



**AKADEMIA GÓRNICZO-HUTNICZA
IM. STANISŁAWA STASZICA W KRAKOWIE**

Modelowanie i optymalizacja produkcji w kopalniach węgla kamiennego z wykorzystaniem usługi OPTiCoalMine

**Dr hab. inż. Edyta Brzychczy
Dr inż. Aneta Napieraj
Dr inż. Marta Sukiennik**

**Wydział Górnictwa i Geoinżynierii
KUKDM 13.03.2015, Zakopane**

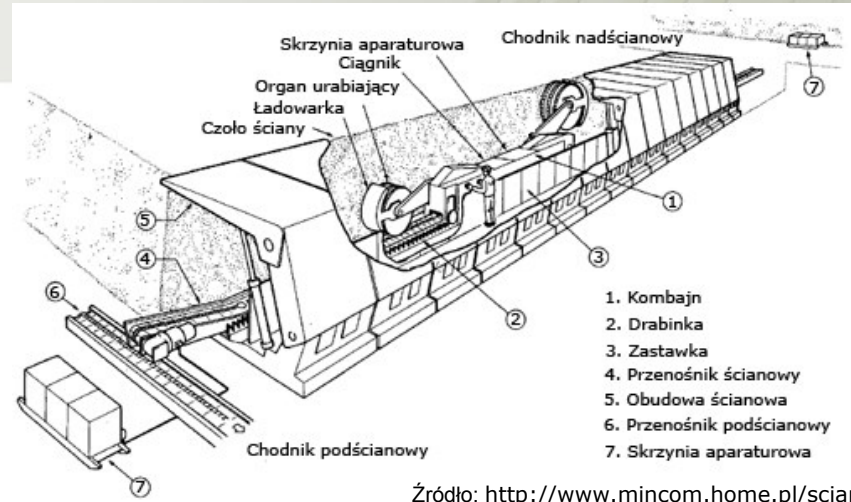
Plan prezentacji

1. Wprowadzenie
2. Usługa OPTiCoalMine
3. Pliki wejściowe
4. Obliczenia i ich wyniki
5. Wnioski

Proces produkcyjny w kopalni węgla kamiennego



Źródło: www.kwsa.pl/aktualnosc/galeria_zdjec



Źródło: <http://www.mincom.home.pl/scianowy.php>



Źródło: www.kwsa.pl/aktualnosc/galeria_zdjec

Proces produkcyjny w kopalni węgla kamiennego



Źródło: www.kwsa.pl/aktualnosci/galeria_zdjec



Źródło: www.kwsa.pl/aktualnosci/galeria_zdjec

Usługa OPTiCoalMine

- **Przeznaczenie to optymalizacja produkcji w podziemnych kopalniach węgla kamiennego stosujących ścianowy system eksploatacji, a w tym:**
 - **ocena propozycji rozcięcia złoża,**
 - **wyznaczenie kolejności eksploatacji partii pokładów,**
 - **dobór wyposażenia do planowanych wyrobisk.**

- **Aktywowanie usługi**
 - **Zakładanie konta w portalu PL-Grid**
 - **Uzyskanie certyfikatu Simple CA**
 - **Aktywacja wymaganych usług**
 - **Aktywacja usługi OPTiCoalMine**

Okno 1 Snippet 1 OPTIMine configuration

```
Source: Ruby 2.0.0 Output
require 'json'

oldScratchPath = "#{ENV['HOME']}/.zeusoldscratch"
File.delete(oldScratchPath) if File.exist?(oldScratchPath)

baseUri = "#{ENV['GS2_WEBGUI_ENDPOINT']}"
if(baseUri.start_with?('https'))
  require 'net/https'
else
```

Snippet 1 (your copy) OPTICoalMine configuration. [No description provided]

[View embed code](#)

```
1 -Dworks.duration.transport.default.days=0 -Dworks.duration.liquidation.default.days=90 -Dworks.optimization.start.date=20
```

