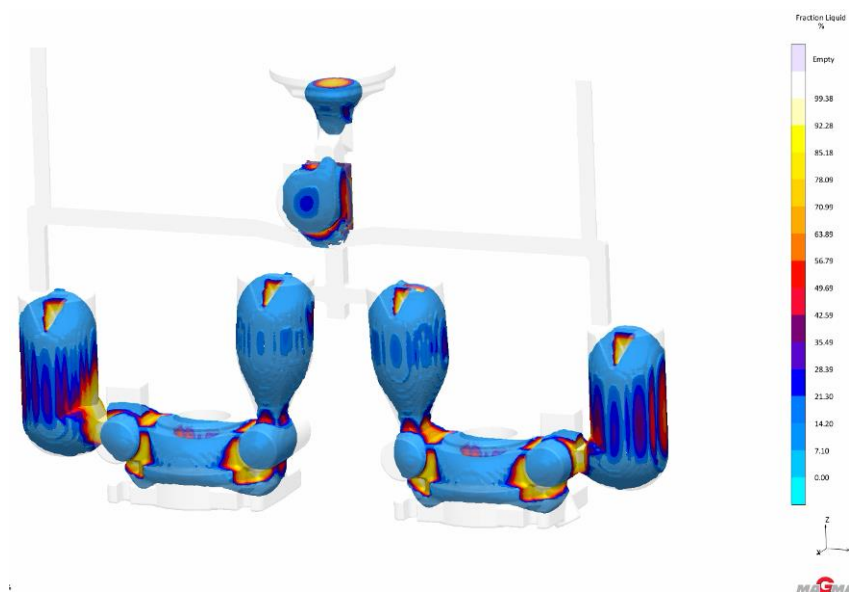
Rys 3.14. Odlew WT-3. Wyniki symulacji - prędkość żeliwa dla poszczególnych faz wypełniania wnętrza formy



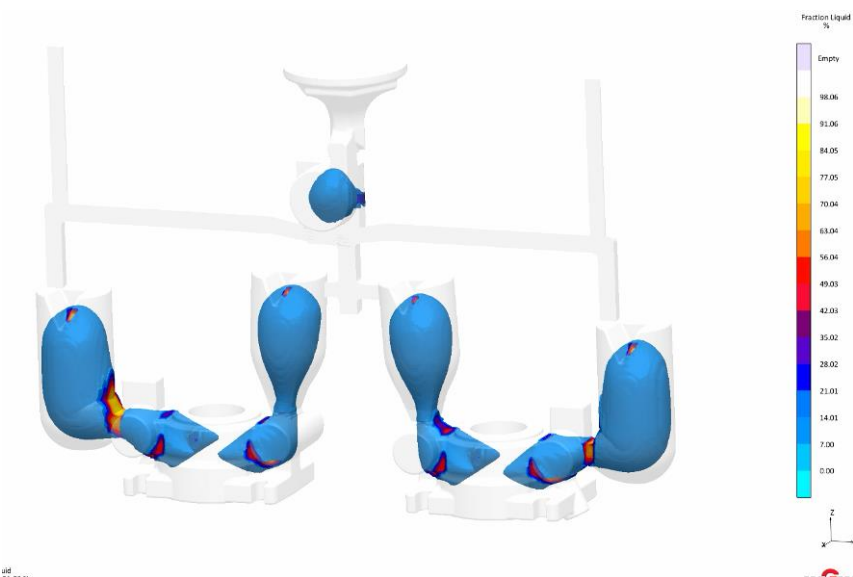


Rys 3.15. Odlew WT-3. Wyniki symulacji - temperatura żeliwa dla poszczególnych faz wypełniania wnętrza formy

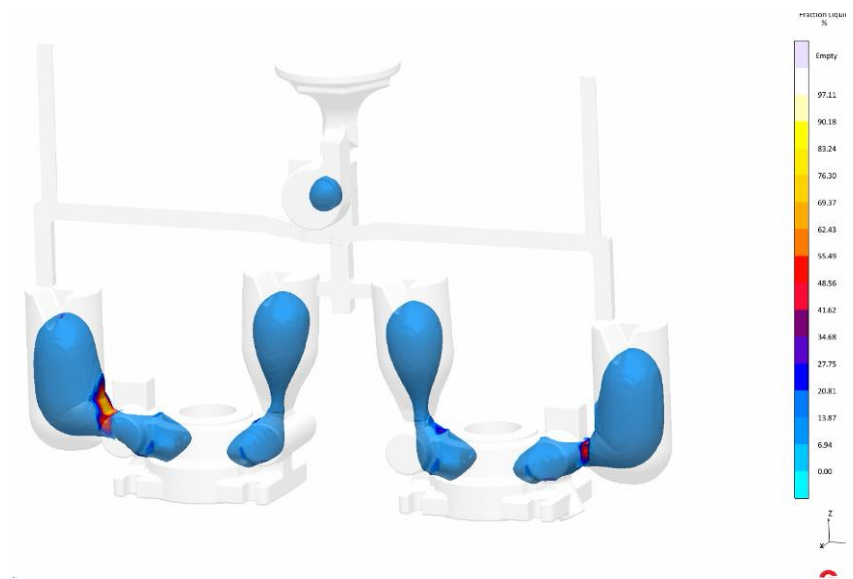


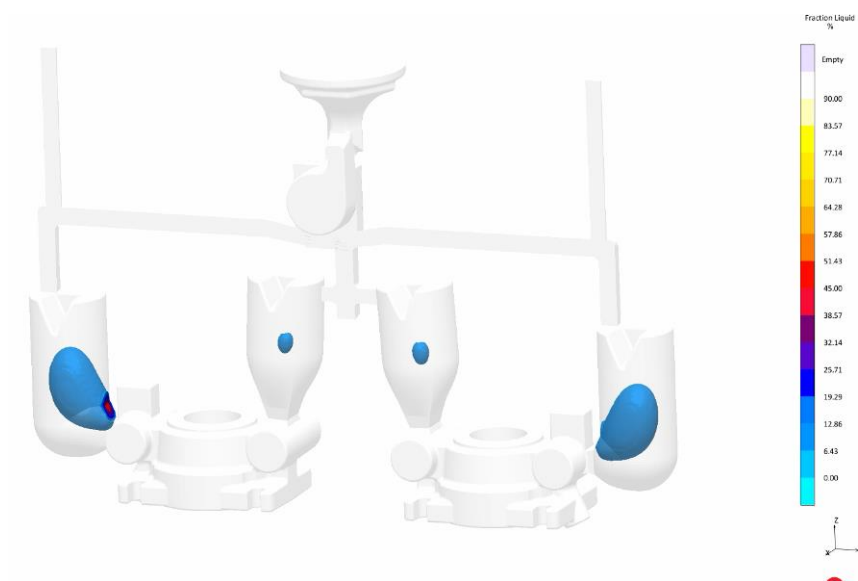


1



2

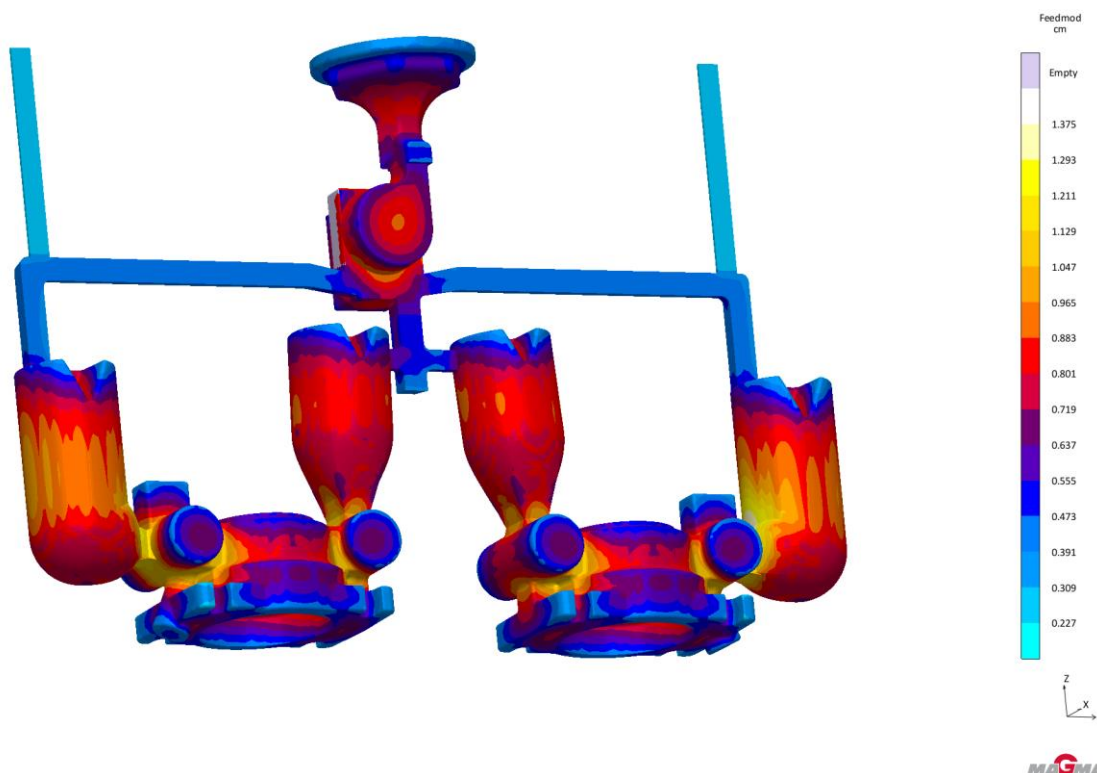




Rys 3.16. Odlew WT-3. Wyniki symulacji – zmiany udziału fazy ciekłej podczas krzepnięcia odlewu



Rys 3.17. Odlew WT-3. Wyniki symulacji – prognoza porowatości

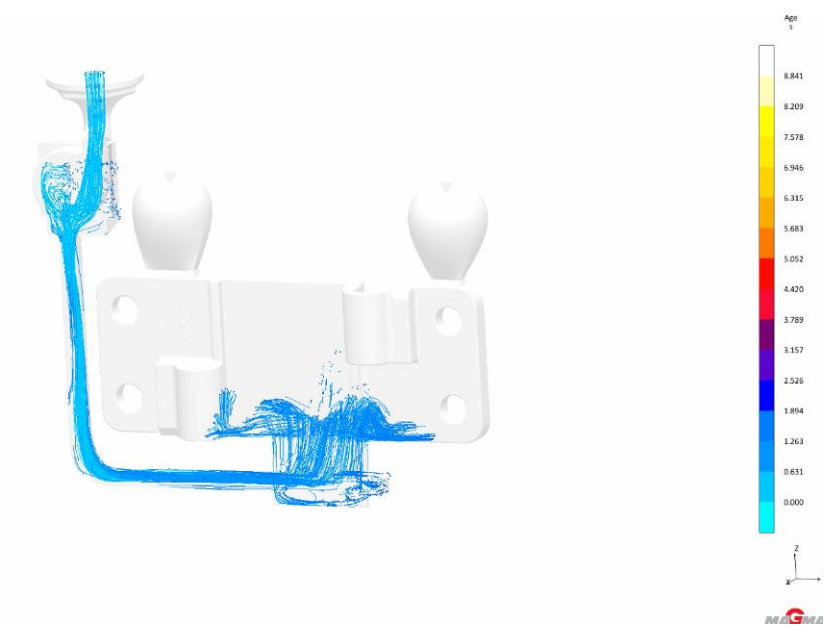
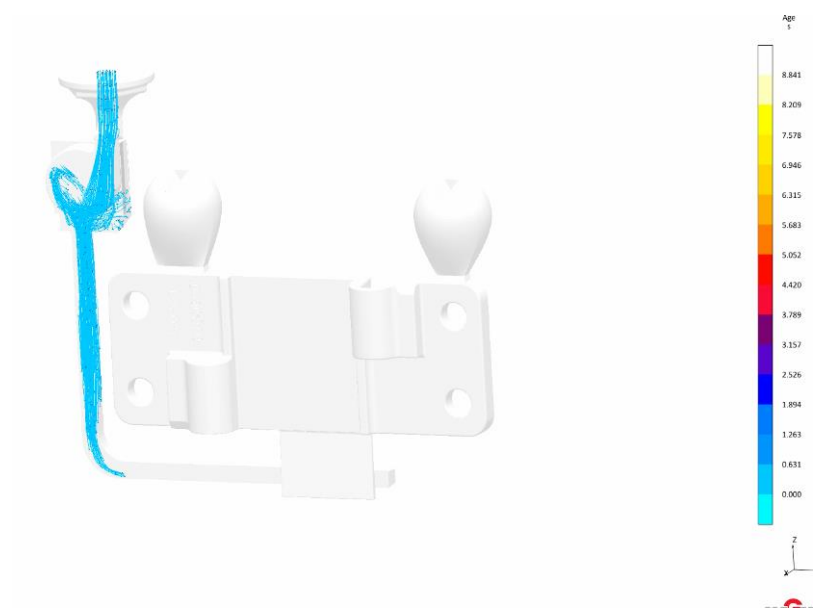
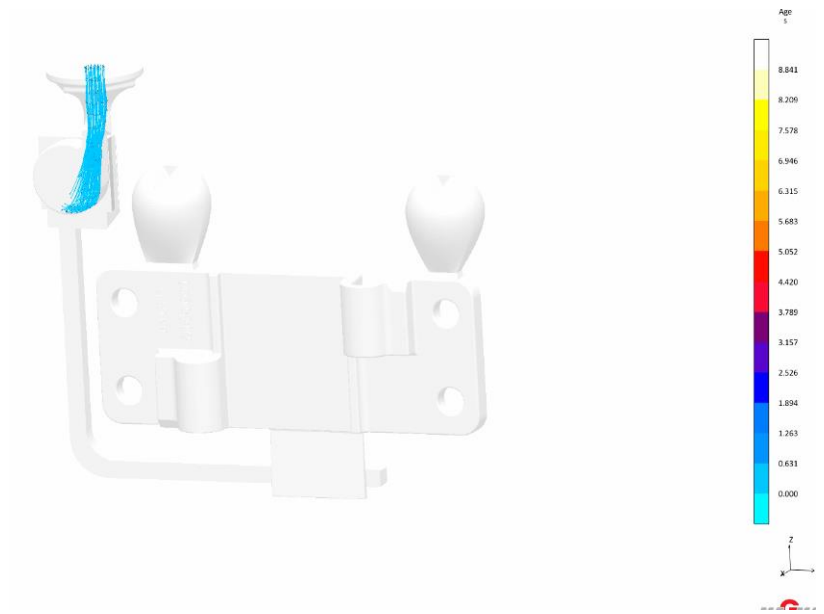


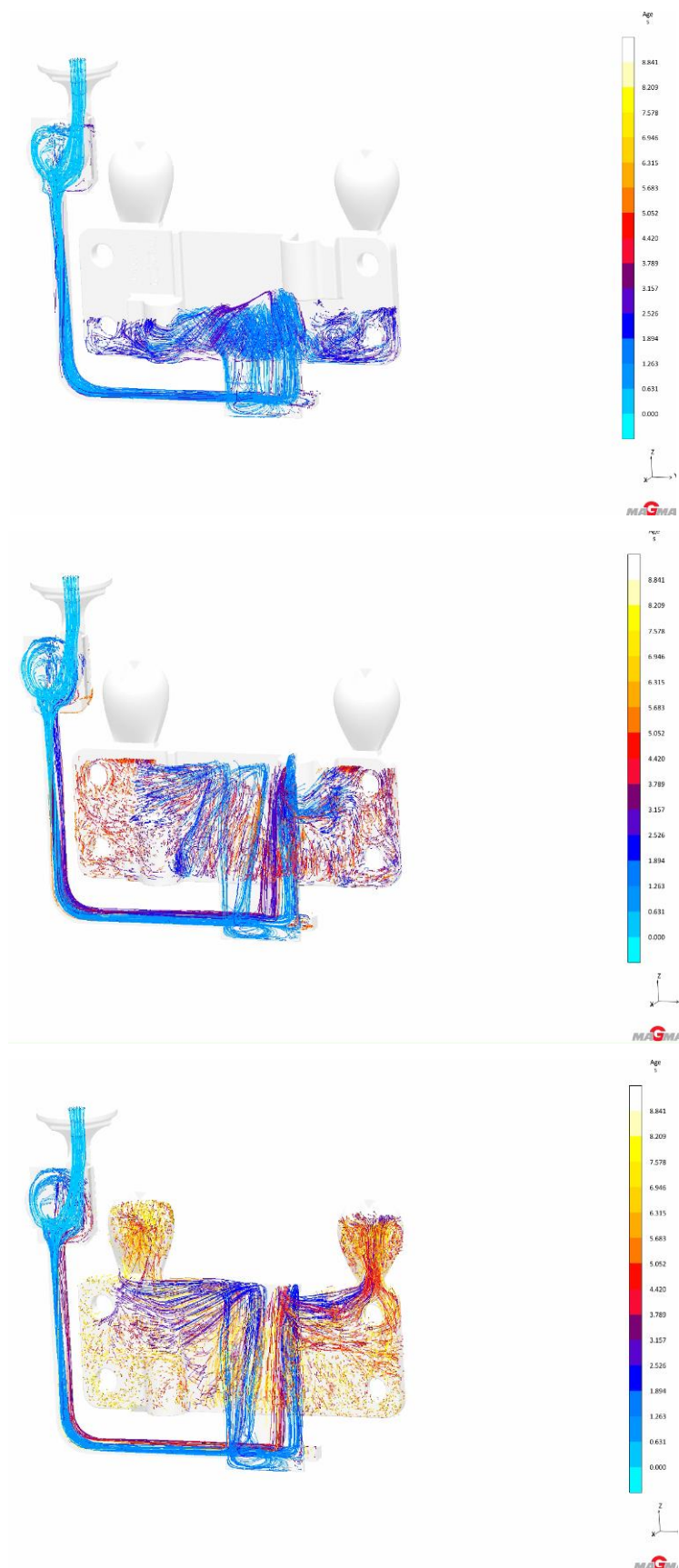
Rys 3.18. Odlew WT-3. Wyniki symulacji – moduły

3.5. Opracowanie technologii odlewania **odlewu WT-4**. Wyniki symulacji procesu odlewania

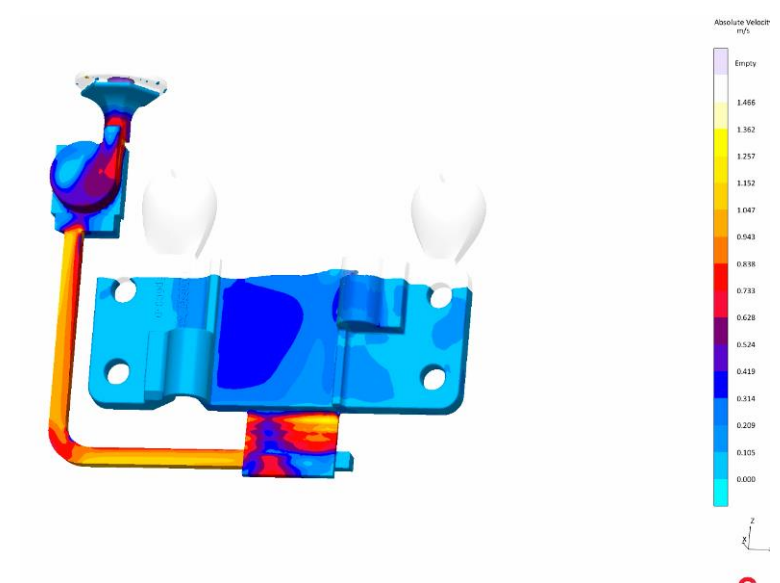
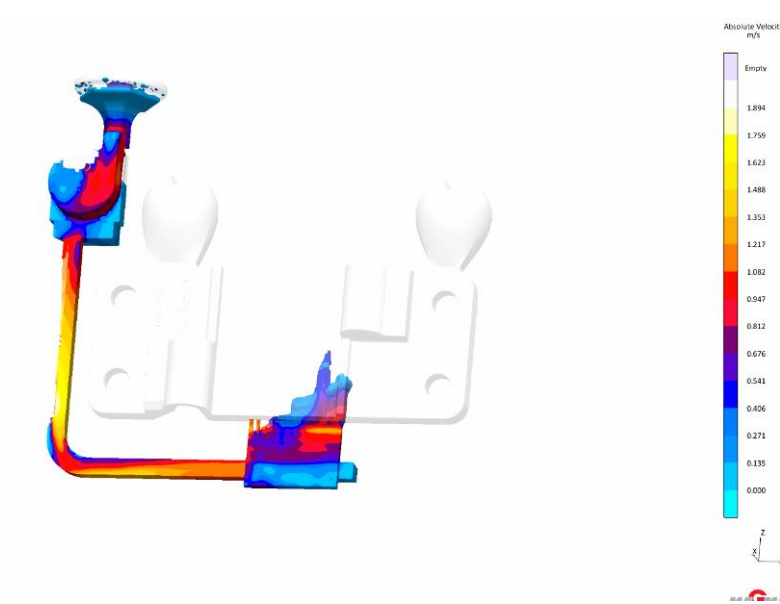
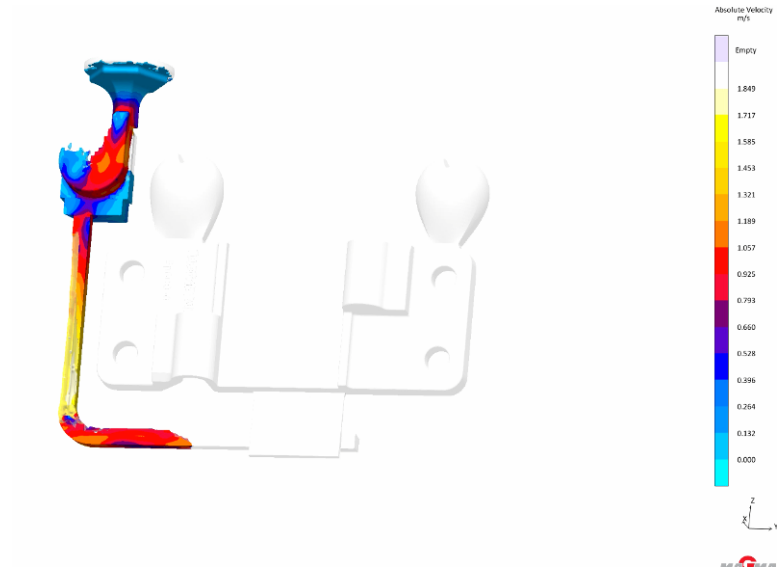
Zaprojektowano rozwiązanie z pionowym podziałem formy. Zastosowano układ wlewowy z wykorzystaniem ruchu wirowego metalu w przestrzeni komory filtracji przed filtrem – Turboprint. W formie umieszczono 1 odlew.

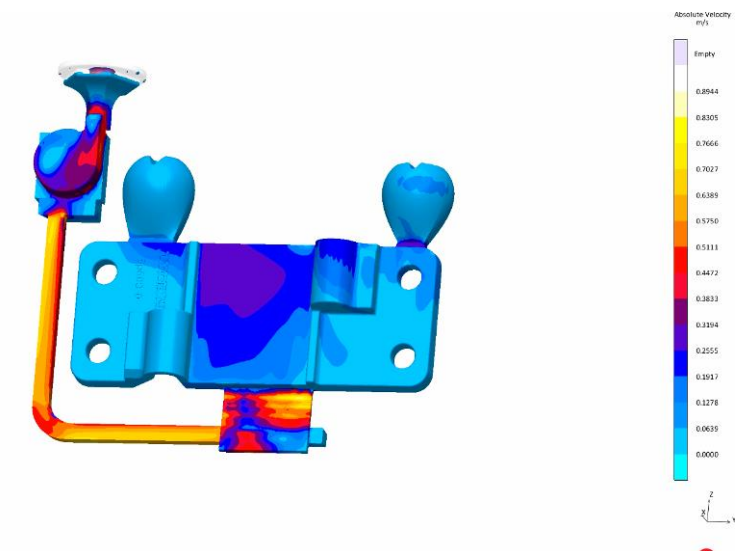
Podczas symulacji analizowano proces wypełniania wnęki formy (prędkości podczas wypełniania) i krzepnięcia odlewu. Wyniki przeprowadzonych obliczeń w postaci znaczników przepływu (Flow Tracer) i pól prędkości żeliwa (Velocity) dla poszczególnych faz wypełniania wnęki formy pokazano na kolejnych rysunkach (rys. 3.19-3.20). Na rysunku 3.21 pokazano rozkład temperatury żeliwa podczas wypełniania wnęki formy. Analizę procesu krzepnięcia w postaci pól udziału fazy ciekłej (Fraction Liquid), prognozy porowatości (Porosity) i modułów (Feedmod) pokazano na rysunkach 3.22-3.24.



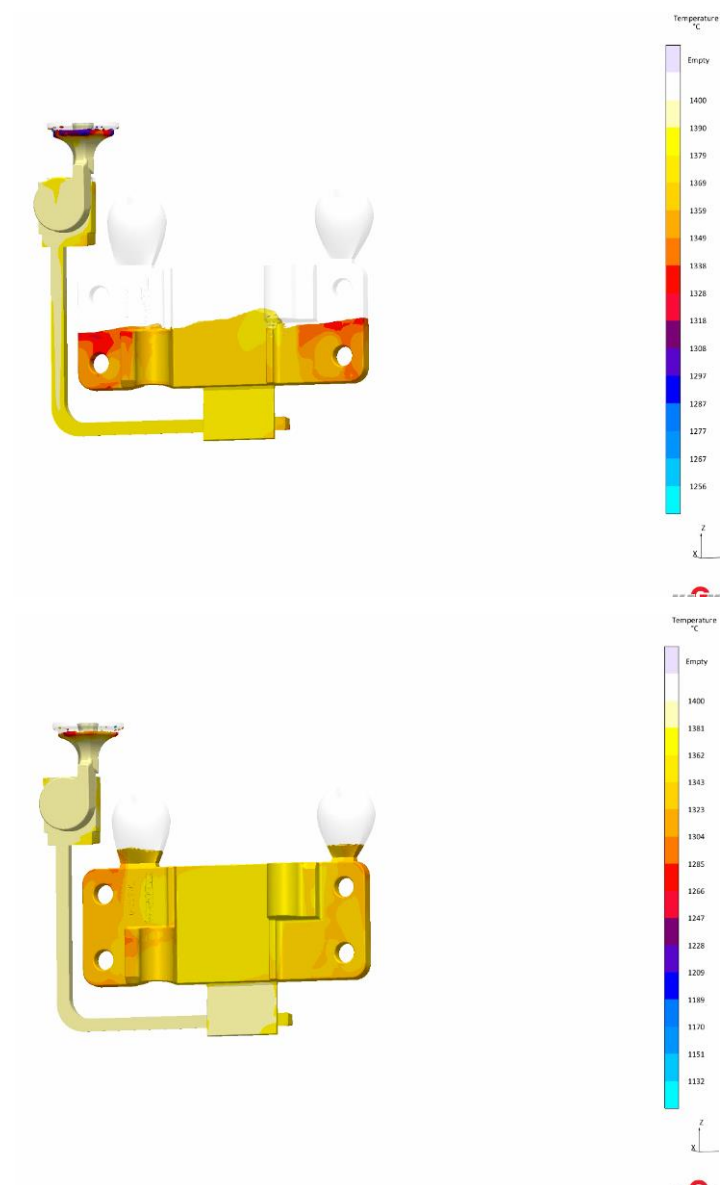


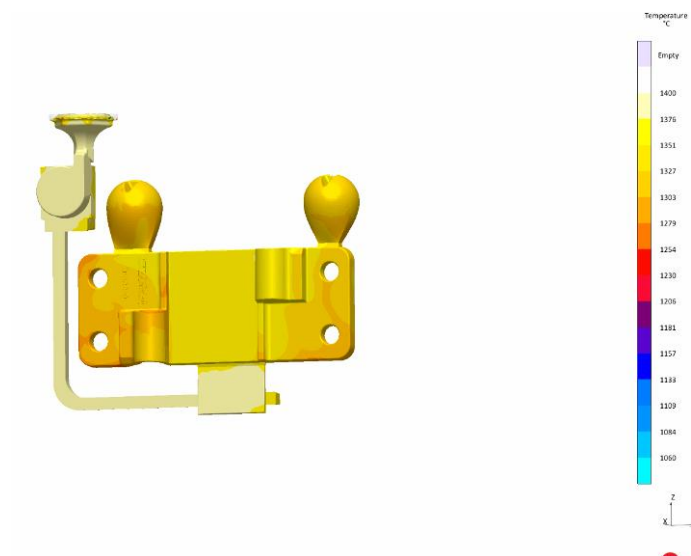
Rys 3.19. Odlew WT-4. Wyniki symulacji - znaczniki przepływu dla poszczególnych faz wypełniania wnętrza formy



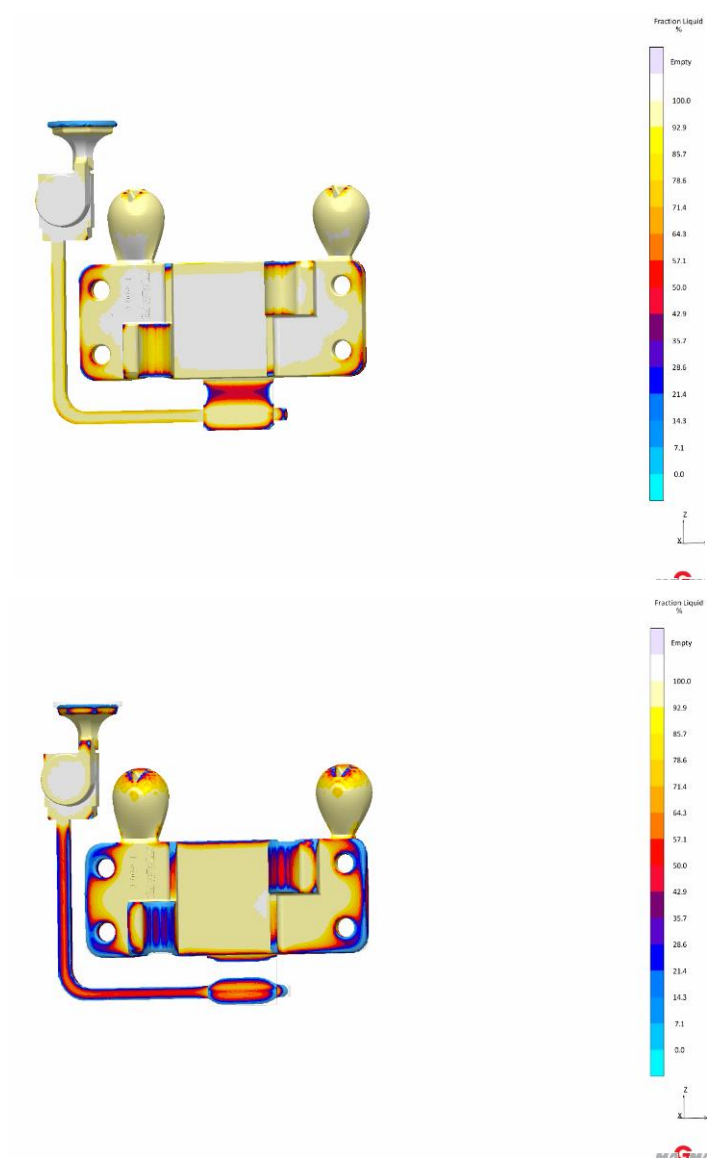


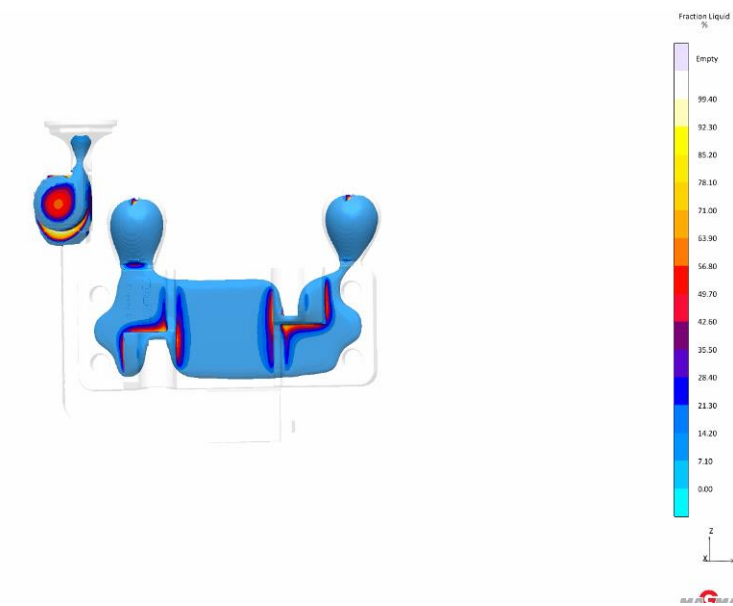
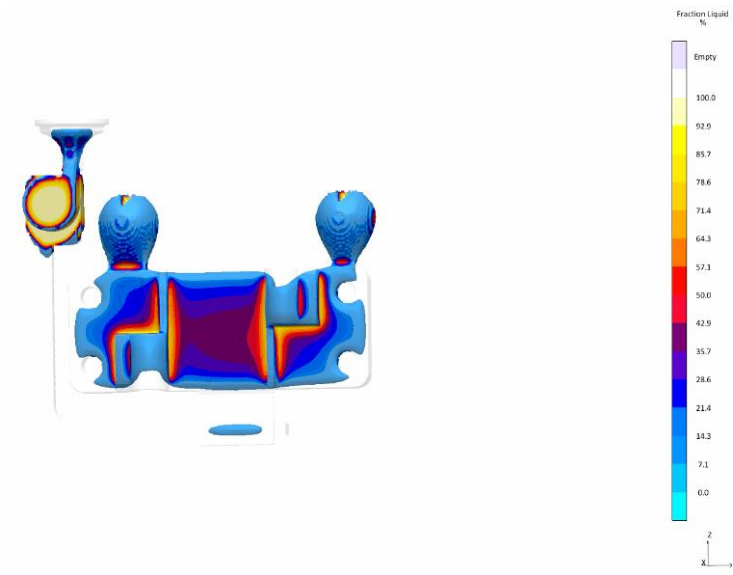
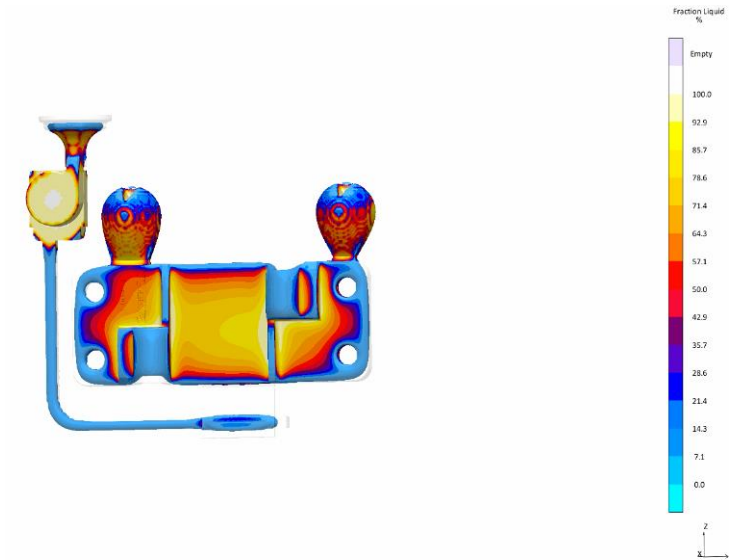
Rys 3.20. Odlew WT-4. Wyniki symulacji - prędkość żeliwa dla poszczególnych faz wypełniania wnęki formy

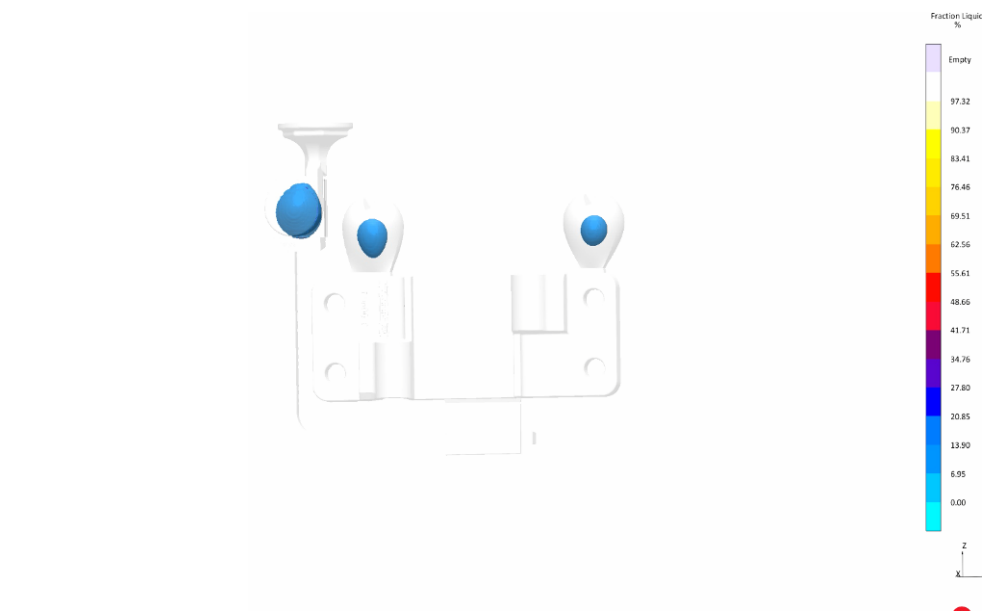




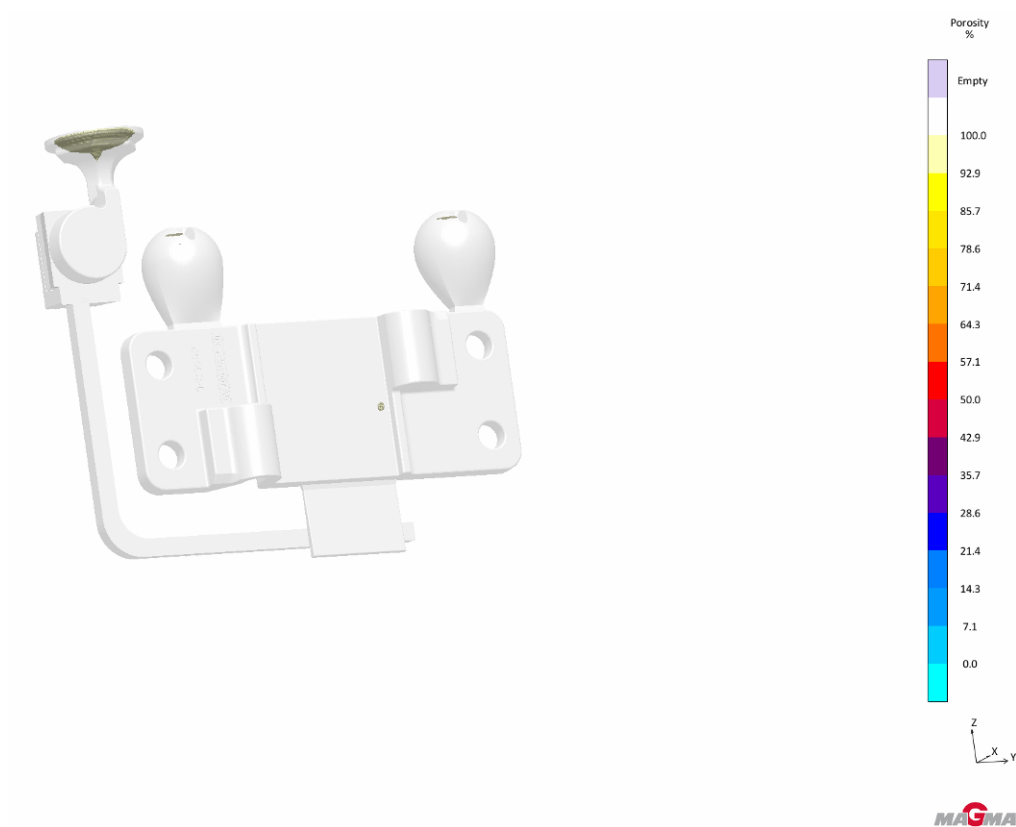
Rys 3.21. Odlew WT-4. Wyniki symulacji - temperatura żeliwa dla poszczególnych faz wypełniania wnętrza formy



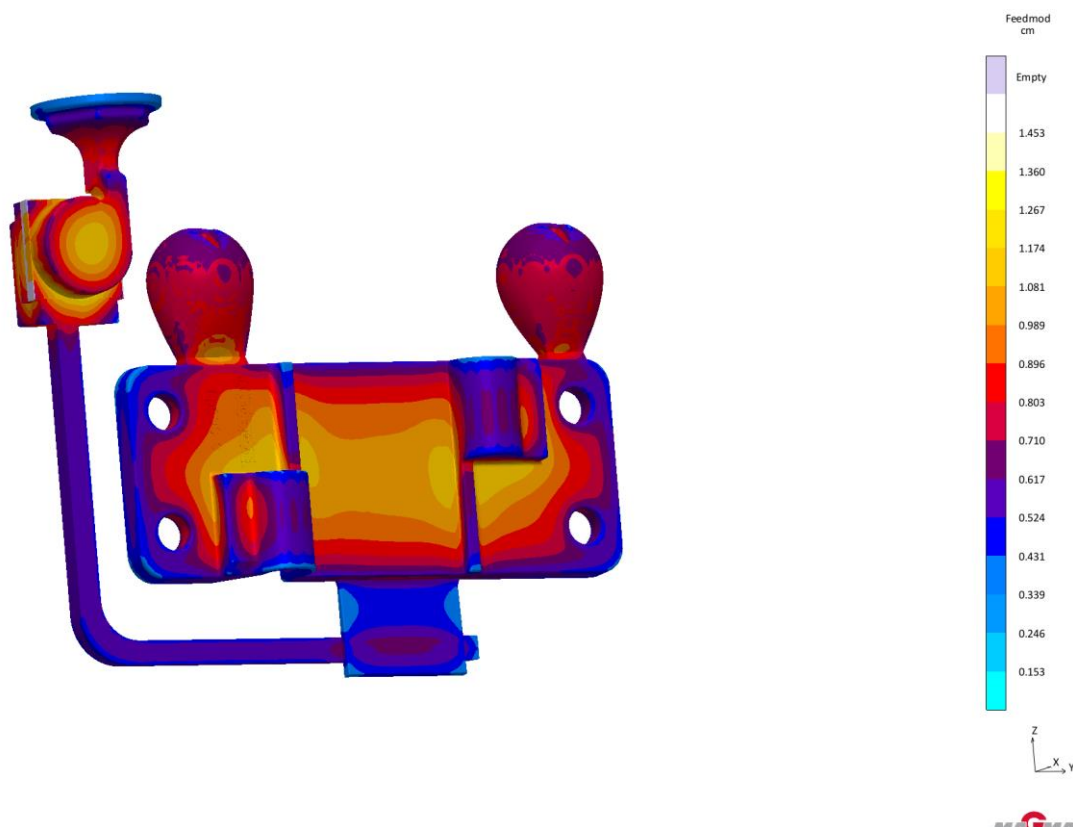




Rys 3.22. Odlew WT-4. Wyniki symulacji – zmiany udziału fazy ciekłej podczas krzepnięcia odlewu



Rys 3.23. Odlew WT-4. Wyniki symulacji – prognoza porowatości

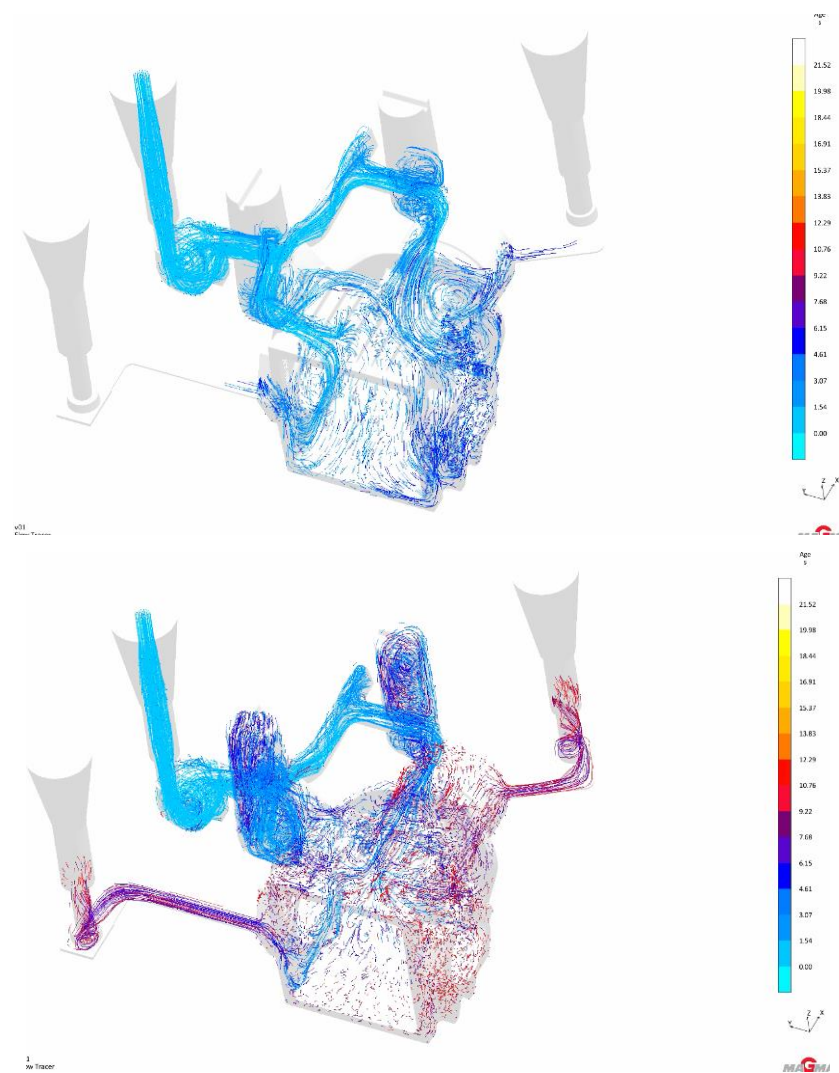


Rys 3.24. Odlew WT-4. Wyniki symulacji – moduły

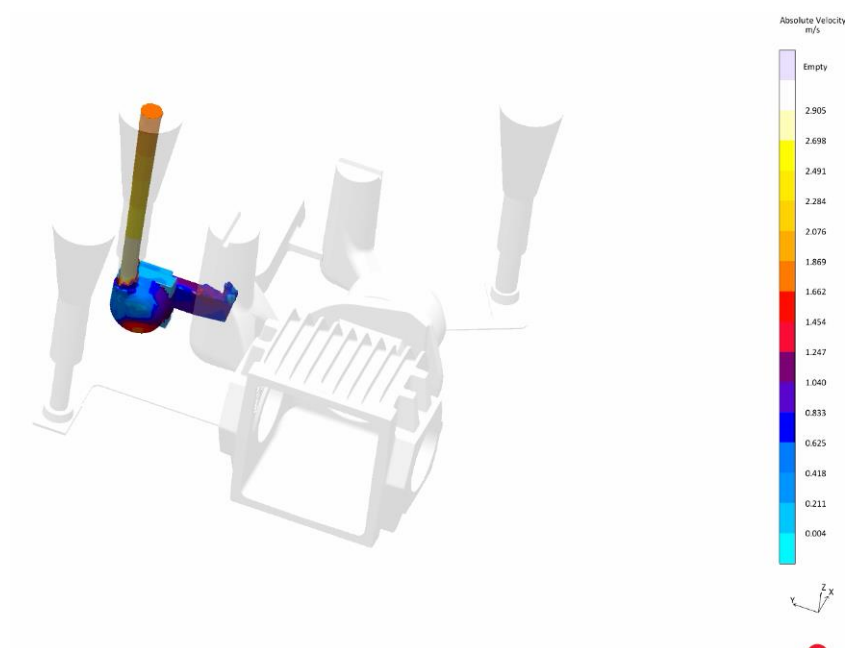
3.6. Opracowanie technologii odlewania **odlewu WT-5**. Wyniki symulacji procesu odlewania

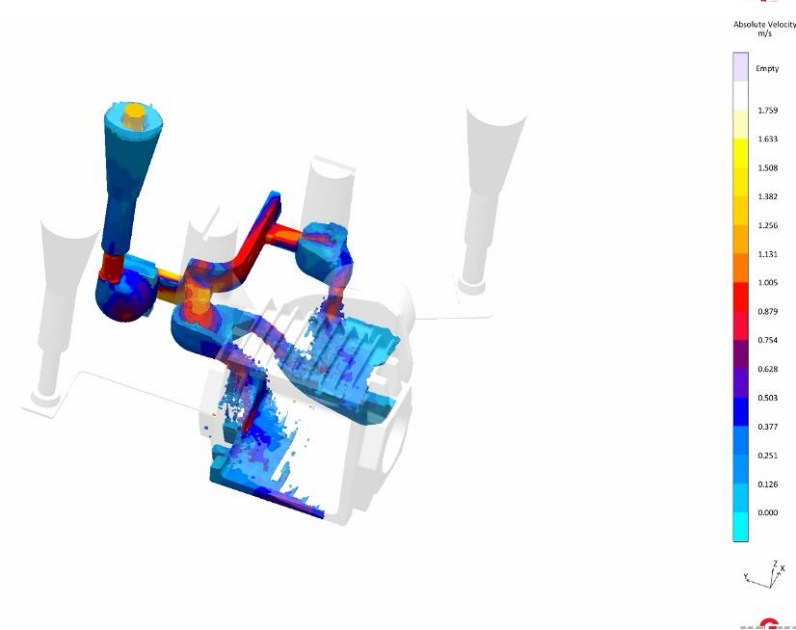
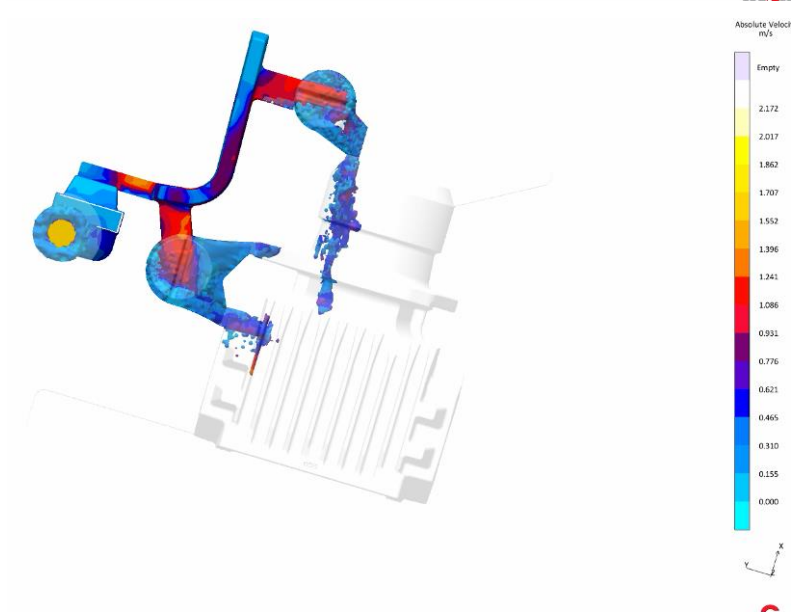
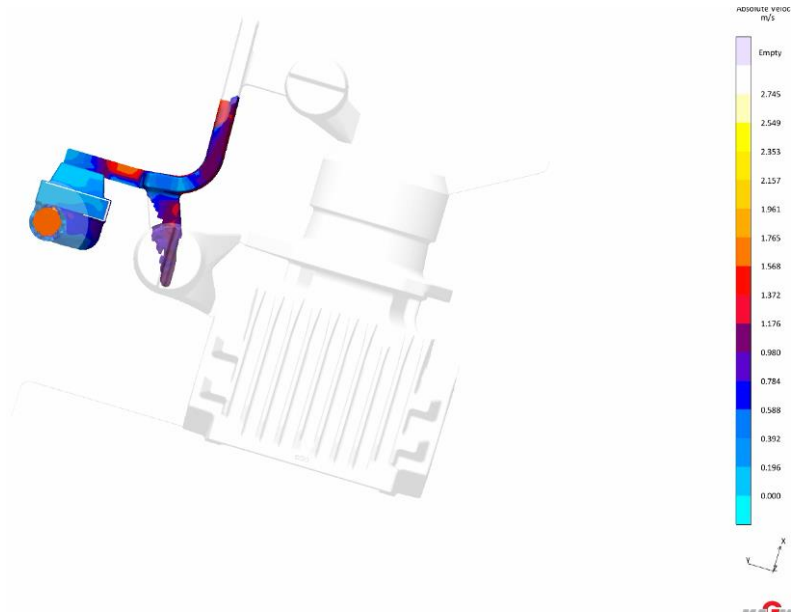
Zaprojektowano rozwiązanie z poziomym podziałem formy. Zastosowano układ wlewowy z wykorzystaniem ruchu wirowego metalu w przestrzeni komory filtracji przed filtrem – Turboprint. W formie umieszczono 1 odlew.

