**Problem:**

Rozwiązywany w tym zadaniu problem to MSRCPSP – czyli Multi Skill Resource Constrained Project Scheduling Problem – mamy do stworzenia harmonogram – do każdego zadania musimy przydzielić czas rozpoczęcia i zasób. Każdy zasób ma określony koszt i określone umiejętności na określonym poziomie – a każde zadanie wymaga pewnej umiejętności na określonym poziomie.

**Reprezentacja:**

Do implementacji tego zadania postanowiłem użyć następującej reprezentacji: każde zadanie ma określone miejsce w kolejce i każde zadanie ma przydzielony zasób. Dzięki temu możemy obliczyć łączny czas i koszt w następujący sposób:

1. Dla każdego zadania:
   1. Sprawdź czy poprzedniki danego zadania zostały wykonane.
   2. Jeżeli tak:
      1. Znajdź maksymalny czas zakończenia wśród zadań które są jego poprzednikami, lub są wykonywane przez ten sam zasób.
      2. Ustaw czas zakończenia zadania jako sumę poprzedniej wartości maksymalnej i długości zadania.
   3. Jeżeli nie:
      1. Przesuń zadanie w kolejce bezpośrednio za jego poprzedniki.
   4. Policz koszt każdego zadania jako iloczyn kosztu przypisanego zasobu i długości wykonania.
2. Policz długość wykonania całości danego harmonogramu jako maksymalny czas zakończenia zadania.
3. Policz koszt całości danego harmonogramu jako suma kosztów zadań.

**Inicjalizacja:**

Inicjalizuje populacje przez generacje określonej ilości harmonogramów z losową kolejnością zadań i przypisanymi losowymi, ale posiadającymi odpowiednie umiejętności zasobami.

**Ocena:**

Jako funkcje oceny używam całkowitego czasu wykonania harmonogramu.

**Selekcja:**

Użyłem selekcji turniejowej – wybieramy z populacji określoną liczbę osobników i wybieramy z nich najbardziej przystosowany, powtarzając ten algorytm aż do momentu osiągnięcia odpowiedniej ilości wybranych osobników.

**Mutacja:**

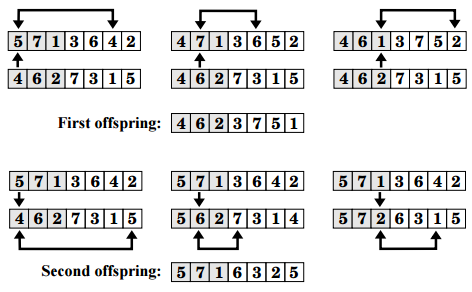
Zaimplementowane są dwie mutacje:

1. Dla mutacji kolejności wykonywania zadań zamieniam miejscami dwa zadania w kolejce
2. Dla mutacji przypisanych zasobów zamieniam przypisany zasób dla danego zadania na inny pasujący

**Krzyżowanie:**

Zaimplementowane są dwa krzyżowania:

1. Dla krzyżowania kolejności wykonywania zadań użyłem jednopunktowego PMX, która działa podobnie jak normalne krzyżowanie – w losowym miejscu dokonujemy krzyżowania, jednak wstawiając nowe zadania z innego osobnika, zamieniamy stare miejscami, aby każde zadanie występowało w kolejce tylko raz, najlepiej ilustruje to ten obrazek:



1. Dla krzyżowania przypisanych zasobów wykorzystałem proste krzyżowanie jednopunktowe

**Badania:**

Aby dostroić algorytm genetyczny uruchomiłem go 10 razy dla różnych parametrów. Czas działania dla jednego wykonania: 5 sekund, ilość wykonań: 10, nazwa pliku: 100\_5\_20\_9\_D3.def.

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Populacja | Turniej | Krzyżowanie | Mutacja | Minimum | Średnia | Maksimum | Odchylenie |
| 100 | 20 | 0,85 | 0,01 | 387.0 | 389.1 | 394.0 | 2.024845673131659 |
| 100 | 1 | 0,85 | 0,01 | 445.0 | 453.9 | 466.0 | 8.238797107453113 |
| 100 | 5 | 0,85 | 0,01 | 387.0 | 388.5 | 391.0 | 1.2692955176439846 |
| 100 | 10 | 0,85 | 0 | 408.0 | 429.5 | 451.0 | 13.786063816606811 |
| 100 | 10 | 0,85 | 0,1 | 395.0 | 398.3 | 402.0 | 2.359378449224852 |
| 100 | 10 | 0,5 | 0,01 | 387.0 | 388.1 | 389.0 | 0.8755950357709131 |
| 100 | 10 | 0 | 0,01 | 387.0 | 388.3 | 390.0 | 1.1595018087284057 |
| 10 | 10 | 0,85 | 0,01 | 387.0 | 388.1 | 389.0 | 0.7378647873726218 |
| 1000 | 10 | 0,85 | 0,01 | 387.0 | 388.3 | 390.0 | 1.1595018087284057 |