Input/Output 1 (original) OPTIMine parameters. [No description provided]

[View embed code](#)

Okno 2 Input/Output 1 OPTIMine parameters

```
1 <?xml version="1.0"?>
2 <kopalnia>
3   <sciany>
4     <sciana>
5       <name>s101</name>
6       <ls>163.5</ls>
7       <h>4.5</h>
8       <L>1360</L>
9       <g>1.35</g>
10      <Q>23946.12</Q>
11      <S>1.0197</S>
```

Input/Output 2 (original) OPTIMine input. [No description provided]

[View embed code](#)

Okno 3 Input/Output 2 OPTIMine input

```
Source: Bash 3.2 via Interactive PBS Output
OPTIMINE_DIR=/mnt/lustre/scratch/groups/plggigi/algorithm-0.1-dist-v2/optimine

PARAMS='cat params.txt'

module add apps/java/1.7.0_05

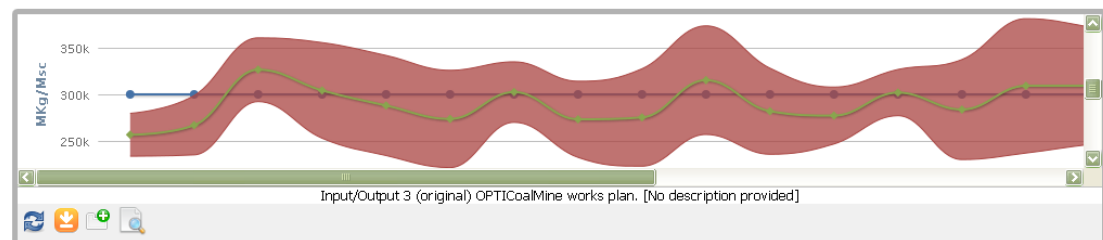
java $PARAMS -jar ${OPTIMINE_DIR}/lib/algorithm-0.1.jar ./input.xml
```

Snippet 2 (your copy) OPTICoalMine PBS. [No description provided]

[View embed code](#)

Okno 4 Snippet 2 OPTIMine PBS Okno 5

Input/Output 3 OPTIMine works plan



[View embed code](#)

Struktura pliku wejściowego

```
<?xml version=„1.0“?>  
- <kopalnia>  
  +<sciany>  
  +<ciagi>  
  +<zestawy>  
  +<mws>  
  +<mps>  
  +<mos>  
</kopalnia>
```



AGH

Parametry projektowanych wyrobisk

```
<?xml version="1.0"?>
```

```
- <kopalnia>
```

```
  - <sciany>
```

```
    - <sciana>
```

```
      <name>s11</name>
```

```
      <ls>200</ls>
```

```
      <h>2.0</h>
```

```
      <L>1000</L>
```

```
      <g>1.27</g>
```

```
      <Q>21455.43</Q>
```

```
      <S>1.6684</S>
```

```
      <A>11.446</A>
```

```
    </sciana>
```

```
  - <sciana>
```

```
    <ls>200</ls>
```

```
    <h>2.0</h>
```

```
    <L>1000</L>
```