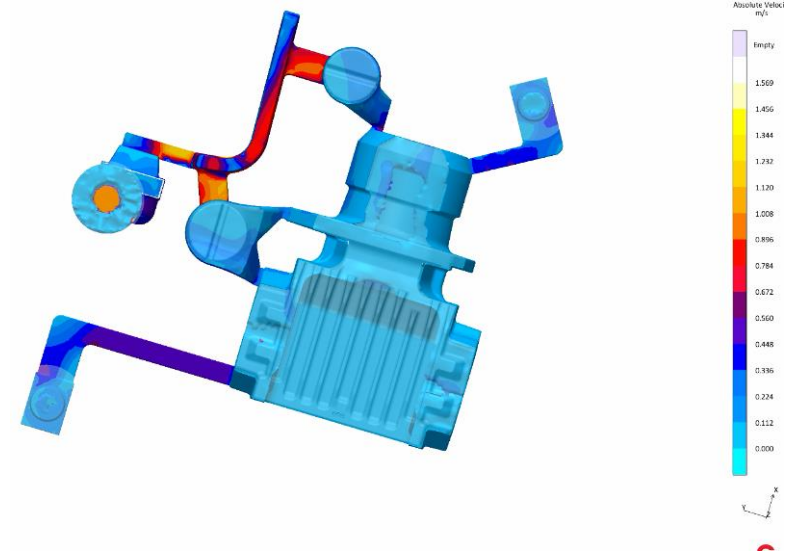
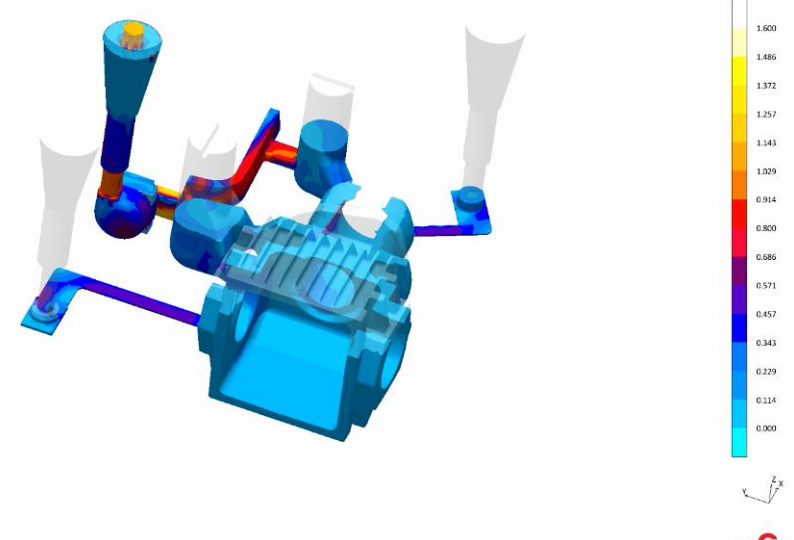
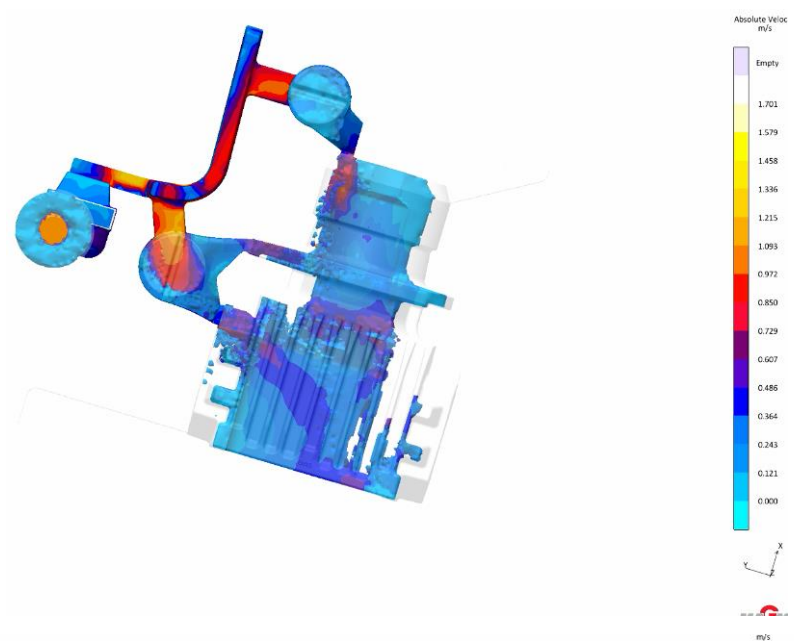
Podczas symulacji analizowano proces wypełniania wnęki formy (prędkości podczas wypełniania) i krzepnięcia odlewu. Wyniki przeprowadzonych obliczeń w postaci znaczników przepływu (Flow Tracer) i pól prędkości żeliwa (Velocity) dla poszczególnych faz wypełniania wnęki formy pokazano na kolejnych rysunkach (rys. 3.25-3.26). Na rysunku 3.27 pokazano rozkład temperatury żeliwa podczas wypełniania wnęki formy. Analizę procesu krzepnięcia w postaci pól udziału fazy ciekłej (Fraction Liquid), prognozy porowatości (Porosity) i modułów (Feedmod) pokazano na rysunkach 3.28-3.30.

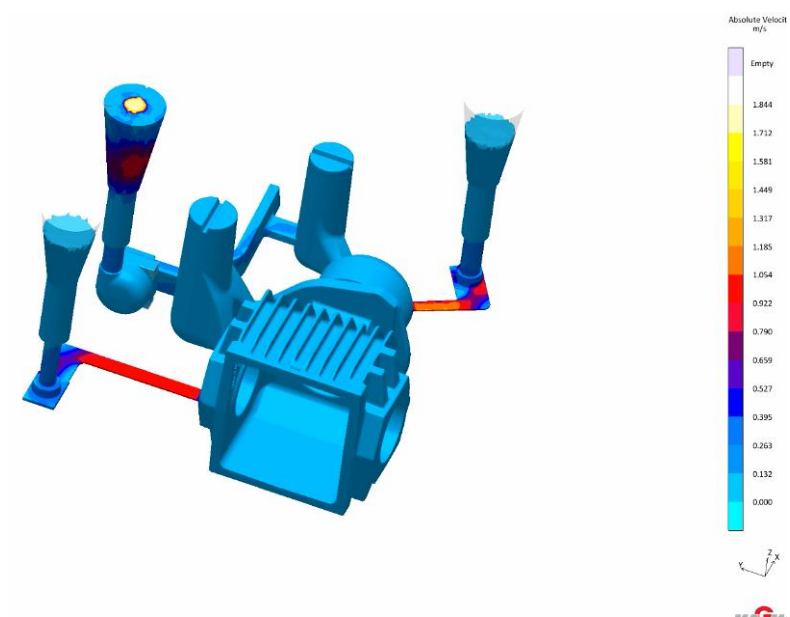


Rys 3.25. Odlew WT-5. Wyniki symulacji - znaczniki przepływu dla poszczególnych faz wypełniania wnętrza formy

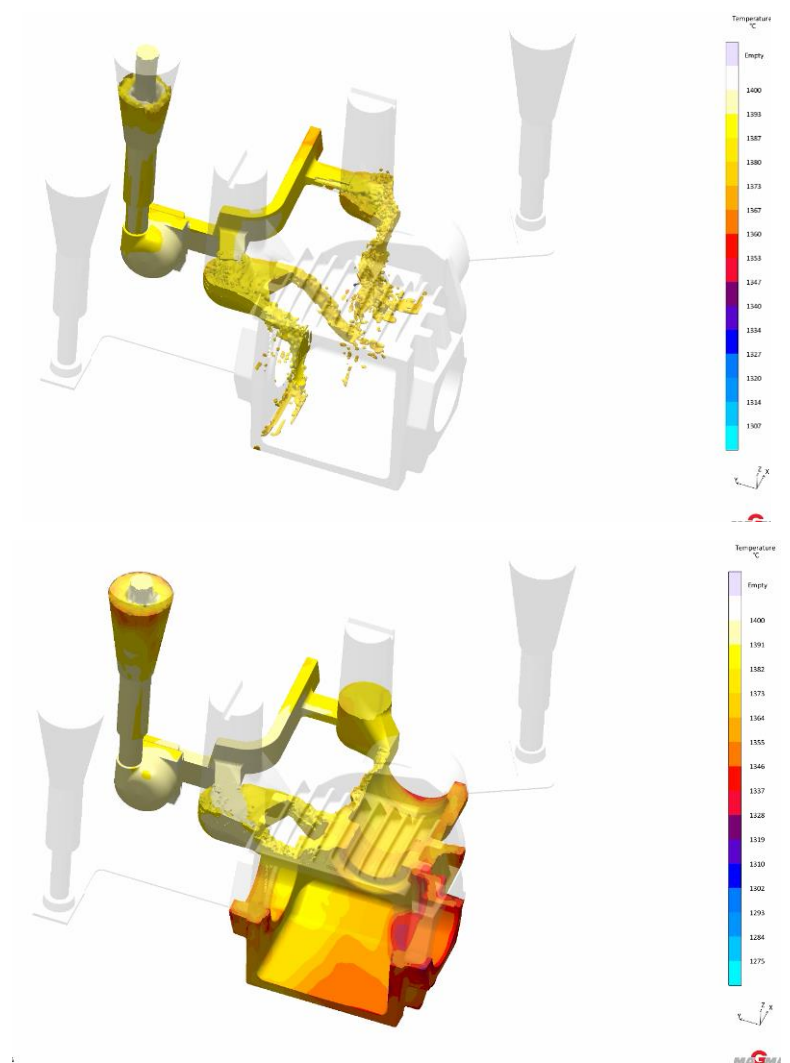


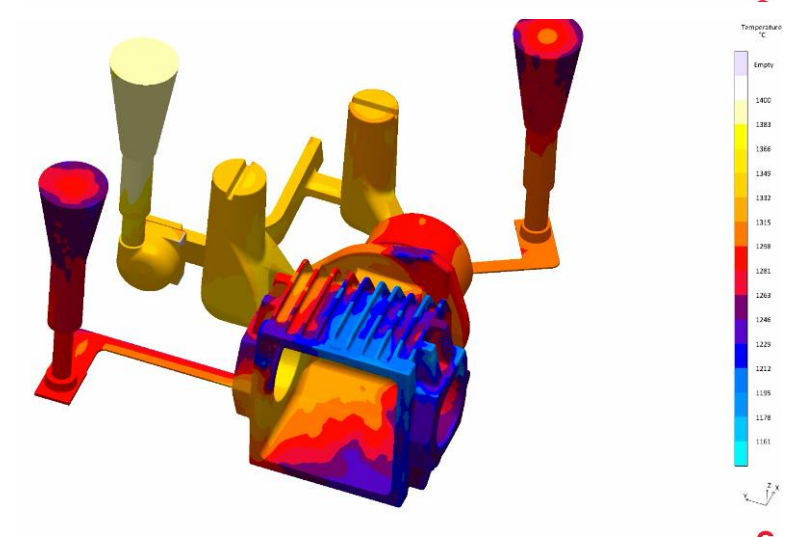
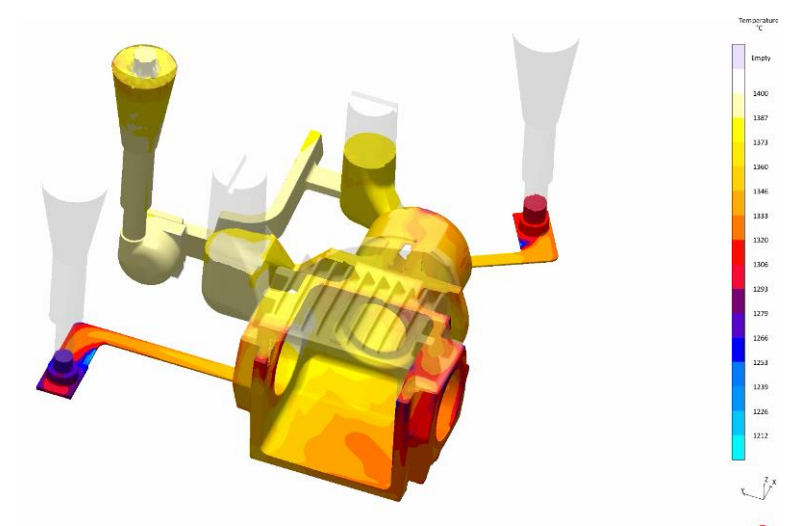
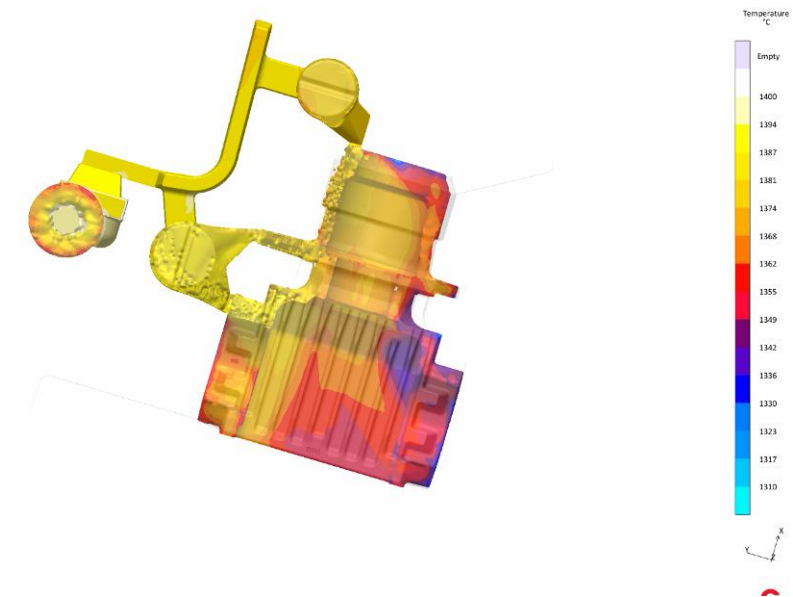


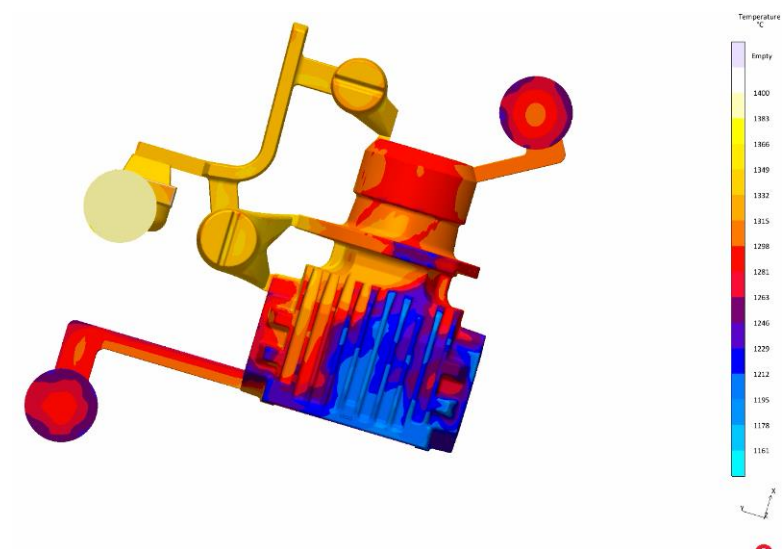




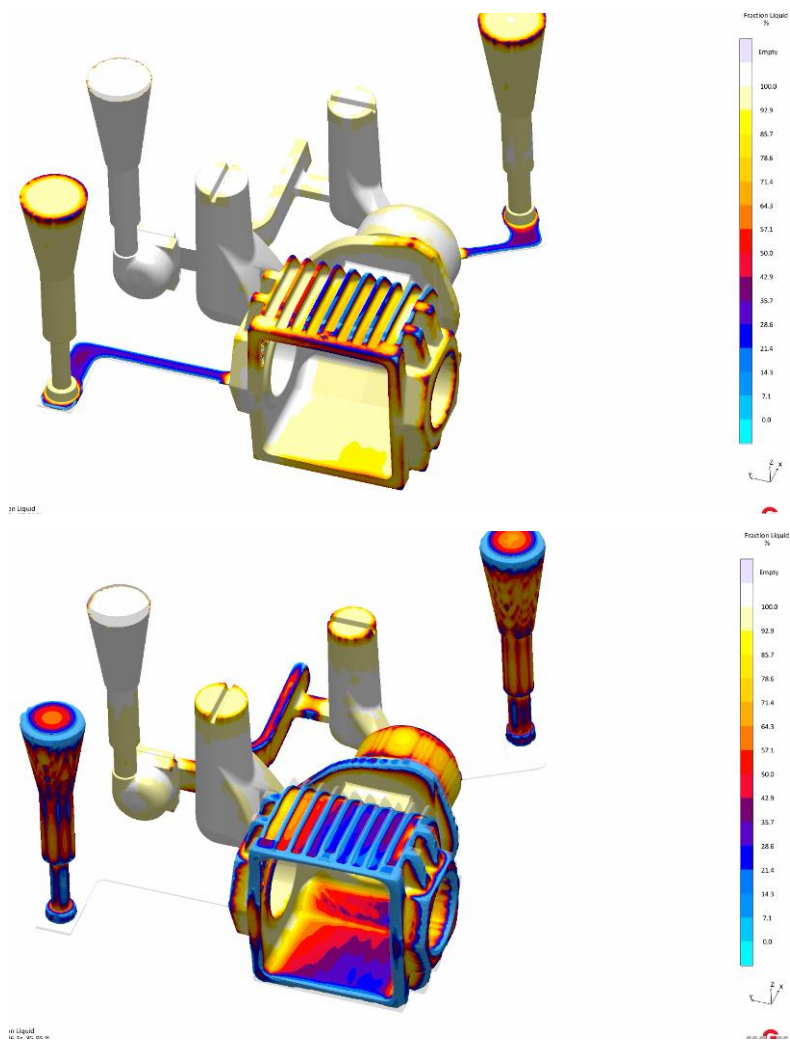
Rys 3.26. Odlew WT-5. Wyniki symulacji - prędkość żeliwa dla poszczególnych faz wypełniania wnęki formy

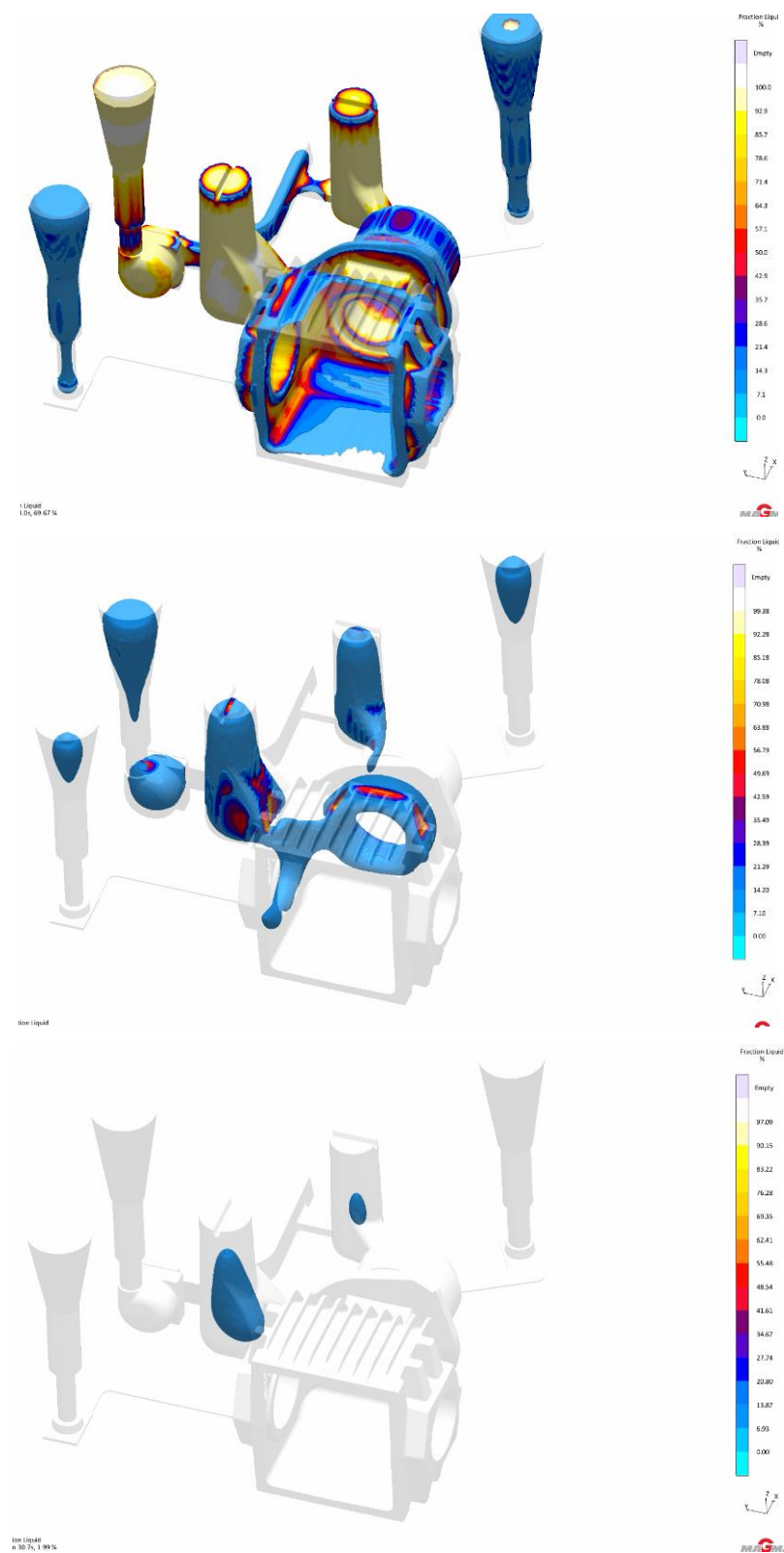




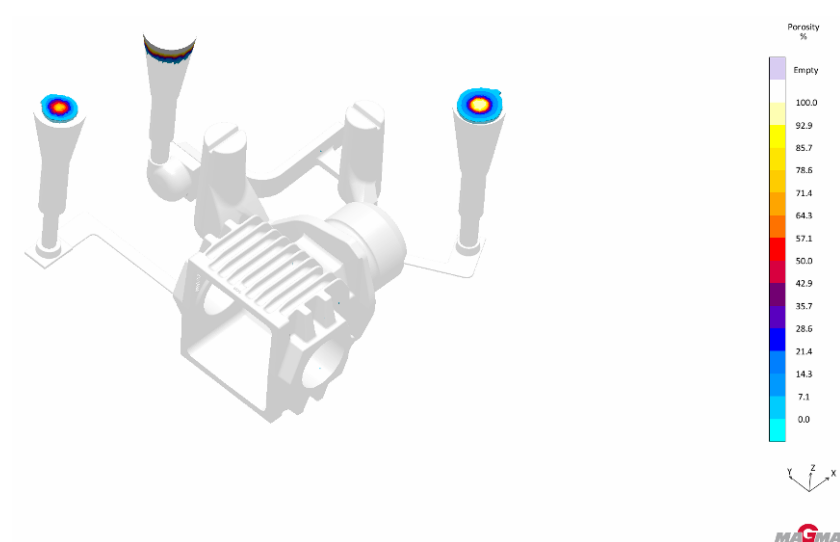


Rys 3.27. Odlew WT-5. Wyniki symulacji - temperatura żeliwa dla poszczególnych faz wypełniania wnęki formy

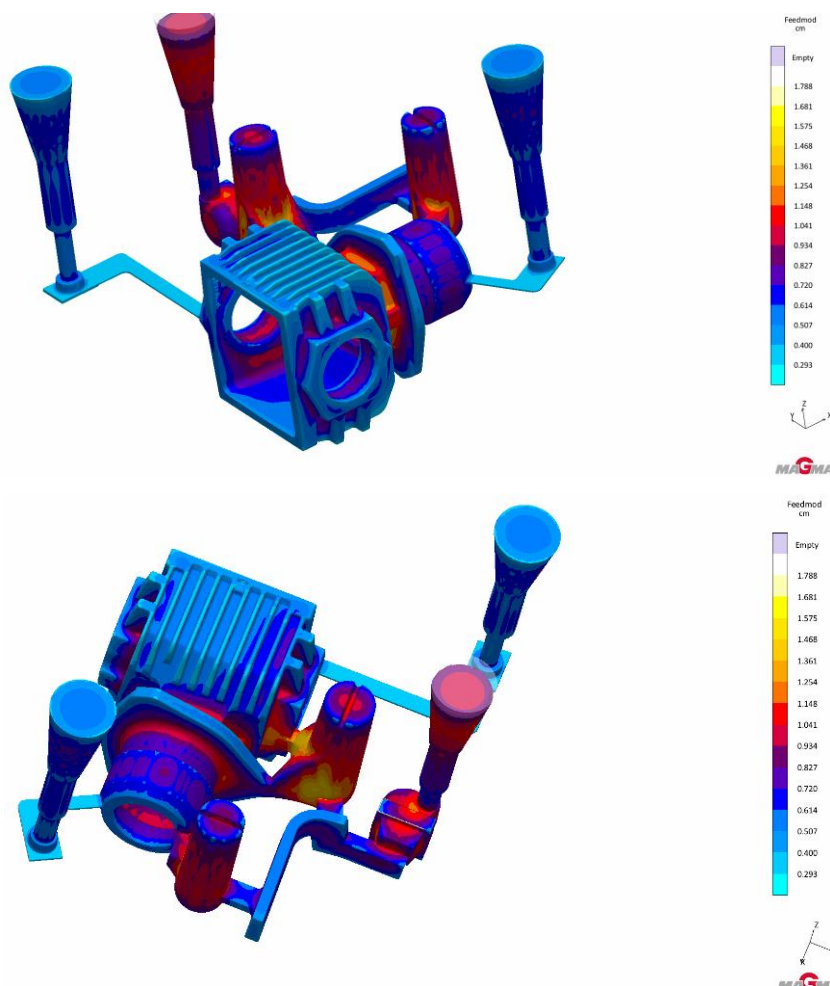




Rys 3.28. Odlew WT-5. Wyniki symulacji – zmiany udziału fazy ciekłej podczas krzepnięcia odlewu



Rys 3.29. Odlew WT-5. Wyniki symulacji – prognoza porowatości

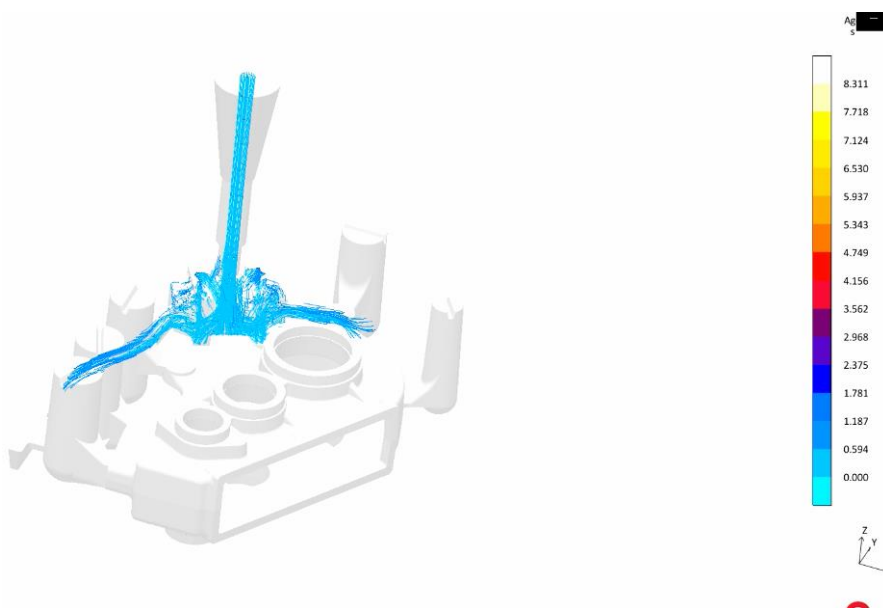


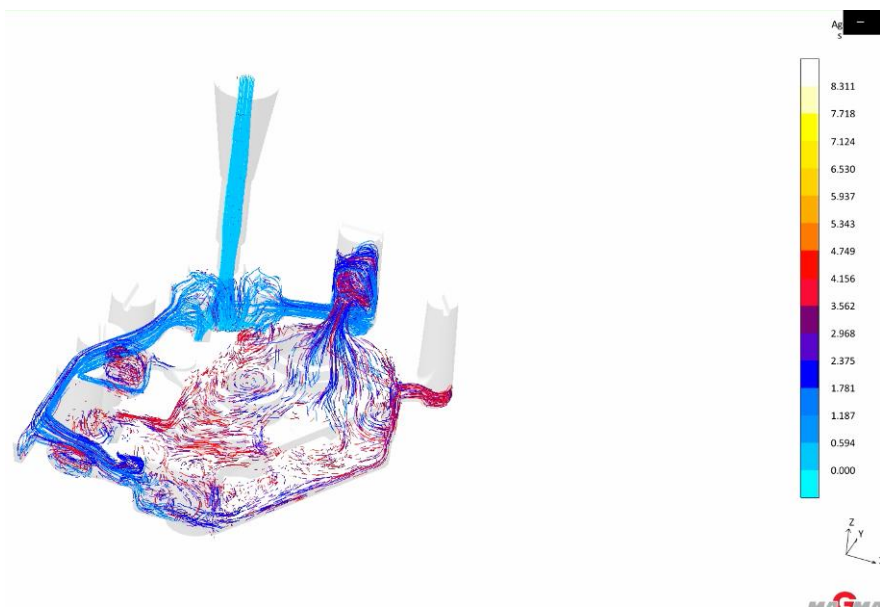
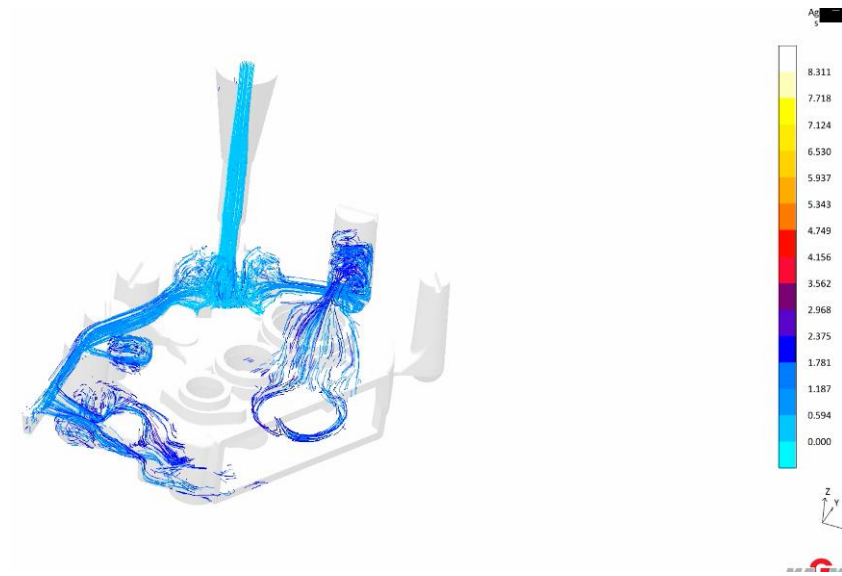
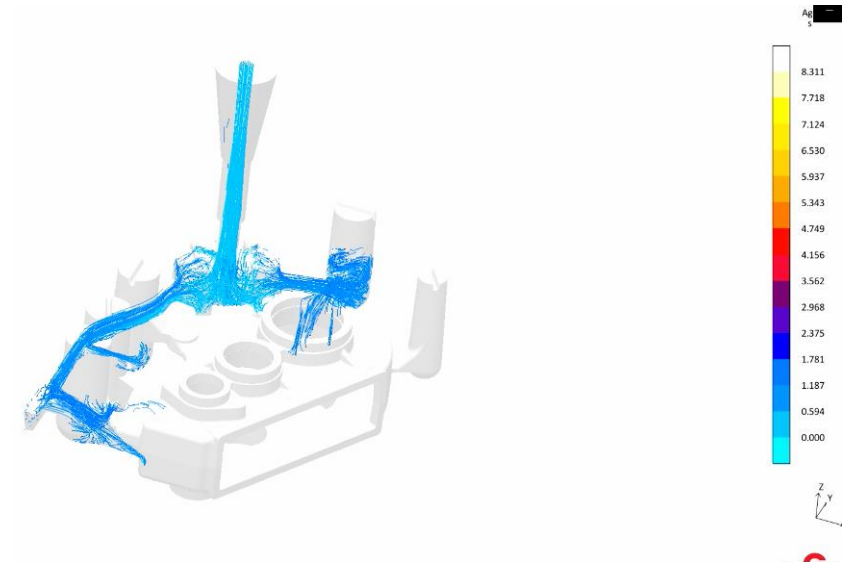
Rys 3.30. Odlew WT-5. Wyniki symulacji – moduły

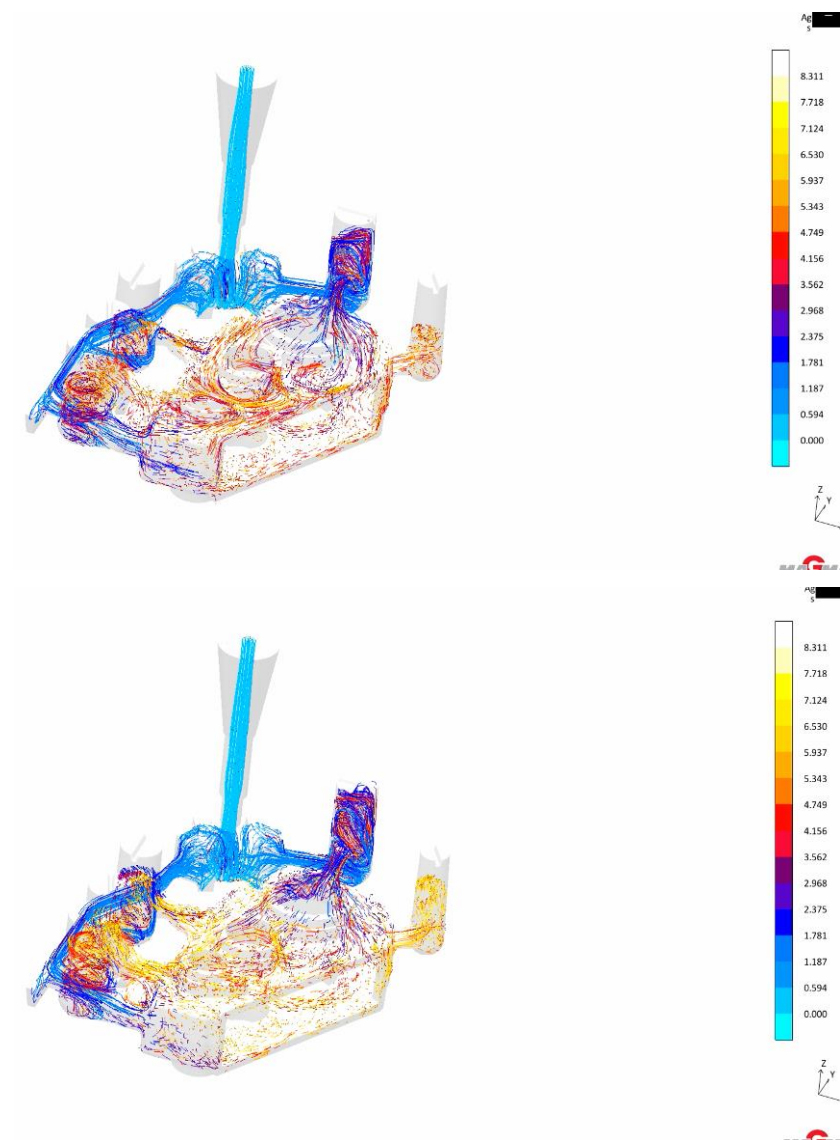
3.7. Opracowanie technologii odlewania **odlewu WT-6**. Wyniki symulacji procesu odlewania

Zaprojektowano rozwiązanie z poziomym podziałem formy. Zastosowano układ wlewowy z wykorzystaniem ruchu wirowego metalu w przestrzeni komory filtracji przed filtrem – Turboprint. W formie umieszczono 1 odlew.

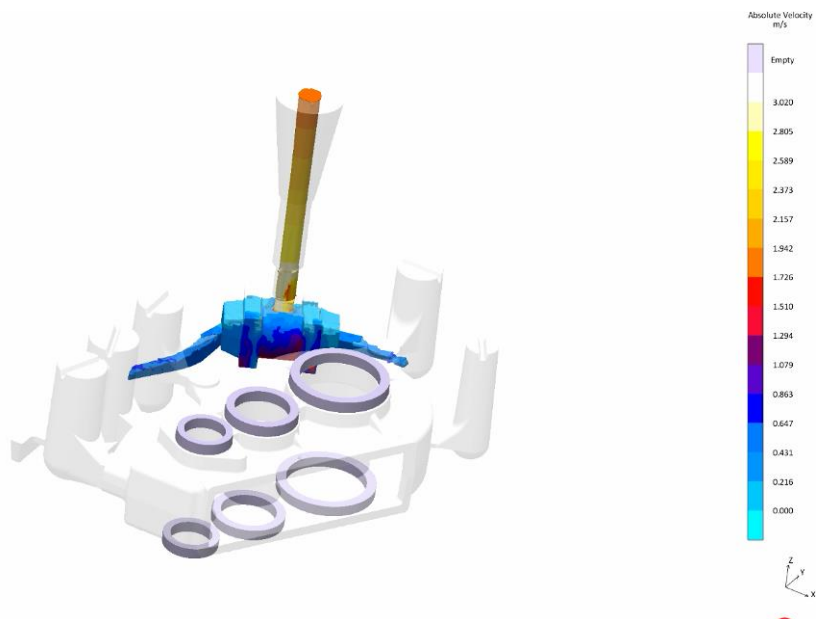
Podczas symulacji analizowano proces wypełniania wnęki formy (prędkości podczas wypełniania) i krzepnięcia odlewu. Wyniki przeprowadzonych obliczeń w postaci znaczników przepływu (Flow Tracer) i pól prędkości żeliwa (Velocity) dla poszczególnych faz wypełniania wnęki formy pokazano na kolejnych rysunkach (rys. 3.31 - 3.32). Na rysunku 3.33 pokazano rozkład temperatury żeliwa podczas wypełniania wnęki formy. Analizę procesu krzepnięcia w postaci pól udziału fazy ciekłej (Fraction Liquid), prognozy porowatości (Porosity) i modułów (Feedmod) pokazano na rysunkach 3.34-3.36.

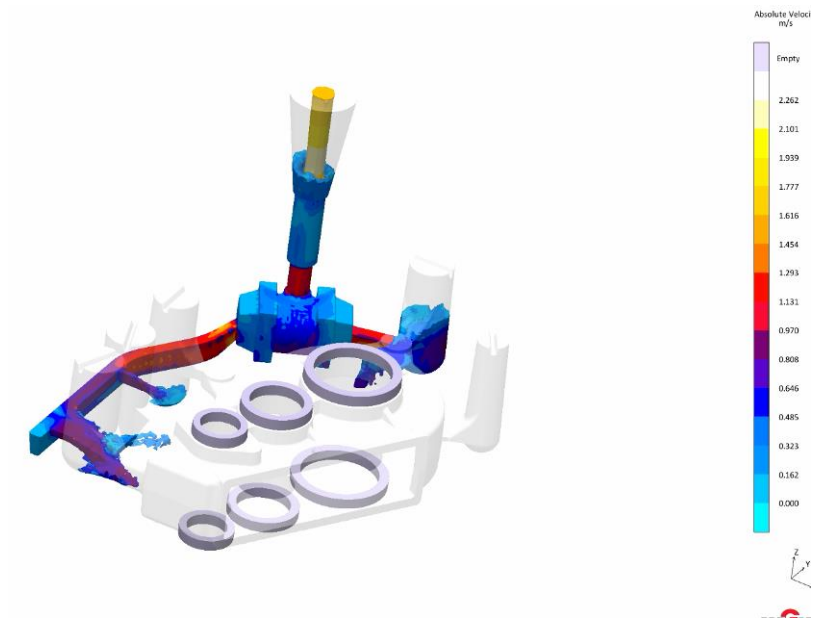


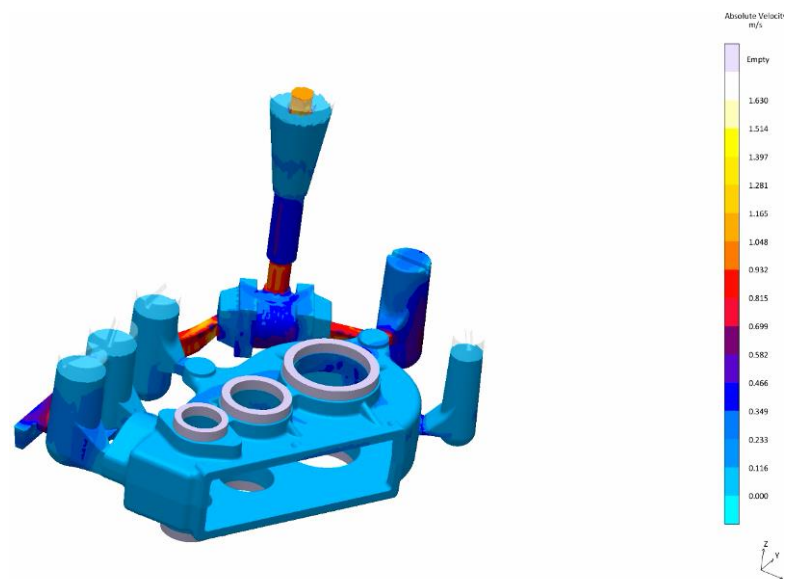




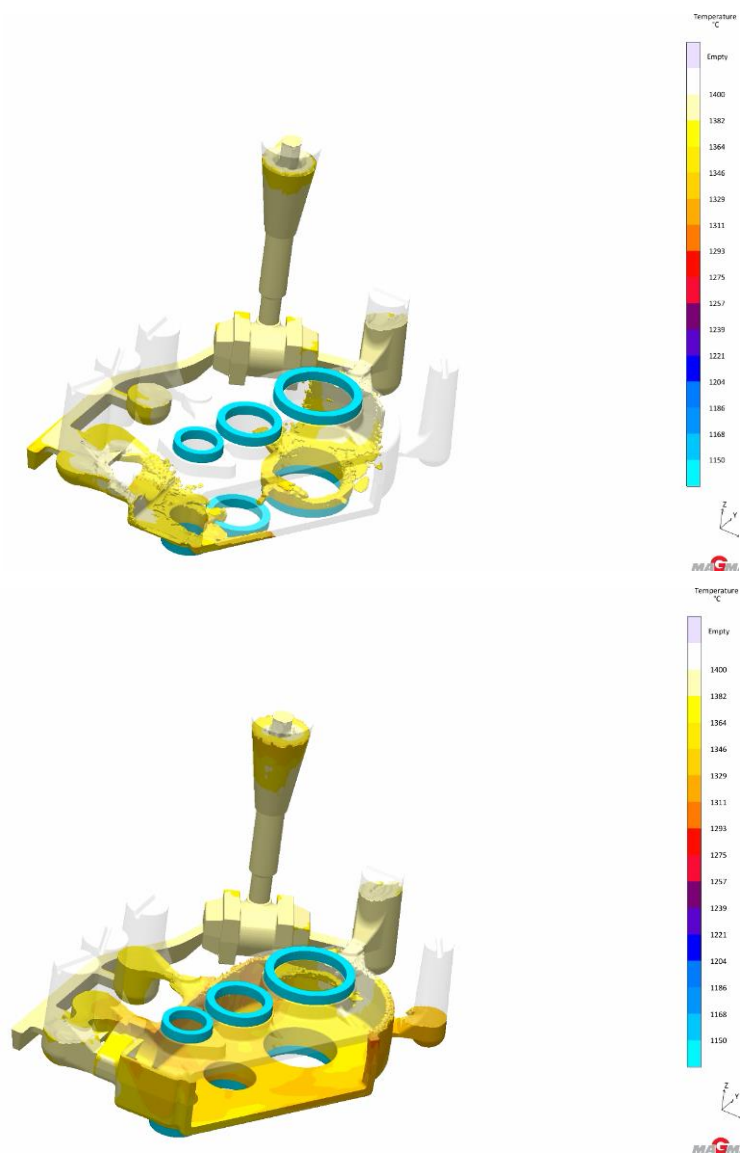
Rys 3.31. Odlew WT-6. Wyniki symulacji - znaczniki przepływu dla poszczególnych faz wypełniania wnętrza formy

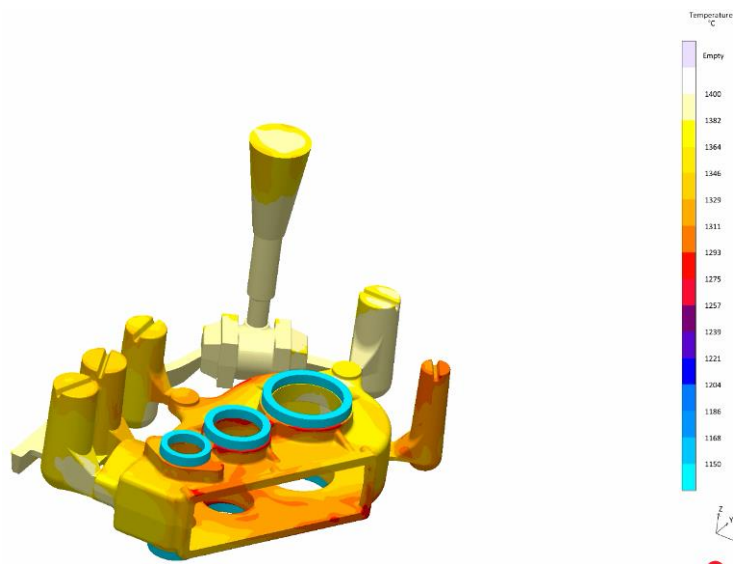




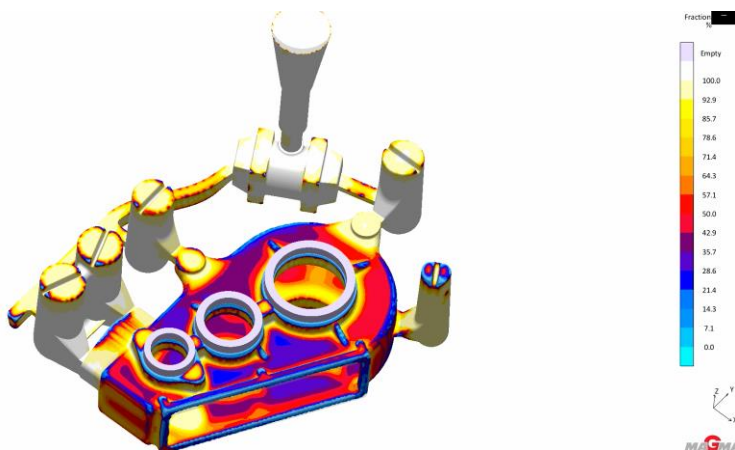
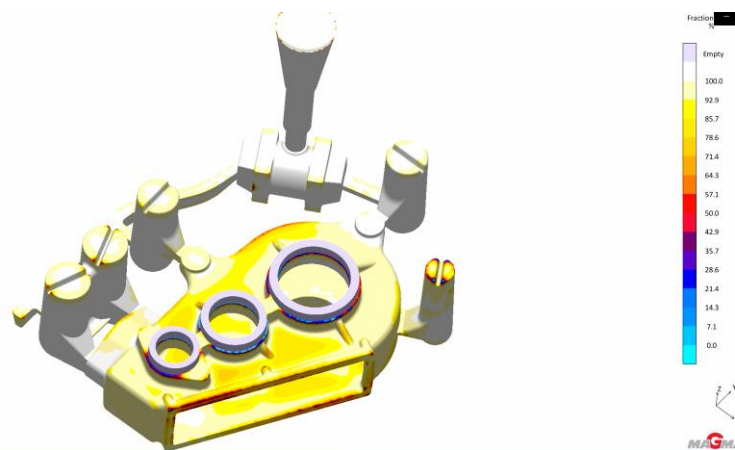


