

MultiZone

Instrukcja użytkownika

1. Wprowadzenie

MultiZone to oprogramowanie pomocne w przeprowadzaniu ilościowej analizy ryzyka utraty nośności konstrukcji stalowych. Do obsługi programu na tym etapie jego rozwoju jest niezbędna znajomość OZone3.

Kompletny program znajduje się w repozytorium Github https://www.github.com/kowalski_w/multizone. Oprogramowanie składa się z dwóch zasadniczych części:

- skrypt napisany w języku Python *main.py* – to on uruchamia serie symulacji, opracowuje i zwraca wyniki;
- katalog z plikami konfiguracyjnymi *config*, w którym znajdują się pliki charakteryzujące daną serię symulacji (geometria, parametry pożarów, ustawienia OZone3).

2. Pliki konfiguracyjne

Folder *config* zawiera kilka plików. Każdy z nich ma tę samą nazwę, która tożsamo jest z nazwą serii symulacji. Różnią się między sobą rozszerzeniami. Poniżej omówiony zostanie każdy rodzaj pliku konfiguracyjnego oraz opisana zostanie ich składnia. Nie wszystkie pliki muszą obligatoryjnie znaleźć się w folderze *config*, pliki "dodatkowe" zostaną oznaczone '*'.

Zaleca się aby każdorazowo po stworzeniu pliku konfiguracyjnego sprawdzić jego długość z określoną w niniejszej instrukcji (jeśli została podana).

2.1. Geometria obiektu (.geom)

```
1 Rect
2 Double
3 20
4 10
5 20
6 0.5
7
```

Plik *.geom* składa się z 6 wierszy z treścią oraz jednego pustego (który jest na końcu większości plików konfiguracyjnych).

1 Rodzaj geometrii pomieszczenia.

Możliwe ustawienia:

- Rect – pomieszczenie o prostokątnym rzucie;
- Any – pomieszczenie o dowolnym rzucie (aktualnie nie wspierane przez MultiZone).

2 Typ dachu.

Możliwe ustawienia:

- Double – dach dwuspadowy;
- Single – Dach ze spadem pojedynczym;
- Flat – dach płaski.

3 Wysokość pomieszczenia [m].

4 Głębokość pomieszczenia [m].

5 Szerokość pomieszczenia [m].

6 Wysokość dachu [m].

Przy dachu płaskim ta wartość wynosi 0.

2.2. Materiały ścian (.mat)

Materiały można definiować w dwojaki sposób: za pomocą katalogu oraz ręcznie. W zależności od wybranej metody składnia pliku *.mat* będzie się różniła. Nie ma możliwości mieszania sposobów definiowania (np. jedna ściana z katalogu, a sufit użytkownika). Warstwy liczone są od wewnątrz (1) do zewnątrz (4).

Katalog materiałów dostępny jest w programie OZone3.

Materiały skatalogowane

```
1 Gypsum board [EN12524]:10
2 Steel [EN1994-1-2]:0.01
3
4
5 Gypsum board [EN12524]:10
6 Steel [EN1994-1-2]:0.01
7
8
9 Gypsum board [EN12524]:10
10 Steel [EN1994-1-2]:0.01
11
12
13 Gypsum board [EN12524]:10
14 Steel [EN1994-1-2]:0.01
15
16
17 Steel [EN1994-1-2]:0.01
18
19
20
21 Normal weight Concrete [EN1994-1-2]:40
22
23
24
25
```

Plik składa się z 24 linii z tekstem, zakończony jest pustym wierszem. Każda ze ścian, sufit i podłoga mogą się składać maksymalnie z 4 warstw. W pliku definiowane są kolejno: ściany, sufit oraz podłoga. Każda linijka odpowiada jednej warstwie.

Jeśli któraś ze ścian składa się z mniej niż czterech warstw, linie definiujące te warstwy należy zostawić puste.

Składania pojedynczego wersu to: '*nazwa katalogowa materiału*: grubość materiału [cm]'

Materiały użytkownika

```
1 user
2 SP2D WE
3 18
4 1433
5 0.00396
6 1000
7 0.8
8 0.8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30 SP2D WE
31 18
32 1433
```

Plik składa się z 169 linii z tekstem, zakończony jest pustym wierszem. W tym przypadku także definiowane są kolejno ściany, sufit oraz podłoga. Różnica polega na szczegółowości wprowadzanych danych. Poniżej przedstawiona zostanie składnia dla warstwy 1 ściany 1, analogicznie definiowane są pozostałe, sufit i podłoga (6 x 4 warstwy). Jeśli któraś ze ścian składa się z mniej niż czterech warstw, linie definiujące te warstwy należy zostawić puste.