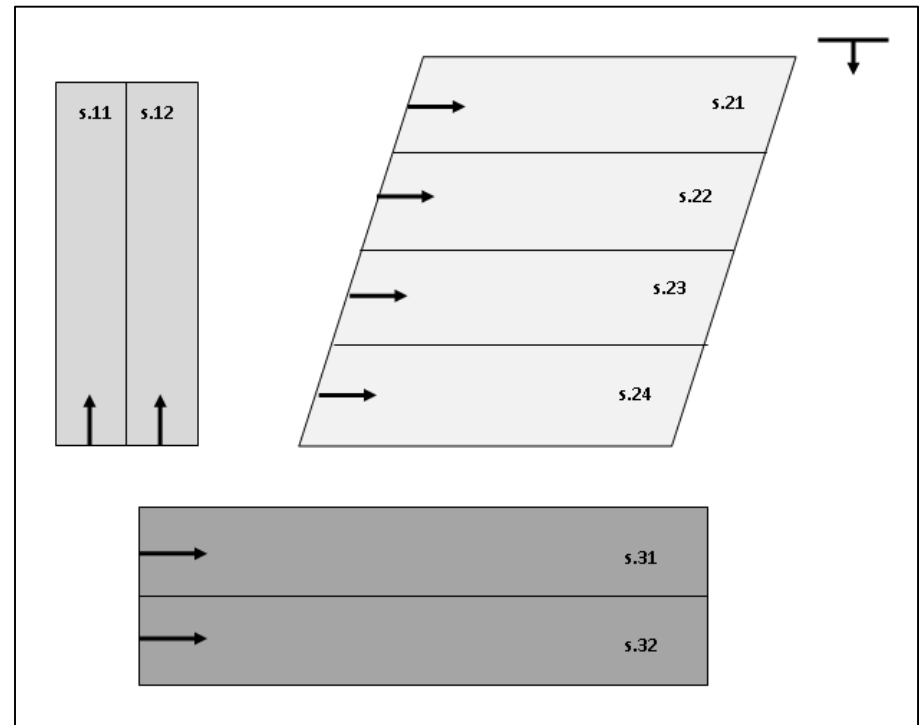
```
    <g>1.27</g>
```

```
    <Q>21455.43</Q>
```

```
    <S>1.6684</S>
```

```
    <A>11.446</A>
```

```
  </sciana>
```



Definiowanie ciągów produkcyjnych

```
<?xml version="1.0"?>
```

```
- <kopalnia>
```

```
  + <sciany>
```

```
    - <ciagi>
```

```
      - <ciag>
```

```
        <name>c1</name>
```

```
        <start>2015-01-01</start>
```

```
      - <sciany>
```

```
        <sciana>s11</sciana>
```

```
        <sciana>s12</sciana>
```

```
      </sciany>
```

```
    </ciag>
```

```
  - <ciag>
```

```
    <name>c2</name>
```

```
    <start>2015-04-01</start>
```

```
  - <sciany>
```

```
    <sciana>s21</sciana>
```

```
    <sciana>s22</sciana>
```

```
    <sciana>s23</sciana>
```

```
    <sciana>s24</sciana>
```

```
  </sciany>
```

```
</ciag>
```

Określenie zestawów ścianowych

```
<?xml version="1.0"?>  
- <kopalnia>  
  + <ściany>  
  + <ciagi>  
  - <zestawy>  
    <zestaw>z1</zestaw>  
    <zestaw>z2</zestaw>  
    <zestaw>z3</zestaw>  
    <zestaw>z4</zestaw>  
    <zestaw>z5</zestaw>  
    <zestaw>z6</zestaw>  
  </zestawy>
```

Przyporządkowanie zestawów ścianowych do projektowanych wyrobisk

```
<?xml version="1.0"?>
```

```
- <kopalnia>
```

```
  +<ściany>
```

```
  +<ciagi>
```

```
  +<zestawy>
```

```
    - <mws>
```

```
      <wyposazenie zestaw="z1" sciana="s11" >0.7</wyposazenie>
```

```
      <wyposazenie zestaw="z2" sciana="s11" >0.3</wyposazenie>
```

```
      <wyposazenie zestaw="z1" sciana="s12" >0.7</wyposazenie>
```

```
      <wyposazenie zestaw="z2" sciana="s12" >0.3</wyposazenie>
```

```
      <wyposazenie zestaw="z3" sciana="s21" >0.4</wyposazenie>
```

```
      <wyposazenie zestaw="z4" sciana="s21" >0.6</wyposazenie>
```

```
      <wyposazenie zestaw="z3" sciana="s22" >0.4</wyposazenie>
```

```
      <wyposazenie zestaw="z4" sciana="s22" >0.6</wyposazenie>
```

```
      <wyposazenie zestaw="z3" sciana="s23" >0.4</wyposazenie>
```

```
      <wyposazenie zestaw="z4" sciana="s23" >0.6</wyposazenie>
```

```
      <wyposazenie zestaw="z3" sciana="s24" >0.4</wyposazenie>
```

```
      <wyposazenie zestaw="z4" sciana="s24" >0.6</wyposazenie>
```

```
      <wyposazenie zestaw="z5" sciana="s31" >0.8</wyposazenie>
```

```
      <wyposazenie zestaw="z6" sciana="s31" >0.2</wyposazenie>
```