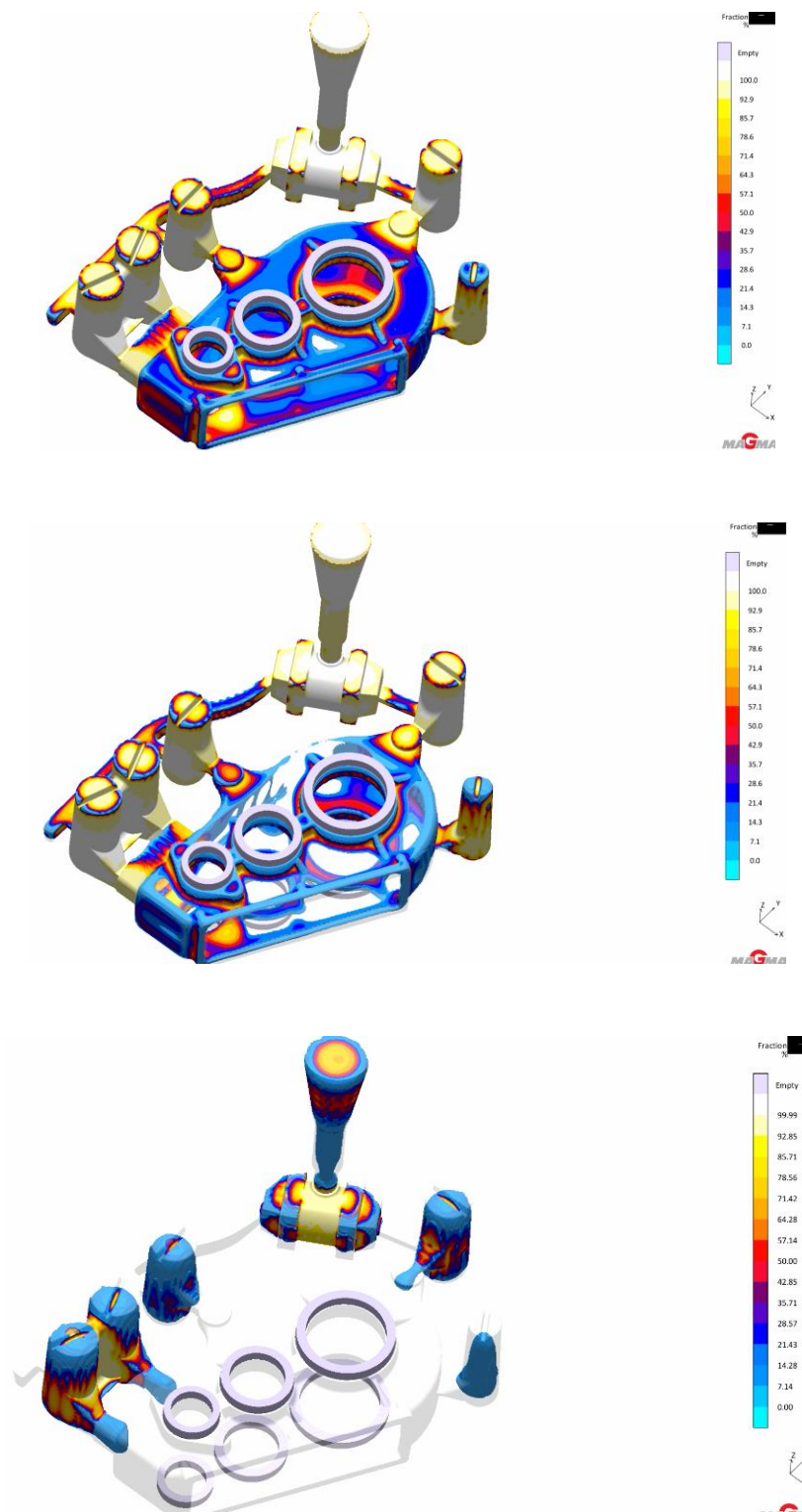
Rys 3.32. Odlew WT-6. Wyniki symulacji - prędkość żeliwa dla poszczególnych faz wypełniania wnęki formy



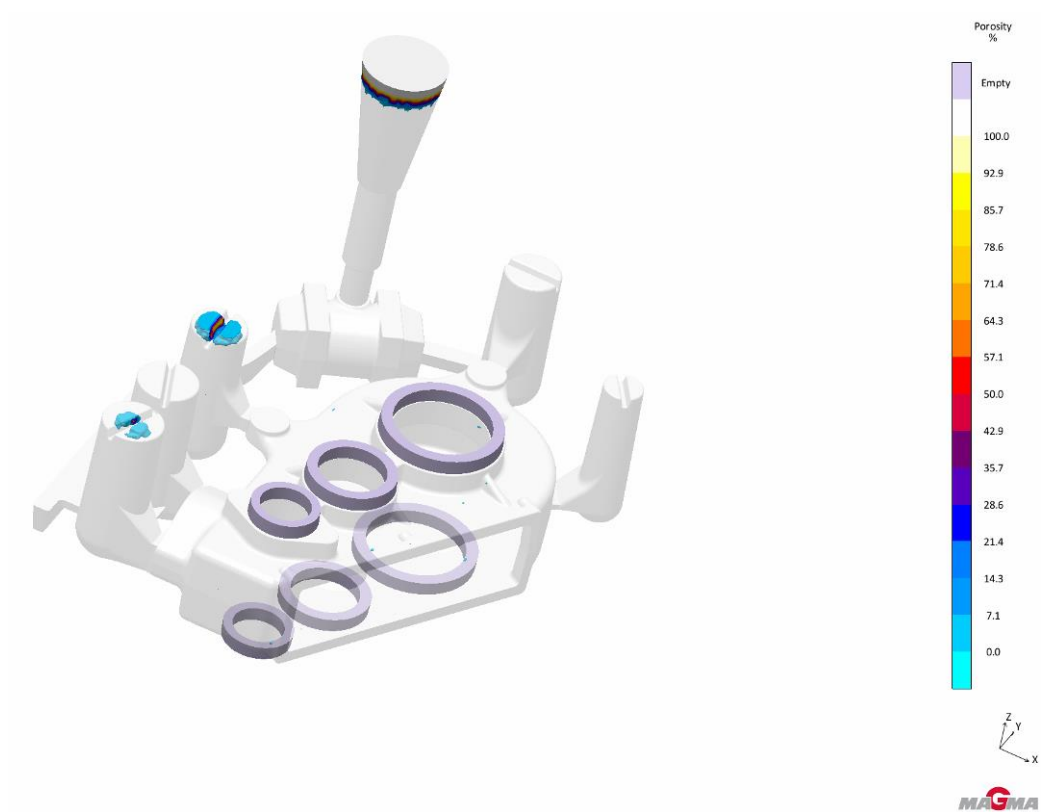


Rys 3.33. Odlew WT-6. Wyniki symulacji - temperatura żeliwa dla poszczególnych faz wypełniania wnęki formy

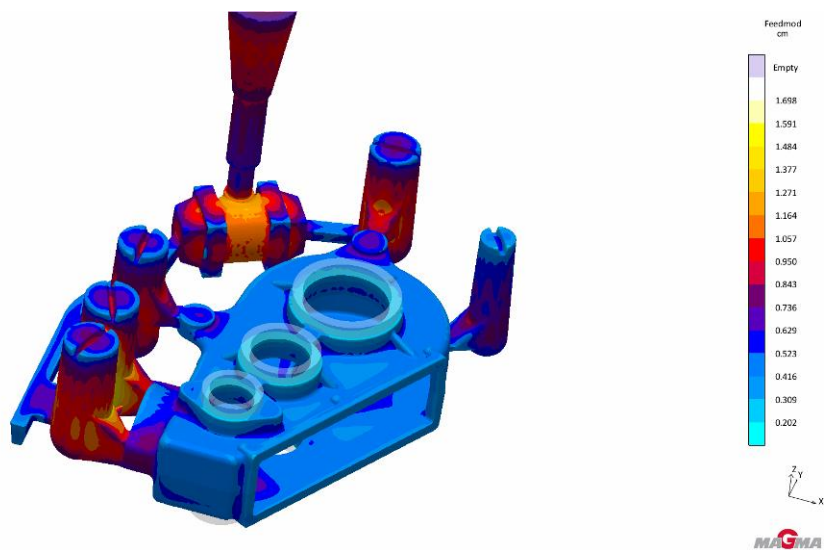




Rys 3.34. Odlew WT-6. Wyniki symulacji – zmiany udziału fazy ciekłej podczas krzepnięcia odlewu



Rys 3.35. Odlew WT-6. Wyniki symulacji – prognoza porowatości

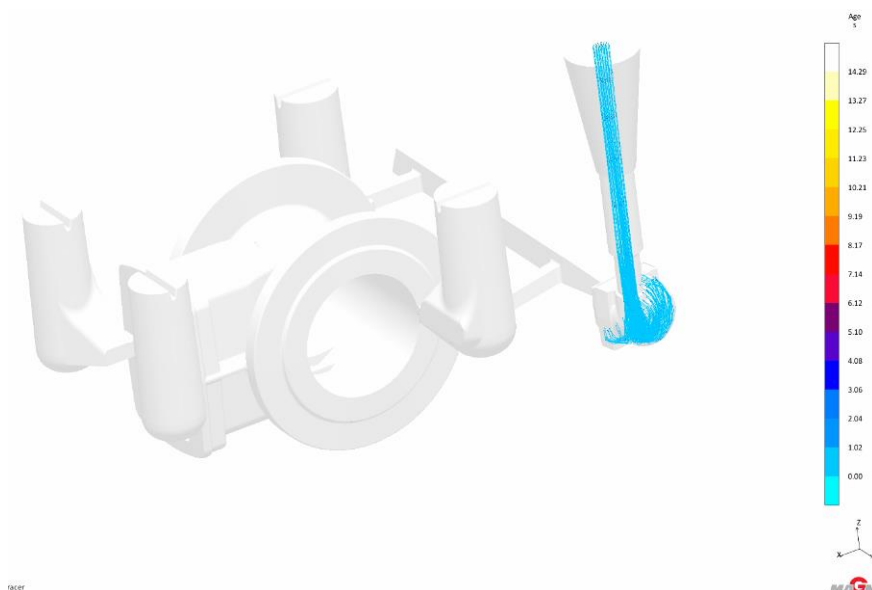


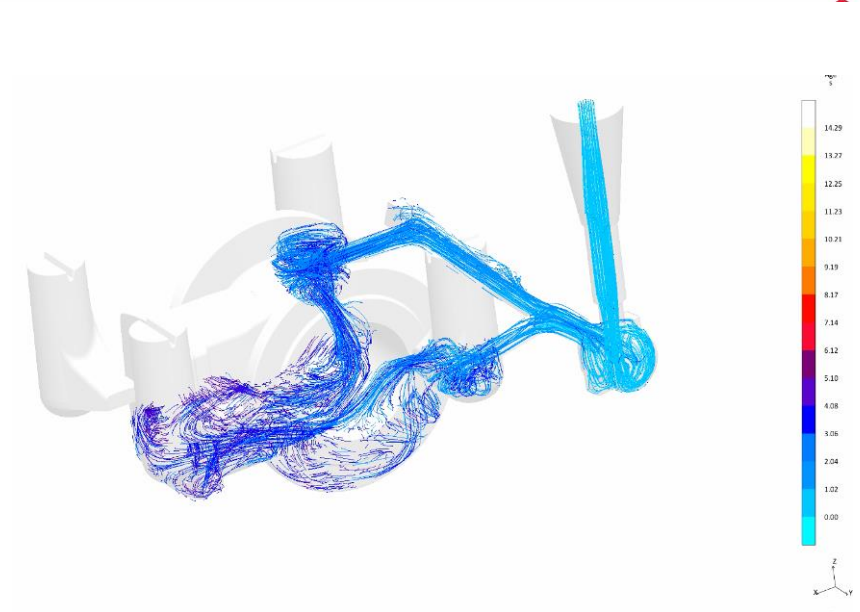
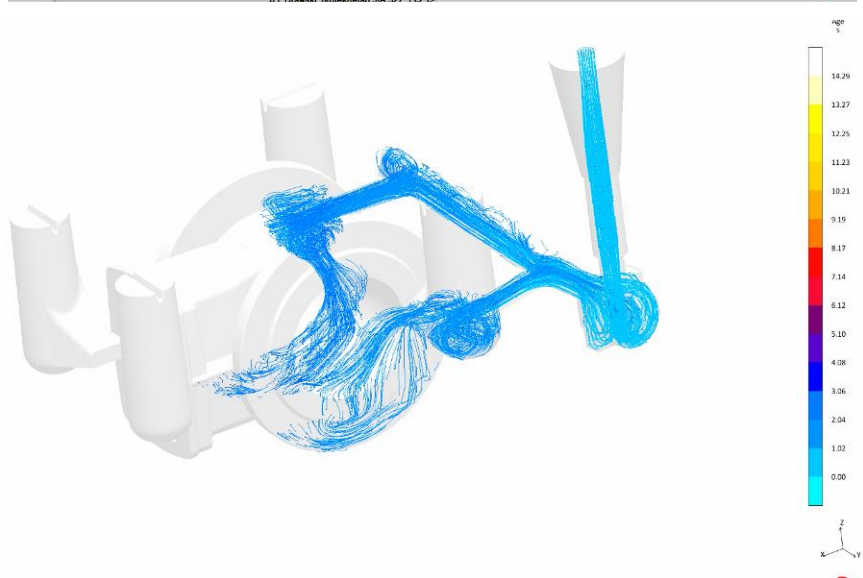
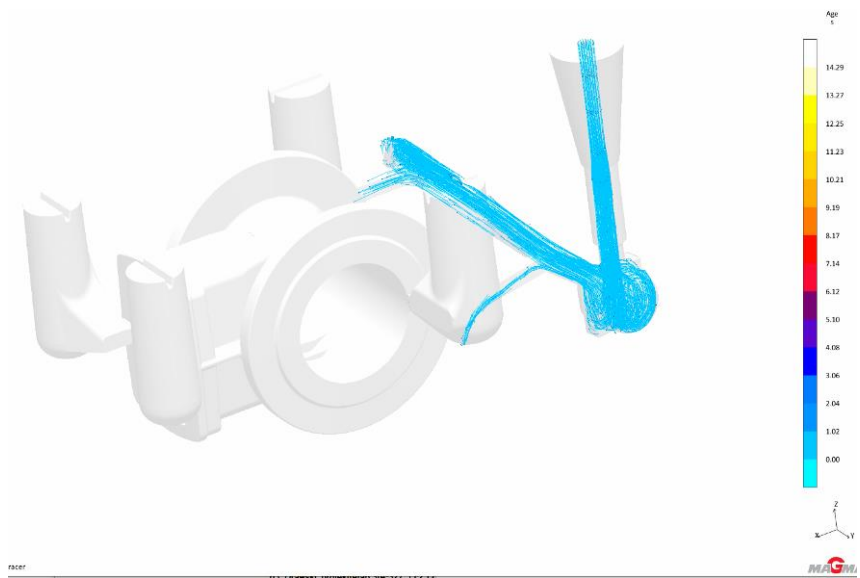
Rys 3.36. Odlew WT-6. Wyniki symulacji – moduły

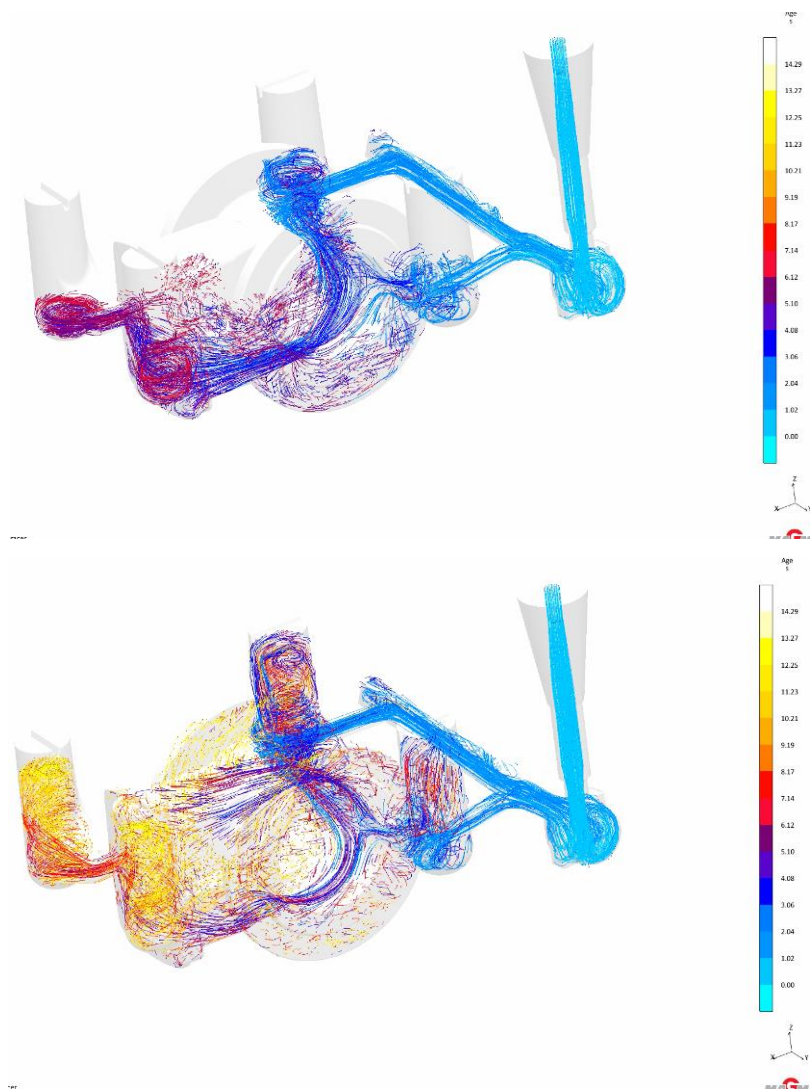
3.8. Opracowanie technologii odlewania **odlewu WT-7**. Wyniki symulacji procesu odlewania

Zaprojektowano rozwiązanie z poziomym podziałem formy. Zastosowano układ wlewowy z wykorzystaniem ruchu wirowego metalu w przestrzeni komory filtracji przed filtrem – Turboprint. W formie umieszczono 1 odlew.

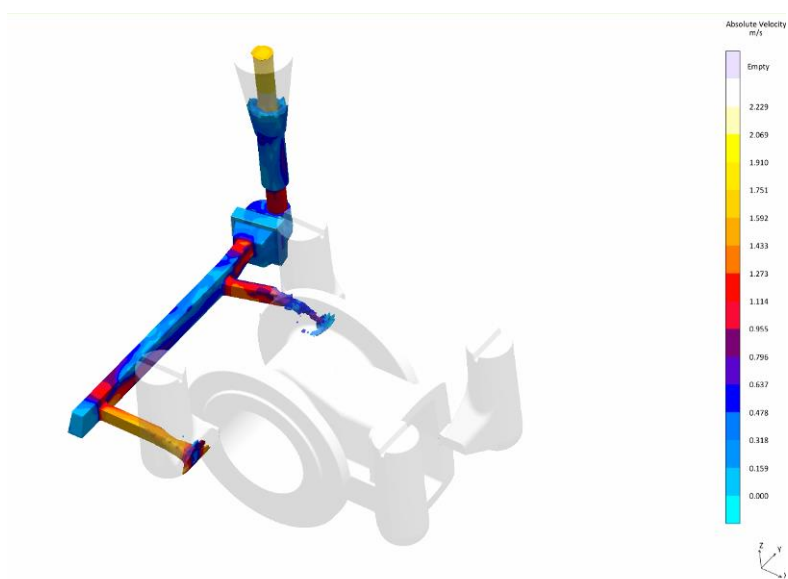
Podczas symulacji analizowano proces wypełniania wnęki formy (prędkości podczas wypełniania) i krzepnięcia odlewu. Wyniki przeprowadzonych obliczeń w postaci znaczników przepływu (Flow Tracer) i pól prędkości żeliwa (Velocity) dla poszczególnych faz wypełniania wnęki formy pokazano na kolejnych rysunkach (rys. 3.37-3.38). Na rysunku 3.39 pokazano rozkład temperatury żeliwa podczas wypełniania wnęki formy. Analizę procesu krzepnięcia w postaci pól udziału fazy ciekłej (Fraction Liquid), prognozy porowatości (Porosity) i modułów (Feedmod) pokazano na rysunkach 3.40-3.42.

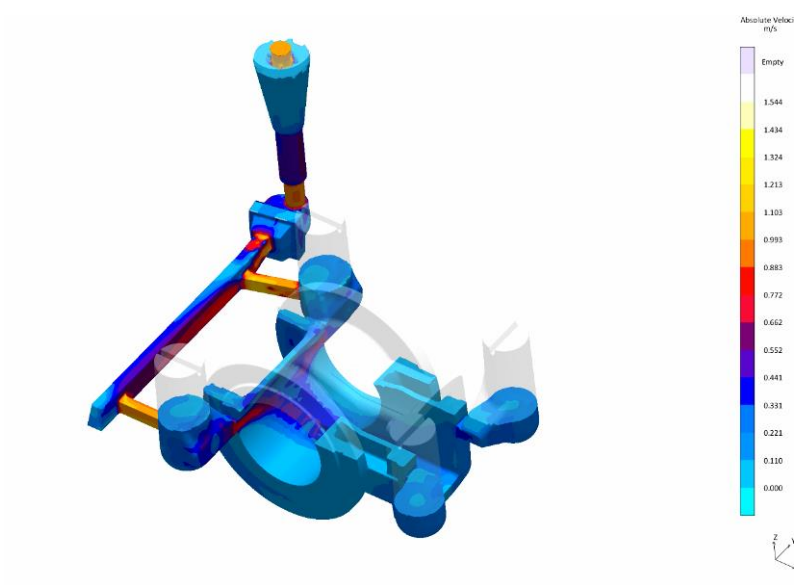
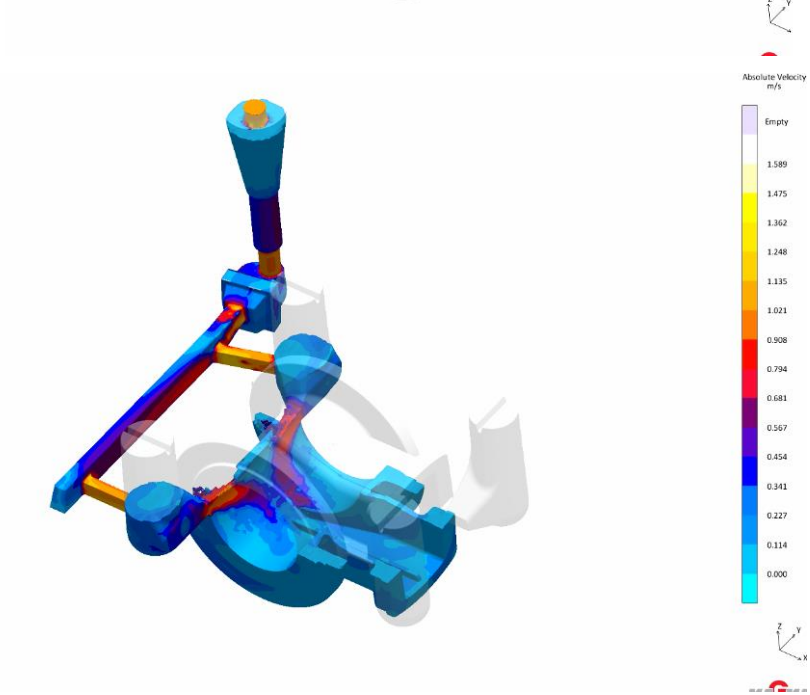
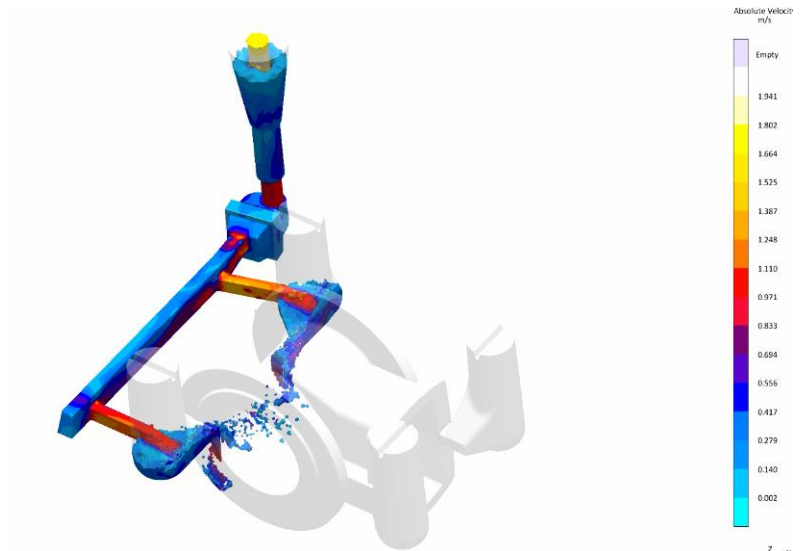


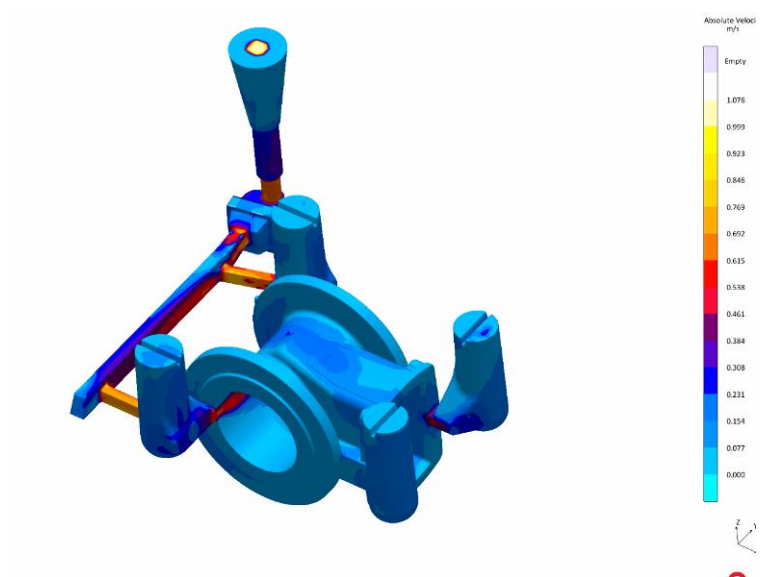




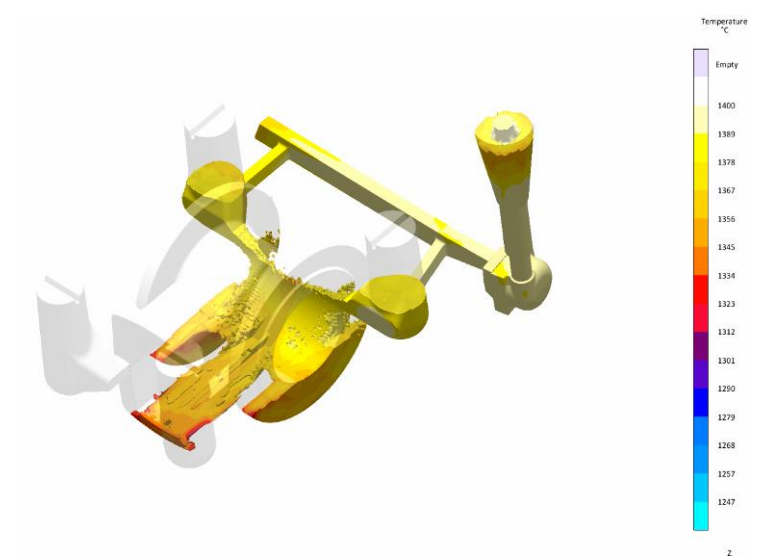
Rys 3.37. Odlew WT-7. Wyniki symulacji - znaczniki przepływu dla poszczególnych faz wypełniania wnętrza formy

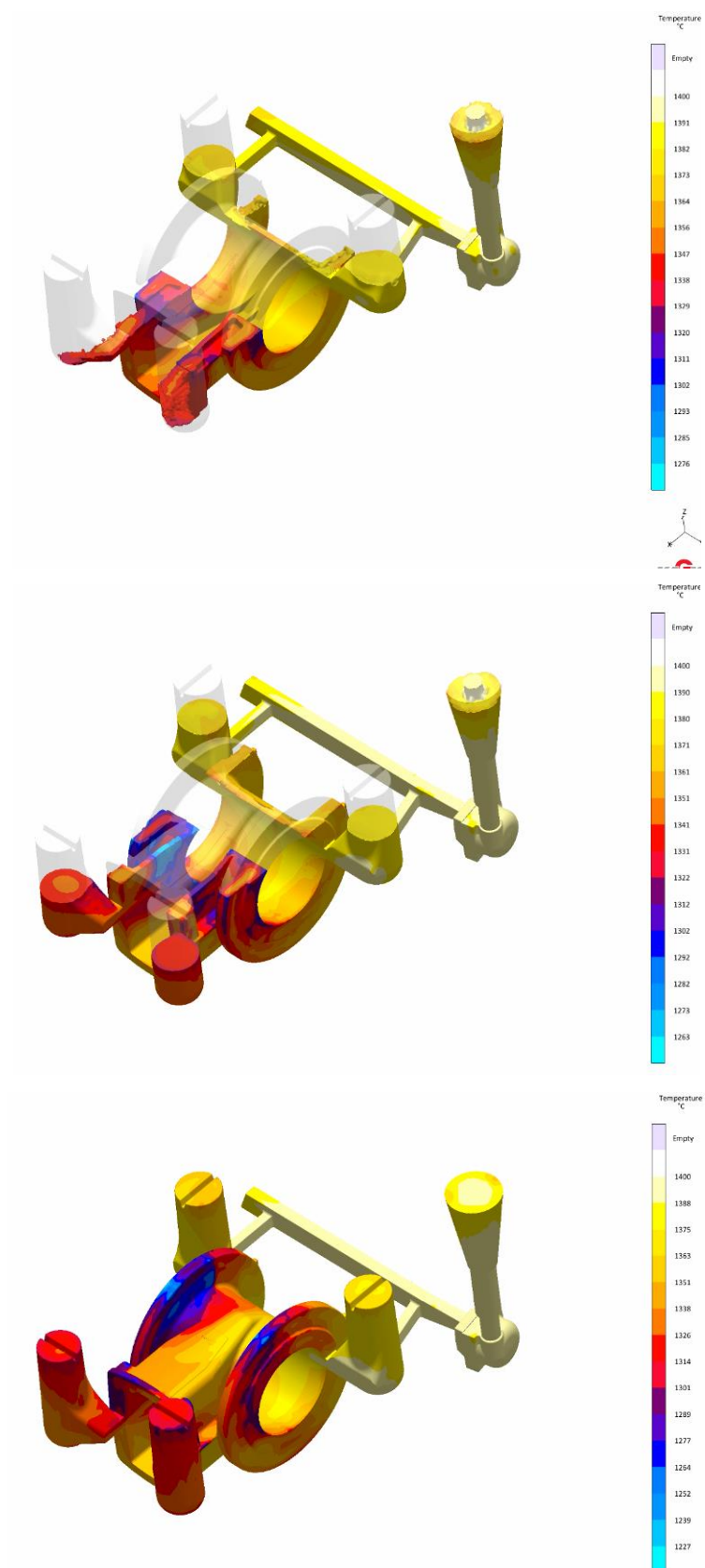




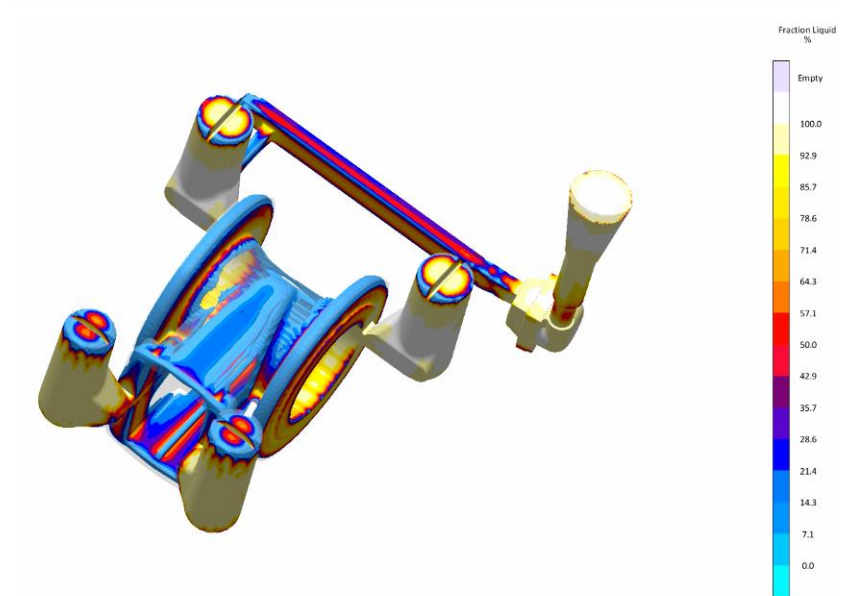
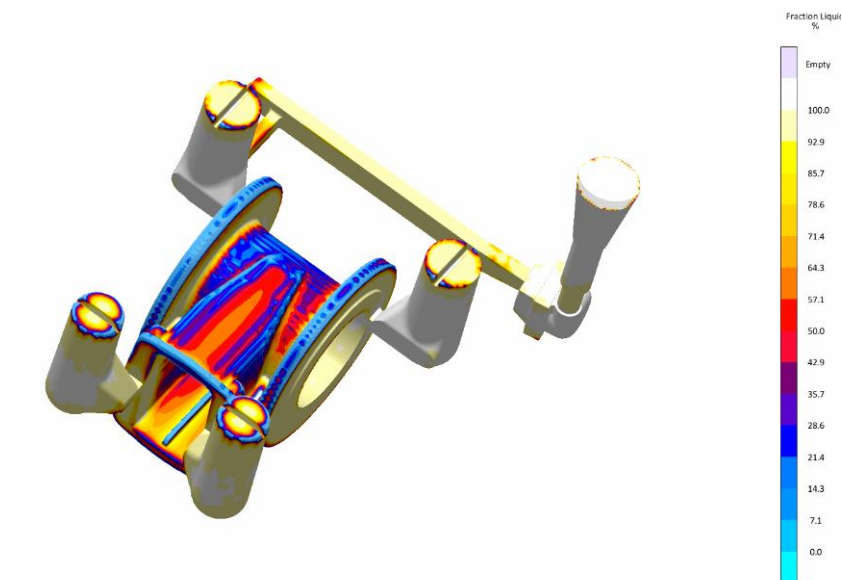
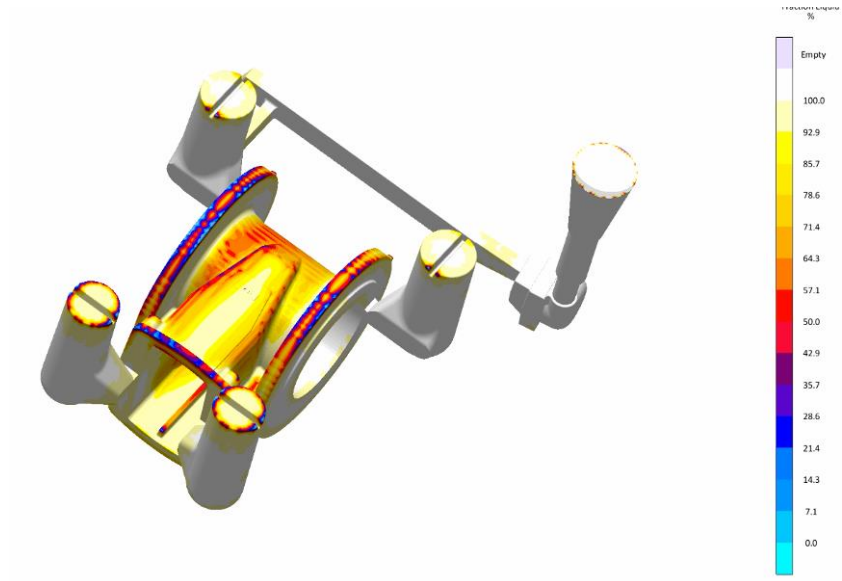


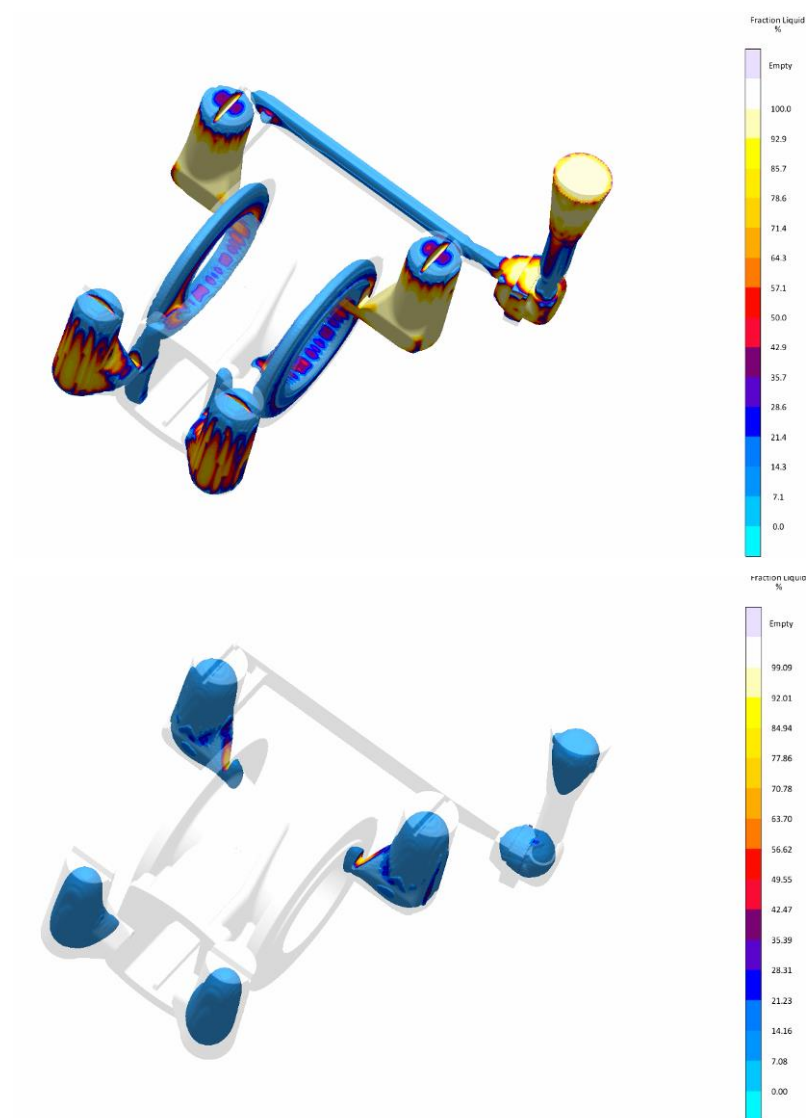
Rys 3.38. Odlew WT-7. Wyniki symulacji - prędkość żeliwa dla poszczególnych faz wypełniania wnęki formy



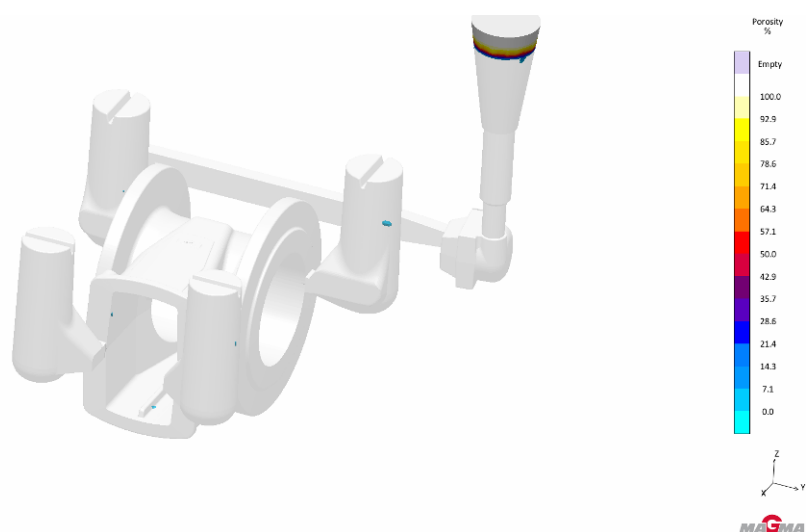


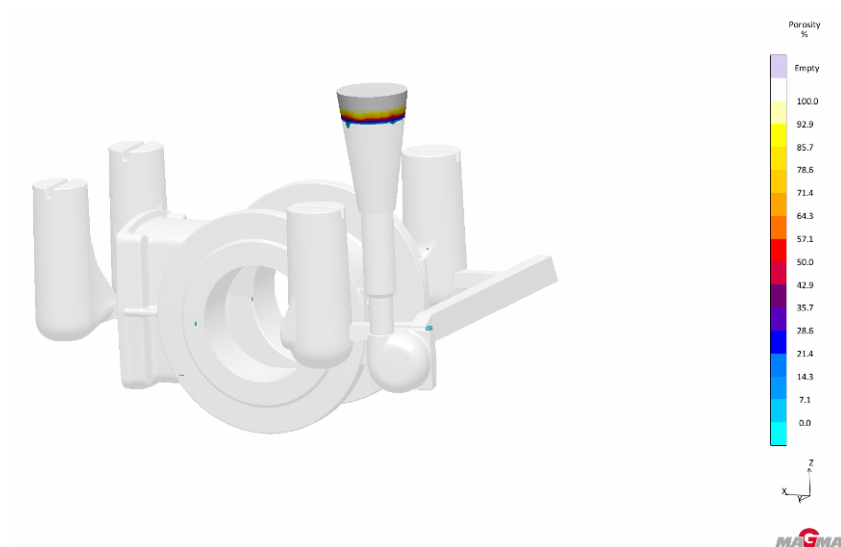
Rys 3.39. Odlew WT-7. Wyniki symulacji - temperatura żeliwa dla poszczególnych faz wypełniania wnętrza formy



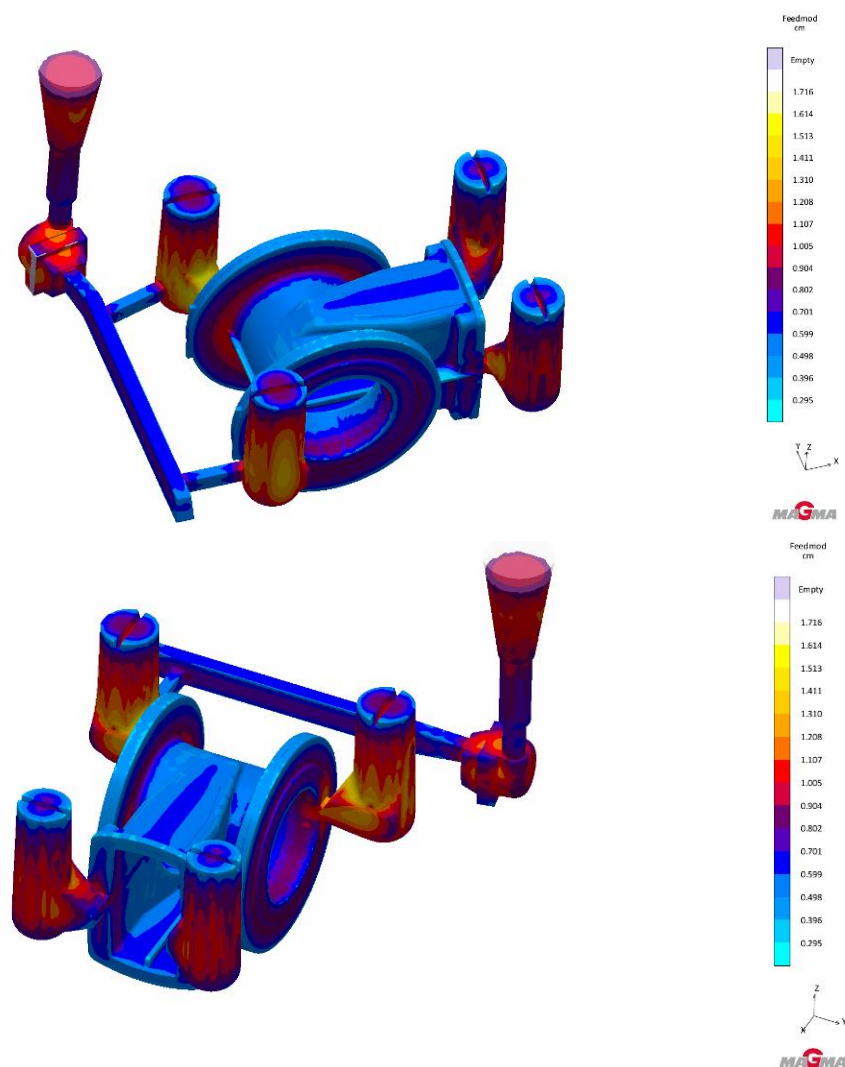


Rys 3.40. Odlew WT-7. Wyniki symulacji – zmiany udziału fazy ciekłej podczas krzepnięcia odlewu





Rys 3.41. Odlew WT-7. Wyniki symulacji – prognoza porowatości



Rys 3.42. Odlew WT-7. Wyniki symulacji – moduły

4. Projektowanie i wykonanie oprzyrządowania odlewniczego do wykonania form (płyty modelowe i rdzennice)

Projekty oprzyrządowania odlewniczego wykonano na podstawie wyników symulacji uzyskanych w p.3, w których analizowano procesy wypełniania wnęki formy, odprowadzania gazów z formy i krzepnięcia odlewu. Formy charakteryzują się odpowiednio zaprojektowanym układem wlewowym, z wykorzystaniem wspomagania filtracji na drodze ruchu wirowego (Turboprint), a także dodatkowym systemem wyprowadzania gazów zaprojektowanym w oparciu o patent o nr PL 228533 dotyczący projektowania form odlewniczych o zwiększonej zdolności do odprowadzania gazów. Tak skonstruowane formy zapewnią zachowanie wysokiej przepuszczalności, co ograniczy tendencję do „zatrzymywania” lub wnikania gazów do odlewu.

Płyty modelowe i rdzennice dla odlewów WT-1 – WT-7, wykonane w ramach etapu 3, pokazano na rysunkach 4.1 – 4.12.

Dla odlewów WT-1 – WT-4 zastosowano rozwiązanie z pionową linią podziału – formowanie z wykorzystaniem linii Disa Macic.

Dla odlewów WT-5 – WT-7 zastosowano rozwiązanie z poziomą linią podziału – formowanie z wykorzystaniem linii Disa Match.