Dla każdego z dostarczonych 36 większych zbiorów danych uruchomiłem trzy razy swój algorytm genetyczny z następującymi, dobranymi wcześniej w trakcie badań, parametrów:

* Wielkość turnieju: 5
* Szansa na krzyżowanie: 85%
* Szansa na mutacje: 1%
* Rozmiar populacji: 1000 osobników
* Warunek stopu: 5 minutowy limit czasu

Otrzymałem następujące wyniki:

* 29 rozwiązań lepszych, zaznaczonych na zielono
* 3 rozwiązania takie same, zaznaczone na żółto
* 4 rozwiązania gorsze, zaznaczone na czerwono

Być może po modyfikacji parametrów udało by się poprawić rozwiązania gorsze na co najmniej takie same.

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Dataset instance** | **Tasks** | **Resources** | **Relations** | **Skills** | **Grasp result value** | **Best result name** | **Best result value** |
| **100\_10\_26\_15** | **100** | **10** | **26** | **15** | **251** | **100\_10\_26\_15.def.2016\_10\_22\_00\_32\_55.sol** | **234** |
| **100\_10\_27\_9\_D2** | **100** | **10** | **27** | **9** | **221** | **100\_10\_27\_9\_D2.def.2016\_10\_22\_00\_37\_55.sol** | **208** |
| **100\_10\_47\_9** | **100** | **10** | **47** | **9** | **263** | **100\_10\_47\_9.def.2016\_10\_22\_01\_02\_57.sol** | **254** |
| **100\_10\_48\_15** | **100** | **10** | **48** | **15** | **256** | **100\_10\_48\_15.def.2016\_10\_22\_01\_17\_58.sol** | **246** |
| **100\_10\_64\_9** | **100** | **10** | **64** | **9** | **255** | **100\_10\_64\_9.def.2016\_10\_22\_01\_32\_59.sol** | **243** |
| **100\_10\_65\_15** | **100** | **10** | **65** | **15** | **256** | **100\_10\_65\_15.def.2016\_10\_22\_01\_43\_00.sol** | **245** |
| **100\_20\_22\_15** | **100** | **20** | **22** | **15** | **134** | **100\_20\_22\_15.def.2016\_10\_22\_01\_58\_00.sol** | **130** |
| **100\_20\_23\_9\_D1** | **100** | **20** | **23** | **9** | **172** | **100\_20\_23\_9\_D1.def.2016\_10\_22\_02\_13\_01.sol** | **172** |
| **100\_20\_46\_15** | **100** | **20** | **46** | **15** | **170** | **100\_20\_46\_15.def.2016\_10\_22\_02\_28\_03.sol** | **161** |
| **100\_20\_47\_9** | **100** | **20** | **47** | **9** | **133** | **100\_20\_47\_9.def.2016\_10\_22\_02\_43\_04.sol** | **124** |
| **100\_20\_65\_15** | **100** | **20** | **65** | **15** | **213** | **100\_20\_65\_15.def.2016\_10\_22\_02\_58\_05.sol** | **205** |
| **100\_20\_65\_9** | **100** | **20** | **65** | **9** | **135** | **100\_20\_65\_9.def.2016\_10\_22\_03\_13\_05.sol** | **127** |
| **100\_5\_20\_15** | **100** | **5** | **22** | **15** | **401** | **100\_5\_20\_9\_D3.def.2016\_10\_22\_03\_28\_06.sol** | **387** |
| **100\_5\_20\_9\_D3** | **100** | **5** | **20** | **9** | **503** | **100\_5\_22\_15.def.2016\_10\_22\_03\_43\_07.sol** | **486** |
| **100\_5\_48\_15** | **100** | **5** | **46** | **15** | **551** | **100\_5\_46\_15.def.2016\_10\_22\_03\_58\_08.sol** | **528** |