Określenie wartości średniej postępu w poszczególnych wyrobiskach z określonym wyposażeniem

```
<?xml version="1.0"?>
```

```
- <kopalnia>
```

```
  +<sciany>
```

```
  +<ciagi>
```

```
  +<zestawy>
```

```
  +<mws>
```

```
    - <mps>
```

```
      <postep zestaw="z1" sciana="s11" >5.4</postep>
```

```
      <postep zestaw="z2" sciana="s11" >6</postep>
```

```
      <postep zestaw="z1" sciana="s12" >5.4</postep>
```

```
      <postep zestaw="z2" sciana="s12" >6</postep>
```

```
      <postep zestaw="z3" sciana="s21" >4.3</postep>
```

```
      <postep zestaw="z4" sciana="s21" >5</postep>
```

```
      <postep zestaw="z3" sciana="s22" >4.3</postep>
```

```
      <postep zestaw="z4" sciana="s22" >5</postep>
```

Zapis odchyień standardowych postępu robót eksploatacyjnych w pliku wejściowym

```
<?xml version="1.0"?>
```

```
- <kopalnia>
```

```
  +<sciany>
```

```
  +<ciagi>
```

```
  +<zestawy>
```

```
  +<mws>
```

```
  + <mps>
```

```
  - <mos>
```

```
    <odchylenie zestaw="z1" sciana="s11" >0.6</odchylenie>
```

```
    <odchylenie zestaw="z2" sciana="s11" >1.4</odchylenie>
```

```
    <odchylenie zestaw="z1" sciana="s12" >0.6</odchylenie>
```

```
    <odchylenie zestaw="z2" sciana="s12" >1.4</odchylenie>
```

```
    <odchylenie zestaw="z3" sciana="s21" >1.2</odchylenie>
```

```
    <odchylenie zestaw="z4" sciana="s21" >1</odchylenie>
```

```
    <odchylenie zestaw="z3" sciana="s22" >1.2</odchylenie>
```

```
    <odchylenie zestaw="z4" sciana="s22" >1</odchylenie>
```

```
    <odchylenie zestaw="z3" sciana="s23" >1.2</odchylenie>
```

```
    <odchylenie zestaw="z4" sciana="s23" >1</odchylenie>
```

```
    <odchylenie zestaw="z3" sciana="s24" >1.2</odchylenie>
```

- **Do pozostałych danych wejściowych należą:**
 - **wydobycie planowane [Mg/m-c],**
 - **czasookres analizy [m-c],**
 - **czas trwania robót zbrojeniowych i likwidacyjnych [m-c],**
 - **współczynnik strat eksploatacyjnych i przeróbczych [%],**
 - **liczba losowań postępu robót eksploatacyjnych w planowanych wyrobiskach ($N = \text{min. } 30$),**
- **oraz ustawienia algorytmu ewolucyjnego takie jak:**
 - **liczebność populacji bazowej P ,**
 - **liczebność populacji rodzicielskiej I ,**
 - **liczebność elity h ,**
 - **liczba iteracji (generacji) algorytmu.**

