

# Manuál k programu YLPA

Vladimír Vančík

Fakulta stavební ČVUT, Katedra mechaniky

## 1 Instalace

Program vyžaduje nainstalovaný Python 2.7 a následující knihovny:

- Enthought Traits, Enthought TraitsUI ([1])
- Matplotlib ([2])
- Scipy, Numpy ([3])

Uživatelé bez zkušeností s Pythonem mohou použít některou z volně dostupných distribucí, např. Enthought Canopy ([4]) nebo Anaconda ([5]), kde jsou knihovny Matplotlib, Scipy a Numpy předinstalovány. Pak už stačí v příkazovém řádku spustit příkaz

```
pip install traits
```

a následně

```
pip install traitsui
```

čímž nainstalujeme zbývající knihovny.

Po splnění požadavků rozbalíme adresář *ylpa.zip*, spustíme příkazový řádek, otevřeme rozbalený adresář a můžeme spustit program příkazem

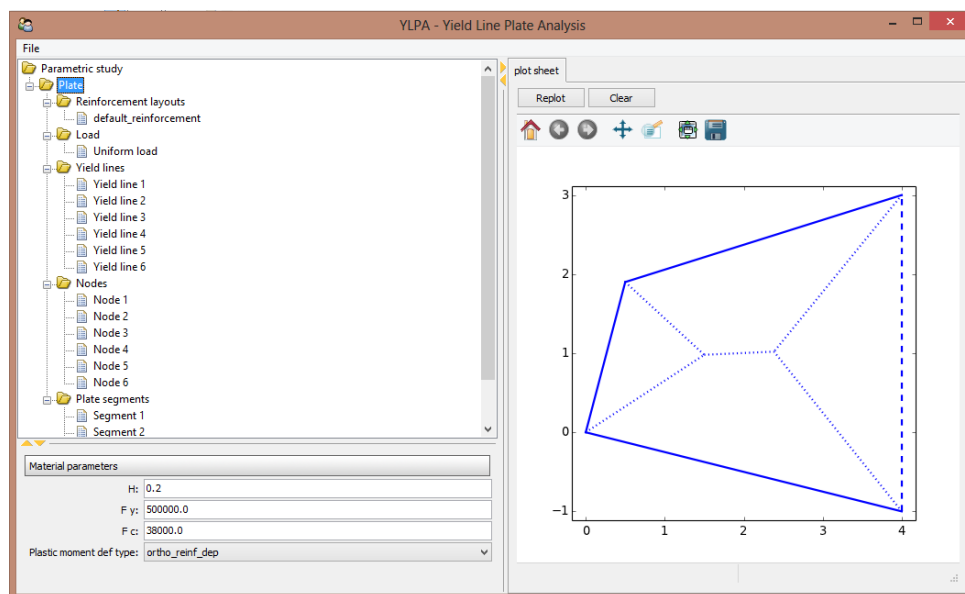
```
python ylpa.py
```

## 2 Použití

Program YLPA (Yield-Line Plate Analysis) umožňuje výpočet koeficientu mezního zatížení pro mechanismy s jedním stupněm volnosti podle teorie lomových čar. Program má grafické uživatelské rozhraní a spouští se z příkazového řádku, do kterého vypisuje výsledky. Okno uživatelského rozhraní (Obr. 1) je rozděleno na tři části:

- Stromová struktura objektů – levá horní část. Každý uzel představuje jeden objekt. Pravým tlačítkem vyvoláme kontextové menu uzlu.
- Editační okno vybraného uzlu – levá spodní část. Pokud lze na vybraném objektu editovat hodnoty, zobrazí se v tomto okně jeho editační rozhraní.

- Vykreslovací okno – pravá část. Tlačítkem *Replot* provedeme vykreslení podle vybraného objektu (pokud je vybraným objektem např. segment desky, je ve vykreslení mechanismu zvýrazněn červenou barvou). Tlačítko *Clear* vymaže předchozí vykreslení.



Obrázek 1: Uživatelské rozhraní programu YLPA

## 2.1 Zadání desky

### 2.1.1 Geometrie

Kinematický mechanismus desky je definován pomocí segmentů, uzlů a lomových čar.

Uzly přidáváme přes kontextové menu objektu *Nodes* ve stromové struktuře. Poloha uzlu je pak nastavena v jeho editačním okně. Podepřenému uzlu nastavíme nulovou hodnotu průhybu (parametr  $w = 0$ ). Uzly jsou číslovány v pořadí v jakém jsou vytvářeny.

Segmenty přidáváme přes kontextové menu objektu *Plate segments* ve stromové struktuře. V editačním okně zadáváme čísla obvodových uzlů segmentu v pořadí proti směru hodinových ručiček.

Lomové čáry přidáváme přes kontextové menu objektu *Yield lines* ve stromové struktuře. V editačním okně zadáváme čísla koncových uzlů a rozložení výztuže. Lomové čáry musí být zpravidla na všech společných hranách segmentů a ve vetknutí. Pozitivní lomová čára je vykreslována tečkovaně a negativní čárkovaně.

### 2.1.2 Zatížení

Zatížení přidáváme přes kontextové menu objektu *Load* ve stromové struktuře. Podporováno je rovnoměrné spojitě zatížení (*PlateLoadUniform*) a zatížení osamělou silou (*PlateLoadNodalForce*). Každý objekt zatížení má nastavitelnou hodnotu násobitele (*load factor multiplier*) a silová zatížení mají nastavitelnou polohu (souřadnice  $x, y$ ).