1 Wartość stała: *user*.

2 Nazwa materiału.

3 Grubość materiału [cm].

4 Gęstość materiału [kg/m^3].

5 Przewodność materiału [$W/(m \cdot K)$].

6 Ciepło właściwe materiału [$J/(kg \cdot K)$].

7 Emisyjność materiału (dla gorącej powierzchni) [-].

8 Emisyjność materiału (dla zimnej powierzchni) [-].

2.3. Otwory w ścianach (.op)

Plik ma postać pliku JSON. składa się on z tabel i słowników ("klucz":zawartość), które opisują ilość i lokalizację otworów w obiekcie. Tabele są ograniczone nawiasami kwadratowymi, a słowniki klamrowymi. Zakcentowane są także przy pomocy odpowiednich wcięć. Dla każdej ze ścian można zdefiniować maksymalnie 3 otwory.

Długość pliku jest dynamiczna.

```
1 {
2   "11":
3     [
4         0,
5         2,
6         1,
7         4,
8         1
9     ],
10  "12":
11    [
12        0,
13        2,
14        1,
15        4,
16        1
17    ]
18 }
```

Składnia pliku

W pierwszej oraz ostatniej linii należy zamieścić klamry ograniczające główny słownik (wersy 1 oraz 18 na przykładzie). Słownik główny składa się z elementów opisujących poszczególne otwory (wersy 2–9 oraz 10–17). Klucz każdego elementu składa się z dwóch cyfr: numeru ściany oraz numeru otworu w tej ścianie. Zawartością elementów jest tablica, która opisuje właściwości każdego otworu. Należy pamiętać o oddzieleniu od siebie kolejnych elementów za pomocą przecinków.

Tak więc dla otworu pierwszego w ścianie pierwszej, według powyższego przykładu, składnia wygląda następująco:

- 4 Wysokość, na której zaczyna się otwór $[m]$.
- 5 Wysokość, na której kończy się otwór $[m]$.
- 5 Szerokość otworu $[m]$.
- 7 Rodzaj sterowania otworem (patrz punkt 2.8).
Możliwe ustawienia:
 - 0 – stały;
 - 1 – zależny od temperatury;
 - 2 – krokowy;
 - 3 – liniowy;
 - 4 – zależny od czasu.
- 8 Adiabatywność (binarna 0/1).

2.4. Otwory w suficie (.cel)

Plik, w którym można zdefiniować do trzech grup otworów w suficie (np. klapy dymowe). Otwory modelowane są jako okrągłe, więc po przeliczeniu powierzchni definiuje się grupy otworów o jednakowej średnicy. Ilość otworów w każdej z grup jest dowolna.

Długość pliku jest dynamiczna, a na jego końcu należy zostawić wolną linię.

1	2
2	1.75
3	6
4	4
5	2
6	4
7	4
8	

1 Ilość grup otworów.

2 Średnica otworów w grupie [m^2].

3 Ilość otworów w grupie.

7 Rodzaj sterowania otworem (patrz punkt 2.8).

Możliwe ustawienia:

- 0 – stały;
- 1 – zależny od temperatury;
- 2 – krokowy;
- 3 – liniowy;
- 4 – zależny od czasu.

2.5. Wentylacja mechaniczna (.ext)

```
1 2
2 5
3 10
4
5 2
6 3
7
8 300
9 500
10
11 in
12 out
13
```

Plik składa się z 13 linii tekstowych. Istnieje możliwość zdefiniowania do trzech wentylatorów. Dane w tym pliku pogrupowane są parametrami. Składnia przedstawia się następująco:

1 Ilość wentylatorów.

2–4 Wysokość na której znajduje się środek wentylatora [m].

5–7 Średnica wentylatora [m].

8–10 Wydajność wentylatora [m^3/s].

11–13 Kierunek działania

Możliwe ustawienia:

- in – wentylator wyciągowy;
- out – wentylator nawiewny.

2.6. Geometria konstrukcji (.xel)

Plik geometrii konstrukcji jest (podobnie jak otwory w ścianie) w formacie JSON. Główny słownik składa się z dwóch elementów: bazy profili ("profiles") oraz geometrii konstrukcji ("geom").

Na każdym poziomie zdefiniowana jest lokalizacja belek za pomocą współrzędnej Y. W przykładzie belki rozmieszczone są co 3m od granicy pomieszczenia na odległości 18m.