Rys. 4.1. Odlew WT-1 – płyty modelowe



Rys. 4.2. Odlew WT-1 – rdzennica



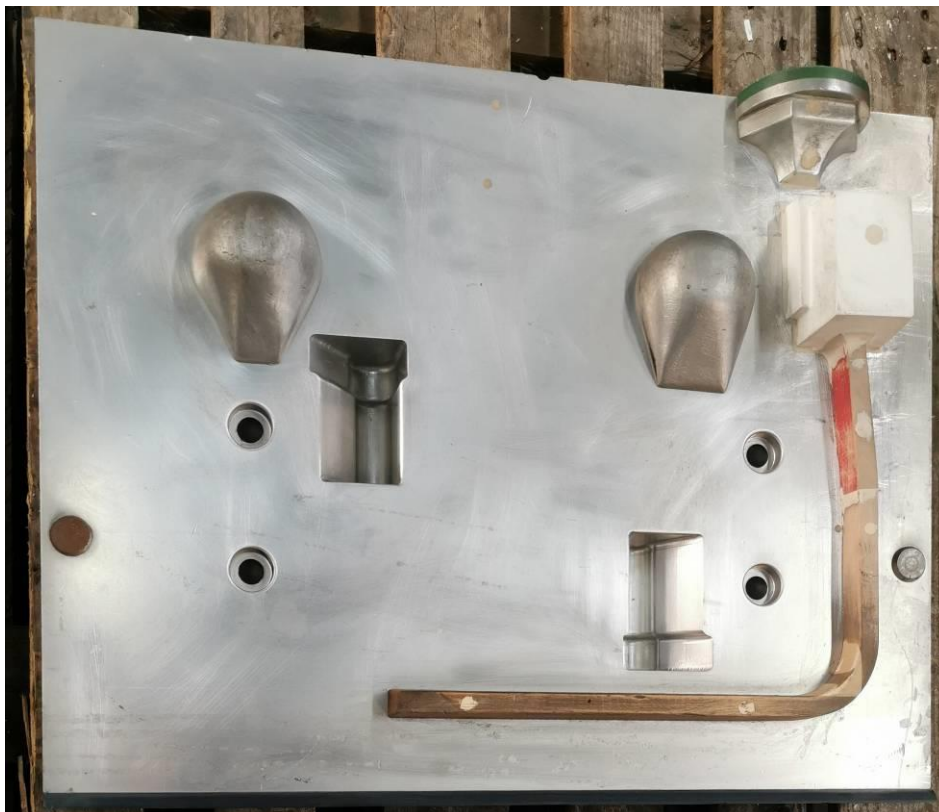
Rys. 4.3. Odlew WT-2 – płyty modelowe



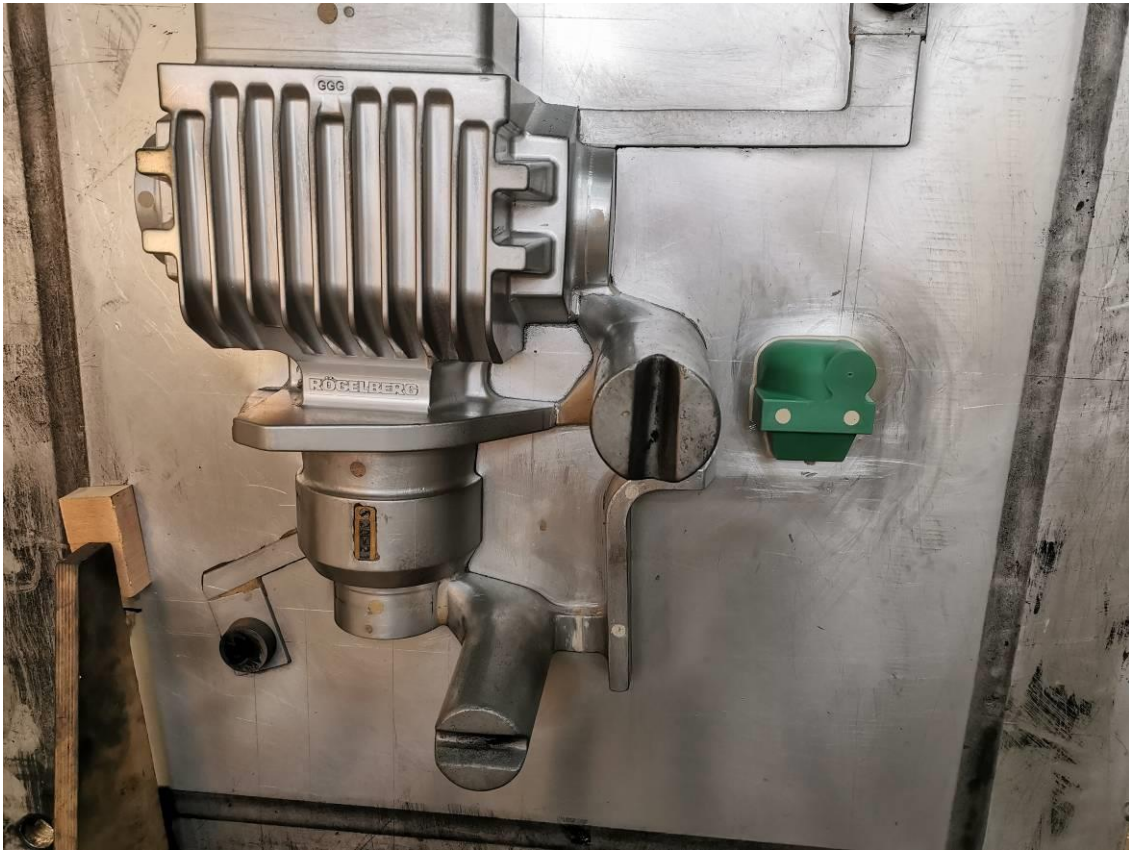
Rys. 4.4. Odlew WT-3 – płyty modelowe



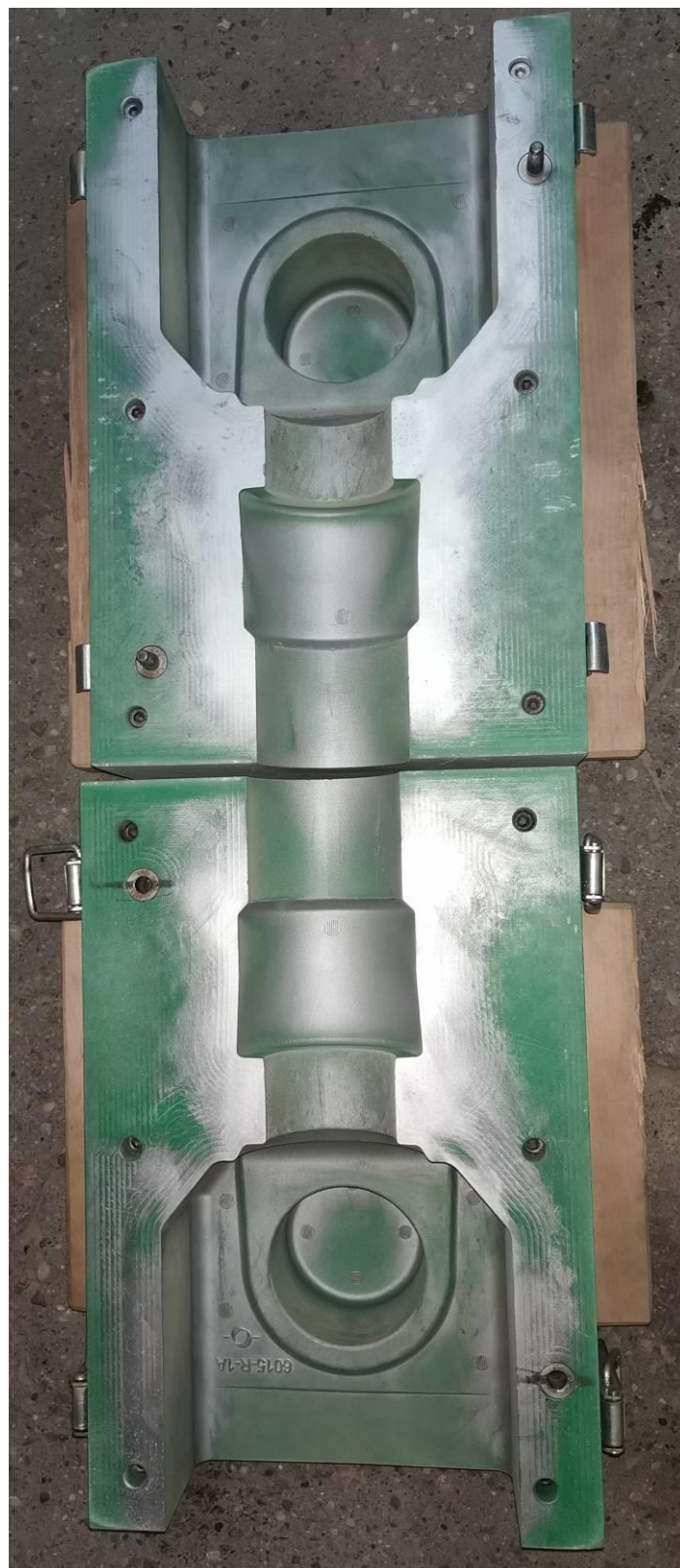
Rys. 4.5. Odlew WT-3 – rdzennica



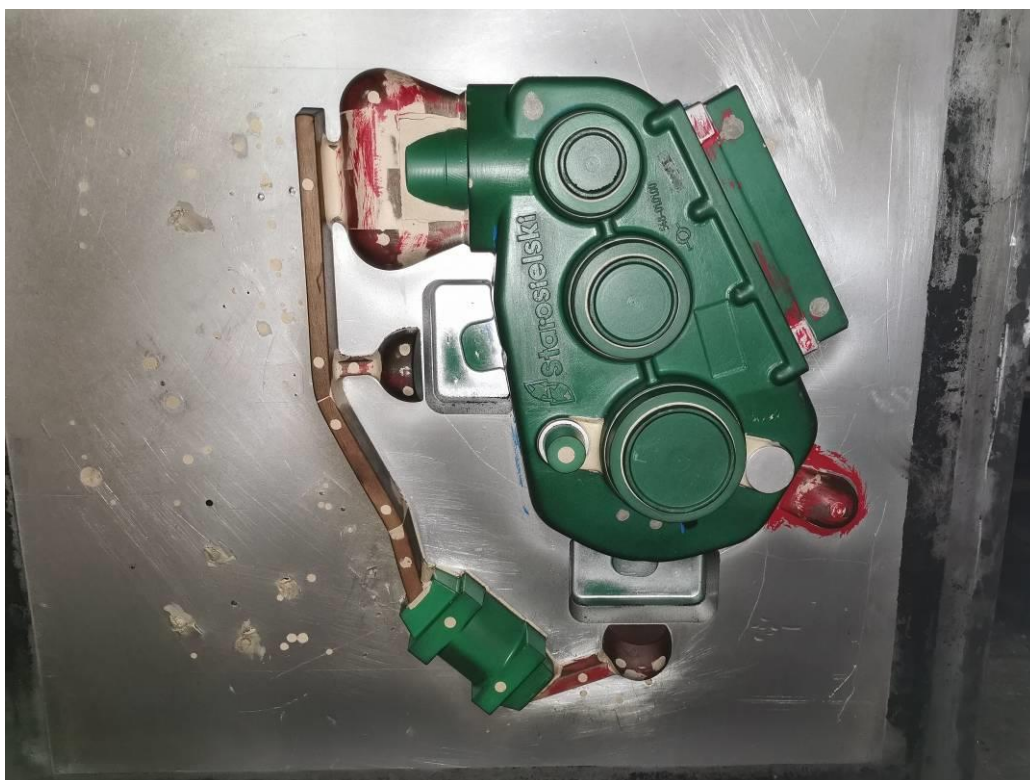
Rys. 4.6. Odlew WT-4 – płyty modelowe



Rys. 4.7. Odlew WT-5 – płyty modelowe



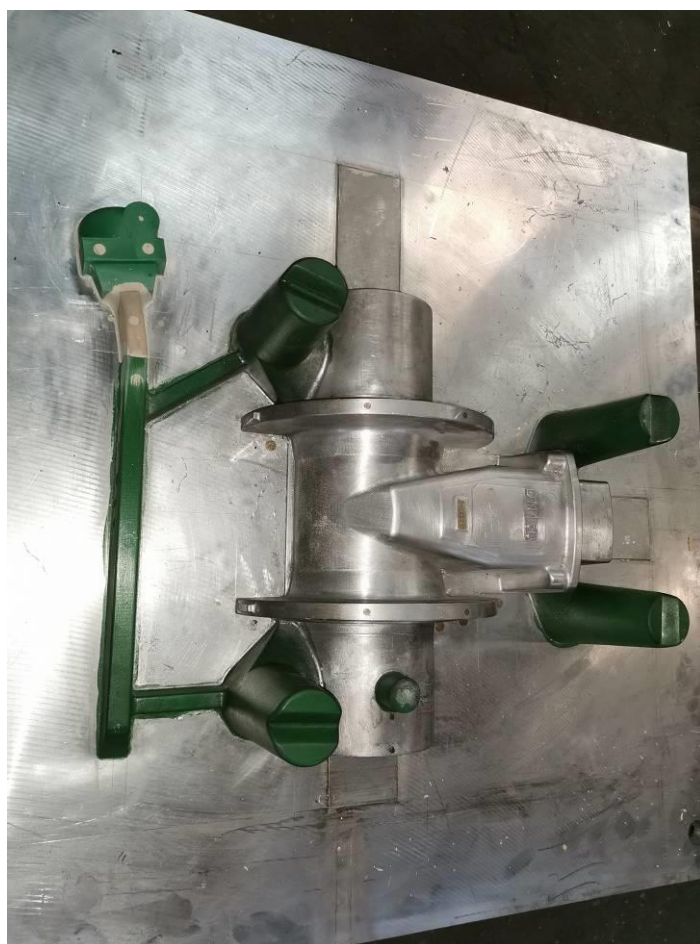
Rys. 4.8. Odlew WT-5 – rdzennica



Rys. 4.9. Odlew WT-6 – płyty modelowe



Rys. 4.10. Odlew WT-6 – rdzennica



Rys. 4.11. Odlew WT-7 – płyty modelowe



Rys. 4.12. Odlew WT-7 – rdzennica

5. Uruchomienie pilotażowej produkcji wybranej grupy odlewów. Wytopy żeliwa według nowo opracowanej technologii i wykonanie serii odlewów próbnych o właściwościach odpowiadających EN-GJS-400-18-LT i EN-GJS-350-22-LT

5.1. Wytopy żeliwa według nowo opracowanej technologii.

W ramach etapu 3 projektu wykonano 20 serii po 8 wytopów (160 wytopów) według nowo opracowanej technologii. W każdej serii wykonywano 8 wytopów w piecach o pojemności 6 ton co daje 48 ton żeliwa w jednej serii. Łącznie wykonano 160 wytopów (960 ton żeliwa)

Podczas badań 10 serii wytopów próbnych (**serie: 1, 2, 3, 5, 6, 11, 12, 14, 15 i 18**) wykonano według instrukcji wytwarzania żeliwa klasy EN GJS 400 – 18 – LT, oraz 10 serii wytopów (**serie: 4, 7, 8, 9, 10, 13, 16, 17, 19 i 20**) wykonano według instrukcji wytwarzania żeliwa klasy EN-GJS-350-22-LT.

Zestawienie materiałów wsadowych przedstawiono w tabelach 5.1 – 5.20, a uzyskane składy chemiczny żeliwa zestawiono w tabelach 5.21 – 5.41.

Analizę składu chemicznego prowadzono na specjalnych próbkach odlewanych w miedzianych kokilkach w celu uzyskania struktury żeliwa bez wolnych wydzieliń grafitu, żeliwa zakrzepłego w układzie metastabilnym. Samą analizę wykonywano na spektrometrze „SPEKTROMAX” (rys.5.1), przystosowanym do badań składu żeliwa (wyskalowany dla tego tworzywa).



Rys. 5.1. Laboratorium badań składu chemicznego żeliwa wyposażone w spektrometr emisyjny typu „SPEKTROMAX”.

W ramach etapu 3 podczas realizacji wytopów według instrukcji opracowanej w etapie 2 prowadzono prace rozwojowe w celu określenia optymalnych parametrów procesu. Wdrożono nowe metody kontroli jakości żeliwa na etapie topienia, sferoidyzacji, rafinacji i modyfikacji. W wyniku tych działań opracowano nowe instrukcje stanowiskowe (rys. 5.2 i 5.3)

Załącznik 1/

instrukcja Nr 4-2.05.00



INSTRUKCJA STANOWISKOWA

OCENA SFEROIDYZACJI ŻELIWA Z WYKORZYSTANIEM ECHOGRAFU



W celu wykonania prawidłowej, szybkiej oceny procesu sferoidyzacji żeliwa należy :

1. Przygotować rdzeń próbki (formę) na stanowisku kontrolnym.
2. Po zabiegu sferoidyzacji, rafinacji II stopnia i szlakowaniu odlać próbkę kontrolną.
3. Próbkę wybić z formy, następnie schłodzić w wodzie.
4. Przygotować powierzchnię próbki do pomiaru. W tym celu badaną powierzchnię próbki należy dokładnie zeszlifować ściernicą .
5. Przygotować urządzenie pomiarowe (KarlDeusch 1077).
6. W celu pomiaru głowicę echografu przyłożyć do zeszlifowanej powierzchni próbki.
7. Zabieg sferoidyzacji uważa się za prawidłowy przy wyniku min. 5640 m/s. Metal zwolnić na linie w celu odlania odlewów z gatunków LT.

8. W przypadku uzyskania wyników w zakresie < 5640 m/s i > 5550 m/s, należy dokonać zmiany płyty modelowej na automacie DISA, zakładając do produkcji pozycję rezerwową z żeliwa EN-GJS-400-15
9. W przypadku uzyskania wyników < 5550 m/s, należy dokonać zmiany płyty modelowej na automacie DISA, zakładając do produkcji pozycję rezerwową z żeliwa szarego.

Uwaga! Pomiarów dokonywać tylko na prawidłowo przygotowanej powierzchni próbki.

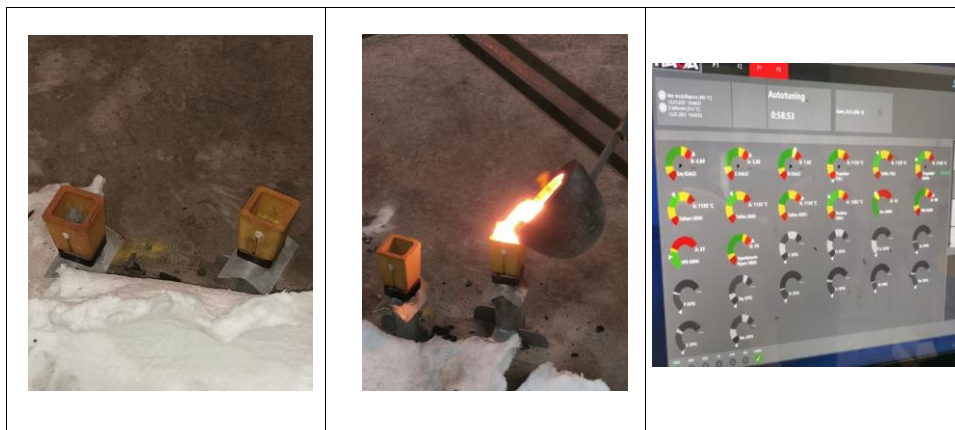
Rys. 5.2. Instrukcja stanowiskowa - Ocena sferoidyzacji żeliwa z wykorzystaniem echografu

Załącznik 2/ instrukcja 2 / 4-2.05.00



INSTRUKCJA STANOWISKOWA

ANALIZA TERMICZNA ŻELIWA Z WYKORZYSTANIEM PROGRAMU "ITAKA"



W celu wykonania analizy termicznej żeliwa postępować zgodnie z poniższymi punktami:

Uwaga! Próbki do analizy termicznej odlewać z metalu wyjściowego oraz po zabiegu sferoidyzacji.

1. Próbki do analizy termicznej odlewać po wytopieniu metalu w piecu, po zbiegu szlakowania i rafinacji. W tym celu należy przygotować odpowiedni komplet

stanowiska pomiarowego przypisanego do danego pieca 1 i 2 (piec 1 z lewej strony patrząc na piece z poziomu zero, piec 2 z prawej strony patrząc z poziomu zero).

Następnie należy zamontować nowy komplet kubków pomiarowych na odpowiednie stanowiska pomiarowe ITAKA.

2. **Uwaga!** - do prawidłowej analizy termicznej należy stosować dwa rodzaje kubków : z telurem i bez teluru. Kubek z telurem należy zamontować na stanowisko z oznaczeniem T, kubek bez teluru na stanowisko bez dodatkowych oznaczeń.
3. Po instalacji kubków należy sprawdzić stan gotowości na pulpicie ITAKA. Kontrolki F1 lub F2 (w zależności od pieca 1 lub 2), oraz kontrolki "bez modyfikatora" i "z telurem" muszą podświetlać się na zielono, co oznacza stanowisko gotowe do analizy.
4. Po sprawdzeniu stanu gotowości należy zalać próbki kontrolne żeliwem o temperaturze w zakresie 1300 – 1350°C.

5. Analiza termiczna żeliwa po zabiegu sferoidyzacji i rafinacji w kadzi.

Próbke do analizy termicznej po zabiegu sferoidyzacji, rafinacji w kadzi i szlakowania zalewać na stanowisku zalewania po przelaniu metalu do zalewarki lub kadzi rozlewczej. W tym celu na stanowisku do analizy termicznej na linii zalewania należy zamontować nowy kubek bez teluru. Zielona kontrolka na pulpicie wskazuje próbnik gotowy do zalania. Próbke zalewać w temperaturze 1300 – 1350°C.

Rys. 5.3. Instrukcja stanowiskowa - Analiza termiczna żeliwa z wykorzystaniem programu "ITAKA"

Tabela 5.1. Seria 1 – materiały wsadowe

Seria 1 (wytopy nr od 1 do 8)	
Materiał wsadowy	Udział wagowy [kg]
Surówka specjalna	24000
Złom żeliwny obiegowy	12000
Złom stalowy W-4	12000
Żelazokrzem Fe Si 75	336
Modyfikator Zircinoc 0,2-0,7mm	240
Modyfikator Innocast 2 - 6mm	240
Nawęglacz Desulco	720
Drut do sferoidyzacji żeliwa WHS 1525	1008

Tabela 5.2. Seria 2 – materiały wsadowe

Seria 2 (wytopy nr od 9 do 16)	
Materiał wsadowy	Udział wagowy [kg]
Surówka specjalna	24000
Złom żeliwny obiegowy	12000
Złom stalowy W-4	12000
Żelazokrzem Fe Si 75	336
Modyfikator Zircinoc 0,2-0,7mm	240
Modyfikator Innocast 2 - 6mm	240
Nawęglacz Desulco	720
Drut do sferoidyzacji żeliwa WHS 1525	1008

Tabela 5.3. Seria 3 – materiały wsadowe

Seria 3 (wytopy nr od 17 do 24)	
Materiał wsadowy	Udział wagowy [kg]
Surówka specjalna	24000
Złom żeliwny obiegowy	12000
Złom stalowy W-4	12000
Żelazokrzem Fe Si 75	336
Modyfikator Zircinoc 0,2-0,7mm	240
Modyfikator Innocast 2 - 6mm	240
Nawęglacz Desulco	720
Drut do sferoidyzacji żeliwa WHS 1525	1008

Tabela 5.4. Seria 4 – materiały wsadowe

Seria 4 (wytopy nr od 25 do 32)	
Materiał wsadowy	Udział wagowy [kg]
Surówka specjalna	28800
Złom żeliwny obiegowy	9600
Złom stalowy W-4	9600
Żelazokrzem Fe Si 75	288
Modyfikator Zircinoc 0,2-0,7mm	240
Modyfikator Innocast 2 - 6mm	240
Nawęglacz Desulco	768
Drut do sferoidyzacji żeliwa WHS 1525	1008

Tabela 5.5. Seria 5– materiały wsadowe

Seria 5 (wytopy nr od 33 do 40)	
Materiał wsadowy	Udział wagowy [kg]
Surówka specjalna	24000
Złom żeliwny obiegowy	12000
Złom stalowy W-4	12000
Żelazokrzem Fe Si 75	336
Modyfikator Zircinoc 0,2-0,7mm	240
Modyfikator Innocast 2 - 6mm	240
Nawęglacz Desulco	720
Drut do sferoidyzacji żeliwa WHS 1525	1008

Tabela 5.6. Seria 6– materiały wsadowe

Seria 6 (wytopy nr od 41 do 48)	
Materiał wsadowy	Udział wagowy [kg]
Surówka specjalna	24000
Złom żeliwny obiegowy	12000
Złom stalowy W-4	12000
Żelazokrzem Fe Si 75	336
Modyfikator Zircinoc 0,2-0,7mm	240
Modyfikator Innocast 2 - 6mm	240
Nawęglacz Desulco	720
Drut do sferoidyzacji żeliwa WHS 1525	1008

Tabela 5.7. Seria 7 – materiały wsadowe

Seria 7 (wytopy nr od 49 do 56)	
Materiał wsadowy	Udział wagowy [kg]
Surówka specjalna	28800
Złom żeliwny obiegowy	9600
Złom stalowy W-4	9600
Żelazokrzem Fe Si 75	288
Modyfikator Zircinoc 0,2-0,7mm	240
Modyfikator Innocast 2 - 6mm	240
Nawęglacz Desulco	768
Drut do sferoidyzacji żeliwa WHS 1525	1008

Tabela 5.8. Seria 8 – materiały wsadowe

Seria 8 (wytopy nr od 57 do 64)	
Materiał wsadowy	Udział wagowy [kg]
Surówka specjalna	28800
Złom żeliwny obiegowy	9600
Złom stalowy W-4	9600
Żelazokrzem Fe Si 75	288
Modyfikator Zircinoc 0,2-0,7mm	240
Modyfikator Innocast 2 - 6mm	240
Nawęglacz Desulco	768
Drut do sferoidyzacji żeliwa WHS 1525	1008

Tabela 5.9. Seria 9 – materiały wsadowe

Seria 9 (wytopy nr od 65 do 72)	
Materiał wsadowy	Udział wagowy [kg]
Surówka specjalna	28800
Złom żeliwny obiegowy	9600
Złom stalowy W-4	9600
Żelazokrzem Fe Si 75	288
Modyfikator Zircinoc 0,2-0,7mm	240
Modyfikator Innocast 2 - 6mm	240
Nawęglacz Desulco	768
Drut do sferoidyzacji żeliwa WHS 1525	1008

Tabela 5.10. Seria 10 – materiały wsadowe

Seria 10 (wytopy nr od 73 do 80)	
Materiał wsadowy	Udział wagowy [kg]
Surówka specjalna	28800
Złom żeliwny obiegowy	9600
Złom stalowy W-4	9600
Żelazokrzem Fe Si 75	288
Modyfikator Zircinoc 0,2-0,7mm	240
Modyfikator Innocast 2 - 6mm	240
Nawęglacz Desulco	768
Drut do sferoidyzacji żeliwa WHS 1525	1008

Tabela 5.11. Seria 11– materiały wsadowe

Seria 11 (wytopy nr od 81 do 88)	
Materiał wsadowy	Udział wagowy [kg]
Surówka specjalna	24000
Złom żeliwny obiegowy	12000
Złom stalowy W-4	12000
Żelazokrzem Fe Si 75	336
Modyfikator Zircinoc 0,2-0,7mm	240
Modyfikator Innocast 2 - 6mm	240
Nawęglacz Desulco	720
Drut do sferoidyzacji żeliwa WHS 1525	1008

Tabela 5.12. Seria 12– materiały wsadowe

Seria 12 (wytop nr od 89 do 96)	
Materiał wsadowy	Udział wagowy [kg]
Surówka specjalna	24000
Złom żeliwny obiegowy	12000
Złom stalowy W-4	12000
Żelazokrzem Fe Si 75	336
Modyfikator Zircinoc 0,2-0,7mm	240
Modyfikator Innocast 2 - 6mm	240
Nawęglacz Desulco	720
Drut do sferoidyzacji żeliwa WHS 1525	1008

Tabela 5.13. Seria 13 – materiały wsadowe

Seria 13 (wytopy nr od 97 do 104)	
Materiał wsadowy	Udział wagowy [kg]
Surówka specjalna	28800
Złom żeliwny obiegowy	9600
Złom stalowy W-4	9600
Żelazokrzem Fe Si 75	288
Modyfikator Zircinoc 0,2-0,7mm	240
Modyfikator Innocast 2 - 6mm	240
Nawęglacz Desulco	768
Drut do sferoidyzacji żeliwa WHS 1525	1008

Tabela 5.14. Seria 14 – materiały wsadowe

Seria 14 (wytopy nr od 105 do 112)	
Materiał wsadowy	Udział wagowy [kg]
Surówka specjalna	24000
Złom żeliwny obiegowy	12000
Złom stalowy W-4	12000
Żelazokrzem Fe Si 75	336
Modyfikator Zircinoc 0,2-0,7mm	240
Modyfikator Innocast 2 - 6mm	240
Nawęglacz Desulco	720
Drut do sferoidyzacji żeliwa WHS 1525	1008

Tabela 5.15. Seria 15 – materiały wsadowe

Seria 15 (wytopy nr od 113 do 120)	
Materiał wsadowy	Udział wagowy [kg]
Surówka specjalna	24000
Złom żeliwny obiegowy	12000
Złom stalowy W-4	12000
Żelazokrzem Fe Si 75	336
Modyfikator Zircinoc 0,2-0,7mm	240
Modyfikator Innocast 2 - 6mm	240
Nawęglacz Desulco	720
Drut do sferoidyzacji żeliwa WHS 1525	1008

Tabela 5.16. Seria 16 – materiały wsadowe

Seria 16 (wytopy nr od 121 do 128)	
Materiał wsadowy	Udział wagowy [kg]
Surówka specjalna	28800
Złom żeliwny obiegowy	9600
Złom stalowy W-4	9600
Żelazokrzem Fe Si 75	288
Modyfikator Zircinoc 0,2-0,7mm	240
Modyfikator Innocast 2 - 6mm	240
Nawęglacz Desulco	768
Drut do sferoidyzacji żeliwa WHS 1525	1008

Tabela 5.17. Seria 17 – materiały wsadowe

Seria 17 (wytopy nr od 129 do 136)	
Materiał wsadowy	Udział wagowy [kg]
Surówka specjalna	28800
Złom żeliwny obiegowy	9600
Złom stalowy W-4	9600
Żelazokrzem Fe Si 75	288
Modyfikator Zircinoc 0,2-0,7mm	240
Modyfikator Innocast 2 - 6mm	240
Nawęglacz Desulco	768
Drut do sferoidyzacji żeliwa WHS 1525	1008

Tabela 5.18. Seria 18 – materiały wsadowe

Seria 18 (wytopy nr od 137 do 144)	
Materiał wsadowy	Udział wagowy [kg]
Surówka specjalna	24000
Złom żeliwny obiegowy	12000
Złom stalowy W-4	12000
Żelazokrzem Fe Si 75	336
Modyfikator Zircinoc 0,2-0,7mm	240
Modyfikator Innocast 2 - 6mm	240
Nawęglacz Desulco	720
Drut do sferoidyzacji żeliwa WHS 1525	1008

Tabela 5.19. Seria 19 – materiały wsadowe

Seria 19 (wytopy nr od 137 do 152)	
Materiał wsadowy	Udział wagowy [kg]
Surówka specjalna	28800
Złom żeliwny obiegowy	9600
Złom stalowy W-4	9600
Żelazokrzem Fe Si 75	288
Modyfikator Zircinoc 0,2-0,7mm	240
Modyfikator Innocast 2 - 6mm	240
Nawęglacz Desulco	768
Drut do sferoidyzacji żeliwa WHS 1525	1008

Tabela 5.20. Seria 20 – materiały wsadowe

Seria 20 (wytopy nr od 153 do 160)	
Materiał wsadowy	Udział wagowy [kg]
Surówka specjalna	28800
Złom żeliwny obiegowy	9600
Złom stalowy W-4	9600
Żelazokrzem Fe Si 75	288
Modyfikator Zircinoc 0,2-0,7mm	240
Modyfikator Innocast 2 - 6mm	240
Nawęglacz Desulco	768
Drut do sferoidyzacji żeliwa WHS 1525	1008

Tabela 5.21. Skad chemiczny żeliwa EN GJS 400 – 18 LT po sferoidyzacji i rafinacji uzyskany w **serii 1** (Wytopy 1 – 8)

Nr wytopu	C%	Si%	S%	P%	Mn%	Cr%	Mg%	Cu%	Ni%	Al%	V%	Sn%	Pb%	Ti%	Bi%	B%
Wytop 1	3,58	2,56	0,011	0,023	0,15	0,026	0,042	0,018	0,032	0,016	0,0012	0,011	<0,003	0,0069	<0,0015	0,0020
Wytop 2	3,61	2,53	0,012	0,024	0,15	0,025	0,041	0,018	0,031	0,015	0,0011	0,012	<0,003	0,0067	<0,0015	0,0021
Wytop 3	3,62	2,52	0,011	0,024	0,15	0,026	0,040	0,017	0,031	0,014	0,0011	0,011	<0,003	0,0068	<0,0015	0,0021
Wytop 4	3,61	2,54	0,013	0,023	0,16	0,025	0,038	0,017	0,032	0,014	0,0012	0,012	<0,003	0,0069	<0,0015	0,0022
Wytop 5	3,60	2,56	0,011	0,023	0,16	0,025	0,038	0,018	0,032	0,014	0,0011	0,012	<0,003	0,0069	<0,0015	0,0021
Wytop 6	3,65	2,54	0,011	0,024	0,15	0,024	0,040	0,017	0,031	0,015	0,0011	0,011	<0,003	0,0066	<0,0015	0,0021
Wytop 7	3,59	2,55	0,012	0,023	0,15	0,025	0,041	0,016	0,031	0,014	0,0012	0,011	<0,003	0,0066	<0,0015	0,0022
Wytop 8	3,62	2,54	0,011	0,024	0,15	0,025	0,039	0,017	0,032	0,014	0,011	0,011	<0,003	0,0068	<0,0015	0,0022

Tabela 5.22. Skład chemiczny żeliwa EN GJS 400 – 18 LT po sferoidyzacji i rafinacji uzyskany w **serii 2** (Wytopy 9 – 16)

Nr wytopu	C%	Si%	S%	P%	Mn%	Cr%	Mg%	Cu%	Ni%	Al%	V%	Sn%	Pb%	Ti%	Bi%	B%
Wytop 9	3,58	2,57	0,011	0,021	0,13	0,026	0,040	0,017	0,048	0,015	<0,001	0,02	<0,003	0,0095	<0,0015	0,011
Wytop 10	3,64	2,54	0,012	0,021	0,13	0,025	0,041	0,018	0,048	0,015	<0,001	0,019	<0,003	0,0093	<0,0015	0,012
Wytop 11	3,62	2,55	0,011	0,022	0,13	0,025	0,040	0,017	0,049	0,014	<0,001	0,019	<0,003	0,0093	<0,0015	0,011
Wytop 12	3,63	2,54	0,012	0,022	0,12	0,025	0,039	0,017	0,048	0,014	<0,001	0,02	<0,003	0,0092	<0,0015	0,012
Wytop 13	3,64	2,56	0,011	0,021	0,13	0,025	0,038	0,018	0,048	0,014	<0,001	0,019	<0,003	0,0093	<0,0015	0,0021
Wytop 14	3,63	2,54	0,011	0,022	0,13	0,024	0,040	0,017	0,049	0,015	<0,001	0,011	<0,003	0,0092	<0,0015	0,0021
Wytop 15	3,64	2,55	0,012	0,022	0,13	0,024	0,041	0,016	0,048	0,014	<0,001	0,011	<0,003	0,0092	<0,0015	0,0022
Wytop 16	3,65	2,54	0,011	0,022	0,13	0,025	0,039	0,017	0,048	0,014	<0,001	0,011	<0,003	0,0093	<0,0015	0,0022

Tabela 5.23. Skad chemiczny żeliwa EN GJS 400 – 18 LT po sferoidyzacji i rafinacji uzyskany w **serii 3** (Wytopy 17 – 24)

Nr wytopu	C%	Si%	S%	P%	Mn%	Cr%	Mg%	Cu%	Ni%	Al%	V%	Sn%	Pb%	Ti%	Bi%	B%
Wytop 17	3,56	2,55	0,009	0,026	0,14	0,032	0,044	0,037	0,065	0,014	0,0014	0,021	<0,003	0,0064	<0,0015	0,011
Wytop 18	3,63	2,64	0,011	0,025	0,13	0,032	0,042	0,038	0,064	0,015	<0,001	0,022	<0,003	0,0063	<0,0015	0,012
Wytop 19	3,64	2,62	0,010	0,025	0,13	0,033	0,041	0,037	0,065	0,014	<0,001	0,020	<0,003	0,0063	<0,0015	0,011
Wytop 20	3,63	2,64	0,011	0,024	0,13	0,032	0,040	0,037	0,064	0,014	<0,001	0,020	<0,003	0,0062	<0,0015	0,012
Wytop 21	3,62	2,61	0,011	0,025	0,13	0,034	0,042	0,036	0,065	0,014	<0,001	0,019	<0,003	0,0063	<0,0015	0,011
Wytop 22	3,65	2,64	0,012	0,024	0,13	0,034	0,040	0,036	0,065	0,015	<0,001	0,011	<0,003	0,0062	<0,0015	0,012
Wytop 23	3,62	2,62	0,011	0,025	0,13	0,033	0,043	0,035	0,063	0,014	<0,001	0,011	<0,003	0,0062	<0,0015	0,011
Wytop 24	3,63	2,62	0,011	0,024	0,13	0,034	0,041	0,035	0,062	0,014	<0,001	0,011	<0,003	0,0063	<0,0015	0,012

Tabela 5.24. Skad chemiczny żeliwa EN GJS 350 – 22 LT po sferoidyzacji i rafinacji uzyskany w **serii 4** (Wytopy 25 – 32)

Nr wytopu	C%	Si%	S%	P%	Mn%	Cr%	Mg%	Cu%	Ni%	Al%	V%	Sn%	Pb%	Ti%	Bi%	B%
Wytop 25	3,78	2,30	0,011	0,025	0,14	0,024	0,038	0,022	0,035	0,013	0,0013	0,011	<0,003	0,0064	<0,0015	0,0018
Wytop 26	3,83	2,19	0,011	0,024	0,14	0,024	0,041	0,022	0,034	0,013	0,0015	0,011	<0,003	0,0062	<0,0015	0,0019
Wytop 27	3,85	2,18	0,012	0,025	0,14	0,023	0,041	0,021	0,035	0,012	0,0014	0,012	<0,003	0,0060	<0,0015	0,0018
Wytop 28	3,82	2,20	0,010	0,024	0,14	0,023	0,040	0,022	0,034	0,013	0,0015	0,011	<0,003	0,0062	<0,0015	0,0019
Wytop 29	3,83	2,19	0,013	0,025	0,14	0,023	0,039	0,021	0,035	0,012	0,0014	0,012	<0,003	0,0064	<0,0015	0,0018
Wytop 30	3,82	2,18	0,011	0,024	0,14	0,023	0,039	0,022	0,034	0,013	0,0014	0,011	<0,003	0,0066	<0,0015	0,0018
Wytop 31	3,82	2,18	0,012	0,025	0,14	0,024	0,038	0,022	0,033	0,012	0,0014	0,011	<0,003	0,0064	<0,0015	0,0019
Wytop 32	3,84	2,19	0,011	0,024	0,14	0,024	0,039	0,021	0,033	0,012	0,0015	0,012	<0,003	0,0062	<0,0015	0,0018

Tabela 5.25. Skład chemiczny żeliwa EN GJS 400 – 18 LT po sferoidyzacji i rafinacji uzyskany w **serii 5** (Wytopy 33 – 40)

Nr wytopu	C%	Si%	S%	P%	Mn%	Cr%	Mg%	Cu%	Ni%	Al%	V%	Sn%	Pb%	Ti%	Bi%	B%
Wytop 33	3,55	2,56	0,012	0,025	0,16	0,029	0,042	0,022	0,055	0,0098	0,0022	0,021	0,0042	0,0097	0,0041	0,014
Wytop 34	3,62	2,48	0,011	0,025	0,16	0,029	0,041	0,021	0,054	0,0096	0,0021	0,021	0,0041	0,0096	0,0042	0,013
Wytop 35	3,62	2,51	0,010	0,024	0,15	0,031	0,041	0,022	0,055	0,0097	0,0022	0,020	0,0041	0,0097	0,0043	0,013
Wytop 36	3,63	2,52	0,011	0,024	0,15	0,032	0,040	0,024	0,054	0,0096	0,0021	0,020	0,0040	0,0097	0,0042	0,012
Wytop 37	3,63	2,51	0,012	0,025	0,15	0,031	0,041	0,022	0,055	0,0096	0,0022	0,019	0,0041	0,0093	0,0042	0,013
Wytop 38	3,62	2,50	0,012	0,025	0,15	0,031	0,041	0,021	0,054	0,0096	0,0021	0,021	0,0042	0,0091	0,0043	0,012
Wytop 39	3,62	2,52	0,011	0,025	0,15	0,032	0,042	0,022	0,053	0,0097	0,0022	0,022	0,0043	0,0092	0,0042	0,011
Wytop 40	3,60	2,54	0,011	0,024	0,15	0,031	0,041	0,022	0,052	0,0096	0,0021	0,021	0,0043	0,0093	0,0042	0,012

Tabela 5.26. Skad chemiczny żeliwa EN GJS 400 – 18 LT po sferoidyzacji i rafinacji uzyskany w **serii 6** (Wytopy 41 – 48)

Nr wytopu	C%	Si%	S%	P%	Mn%	Cr%	Mg%	Cu%	Ni%	Al%	V%	Sn%	Pb%	Ti%	Bi%	B%
Wytop 41	3,58	2,58	0,011	0,024	0,14	0,055	0,044	0,037	0,066	0,011	0,0015	0,021	<0,003	0,0063	<0,0015	0,0012
Wytop 42	3,64	2,52	0,012	0,025	0,14	0,056	0,041	0,036	0,065	0,011	0,0015	0,022	<0,003	0,0063	<0,0015	0,0013
Wytop 43	3,66	2,55	0,011	0,024	0,14	0,055	0,044	0,037	0,066	0,012	0,0015	0,020	<0,003	0,0062	<0,0015	0,0012
Wytop 44	3,64	2,49	0,013	0,024	0,14	0,056	0,040	0,037	0,065	0,012	0,0015	0,021	<0,003	0,0063	<0,0015	0,0012
Wytop 45	3,62	2,49	0,011	0,024	0,14	0,055	0,044	0,036	0,065	0,012	0,0015	0,021	<0,003	0,0063	<0,0015	0,0011
Wytop 46	3,65	2,56	0,012	0,024	0,14	0,056	0,045	0,037	0,064	0,011	0,0015	0,021	<0,003	0,0062	<0,0015	0,0012
Wytop 47	3,62	2,51	0,011	0,024	0,14	0,055	0,044	0,037	0,065	0,012	0,0015	0,022	<0,003	0,0063	<0,0015	0,0013
Wytop 48	3,65	2,48	0,012	0,024	0,14	0,056	0,041	0,037	0,066	0,011	0,0015	0,021	<0,003	0,0063	<0,0015	0,0012

Tabela 5.27. Skad chemiczny żeliwa EN GJS 350 – 22 LT po sferoidyzacji i rafinacji uzyskany w **serii 7** (Wytopy 49 – 56)

Nr wytopu	C%	Si%	S%	P%	Mn%	Cr%	Mg%	Cu%	Ni%	Al%	V%	Sn%	Pb%	Ti%	Bi%	B%
Wytop 49	3,75	2,11	0,014	0,027	0,14	0,023	0,044	0,022	0,039	0,012	0,0015	0,011	<0,003	0,0064	<0,0015	0,0018
Wytop 50	3,81	2,19	0,011	0,026	0,14	0,022	0,041	0,022	0,038	0,013	0,0015	0,012	<0,003	0,0065	<0,0015	0,0019
Wytop 51	3,80	2,18	0,012	0,027	0,14	0,024	0,040	0,021	0,035	0,012	0,0014	0,012	<0,003	0,0060	<0,0015	0,0018
Wytop 52	3,82	2,20	0,011	0,025	0,14	0,023	0,040	0,022	0,034	0,013	0,0014	0,011	<0,003	0,0062	<0,0015	0,0019
Wytop 53	3,80	2,19	0,013	0,027	0,13	0,024	0,039	0,022	0,034	0,012	0,0014	0,012	<0,003	0,0064	<0,0015	0,0018
Wytop 54	3,82	2,18	0,011	0,024	0,14	0,023	0,041	0,021	0,034	0,013	0,0014	0,011	<0,003	0,0066	<0,0015	0,0019
Wytop 55	3,80	2,18	0,011	0,025	0,14	0,024	0,038	0,022	0,033	0,012	0,0014	0,011	<0,003	0,0064	<0,0015	0,0019
Wytop 56	3,82	2,19	0,012	0,024	0,14	0,024	0,039	0,021	0,033	0,012	0,0015	0,012	<0,003	0,0062	<0,0015	0,0018

Tabela 5.28. Skad chemiczny żeliwa EN GJS 350 – 22 LT po sferoidyzacji i rafinacji uzyskany w **serii 8** (Wytopy 57 – 64)

Nr wytopu	C%	Si%	S%	P%	Mn%	Cr%	Mg%	Cu%	Ni%	Al%	V%	Sn%	Pb%	Ti%	Bi%	B%
Wytop 57	3,78	2,10	0,010	0,026	0,14	0,021	0,041	0,023	0,035	0,013	0,0013	0,011	<0,003	0,0064	<0,0015	0,0018
Wytop 58	3,80	2,21	0,011	0,027	0,14	0,022	0,038	0,023	0,034	0,013	0,0014	0,012	<0,003	0,0062	<0,0015	0,0019
Wytop 59	3,81	2,18	0,012	0,027	0,14	0,024	0,043	0,021	0,035	0,012	0,0014	0,012	<0,003	0,0060	<0,0015	0,0018
Wytop 60	3,78	2,20	0,011	0,026	0,14	0,023	0,041	0,022	0,034	0,013	0,0014	0,011	<0,003	0,0062	<0,0015	0,0019
Wytop 61	3,84	2,19	0,012	0,027	0,13	0,024	0,039	0,022	0,034	0,014	0,0014	0,012	<0,003	0,0062	<0,0015	0,0017
Wytop 62	3,78	2,20	0,011	0,024	0,14	0,023	0,043	0,021	0,035	0,013	0,0014	0,011	<0,003	0,0067	<0,0015	0,0018
Wytop 63	3,85	2,21	0,012	0,025	0,13	0,024	0,038	0,022	0,033	0,012	0,0014	0,011	<0,003	0,0064	<0,0015	0,0019
Wytop 64	3,83	2,23	0,011	0,024	0,13	0,024	0,039	0,021	0,033	0,014	0,0015	0,012	<0,003	0,0065	<0,0015	0,0018

Tabela 5.29. Skad chemiczny żeliwa EN GJS 350 – 22 LT po sferoidyzacji i rafinacji uzyskany w **serii 9** (Wytopy 65 – 72)

Nr wytopu	C%	Si%	S%	P%	Mn%	Cr%	Mg%	Cu%	Ni%	Al%	V%	Sn%	Pb%	Ti%	Bi%	B%
Wytop 65	3,70	2,09	0,011	0,024	0,17	0,023	0,036	0,022	0,032	0,012	0,0015	0,011	<0,003	0,0065	<0,0015	0,0018
Wytop 66	3,81	2,22	0,011	0,025	0,16	0,022	0,041	0,021	0,031	0,013	0,0015	0,012	<0,003	0,0065	<0,0015	0,0019
Wytop 67	3,82	2,24	0,012	0,024	0,16	0,024	0,038	0,020	0,032	0,012	0,0014	0,011	<0,003	0,0064	<0,0015	0,0018
Wytop 68	3,78	2,21	0,011	0,025	0,17	0,023	0,040	0,022	0,031	0,013	0,0014	0,012	<0,003	0,0062	<0,0015	0,0019
Wytop 69	3,84	2,19	0,012	0,024	0,17	0,024	0,039	0,021	0,032	0,012	0,0014	0,012	<0,003	0,0064	<0,0015	0,0018
Wytop 70	3,82	2,18	0,011	0,025	0,17	0,023	0,041	0,021	0,033	0,013	0,0014	0,011	<0,003	0,0066	<0,0015	0,0019
Wytop 71	3,85	2,21	0,013	0,025	0,17	0,024	0,038	0,022	0,031	0,012	0,0014	0,011	<0,003	0,0064	<0,0015	0,0019
Wytop 72	3,82	2,20	0,012	0,024	0,17	0,024	0,043	0,021	0,033	0,013	0,0015	0,012	<0,003	0,0062	<0,0015	0,0018

Tabela 5.30. Skad chemiczny żeliwa EN GJS 350 – 22 LT po sferoidyzacji i rafinacji uzyskany w **serii 10** (Wytopy 73 – 80)

Nr wytopu	C%	Si%	S%	P%	Mn%	Cr%	Mg%	Cu%	Ni%	Al%	V%	Sn%	Pb%	Ti%	Bi%	B%
Wytop 73	3,73	2,12	0,012	0,025	0,13	0,027	0,044	0,027	0,038	0,015	0,0016	0,012	<0,003	0,0064	<0,0015	0,0018
Wytop 74	3,78	2,21	0,011	0,026	0,14	0,028	0,042	0,028	0,038	0,014	0,0015	0,012	<0,003	0,0065	<0,0015	0,0019
Wytop 75	3,75	2,19	0,012	0,027	0,14	0,028	0,040	0,028	0,036	0,012	0,0014	0,012	<0,003	0,0060	<0,0015	0,0018
Wytop 76	3,74	2,20	0,011	0,027	0,14	0,028	0,038	0,027	0,037	0,012	0,0016	0,011	<0,003	0,0062	<0,0015	0,0019
Wytop 77	3,76	2,17	0,012	0,027	0,13	0,027	0,041	0,028	0,037	0,012	0,0014	0,012	<0,003	0,0064	<0,0015	0,0018
Wytop 78	3,75	2,18	0,011	0,028	0,13	0,027	0,039	0,027	0,038	0,013	0,0014	0,011	<0,003	0,0066	<0,0015	0,0019
Wytop 79	3,75	2,22	0,012	0,027	0,14	0,027	0,038	0,028	0,038	0,012	0,0014	0,011	<0,003	0,0064	<0,0015	0,0019
Wytop 80	3,73	2,19	0,011	0,028	0,14	0,028	0,039	0,021	0,037	0,012	0,0015	0,012	<0,003	0,0062	<0,0015	0,0018

Tabela 5.31. Skad chemiczny żeliwa EN GJS 400 – 18 LT po sferoidyzacji i rafinacji uzyskany w **serii 11** (Wytopy 81 – 88)

Nr wytopu	C%	Si%	S%	P%	Mn%	Cr%	Mg%	Cu%	Ni%	Al%	V%	Sn%	Pb%	Ti%	Bi%	B%
Wytop 81	3,56	2,58	0,011	0,024	0,14	0,055	0,044	0,037	0,066	0,011	0,0015	0,021	<0,003	0,0063	<0,0015	0,0012
Wytop 82	3,64	2,54	0,012	0,025	0,14	0,056	0,041	0,036	0,065	0,011	0,0015	0,022	<0,003	0,0063	<0,0015	0,0013
Wytop 83	3,65	2,55	0,011	0,024	0,14	0,055	0,044	0,037	0,066	0,012	0,0015	0,020	<0,003	0,0062	<0,0015	0,0012
Wytop 84	3,61	2,52	0,013	0,024	0,14	0,056	0,040	0,037	0,065	0,012	0,0015	0,021	<0,003	0,0063	<0,0015	0,0012
Wytop 85	3,62	2,49	0,011	0,024	0,14	0,055	0,044	0,036	0,065	0,012	0,0015	0,021	<0,003	0,0063	<0,0015	0,0011
Wytop 86	3,64	2,56	0,012	0,024	0,14	0,056	0,045	0,037	0,064	0,011	0,0015	0,021	<0,003	0,0062	<0,0015	0,0012
Wytop 87	3,63	2,51	0,011	0,024	0,14	0,055	0,044	0,037	0,065	0,012	0,0015	0,022	<0,003	0,0063	<0,0015	0,0013
Wytop 88	3,62	2,48	0,012	0,024	0,14	0,056	0,041	0,037	0,066	0,011	0,0015	0,021	<0,003	0,0063	<0,0015	0,0012

Tabela 5.32. Skład chemiczny żeliwa EN GJS 400 – 18 LT po sferoidyzacji i rafinacji uzyskany w **serii 12** (Wytopy 89 – 96)

Nr wytopu	C%	Si%	S%	P%	Mn%	Cr%	Mg%	Cu%	Ni%	Al%	V%	Sn%	Pb%	Ti%	Bi%	B%
Wytop 89	3,55	2,55	0,012	0,025	0,14	0,034	0,041	0,025	0,064	0,013	0,0017	0,021	<0,003	0,0066	<0,0015	0,011
Wytop 90	3,62	2,48	0,011	0,025	0,14	0,034	0,044	0,021	0,064	0,013	0,0018	0,021	<0,003	0,0065	<0,0015	0,012
Wytop 91	3,59	2,50	0,010	0,024	0,15	0,034	0,041	0,022	0,065	0,013	0,0017	0,020	<0,003	0,0066	<0,0015	0,013
Wytop 92	3,63	2,52	0,011	0,024	0,15	0,035	0,043	0,022	0,064	0,013	0,0018	0,020	<0,003	0,0065	<0,0015	0,012
Wytop 93	3,60	2,51	0,011	0,024	0,15	0,031	0,041	0,022	0,065	0,013	0,0017	0,019	<0,003	0,0065	<0,0015	0,013
Wytop 94	3,62	2,50	0,012	0,025	0,15	0,031	0,041	0,021	0,064	0,013	0,0018	0,021	<0,003	0,0065	<0,0015	0,012
Wytop 95	3,61	2,52	0,011	0,025	0,15	0,032	0,042	0,022	0,053	0,012	0,0017	0,022	<0,003	0,0066	<0,0015	0,013
Wytop 96	3,60	2,54	0,011	0,024	0,15	0,031	0,041	0,022	0,052	0,013	0,0018	0,021	<0,003	0,0065	<0,0015	0,012

Tabela 5.33. Skład chemiczny żeliwa EN GJS 350 – 22 LT po sferoidyzacji i rafinacji uzyskany w **serii 13** (Wytopy 97 – 104)

Nr wytopu	C%	Si%	S%	P%	Mn%	Cr%	Mg%	Cu%	Ni%	Al%	V%	Sn%	Pb%	Ti%	Bi%	B%
Wytop 97	3,74	2,12	0,012	0,028	0,14	0,034	0,042	0,033	0,038	0,015	0,0016	0,012	<0,003	0,0064	<0,0015	0,0016
Wytop 98	3,85	2,21	0,011	0,027	0,14	0,033	0,040	0,032	0,038	0,014	0,0015	0,012	<0,003	0,0065	<0,0015	0,0019
Wytop 99	3,82	2,19	0,012	0,028	0,14	0,032	0,043	0,033	0,037	0,014	0,0015	0,012	<0,003	0,0065	<0,0015	0,0019
Wytop 100	3,81	2,20	0,011	0,028	0,14	0,033	0,039	0,033	0,038	0,014	0,0016	0,012	<0,003	0,0064	<0,0015	0,0019
Wytop 101	3,82	2,19	0,012	0,028	0,14	0,034	0,041	0,032	0,037	0,014	0,0015	0,012	<0,003	0,0063	<0,0015	0,0018
Wytop 102	3,85	2,23	0,011	0,027	0,14	0,033	0,039	0,027	0,037	0,015	0,0014	0,011	<0,003	0,0066	<0,0015	0,0019
Wytop 103	3,84	2,22	0,011	0,028	0,14	0,034	0,038	0,028	0,038	0,014	0,0014	0,011	<0,003	0,0064	<0,0015	0,0019
Wytop 104	3,82	2,19	0,012	0,027	0,14	0,033	0,038	0,027	0,037	0,013	0,0015	0,012	<0,003	0,0062	<0,0015	0,0019

Tabela 5.34. Skad chemiczny żeliwa EN GJS 400 – 18 LT po sferoidyzacji i rafinacji uzyskany w **serii 14** (Wytopy 105 – 112)

Nr wytopu	C%	Si%	S%	P%	Mn%	Cr%	Mg%	Cu%	Ni%	Al%	V%	Sn%	Pb%	Ti%	Bi%	B%
Wytop 105	3,55	2,55	0,012	0,023	0,14	0,026	0,041	0,018	0,032	0,016	0,0012	0,011	<0,003	0,0069	<0,0015	0,0020
Wytop 106	3,62	2,50	0,013	0,024	0,14	0,026	0,038	0,019	0,032	0,016	0,0012	0,012	<0,003	0,0068	<0,0015	0,0021
Wytop 107	3,65	2,54	0,012	0,024	0,14	0,026	0,040	0,019	0,032	0,016	0,0012	0,011	<0,003	0,0069	<0,0015	0,0021
Wytop 108	3,62	2,54	0,012	0,023	0,14	0,025	0,039	0,018	0,032	0,016	0,0012	0,012	<0,003	0,0069	<0,0015	0,0022
Wytop 109	3,60	2,56	0,012	0,023	0,14	0,025	0,038	0,018	0,032	0,014	0,0011	0,012	<0,003	0,0069	<0,0015	0,0021
Wytop 110	3,62	2,54	0,012	0,024	0,14	0,026	0,041	0,017	0,031	0,015	0,0011	0,011	<0,003	0,0066	<0,0015	0,0021
Wytop 111	3,60	2,55	0,012	0,023	0,15	0,025	0,041	0,016	0,031	0,014	0,0012	0,011	<0,003	0,0066	<0,0015	0,0022
Wytop 112	3,61	2,55	0,011	0,024	0,14	0,025	0,039	0,017	0,032	0,014	0,011	0,011	<0,003	0,0068	<0,0015	0,0022