### 2.1.3 Materiálové parametry

Uvažovaný materiál desky je železobeton. Na úrovni desky (objekt *Plate*) se nastavují hodnoty pevnosti betonu a oceli a výška desky. Objekt stromové struktury *Reinforcement layouts* obsahuje různá rozložení výztuže určená hodnotami stupně vyztužení u horního a dolního povrchu ve dvou kolmých směrech a orientací hlavního směru výztuže vzhledem ke kladné ose  $x$ . Objekty rozložení výztuže lze přiřazovat lomovým čarám.

### 2.1.4 Definice plastického momentu

Definice plastického momentu je parametrem desky, nastavuje se tedy na objektu *Plate*. Momentálně program nabízí následující možnosti:

- `ortho_reinf_indep` – ortotropní výztuž s tlačnou oblastí nezávislou na orientaci lomové čáry.
- `ortho_reinf_indep_uni` – ortotropní výztuž s tlačnou oblastí nezávislou na orientaci lomové čáry a jednotnou pro oba ortotropní směry.
- `ortho_reinf_dep` – ortotropní výztuž s tlačnou oblastí závislou na orientaci lomové čáry.
- `ortho_reinf_dep_duct` – obdoba `ortho_reinf_dep` a po výpočtu následuje kontrola ductility.
- `simple` – jednotkový moment ve všech směrech. Použitelný pro výpočty izotropních desek, kdy výsledný koeficient zatížení stačí přenásobit hodnotou skutečného mezního momentu.

## 2.2 Zadání optimalizace

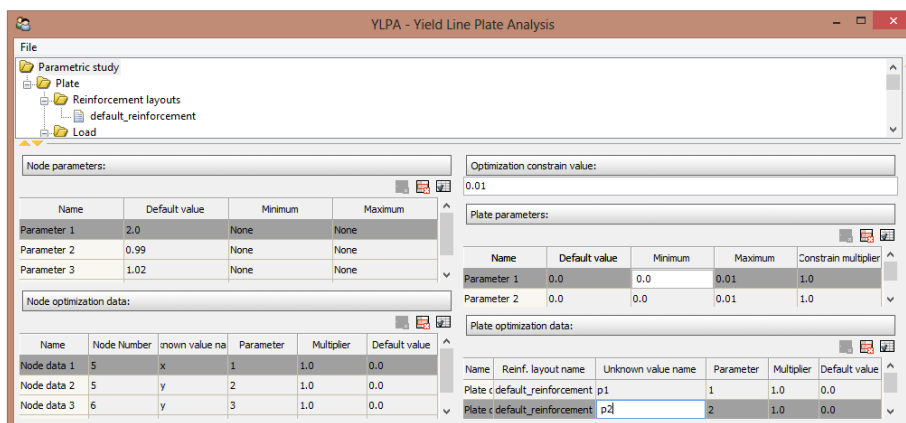
Parametry optimalizace přísluší objektu *Parametric study*, jehož editační okno je vidět na Obr. 2, a jsou rozděleny na parametry uzlů (geometrická optimalizace, levá část editačního okna) a parametry desky (optimalizace výztuže, pravá část editačního okna). Tyto dvě skupiny jsou dále rozděleny na parametry, což jsou skutečné optimalizační proměnné a optimalizační data, která specifikují hodnoty, které se mají optimalizovat, a jejich závislost na jednom z parametrů.

Parametry uzlů mají nastavitelnou výchozí hodnotu a hranice. Pro optimalizační data uzlů nastavujeme číslo uzlu a název optimalizovaného parametru (souřadnice) jako text, dále číslo parametru, násobitel (označme  $m$ ) a výchozí hodnotu (označme  $d$ ) – v každém kroku optimalizace se hodnota určená číslem uzlu a názvem spočte jako  $d + mp$  kde  $p$  je aktuální hodnota parametru určeného číslem parametru.

Optimalizace výztuže je omezena hodnotou omezující podmínky, která se musí rovnat sumě optimalizačních parametrů přenásobených hodnotou násobitele pro omezující podmínku. Tento násobitel je možno nastavit každému parametru individuálně a zohlednit tak případné rozdílné velikosti ploch pokrytých různou výztuží. Omezující podmínka představuje celkový objem výztuže. Optimalizační data výztuže fungují obdobně jako u uzlů, jen místo čísla uzlu zadáváme název rozložení výztuže.

## 2.3 Spuštění výpočtu

Výpočet je spuštěn tlačítkem *Calculate* z vykreslovacího okna nebo kontextového menu uzlů a hodnota součinitele mezního zatížení je vypsána do příkazového řádku. Pokud je zvolena definice mezního momentu `ortho_reinf_dep_duct`, je za výsledek výpočtu připojen výstup kontroly duktility.



Obrázek 2: Uživatelské rozhraní – editační okno optimalizace

## Reference

- [1] Enthought Tool Suite website, <http://code.enthought.com/projects/>
- [2] Matplotlib website, <http://matplotlib.org/>
- [3] Numpy and Scipy documentation website, <http://docs.scipy.org/doc/>
- [4] Enthought Canopy website, <https://www.enthought.com/products/canopy/>
- [5] Continuum Analytics website, <http://www.continuum.io/>