| **100\_5\_48\_9** | **100** | **5** | **48** | **9** | **510** | **100\_5\_48\_9.def.2016\_10\_22\_04\_13\_09.sol** | **492** |
| **100\_5\_64\_15** | **100** | **5** | **64** | **15** | **501** | **100\_5\_64\_15.def.2016\_10\_22\_04\_28\_10.sol** | **482** |
| **100\_5\_64\_9** | **100** | **5** | **64** | **9** | **494** | **100\_5\_64\_9.def.2016\_10\_22\_04\_38\_11.sol** | **475** |
| **200\_10\_128\_15** | **200** | **10** | **128** | **15** | **495** | **200\_10\_128\_15.def.2016\_10\_22\_05\_03\_14.sol** | **464** |
| **200\_10\_135\_9\_D6** | **200** | **10** | **135** | **9** | **584** | **200\_10\_135\_9\_D6.def.2016\_10\_22\_05\_13\_15.sol** | **534** |
| **200\_10\_50\_15** | **200** | **10** | **50** | **15** | **515** | **200\_10\_50\_15.def.2016\_10\_22\_05\_28\_17.sol** | **487** |
| **200\_10\_50\_9** | **200** | **10** | **50** | **9** | **506** | **200\_10\_50\_9.def.2016\_10\_22\_05\_43\_18.sol** | **491** |
| **200\_10\_84\_9** | **200** | **10** | **84** | **9** | **526** | **200\_10\_84\_9.def.2016\_10\_22\_05\_58\_19.sol** | **515** |
| **200\_10\_85\_15** | **200** | **10** | **85** | **15** | **496** | **200\_10\_85\_15.def.2016\_10\_22\_06\_08\_20.sol** | **477** |
| **200\_20\_145\_15** | **200** | **20** | **145** | **15** | **266** | **200\_20\_145\_15.def.2016\_10\_22\_06\_33\_24.sol** | **249** |
| **200\_20\_150\_9\_D5** | **200** | **20** | **150** | **9** | **900** | **200\_20\_150\_9\_D5.def.2016\_10\_22\_06\_43\_25.sol** | **900** |
| **200\_20\_54\_15** | **200** | **20** | **54** | **15** | **301** | **200\_20\_54\_15.def.2016\_10\_22\_07\_03\_27.sol** | **264** |
| **200\_20\_55\_9** | **200** | **20** | **55** | **9** | **258** | **200\_20\_55\_9.def.2016\_10\_22\_07\_13\_28.sol** | **261** |
| **200\_20\_97\_15** | **200** | **20** | **97** | **15** | **347** | **200\_20\_97\_15.def.2016\_10\_22\_07\_33\_31.sol** | **336** |
| **200\_20\_97\_9** | **200** | **20** | **97** | **9** | **253** | **200\_20\_97\_9.def.2016\_10\_22\_07\_48\_33.sol** | **255** |
| **200\_40\_130\_9\_D4** | **200** | **40** | **130** | **9** | **513** | **200\_40\_130\_9\_D4.def.2016\_10\_22\_08\_03\_34.sol** | **513** |
| **200\_40\_144\_15** | **200** | **40** | **133** | **15** | **163** | **200\_40\_133\_15.def.2016\_10\_22\_08\_08\_34.sol** | **155** |
| **200\_40\_45\_15** | **200** | **40** | **45** | **15** | **164** | **200\_40\_45\_15.def.2016\_10\_22\_08\_28\_36.sol** | **159** |
| **200\_40\_45\_9** | **200** | **40** | **45** | **9** | **144** | **200\_40\_45\_9.def.2016\_10\_22\_08\_43\_37.sol** | **157** |
| **200\_40\_90\_9** | **200** | **40** | **90** | **9** | **148** | **200\_40\_90\_9.def.2016\_10\_22\_09\_03\_39.sol** | **159** |
| **200\_40\_91\_9** | **200** | **40** | **91** | **15** | **153** | **200\_40\_91\_15.def.2016\_10\_22\_09\_18\_41.sol** | **150** |