Tabela 5.35. Skad chemiczny żeliwa EN GJS 400 – 18 LT po sferoidyzacji i rafinacji uzyskany w **serii 15** (Wytopy 113 – 120)

Nr wytopu	C%	Si%	S%	P%	Mn%	Cr%	Mg%	Cu%	Ni%	Al%	V%	Sn%	Pb%	Ti%	Bi%	B%
Wytop 113	3,56	2,51	0,013	0,026	0,15	0,027	0,040	0,019	0,062	0,016	0,0015	0,021	<0,003	0,0062	<0,0015	0,0012
Wytop 114	3,60	2,50	0,011	0,026	0,14	0,028	0,039	0,020	0,062	0,016	0,0014	0,022	<0,003	0,0064	<0,0015	0,0012
Wytop 115	3,61	2,54	0,012	0,025	0,15	0,027	0,043	0,019	0,061	0,016	0,0013	0,022	<0,003	0,0062	<0,0015	0,0013
Wytop 116	3,62	2,51	0,013	0,026	0,15	0,028	0,039	0,018	0,062	0,016	0,0012	0,012	<0,003	0,0065	<0,0015	0,0012
Wytop 117	3,65	2,52	0,012	0,028	0,15	0,027	0,038	0,019	0,063	0,015	0,0013	0,012	<0,003	0,0069	<0,0015	0,0013
Wytop 118	3,64	2,55	0,012	0,028	0,14	0,028	0,041	0,019	0,061	0,015	0,0013	0,011	<0,003	0,0066	<0,0015	0,0012
Wytop 119	3,65	2,53	0,012	0,027	0,15	0,027	0,044	0,020	0,062	0,015	0,0012	0,011	<0,003	0,0066	<0,0015	0,0013
Wytop 120	3,60	2,58	0,012	0,028	0,14	0,027	0,039	0,019	0,062	0,015	0,0011	0,011	<0,003	0,0068	<0,0015	0,0012

Tabela 5.36. Skad chemiczny żeliwa EN GJS 350 – 22 LT po sferoidyzacji i rafinacji uzyskany w **serii 16** (Wytopy 121 – 128)

Nr wytopu	C%	Si%	S%	P%	Mn%	Cr%	Mg%	Cu%	Ni%	Al%	V%	Sn%	Pb%	Ti%	Bi%	B%
Wytop 121	3,73	2,08	0,011	0,028	0,14	0,024	0,038	0,023	0,028	0,015	0,0013	0,012	<0,003	0,0065	<0,0015	0,0018
Wytop 122	3,78	2,22	0,012	0,027	0,14	0,024	0,041	0,022	0,029	0,015	0,0013	0,012	<0,003	0,0062	<0,0015	0,0019
Wytop 123	3,80	2,18	0,011	0,028	0,14	0,023	0,043	0,021	0,028	0,015	0,0014	0,012	<0,003	0,0060	<0,0015	0,0018
Wytop 124	3,82	2,20	0,012	0,027	0,14	0,023	0,040	0,022	0,028	0,015	0,0015	0,011	<0,003	0,0062	<0,0015	0,0019
Wytop 125	3,83	2,19	0,013	0,027	0,14	0,023	0,039	0,021	0,028	0,015	0,0014	0,012	<0,003	0,0064	<0,0015	0,0018
Wytop 126	3,78	2,18	0,011	0,028	0,14	0,023	0,044	0,022	0,029	0,015	0,0014	0,011	<0,003	0,0066	<0,0015	0,0018
Wytop 127	3,79	2,20	0,011	0,027	0,14	0,024	0,038	0,022	0,028	0,015	0,0014	0,011	<0,003	0,0064	<0,0015	0,0019
Wytop 128	3,82	2,23	0,011	0,027	0,14	0,024	0,041	0,021	0,033	0,012	0,0015	0,012	<0,003	0,0062	<0,0015	0,0018

Tabela 5.37. Skład chemiczny żeliwa EN GJS 350 – 22 LT po sferoidyzacji i rafinacji uzyskany w **serii 17** (Wytopy 129 – 136)

Nr wytopu	C%	Si%	S%	P%	Mn%	Cr%	Mg%	Cu%	Ni%	Al%	V%	Sn%	Pb%	Ti%	Bi%	B%
Wytop 129	3,75	2,10	0,011	0,028	0,13	0,028	0,040	0,023	0,028	0,014	0,0013	0,013	<0,003	0,0061	<0,0015	0,0016
Wytop 130	3,78	2,20	0,012	0,027	0,13	0,028	0,038	0,023	0,029	0,015	0,0013	0,013	<0,003	0,0062	<0,0015	0,0016
Wytop 131	3,77	2,18	0,012	0,028	0,14	0,027	0,043	0,021	0,028	0,015	0,0014	0,012	<0,003	0,0060	<0,0015	0,0016
Wytop 132	3,80	2,23	0,012	0,027	0,14	0,027	0,044	0,023	0,028	0,015	0,0015	0,012	<0,003	0,0062	<0,0015	0,0016
Wytop 133	3,79	2,18	0,013	0,027	0,14	0,028	0,038	0,021	0,028	0,015	0,0014	0,012	<0,003	0,0064	<0,0015	0,0015
Wytop 134	3,81	2,22	0,012	0,028	0,13	0,028	0,044	0,022	0,029	0,015	0,0014	0,011	<0,003	0,0066	<0,0015	0,0016
Wytop 135	3,76	2,20	0,011	0,027	0,14	0,027	0,042	0,022	0,028	0,015	0,0014	0,011	<0,003	0,0064	<0,0015	0,0016
Wytop 136	3,81	2,25	0,012	0,028	0,14	0,028	0,041	0,021	0,033	0,012	0,0015	0,012	<0,003	0,0062	<0,0015	0,0016

Tabela 5.38. Skład chemiczny żeliwa EN GJS 400 – 18 LT po sferoidyzacji i rafinacji uzyskany w **serii 18** (Wytopy 137 – 144)

Nr wytopu	C%	Si%	S%	P%	Mn%	Cr%	Mg%	Cu%	Ni%	Al%	V%	Sn%	Pb%	Ti%	Bi%	B%
Wytop 137	3,56	2,52	0,013	0,025	0,15	0,025	0,041	0,020	0,061	0,016	0,0014	0,020	<0,003	0,0062	<0,0015	0,0012
Wytop 138	3,64	2,59	0,011	0,026	0,15	0,026	0,039	0,020	0,062	0,016	0,0014	0,022	<0,003	0,0064	<0,0015	0,0012
Wytop 139	3,62	2,62	0,012	0,025	0,15	0,027	0,043	0,019	0,061	0,016	0,0013	0,021	<0,003	0,0063	<0,0015	0,0013
Wytop 140	3,65	2,58	0,012	0,026	0,15	0,028	0,039	0,018	0,062	0,016	0,0012	0,020	<0,003	0,0065	<0,0015	0,0012
Wytop 141	3,62	2,62	0,013	0,026	0,15	0,027	0,042	0,020	0,063	0,015	0,0014	0,020	<0,003	0,0069	<0,0015	0,0013
Wytop 142	3,65	2,59	0,011	0,026	0,14	0,028	0,041	0,019	0,061	0,015	0,0013	0,019	<0,003	0,0066	<0,0015	0,0012
Wytop 143	3,66	2,58	0,012	0,026	0,15	0,028	0,042	0,020	0,062	0,015	0,0012	0,011	<0,003	0,0066	<0,0015	0,0013
Wytop 144	3,65	2,64	0,012	0,028	0,14	0,027	0,039	0,019	0,062	0,015	0,0011	0,011	<0,003	0,0065	<0,0015	0,0012

Tabela 5.39. Skad chemiczny żeliwa EN GJS 350 – 22 LT po sferoidyzacji i rafinacji uzyskany w **serii 19** (Wytopy 145 – 152)

Nr wytopu	C%	Si%	S%	P%	Mn%	Cr%	Mg%	Cu%	Ni%	Al%	V%	Sn%	Pb%	Ti%	Bi%	B%
Wytop 145	3,76	2,08	0,011	0,025	0,14	0,024	0,038	0,022	0,035	0,013	0,0013	0,011	<0,003	0,0064	<0,0015	0,0018
Wytop 146	3,83	2,19	0,011	0,024	0,14	0,024	0,041	0,022	0,034	0,013	0,0015	0,011	<0,003	0,0062	<0,0015	0,0019
Wytop 147	3,85	2,18	0,012	0,025	0,14	0,023	0,041	0,021	0,035	0,012	0,0014	0,012	<0,003	0,0060	<0,0015	0,0018
Wytop 148	3,82	2,20	0,010	0,024	0,14	0,023	0,040	0,022	0,034	0,013	0,0015	0,011	<0,003	0,0062	<0,0015	0,0019
Wytop 149	3,83	2,19	0,013	0,025	0,14	0,023	0,039	0,021	0,035	0,012	0,0014	0,012	<0,003	0,0064	<0,0015	0,0018
Wytop 150	3,82	2,18	0,011	0,024	0,14	0,023	0,039	0,022	0,034	0,013	0,0014	0,011	<0,003	0,0066	<0,0015	0,0018
Wytop 151	3,82	2,18	0,012	0,025	0,14	0,024	0,038	0,022	0,033	0,012	0,0014	0,011	<0,003	0,0064	<0,0015	0,0019
Wytop 152	3,84	2,19	0,011	0,024	0,14	0,024	0,039	0,021	0,033	0,012	0,0015	0,012	<0,003	0,0062	<0,0015	0,0018

Tabela 5.40. Skad chemiczny żeliwa EN GJS 350 – 22 LT po sferoidyzacji i rafinacji uzyskany w **serii 20** (Wytopy 153 – 160)

Nr wytopu	C%	Si%	S%	P%	Mn%	Cr%	Mg%	Cu%	Ni%	Al%	V%	Sn%	Pb%	Ti%	Bi%	B%
Wytop 153	3,83	2,19	0,012	0,024	0,14	0,033	0,041	0,022	0,034	0,014	0,0012	0,011	<0,003	0,0062	<0,0015	0,0019
Wytop 154	3,78	2,17	0,011	0,025	0,14	0,032	0,042	0,021	0,035	0,012	0,0014	0,012	<0,003	0,0060	<0,0015	0,0018
Wytop 155	3,75	2,20	0,011	0,024	0,14	0,033	0,044	0,022	0,034	0,013	0,0015	0,011	<0,003	0,0062	<0,0015	0,0019
Wytop 156	3,79	2,21	0,013	0,025	0,14	0,033	0,041	0,021	0,035	0,013	0,0014	0,012	<0,003	0,0064	<0,0015	0,0018
Wytop 157	3,83	2,19	0,012	0,024	0,14	0,032	0,039	0,022	0,034	0,013	0,0014	0,011	<0,003	0,0066	<0,0015	0,0018
Wytop 158	3,78	2,22	0,012	0,025	0,14	0,033	0,038	0,022	0,033	0,012	0,0014	0,011	<0,003	0,0064	<0,0015	0,0019
Wytop 159	3,81	2,20	0,011	0,024	0,14	0,024	0,039	0,021	0,033	0,012	0,0015	0,012	<0,003	0,0062	<0,0015	0,0018
Wytop 160	3,83	2,19	0,012	0,024	0,14	0,033	0,041	0,022	0,034	0,014	0,0012	0,011	<0,003	0,0062	<0,0015	0,0019

5.2. Wykonanie serii odlewów próbnych o właściwościach odpowiadających EN-GJS-400-18-LT i EN-GJS-350-22-LT

Uruchomiono pilotażową produkcję 35000 szt. Odlewów. Podczas badań zostało wykonane po 5000 sztuk każdego odlewu (WT-1 – WT-7) z dwóch gatunków żeliwa, po 2500 sztuk z żeliwa EN-GJS-400-18-LT i 2500 sztuk z żeliwa EN-GJS-350-22-LT. Każdy z odlewów był wykonywany w 20 seriach po 250 szt. (10 serii z żeliwa EN-GJS-400-18-LT i 10 serii z żeliwa EN-GJS-350-22-LT) zgodnie z zestawieniem wytopów przedstawionym w p. 5.1, w których przygotowano 960 ton żeliwa. Zapotrzebowanie na płynny metal potrzebny do wykonania 35000 odlewów zestawiono w tabeli 5.41.

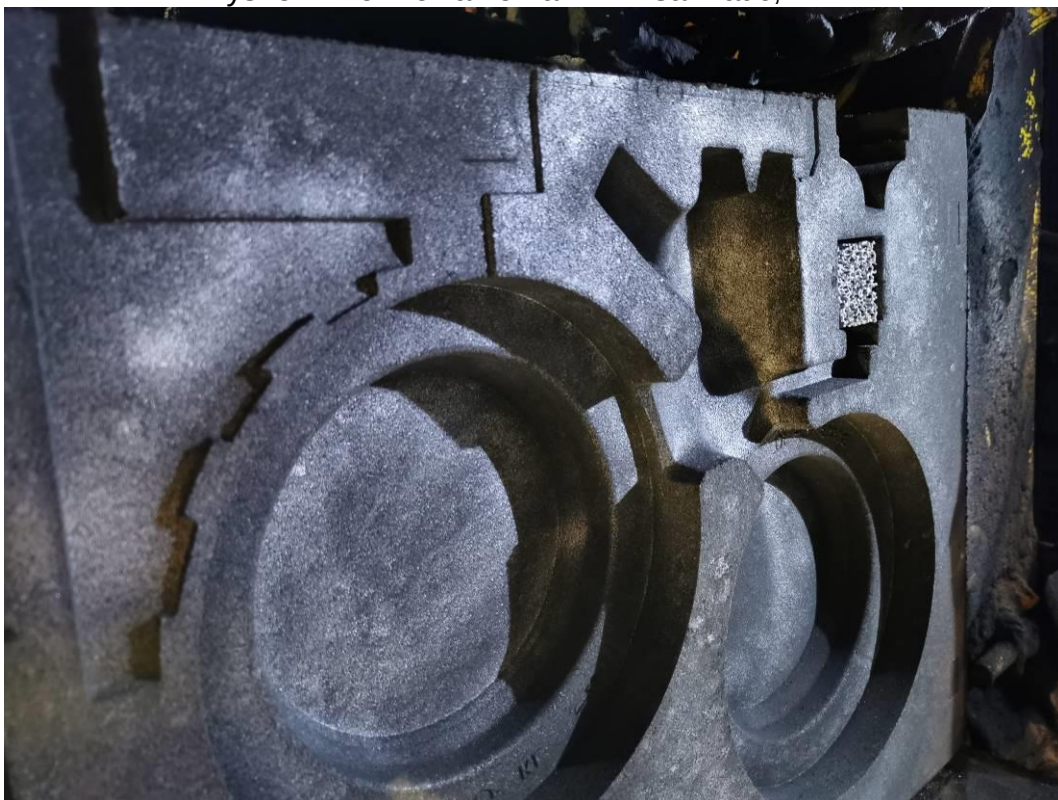
Tabela 5.41. Zestawienie wyrobów do wyprodukowania w produkcji pilotażowej

Odlew	Masa jednostkowa [kg]	Wydajność metalurgiczna	Liczba wyrobów [szt]	Ilość płynnego metalu [kg]
WT-1	1,80	0,55	5000	16 363,6
WT-2	7,85	0,57	5000	68 859,6
WT-3	3,62	0,45	5000	40 222,2
WT-4	9,42	0,58	5000	81 206,9
WT-5	27,00	0,46	5000	293 478,3
WT-6	18,20	0,46	5000	197 826,1
WT-7	24,10	0,46	5000	261 956,5
Suma			35000	959 913,2

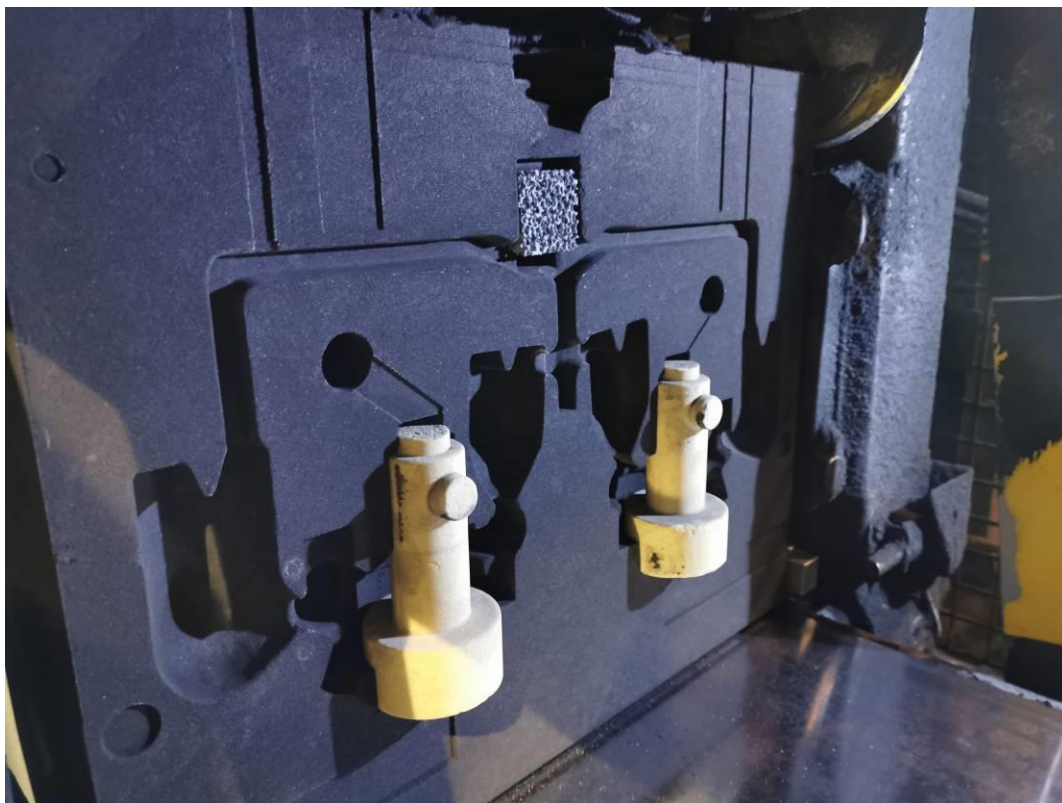
Produkcję pilotażową dla odlewów WT-1 – WT-4 uruchomiono z wykorzystaniem linii Disa Macic, linia z pionowym podziałem formy. W przypadku odlewów WT-5 – WT-7 była to linia Disa Match, linia z poziomym podziałem formy. Na rysunkach 5.4 – 5.10 pokazano przygotowane formy z za montowanym filtrem i rdzeniami. Zdjęcia uzyskanych odlewów (po wybiciu z formy i oczyszczeniu) przedstawiono na rysunkach 5.11 – 5.17.



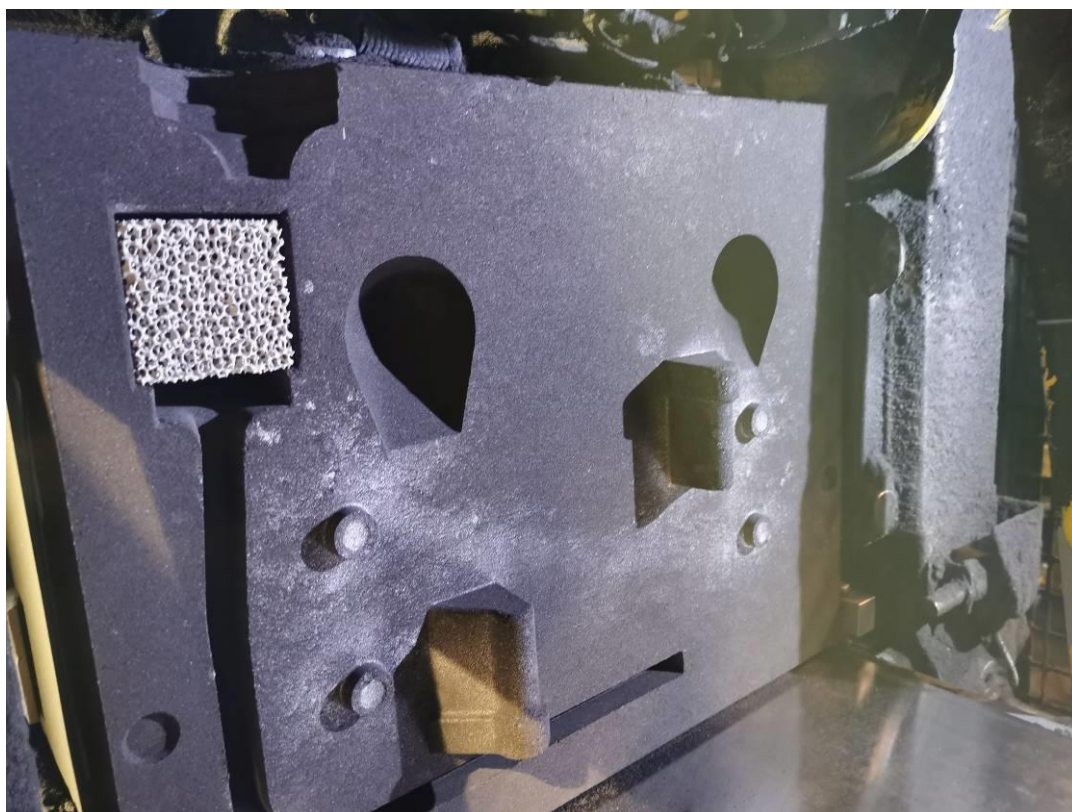
Rys. 5.4. Formowanie na linii Disa Matic, WT-1



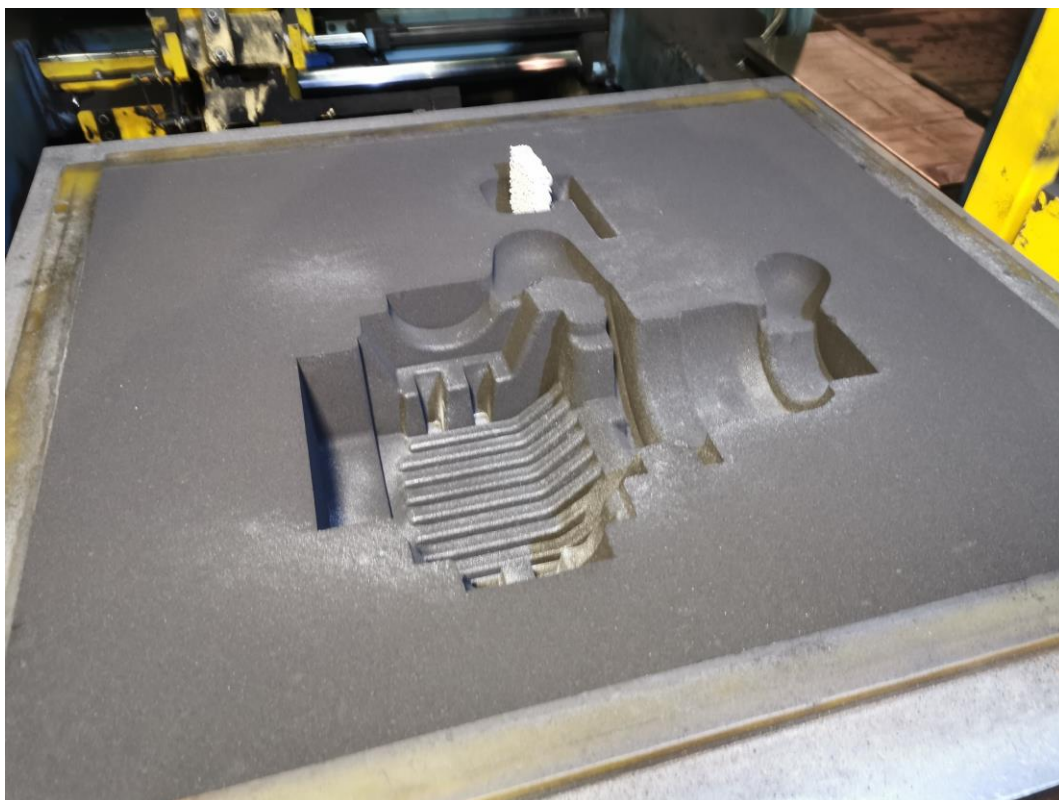
Rys. 5.5. Formowanie na linii Disa Matic, WT-2



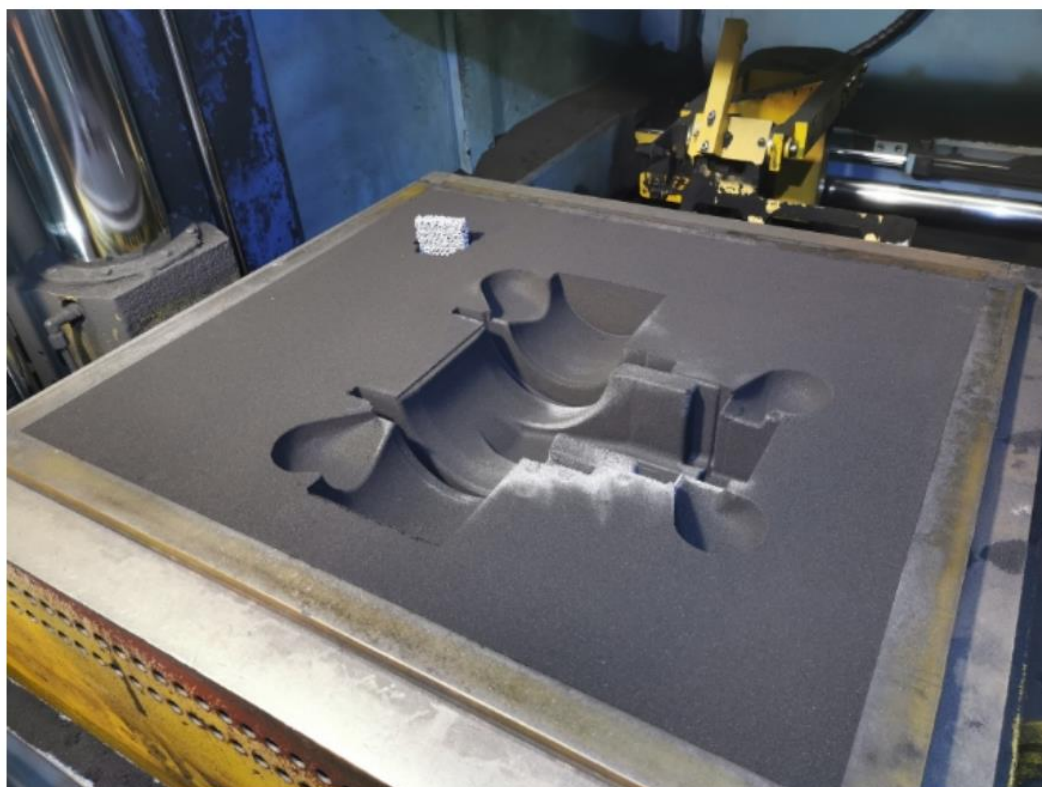
Rys. 5.6. Formowanie na linii Disa Matic, WT-3



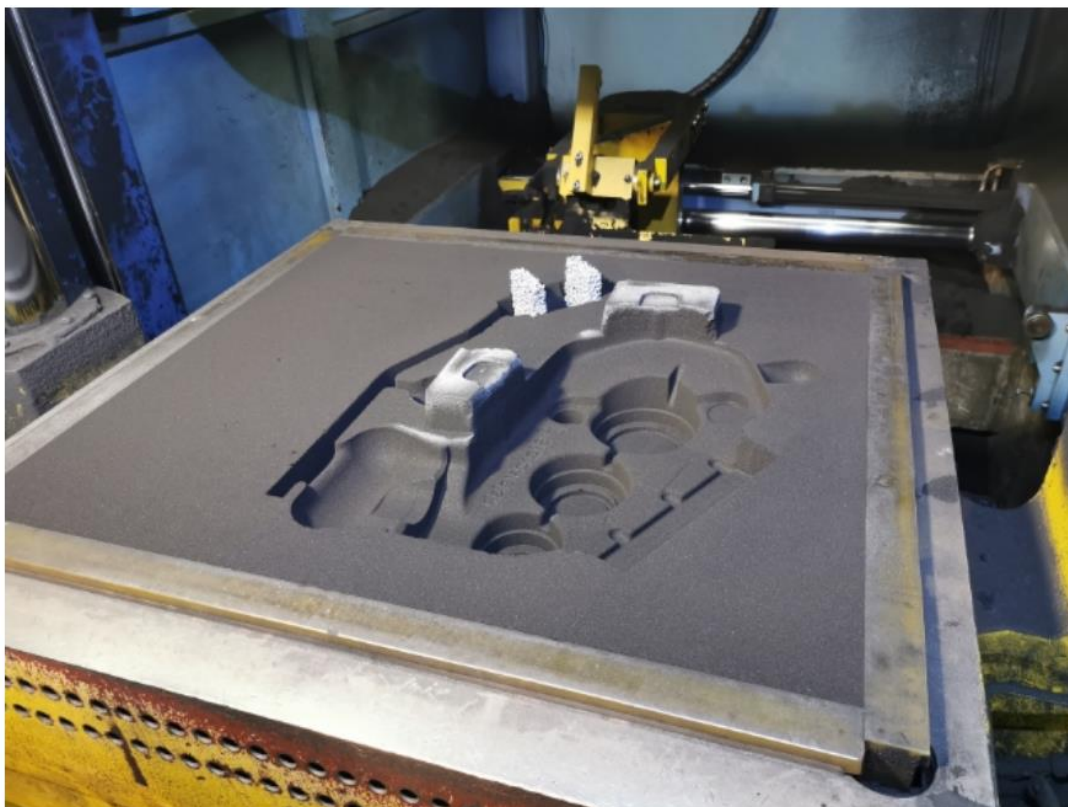
Rys. 5.7. Formowanie na linii Disa Matic, WT-4



Rys. 5.8. Formowanie na linii Disa Match, WT-5



Rys. 5.9. Formowanie na linii Disa Match, WT-6



Rys. 5.10. Formowanie na linii Disa Match, WT-7



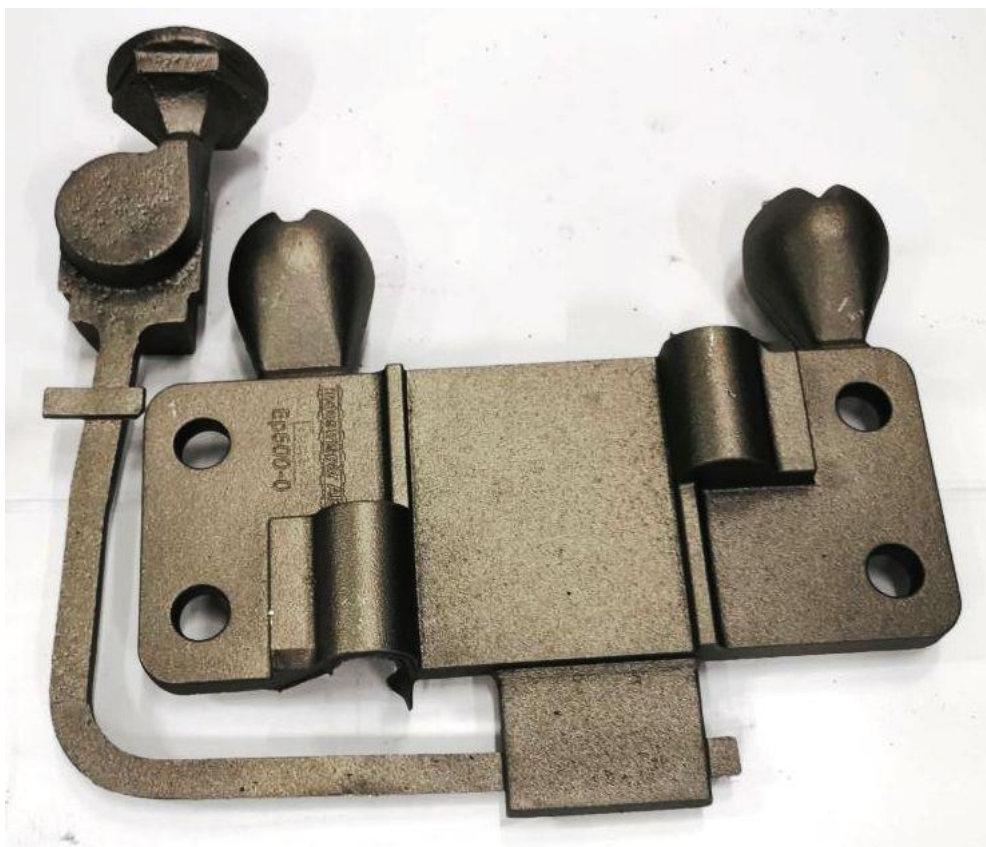
Rys. 5.11. Odlew WT-1



Rys. 5.12. Odlew WT-2



Rys. 5.13. Odlew WT-3



Rys. 5.14. Odlew WT-4



Rys. 5.15. Odlew WT-5



Rys. 5.16. Odlew WT-6



Rys. 5.17. Odlew WT-7

6. Wyniki badań własności mechanicznych i metalograficznych odlewów próbnych

6.1. Metodyka badań

Podczas każdej serii wytopów wykonano po 250 szt. każdego z odlewów (WT-1–WT-7). Do badań z jednej serii wybierano po 6 szt. każdego z odlewów.

Łącznie z jednej serii do badań wybierano 42 odlewy, z których pobrano próbki do określenia właściwości mechanicznych R_m i A_5 udarności U_v w obniżonej temperaturze oraz do badań metalograficznych.

Wykonano badania właściwości wytrzymałościowych i metalograficznych próbek pobranych z 840 odlewów próbnych (420 wykonanych z żeliwa przygotowanego według instrukcji wytwarzania żeliwa gatunku EN-GJS-400-18-LT oraz 420 odlewów próbnych wykonanych z żeliwa przygotowanego według instrukcji wytwarzania żeliwa gatunku EN-GJS-350-22-LT).

Wyniki pomiarów dla 840 odlewów uzyskanych w 20 seriach wytopów przedstawione zostaną rozdziale 6.5.

W celu potwierdzenia wyników badań zaplanowano zewnętrzne badania walidacyjne, które zostały wykonane przez wybrane w procedurze przetargowej niezależne laboratorium akredytowane – Świętokrzyskie Centrum Badania Jakości sp. z o.o. Laboratorium badania metali

6.2. Badania metalograficzne

Badania metalograficzne wykonywano w laboratorium zakładowym, które wyposażone jest w mikroskop optyczny Nikon MA 100, rys.6.1. Badania metalograficzne realizowano zgodnie z PN – EN 945 – 1.



Rys.6.1. Mikroskop do badań metalograficznych MA100.

6.3. Badania właściwości mechanicznych

Badania właściwości mechanicznych zostały przeprowadzone zgodnie z normą PN EN 6892 -1 na próbkach wyciętych z wlewków próbnych zgodnie z normą PN EN 1563.

Próbę rozciągania (zrywania) realizowano na maszynie wytrzymałościowej LabTest 6.200.1.10, która jest przedstawiona na rysunku 6.2. W wyniku badań określono właściwości mechaniczne (R_m , A_5).



Rys 6.2. Maszyna wytrzymałościowa LabTest 6.200.1.10.

6.4. Badania udarności

W celu oceny parametrów uzyskanego żeliwa przeprowadzono określono znormalizowaną udarność (U_v) w obniżonej temperaturze na próbkach pobieranych z odlewów. Badania udarnościowe wykonywano w temperaturze $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ i $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$ na młocie Charpygo LabTest CHK 450J (rys. 6.3).



Rys. 6.3. Młot Charpygo 450J do badania udarności.

6.5. Zestawienie wyników badań własności mechanicznych i metalograficznych odlewów próbných

Wyniki badań własności mechanicznych i metalograficznych odlewów uzyskanych w III etapie projektu zestawiono w tablicach 6.1 – 6.14

Tablica 6.1. Wyniki badań. Odlew **WT-1** z żeliwa **EN-GJS 400 – 18LT**

Nr serii	Nr odlewu	Twardość			Wytrzymałość			Wydłużenie A5			Granica plastyczności Rp 0,2			Udarność (-20°C)	Ocena metalograficzna PN EN 945-1	Rodzaj osnowy (ferryt/perlit)	Stopień sfroidyzacji
		[HB]			[MPa]			[%]			[MPa]			[J]	Wyniki uśrednione z trzech prób		
Seria 1	WT-1-1	151	148	135	421	421	419	19	20	21	320	315	312	14,1	90%VIA5+10%VIA5	Fe96%Pe4%	96
	WT-1-2	145	158	156	418	422	417	20	21	19	305	311	309	14,4	85%VIA5+15%VIA5	Fe95%Pe5%	95
	WT-1-3	158	161	155	421	420	417	20	21	21	305	311	313	14	85%VIA5+15%VIA5	Fe96%Pe4%	96
	WT-1-4	164	160	161	420	409	411	19	20	22	308	312	315	13,8	88%VIA5+12%VIA5	Fe96%Pe4%	95
	WT-1-5	160	162	161	415	418	412	20	19	18	305	311	315	13,5	86%VIA5+14%VIA5	Fe96%Pe4%	97
	WT-1-6	165	161	161	411	421	418	18	21	20	308	311	314	13,7	85%VIA5+15%VIA5	Fe95%Pe5%	96
Seria 2	WT-1-7	164	159	156	421	421	419	20	19	21	315	315	312	14,5	89%VIA5+11%VIA5	Fe96%Pe4%	97
	WT-1-8	154	151	156	419	421	418	18	20	19	314	314	309	14,4	86%VIA5+14%VIA5	Fe96%Pe4%	97
	WT-1-9	158	164	165	420	410	412	20	20	19	315	311	314	14,1	85%VIA5+15%VIA5	Fe96%Pe4%	97
	WT-1-10	165	161	162	409	408	412	19	21	22	309	311	314	14,8	87%VIA5+13%VIA5	Fe96%Pe4%	95
	WT-1-11	162	164	160	414	417	411	20	18	18	306	311	315	13,8	86%VIA5+14%VIA5	Fe96%Pe4%	96
	WT-1-12	161	162	164	415	418	419	19	20	20	309	318	314	13,8	87%VIA5+13%VIA5	Fe97%Pe3%	95
Seria 3	WT-1-13	151	149	146	412	415	419	21	18	21	307	315	302	14,5	85%VIA5+15%VIA5	Fe95%Pe5%	96
	WT-1-14	155	145	146	422	416	415	19	19	18	305	304	311	15,4	86%VIA5+14%VIA5	Fe96%Pe4%	97
	WT-1-15	154	164	155	410	410	412	19	21	20	314	311	314	15,1	85%VIA5+15%VIA5	Fe96%Pe4%	96
	WT-1-16	166	161	164	409	408	412	19	21	22	311	311	314	14,8	86%VIA5+14%VIA5	Fe96%Pe4%	95
	WT-1-17	165	165	155	412	415	421	21	19	18	316	315	315	13,8	88%VIA5+12%VIA5	Fe96%Pe4%	98
	WT-1-18	151	152	144	415	411	415	20	22	20	319	318	315	14,8	82%VIA5+18%VIA5	Fe96%Pe4%	97
Seria 5	WT-1-19	151	149	146	412	415	419	21	18	21	307	315	302	14,5	85%VIA5+15%VIA5	Fe95%Pe5%	96
	WT-1-20	155	145	146	422	416	415	19	19	18	305	304	311	15,4	86%VIA5+14%VIA5	Fe96%Pe4%	97
	WT-1-21	154	164	155	410	410	412	19	21	20	314	311	314	15,1	85%VIA5+15%VIA5	Fe96%Pe4%	96
	WT-1-22	166	161	164	409	408	412	19	21	22	311	311	314	14,8	86%VIA5+14%VIA5	Fe96%Pe4%	95
	WT-1-23	165	165	155	412	415	421	21	19	18	316	315	315	13,8	88%VIA5+12%VIA5	Fe96%Pe4%	98
	WT-1-24	151	152	144	415	411	415	20	22	20	319	318	315	14,8	82%VIA5+18%VIA5	Fe96%Pe4%	97

Nr serii	Nr odlewu	Twardość			Wytrzymałość			Wydłużenie A5			Granica plastyczności Rp 0,2			Udarność (-20°C)	Ocena metalograficzna PN EN 945-1	Rodzaj osnowy (ferryt/perlit)	Stopień sfroidyzacji
		[HB]			[MPa]			[%]			[MPa]					[%]	
		Wyniki uśrednione z trzech prób															
Seria 6	WT-1-25	154	155	156	401	405	419	20	19	21	305	305	316	13,5	86%VIA5+14%VIA5	Fe95%Pe5%	96
	WT-1-26	152	144	145	420	409	405	20	19	19	305	304	311	14,4	82%VIA5+18%VIA5	Fe96%Pe4%	95
	WT-1-27	151	154	151	421	410	412	19	19	20	304	301	304	14,1	82%VIA5+18%VIA5	Fe96%Pe4%	94
	WT-1-28	165	160	160	409	408	412	19	21	22	310	311	314	13,8	84%VIA5+16%VIA5	Fe95%Pe5%	95
	WT-1-29	155	155	145	402	415	408	21	20	18	306	305	312	13,5	85%VIA5+15%VIA5	Fe96%Pe4%	98
	WT-1-30	151	152	158	419	412	414	20	22	20	319	318	315	14,8	84%VIA5+16%VIA5	Fe96%Pe4%	95
Seria 11	WT-1-31	155	155	155	415	425	419	19	19	21	305	305	316	13,5	86%VIA5+14%VIA5	Fe95%Pe5%	96
	WT-1-32	156	164	155	421	409	425	21	19	19	305	304	311	14,4	82%VIA5+18%VIA5	Fe96%Pe4%	95
	WT-1-33	154	154	158	421	412	412	20	19	20	304	301	304	14,1	82%VIA5+18%VIA5	Fe96%Pe4%	94
	WT-1-34	158	161	160	419	412	412	20	19	22	310	311	314	13,8	84%VIA5+16%VIA5	Fe95%Pe5%	95
	WT-1-35	156	155	152	422	418	411	20	20	18	306	305	312	13,5	85%VIA5+15%VIA5	Fe96%Pe4%	98
	WT-1-36	155	154	158	419	415	416	20	22	20	319	318	315	14,8	84%VIA5+16%VIA5	Fe96%Pe4%	95
Seria 12	WT-1-37	154	158	155	419	415	418	19	19	21	305	308	316	13,5	87%VIA5+13%VIA5	Fe96%Pe4%	96
	WT-1-38	166	164	155	418	419	421	21	19	19	305	311	311	14,4	82%VIA5+18%VIA5	Fe96%Pe4%	95
	WT-1-39	158	154	159	420	414	412	20	22	20	307	305	304	14,1	84%VIA5+16%VIA5	Fe97%Pe3%	94
	WT-1-40	155	161	161	411	414	412	20	22	22	312	318	314	13,8	85%VIA5+15%VIA5	Fe97%Pe3%	95
	WT-1-41	155	162	162	420	418	41	22	20	18	316	308	312	13,5	81%VIA5+19%VIA5	Fe96%Pe4%	97
	WT-1-42	158	152	158	418	414	416	22	22	20	321	318	315	14,8	82%VIA5+18%VIA5	Fe97%Pe3%	94
Seria 14	WT-1-43	155	156	151	422	415	418	20	19	21	305	308	316	13,4	78%VIA5+22%VIA5	Fe97%Pe3%	94
	WT-1-44	165	161	162	418	418	421	21	21	19	305	311	311	14,1	82%VIA5+18%VIA5	Fe97%Pe3%	94
	WT-1-45	155	151	155	420	414	418	20	22	22	307	305	304	13,1	84%VIA5+17%VIA3	Fe97%Pe3%	95
	WT-1-46	154	151	152	411	415	412	20	21	22	312	318	314	13,5	81%VIA5+19%VIA5	Fe97%Pe3%	96
	WT-1-47	154	152	160	422	418	41	20	21	20	316	308	312	12,5	84%VIA5+16%VIA5	Fe96%Pe4%	96
	WT-1-48	159	152	158	418	418	416	22	20	20	321	318	315	12,8	81%VIA5+19%VIA5	Fe96%Pe4%	95

Nr serii	Nr odlewu	Twardość			Wytrzymałość			Wydłużenie A5			Granica plastyczności Rp 0,2			Udarność (-20°C) [J]	Ocena metalograficzna PN EN 945-1	Rodzaj osnowy (ferryt/perlit) [%]	Stopień sfroidyzacji [%]
		[HB]			[MPa]			[%]			[MPa]						
		Wyniki uśrednione z trzech prób															
Seria 15	WT-1-49	155	161	162	421	418	421	20	18	22	295	295	305	13,5	84%VIA5+15%VA5	Fe97%Pe3%	96
	WT-1-50	158	159	162	416	414	418	22	21	20	288	301	300	14,5	89%VIA5+11%VA5	Fe97%Pe3%	95
	WT-1-51	161	155	159	418	415	416	19	22	21	302	304	315	13,5	84%VIA5+16%VA5	Fe96%Pe4%	96
	WT-1-52	162	160	158	419	411	416	21	20	22	298	305	304	13,5	80%VIA5+20%VA5	Fe97%Pe3%	94
	WT-1-53	154	155	162	410	419	411	20	21	20	312	314	311	13,2	86%VIA5+14%VA5	Fe97%Pe3%	96
	WT-1-54	165	166	164	418	412	410	21	19	21	304	301	295	13,8	82%VIA5+18%VA5	Fe97%Pe3%	96
Seria 18	WT-1-55	141	145	144	428	422	421	20	21	20	309	304	301	14,5	88%VIA5+12%VA5	Fe98%Pe2%	96
	WT-1-56	148	151	145	419	422	426	21	21	19	301	304	314	14,1	83%VIA5+17%VA5	Fe96%Pe4%	98
	WT-1-57	165	166	164	418	412	410	21	19	21	304	301	295	13,8	82%VIA5+18%VA5	Fe97%Pe3%	96
	WT-1-58	158	161	158	408	409	411	20	21	20	301	304	298	13,6	80%VIA5+20%VA5	Fe98%Pe2%	98
	WT-1-59	161	165	166	408	408	411	21	21	20	299	302	301	14,1	85%VIA5+15%VA5	Fe98%Pe2%	95
	WT-1-60	159	165	162	415	414	412	21	19	21	304	305	305	13,9	88%VIA5+12%VA5	Fe97%Pe3%	96

Tablica 6.2. Wyniki badań. Odlew **WT-1** z żeliwa **EN-GJS 350 – 22LT**

Nr serii	Nr odlewu	Twardość			Wytrzymałość			Wydłużenie A5			Granica plastyczności Rp 0,2			Udarność (-40°C)	Ocena metalograficzna PN EN 945-1	Rodzaj osnowy (ferryt/perlit)	Stopień sfroidyzacji
		[HB]			[MPa]			[%]			[MPa]			[J]		[%]	[%]
		Wyniki uśrednione z trzech prób															
Seria 4	WT-1-61	154	155	150	411	415	413	23	22	23	312	325	315	13,5	90%VIA5+10%VIA5	Fe98%Pe2%	96
	WT-1-62	154	145	148	405	412	414	22	23	22	314	315	301	13,4	86%VIA5+14%VIA5	Fe98%Pe2%	95
	WT-1-63	148	151	148	420	421	419	20	20	19	315	311	314	11,1	85%VIA5+15%VIA5	Fe96%Pe4%	92
	WT-1-64	145	148	152	395	390	412	19	21	20	310	301	304	11,4	87%VIA5+13%VIA5	Fe96%Pe4%	91
	WT-1-65	152	154	150	401	400	395	23	22	23	301	298	385	13,6	80%VIA5+20%VIA5	Fe98%Pe2%	96
	WT-1-66	151	152	144	385	380	381	23	22	23	380	392	385	13,1	82%VIA5+18%VIA5	Fe98%Pe2%	96
Seria 7	WT-1-67	154	155	151	380	391	385	22	22	23	302	300	299	13,5	80%VIA5+20%VIA5	Fe98%Pe2%	96
	WT-1-68	148	141	141	405	412	416	20	20	18	285	288	301	11,2	86%VIA5+14%VIA5	Fe96%Pe4%	90
	WT-1-69	148	151	148	380	381	375	22	23	23	305	300	295	14,1	85%VIA5+15%VIA5	Fe98%Pe2%	95
	WT-1-70	155	148	152	390	380	391	22	23	23	311	305	304	13,4	84%VIA5+16%VIA5	Fe98%Pe2%	96
	WT-1-71	151	154	148	390	411	409	20	19	19	300	290	291	10,6	80%VIA5+20%VIA5	Fe97%Pe3%	86
	WT-1-72	148	151	145	389	385	380	23	22	23	370	372	371	13,1	82%VIA5+18%VIA5	Fe98%Pe2%	95
Seria 8	WT-1-73	151	155	154	391	390	385	23	22	23	301	302	305	13,4	81%VIA5+19%VIA5	Fe98%Pe2%	96
	WT-1-74	148	145	144	401	389	405	24	23	22	295	298	301	13,5	85%VIA5+15%VIA5	Fe98%Pe2%	95
	WT-1-75	145	141	148	385	384	371	22	23	23	301	300	291	12,8	86%VIA5+14%VIA5	Fe98%Pe2%	96
	WT-1-76	151	149	148	391	385	351	23	22	22	298	295	302	13,1	82%VIA5+18%VIA5	Fe98%Pe2%	96
	WT-1-77	151	154	148	380	372	385	23	22	23	300	290	291	13,5	80%VIA5+20%VIA5	Fe98%Pe2%	96
	WT-1-78	149	145	155	399	386	382	23	22	23	371	370	381	13,2	82%VIA5+18%VIA5	Fe98%Pe2%	94
Seria 9	WT-1-79	147	152	151	385	392	385	22	24	24	292	295	305	13,2	82%VIA5+18%VIA5	Fe98%Pe2%	95
	WT-1-80	145	144	145	395	411	405	23	23	22	285	302	301	13,2	83%VIA5+17%VIA5	Fe98%Pe2%	95
	WT-1-81	144	141	141	395	312	370	23	23	22	294	295	295	13,1	80%VIA5+20%VIA5	Fe98%Pe2%	95
	WT-1-82	151	145	148	389	385	405	21	20	19	308	294	285	10,5	81%VIA5+19%VIA5	Fe96%Pe4%	91
	WT-1-83	150	154	145	385	382	389	23	23	23	304	289	295	13,4	80%VIA5+20%VIA5	Fe98%Pe2%	96
	WT-1-84	145	148	155	405	385	381	23	23	22	298	388	391	13,2	77%VIA5+23%VIA5	Fe98%Pe2%	96