Obliczenia i wyniki końcowe

- **Uruchomienie obliczeń – Okno 3**



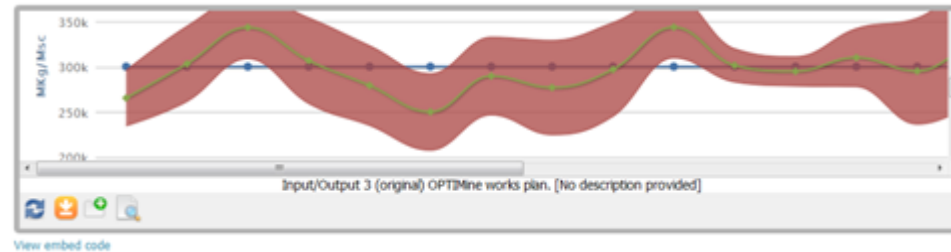
Source: Bash 3.2 via Interactive PBS Output

```
qsub: waiting for job 47230126.batch.grid.cyf-kr.edu.pl to start
```

Snippet 2 (your copy) OPTiMine PBS. [No description provided]

[View embed code](#)

- **Wyniki eksperymentu obliczeniowego – Okno 5**



Struktura pliku wyjściowego

```
<?xml version="1.0"?>  
- <worksPlans>  
  -<plan index="1">  
    +<productionSeriesList>  
      <startTime>2015-01-01</startTime>  
      <monthlyOutput>1479977,1039340,947784,938728,  
    </plan>  
</worksPlans>
```



```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8,, standalone="true"?>
<worksPlans>
  - <plan index="1">
    - <productionSeriesList>
      - <productionSeries startTime="2014-12-30" name="c1" >
        - <walls>
          - <wall name="s11" assembly="z1">
            <progress>7.06</progress>
            - <phases>
              <reinforcementStart>2014-12-
                31</reinforcementStart>
              <exploitationStart>2015-03-31</exploitationStart>
              <liquidationStart>2015-11-28</liquidationStart>
              <liquidationEnd>2016-02-26</liquidationEnd>
            </phases>
          </wall>
          + <wall name="s12" assembly="z2">
          + <wall name="s21" assembly="z3">
        + <walls>
      + </productionSeries>
```

Zmiana ustawień domyślnych algorytmu obliczeniowego usługi

- Okno 1



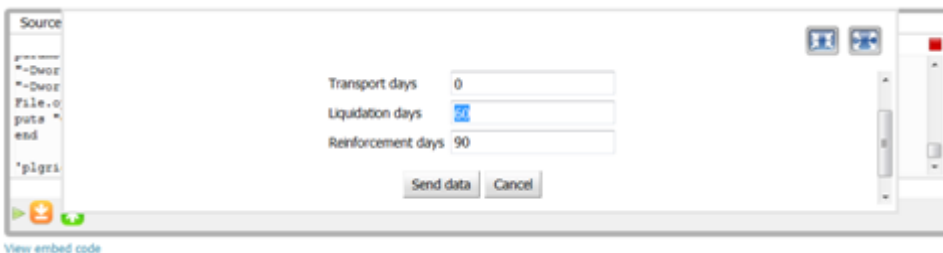
```
Source: Ruby 2.0.0 Output
-----
-Dworks.duration.reinforcement.default.days=#{data['reinforcement']} "
File.open("params.txt", 'w') { |file| file.write(params) }
puts "OPTIMine configuration has been saved to file 'optimine.param'"
end

'plgrid/tools/ruby/2.0.0-p247' load complete.
OPTIMine configuration has been saved to file 'optimine.param'

Snippet 1 (your copy) OPTIMine configuration. [No description provided]
```

[View embed code](#)