|  |  |
| --- | --- |
| **Nazwa** | **Łączny czas** |
| **100\_10\_26\_15.def.2016\_10\_22\_00\_22\_54.sol** | **236** |
| **100\_10\_26\_15.def.2016\_10\_22\_00\_27\_54.sol** | **237** |
| **100\_10\_26\_15.def.2016\_10\_22\_00\_32\_55.sol** | **234** |
| **100\_10\_26\_15.def.sol** | **251** |
| **100\_10\_27\_9\_D2.def.2016\_10\_22\_00\_37\_55.sol** | **208** |
| **100\_10\_27\_9\_D2.def.2016\_10\_22\_00\_42\_55.sol** | **212** |
| **100\_10\_27\_9\_D2.def.2016\_10\_22\_00\_47\_56.sol** | **209** |
| **100\_10\_27\_9\_D2.def.sol** | **221** |
| **100\_10\_47\_9.def.2016\_10\_22\_00\_52\_56.sol** | **255** |
| **100\_10\_47\_9.def.2016\_10\_22\_00\_57\_57.sol** | **255** |
| **100\_10\_47\_9.def.2016\_10\_22\_01\_02\_57.sol** | **254** |
| **100\_10\_47\_9.def.sol** | **263** |
| **100\_10\_48\_15.def.2016\_10\_22\_01\_07\_57.sol** | **246** |
| **100\_10\_48\_15.def.2016\_10\_22\_01\_12\_58.sol** | **246** |
| **100\_10\_48\_15.def.2016\_10\_22\_01\_17\_58.sol** | **246** |
| **100\_10\_48\_15.def.sol** | **256** |
| **100\_10\_64\_9.def.2016\_10\_22\_01\_22\_58.sol** | **245** |
| **100\_10\_64\_9.def.2016\_10\_22\_01\_27\_59.sol** | **244** |
| **100\_10\_64\_9.def.2016\_10\_22\_01\_32\_59.sol** | **243** |
| **100\_10\_64\_9.def.sol** | **255** |
| **100\_10\_65\_15.def.2016\_10\_22\_01\_37\_59.sol** | **245** |
| **100\_10\_65\_15.def.2016\_10\_22\_01\_43\_00.sol** | **245** |
| **100\_10\_65\_15.def.2016\_10\_22\_01\_48\_00.sol** | **246** |
| **100\_10\_65\_15.def.sol** | **256** |
| **100\_20\_22\_15.def.2016\_10\_22\_01\_53\_00.sol** | **130** |
| **100\_20\_22\_15.def.2016\_10\_22\_01\_58\_00.sol** | **130** |
| **100\_20\_22\_15.def.2016\_10\_22\_02\_03\_01.sol** | **130** |
| **100\_20\_22\_15.def.sol** | **134** |
| **100\_20\_23\_9\_D1.def.2016\_10\_22\_02\_08\_01.sol** | **172** |
| **100\_20\_23\_9\_D1.def.2016\_10\_22\_02\_13\_01.sol** | **172** |
| **100\_20\_23\_9\_D1.def.2016\_10\_22\_02\_18\_02.sol** | **172** |
| **100\_20\_23\_9\_D1.def.sol** | **172** |
| **100\_20\_46\_15.def.2016\_10\_22\_02\_23\_02.sol** | **161** |
| **100\_20\_46\_15.def.2016\_10\_22\_02\_28\_03.sol** | **161** |
| **100\_20\_46\_15.def.2016\_10\_22\_02\_33\_03.sol** | **168** |
| **100\_20\_46\_15.def.sol** | **170** |
| **100\_20\_47\_9.def.2016\_10\_22\_02\_38\_03.sol** | **128** |
| **100\_20\_47\_9.def.2016\_10\_22\_02\_43\_04.sol** | **124** |
| **100\_20\_47\_9.def.2016\_10\_22\_02\_48\_04.sol** | **127** |
| **100\_20\_47\_9.def.sol** | **133** |
| **100\_20\_65\_15.def.2016\_10\_22\_02\_53\_04.sol** | **205** |
| **100\_20\_65\_15.def.2016\_10\_22\_02\_58\_05.sol** | **205** |
| **100\_20\_65\_15.def.2016\_10\_22\_03\_03\_05.sol** | **205** |
| **100\_20\_65\_15.def.sol** | **213** |
| **100\_20\_65\_9.def.2016\_10\_22\_03\_08\_05.sol** | **132** |
| **100\_20\_65\_9.def.2016\_10\_22\_03\_13\_05.sol** | **127** |
| **100\_20\_65\_9.def.2016\_10\_22\_03\_18\_06.sol** | **128** |