Nr serii	Nr odlewu	Twardość			Wytrzymałość			Wydłużenie A5			Granica plastyczności Rp 0,2			Udarność (-20°C)	Ocena metalograficzna PN EN 945-1	Rodzaj osnowy (ferryt/perlit)	Stopień sfroidyzacji
		[HB]			[MPa]			[%]			[MPa]			[J]	Wyniki uśrednione z trzech prób		
Seria 10	WT-1-85	154	156	150	391	390	385	23	22	23	305	301	305	13,4	81%VIA5+19%VIA5	Fe98%Pe2%	95
	WT-1-86	141	142	144	401	389	405	24	23	22	299	298	301	13,5	81%VIA5+19%VIA5	Fe98%Pe2%	95
	WT-1-87	143	141	142	385	384	391	22	23	23	305	300	291	12,8	85%VIA5+15%VIA5	Fe98%Pe2%	96
	WT-1-88	150	140	141	405	385	391	23	22	22	289	295	301	13,1	85%VIA5+15%VIA5	Fe98%Pe2%	95
	WT-1-89	150	141	143	411	403	395	23	22	23	305	298	291	13,5	82%VIA5+18%VIA5	Fe98%Pe2%	96
	WT-1-90	145	144	155	395	406	402	23	22	23	291	295	281	13,2	84%VIA5+16%VIA5	Fe98%Pe2%	94
Seria 13	WT-1-91	147	148	149	395	391	385	22	22	24	295	298	302	13,2	82%VIA5+18%VIA5	Fe98%Pe2%	95
	WT-1-92	146	144	151	395	402	403	18	16	16	289	301	302	10,2	83%VIA5+17%VIA5	Fe95%Pe5%	88
	WT-1-93	154	145	144	398	374	378	22	23	22	295	298	295	13,1	80%VIA5+20%VIA5	Fe98%Pe2%	95
	WT-1-94	152	148	151	399	395	402	20	22	19	305	296	285	12,6	81%VIA5+19%VIA5	Fe98%Pe2%	96
	WT-1-95	152	153	154	396	382	402	18	16	17	305	299	291	11,4	80%VIA5+20%VIA5	Fe94%Pe6%	90
	WT-1-96	152	158	154	401	399	381	20	23	19	295	385	391	13,2	77%VIA5+23%VIA5	Fe98%Pe2%	96
Seria 16	WT-1-97	143	148	148	380	375	379	22	24	22	302	309	302	13,5	86%VIA5+14%VA5	Fe98%Pe2%	96
	WT-1-98	142	149	148	375	395	396	23	24	23	305	302	311	14,1	80%VIA5+20%VA5	Fe98%Pe2%	98
	WT-1-99	152	143	145	385	381	399	22	23	23	300	288	275	13,4	82%VIA5+18%VA5	Fe98%Pe2%	97
	WT-1-100	151	145	146	401	407	402	23	23	22	298	292	290	14,1	86%VIA5+14%VA5	Fe98%Pe2%	95
	WT-1-101	145	144	141	388	478	388	23	22	23	304	301	308	13,6	80%VIA5+20%VA5	Fe98%Pe2%	98
	WT-1-102	156	155	146	411	410	401	22	23	23	299	288	278	14,1	82%VIA5+18%VA5	Fe98%Pe2%	97
Seria 17	WT-1-103	151	154	154	392	381	392	23	23	22	285	289	281	12,2	85%VIA5+15%VA5	Fe98%Pe2%	95
	WT-1-104	154	150	154	391	381	392	23	24	24	291	289	278	13,2	80%VIA5+20%VA5	Fe98%Pe2%	95
	WT-1-105	145	141	145	381	385	384	23	23	24	299	291	288	13,2	77%VIA5+23%VA5	Fe98%Pe2%	95
	WT-1-106	145	145	144	380	375	379	22	24	22	308	307	305	13,5	86%VIA5+14%VA5	Fe98%Pe2%	96
	WT-1-107	145	151	151	370	384	380	24	23	23	300	295	301	13,1	80%VIA5+20%VA5	Fe98%Pe2%	96
	WT-1-108	144	150	145	380	381	384	23	24	23	281	284	278	13,4	81%VIA5+19%VA5	Fe98%Pe2%	95

Nr serii	Nr odlewu	Twardość			Wytrzymałość			Wydłużenie A5			Granica plastyczności Rp 0,2			Udarność (-20°C) [J]	Ocena metalograficzna PN EN 945-1	Rodzaj osnowy (ferryt/perlit)	Stopień sfroidyzacji	
		[HB]			[MPa]			[%]			[MPa]					[%]		[%]
		Wyniki uśrednione z trzech prób																
Seria 19	WT-1-109	151	144	145	411	411	410	24	23	23	301	301	302	14,1	84%VIA5+16%VA5	Fe98%Pe2%	95	
	WT-1-110	156	155	151	419	411	410	23	24	23	308	301	308	14,6	86%VIA5+14%VA5	Fe98%Pe2%	96	
	WT-1-111	145	145	145	418	411	412	24	24	23	305	298	301	14,5	85%VIA5+15%VA5	Fe98%Pe2%	94	
	WT-1-112	154	151	155	411	410	410	22	22	22	288	292	299	14,6	87%VIA5+13%VA5	Fe98%Pe2%	98	
	WT-1-113	146	144	151	409	406	406	22	24	24	311	315	314	15,2	81%VIA5+19%VA5	Fe98%Pe2%	97	
	WT-1-114	144	145	142	418	421	418	20	22	23	298	304	301	14,1	88%VIA5+12%VA5	Fe98%Pe2%	94	
Seria 20	WT-1-115	148	146	141	415	421	419	23	24	23	305	311	314	14,4	83%VIA5+17%VA5	Fe98%Pe2%	96	
	WT-1-116	152	154	155	418	419	420	23	24	24	315	314	318	14,1	81%VIA5+19%VA5	Fe98%Pe2%	94	
	WT-1-117	148	145	142	419	385	389	23	24	22	315	317	308	13,9	79%VIA5+21%VA5	Fe98%Pe2%	96	
	WT-1-118	151	142	145	408	399	381	22	24	22	301	308	304	13,9	86%VIA5+14%VA5	Fe98%Pe2%	94	
	WT-1-119	148	145	145	382	385	378	24	23	24	295	285	291	14,1	80%VIA5+20%VA5	Fe98%P2%	95	
	WT-1-120	141	145	141	388	382	402	23	24	22	311	302	295	13,1	78%VIA5+22%VA5	Fe98%Pe2%	97	

Tablica 6.3. Wyniki badań. Odlew **WT-2** z żeliwa **EN-GJS 400 – 18LT**

Nr serii	Nr odlewu	Twardość			Wytrzymałość			Wydłużenie A5			Granica plastyczności Rp 0,2			Udarność (-20°C)	Ocena metalograficzna PN EN 945-1	Rodzaj osnowy (ferryt/perlit)	Stopień sfroidyzacji
		[HB]			[MPa]			[%]			[MPa]						
		Wyniki uśrednione z trzech prób															[%]
Seria 1	WT-2-1	135	141	142	380	381	369	15	16	18	307	308	311	10,8	70%VIA5+30%VA5	Fe91%Pe9%	91
	WT-2-2	148	145	145	415	413	416	18	19	18	305	318	317	15,1	78%VIA5+22%VA5	Fe99%Pe1%	98
	WT-2-3	135	138	135	370	365	368	16	18	1	280	285	281	11,1	78%VIA5+22%VA5	Fe90%Pe10%	88
	WT-2-4	151	145	150	415	419	418	21	19	21	308	310	312	14,5	75%VIA5+25%VA5	Fe97%Pe3%	96
	WT-2-5	148	151	151	385	374	981	14	11	12	281		315	15,2	72%VIA5+28%VA5	Fe98%Pe2%	96
	WT-2-6	151	150	148	422	415	414	19	20	19	311	315	315	15,1	78%VIA5+22%VA5	Fe98%Pe2%	96
Seria 2	WT-2-7	146	151	145	419	418	421	20	19	18	307	309	314	14,5	75%VIA5+25%VA5	Fe98%Pe2%	98
	WT-2-8	139	140	143	361	365	372	17	15	15	250	255	259	10,1	83%VIA5+17%VA5	Fe91%Pe9%	91
	WT-2-9	145	145	148	411	416	412	18	19	20	306	308	312	14,6	78%VIA5+22%VA5	Fe99%Pe1%	98
	WT-2-10	141	146	150	414	419	418	20	18	21	304	314	312	14,5	76%VIA5+24%VA5	Fe98%Pe2%	95
	WT-2-11	152	148	149	412	420	420	21	20	20	299	314	315	15,1	75%VIA5+25%VA5	Fe98%Pe2%	98
	WT-2-12	149	150	148	420	411	411	22	20	19	298	311	308	15,1	78%VIA5+22%VA5	Fe98%Pe2%	97
Seria 3	WT-2-13	142	152	148	411	410	412	21	22	18	307	309	314	14,5	80%VIA5+20%VA5	Fe98%Pe2%	95
	WT-2-14	151	148	145	421	411	419	22	21	21	318	315	311	14,6	81%VIA5+19%VA5	Fe97%Pe3%	97
	WT-2-15	145	145	148	391	385	482	16	15	24	295	290	281	10,6	78%VIA5+22%VA5	Fe95%Pe5%	90
	WT-2-16	145	146	151	402	411	410	22	21	21	301	299	295	14,8	86%VIA5+14%VA5	Fe98%Pe2%	95
	WT-2-17	152	148	149	385	405	410	14	17	16	299	314	315	10,1	75%VIA5+25%VA5	Fe92%Pe8%	92
	WT-2-18	151	150	142	406	411	412	22	21	21	290	298	284	15,1	80%VIA5+20%VA5	Fe98%Pe2%	96
Seria 5	WT-2-19	142	152	148	411	410	412	21	22	18	307	309	314	14,5	80%VIA5+20%VA5	Fe98%Pe2%	95
	WT-2-20	151	148	145	421	411	419	22	21	21	318	315	311	14,6	81%VIA5+19%VA5	Fe97%Pe3%	97
	WT-2-21	145	145	148	391	385	482	16	15	24	295	290	281	10,6	78%VIA5+22%VA5	Fe95%Pe5%	90
	WT-2-22	145	146	151	402	411	410	22	21	21	301	299	295	14,8	86%VIA5+14%VA5	Fe98%Pe2%	95
	WT-2-23	152	148	149	385	405	410	14	11	11	299	314	315	10,1	75%VIA5+25%VA5	Fe92%Pe8%	92
	WT-2-24	151	150	142	406	411	412	22	21	21	290	298	284	15,1	80%VIA5+20%VA5	Fe98%Pe2%	96

Nr serii	Nr odlewu	Twardość			Wytrzymałość			Wydłużenie A5			Granica plastyczności Rp 0,2			Udarność (-20°C)	Ocena metalograficzna PN EN 945-1	Rodzaj osnowy (ferryt/perlit)	Stopień sfroidyzacji
		[HB]			[MPa]			[%]			[MPa]			[J]		[%]	[%]
		Wyniki uśrednione z trzech prób															
Seria 6	WT-2-25	142	152	148	411	410	412	21	22	18	307	309	314	14,5	80%VIA5+20%VA5	Fe98%Pe2%	95
	WT-2-26	155	158	155	421	425	423	17	18	17	310	315	311	10,6	81%VIA5+19%VA5	Fe92%Pe8%	90
	WT-2-27	144	141	145	415	423	419	19	21	21	295	290	281	13,6	80%VIA5+20%VA5	Fe95%Pe5%	94
	WT-2-28	141	142	145	415	414	410	21	20	21	285	279	275	14,3	85%VIA5+15%VA5	Fe96%Pe4%	93
	WT-2-29	151	158	159	411	415	412	14	16	16	285	314	315	10,6	84%VIA5+16%VA5	Fe93%Pe7%	92
	WT-2-30	154	151	152	422	410	416	22	20	20	280	288	291	14,1	78%VIA5+22%VA5	Fe97%Pe3%	96
Seria 11	WT-2-31	152	152	158	418	415	416	21	21	18	307	309	314	14,5	81%VIA5+19%VA5	Fe98%Pe2%	95
	WT-2-32	154	162	154	421	428	423	21	20	19	310	315	311	12,6	83%VIA5+17%VA5	Fe92%Pe8%	90
	WT-2-33	154	154	156	418	423	418	19	21	21	295	290	281	13,6	81%VIA5+19%VA5	Fe95%Pe5%	94
	WT-2-34	155	154	156	411	415	410	21	20	21	285	279	275	14,3	80%VIA5+20%VA5	Fe96%Pe4%	93
	WT-2-35	155	159	158	423	418	422	19	20	20	285	314	315	12,6	84%VIA5+16%VA5	Fe98%Pe2%	95
	WT-2-36	155	156	153	423	414	417	22	20	20	280	288	291	14,1	82%VIA5+18%VA5	Fe98%Pe2%	96
Seria 12	WT-2-37	151	155	158	419	424	425	21	19	18	308	309	314	14,5	82%VIA5+18%VA5	Fe98%Pe2%	94
	WT-2-38	158	162	164	420	428	426	20	20	19	310	314	311	13,6	83%VIA5+17%VA5	Fe96%Pe4%	95
	WT-2-39	158	154	158	422	423	418	20	21	21	298	298	281	13,2	80%VIA5+20%VA5	Fe96%Pe4%	96
	WT-2-40	158	159	164	415	418	410	21	21	21	289	289	295	14,0	85%VIA5+15%VA5	Fe96%Pe4%	94
	WT-2-41	162	161	159	420	418	421	19	22	20	295	314	315	12,9	82%VIA5+18%VA5	Fe97%Pe3%	96
	WT-2-42	154	158	155	422	414	419	21	20	20	288	298	299	13,8	83%VIA5+17%VA5	Fe98%Pe2%	95
Seria 14	WT-2-43	154	155	158	419	424	422	22	19	18	308	309	314	13,5	82%VIA5+18%VA5	Fe98%Pe2%	93
	WT-2-44	155	160	164	420	426	426	20	21	19	310	314	311	14,6	78%VIA5+22%VA5	Fe96%Pe4%	94
	WT-2-45	155	154	159	421	423	418	20	21	19	298	298	281	13,8	77%VIA5+23%VA5	Fe97%Pe3%	94
	WT-2-46	158	162	164	415	419	410	21	18	21	289	289	295	14,5	81%VIA5+19%VA5	Fe96%Pe4%	94
	WT-2-47	161	161	161	420	418	422	22	22	20	295	314	315	13,9	82%VIA5+18%VA5	Fe97%Pe3%	95
	WT-2-48	154	159	155	422	424	419	22	21	19	288	298	299	12,8	84%VIA5+16%VA5	Fe97%Pe3%	95

Nr serii	Nr odlewu	Twardość			Wytrzymałość			Wydłużenie A5			Granica plastyczności Rp 0,2			Udarność (-20°C)	Ocena metalograficzna PN EN 945-1	Rodzaj osnowy (ferryt/perlit)	Stopień sfroidyzacji
		[HB]			[MPa]			[%]			[MPa]			[J]		[%]	[%]
		Wyniki uśrednione z trzech prób															
Seria 15	WT-2-49	158	161	158	408	409	411	20	21	20	301	304	298	13,6	80%VIA5+20%VA5	Fe98%Pe2%	98
	WT-2-50	161	165	166	408	408	411	21	21	20	299	302	301	14,1	85%VIA5+15%VA5	Fe98%Pe2%	95
	WT-2-51	159	165	162	415	414	412	21	19	21	304	305	305	13,9	88%VIA5+12%VA5	Fe97%Pe3%	96
	WT-2-52	165	166	164	411	409	415	20	21	20	298	305	306	14,2	87%VIA5+13%VA5	Fe98%Pe2%	95
	WT-2-53	156	164	165	415	414	416	19	19	20	305	301	304	14,0	85%VIA5+15%VA5	Fe96%Pe4%	96
	WT-2-54	155	154	156	421	419	418	21	20	20	288	292	285	14,6	85%VIA5+15%VA5	Fe98%Pe2%	95
Seria 18	WT-2-55	165	166	164	411	409	415	20	21	20	298	305	306	14,2	87%VIA5+13%VA5	Fe98%Pe2%	95
	WT-2-56	156	164	165	415	414	416	19	19	20	305	301	304	14,0	85%VIA5+15%VA5	Fe96%Pe4%	96
	WT-2-57	161	165	162	408	411	414	22	21	20	301	302	304	14,0	87%VIA5+13%VA5	Fe98%Pe2%	95
	WT-2-58	156	165	165	415	414	416	19	19	20	305	301	304	14,0	85%VIA5+15%VA5	Fe96%Pe4%	96
	WT-2-59	155	156	152	422	415	418	20	19	21	305	308	316	13,4	78%VIA5+22%VIA5	Fe97%Pe3%	94
	WT-2-60	165	165	162	418	418	421	21	22	18	305	311	311	14,1	82%VIA5+18%VIA5	Fe97%Pe3%	94

Tablica 6.4. Wyniki badań. Odlew **WT-2** z żeliwa **EN-GJS 350 – 22LT**

Nr serii	Nr odlewu	Twardość			Wytrzymałość			Wydłużenie A5			Granica plastyczności Rp 0,2			Udarność (-40°C)	Ocena metalograficzna PN EN 945-1	Rodzaj osnowy (ferryt/perlit)	Stopień sfroidyzacji
		[HB]			[MPa]			[%]			[MPa]			[J]			
		Wyniki uśrednione z trzech prób															
Seria 4	WT-2-61	141	141	143	391	378	380	19	19	18	307	309	314	10,5	85%VIA5+15%VA5	Fe93%Pe7%	88
	WT-2-62	138	141	142	392	402	411	19	18	18	301	305	307	10,1	79%VIA5+21%VA5	Fe94%P6%	91
	WT-2-63	144	142	148	408	406	402	23	24	22	309	305	298	13,7	79%VIA5+21%VA5	Fe98%Pe2%	96
	WT-2-64	148	144	142	411	401	402	23	24	23	305	304	305	13,5	75%VIA5+25%VA5	Fe98%Pe2%	96
	WT-2-65	152	148	145	380	391	395	23	24	23	289	281	280	14,1	76%VIA5+24%VA5	Fe98%Pe2%	96
	WT-2-66	140	141	149	395	381	380	22	22	23	275	270	279	14,4	78%VIA5+22%VA5	Fe98%Pe2%	98
Seria 7	WT-2-67	140	145	141	381	370	371	22	23	24	301	289	281	14,5	84%VIA5+16%VA5	Fe98%Pe2%	95
	WT-2-68	138	141	142	392	402	411	19	18	18	301	305	307	10,1	79%VIA5+21%VA5	Fe94%P6%	91
	WT-2-69	144	142	148	408	406	402	23	24	22	309	305	298	13,7	79%VIA5+21%VA5	Fe98%Pe2%	96
	WT-2-70	148	140	141	392	381	385	22	23	23	298	295	291	14,1	79%VIA5+21%VA5	Fe98%P2%	95
	WT-2-71	155	158	154	391	390	385	17	18	19	311	314	312	10,8	86%VIA5+14%VA5	Fe97%Pe3%	90
	WT-2-72	141	142	145	385	371	370	23	22	23	285	280	289	14,4	81%VIA5+19%VA5	Fe98%Pe2%	95
Seria 8	WT-2-73	142	141	143	383	382	385	24	23	24	285	281	282	14,1	81%VIA5+19%VA	Fe98%Pe2%	96
	WT-2-74	148	145	145	382	385	378	24	23	24	295	285	291	14,1	80%VIA5+20%VA5	Fe98%P2%	95
	WT-2-75	141	145	141	388	382	402	23	24	22	311	302	295	13,1	78%VIA5+22%VA5	Fe98%Pe2%	97
	WT-2-76	142	144	142	382	385	405	19	19	18	301	305	307	10,5	84%VIA5+16%VA5	Fe94%P6%	91
	WT-2-77	151	155	148	391	395	389	22	24	24	305	308	301	14,1	86%VIA5+14%VA5	Fe98%Pe2%	95
	WT-2-78	145	142	144	375	381	375	24	23	23	295	281	286	14,1	80%VIA5+20%VA5	Fe98%Pe2%	96
Seria 9	WT-2-79	141	142	143	388	395	396	23	22	24	284	280	282	14,5	78%VIA5+22%VA	Fe98%Pe2%	95
	WT-2-80	145	148	145	380	381	386	20	19	19	294	298	294	10,4	80%VIA5+20%VA5	Fe96%P4%	90
	WT-2-81	143	145	141	389	380	381	23	23	22	308	302	295	13,8	78%VIA5+22%VA5	Fe98%Pe2%	95
	WT-2-82	142	144	142	392	390	408	22	22	23	300	298	295	12,5	74%VIA5+26%VA5	Fe98%P2%	95
	WT-2-83	152	154	155	381	385	389	23	24	24	305	298	304	14,0	80%VIA5+20%VA5	Fe98%Pe2%	94
	WT-2-84	148	140	141	395	391	385	20	19	21	285	291	296	11,4	81%VIA5+19%VA5	Fe96%Pe4%	90

Nr serii	Nr odlewu	Twardość			Wytrzymałość			Wydłużenie A5			Granica plastyczności Rp 0,2			Udarność (-20°C)	Ocena metalograficzna PN EN 945-1	Rodzaj osnowy (ferryt/perlit)	Stopień sfroidyzacji
		[HB]			[MPa]			[%]			[MPa]						
		Wyniki uśrednione z trzech prób															
Seria 10	WT-2-85	140	141	140	410	412	405	22	24	24	295	299	302	14,5	81%VIA5+19%VA	Fe98%Pe2%	96
	WT-2-86	142	142	141	412	411	399	24	23	24	305	308	291	14,1	82%VIA5+18%VA5	Fe98%P2%	96
	WT-2-87	140	146	145	399	405	402	23	23	22	312	304	295	13,5	84%VIA5+16%VA5	Fe98%Pe2%	96
	WT-2-88	145	144	140	403	395	402	23	22	23	305	308	305	13,5	84%VIA5+16%VA5	Fe94%P6%	91
	WT-2-89	150	151	148	406	398	389	23	23	24	299	308	302	14,4	84%VIA5+15%VA5	Fe98%Pe2%	95
	WT-2-90	149	141	144	403	402	395	24	22	23	299	295	286	14,2	78%VIA5+22%VA5	Fe98%Pe2%	96
Seria 13	WT-2-91	151	152	148	405	395	406	22	23	22	286	285	281	14,5	78%VIA5+22%VA	Fe98%Pe2%	95
	WT-2-92	148	145	142	402	399	396	21	19	20	295	298	298	10,4	80%VIA5+20%VA5	Fe96%P4%	90
	WT-2-93	145	148	140	399	401	404	17	16	16	308	300	295	10,8	88%VIA5+12%VA5	Fe94%Pe6%	90
	WT-2-94	144	150	148	409	402	408	23	23	22	305	290	295	12,5	79%VIA5+21%VA5	Fe98%P2%	95
	WT-2-95	151	152	155	402	399	385	22	22	23	311	290	304	14,0	84%VIA5+16%VA5	Fe98%Pe2%	94
	WT-2-96	148	150	151	412	416	408	18	19	18	285	291	291	11,4	88%VIA5+12%VA5	Fe95%Pe5%	89
Seria 16	WT-2-97	145	148	141	371	375	375	23	24	23	281	290	294	13,6	75%VIA5+25%VA5	Fe98%Pe2%	96
	WT-2-98	144	141	140	390	381	401	22	23	23	295	285	288	13,6	77%VIA5+23%VA5	Fe98%Pe2%	96
	WT-2-99	145	148	144	401	396	391	23	22	24	295	291	281	13,2	82%VIA5+18%VA5	Fe98%Pe2%	96
	WT-2-100	151	151	154	392	381	392	23	23	22	285	289	281	12,2	85%VIA5+15%VA5	Fe98%Pe2%	95
	WT-2-101	155	148	144	381	382	375	22	24	23	277	281	281	13,6	85%VIA5+15%VA5	Fe98%Pe2%	94
	WT-2-102	151	151	150	395	388	382	24	24	23	290	302	288	14,1	81%VIA5+19%VA5	Fe98%Pe2%	95
Seria 17	WT-2-103	151	151	150	395	388	382	24	24	23	290	302	288	14,1	81%VIA5+19%VA5	Fe98%Pe2%	95
	WT-2-104	140	155	154	391	390	381	23	23	22	301	304	305	13,5	85%VIA5+15%VA5	Fe98%Pe2%	96
	WT-2-105	142	144	151	398	385	384	22	24	24	295	305	302	12,8	86%VIA5+14%VA5	Fe98%Pe2%	95
	WT-2-106	148	148	144	381	382	375	22	24	23	277	281	281	13,6	85%VIA5+15%VA5	Fe98%Pe2%	94
	WT-2-107	151	152	148	382	389	385	22	22	23	305	298	292	13,1	84%VIA5+16%VA5	Fe98%Pe2%	97
	WT-2-108	151	148	151	395	395	392	22	23	23	295	290	304	12,9	85%VIA5+15%VA5	Fe98%Pe2%	95

Nr serii	Nr odlewu	Twardość			Wytrzymałość			Wydłużenie A5			Granica plastyczności Rp 0,2			Udarność (-20°C)	Ocena metalograficzna PN EN 945-1	Rodzaj osnowy (ferryt/perlit)	Stopień sfroidyzacji
		[HB]			[MPa]			[%]			[MPa]			[J]			
		Wyniki uśrednione z trzech prób															
Seria 19	WT-2-109	151	142	152	405	415	418	22	22	23	30	304	301	14,6	88%VIA5+12%VA5	Fe98%Pe2%	94
	WT-2-110	145	144	143	401	391	395	22	23	23	305	285	281	13,5	86%VIA5+14%VA5	Fe98%Pe2%	95
	WT-2-111	146	143	141	378	375	371	23	22	23	291	301	302	13,2	77%VIA5+13%VA5	Fe98%Pe2%	95
	WT-2-112	141	148	141	402	401	390	23	22	22	290	281	281	13,2	81%VIA5+19%VA5	Fe98%Pe2%	96
	WT-2-113	142	141	144	381	382	378	22	24	23	289	281	301	14,3	82%VIA5+18%VA5	Fe98%Pe2%	96
	WT-2-114	148	150	145	380	381	384	23	24	23	281	284	278	13,4	81%VIA5+19%VA5	Fe98%Pe2%	95
Seria 20	WT-2-115	141	145	144	398	395	398	23	22	23	308	302	302	12,9	80%VIA5+20%VA5	Fe98%Pe2%	94
	WT-2-116	148	148	150	378	381	385	23	24	24	301	301	303	12,8	86%VIA5+14%VA5	Fe98%Pe2%	95
	WT-2-117	154	151	149	381	391	385	23	24	24	315	318	311	14,4	86%VIA5+14%VA5	Fe98%Pe2%	96
	WT-2-118	151	148	144	402	391	409	22	24	24	311	298	284	14,1	81%VIA5+19%VA5	Fe98%Pe2%	95
	WT-2-119	143	143	139	408	385	391	24	24	23	314	304	295	13,6	81%VIA5+19%VA5	Fe98%Pe2%	95
	WT-2-120	149	151	145	402	392	383	24	23	22	305	303	300	13,8	81%VIA5+19%VA5	Fe98%Pe2%	95

Tablica 6.5. Wyniki badań. Odlew WT-3 z żeliwa EN-GJS 400 – 18LT

Nr serii	Nr odlewu	Twardość			Wytrzymałość			Wydłużenie A5			Granica plastyczności Rp 0,2			Udarność (-20°C)	Ocena metalograficzna PN EN 945-1	Rodzaj osnowy (ferryt/perlit)	Stopień sfroidyzacji
		[HB]			[MPa]			[%]			[MPa]						
		Wyniki uśrednione z trzech prób															[%]
Seria 1	WT-3-1	154	158	161	415	418	419	18	19	18	310	309	312	14,5	84%VIA5+16%VA5	Fe97%Pe3%	94
	WT-3-2	161	160	155	421	419	415	19	20	21	312	310	311	14,6	85%VIA5+15%VA5	Fe97%Pe3%	95
	WT-3-3	148	142	144	371	365	372	17	16	18	270	285	289	10,8	83%VIA5+17%VA5	Fe94%Pe6%	95
	WT-3-4	155	154	158	418	422	423	20	20	21	302	308	305	13,3	80%VIA5+20%VA5	Fe98%Pe2%	97
	WT-3-5	149	152	133	351	365	370	18	16	14	265	285	272	9,8	83%VIA5+17%VA5	Fe95%Pe5%	86
	WT-3-6	145	140	141	351	355	352	19	18	20	250	255	259	13,1	83%VIA5+17%VA5	Fe94%Pe6%	95
Seria 2	WT-3-7	151	158	160	411	405	412	18	19	18	314	309	312	14,8	86%VIA5+14%VA5	Fe98%Pe2%	98
	WT-3-8	151	160	154	418	411	415	22	20	21	311	311	311	14,1	86%VIA5+14%VA5	Fe97%Pe3%	97
	WT-3-9	141	145	135	368	365	370	16	15	16	240	245	249	9,8	85%VIA5+15%VA5	Fe93%Pe7%	90
	WT-3-10	153	154	158	418	422	423	22	20	22	312	308	305	13,9	86%VIA5+14%VA5	Fe98%Pe2%	97
	WT-3-11	154	159	158	409	41	413	19	19	20	308	312	311	14,1	82%VIA5+18%VA5	Fe97%Pe3%	98
	WT-3-12	151	153	155	412	415	416	20	21	20	302	298	305	13,8	82%VIA5+18%VA5	Fe98%Pe2%	92
Seria 3	WT-3-13	148	158	154	425	422	422	22	21	22	309	314	301	14,2	85%VIA5+15%VA5	Fe97%Pe3%	95
	WT-3-14	152	150	154	411	481	411	21	22	21	310	314	302	14,2	85%VIA5+15%VA5	Fe97%Pe3%	96
	WT-3-15	151	145	144	411	418	416	20	19	22	299	289	288	14,9	84%VIA5+16%VA5	Fe98%Pe2%	96
	WT-3-16	153	154	158	418	422	423	22	20	22	312	308	305	13,9	86%VIA5+14%VA5	Fe98%Pe2%	94
	WT-3-17	152	159	158	409	41	413	17	16	17	308	312	311	10,1	82%VIA5+18%VA5	Fe96%Pe4%	90
	WT-3-18	152	153	155	412	415	416	20	21	20	302	298	305	13,8	82%VIA5+18%VA5	Fe98%Pe2%	97
Seria 5	WT-3-19	148	158	154	425	422	422	22	21	22	309	314	301	14,2	85%VIA5+15%VA5	Fe97%Pe3%	95
	WT-3-20	152	150	154	411	481	411	21	22	21	310	314	302	14,2	85%VIA5+15%VA5	Fe97%Pe3%	96
	WT-3-21	151	145	144	411	418	416	20	19	22	299	289	288	14,9	84%VIA5+16%VA5	Fe98%Pe2%	96
	WT-3-22	153	154	158	418	422	423	22	20	22	312	308	305	13,9	86%VIA5+14%VA5	Fe98%Pe2%	94
	WT-3-23	152	159	158	409	41	413	19	19	20	308	312	311	14,1	82%VIA5+18%VA5	Fe97%Pe3%	95
	WT-3-24	148	158	154	425	422	422	22	21	22	309	314	301	14,2	85%VIA5+15%VA5	Fe97%Pe3%	95

Nr serii	Nr odlewu	Twardość			Wytrzymałość			Wydłużenie A5			Granica plastyczności Rp 0,2			Udarność (-20°C)	Ocena metalograficzna PN EN 945-1	Rodzaj osnowy (ferryt/perlit)	Stopień sfroidyzacji
		[HB]			[MPa]			[%]			[MPa]						
		Wyniki uśrednione z trzech prób															
Seria 6	WT-3-25	148	158	154	425	422	422	22	21	22	309	314	301	14,2	85%VIA5+15%VA5	Fe97%Pe3%	95
	WT-3-26	152	150	154	411	421	411	21	22	21	310	314	302	14,2	85%VIA5+15%VA5	Fe97%Pe3%	96
	WT-3-27	151	145	144	411	418	416	20	19	22	299	289	288	14,9	84%VIA5+16%VA5	Fe98%Pe2%	96
	WT-3-28	153	154	158	418	422	423	22	20	22	312	308	305	13,9	86%VIA5+14%VA5	Fe98%Pe2%	94
	WT-3-29	151	158	159	411	415	412	14	16	16	285	314	315	10,6	84%VIA5+16%VA5	Fe93%Pe7%	92
	WT-3-30	150	148	145	422	418	419	19	21	19	312	305	308	14,2	84%VIA5+16%VA5	Fe97%Pe3%	95
Seria 11	WT-3-31	158	161	164	428	422	429	18	17	17	319	315	315	10,2	84%VIA5+16%VA5	Fe95%Pe5%	93
	WT-3-32	155	150	154	415	421	415	21	22	21	310	314	302	14,2	85%VIA5+15%VA5	Fe97%Pe3%	96
	WT-3-33	152	145	154	411	418	416	22	19	22	299	289	288	14,9	84%VIA5+16%VA5	Fe98%Pe2%	96
	WT-3-34	152	155	158	418	422	423	21	20	21	312	308	305	13,9	86%VIA5+14%VA5	Fe98%Pe2%	94
	WT-3-35	156	158	160	411	415	412	19	20	21	285	314	315	10,6	84%VIA5+16%VA5	Fe93%Pe7%	96
	WT-3-36	159	161	168	422	425	426	19	17	16	315	314	318	10,2	84%VIA5+16%VA5	Fe94%Pe6%	90
Seria 12	WT-3-37	158	165	162	418	422	425	19	22	21	319	315	315	10,2	84%VIA5+16%VA5	Fe97%Pe3%	93
	WT-3-38	165	162	158	418	420	421	21	20	21	310	314	302	14,2	85%VIA5+15%VA5	Fe97%Pe3%	96
	WT-3-39	154	148	152	422	417	418	22	21	22	299	289	288	14,9	84%VIA5+16%VA5	Fe98%Pe2%	96
	WT-3-40	151	154	155	419	425	421	21	19	21	312	308	305	13,9	86%VIA5+14%VA5	Fe98%Pe2%	94
	WT-3-41	158	151	161	414	415	418	20	22	21	285	314	315	12,6	84%VIA5+16%VA5	Fe93%Pe7%	96
	WT-3-42	160	161	165	421	420	421	19	19	22	315	314	318	13,2	84%VIA5+16%VA5	Fe96%Pe4%	95
Seria 14	WT-3-43	161	165	162	418	422	425	18	22	21	315	315	315	12,2	86%VIA5+14%VA5	Fe97%Pe3%	92
	WT-3-44	165	156	158	418	421	421	21	22	21	310	311	300	13,2	85%VIA5+15%VA5	Fe96%Pe4%	96
	WT-3-45	155	148	155	422	417	422	22	21	20	299	289	298	14,5	81%VIA5+19%VA5	Fe98%Pe2%4	96
	WT-3-46	148	151	155	419	419	421	21	22	21	312	304	305	13,9	82%VIA5+18%VA5	Fe98%Pe2%	94
	WT-3-47	155	149	161	484	415	418	23	22	21	299	314	315	12,7	80%VIA5+20%VA5	Fe96%Pe4%	94
	WT-3-48	160	158	158	420	421	421	19	24	22	315	311	318	13,8	77%VIA5+23%VA5	Fe96%Pe4%	95

Nr serii	Nr odlewu	Twardość			Wytrzymałość			Wydłużenie A5			Granica plastyczności Rp 0,2			Udarność (-20°C) [J]	Ocena metalograficzna PN EN 945-1	Rodzaj osnowy (ferryt/perlit) [%]	Stopień sfroidyzacji [%]
		[HB]			[MPa]			[%]			[MPa]						
		Wyniki uśrednione z trzech prób															
Seria 15	WT-3-49	154	154	158	421	412	412	20	19	20	304	301	304	14,1	82%VIA5+18%VIA5	Fe96%Pe4%	94
	WT-3-50	158	161	160	419	412	412	20	19	22	310	311	314	13,8	84%VIA5+16%VIA5	Fe95%Pe5%	95
	WT-3-51	156	155	152	422	418	411	20	19	19	306	305	312	13,5	85%VIA5+15%VIA5	Fe96%Pe4%	95
	WT-3-52	155	154	158	419	415	416	20	22	20	319	318	315	14,8	84%VIA5+16%VIA5	Fe96%Pe4%	95
	WT-3-53	152	152	158	418	415	416	21	21	18	307	309	314	14,5	81%VIA5+19%VA5	Fe98%Pe2%	95
	WT-3-54	154	162	154	421	428	423	21	22	22	310	315	311	12,6	83%VIA5+17%VA5	Fe96%Pe4%	96
Seria 18	WT-3-55	154	151	155	420	414	418	20	21	22	307	305	304	13,1	84%VIA5+17%VIA3	Fe97%Pe3%	95
	WT-3-56	154	152	152	411	415	412	20	19	22	312	318	314	13,5	81%VIA5+19%VIA5	Fe97%Pe3%	96
	WT-3-57	154	159	158	409	41	413	19	19	20	308	312	311	14,1	82%VIA5+18%VA5	Fe97%Pe3%	98
	WT-3-58	151	153	155	412	415	416	20	21	20	302	298	305	13,8	82%VIA5+18%VA5	Fe98%Pe2%	92
	WT-3-59	152	154	155	411	412	409	21	21	22	298	299	305	14,4	81%VIA5+19%VA5	Fe97%Pe3%	94
	WT-3-60	141	145	146	411	409	402	20	22	20	304	301	299	14,2	85%VIA5+15%VA5	Fe98%Pe2%	98

Tablica 6.6. Wyniki badań. Odlew **WT-3** z żeliwa **EN-GJS 350 – 22LT**

Nr serii	Nr odlewu	Twardość			Wytrzymałość			Wydłużenie A5			Granica plastyczności Rp 0,2			Udarność (-40°C) [J]	Ocena metalograficzna PN EN 945-1	Rodzaj osnowy (ferryt/perlit)	Stopień sfroidyzacji
		[HB]			[MPa]			[%]			[MPa]					[%]	
		Wyniki uśrednione z trzech prób															
Seria 4	WT-3-61	151	148	150	381	380	375	18	18	19	311	301	302	11,8	86%VIA5+14%VA5	Fe97%Pe3%	90
	WT-3-62	150	150	154	380	379	271	22	22	23	301	295	292	13,1	84%VIA5+16%VA5	Fe98%Pe2%	97
	WT-3-63	151	150	151	395	395	392	18	19	19	289	291	301	10,9	85%VIA5+15%VA5	Fe97%Pe3%	91
	WT-3-64	143	148	148	380	375	379	22	24	22	302	309	302	13,5	86%VIA5+14%VA5	Fe98%Pe2%	96
	WT-3-65	142	149	148	375	395	396	23	24	23	305	302	311	14,1	80%VIA5+20%VA5	Fe98%Pe2%	98
	WT-3-66	152	143	145	385	381	399	22	23	23	300	288	275	13,4	82%VIA5+18%VA5	Fe98%Pe2%	97
Seria 7	WT-3-67	151	148	150	381	380	375	18	18	19	311	301	302	11,8	86%VIA5+14%VA5	Fe97%Pe3%	90
	WT-3-68	150	150	154	380	379	271	22	22	23	301	295	292	13,1	84%VIA5+16%VA5	Fe98%Pe2%	97
	WT-3-69	151	150	151	395	395	392	22	23	23	299	291	305	12,9	85%VIA5+15%VA5	Fe98%Pe2%	95
	WT-3-70	143	148	148	380	375	379	22	24	22	302	309	302	13,5	86%VIA5+14%VA5	Fe98%Pe2%	96
	WT-3-71	151	150	151	395	395	392	18	19	19	289	291	301	10,9	85%VIA5+15%VA5	Fe97%Pe3%	91
	WT-3-72	150	148	144	375	371	389	22	24	23	281	281	285	13,4	80%VIA5+20%VA5	Fe98%Pe2%	97
Seria 8	WT-3-73	148	148	150	378	381	385	23	24	24	301	301	303	12,8	86%VIA5+14%VA5	Fe98%Pe2%	95
	WT-3-74	150	150	154	380	379	371	23	22	23	301	295	292	13,1	84%VIA5+16%VA5	Fe98%Pe2%	97
	WT-3-75	151	150	151	399	410	399	23	24	23	299	291	305	12,9	85%VIA5+15%VA5	Fe98%Pe2%	95
	WT-3-76	143	148	148	388	378	379	22	23	22	302	309	302	13,5	86%VIA5+14%VA5	Fe98%Pe2%	96
	WT-3-77	150	145	148	388	385	385	23	24	22	299	295	285	13,9	86%VIA5+14%VA5	Fe98%Pe2%	96
	WT-3-78	150	148	147	395	405	389	22	23	24	275	285	274	14,4	82%VIA5+18%VA5	Fe98%Pe2%	96
Seria 9	WT-3-79	145	144	151	398	385	384	22	24	24	295	305	302	12,8	86%VIA5+14%VA5	Fe98%Pe2%	95
	WT-3-80	151	152	148	382	389	385	22	22	23	305	298	292	13,1	84%VIA5+16%VA5	Fe98%Pe2%	97
	WT-3-81	150	148	151	395	395	392	22	23	23	295	290	304	12,9	85%VIA5+15%VA5	Fe98%Pe2%	95
	WT-3-82	148	145	144	380	375	379	22	24	22	308	307	305	13,5	86%VIA5+14%VA5	Fe98%Pe2%	96
	WT-3-83	151	144	148	385	382	381	22	24	22	307	305	304	13,9	86%VIA5+14%VA5	Fe98%Pe2%	96
	WT-3-84	151	154	145	375	382	381	22	24	24	295	295	284	14,4	82%VIA5+18%VA5	Fe98%Pe2%	96

Nr serii	Nr odlewu	Twardość			Wytrzymałość			Wydłużenie A5			Granica plastyczności Rp 0,2			Udarność (-20°C)	Ocena metalograficzna PN EN 945-1	Rodzaj osnowy (ferryt/perlit)	Stopień sfroidyzacji
		[HB]			[MPa]			[%]			[MPa]						
		Wyniki uśrednione z trzech prób															
Seria 10	WT-3-85	151	148	150	388	391	384	20	20	29	298	309	311	10,8	88%VIA5+12%VA5	Fe98%Pe2%	92
	WT-3-86	152	150	152	380	379	371	23	22	23	301	295	292	13,6	85%VIA5+15%VA5	Fe98%Pe2%	97
	WT-3-87	150	150	153	399	410	399	23	24	23	295	290	305	12,9	85VIA5+14%VA5	Fe98%Pe2%	96
	WT-3-88	143	148	145	389	415	412	21	20	19	302	309	302	10,5	87%VIA5+13%VA5	Fe98%Pe2%	91
	WT-3-89	151	152	148	388	385	385	23	24	22	291	298	295	13,5	85%VIA5+15%VA5	Fe98%Pe2%	94
	WT-3-90	158	158	147	395	405	389	22	23	24	295	293	284	14,2	82%VIA5+18%VA5	Fe98%Pe2%	95
Seria 13	WT-3-91	142	144	148	411	399	395	22	24	24	299	305	302	13,8	86%VIA5+14%VA5	Fe98%Pe2%	95
	WT-3-92	151	149	148	411	405	416	22	22	23	298	298	292	13,6	87%VIA5+13%VA5	Fe98%Pe2%	96
	WT-3-93	152	155	151	399	396	391	22	23	23	294	292	301	12,5	85%VIA5+15%VA5	Fe98%Pe2%	95
	WT-3-94	140	142	144	411	395	379	22	24	22	305	307	305	13,8	89%VIA5+11%VA5	Fe98%Pe2%	95
	WT-3-95	151	142	145	408	399	381	22	24	22	301	308	304	13,9	86%VIA5+14%VA5	Fe98%Pe2%	94
	WT-3-96	151	148	144	402	391	409	22	24	24	311	298	284	14,1	81%VIA5+19%VA5	Fe98%Pe2%	95
Seria 16	WT-3-97	150	155	154	391	390	381	23	23	22	301	304	305	13,5	85%VIA5+15%VA5	Fe98%Pe2%	96
	WT-3-98	145	151	151	370	384	380	24	23	23	300	295	301	13,1	80%VIA5+20%VA5	Fe98%Pe2%	96
	WT-3-99	148	150	145	380	381	384	23	24	23	281	284	278	13,4	81%VIA5+19%VA5	Fe98%Pe2%	95
	WT-3-100	151	150	154	391	381	392	23	24	24	291	289	278	13,2	80%VIA5+20%VA5	Fe98%Pe2%	95
	WT-3-101	145	141	145	381	385	384	23	23	24	299	291	288	13,2	77%VIA5+23%VA5	Fe98%Pe2%	95
	WT-3-102	145	144	151	398	385	384	22	24	24	295	305	302	12,8	86%VIA5+14%VA5	Fe98%Pe2%	95
Seria 17	WT-3-103	149	148	144	380	375	379	22	23	22	308	307	305	13,5	86%VIA5+14%VA5	Fe98%Pe2%	96
	WT-3-104	150	148	151	395	395	392	24	23	23	295	290	304	12,9	85%VIA5+15%VA5	Fe98%Pe2%	95
	WT-3-105	146	141	151	398	385	384	22	22	24	295	305	302	12,8	86%VIA5+14%VA5	Fe98%Pe2%	95
	WT-3-106	152	152	149	382	389	385	22	23	23	305	298	292	13,1	84%VIA5+16%VA5	Fe98%Pe2%	97
	WT-3-107	150	152	154	391	381	392	23	23	24	291	289	278	13,2	80%VIA5+20%VA5	Fe98%Pe2%	95
	WT-3-108	148	148	145	381	385	384	22	23	24	299	291	288	13,2	77%VIA5+23%VA5	Fe98%Pe2%	95

Nr serii	Nr odlewu	Twardość			Wytrzymałość			Wydłużenie A5			Granica plastyczności Rp 0,2			Udarność (-20°C)	Ocena metalograficzna PN EN 945-1	Rodzaj osnowy (ferryt/perlit)	Stopień sfroidyzacji
		[HB]			[MPa]			[%]			[MPa]			[J]			
		Wyniki uśrednione z trzech prób															
Seria 19	WT-3-109	145	141	141	391	391	390	22	23	23	301	301	298	13,8	78%VIA5+22%VA5	Fe98%Pe2%	94
	WT-3-110	150	155	154	391	390	381	23	23	22	301	304	305	13,5	85%VIA5+15%VA5	Fe98%Pe2%	96
	WT-3-111	141	148	141	385	375	385	24	23	23	298	291	294	13,5	81%VIA5+19%VA5	Fe98%Pe2%	97
	WT-3-112	151	151	150	395	388	382	24	24	23	290	302	288	14,1	81%VIA5+19%VA5	Fe98%Pe2%	95
	WT-3-113	150	145	148	388	385	385	23	24	22	299	295	285	13,9	86%VIA5+14%VA5	Fe98%Pe2%	96
	WT-3-114	145	151	151	370	384	380	24	23	23	300	295	301	13,1	80%VIA5+20%VA5	Fe98%Pe2%	96
Seria 20	WT-3-115	148	140	142	390	405	402	24	22	23	299	302	284	13,1	82%VIA5+18%VA5	Fe98%Pe2%	96
	WT-3-116	149	145	155	399	386	382	23	22	23	371	370	381	13,2	82%VIA5+18%VIA5	Fe98%Pe2%	94
	WT-3-117	142	141	143	383	382	385	24	23	24	285	281	282	14,1	81%VIA5+19%VA	Fe98%Pe2%	96
	WT-3-118	145	142	144	375	381	375	24	23	23	295	281	286	14,1	80%VIA5+20%VA5	Fe98%Pe2%	96
	WT-3-119	142	144	142	382	385	405	24	22	23	296	284	307	13,5	84%VIA5+16%VA5	Fe98%Pe2%	95
	WT-3-120	145	141	144	381	382	378	22	24	23	289	281	301	14,3	82%VIA5+18%VA5	Fe98%Pe2%	96

Tablica 6.7. Wyniki badań. Odlew **WT-4** z żeliwa **EN-GJS 400 – 18LT**

Nr serii	Nr odlewu	Twardość			Wytrzymałość			Wydłużenie A5			Granica plastyczności Rp 0,2			Udarność (-20°C)	Ocena metalograficzna PN EN 945-1	Rodzaj osnowy (ferryt/perlit)	Stopień sfroidyzacji
		[HB]			[MPa]			[%]			[MPa]						
		Wyniki uśrednione z trzech prób															
Seria 1	WT-4-1	155	156	161	418	417	412	19	19	20	288	292	285	14,1	86%VIA5+14%VA5	Fe96%Pe4%	96
	WT-4-2	141	140	144	341	375	348	18	17	17	270	265	279	10,8	83%VIA5+17%VA5	Fe90%Pe10%	90
	WT-4-3	146	145	146	412	415	413	12	11	9	279	275	301	15,1	81%VIA5+12%VA5	Fe96%Pe4%	94
	WT-4-4	149	155	158	412	414	412	22	22	21	309	311	312	14,5	85%VIA5+15%VA5	Fe98%Pe2%	97
	WT-4-5	145	146	144	408	409	416	21	19	20	295	305	301	14,2	88%VIA5+12%VA5	Fe98%Pe2%	94
	WT-4-6	146	144	145	419	415	416	20	21	20	298	302	304	14,4	84%VIA5+16%VA5	Fe97%Pe3%	96
Seria 2	WT-4-7	152	154	155	411	412	409	21	21	22	298	299	305	14,4	81%VIA5+19%VA5	Fe97%Pe3%	94
	WT-4-8	141	145	146	411	409	402	20	22	20	304	301	299	14,2	85%VIA5+15%VA5	Fe98%Pe2%	98
	WT-4-9	146	145	141	402	411	415	22	21	20	302	305	305	14,1	84%VIA5+16%VA5	Fe96%Pe4%	96
	WT-4-10	141	142	140	365	370	372	20	19	18	260	278	271	12,6	82%VIA5+18%VA5	Fe97%Pe3%	96
	WT-4-11	148	146	141	418	413	416	23	18	20	298	305	301	14,3	88%VIA5+12%VA5	Fe98%Pe2%	97
	WT-4-12	141	148	151	415	415	418	20	21	20	298	312	304	14,5	85%VIA5+15%VA5	Fe97%Pe3%	94
Seria 3	WT-4-13	155	151	152	411	410	415	22	20	20	290	285	301	14,1	85%VIA5+15%VA5	Fe98%Pe2%	98
	WT-4-14	148	151	148	410	405	411	21	22	21	314	310	295	13,6	80%VIA5+20%VA5	Fe98%Pe2%	94
	WT-4-15	151	154	146	395	402	403	22	22	20	295	299	302	14,1	82%VIA5+18%VA5	Fe97%Pe3%	97
	WT-4-16	148	145	148	399	395	404	18	21	21	311	314	318	14,5	84%VIA5+16%VA5	Fe96%Pe4%	95
	WT-4-17	148	146	141	418	413	416	23	18	20	298	305	301	14,3	88%VIA5+12%VA5	Fe98%Pe2%	91
	WT-4-18	140	138	146	418	415	418	22	21	22	298	302	304	13,5	85%VIA5+15%VA5	Fe97%Pe3%	94
Seria 5	WT-4-19	155	151	152	411	410	415	22	20	20	290	285	301	14,1	85%VIA5+15%VA5	Fe98%Pe2%	98
	WT-4-20	148	151	148	410	405	411	21	22	21	314	310	295	13,6	80%VIA5+20%VA5	Fe98%Pe2%	94
	WT-4-21	151	154	146	395	402	403	22	22	20	295	299	302	14,1	82%VIA5+18%VA5	Fe97%Pe3%	97
	WT-4-22	148	145	148	399	395	404	18	21	21	311	314	318	14,5	84%VIA5+16%VA5	Fe96%Pe4%	95
	WT-4-23	148	146	141	418	413	416	23	18	20	298	305	301	14,3	88%VIA5+12%VA5	Fe98%Pe2%	91
	WT-4-24	140	138	146	418	415	418	22	21	22	298	302	304	13,5	85%VIA5+15%VA5	Fe97%Pe3%	94