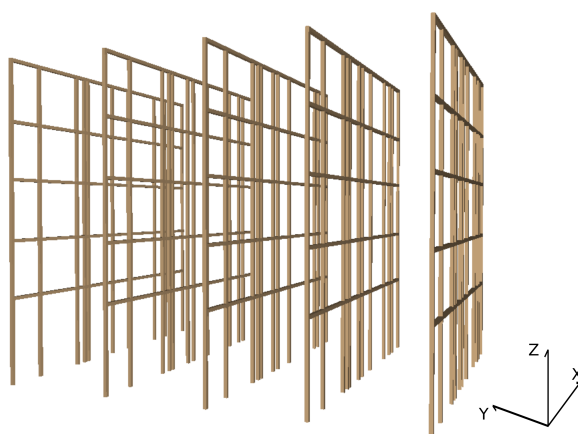
```

13  "geom":
14    { "4.0":
15      {
16        "0.0":
17          { "b": 9,
18            "0.0": 4,
19            "2.0": 4,
20            "4.0": 5,
21            "6.0": 4,
22            "8.0": 5,
23            "10.0": 4 },
24        "3.0":
25          { "b": 9,

```

Każda z belek wsparta jest na kolumnach, które zdefiniowano na osi OX. Na tym poziomie określono też z jakich profili wykonane są poszczególne elementy. Wartość przypisana do klucza "b" określa profil, z którego wykonano belkę. Wartości po współrzędnej X kolumny oznaczają odniesienie do profilu, z którego wykonano tę kolumnę. Warto zaznaczyć, że numeracja profili zaczyna się od 0. W powyższym przykładzie belka o współrzędnych YZ=(0.0, 4.0) wykonana jest z profilu IPE 240, a kolumnę o współrzędnych XYZ=(2.0, 0.0, 4.0) wykonano z profilu HE 180 A.

Na rysunku 2.6 zwizualizowano przykładową geometrię konstrukcji z orientacyjnie zaznaczonymi osiami współrzędnych.



Rysunek 1. Wizualizacja geometrii konstrukcji

2.7. Materiał palny – pożar (.ful)

Plik *.ful* zawiera dane na temat pożarów możliwych w analizowanym obiekcie. W przykładzie omówiony zostanie pożar w magazynie wysokiego składowania wg nowozelandzkiego standardu CV/M2 oraz dla pożaru rozlewiska.

Plik zapisany jest w formacie tabelarycznym (CSV). Charakterystyczne dla tego formatu jest zamieszczenie nagłówków tabeli oddzielonych przecinkami w pierwszym wersie. Kolejne rekordy zamieszczone są w wersach, także oddzielone od siebie przecinkami.

Pożar *t-squared*

1	alpha_min,alpha_max,alpha_mode,hrrpua_min,hrrpua_max,hrrpua_mode
2	0.00065,0.0007,0.00068,100,300,250

Pożar opisany jest podstawową krzywą rozwoju αt^2 . Stąd potrzeba określenia parametrów (minimum, maksimum, moda) trójkątnych rozkładów α oraz HRR-PUA [kW/m^2]. Określa się także maksymalną moc pożaru [MW].

Pożar rozlewiska

1	mass_loss_rate[kg/m2/s],heat_of_combustion[MJ/kg],density[kg/m3],min_area[m2],max_area[m2],min_mass[kg],max_mass[kg]
2	0.029,18,1260,20,20,1,6300

Pożar rozlewiska charakteryzowany jest jako pożar o stałej mocy (zakłada się jednoczesne zapalenie całej powierzchni cieczy). Niezbędne jest więc określenie właściwości cieczy palnej: współczynnik utraty masy [$kg/(m^2 \cdot s)$], ciepło spalania [MJ/kg] oraz gęstość [kg/m^3]. Poza tym konieczne jest scharakteryzowanie parametrów rozlewiska za pomocą powierzchni minimalnej i maksymalnej oraz masy wyciekającej substancji minimalnej i maksymalnej.

Istnieje oczywiście możliwość dodania własnego pożaru i odpowiedniego pliku konfiguracyjnego.

2.8. Parametry symulacji (.par)

Plik składa się z 27 linii tekstowych oraz jednej pustej na końcu. Definiowane są w nim m.in. warunki początkowe oraz parametry sterowania otworami.

```
1 Parameters
2 293
3 100000
4 0.8
5 35
6 9
7 1800
8 1
9 1
10 0.7
11 1
12 20
13 10
14 400
15 50
16 500
17 100
18 299
19 0
20 270
21 100
22 330
23 0
24 8
25 0
26 9
27 100
28
```

1 Wartość stała: *Parameters*.

2 Temperatura początkowa [*K*].

3 Ciśnienie początkowe [*Pa*].

- 4 Ułamek promieniowania przez zamknięty otwór $[-]$.
- 5 Współczynnik konwekcji zimnej powierzchni $[W/(m^2K)]$.
- 6 Współczynnik konwekcji gorącej powierzchni $[W/(m^2K)]$.
- 7 Długość symulacji $[s]$.
- 8 Krok czasowy zapisywania wyniku $[s]$ (nie ma wpływu na wyniki).
- 9 Krok czasowy obliczeń $[s]$.
- 10 Współczynnik Bernoulli'ego $[-]$.
- 11 Częściowy współczynnik bezpieczeństwa $\gamma_{M,fi}$ $[-]$.
- 12–17 Tabela sterowania krokowego.
Składa się z 3 par temperatura $[^{\circ}C]$: procent otwarcia $[\%]$.
- 18–23 Tabela sterowania liniowego.
Składa się z 3 par temperatura $[^{\circ}C]$: procent otwarcia $[\%]$.
- 24–27 Tabela sterowania czasowego.
Składa się z 2 par czas $[s]$: procent otwarcia $[\%]$.