- Okno edycji ustawień algorytmu



Source

```
-----
-Dwor
-Dwor
File.o
puts "
end

'plgr
```

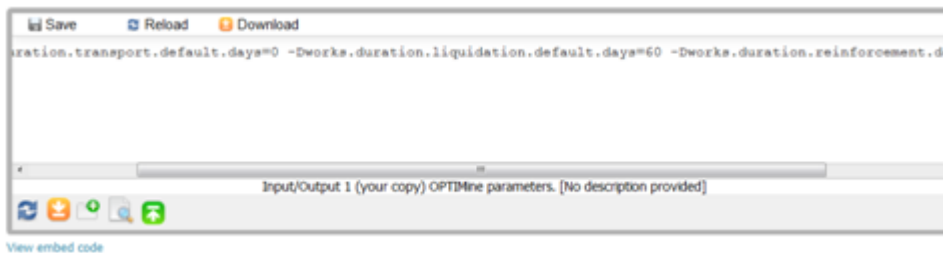
Transport days

Liquidation days

Reinforcement days

[View embed code](#)

- Ustawienia parametrów algorytmu obliczeniowego – Okno 2



```
Save Reload Download
-----
ration.transport.default.days=0 -Dworks.duration.liquidation.default.days=60 -Dworks.duration.reinforcement.def

Input/Output 1 (your copy) OPTIMine parameters. [No description provided]
```

[View embed code](#)