Nr serii	Nr odlewu	Twardość			Wytrzymałość			Wydłużenie A5			Granica plastyczności Rp 0,2			Udarność (-20°C)	Ocena metalograficzna PN EN 945-1	Rodzaj osnowy (ferryt/perlit)	Stopień sfroidyzacji
		[HB]			[MPa]			[%]			[MPa]			[J]			
		Wyniki uśrednione z trzech prób															
Seria 6	WT-4-25	151	151	152	415	414	418	19	20	20	280	275	280	13,1	87%VIA5+13%VA5	Fe97%Pe3%	94
	WT-4-26	155	152	153	414	415	411	19	20	21	291	275	285	13,6	89%VIA5+11%VA5	Fe96%Pe4%	94
	WT-4-27	152	153	156	412	422	413	20	21	20	296	298	385	13,1	82%VIA5+18%VA5	Fe97%Pe3%	97
	WT-4-28	148	146	145	411	414	418	19	21	21	305	291	290	14,2	85%VIA5+15%VA5	Fe96%Pe4%	96
	WT-4-29	148	144	142	421	423	426	21	18	20	288	291	290	13,3	88%VIA5+12%VA5	Fe98%Pe2%	95
	WT-4-30	148	146	141	418	413	416	23	18	20	298	305	301	14,3	88%VIA5+12%VA5	Fe98%Pe2%	91
Seria 11	WT-4-31	155	153	154	415	414	420	19	20	20	280	275	280	13,1	87%VIA5+13%VA5	Fe98%Pe4%	95
	WT-4-32	152	152	152	414	415	411	19	20	21	291	275	285	13,6	89%VIA5+11%VA5	Fe97%Pe3%	95
	WT-4-33	154	153	155	412	422	413	20	21	20	296	298	385	13,1	82%VIA5+18%VA5	Fe97%Pe3%	97
	WT-4-34	148	146	145	411	414	418	19	21	21	305	291	290	14,2	85%VIA5+15%VA5	Fe96%Pe4%	96
	WT-4-35	158	154	152	419	420	426	21	18	20	298	295	298	13,1	89%VIA5+11%VA5	Fe97%Pe3%	95
	WT-4-36	152	148	155	415	415	416	23	18	20	288	305	300	14,2	85%VIA5+15%VA5	Fe97%Pe3%	95
Seria 12	WT-4-37	154	163	164	418	415	421	19	20	20	280	275	280	13,1	87%VIA5+13%VA5	Fe98%Pe4%	95
	WT-4-38	162	158	159	415	415	418	19	20	21	291	275	285	13,6	89%VIA5+11%VA5	Fe98%Pe2%	95
	WT-4-39	161	158	158	418	422	415	20	21	20	296	298	385	13,1	82%VIA5+18%VA5	Fe97%Pe3%	97
	WT-4-40	161	166	158	415	414	419	19	21	21	305	291	290	14,2	85%VIA5+15%VA5	Fe96%Pe4%	96
	WT-4-41	165	164	162	420	418	424	20	18	20	298	295	298	13,1	89%VIA5+11%VA5	Fe97%Pe3%	95
	WT-4-42	158	158	162	416	416	418	22	18	20	288	305	300	14,2	85%VIA5+15%VA5	Fe97%Pe3%	95
Seria 14	WT-4-43	154	152	164	418	415	415	19	20	21	280	275	305	13,2	87%VIA5+13%VA5	Fe98%Pe2%	96
	WT-4-44	154	158	159	415	411	418	19	22	21	294	295	285	13,6	85%VIA5+15%VA5	Fe98%Pe2%	95
	WT-4-45	161	151	158	412	422	415	21	21	20	298	298	385	13,1	82%VIA5+18%VA5	Fe97%Pe3%	97
	WT-4-46	148	166	156	415	411	419	19	20	21	305	298	290	14,1	83%VIA5+17%VA5	Fe96%Pe4%	97
	WT-4-47	155	161	162	421	418	421	20	18	22	295	295	305	13,5	84%VIA5+15%VA5	Fe97%Pe3%	96
	WT-4-48	158	159	162	416	414	418	22	21	20	288	301	300	14,5	89%VIA5+11%VA5	Fe97%Pe3%	95

Nr serii	Nr odlewu	Twardość			Wytrzymałość			Wydłużenie A5			Granica plastyczności Rp 0,2			Udarność (-20°C)	Ocena metalograficzna PN EN 945-1	Rodzaj osnowy (ferryt/perlit)	Stopień sfroidyzacji
		[HB]			[MPa]			[%]			[MPa]			[J]		[%]	[%]
		Wyniki uśrednione z trzech prób															
Seria 15	WT-4-49	155	161	162	421	418	421	20	18	22	295	295	305	13,5	84%VIA5+15%VA5	Fe97%Pe3%	96
	WT-4-50	158	159	162	416	414	418	22	21	20	288	301	300	14,5	89%VIA5+11%VA5	Fe97%Pe3%	95
	WT-4-51	155	161	162	421	418	421	20	18	22	295	295	305	13,5	84%VIA5+15%VA5	Fe97%Pe3%	96
	WT-4-52	158	159	162	416	414	418	22	21	20	288	301	300	14,5	89%VIA5+11%VA5	Fe97%Pe3%	95
	WT-4-53	154	151	152	423	421	412	21	21	21	304	295	299	14,0	84%VIA5+16%VA5	Fe95%Pe5%	95
	WT-4-54	155	156	154	418	418	421	21	21	22	284	305	305	12,9	88%VIA5+12%VA5	Fe97%Pe3%	95
Seria 18	WT-4-55	146	145	141	402	411	415	22	21	20	302	305	305	14,1	84%VIA5+16%VA5	Fe96%Pe4%	96
	WT-4-56	150	148	145	422	418	419	19	21	19	312	305	308	14,2	84%VIA5+16%VA5	Fe97%Pe3%	95
	WT-4-57	151	151	152	415	414	418	19	20	20	280	275	280	13,1	87%VIA5+13%VA5	Fe97%Pe3%	94
	WT-4-58	155	152	153	414	415	411	19	20	21	291	275	285	13,6	89%VIA5+11%VA5	Fe96%Pe4%	94
	WT-4-59	155	154	158	419	415	416	20	22	20	319	318	315	14,8	84%VIA5+16%VIA5	Fe96%Pe4%	95
	WT-4-60	152	152	158	418	415	416	21	21	18	307	309	314	14,5	81%VIA5+19%VA5	Fe98%Pe2%	95

Tablica 6.8. Wyniki badań. Odlew **WT-4** z żeliwa **EN-GJS 350 – 22LT**

Nr serii	Nr odlewu	Twardość			Wytrzymałość			Wydłużenie A5			Granica plastyczności Rp 0,2			Udarność (-40°C)	Ocena metalograficzna PN EN 945-1	Rodzaj osnowy (ferryt/perlit)	Stopień sfroidyzacji
		[HB]			[MPa]			[%]			[MPa]						
		Wyniki uśrednione z trzech prób														[J]	[%]
Seria 4	WT-4-61	151	145	146	401	407	402	23	23	22	298	292	290	14,1	86%VIA5+14%VA5	Fe98%Pe2%	95
	WT-4-62	145	144	141	388	478	388	23	22	23	304	301	308	13,6	80%VIA5+20%VA5	Fe98%Pe2%	98
	WT-4-63	156	155	146	411	410	401	22	23	23	299	288	278	14,1	82%VIA5+18%VA5	Fe98%Pe2%	97
	WT-4-64	139	135	138	385	375	371	20	20	19	395	281	281	11,5	85%VIA5+15%VA5	Fe93%Pe3%	92
	WT-4-65	145	141	141	390	378	368	23	24	23	298	295	290	14,3	78%VIA5+22%VA5	Fe98%Pe2%	96
	WT-4-66	141	148	141	405	403	398	16	17	19	298	291	294	10,5	81%VIA5+19%VA5	Fe96%Pe4%	90
Seria 7	WT-4-67	141	145	141	375	385	370	22	23	24	285	282	285	14,5	85%VIA5+15%VA5	Fe98%Pe2%	96
	WT-4-68	145	144	141	388	478	388	23	22	23	304	301	308	13,6	80%VIA5+20%VA5	Fe98%Pe2%	98
	WT-4-69	156	155	146	391	402	401	22	23	23	299	288	278	14,1	82%VIA5+18%VA5	Fe98%Pe2%	97
	WT-4-70	145	144	148	377	388	381	22	24	23	299	285	284	12,5	86%VIA5+14%VA5	Fe98%Pe2%	96
	WT-4-71	139	135	138	385	375	371	20	20	19	295	281	281	11,5	85%VIA5+15%VA5	Fe93%Pe3%	92
	WT-4-72	151	148	151	385	385	375	23	24	23	288	292	293	13,5	81%VIA5+19%VA5	Fe98%Pe2%	95
Seria 8	WT-4-73	144	140	141	395	388	390	24	23	24	275	272	285	13,5	81%VIA5+19%VA5	Fe98%Pe2%	95
	WT-4-74	151	150	151	401	398	396	18	19	19	289	291	301	10,9	85%VIA5+15%VA5	Fe97%Pe3%	91
	WT-4-75	155	151	148	396	402	405	24	23	23	289	288	288	13,5	80%VIA5+20%VA5	Fe98%Pe2%	95
	WT-4-76	141	145	149	375	378	385	22	24	23	305	295	281	12,8	81%VIA5+19%VA5	Fe98%Pe2%	97
	WT-4-77	149	145	144	375	385	381	22	24	23	285	282	283	14,5	84%VIA5+16%VA5	Fe98%Pe2%	95
	WT-4-78	150	148	155	377	381	378	22	22	24	287	285	283	13,8	81%VIA5+19%VA5	Fe98%Pe2%	94
Seria 9	WT-4-79	145	143	145	385	395	370	24	24	23	285	292	295	13,5	81%VIA5+19%VA5	Fe98%Pe2%	95
	WT-4-80	145	151	144	398	395	392	18	19	19	294	295	305	11,9	85%VIA5+15%VA5	Fe97%Pe3%	91
	WT-4-81	148	145	144	390	405	402	24	23	23	295	298	285	13,5	80%VIA5+20%VA5	Fe98%Pe2%	95
	WT-4-82	151	150	149	395	398	395	23	24	23	306	298	281	12,8	81%VIA5+19%VA5	Fe98%Pe2%	97
	WT-4-83	145	148	148	385	384	381	22	23	23	295	288	285	14,5	84%VIA5+16%VA5	Fe98%Pe2%	95
	WT-4-84	152	154	152	405	399	398	23	23	24	289	28	293	13,8	81%VIA5+19%VA5	Fe98%Pe2%	94

Nr serii	Nr odlewu	Twardość			Wytrzymałość			Wydłużenie A5			Granica plastyczności Rp 0,2			Udarność (-20°C)	Ocena metalograficzna PN EN 945-1	Rodzaj osnowy (ferryt/perlit)	Stopień sfroidyzacji
		[HB]			[MPa]			[%]			[MPa]						
		Wyniki uśrednione z trzech prób															
Seria 10	WT-4-85	145	143	141	395	388	390	24	23	24	285	294	295	13,4	80%VIA5+20%VA5	Fe98%Pe2%	94
	WT-4-86	148	153	150	401	398	396	24	23	23	299	306	308	12,8	84%VIA5+16%VA5	Fe97%Pe3%	95
	WT-4-87	152	151	152	396	402	405	24	23	23	299	304	311	13,2	80%VIA5+20%VA5	Fe98%Pe2%	96
	WT-4-88	144	141	145	395	398	405	23	24	22	308	305	291	12,8	81%VIA5+19%VA5	Fe98%Pe2%	97
	WT-4-89	142	143	144	405	395	391	24	24	23	305	304	306	14,5	84%VIA5+16%VA5	Fe98%Pe2%	95
	WT-4-90	148	141	155	408	411	412	23	22	24	295	297	283	13,8	81%VIA5+19%VA5	Fe98%Pe2%	96
Seria 13	WT-4-91	143	143	139	408	385	391	24	24	23	314	304	295	13,6	81%VIA5+19%VA5	Fe98%Pe2%	95
	WT-4-92	141	145	144	398	395	398	23	22	23	308	302	302	12,9	80%VIA5+20%VA5	Fe98%Pe2%	94
	WT-4-93	148	140	142	390	405	402	24	22	23	299	302	284	13,1	82%VIA5+18%VA5	Fe98%Pe2%	96
	WT-4-94	148	150	145	395	398	395	22	24	23	306	298	281	12,8	81%VIA5+19%VA5	Fe98%Pe2%	97
	WT-4-95	151	148	152	385	384	381	22	22	23	295	288	285	14,5	84%VIA5+16%VA5	Fe98%Pe2%	95
	WT-4-96	150	151	152	405	399	398	23	22	24	289	28	293	13,8	81%VIA5+19%VA5	Fe98%Pe2%	94
Seria 16	WT-4-97	151	152	148	382	389	385	22	22	23	305	298	292	13,1	84%VIA5+16%VA5	Fe98%Pe2%	97
	WT-4-98	150	148	151	395	395	392	22	23	23	295	290	304	12,9	85%VIA5+15%VA5	Fe98%Pe2%	95
	WT-4-99	148	145	144	380	375	379	22	24	22	308	307	305	13,5	86%VIA5+14%VA5	Fe98%Pe2%	96
	WT-4-100	145	148	141	371	375	375	23	24	23	281	290	294	13,6	75%VIA5+25%VA5	Fe98%Pe2%	96
	WT-4-101	144	141	140	390	381	401	22	23	23	295	285	288	13,6	77%VIA5+23%VA5	Fe98%Pe2%	96
	WT-4-102	145	148	144	401	396	391	23	22	24	295	291	281	13,2	82%VIA5+18%VA5	Fe98%Pe2%	96
Seria 17	WT-4-103	145	148	145	381	385	384	23	23	24	299	291	288	13,2	77%VIA5+23%VA5	Fe98%Pe2%	95
	WT-4-104	142	142	141	412	411	399	24	23	24	305	308	291	14,1	82%VIA5+18%VA5	Fe98%P2%	96
	WT-4-105	140	146	145	399	405	402	23	23	22	312	304	295	13,5	84%VIA5+16%VA5	Fe98%Pe2%	96
	WT-4-106	154	145	141	405	385	391	23	22	24	291	304	295	13,1	85%VIA5+15%VIA5	Fe98%Pe2%	95
	WT-4-107	150	141	143	411	403	395	23	22	23	298	295	291	13,5	82%VIA5+18%VIA5	Fe98%Pe2%	96
	WT-4-108	159	165	162	415	414	412	22	24	23	298	295	281	13,9	88%VIA5+12%VA5	Fe97%Pe3%	96

Nr serii	Nr odlewu	Twardość			Wytrzymałość			Wydłużenie A5			Granica plastyczności Rp 0,2			Udarność (-20°C)	Ocena metalograficzna PN EN 945-1	Rodzaj osnowy (ferryt/perlit)	Stopień sfroidyzacji
		[HB]			[MPa]			[%]			[MPa]			[J]			
		Wyniki uśrednione z trzech prób															
Seria 19	WT-4-109	152	151	151	390	381	401	23	24	23	298	305	298	13,5	78%VIA5+22%VA5	Fe98%Pe2%	94
	WT-4-110	151	150	154	391	381	392	23	24	24	291	289	278	13,2	80%VIA5+20%VA5	Fe98%Pe2%	95
	WT-4-111	145	141	145	381	385	384	23	23	24	299	291	288	13,2	77%VIA5+23%VA5	Fe98%Pe2%	95
	WT-4-112	150	148	148	389	395	399	24	24	22	305	304	285	13,4	86%VIA5+14%VA5	Fe98%Pe2%	96
	WT-4-113	151	150	151	395	395	392	22	23	23	311	295	285	12,8	84%VIA5+16%VA5	Fe98%Pe2%	96
	WT-4-114	150	151	145	391	390	381	22	22	23	291	290	278	13,1	88%VIA5+12%VA5	Fe98%Pe2%	94
Seria 20	WT-4-115	145	143	141	379	375	371	23	22	23	291	301	302	13,2	77%VIA5+13%VA5	Fe98%Pe2%	95
	WT-4-116	145	143	141	391	395	390	22	23	24	304	301	298	13,8	78%VIA5+22%VA5	Fe98%Pe2%	94
	WT-4-117	143	148	144	402	401	390	23	22	22	290	291	281	13,2	81%VIA5+19%VA5	Fe98%Pe2%	96
	WT-4-118	140	146	145	399	405	402	23	23	22	312	304	295	13,5	84%VIA5+16%VA5	Fe98%Pe2%	96
	WT-4-119	150	140	141	405	385	391	23	22	22	289	295	301	13,1	85%VIA5+15%VIA5	Fe98%Pe2%	95
	WT-4-120	150	141	143	411	403	395	23	22	23	305	298	291	13,5	82%VIA5+18%VIA5	Fe98%Pe2%	96

Tablica 6.9. Wyniki badań. Odlew **WT-5** z żeliwa **EN-GJS 400 – 18LT**

Nr serii	Nr odlewu	Twardość			Wytrzymałość			Wydłużenie A5			Granica plastyczności Rp 0,2			Udarność (-20°C)	Ocena metalograficzna PN EN 945-1	Rodzaj osnowy (ferryt/perlit)	Stopień sfroidyzacji
		[HB]			[MPa]			[%]			[MPa]			[J]			
		Wyniki uśrednione z trzech prób															
Seria 1	WT-5-1	151	155	158	421	420	418	21	22	20	288	295	298	14,5	88%VIA5+12%VA5	Fe98%Pe2%	98
	WT-5-2	145	148	152	411	415	415	20	22	22	305	311	314	13,8	85%VIA5+15%VA5	Fe98%Pe2%	97
	WT-5-3	146	141	143	412	418	419	23	21	19	311	315	316	14,1	85%VIA5+15%VA5	Fe97%Pe3%	95
	WT-5-4	148	144	142	418	418	416	19	18	18	308	311	317	15,5	79%VIA5+21%VA5	Fe98%Pe2%	95
	WT-5-5	141	145	144	428	422	421	20	21	20	309	304	301	14,5	88%VIA5+12%VA5	Fe98%Pe2%	96
	WT-5-6	148	151	145	419	422	426	21	21	19	301	304	314	14,1	83%VIA5+17%VA5	Fe96%Pe4%	98
Seria 2	WT-5-7	155	154	153	411	410	416	20	22	20	308	314	305	15,5	86%VIA5+14%VA5	Fe98%Pe2%	95
	WT-5-8	152	155	154	414	415	414	22	22	22	315	316	314	14,8	86%VIA5+14%VA5	Fe97%Pe3%	95
	WT-5-9	156	144	143	412	414	418	23	22	19	321	315	318	14,2	84%VIA5+16%VA5	Fe97%Pe3%	95
	WT-5-10	145	151	150	421	421	422	19	20	21	313	308	305	13,8	82%VIA5+18%VA5	Fe98%Pe2%	97
	WT-5-11	148	158	154	425	422	422	22	21	22	309	314	301	14,2	85%VIA5+15%VA5	Fe97%Pe3%	97
	WT-5-12	158	151	155	419	415	416	23	21	20	315	314	308	13,2	83%VIA5+17%VA5	Fe97%Pe3%	95
Seria 3	WT-5-13	155	154	153	411	410	416	20	22	20	308	314	305	15,5	86%VIA5+14%VA5	Fe98%Pe2%	95
	WT-5-14	152	155	154	414	415	414	22	22	22	315	316	314	14,8	86%VIA5+14%VA5	Fe97%Pe3%	95
	WT-5-15	156	144	143	412	414	418	23	22	19	321	315	318	14,2	84%VIA5+16%VA5	Fe97%Pe3%	95
	WT-5-16	145	151	150	421	421	422	19	20	21	313	308	305	13,8	82%VIA5+18%VA5	Fe98%Pe2%	97
	WT-5-17	148	158	154	425	422	422	22	21	22	309	314	301	14,2	85%VIA5+15%VA5	Fe97%Pe3%	97
	WT-5-18	158	151	155	419	415	416	23	21	20	315	314	308	13,2	83%VIA5+17%VA5	Fe97%Pe3%	95
Seria 5	WT-5-19	155	154	153	411	410	416	20	22	20	308	314	305	15,5	86%VIA5+14%VA5	Fe98%Pe2%	95
	WT-5-20	152	155	154	414	415	414	22	22	22	315	316	314	14,2	86%VIA5+14%VA5	Fe97%Pe3%	96
	WT-5-21	151	144	143	412	414	418	23	22	19	321	315	318	14,1	84%VIA5+16%VA5	Fe97%Pe3%	93
	WT-5-22	141	151	150	421	421	422	19	20	21	313	308	305	13,8	82%VIA5+18%VA5	Fe98%Pe2%	94
	WT-5-23	140	151	162	414	408	411	20	21	19	304	301	311	14,5	82%VIA5+148VA5	Fe98%Pe2%	92
	WT-5-24	151	156	150	409	402	406	23	22	21	314	304	305	14,1	81%VIA5+19%VA5	Fe96%Pe4%	94

Nr serii	Nr odlewu	Twardość			Wytrzymałość			Wydłużenie A5			Granica plastyczności Rp 0,2			Udarność (-20°C)	Ocena metalograficzna PN EN 945-1	Rodzaj osnowy (ferryt/perlit)	Stopień sfroidyzacji
		[HB]			[MPa]			[%]			[MPa]						
		Wyniki uśrednione z trzech prób															
Seria 6	WT-5-25	148	141	144	421	419	414	22	23	20	308	305	295	14,6	88%VIA5+12%VA5	Fe97%Pe4%	96
	WT-5-26	150	151	149	411	410	405	21	22	21	301	302	295	13,6	85%VIA5+15%VA5	Fe98%Pe2%	96
	WT-5-27	151	150	152	412	418	421	20	22	21	301	295	288	13,3	84%VIA5+16%VA5	Fe96%Pe4%	96
	WT-5-28	155	151	154	420	424	412	21	23	21	305	311	301	14,1	85%VIA5+15%VA5	Fe95%Pe5%	94
	WT-5-29	151	156	156	415	418	421	22	21	20	314	309	305	12,8	88%VIA5+12%VA5	Fe97%Pe3%	95
	WT-5-30	148	145	148	421	414	418	22	22	20	318	314	301	14,2	81%VIA5+19%VA5	Fe97%Pe3%	95
Seria 11	WT-5-31	154	151	156	419	412	419	21	21	20	302	304	315	14,5	84%VIA5+16%VA5	Fe98%Pe2%	96
	WT-5-32	162	155	158	418	411	418	21	20	22	298	305	304	13,5	86%VIA5+14%VA5	Fe97%Pe3%	94
	WT-5-33	154	151	153	415	419	411	22	21	19	312	314	311	14,2	86%VIA5+14%VA5	Fe97%Pe3%	96
	WT-5-34	151	155	156	411	415	419	21	20	21	310	305	304	13,9	81%VIA5+19%VA5	Fe97%Pe3%	95
	WT-5-35	149	155	154	417	419	422	22	21	19	304	301	311	13,5	85%VIA5+15VA5	Fe96%Pe4%	95
	WT-5-36	155	146	148	421	414	415	22	23	21	298	295	296	13,5	89%VIA5+11%VA5	Fe97%Pe3%	96
Seria 12	WT-5-37	158	158	159	418	415	415	22	21	21	302	304	315	14,5	84%VIA5+16%VA5	Fe98%Pe2%	96
	WT-5-38	162	165	158	419	412	416	21	20	22	298	305	304	13,5	86%VIA5+14%VA5	Fe97%Pe3%	94
	WT-5-39	154	155	153	415	419	411	22	21	18	312	314	311	14,2	86%VIA5+14%VA5	Fe97%Pe3%	96
	WT-5-40	158	155	156	416	414	415	22	20	21	310	305	304	13,9	81%VIA5+19%VA5	Fe97%Pe3%	95
	WT-5-41	151	148	154	418	419	420	23	21	19	304	301	311	13,5	85%VIA5+15VA5	Fe96%Pe4%	95
	WT-5-42	148	146	148	422	415	419	22	23	21	298	295	296	13,5	89%VIA5+11%VA5	Fe97%Pe3%	96
Seria 14	WT-5-43	161	158	159	418	415	416	22	21	21	302	304	315	14,5	84%VIA5+16%VA5	Fe98%Pe2%	96
	WT-5-44	162	160	158	419	411	416	21	20	22	298	305	304	13,5	80%VIA5+20%VA5	Fe97%Pe3%	94
	WT-5-45	154	155	162	410	419	411	22	21	18	312	314	311	14,2	86%VIA5+14%VA5	Fe97%Pe3%	96
	WT-5-46	158	153	158	416	398	415	22	20	21	310	305	304	13,9	81%VIA5+19%VA5	Fe97%Pe3%	95
	WT-5-47	152	148	154	418	419	395	23	21	19	304	301	311	13,5	85%VIA5+15VA5	Fe96%Pe4%	95
	WT-5-48	148	148	149	422	405	419	22	23	21	298	295	296	13,5	89%VIA5+11%VA5	Fe97%Pe3%	96

Nr serii	Nr odlewu	Twardość			Wytrzymałość			Wydłużenie A5			Granica plastyczności Rp 0,2			Udarność (-20°C) [J]	Ocena metalograficzna PN EN 945-1	Rodzaj osnowy (ferryt/perlit) [%]	Stopień sfroidyzacji [%]
		[HB]			[MPa]			[%]			[MPa]						
		Wyniki uśrednione z trzech prób															
Seria 15	WT-5-49	148	155	148	422	414	425	21	20	20	314	311	306	14,1	83%VIA5+17%VA5	Fe97%Pe3%	96
	WT-5-50	152	148	157	415	418	415	20	19	20	305	298	289	13,5	86%VIA5+14%VA5	Fe96%Pe4%	96
	WT-5-51	159	158	161	422	420	412	19	20	20	315	314	299	14,6	84%VIA5+16%VA5	Fe97%Pe3%	95
	WT-5-52	149	152	148	419	418	420	18	21	20	319	299	305	14,0	87%VIA5+13%VA5	Fe96%Pe4%	94
	WT-5-53	151	150	152	425	415	419	19	22	19	308	304	308	13,1	89%VIA5+11%VA5	Fe96%Pe4%	95
	WT-5-54	152	153	149	419	421	419	20	19	20	299	281	283	14,2	84%VIA5+16%VA5	Fe97%Pe3%	96
Seria 18	WT-5-55	154	162	154	421	428	423	21	20	19	310	315	311	12,6	83%VIA5+17%VA5	Fe92%Pe8%	90
	WT-5-56	154	154	156	418	423	418	19	21	21	295	290	281	13,6	81%VIA5+19%VA5	Fe95%Pe5%	94
	WT-5-57	155	154	156	411	415	410	21	20	21	285	279	275	14,3	80%VIA5+20%VA5	Fe96%Pe4%	93
	WT-5-58	155	159	158	423	418	422	19	20	20	285	314	315	12,6	84%VIA5+16%VA5	Fe98%Pe2%	95
	WT-5-59	165	156	158	418	421	421	21	22	21	310	311	300	13,2	85%VIA5+15%VA5	Fe96%Pe4%	96
	WT-5-60	155	148	155	422	417	422	22	21	20	299	289	298	14,5	81%VIA5+19%VA5	Fe98%Pe2%	96

Tablica 6.10. Wyniki badań. Odlew **WT-5** z żeliwa **EN-GJS 350 – 22LT**

Nr serii	Nr odlewu	Twardość			Wytrzymałość			Wydłużenie A5			Granica plastyczności Rp 0,2			Udarność (-40°C)	Ocena metalograficzna PN EN 945-1	Rodzaj osnowy (ferryt/perlit)	Stopień sfroidyzacji
		[HB]			[MPa]			[%]			[MPa]			[J]			
		Wyniki uśrednione z trzech prób															
Seria 4	WT-5-61	145	144	143	401	391	395	22	23	23	305	285	281	13,5	86%VIA5+14%VA5	Fe98%Pe2%	95
	WT-5-62	142	141	144	381	382	378	22	24	23	289	281	301	14,3	82%VIA5+18%VA5	Fe98%Pe2%	96
	WT-5-63	146	143	141	378	375	371	19	19	18	291	301	302	10,2	77%VIA5+13%VA5	Fe97%Pe3%	91
	WT-5-64	145	141	141	391	391	390	22	23	23	301	301	298	13,8	78%VIA5+22%VA5	Fe98%Pe2%	94
	WT-5-65	141	148	141	402	401	390	23	22	22	290	281	281	13,2	81%VIA5+19%VA5	Fe98%Pe2%	96
	WT-5-66	150	151	158	419	415	416	19	19	18	305	309	301	11,2	89%VIA5+11%VA5	Fe97%Pe3%	91
Seria 7	WT-5-67	155	148	145	388	371	375	23	23	24	288	281	288	13,9	80%VIA5+20%VA5	Fe98%Pe2%	94
	WT-5-68	145	141	148	398	406	405	20	18	19	289	285	312	11,1	89%VIA5+11%VA5	Fe97%Pe3%	90
	WT-5-69	145	148	141	371	375	375	23	24	23	281	290	294	13,6	75%VIA5+25%VA5	Fe98%Pe2%	96
	WT-5-70	144	141	140	390	381	401	22	23	23	295	285	288	13,6	77%VIA5+23%VA5	Fe98%Pe2%	96
	WT-5-71	145	148	144	401	396	391	23	22	24	295	291	281	13,2	82%VIA5+18%VA5	Fe98%Pe2%	96
	WT-5-72	151	151	154	392	381	392	23	23	22	285	289	281	12,2	85%VIA5+15%VA5	Fe98%Pe2%	95
Seria 8	WT-5-73	154	148	148	386	371	374	23	24	24	298	280	281	14,1	81%VIA5+19%VA5	Fe98%Pe2%	96
	WT-5-74	139	135	138	385	375	371	19	18	19	285	280	298	11,1	86%VIA5+14%VA5	Fe93%Pe3%	90
	WT-5-75	145	148	141	371	375	375	23	24	23	281	290	294	13,6	75%VIA5+25%VA5	Fe98%Pe2%	96
	WT-5-76	144	141	140	390	381	401	22	23	23	295	285	288	13,6	77%VIA5+23%VA5	Fe98%Pe2%	96
	WT-5-77	145	148	144	401	396	391	23	22	24	295	291	281	13,2	82%VIA5+18%VA5	Fe98%Pe2%	96
	WT-5-78	148	147	151	382	386	382	24	22	22	295	279	271	13,2	81%VIA5+19%VA5	Fe98%Pe2%	96
Seria 9	WT-5-79	152	155	156	396	399	395	23	24	24	304	305	299	14,1	81%VIA5+19%VA5	Fe98%Pe2%	96
	WT-5-80	158	155	158	382	385	391	19	21	19	281	295	298	11,4	86%VIA5+14%VA5	Fe93%Pe3%	91
	WT-5-81	154	156	151	371	375	375	22	24	23	291	304	295	13,1	76%VIA5+24%VA5	Fe98%Pe2%	95
	WT-5-82	154	151	145	390	381	401	23	24	23	298	305	298	13,5	78%VIA5+22%VA5	Fe98%Pe2%	94
	WT-5-83	148	146	142	401	396	391	23	22	24	298	295	281	13,4	86%VIA5+14%VA5	Fe98%Pe2%	95
	WT-5-84	145	146	142	382	386	382	24	23	22	298	295	291	13,1	82%VIA5+18%VA5	Fe98%Pe2%	96

Nr serii	Nr odlewu	Twardość			Wytrzymałość			Wydłużenie A5			Granica plastyczności Rp 0,2			Udarność (-20°C)	Ocena metalograficzna PN EN 945-1	Rodzaj osnowy (ferryt/perlit)	Stopień sfroidyzacji
		[HB]			[MPa]			[%]			[MPa]						
		Wyniki uśrednione z trzech prób															
Seria 10	WT-5-85	144	145	143	409	399	394	22	24	24	295	298	304	14,1	81%VIA5+19%VA5	Fe98%Pe2%	95
	WT-5-86	140	141	143	405	408	409	23	22	23	295	298	298	11,1	86%VIA5+14%VA5	Fe93%Pe3%	96
	WT-5-87	142	148	145	398	395	385	19	18	18	281	291	295	11,6	85%VIA5+55%VA5	Fe987Pe3%	91
	WT-5-88	145	141	144	398	411	412	23	24	23	305	312	295	13,6	79%VIA5+21%VA5	Fe98%Pe2%	95
	WT-5-89	144	141	142	411	396	395	22	22	24	295	291	281	13,2	82%VIA5+18%VA5	Fe98%Pe2%	96
	WT-5-90	141	146	142	395	395	399	22	24	22	298	299	301	13,6	80%VIA5+20%VA5	Fe98%Pe2%	94
Seria 13	WT-5-91	150	151	156	396	399	395	22	24	24	304	305	299	14,1	81%VIA5+19%VA5	Fe98%Pe2%	96
	WT-5-92	148	152	158	382	385	391	22	24	22	281	295	298	13,4	86%VIA5+14%VA5	Fe93%Pe3%	95
	WT-5-93	152	156	154	371	375	375	22	24	23	291	304	295	13,1	76%VIA5+24%VA5	Fe98%Pe2%	95
	WT-5-94	152	151	151	390	381	401	23	24	23	298	305	298	13,5	78%VIA5+22%VA5	Fe98%Pe2%	94
	WT-5-95	148	146	148	401	396	391	24	22	24	298	295	281	13,4	86%VIA5+14%VA5	Fe98%Pe2%	95
	WT-5-96	144	151	142	382	386	382	24	23	22	298	295	291	13,1	82%VIA5+18%VA5	Fe98%Pe2%	96
Seria 16	WT-5-97	151	151	154	392	381	392	23	23	22	285	289	281	12,2	85%VIA5+15%VA5	Fe98%Pe2%	95
	WT-5-98	155	148	144	381	382	375	22	24	23	277	281	281	13,6	85%VIA5+15%VA5	Fe98%Pe2%	94
	WT-5-99	151	151	150	395	388	382	24	24	23	290	302	288	14,1	81%VIA5+19%VA5	Fe98%Pe2%	95
	WT-5-100	150	155	154	391	390	381	23	23	22	301	304	305	13,5	85%VIA5+15%VA5	Fe98%Pe2%	96
	WT-5-101	145	151	151	370	384	380	24	23	23	300	295	301	13,1	80%VIA5+20%VA5	Fe98%Pe2%	96
	WT-5-102	148	150	145	380	381	384	23	24	23	281	284	278	13,4	81%VIA5+19%VA5	Fe98%Pe2%	95
Seria 17	WT-5-103	165	166	164	418	412	410	24	23	24	298	291	287	13,8	82%VIA5+18%VA5	Fe97%Pe3%	96
	WT-5-104	148	151	145	419	422	426	23	24	23	291	281	290	14,1	83%VIA5+17%VA5	Fe96%Pe4%	98
	WT-5-105	156	164	165	415	414	416	24	23	24	294	305	301	14,0	85%VIA5+15%VA5	Fe96%Pe4%	96
	WT-5-106	158	161	158	408	409	411	24	24	23	301	295	291	13,6	80%VIA5+20%VA5	Fe98%Pe2%	98
	WT-5-107	155	154	156	421	419	418	24	25	23	301	304	301	14,6	85%VIA5+15%VA5	Fe98%Pe2%	95
	WT-5-108	161	165	166	408	408	411	24	23	23	305	305	301	14,1	85%VIA5+15%VA5	Fe98%Pe2%	95

Nr serii	Nr odlewu	Twardość			Wytrzymałość			Wydłużenie A5			Granica plastyczności Rp 0,2			Udarność (-20°C)	Ocena metalograficzna PN EN 945-1	Rodzaj osnowy (ferryt/perlit)	Stopień sfroidyzacji
		[HB]			[MPa]			[%]			[MPa]			[J]	Wyniki uśrednione z trzech prób		
Seria 19	WT-5-109	151	151	155	390	381	391	23	22	24	288	290	278	13,2	85%VIA5+15%VA5	Fe98%Pe2%	96
	WT-5-110	150	150	154	380	379	271	22	22	23	301	295	292	13,1	84%VIA5+16%VA5	Fe98%Pe2%	97
	WT-5-111	142	142	141	412	411	399	24	23	24	305	308	291	14,1	82%VIA5+18%VA5	Fe98%Pe2%	96
	WT-5-112	140	146	145	399	405	402	23	23	22	312	304	295	13,5	84%VIA5+16%VA5	Fe98%Pe2%	96
	WT-5-113	145	144	140	403	395	402	23	22	23	305	308	305	13,5	84%VIA5+16%VA5	Fe98%Pe2%	94
	WT-5-114	143	148	148	380	375	379	22	24	22	302	309	302	13,5	86%VIA5+14%VA5	Fe98%Pe2%	96
Seria 20	WT-5-115	142	142	141	412	411	399	24	23	24	305	308	291	14,1	82%VIA5+18%VA5	Fe98%Pe2%	96
	WT-5-116	140	141	140	410	412	405	22	24	24	295	299	302	14,5	81%VIA5+19%VA	Fe98%Pe2%	96
	WT-5-117	149	141	144	403	402	395	24	22	23	299	295	286	14,2	78%VIA5+22%VA5	Fe98%Pe2%	96
	WT-5-118	150	151	148	406	398	389	23	23	24	299	308	302	14,4	84%VIA5+15%VA5	Fe98%Pe2%	95
	WT-5-119	145	144	140	403	395	402	23	22	23	305	308	305	13,5	84%VIA5+16%VA5	Fe94%Pe6%	94
	WT-5-120	145	144	155	395	406	402	23	22	23	291	295	281	13,2	84%VIA5+16%VIA5	Fe98%Pe2%	94

Tablica 6.11. Wyniki badań. Odlew **WT-6** z żeliwa **EN-GJS 400 – 18LT**

Nr serii	Nr odlewu	Twardość			Wytrzymałość			Wydłużenie A5			Granica plastyczności Rp 0,2			Udarność (-20°C)	Ocena metalograficzna PN EN 945-1	Rodzaj osnowy (ferryt/perlit)	Stopień sfroidyzacji
		[HB]			[MPa]			[%]			[MPa]			[J]			
		Wyniki uśrednione z trzech prób															
Seria 1	WT-6-1	165	166	164	418	412	410	21	19	21	304	301	295	13,8	82%VIA5+18%VA5	Fe97%Pe3%	96
	WT-6-2	158	161	158	408	409	411	20	21	20	301	304	298	13,6	80%VIA5+20%VA5	Fe98%Pe2%	98
	WT-6-3	161	165	166	408	408	411	21	21	20	299	302	301	14,1	85%VIA5+15%VA5	Fe98%Pe2%	95
	WT-6-4	159	165	162	415	414	412	21	19	21	304	305	305	13,9	88%VIA5+12%VA5	Fe97%Pe3%	96
	WT-6-5	165	166	164	411	409	415	20	21	20	298	305	306	14,2	87%VIA5+13%VA5	Fe98%Pe2%	95
	WT-6-6	156	164	165	415	414	416	19	19	20	305	301	304	14,0	85%VIA5+15%VA5	Fe96%Pe4%	96
Seria 2	WT-6-7	155	156	154	421	418	410	22	23	21	318	321	295	14,1	88%VIA5+12%VA5	Fe97%Pe4%	97
	WT-6-8	162	161	159	410	417	411	21	19	21	312	322	298	13,6	87%VIA5+23%VA5	Fe98%Pe3%	98
	WT-6-9	160	165	164	405	411	411	23	21	20	309	311	311	13,5	85%VIA5+15%VA5	Fe98%Pe3%	96
	WT-6-10	160	155	152	419	423	412	22	23	21	308	314	315	13,0	88%VIA5+12%VA5	Fe97%Pe3%	97
	WT-6-11	160	165	165	421	419	415	22	22	20	301	304	316	14,1	86%VIA5+14%VA5	Fe98%Pe3%	97
	WT-6-12	156	154	155	418	412	421	23	21	20	308	301	311	14,2	88%VIA5+12%VA5	Fe96%Pe4%	94
Seria 3	WT-6-13	145	146	144	421	419	414	22	23	20	308	305	295	14,1	88%VIA5+12%VA5	Fe97%Pe4%	97
	WT-6-14	152	151	149	411	410	405	21	22	21	311	302	298	14,6	87%VIA5+23%VA5	Fe98%Pe3%	94
	WT-6-15	150	155	154	408	412	418	23	20	21	311	305	318	14,3	87%VIA5+13%VA5	Fe96%Pe4%	94
	WT-6-16	160	155	152	419	423	412	22	23	21	308	314	315	13,0	88%VIA5+12%VA5	Fe97%Pe3%	94
	WT-6-17	161	160	166	422	415	411	20	19	20	310	309	311	14,6	81%VIA5+19%VA5	Fe98%Pe3%	98
	WT-6-18	156	155	151	419	411	410	23	20	19	308	301	308	14,6	86%VIA5+14%VA5	Fe97%Pe3%	96
Seria 5	WT-6-19	146	146	144	421	419	414	22	23	20	308	305	295	14,6	88%VIA5+12%VA5	Fe97%Pe4%	96
	WT-6-20	150	151	149	411	410	405	21	22	21	311	302	298	14,6	87%VIA5+23%VA5	Fe98%Pe4%	95
	WT-6-21	148	155	154	408	412	418	23	20	21	311	305	318	14,3	87%VIA5+13%VA5	Fe96%Pe4%	95
	WT-6-22	156	155	152	419	423	412	22	23	21	308	314	315	13,1	88%VIA5+12%VA5	Fe97%Pe3%	94
	WT-6-23	158	160	166	422	415	411	20	19	20	310	309	311	13,8	81%VIA5+19%VA5	Fe98%Pe3%	98
	WT-6-24	155	155	151	419	411	410	23	20	19	308	301	308	14,1	86%VIA5+14%VA5	Fe97%Pe3%	95

Nr serii	Nr odlewu	Twardość			Wytrzymałość			Wydłużenie A5			Granica plastyczności Rp 0,2			Udarność (-20°C)	Ocena metalograficzna PN EN 945-1	Rodzaj osnowy (ferryt/perlit)	Stopień sfroidyzacji
		[HB]			[MPa]			[%]			[MPa]			[J]	Wyniki uśrednione z trzech prób		
Seria 6	WT-6-25	148	141	144	421	419	414	22	23	20	308	305	295	14,6	88%VIA5+12%VA5	Fe97%Pe4%	96
	WT-6-26	150	151	149	411	410	405	21	22	21	301	302	295	13,6	85%VIA5+15%VA5	Fe98%Pe2%	96
	WT-6-27	151	150	152	412	418	421	20	22	21	301	295	288	13,3	84%VIA5+16%VA5	Fe96%Pe4%	96
	WT-6-28	155	151	154	420	424	412	21	23	21	305	311	301	14,1	85%VIA5+15%VA5	Fe95%Pe5%	94
	WT-6-29	151	156	156	415	418	421	22	21	20	314	309	305	12,8	88%VIA5+12%VA5	Fe97%Pe3%	95
	WT-6-30	148	145	148	421	414	418	22	22	20	318	314	301	14,2	81%VIA5+19%VA5	Fe97%Pe3%	95
Seria 11	WT-6-31	152	141	152	422	423	414	22	22	21	301	302	295	14,6	88%VIA5+12%VA5	Fe97%Pe4%	96
	WT-6-32	152	155	149	425	418	411	21	22	21	305	305	295	13,5	87%VIA5+13%VA5	Fe98%Pe2%	95
	WT-6-33	151	152	152	412	416	421	20	21	21	311	295	298	13,2	85%VIA5+15%VA5	Fe96%Pe4%	96
	WT-6-34	154	151	152	423	421	412	21	21	21	304	295	299	14,0	84%VIA5+16%VA5	Fe95%Pe5%	95
	WT-6-35	155	156	154	418	418	421	21	21	22	284	305	305	12,9	88%VIA5+12%VA5	Fe97%Pe3%	95
	WT-6-36	148	155	148	422	414	425	21	20	20	314	311	306	14,1	83%VIA5+17%VA5	Fe97%Pe3%	96
Seria 12	WT-6-37	152	141	152	422	423	416	18	17	17	301	302	295	11,6	82%VIA5+18%VA5	Fe95%Pe5%	89
	WT-6-38	152	155	149	425	418	415	22	20	21	305	305	295	13,5	87%VIA5+13%VA5	Fe98%Pe2%	95
	WT-6-39	151	152	152	412	416	421	20	21	21	311	295	298	13,2	85%VIA5+15%VA5	Fe96%Pe4%	96
	WT-6-40	154	151	152	423	421	418	19	20	21	304	295	299	11,0	88%VIA5+12%VA5	Fe95%Pe5%	88
	WT-6-41	155	156	154	418	418	422	17	17	16	294	305	305	12,9	81%VIA5+19%VA5	Fe97%Pe3%	95
	WT-6-42	148	155	148	422	414	425	20	19	20	304	308	306	14,2	83%VIA5+17%VA5	Fe97%Pe3%	94
Seria 14	WT-6-43	152	145	152	422	423	416	18	17	17	305	304	298	12,6	82%VIA5+18%VA5	Fe97%Pe3%	95
	WT-6-44	155	155	149	425	418	415	22	20	21	305	304	295	13,5	87%VIA5+13%VA5	Fe98%Pe2%	94
	WT-6-45	151	154	152	412	416	421	20	21	21	315	295	298	13,2	85%VIA5+15%VA5	Fe96%Pe4%	96
	WT-6-46	154	151	155	423	421	418	19	20	21	304	299	299	13,0	89%VIA5+11%VA5	Fe96%Pe4%	95
	WT-6-47	155	152	154	418	418	422	17	17	16	304	305	305	12,9	85%VIA5+15%VA5	Fe97%Pe3%	94
	WT-6-48	149	155	148	422	414	425	20	19	20	304	301	306	14,2	85%VIA5+15%VA5	Fe97%Pe3%	94

Nr serii	Nr odlewu	Twardość			Wytrzymałość			Wydłużenie A5			Granica plastyczności Rp 0,2			Udarność (-20°C) [J]	Ocena metalograficzna PN EN 945-1	Rodzaj osnowy (ferryt/perlit) [%]	Stopień sfroidyzacji [%]
		[HB]			[MPa]			[%]			[MPa]						
		Wyniki uśrednione z trzech prób															
Seria 15	WT-6-49	148	155	155	422	416	416	19	21	21	295	291	301	13,9	82%VIA5+18%VA5	Fe97%Pe3%	96
	WT-6-50	154	162	154	421	428	423	21	20	19	310	315	311	12,6	83%VIA5+17%VA5	Fe92%Pe8%	90
	WT-6-51	154	154	156	418	423	418	19	21	21	295	290	281	13,6	81%VIA5+19%VA5	Fe95%Pe5%	94
	WT-6-52	155	154	156	411	415	410	21	20	21	285	279	275	14,3	80%VIA5+20%VA5	Fe96%Pe4%	93
	WT-6-53	155	159	158	423	418	422	19	20	20	285	314	315	12,6	84%VIA5+16%VA5	Fe98%Pe2%	95
	WT-6-54	155	156	153	423	414	417	22	20	20	280	288	291	14,1	82%VIA5+18%VA5	Fe98%Pe2%	96
Seria 18	WT-6-55	148	151	155	419	419	421	21	22	21	312	304	305	13,9	82%VIA5+18%VA5	Fe98%Pe2%	94
	WT-6-56	155	149	161	484	415	418	23	22	21	299	314	315	12,7	80%VIA5+20%VA5	Fe96%Pe4%	94
	WT-6-57	160	158	158	420	421	421	19	24	22	315	311	318	13,8	77%VIA5+23%VA5	Fe96%Pe4%	95
	WT-6-58	154	152	164	418	415	415	19	20	21	280	275	305	13,2	87%VIA5+13%VA5	Fe98%Pe2%	96
	WT-6-59	154	158	159	415	411	418	19	22	21	294	295	285	13,6	85%VIA5+15%VA5	Fe98%Pe2%	95
	WT-6-60	158	161	155	421	420	417	20	21	21	305	311	313	14	85%VIA5+15%VIA5	Fe96%Pe4%	96

Tablica 6.12. Wyniki badań. Odlew **WT-6** z żeliwa **EN-GJS 350 – 22LT**

Nr serii	Nr odlewu	Twardość			Wytrzymałość			Wydłużenie A5			Granica plastyczności Rp 0,2			Udarność (-40°C)	Ocena metalograficzna PN EN 945-1	Rodzaj osnowy (ferryt/perlit)	Stopień sfroidyzacji
		[HB]			[MPa]			[%]			[MPa]						
		Wyniki uśrednione z trzech prób															
Seria 4	WT-6-61	152	146	145	380	378	371	22	23	23	288	281	285	13,1	88%VIA5+12%VA5	Fe98%Pe2%	95
	WT-6-62	150	151	150	390	388	381	23	24	24	301	290	291	13,6	87%VIA5+13%VA5	Fe98%Pe2%	94
	WT-6-63	150	155	154	391	390	381	19	18	18	301	304	305	11,5	88%VIA5+12%VA5	Fe97%Pe3%	90
	WT-6-64	150	154	152	391	405	403	18	19	19	302	301	301	10,0	81%VIA5+19%VA5	Fe97%Pe3%	88
	WT-6-65	150	151	145	391	390	381	22	22	23	291	290	278	13,1	88%VIA5+12%VA5	Fe98%Pe2%	94
	WT-6-66	151	151	155	390	381	391	23	22	24	288	290	278	13,2	85%VIA5+15%VA5	Fe98%Pe2%	96
Seria 7	WT-6-67	155	148	144	404	395	403	20	19	18	277	281	281	11,6	85%VIA5+15%VA5	Fe97%Pe3%	91
	WT-6-68	151	151	411	408	398	382	21	18	19	290	302	288	11,1	81%VIA5+19%VA5	Fe97%Pe3%	90
	WT-6-69	150	155	154	391	390	381	23	23	22	301	304	305	13,5	85%VIA5+15%VA5	Fe98%Pe2%	96
	WT-6-70	145	151	151	370	384	380	24	23	23	300	295	301	13,1	80%VIA5+20%VA5	Fe98%Pe2%	96
	WT-6-71	148	150	145	380	381	384	23	24	23	281	284	278	13,4	81%VIA5+19%VA5	Fe98%Pe2%	95
	WT-6-72	151	150	154	391	381	392	23	24	24	291	289	278	13,2	80%VIA5+20%VA5	Fe98%Pe2%	95
Seria 8	WT-6-73	151	148	144	381	381	375	22	24	24	271	271	280	13,0	80%VIA5+20%VA5	Fe98%Pe2%	95
	WT-6-74	154	150	151	375	382	380	22	24	23	293	296	287	14,6	81%VIA5+19%VA5	Fe98%Pe2%	95
	WT-6-75	151	155	151	381	380	371	24	23	24	295	298	301	13,4	82%VIA5+18%VA5	Fe98%Pe2%	95
	WT-6-76	144	151	150	375	374	370	24	24	23	301	291	301	13,4	78%VIA5+22%VA5	Fe98%Pe2%	95
	WT-6-77	145	151	148	381	371	385	23	24	23	285	284	281	13,6	81%VIA5+19%VA5	Fe98%Pe2%	95
	WT-6-78	152	151	155	381	371	372	23	24	24	281	279	278	13,6	81%VIA5+19%VA5	Fe98%Pe2%	96
Seria 9	WT-6-79	155	149	148	394	405	402	23	23	24	291	281	290	13,5	81%VIA5+19%VA5	Fe98%Pe2%	94
	WT-6-80	155	154	151	408	405	399	22	23	23	298	291	287	14,1	80%VIA5+20%VA5	Fe98%Pe2%	96
	WT-6-81	152	148	141	395	406	408	24	22	22	294	305	301	13,5	83%VIA5+17%VA5	Fe98%Pe2%	96
	WT-6-82	145	144	145	406	409	410	23	24	22	301	304	301	13,3	79%VIA5+21%VA5	Fe98%Pe2%	95
	WT-6-83	144	145	145	398	403	409	23	24	22	308	311	305	13,2	80%VIA5+20%VA5	Fe98%Pe2%	94
	WT-6-84	144	142	142	391	405	401	22	23	24	291	304	305	13,1	78%VIA5+22%VA5	Fe98%Pe2%	96