2.9. Strategia modelu (.str)

OZone3 pod warunkami deklarowanymi w pliku *.str* przechodzi z modelu dwustrefowego na model jednostrefowy.

```

1 Strategy
2 1
3 500
4 300
5 0.2
6 0.25
7
```

- 1 Wartość stała: *Strategy*.
- 2 Wybór rodzaju modelu.
Możliwe ustawienia:
 - 1 – mieszany;
 - 2 – dwustrefowy;
 - 3 – jednostrefowy.
- 3 Minimalna temperatura warstwy gorącej [$^{\circ}C$].
- 4 Temperatura zapłonu gazów pożarowych [$^{\circ}C$].
- 5 Wysokość dolnej warstwy (ułamek wysokości pomieszczenia [-]).
- 6 Powierzchnia pożaru (ułamek powierzchni podłogi [-]).

3. Uruchomienie symulacji

Przed przystąpieniem do uruchomienia symulacji należy zedytować plik *main.py*. Ręczne dostosowanie na tym etapie rozwoju programu jest konieczne. W przyszłości będzie odbywać się poprzez edycję dedykowanego pliku konfiguracyjnego lub w GUI.

Dwa pierwsze kroki należy wykonać/skontrolować przed uruchomieniem każdej serii symulacji. Pozostałe są obligatoryjne.

Krok 1 Zmiana ścieżek

```
693 if __name__ == '__main__':
694     cfd_folder = 'D:\CR_gsync\ED\ '[:-1]+'02_cfd\ '[:-1]+'2019\ '[:-1]
695     task = 'dla_aq\ '[:-1]
696     series = 'little'
697     windows_paths = 'C:\Program Files (x86)\Ozone 3', 'D:\ozone_results\ '[:-1] +
        task + series,\
698                 cfd_folder+task + 'config', series
699
700 # Ozone program folder, results folder, config folder, simulation name
701
```

Należy zmienić następujące zmienne:

- `cfd_folder` – ścieżka do folderu symulacji (tam znajdują się pliki wszystkich symulacji);
- `task` – nazwa zadania (zlecenia);

- series – nazwa (tytuł) serii symulacji;
- pierwszy element windows_paths – lokalizacja, w której znajduje się aplikacja OZone3
- drugi element windows_paths – lokalizacja, w której będą zapisywane wyniki wszystkich symulacji (w tej wersji oprogramowania należy jeszcze ręcznie stworzyć w tym katalogu podfoldery */task/series*).

Krok 2 Wybór pożaru

```

115 def fire(self):
116
117     floor_size = self.floor[0] * self.floor[1] * float(self.strategy()[5][:-1])
118
119     # fire randomizing function from Fires() class is called below
120
121     hrr, area, fuel_h, fuel_x, fuel_y = Fires(floor_size, int(self.parameters()[6]
122     ][:-1])).aflo2_fire(self.sim_name)
123     self.to_write.append(hrr[-1])

```

Ustawienia wymaga funkcja rodzaju pożaru, który będzie analizowany podczas serii symulacji. Wszystkie dostępne funkcje pożarów znajdują się pod koniec pliku w klasie Fires.

Krok 3 Krok zapisu wyników, μ

```

303 class Main:
304     def __init__(self, paths):
305         self.paths = paths
306         self.results = []
307         self.t_crit = temp_crit(1)
308         self.save_samp = 1
309

```

Jako argument dla funkcji temp_crit() należy wpisać współczynnik wykorzystania nośności konstrukcji μ .

Zmienna *save_samp* określa co ile powtórzeń zapisywane są wyniki symulacji do pliku.

Uruchomienie symulacji Aby uruchomić serię symulacji należy otworzyć wiersz poleceń w folderze, w którym znajduje się plik *main.py*. Następnie wpisać komendę: *python main.py 1000*, gdzie liczba oznacza zadaną ilość symulacji.

Ważne jest aby nie zmieniać aktywnego okna podczas obliczeń, ponieważ program wykorzystuje symulator klawiatury.

Wyniki zapisane będą w odpowiednim folderze (zdefiniowanym w Kroku 1) w pliku *stoch_res.csv*. Do tego samego katalogu zostaną wyeksportowane wykresy.