| **100\_20\_65\_9.def.sol** | **135** |
| **100\_5\_20\_9\_D3.def.2016\_10\_22\_03\_23\_06.sol** | **389** |
| **100\_5\_20\_9\_D3.def.2016\_10\_22\_03\_28\_06.sol** | **387** |
| **100\_5\_20\_9\_D3.def.2016\_10\_22\_03\_33\_07.sol** | **388** |
| **100\_5\_20\_9\_D3.def.sol** | **401** |
| **100\_5\_22\_15.def.2016\_10\_22\_03\_38\_07.sol** | **486** |
| **100\_5\_22\_15.def.2016\_10\_22\_03\_43\_07.sol** | **486** |
| **100\_5\_22\_15.def.2016\_10\_22\_03\_48\_08.sol** | **486** |
| **100\_5\_22\_15.def.sol** | **503** |
| **100\_5\_46\_15.def.2016\_10\_22\_03\_53\_08.sol** | **530** |
| **100\_5\_46\_15.def.2016\_10\_22\_03\_58\_08.sol** | **528** |
| **100\_5\_46\_15.def.2016\_10\_22\_04\_03\_09.sol** | **529** |
| **100\_5\_46\_15.def.sol** | **551** |
| **100\_5\_48\_9.def.2016\_10\_22\_04\_08\_09.sol** | **492** |
| **100\_5\_48\_9.def.2016\_10\_22\_04\_13\_09.sol** | **492** |
| **100\_5\_48\_9.def.2016\_10\_22\_04\_18\_10.sol** | **492** |
| **100\_5\_48\_9.def.sol** | **510** |
| **100\_5\_64\_15.def.2016\_10\_22\_04\_23\_10.sol** | **482** |
| **100\_5\_64\_15.def.2016\_10\_22\_04\_28\_10.sol** | **482** |
| **100\_5\_64\_15.def.2016\_10\_22\_04\_33\_11.sol** | **485** |
| **100\_5\_64\_15.def.sol** | **501** |
| **100\_5\_64\_9.def.2016\_10\_22\_04\_38\_11.sol** | **475** |
| **100\_5\_64\_9.def.2016\_10\_22\_04\_43\_11.sol** | **476** |
| **100\_5\_64\_9.def.2016\_10\_22\_04\_48\_12.sol** | **476** |
| **100\_5\_64\_9.def.sol** | **494** |
| **200\_10\_128\_15.def.2016\_10\_22\_04\_53\_13.sol** | **467** |
| **200\_10\_128\_15.def.2016\_10\_22\_04\_58\_13.sol** | **465** |
| **200\_10\_128\_15.def.2016\_10\_22\_05\_03\_14.sol** | **464** |
| **200\_10\_128\_15.def.sol** | **495** |
| **200\_10\_135\_9\_D6.def.2016\_10\_22\_05\_08\_14.sol** | **534** |
| **200\_10\_135\_9\_D6.def.2016\_10\_22\_05\_13\_15.sol** | **534** |
| **200\_10\_135\_9\_D6.def.2016\_10\_22\_05\_18\_15.sol** | **534** |
| **200\_10\_135\_9\_D6.def.sol** | **584** |
| **200\_10\_50\_15.def.2016\_10\_22\_05\_23\_16.sol** | **488** |
| **200\_10\_50\_15.def.2016\_10\_22\_05\_28\_17.sol** | **487** |
| **200\_10\_50\_15.def.2016\_10\_22\_05\_33\_17.sol** | **489** |
| **200\_10\_50\_15.def.sol** | **515** |
| **200\_10\_50\_9.def.2016\_10\_22\_05\_38\_18.sol** | **495** |
| **200\_10\_50\_9.def.2016\_10\_22\_05\_43\_18.sol** | **491** |
| **200\_10\_50\_9.def.2016\_10\_22\_05\_48\_18.sol** | **492** |
| **200\_10\_50\_9.def.sol** | **506** |
| **200\_10\_84\_9.def.2016\_10\_22\_05\_53\_19.sol** | **517** |
| **200\_10\_84\_9.def.2016\_10\_22\_05\_58\_19.sol** | **515** |
| **200\_10\_84\_9.def.2016\_10\_22\_06\_03\_20.sol** | **520** |
| **200\_10\_84\_9.def.sol** | **526** |
| **200\_10\_85\_15.def.2016\_10\_22\_06\_08\_20.sol** | **477** |
| **200\_10\_85\_15.def.2016\_10\_22\_06\_13\_21.sol** | **479** |
| **200\_10\_85\_15.def.2016\_10\_22\_06\_18\_22.sol** | **480** |
| **200\_10\_85\_15.def.sol** | **496** |