Nr serii	Nr odlewu	Twardość			Wytrzymałość			Wydłużenie A5			Granica plastyczności Rp 0,2			Udarność (-20°C)	Ocena metalograficzna PN EN 945-1	Rodzaj osnowy (ferryt/perlit)	Stopień sfroidyzacji
		[HB]			[MPa]			[%]			[MPa]			[J]	Wyniki uśrednione z trzech prób		
Seria 10	WT-6-85	155	154	144	391	402	401	22	23	24	280	291	280	13,0	82%VIA5+18%VA5	Fe98%Pe2%	96
	WT-6-86	151	150	150	395	382	402	23	22	23	291	295	287	14,6	81%VIA5+19%VA5	Fe98%Pe2%	95
	WT-6-87	148	155	146	391	411	408	23	23	24	295	298	301	13,4	83%VIA5+17%VA5	Fe98%Pe2%	95
	WT-6-88	142	151	143	395	408	398	24	24	23	305	291	304	13,4	85%VIA5+15%VA5	Fe98%Pe2%	96
	WT-6-89	148	145	148	391	411	385	23	23	23	295	284	288	13,6	84%VIA5+16%VA5	Fe98%Pe2%	95
	WT-6-90	142	151	145	391	371	402	23	23	24	299	279	304	13,6	85%VIA5+15%VA5	Fe98%Pe2%	96
Seria 13	WT-6-91	151	149	152	394	405	402	23	23	25	291	281	290	13,9	82%VIA5+18%VA5	Fe98%Pe2%	94
	WT-6-92	152	154	152	408	405	399	22	24	23	298	291	287	14,0	81%VIA5+19%VA5	Fe98%Pe2%	95
	WT-6-93	154	148	148	395	406	408	24	24	22	294	305	301	13,2	85%VIA5+15%VA5	Fe98%Pe2%	96
	WT-6-94	141	144	142	406	409	410	22	24	22	301	304	301	13,2	81%VIA5+19%VA5	Fe98%Pe2%	94
	WT-6-95	142	145	142	398	403	409	23	23	22	308	311	305	13,1	82%VIA5+18%VA5	Fe98%Pe2%	94
	WT-6-96	142	142	141	391	405	401	22	24	24	291	304	305	13,2	79%VIA5+21%VA5	Fe98%Pe2%	97
Seria 16	WT-6-97	151	150	154	391	381	392	23	24	24	291	289	278	13,2	80%VIA5+20%VA5	Fe98%Pe2%	95
	WT-6-98	145	141	145	381	385	384	23	23	24	299	291	288	13,2	77%VIA5+23%VA5	Fe98%Pe2%	95
	WT-6-99	150	140	141	405	385	391	23	22	22	289	295	301	13,1	85%VIA5+15%VIA5	Fe98%Pe2%	95
	WT-6-100	150	141	143	411	403	395	23	22	23	305	298	291	13,5	82%VIA5+18%VIA5	Fe98%Pe2%	96
	WT-6-101	145	144	155	395	406	402	23	22	23	291	295	281	13,2	84%VIA5+16%VIA5	Fe98%Pe2%	94
	WT-6-102	140	141	140	410	412	405	22	24	24	295	299	302	14,5	81%VIA5+19%VA	Fe98%Pe2%	96
Seria 17	WT-6-103	165	166	164	411	409	415	22	24	24	291	304	305	14,2	87%VIA5+13%VA5	Fe98%Pe2%	95
	WT-6-104	148	155	151	419	419	415	24	23	24	298	295	284	14,5	84%VIA5+16%VA5	Fe97%Pe3%	95
	WT-6-105	148	144	142	418	418	416	22	24	24	298	305	298	15,5	79%VIA5+21%VA5	Fe98%Pe2%	95
	WT-6-106	141	145	144	428	422	421	24	23	24	308	311	305	14,5	88%VIA5+12%VA5	Fe98%Pe2%	96
	WT-6-107	151	150	151	399	410	399	23	24	23	299	291	305	12,9	85%VIA5+15%VA5	Fe98%Pe2%	95
	WT-6-108	148	148	150	378	381	385	23	24	24	301	301	303	12,8	86%VIA5+14%VA5	Fe98%Pe2%	95

Nr serii	Nr odlewu	Twardość			Wytrzymałość			Wydłużenie A5			Granica plastyczności Rp 0,2			Udarność (-20°C)	Ocena metalograficzna PN EN 945-1	Rodzaj osnowy (ferryt/perlit)	Stopień sfroidyzacji
		[HB]			[MPa]			[%]			[MPa]			[J]		[%]	[%]
		Wyniki uśrednione z trzech prób															
Seria 19	WT-6-109	139	141	140	395	395	391	23	24	24	301	295	291	13,2	79%VIA5+21%VA5	Fe98%Pe2%	94
	WT-6-110	150	145	148	388	385	385	23	24	22	299	295	285	13,9	86%VIA5+14%VA5	Fe98%Pe2%	96
	WT-6-111	148	141	145	381	395	404	23	24	24	299	295	284	13,5	80%VIA5+20%VA5	Fe98%Pe2%	94
	WT-6-112	144	145	145	398	403	409	23	24	22	308	311	305	13,2	80%VIA5+20%VA5	Fe98%Pe2%	94
	WT-6-113	144	142	142	391	405	401	22	23	24	291	304	305	13,1	78%VIA5+22%VA5	Fe98%Pe2%	96
	WT-6-114	140	138	140	405	398	391	22	22	23	298	295	298	13,1	80%VIA5+20%VA5	Fe98%Pe2%	94
Seria 20	WT-6-115	143	141	142	385	384	391	22	23	23	305	300	291	12,8	85%VIA5+15%VIA5	Fe98%Pe2%	96
	WT-6-116	145	141	145	381	385	384	23	23	24	299	291	288	13,2	77%VIA5+23%VA5	Fe98%Pe2%	95
	WT-6-117	150	148	151	395	395	392	22	23	23	295	290	304	12,9	85%VIA5+15%VA5	Fe98%Pe2%	95
	WT-6-118	150	155	154	391	390	381	23	23	22	301	304	305	13,5	85%VIA5+15%VA5	Fe98%Pe2%	96
	WT-6-119	145	151	151	370	384	380	24	23	23	300	295	301	13,1	80%VIA5+20%VA5	Fe98%Pe2%	96
	WT-6-120	145	144	151	398	385	384	22	24	24	295	305	302	12,8	86%VIA5+14%VA5	Fe98%Pe2%	95

Tablica 6.13. Wyniki badań. Odlew **WT-7** z żeliwa **EN-GJS 400 – 18LT**

Nr serii	Nr odlewu	Twardość			Wytrzymałość			Wydłużenie A5			Granica plastyczności Rp 0,2			Udarność (-20°C)	Ocena metalograficzna PN EN 945-1	Rodzaj osnowy (ferryt/perlit)	Stopień sfroidyzacji
		[HB]			[MPa]			[%]			[MPa]			[J]			
		Wyniki uśrednione z trzech prób															
Seria 1	WT-7-1	155	154	156	421	419	418	21	20	20	288	292	285	14,6	85%VIA5+15%VA5	Fe98%Pe2%	95
	WT-7-2	148	155	151	419	419	415	19	18	20	305	298	301	14,5	84%VIA5+16%VA5	Fe97%Pe3%	95
	WT-7-3	148	148	156	418	419	418	18	20	20	299	305	304	15,1	81%VIA5+12%VA5	Fe96%Pe4%	94
	WT-7-4	159	152	152	415	415	416	20	19	18	301	299	301	14,2	84%VIA5+16%VA5	Fe96%Pe6%	94
	WT-7-5	145	148	152	418	419	416	18	18	20	298	304	301	14,1	88%VIA5+12%VA5	Fe97%Pe3%	95
	WT-7-6	156	154	155	419	416	418	19	21	20	308	302	304	14,2	85%VIA5+165%VA5	Fe97%Pe3%	95
Seria 2	WT-7-7	155	154	156	421	413	418	21	20	20	288	292	299	14,6	85%VIA5+15%VA5	Fe98%Pe2%	97
	WT-7-8	148	155	151	419	419	415	19	18	20	305	298	301	14,5	84%VIA5+16%VA5	Fe97%Pe3%	98
	WT-7-9	148	148	156	418	419	418	18	20	20	299	305	304	15,1	81%VIA5+12%VA5	Fe96%Pe4%	95
	WT-7-10	159	152	152	415	415	416	20	19	18	301	299	301	14,2	84%VIA5+16%VA5	Fe96%Pe6%	97
	WT-7-11	145	148	152	418	419	416	18	18	20	298	304	301	14,1	88%VIA5+12%VA5	Fe97%Pe3%	94
	WT-7-12	156	154	155	419	416	418	19	21	20	308	302	304	14,2	85%VIA5+165%VA5	Fe97%Pe3%	94
Seria 3	WT-7-13	154	151	155	411	410	410	21	22	20	288	292	299	14,6	87%VIA5+13%VA5	Fe97%Pe3%	98
	WT-7-14	145	145	145	418	411	412	20	18	20	305	298	301	14,5	85%VIA5+15%VA5	Fe97%Pe3%	94
	WT-7-15	151	144	145	411	411	410	18	21	20	301	301	302	14,1	84%VIA5+16%VA5	Fe96%Pe4%	95
	WT-7-16	151	142	152	405	415	418	21	22	21	30	304	301	14,6	88%VIA5+12%VA5	Fe96%Pe4%	92
	WT-7-17	144	145	142	418	421	418	20	22	20	298	304	301	14,1	88%VIA5+12%VA5	Fe98%Pe2%	94
	WT-7-18	146	144	151	409	406	406	22	22	20	311	315	314	15,2	81%VIA5+19%VA5	Fe97%Pe3%	93
Seria 5	WT-7-19	151	151	155	411	410	410	21	22	20	288	292	299	14,3	87%VIA5+13%VA5	Fe97%Pe3%	98
	WT-7-20	159	145	145	418	411	412	20	18	20	305	298	301	14,1	85%VIA5+15%VA5	Fe97%Pe3%	98
	WT-7-21	148	144	145	411	411	410	18	21	20	301	301	302	13,1	84%VIA5+16%VA5	Fe96%Pe4%	96
	WT-7-22	145	142	152	405	415	418	21	22	21	30	304	301	13,6	88%VIA5+12%VA5	Fe96%Pe4%	94
	WT-7-23	148	145	142	418	421	418	20	22	20	298	304	301	15,1	88%VIA5+12%VA5	Fe98%Pe2%	96
	WT-7-24	149	144	151	409	406	406	22	22	20	311	315	314	13,2	81%VIA5+19%VA5	Fe97%Pe3%	95

Nr serii	Nr odlewu	Twardość			Wytrzymałość			Wydłużenie A5			Granica plastyczności Rp 0,2			Udarność (-20°C)	Ocena metalograficzna PN EN 945-1	Rodzaj osnowy (ferryt/perlit)	Stopień sfroidyzacji
		[HB]			[MPa]			[%]			[MPa]			[J]		[%]	[%]
		Wyniki uśrednione z trzech prób															
Seria 6	WT-7-25	150	148	147	405	410	414	21	20	20	298	291	289	13,3	86%VIA5+14%VA5	Fe96%Pe4%	96
	WT-7-26	159	148	141	415	410	411	20	21	20	311	290	295	14,4	84%VIA5+16%VA5	Fe97%Pe3%	94
	WT-7-27	149	145	145	421	411	420	19	21	20	292	295	288	14,1	87%VIA5+13%VA5	Fe96%Pe4%	95
	WT-7-28	141	140	142	455	425	419	20	22	21	305	304	308	13,8	89%VIA5+11%VA5	Fe96%Pe4%	95
	WT-7-29	151	150	149	421	421	419	20	21	20	291	281	283	14,1	84%VIA5+16%VA5	Fe98%Pe2%	94
	WT-7-30	149	154	151	412	416	418	20	21	20	285	291	301	13,8	82%VIA5+18%VA5	Fe97%Pe3%	96
Seria 11	WT-7-31	152	148	157	415	418	415	20	19	20	305	298	289	13,5	86%VIA5+14%VA5	Fe96%Pe4%	96
	WT-7-32	159	158	161	422	420	412	19	20	20	315	314	299	14,6	84%VIA5+16%VA5	Fe97%Pe3%	95
	WT-7-33	149	152	148	419	418	420	18	21	20	319	299	305	14,0	87%VIA5+13%VA5	Fe96%Pe4%	94
	WT-7-34	151	150	152	425	415	419	19	22	19	308	304	308	13,1	89%VIA5+11%VA5	Fe96%Pe4%	95
	WT-7-35	152	153	149	419	421	419	20	19	20	299	281	283	14,2	84%VIA5+16%VA5	Fe97%Pe3%	96
	WT-7-36	148	155	155	422	416	416	19	21	21	295	291	301	13,9	82%VIA5+18%VA5	Fe97%Pe3%	96
Seria 12	WT-7-37	162	158	157	418	413	415	20	19	20	305	298	289	13,6	81%VIA5+19%VA5	Fe96%Pe4%	96
	WT-7-38	161	158	161	420	420	418	22	21	19	315	314	299	12,6	84%VIA5+16%VA5	Fe97%Pe3%	95
	WT-7-39	158	152	148	424	419	420	18	21	20	319	299	305	14,1	85%VIA5+15%VA5	Fe96%Pe4%	97
	WT-7-40	154	150	154	422	415	420	19	19	20	308	304	308	13,1	89%VIA5+11%VA5	Fe97%Pe3%	96
	WT-7-41	155	153	159	411	418	419	20	19	20	299	281	283	14,5	81%VIA5+19%VA5	Fe97%Pe3%	94
	WT-7-42	154	152	154	422	418	415	19	21	21	295	291	301	13,5	77%VIA5+23%VA5	Fe96%Pe4%	95
Seria 14	WT-7-43	162	158	159	411	405	399	19	22	20	311	314	305	13,6	85%VIA5+15%VA5	Fe97%Pe3%	96
	WT-7-44	165	158	162	421	418	418	18	19	20	314	310	289	12,6	84%VIA5+16%VA5	Fe96%Pe4%	94
	WT-7-45	159	160	148	421	419	420	18	21	20	319	299	305	14,6	81%VIA5+19%VA5	Fe96%Pe4%	97
	WT-7-46	165	155	158	421	418	420	21	20	19	308	304	308	13,5	82%VIA5+18%VA5	Fe96%Pe4%	95
	WT-7-47	154	150	151	412	418	415	20	19	22	299	281	283	14,1	80%VIA5+20%VA5	Fe97%Pe3%	95
	WT-7-48	155	152	154	422	415	415	20	22	21	295	291	301	13,2	85%VIA5+15%VA5	Fe96%Pe4%	94

Nr serii	Nr odlewu	Twardość			Wytrzymałość			Wydłużenie A5			Granica plastyczności Rp 0,2			Udarność (-20°C) [J]	Ocena metalograficzna PN EN 945-1	Rodzaj osnowy (ferryt/perlit) [%]	Stopień sfroidyzacji [%]
		[HB]			[MPa]			[%]			[MPa]						
		Wyniki uśrednione z trzech prób															
Seria 15	WT-7-49	158	161	164	428	422	429	22	21	22	319	315	315	13,2	84%VIA5+16%VA5	Fe95%Pe5%	93
	WT-7-50	155	150	154	415	421	415	21	22	21	310	314	302	14,2	85%VIA5+15%VA5	Fe97%Pe3%	96
	WT-7-51	152	145	154	411	418	416	22	19	22	299	289	288	14,9	84%VIA5+16%VA5	Fe98%Pe2%	96
	WT-7-52	152	155	158	418	422	423	21	20	21	312	308	305	13,9	86%VIA5+14%VA5	Fe98%Pe2%	94
	WT-7-53	158	158	160	411	415	412	22	20	21	285	314	315	12,6	84%VIA5+16%VA5	Fe96%Pe4%	96
	WT-7-54	155	161	168	422	425	426	21	19	20	315	314	318	13,2	84%VIA5+16%VA5	Fe97%Pe3%	95
Seria 18	WT-7-55	164	160	161	420	409	411	19	20	22	308	312	315	13,8	88%VIA5+12%VIA5	Fe96%Pe4%	95
	WT-7-56	160	162	161	415	418	412	20	19	18	305	311	315	13,5	86%VIA5+14%VIA5	Fe96%Pe4%	97
	WT-7-57	159	152	158	418	418	416	22	20	20	321	318	315	12,8	81%VIA5+19%VIA5	Fe96%Pe4%	95
	WT-7-58	154	155	158	419	424	422	22	19	18	308	309	314	13,5	82%VIA5+18%VA5	Fe98%Pe2%	93
	WT-7-59	155	160	164	420	426	426	20	21	19	310	314	311	14,6	78%VIA5+22%VA5	Fe96%Pe4%	94
	WT-7-60	155	154	159	421	423	418	20	21	19	298	298	281	13,8	77%VIA5+23%VA5	Fe97%Pe3%	94

Tablica 6.14. Wyniki badań. Odlew **WT-7** z żeliwa **EN-GJS 350 – 22LT**

Nr serii	Nr odlewu	Twardość			Wytrzymałość			Wydłużenie A5			Granica plastyczności Rp 0,2			Udarność (-40°C)	Ocena metalograficzna PN EN 945-1	Rodzaj osnowy (ferryt/perlit)	Stopień sfroidyzacji
		[HB]			[MPa]			[%]			[MPa]			[J]			
		Wyniki uśrednione z trzech prób															
Seria 4	WT-7-61	145	144	146	391	388	401	23	24	24	298	292	289	13,6	85%VIA5+15%VA5	Fe98%Pe2%	94
	WT-7-62	141	145	141	395	385	388	23	23	22	304	298	301	13,5	82%VIA5+18%VA5	Fe98%Pe2%	95
	WT-7-63	141	151	146	391	390	388	24	22	23	289	288	278	13,1	81%VIA5+12%VA5	Fe98%Pe2%	94
	WT-7-64	149	142	142	390	391	388	23	23	24	301	289	288	13,2	81%VIA5+19%VA5	Fe98%Pe2%	94
	WT-7-65	145	142	142	381	388	381	22	22	24	288	291	278	13,1	78%VIA5+22%VA5	Fe98%Pe2%	94
	WT-7-66	146	144	145	380	381	378	22	24	24	301	301	301	13,2	85%VIA5+15%VA5	Fe98%Pe2%	96
Seria 7	WT-7-67	145	141	145	381	385	384	23	23	24	299	291	288	13,2	77%VIA5+23%VA5	Fe98%Pe2%	95
	WT-7-68	144	141	140	395	395	398	20	20	21	301	295	301	11,4	82%VIA5+18%VA5	Fe93%Pe3%	91
	WT-7-69	142	148	145	390	380	382	24	22	24	289	281	278	13,5	79%VIA5+21%VA5	Fe98%Pe2%	94
	WT-7-70	145	142	144	384	371	378	24	23	24	291	290	281	13,4	83%VIA5+17%VA5	Fe98%Pe2%	96
	WT-7-71	141	142	140	378	368	380	22	22	24	288	291	278	13,5	77%VIA5+23%VA5	Fe98%Pe2%	96
	WT-7-72	145	143	14	380	385	378	23	24	24	284	288	291	13,4	81%VIA5+19%VA5	Fe98%Pe2%	95
Seria 8	WT-7-73	148	140	144	371	375	374	24	23	24	289	285	288	14,3	78%VIA5+23%VA5	Fe98%Pe2%	96
	WT-7-74	145	146	144	372	371	378	24	23	22	301	295	301	13,5	77%VIA5+23%VA5	Fe98%Pe2%	96
	WT-7-75	145	141	145	391	380	381	24	23	24	291	281	288	13,8	79%VIA5+21%VA5	Fe98%Pe2%	94
	WT-7-76	145	142	144	384	371	378	24	23	24	291	290	281	13,4	83%VIA5+17%VA5	Fe98%Pe2%	96
	WT-7-77	141	142	140	378	368	380	22	22	24	288	291	278	13,5	77%VIA5+23%VA5	Fe98%Pe2%	95
	WT-7-78	144	149	145	381	381	379	23	24	24	294	281	281	13,6	81%VIA5+19%VA5	Fe98%Pe2%	96
Seria 9	WT-7-79	148	141	145	381	395	404	23	24	24	299	295	284	13,5	80%VIA5+20%VA5	Fe98%Pe2%	94
	WT-7-80	146	148	141	408	411	398	22	23	22	300	305	301	13,1	78%VIA5+22%VA5	Fe98%Pe2%	95
	WT-7-81	139	141	140	395	395	391	23	24	24	301	295	291	13,2	79%VIA5+21%VA5	Fe98%Pe2%	94
	WT-7-82	141	141	144	394	388	398	22	23	24	290	294	281	13,2	84%VIA5+16%VA5	Fe98%Pe2%	95
	WT-7-83	140	138	140	405	398	391	22	22	23	298	295	298	13,1	80%VIA5+20%VA5	Fe98%Pe2%	94
	WT-7-84	145	141	145	391	403	399	23	24	22	295	298	281	13,6	80%VIA5+20%VA5	Fe98%Pe2%	96

Nr serii	Nr odlewu	Twardość			Wytrzymałość			Wydłużenie A5			Granica plastyczności Rp 0,2			Udarność (-20°C)	Ocena metalograficzna PN EN 945-1	Rodzaj osnowy (ferryt/perlit)	Stopień sfroidyzacji
		[HB]			[MPa]			[%]			[MPa]						
		Wyniki uśrednione z trzech prób															
Seria 10	WT-7-85	151	148	154	391	395	398	22	23	24	299	285	305	14,3	78%VIA5+22%VA5	Fe98%Pe2%	94
	WT-7-86	148	146	154	392	394	378	23	23	22	308	295	305	13,5	77%VIA5+23%VA5	Fe98%Pe2%	96
	WT-7-87	148	142	145	395	395	381	24	23	24	295	281	298	13,8	79%VIA5+21%VA5	Fe98%Pe2%	96
	WT-7-88	149	142	152	404	402	378	24	22	24	294	290	268	13,4	85%VIA5+15%VA5	Fe98%Pe2%	96
	WT-7-89	148	145	140	408	398	380	24	22	24	288	294	278	13,5	84%VIA5+16%VA5	Fe98%Pe2%	95
	WT-7-90	143	149	142	411	399	379	23	23	24	295	281	299	13,6	84%VIA5+16%VA5	Fe98%Pe2%	96
Seria 13	WT-7-91	148	141	145	381	395	404	23	24	24	298	295	284	14,5	81%VIA5+19%VA5	Fe98%Pe2%	94
	WT-7-92	146	148	141	408	411	398	22	23	22	305	305	301	13,4	79%VIA5+21%VA5	Fe98%Pe2%	94
	WT-7-93	139	141	140	395	395	391	23	24	24	301	295	291	14,0	85%VIA5+15%VA5	Fe98%Pe2%	94
	WT-7-94	141	141	144	394	388	398	22	23	24	290	294	281	14,1	82%VIA5+18%VA5	Fe98%Pe2%	95
	WT-7-95	140	138	140	405	398	391	22	22	23	298	295	298	13,7	80%VIA5+20%VA5	Fe98%Pe2%	95
	WT-7-96	145	141	145	391	403	399	23	24	22	295	298	281	13,1	81%VIA5+19%VA5	Fe98%Pe2%	95
Seria 16	WT-7-97	142	142	141	412	411	399	24	23	24	305	308	291	14,1	82%VIA5+18%VA5	Fe98%P2%	96
	WT-7-98	140	146	145	399	405	402	23	23	22	312	304	295	13,5	84%VIA5+16%VA5	Fe98%Pe2%	96
	WT-7-99	145	144	140	403	395	402	23	22	23	305	308	305	13,5	84%VIA5+16%VA5	Fe94%P6%	91
	WT-7-100	150	151	148	406	398	389	23	23	24	299	308	302	14,4	84%VIA5+15%VA5	Fe98%Pe2%	95
	WT-7-101	149	141	144	403	402	395	24	22	23	299	295	286	14,2	78%VIA5+22%VA5	Fe98%Pe2%	96
	WT-7-102	148	145	145	381	385	384	22	23	24	305	295	288	13,4	78%VIA5+22%VA5	Fe98%Pe2%	94
Seria 17	WT-7-103	143	148	148	388	378	379	22	23	22	302	309	302	13,5	86%VIA5+14%VA5	Fe98%Pe2%	96
	WT-7-104	150	150	154	380	379	371	23	22	23	301	295	292	13,1	84%VIA5+16%VA5	Fe98%Pe2%	97
	WT-7-105	150	148	147	395	405	389	22	23	24	275	285	274	14,4	82%VIA5+18%VA5	Fe98%Pe2%	96
	WT-7-106	150	145	148	388	385	385	23	24	22	299	295	285	13,9	86%VIA5+14%VA5	Fe98%Pe2%	96
	WT-7-107	144	140	141	395	388	390	24	23	24	275	272	285	13,5	81%VIA5+19%VA5	Fe98%Pe2%	95
	WT-7-108	158	154	157	419	415	413	23	22	24	305	301	301	14,6	86%VIA5+14%VA5	Fe98%Pe2%	94

Nr serii	Nr odlewu	Twardość			Wytrzymałość			Wydłużenie A5			Granica plastyczności Rp 0,2			Udarność (-20°C)	Ocena metalograficzna PN EN 945-1	Rodzaj osnowy (ferryt/perlit)	Stopień sfroidyzacji
		[HB]			[MPa]			[%]			[MPa]			[J]			
		Wyniki uśrednione z trzech prób															
Seria 19	WT-7-109	146	148	141	408	411	398	22	23	22	300	305	301	13,1	78%VIA5+22%VA5	Fe98%Pe2%	95
	WT-7-110	141	141	144	394	388	398	22	23	24	290	294	281	13,2	84%VIA5+16%VA5	Fe98%Pe2%	95
	WT-7-111	148	141	155	408	411	412	23	22	24	295	297	283	13,8	81%VIA5+19%VA5	Fe98%Pe2%	96
	WT-7-112	144	145	143	409	399	394	22	24	24	295	298	304	14,1	81%VIA5+19%VA5	Fe98%Pe2%	95
	WT-7-113	145	141	145	391	403	399	23	24	22	295	298	281	13,6	80%VIA5+20%VA5	Fe98%Pe2%	96
	WT-7-114	146	148	154	411	401	395	23	24	24	308	311	305	15,4	81%VIA5+19%VA5	Fe98%Pe2%	95
Seria 20	WT-7-115	151	150	154	391	381	392	23	24	24	291	289	278	13,2	80%VIA5+20%VA5	Fe98%Pe2%	95
	WT-7-116	151	151	150	395	388	382	24	24	23	290	302	288	14,1	81%VIA5+19%VA5	Fe98%Pe2%	95
	WT-7-117	141	145	149	391	388	389	24	24	24	288	304	301	13,8	81%VIA5+19%VA5	Fe98%Pe2%	96
	WT-7-118	151	152	148	382	389	385	22	22	23	305	298	292	13,1	84%VIA5+16%VA5	Fe98%Pe2%	97
	WT-7-119	148	150	145	380	381	384	23	24	23	281	284	278	13,4	81%VIA5+19%VA5	Fe98%Pe2%	95
	WT-7-120	148	145	144	380	375	379	22	24	22	308	307	305	13,5	86%VIA5+14%VA5	Fe98%Pe2%	96

6.6. Wyniki zewnętrznych badań walidacyjnych składu chemicznego, własności mechanicznych i metalograficznych odlewów próbnych

W celu potwierdzenia wyników badań wykonano zewnętrzne badania walidacyjne. Badania zostały wykonane przez niezależne laboratorium akredytowane – Świętokrzyskie Centrum Badania Jakości sp. z o.o. Laboratorium badania metali. Przykładowe wyniki badań pokazano na rysunkach 6.4 – 6.6. Wyniki badań walidacyjnych dotyczące składu chemicznego żeliwa, parametrów wytrzymałościowych i metalografii próbek z odlewów są zgodne z wynikami badań uzyskanymi w odlewni. W związku z tym potwierdzono, że w wyniku realizacji projektu uzyskano odlewy żeliwne odpowiadające wymagą normy dla EN-GJS 400 – 18LT i EN-GJS 350 – 22LT.

 ŚWIĘTOKRZYSKIE CENTRUM BADANIA JAKOŚCI SP. Z O.O. LABORATORIUM BADANIA METALI 27 - 400 Ostrowiec Świętokrzyski, Aleja Solidarności 9 tel. 41 263 60 34 www.scbj.pl e-mail: biuro@scbj.pl												   25.11.2022							
PROTOKÓŁ BADAŃ WŁASNOŚCI MECHANICZNYCH NR 615.10/12/2021/PR/PU EXAMINATIONS OF MECHANICAL PROPERTIES REPORT NO.												Zleceniodawca: Odlewnia Żeliwa „DRAWSKI” S.A. Orderer: 64-731 Drawski Młyn ul. Szosa Dworcowa 30 umowa z dnia 23.10.2021 r.		Data: 14.12.2021 r. Date: Strona/Stron: 1/1 Page/Pages:					
Próba rozciągania wg PN-EN ISO 6892-1:2020-05, metoda B Tensile testing according to PN-EN ISO 6892-1:2020-05, method B												Próba uderzeniowa sposobem Charpy'ego wg PN-EN ISO 148-1:2017-02 Charpy pendulum impact test according to PN-EN ISO 148-1:2017-02							
Lp. No.	Oznaczenie próbki: Designation of pieces:	Wymiary próbki: Dimensions of piece:					Wyniki: Results:					Miejsce zerwania, charakterystyka przelomu, wady: Place of breaking, characteristics of the turning point, defects:	Nr, wymiary próbki [mm]: No., dimensions of piece [mm]:	Rodzaj karbu: Kind of notch:	Temp. badania [°C]: Temp. of test [°C]:	Wyniki: Results:	Uwagi Remarks		
		d ₀ mm	a ₀ mm	b ₀ mm	L ₀ mm	S ₀ mm ²	R _m 2 kN	F _m MPa	R _m kN	A ₅ MPa	Z %							[J]	
1	odlew, gat. EN GJS 350-22 LT, nr próbki 615/21.PRA 4a	10,0	-	-	50	78,54	22,04	281	33,65	428	22	-	-	nr próbki 615/21.PRA 4a wymiar 55x10x10	V	-40	12,6	-	
Maszyna wytrzymałościowa, numer fabryczny: Shimadzu UEH-100, nr fabryczny: 75579 Type of machine, factory number:												Młot wahadłowy, numer fabryczny: Młot Charpy'ego, nr fabryczny: 494 Charpy pendulum machine, factory number:							
Zakres pomiarowy: 100 kN Measuring range:												Dokładność wskazań: 0,1 kN Accuracy of indication reading:				Zakres pomiarowy: max kąt 156° Measuring range:			
Warunki środowiskowe Condition environmental Temperatura otoczenia [°C]: 18 Environmental temperature:												Przyrządy do badań: termometr szklany, nr fabr. D3540/10; mikrometr zewnętrzny, nr fabr. 570/T8; suwmiarka dwustronna, nr fabr. 417; Measuring instruments: luksonier, nr fabr. 130609594				Dokładność wskazań: 1° Accuracy of indication reading:			
Natężenie oświetlenia [lx]: 900 Illumination:												Próbka została pobrana z odlewu przez Zleceniodawcę Wyniki dotyczą wyłącznie obiektów badanych. Laboratorium nie pobiera próbek i nie ponosi odpowiedzialności za etap ich pobrania. Laboratorium nie przedstawia opinii i interpretacji. Laboratorium ocenia niepełność pomiaru dla wszystkich badań, które wykonuje. Laboratorium przedstawia stwierdzenie zgodności ze specyfikacją lub wymaganiem na podstawie zasady podjętym decyzji ustalonej z Klientem. Protokół bez zgody Laboratorium nie może być powielany inaczej niż w całości. The results apply only to the tested objects. The laboratory does not collect samples and is not responsible for the sampling stage. The laboratory does not provide opinions and interpretations. The laboratory assesses the measurement uncertainty for all the tests it performs. Protocol without the consent of the laboratory may not be reproduced other than in its entirety. The laboratory presents a statement of compliance with the specification or requirement on the basis of the decision-making principle agreed with the client.							
Imię i nazwisko badającego: Name of operator: Mirosław Sadowski				Data badania: Testing date: 13.12.2021 r.				Podpis: Signature: 				Autoryzował (podpis, pieczęć): Authorized (signature, stamp): Wynik badań 							

Rys. 6.4. Wyniki badań walidacyjnych, EN-GJS 350 – 22LT



ŚWIĘTOKRZYSKIE CENTRUM BADANIA JAKOŚCI SP. Z O.O.
LABORATORIUM BADANIA METALI
 27 - 400 Ostrowiec Świętokrzyski, Aleja Solidarności 9
 tel. 41 263 60 34 www.scbj.pl e-mail: biuro@scbj.pl





AB 1336

PROTOKÓŁ BADAŃ WŁASNOŚCI MECHANICZNYCH NR 615.5/12/2021/PR/PU
 EXAMINATIONS OF MECHANICAL PROPERTIES REPORT NO.

Zleconodawca: Odlewnia Żeliwa „DRAWSKI” S.A.
Order: 64-731 Drawski Młyn
 ul. Szosa Dworcowa 30
 umowa z dnia 23.10.2021 r.

Data: 14.12.2021 r.
Date:
Strona/Stron: 1/1
Page/Pages:

Próba rozciągania wg PN-EN ISO 6892-1:2020-05, metoda B
 Tensile testing according to PN-EN ISO 6892-1:2020-05, method B

Lp. No.	Oznaczenie próbki: Designation of pieces:	Wymiary próbki: Dimensions of piece:					Wyniki: Results:					Miejsce zerwania, charakterystyka przelomu, wady: Place of breaking, characteristics of the turning point, defects:
		d ₀	a ₀	b ₀	L ₀	S ₀	R _m ,1	F _m	R _m	A ₅	Z	
		mm	mm	mm	mm	mm ²	kN	MPa	kN	MPa	%	
1	odlew, gat. EN GJS 400-18 LT, nr próbki 615/21.PRA 2b	10,0	-	-	50	78,54	22,65	288	33,37	430	19	-

Próba uderzeniowa Charpy'ego wg PN-EN ISO 148-1:2017-02
 Charpy pendulum impact test according to PN-EN ISO 148-1:2017-02

Nr, wymiary próbki [mm]: No., dimensions of piece [mm]:	Rodzaj karbu: Kind of notch:	Temp. badania [°C]: Temp. of test [°C]:	Wyniki: Results:	Uwagi Remarks
nr próbki 615/21.PUA 2b wymiary 55x10x10	V	-20	14,1	-

Maszyna wytrzymałościowa, numer fabryczny: Shimadzu UEH-100, nr fabryczny: 75579
Type of machine, factory number:

Młot wahadłowy, numer fabryczny: Młot Charpy'ego, nr fabryczny: 494 Charpy
pendulum machine, factory number:

Zakres pomiarowy: 100 kN
Measuring range:

Dokładność wskazań: 0,1 kN
Accuracy of indication reading:

Zakres pomiarowy: max kąt 156°
Measuring range:

Dokładność wskazań: 1°
Accuracy of indication reading:

Warunki środowiskowe
 Condition environmental

Przyrządy do badań: termometr szklany, nr fabr. D3540/10; mikrometr zewnętrzny, nr fabr. 570/78; suwmiarka dwustronna, nr fabr. 417;
Measuring instruments: luksonier, nr fabr. 130609594

Temperatura otoczenia [°C]: 18
Environmental temperature:

Natężenie oświetlenia [lx]: 900
Illumination:

Próbka została pobrana z odlewu przez Zleconodawcę

Wyniki dotyczą wyłącznie obiektów badanych.
 Laboratorium nie pobiera próbek i nie ponosi odpowiedzialności za etap ich pobierania.
 Laboratorium nie przedstawia opinii i interpretacji.
 Laboratorium ceni sobie niezaprzeczalną rolę dla wszystkich badań, które wykonuje.
 Laboratorium przedstawia stwierdzenie zgodności ze specyfikacją lub wyrażeniem na podstawie zasady podlegającego decyzji ustalonej z Klientem.
 Protokół bez zgody Laboratorium nie może być powielany inaczej niż w całości.
 The results apply only to the tested objects.
 The laboratory does not collect samples and is not responsible for the sampling stage.
 The laboratory does not provide opinions and interpretations.
 The laboratory assesses the measurement uncertainty for all the tests it performs.
 The laboratory presents a statement of compliance with the specification or requirement on the basis of the decision-making principle agreed with the client.
 Protocol without the consent of the Laboratory may not be reproduced other than in its entirety.

Imię i nazwisko badającego:
 Name of operator:

Data badania:
 Testing date:

Podpis:
 Signature:

Autoryzował (podpis, pieczęć):
 Authorized (signature, stamp):

Mirosław Sadowski

13.12.2021 r.


 Mirosław Sadowski


 Kamil Mikla



ŚWIĘTOKRZYSKIE CENTRUM BADANIA JAKOŚCI SP. Z O.O.
LABORATORIUM BADANIA METALI
 27 - 400 Ostrowiec Świętokrzyski, Aleja Solidarności 9
 tel. 41 263 60 34 www.scbj.pl e-mail: biuro@scbj.pl





AB 1336

PROTOKÓŁ BADAŃ WŁASNOŚCI MECHANICZNYCH NR 615.4/12/2021/PR/PU
 EXAMINATIONS OF MECHANICAL PROPERTIES REPORT NO.

Zleconodawca: Odlewnia Żeliwa „DRAWSKI” S.A.
Order: 64-731 Drawski Młyn
 ul. Szosa Dworcowa 30
 umowa z dnia 23.10.2021 r.

Data: 14.12.2021 r.
Date:
Strona/Stron: 1/1
Page/Pages:

Próba rozciągania wg PN-EN ISO 6892-1:2020-05, metoda B
 Tensile testing according to PN-EN ISO 6892-1:2020-05, method B

Lp. No.	Oznaczenie próbki: Designation of pieces:	Wymiary próbki: Dimensions of piece:					Wyniki: Results:					Miejsce zerwania, charakterystyka przelomu, wady: Place of breaking, characteristics of the turning point, defects:
		d ₀	a ₀	b ₀	L ₀	S ₀	R _m ,1	F _m	R _m	A ₅	Z	
		mm	mm	mm	mm	mm ²	kN	MPa	kN	MPa	%	
1	odlew, gat. EN GJS 400-18 LT, nr próbki 615/21.PRA 2a	10,0	-	-	50	78,54	22,64	288	34,34	437	20	-

Próba uderzeniowa Charpy'ego wg PN-EN ISO 148-1:2017-02
 Charpy pendulum impact test according to PN-EN ISO 148-1:2017-02

Nr, wymiary próbki [mm]: No., dimensions of piece [mm]:	Rodzaj karbu: Kind of notch:	Temp. badania [°C]: Temp. of test [°C]:	Wyniki: Results:	Uwagi Remarks
nr próbki 615/21.PUA 2a wymiary 55x10x10	V	-20	14,1	-

Maszyna wytrzymałościowa, numer fabryczny: Shimadzu UEH-100, nr fabryczny: 75579
Type of machine, factory number:

Młot wahadłowy, numer fabryczny: Młot Charpy'ego, nr fabryczny: 494 Charpy
pendulum machine, factory number:

Zakres pomiarowy: 100 kN
Measuring range:

Dokładność wskazań: 0,1 kN
Accuracy of indication reading:

Zakres pomiarowy: max kąt 156°
Measuring range:

Dokładność wskazań: 1°
Accuracy of indication reading:

Warunki środowiskowe
 Condition environmental

Przyrządy do badań: termometr szklany, nr fabr. D3540/10; mikrometr zewnętrzny, nr fabr. 570/78; suwmiarka dwustronna, nr fabr. 417;
Measuring instruments: luksonier, nr fabr. 130609594

Temperatura otoczenia [°C]: 18
Environmental temperature:

Natężenie oświetlenia [lx]: 900
Illumination:

Próbka została pobrana z odlewu przez Zleconodawcę

Wyniki dotyczą wyłącznie obiektów badanych.
 Laboratorium nie pobiera próbek i nie ponosi odpowiedzialności za etap ich pobierania.
 Laboratorium nie przedstawia opinii i interpretacji.
 Laboratorium ceni sobie niezaprzeczalną rolę dla wszystkich badań, które wykonuje.
 Laboratorium przedstawia stwierdzenie zgodności ze specyfikacją lub wyrażeniem na podstawie zasady podlegającego decyzji ustalonej z Klientem.
 Protokół bez zgody Laboratorium nie może być powielany inaczej niż w całości.
 The results apply only to the tested objects.
 The laboratory does not collect samples and is not responsible for the sampling stage.
 The laboratory does not provide opinions and interpretations.
 The laboratory assesses the measurement uncertainty for all the tests it performs.
 The laboratory presents a statement of compliance with the specification or requirement on the basis of the decision-making principle agreed with the client.
 Protocol without the consent of the Laboratory may not be reproduced other than in its entirety.

Imię i nazwisko badającego:
 Name of operator:

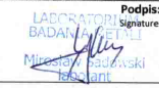
Data badania:
 Testing date:

Podpis:
 Signature:

Autoryzował (podpis, pieczęć):
 Authorized (signature, stamp):

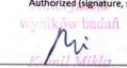
Mirosław Sadowski

13.12.2021 r.


 Mirosław Sadowski


 Kamil Mikla

Rys. 6.5. Wyniki badań walidacyjnych, EN-GJS 400 – 18LT

		ŚWIĘTOKRZYSKIE CENTRUM BADANIA JAKOŚCI SP. Z O.O. LABORATORIUM BADANIA METALI 27 - 400 Ostrowiec Świętokrzyski, Aleja Solidarności 9 tel. 41 263 60 34 www.scbj.pl e-mail: biuro@scbj.pl		  AB 1336																							
PROTOKÓŁ BADAŃ WŁASNOŚCI MECHANICZNYCH NR 615.1/12/2021/PR/PU EXAMINATIONS OF MECHANICAL PROPERTIES REPORT NO.				Zleceńodawca: Odlewnia Żeliwa „DRAWSKI” S.A. Order: 64-731 Drawski Młyn ul. Szosa Dworcowa 30 umowa z dnia 23.10.2021 r.																							
Próba rozciągania wg PN-EN ISO 6892-1:2020-05, metoda B Tensile testing according to PN-EN ISO 6892-1:2020-05, method B				Próba uderzeniowa sposobem Charpy'ego wg PN-EN ISO 148-1:2017-02 Charpy pendulum impact test according to PN-EN ISO 148-1:2017-02																							
Lp. No. Oznaczenie próbek: Designation of pieces:	Wymiary próbki: Dimensions of piece:	Wyniki: Results:	Miejsce zerwania, charakterystyka przelomu, wady: Place of breaking, characteristics of the turning point, defects:	Nr, wymiary próbki [mm]: No., dimensions of piece [mm]:	Rodzaj karbu: Kind of notch:																						
	<table border="1"> <tr> <th>d₀</th> <th>a₀</th> <th>b₀</th> <th>L₀</th> <th>S₀</th> </tr> <tr> <td>mm</td> <td>mm</td> <td>mm</td> <td>mm</td> <td>mm²</td> </tr> </table>	d ₀	a ₀	b ₀	L ₀	S ₀	mm	mm	mm	mm	mm ²	<table border="1"> <tr> <th>R_m</th> <th>F_m</th> <th>R_m</th> <th>A₅</th> <th>Z</th> </tr> <tr> <td>kN</td> <td>MPa</td> <td>kN</td> <td>MPa</td> <td>%</td> </tr> </table>	R _m	F _m	R _m	A ₅	Z	kN	MPa	kN	MPa	%			Temp. badania [°C]: Temp. of test [°C]:	Wyniki: Results:	Uwagi: Remarks:
d ₀	a ₀	b ₀	L ₀	S ₀																							
mm	mm	mm	mm	mm ²																							
R _m	F _m	R _m	A ₅	Z																							
kN	MPa	kN	MPa	%																							
1	odl., gat. EN GJS 400-18 LT, nr próbki 615/21.PRA 1a	<table border="1"> <tr> <td>10,0</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>50</td> <td>78,54</td> </tr> </table>	10,0	-	-	50	78,54	<table border="1"> <tr> <td>23,52</td> <td>299</td> <td>33,99</td> <td>433</td> <td>20</td> </tr> </table>	23,52	299	33,99	433	20			nr próbki 615/21.PRA 1a wymiary 55x10x10	V	-20	14,1	-							
10,0	-	-	50	78,54																							
23,52	299	33,99	433	20																							
Maszyna wytrzymałościowa, numer fabryczny: Shimadzu UEH-100, nr fabryczny: 75579 Zakres pomiarowy: 100 kN Measuring range:				Dokładność wskazań: 0,1 kN Accuracy of indication reading:																							
Warunki środowiskowe Condition environmental Temperatura otoczenia [°C]: 18 Environmental temperature:				Przyrządy do badań: termometr szklany, nr fabr. D3540/10; mikrometr zewnętrzny, nr fabr. 570/78; suwmiarka dwustronna, nr fabr. 417; Measuring instruments: luksonier, nr fabr. 130609594																							
Próbkę została pobrana z odlewu przez Zleceńodawcę The sample was taken from the casting by the client. Wyniki dotyczą wyłącznie obiektów badanych. The results apply only to the tested objects. Laboratorium nie przedstawia opinii i interpretacji. The laboratory does not provide opinions and interpretations. Laboratorium nie gwarantuje odpowiedzialności za etapy ich pobierania. The laboratory does not collect samples and is not responsible for the sampling stage. Laboratorium przedstawia stwierdzenie zgodności z specyfikacją lub wymaganiem na podstawie zasady podejmowania decyzji ustalonej z Klientem. The laboratory presents a statement of compliance with the specification or requirement on the basis of the decision-making principle agreed with the client. Protokół bez zgody Laboratorium nie może być powielany inaczej niż w całości. The protocol without the consent of the Laboratory may not be reproduced other than in its entirety.																											
Imię i nazwisko badającego: Name of operator:		Data badania: Testing date:		Podpis: Signature:																							
Mirosław Sadowski		13.12.2021 r.																									
Autoryzował (podpis, pieczęć): Authorized (signature, stamp): 																											

Rys. 6.6. Wyniki badań walidacyjnych, EN-GJS 400 – 18LT

7. Podsumowanie

W ramach etapu 3 wykonano 20 serii wytopów próbnych (po 48 ton żeliwa) według nowo opracowanej technologii. Podczas badań 10 serii wytopów próbnych (serie: 1, 2, 3, 5, 6, 11, 12, 14, 15 i 18) wykonano według instrukcji wytwarzania żeliwa klasy EN GJS 400 – 18 – LT, oraz 10 serii wytopów (serie: 4, 7, 8, 9, 10, 13, 16, 17, 19 i 20) wykonano według instrukcji wytwarzania żeliwa klasy EN-GJS-350-22-LT. Prace w tym etapie będą dotyczyły osiągnięcia i zachowania wysokiego wskaźnika powtarzalności procesu w skali przemysłowej. W ramach badań zostało wykonane 35000 sztuk odlewów próbnych.

Odlewy próbne zostały pogrupowane według 7 grup modeli od WT-1 do WT-7. Każdy z nich charakteryzuje się innymi parametrami, takimi jak grubość ścianek, sposób ułożenia na linii formierskiej (pionowo/poziomo), masą (1,8 do 27 kg), koniecznością rdzeniowania, a także poziomem skomplikowania układu zasilającego, które mogą mieć wpływ na końcową jakość odlewu. Wykonano po 5000 sztuk każdego odlewu (WT-1 – WT-7), 2500 sztuk z żeliwa EN-GJS-400-18-LT i 2500 sztuk z żeliwa EN-GJS-350-22-LT. Każdy z odlewów był wykonywany w 20 seriach po 250 szt. (10 serii z żeliwa EN-GJS-400-18-LT i 10 serii z żeliwa EN-GJS-350-22-LT) w celu potwierdzenia powtarzalności procesu w skali przemysłowej. Badania wykonywano na próbkach uzyskanych z odlewów. Łącznie przebadano 840 z 35000.

Wykonano badania właściwości wytrzymałościowych R_m , A_5 i udarności $U_v(-20^\circ\text{C})$, $U_v(-40^\circ\text{C})$ oraz oceniano mikrostrukturę (min. wskaźnik kształtu grafitu)

Na podstawie wyników badań mikrostruktury metalograficznej stwierdzono, że w przypadku wszystkich odlewów uzyskano żeliwo o osnowie ferrytycznej z wskaźnikiem kształtu grafitu $>0,85$. Na podstawie wyników badań wytrzymałościowych stwierdzono, że dla wszystkich badanych odlewów wykonanych według instrukcji dla żeliwa EN-GJS-400-18-LT i EN-GJS-350-22-LT uzyskano wymagane w normie właściwości wytrzymałościowe oraz uzyskano wydłużenie A_5 spełniające wymagania dla próbek odpowiadających określonym w normie grubością ścianek.

W wyniku przeprowadzonych badań stwierdzono, że uzyskano **776** odlewów spełniających warunki odbioru dla gatunku żeliwa (EN-GJS-400-18-LT lub EN-GJS-350-22-LT) o bardzo wysokich właściwościach plastycznych i odporności na obciążenia dynamiczne w warunkach niskiej temperatury (-20°C lub -40°C).

Na podstawie wyników przeprowadzonych badań stwierdzono, że uzyskano 92% odlewów spełniających warunki odbioru dla gatunku żeliwa EN-GJS-400-18-LT lub EN-GJS-350-22-LT. Uzyskano 398 odlewów spełniających warunki odbioru dla gatunku żeliwa EN-GJS-400-18-LT (94,8%) i 380 odlewów spełniających warunki odbioru dla gatunku żeliwa EN-GJS-350-22-LT (90,5%).

Daje to podstawę do uznania, że osiągnięto kamień milowy KM 3.1 – Zdolność do produkcji odlewów z ferrytycznego żeliwa sferoidalnego gatunków EN-GJS-400-18-LT: $A_5 > 18\%$, $U_V > 12J$ (przy $T = -20^\circ C$) oraz EN-GJS-350-22-LT $A_5 > 22\%$, $U_V > 12J$ (przy $T = -40^\circ C$) w sposób stabilny, powtarzalny z podniesionym do 80% wskaźnikiem “trafionych” – dobrych wytopów przy wykorzystaniu nowej technologii produkcji.