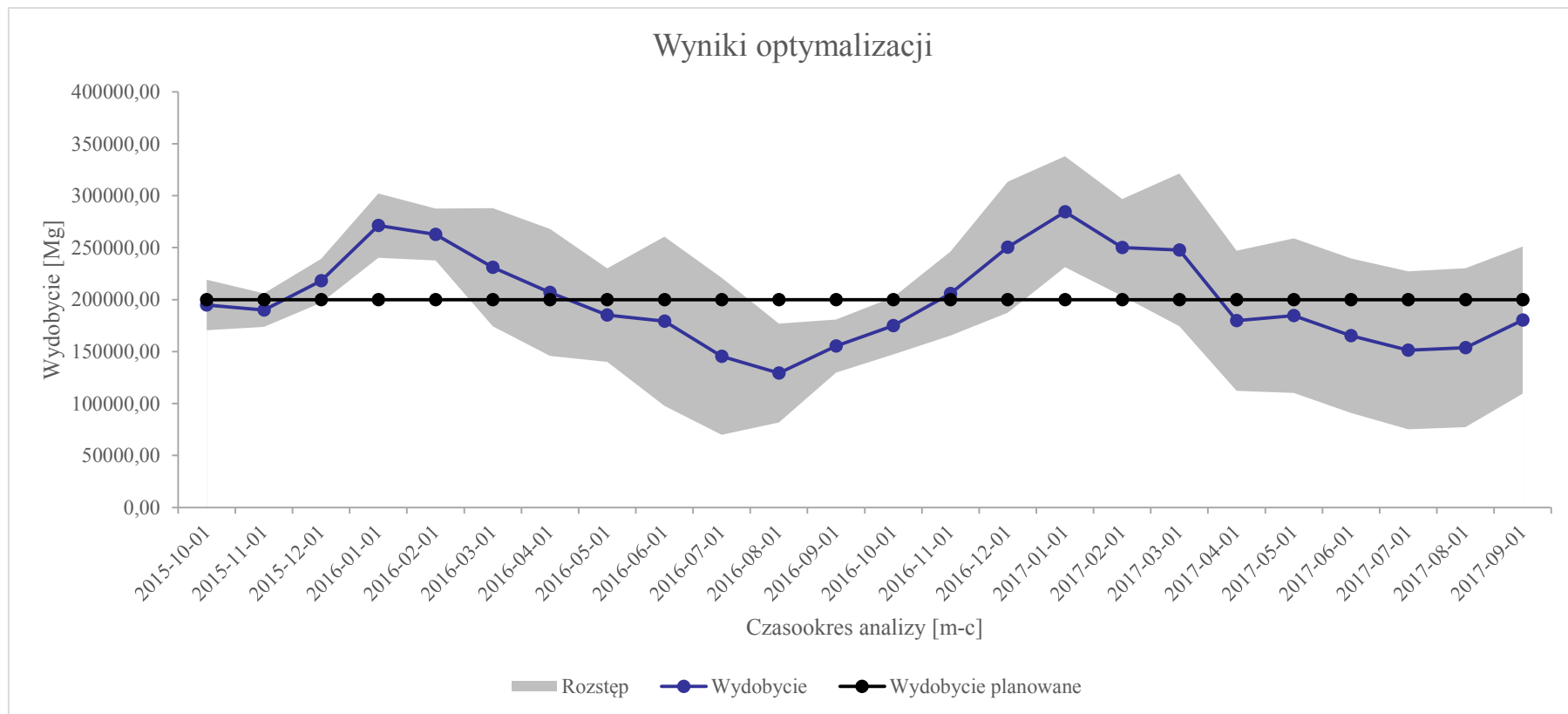


AGH

Parametry możliwe do edycji

Opis	Wartość domyślna	Uwagi
Czas trwania robót likwidacyjnych	90	
Data początku okresu podlegającemu optymalizacji	2013-01-01	
Liczba losowań w każdej generacji algorytmu ewolucyjnego	100	Losowania wartości postępu robót eksploatacyjnych z podanych rozkładów zmiennych losowych
Liczebność populacji bazowej	200	
Maksymalna liczba generacji, tworzonych poprzez stosowanie mikromutacji, bez poprawy najlepszego osobnika	25	Mikromutacja - losowa zmiana wyposażenia w jednym wyrobisku
Planowana wielkość wydobywania	300000	Podawana dla każdego miesiąca okresu podlegającemu optymalizacji oddzielnie (po przecinku)