| **200\_20\_145\_15.def.2016\_10\_22\_06\_23\_22.sol** | **250** |
| **200\_20\_145\_15.def.2016\_10\_22\_06\_28\_23.sol** | **250** |
| **200\_20\_145\_15.def.2016\_10\_22\_06\_33\_24.sol** | **249** |
| **200\_20\_145\_15.def.sol** | **266** |
| **200\_20\_150\_9\_D5.def.2016\_10\_22\_06\_38\_25.sol** | **900** |
| **200\_20\_150\_9\_D5.def.2016\_10\_22\_06\_43\_25.sol** | **900** |
| **200\_20\_150\_9\_D5.def.2016\_10\_22\_06\_48\_26.sol** | **900** |
| **200\_20\_150\_9\_D5.def.sol** | **900** |
| **200\_20\_54\_15.def.2016\_10\_22\_06\_53\_26.sol** | **269** |
| **200\_20\_54\_15.def.2016\_10\_22\_06\_58\_27.sol** | **266** |
| **200\_20\_54\_15.def.2016\_10\_22\_07\_03\_27.sol** | **264** |
| **200\_20\_54\_15.def.sol** | **301** |
| **200\_20\_55\_9.def.2016\_10\_22\_07\_08\_28.sol** | **265** |
| **200\_20\_55\_9.def.2016\_10\_22\_07\_13\_28.sol** | **261** |
| **200\_20\_55\_9.def.2016\_10\_22\_07\_18\_29.sol** | **263** |
| **200\_20\_55\_9.def.sol** | **258** |
| **200\_20\_97\_15.def.2016\_10\_22\_07\_23\_29.sol** | **336** |
| **200\_20\_97\_15.def.2016\_10\_22\_07\_28\_30.sol** | **336** |
| **200\_20\_97\_15.def.2016\_10\_22\_07\_33\_31.sol** | **336** |
| **200\_20\_97\_15.def.sol** | **347** |
| **200\_20\_97\_9.def.2016\_10\_22\_07\_38\_31.sol** | **255** |
| **200\_20\_97\_9.def.2016\_10\_22\_07\_43\_32.sol** | **257** |
| **200\_20\_97\_9.def.2016\_10\_22\_07\_48\_33.sol** | **255** |
| **200\_20\_97\_9.def.sol** | **253** |
| **200\_40\_130\_9\_D4.def.2016\_10\_22\_07\_53\_33.sol** | **513** |
| **200\_40\_130\_9\_D4.def.2016\_10\_22\_07\_58\_33.sol** | **513** |
| **200\_40\_130\_9\_D4.def.2016\_10\_22\_08\_03\_34.sol** | **513** |
| **200\_40\_130\_9\_D4.def.sol** | **513** |
| **200\_40\_133\_15.def.2016\_10\_22\_08\_08\_34.sol** | **155** |
| **200\_40\_133\_15.def.2016\_10\_22\_08\_13\_35.sol** | **158** |
| **200\_40\_133\_15.def.2016\_10\_22\_08\_18\_35.sol** | **158** |
| **200\_40\_133\_15.def.sol** | **163** |
| **200\_40\_45\_15.def.2016\_10\_22\_08\_23\_36.sol** | **159** |
| **200\_40\_45\_15.def.2016\_10\_22\_08\_28\_36.sol** | **159** |
| **200\_40\_45\_15.def.2016\_10\_22\_08\_33\_37.sol** | **159** |
| **200\_40\_45\_15.def.sol** | **164** |
| **200\_40\_45\_9.def.2016\_10\_22\_08\_38\_37.sol** | **159** |
| **200\_40\_45\_9.def.2016\_10\_22\_08\_43\_37.sol** | **157** |
| **200\_40\_45\_9.def.2016\_10\_22\_08\_48\_38.sol** | **157** |
| **200\_40\_45\_9.def.sol** | **144** |
| **200\_40\_90\_9.def.2016\_10\_22\_08\_53\_38.sol** | **162** |
| **200\_40\_90\_9.def.2016\_10\_22\_08\_58\_39.sol** | **159** |
| **200\_40\_90\_9.def.2016\_10\_22\_09\_03\_39.sol** | **159** |
| **200\_40\_90\_9.def.sol** | **148** |
| **200\_40\_91\_15.def.2016\_10\_22\_09\_08\_40.sol** | **150** |
| **200\_40\_91\_15.def.2016\_10\_22\_09\_13\_40.sol** | **152** |
| **200\_40\_91\_15.def.2016\_10\_22\_09\_18\_41.sol** | **150** |
| **200\_40\_91\_15.def.sol** | **153** |