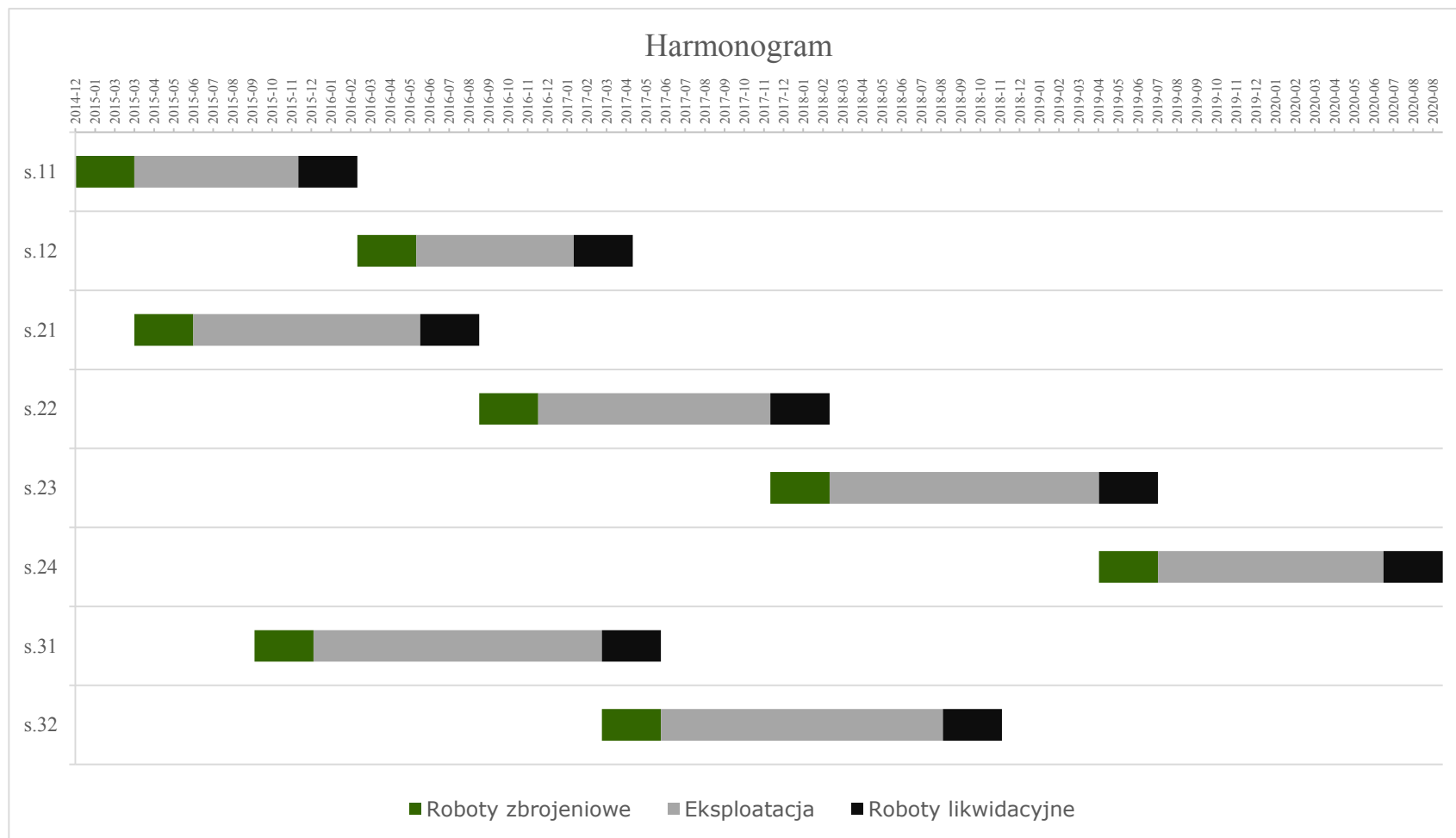
Wyniki obliczeń





AGH

Harmonogram



Wnioski

- **Głównym celem prezentowanego serwisu obliczeniowego OPTiCoalMine, jest wspieranie procesu modelowania i optymalizacji produkcji w kopalni węgla kamiennego (lub grupie kopalń) ze ścianowym systemem eksploatacji.**
- **Usługa uwzględnia niepewność procesu górniczego i znajduje zastosowanie w zakresie:**
 - **oceny propozycji rozcięcia złoża,**
 - **wyznaczania kolejności eksploatacji partii pokładów,**
 - **doboru wyposażenia do planowanych wyrobisk.**
- **Dalsze prace przy rozwoju usług będą miały na celu rozszerzenie o możliwość wprowadzenia innych zmiennych i poprawienie wizualizacji wyników badań.**

Bibliografia

- **E. Brzychczy: A modern tool for modelling and optimisation of production in underground coal mine. W: eScience on distributed computing infrastructure : achievements of PLGrid Plus domain-specific services and tools. eds. Marian Bubak, Jacek Kitowski, Kazimierz Wiatr. Springer International Publishing, 2014.**
- **E. Ciepiela, P. Nowakowski, J. Kocot, D. Harężlak, T. Gubała, J. Mainzer, M. Kasztelnik, T. Bartyński, M. Malawski, M. Bubak: Managing Entire Lifecycles of e-Science Applications in GridSpace2 Virtual Laboratory – From Motivation through Idea to Operable Web-Accessible Environment Built on Top of PL-Grid e-Infrastructure. In: M. Bubak, T. Szepieniec, K. Wiatr (Eds) Building a National Distributed e-Infrastructure - PL-Grid - Scientific and Technical Achievements, Lecture Notes in Computer Science, vol. 7136, pp. 228–239, Springer, 2012.**
- **A. Napieraj, R. Snopkowski: Method of the production cycle duration time modeling within hard coal longwall faces. Archives of Mining Sciences, vol. 57 no. 1, s. 121–138. 2012**
- **T. Pędziwiatr: OPTiCoalMine calculation service: Source code, ACC Cyfronet, Cracow 2014**
- **M. Sukiennik, R. Snopkowski: Selection of the longwall face crew with respect to stochastic character of the production process. Pt. 1, Procedural description, Archives of Mining Sciences; vol. 57 no. 4, s. 1071–1088, 2012**