



UNIVERZITET U NIŠU
ELEKTRONSKI FAKULTET

Matrični metodi Primene kroz Python

AUTOR: JOVANA DŽUNIĆ

Niš, 2020

Sadržaj

| | | |
|----------|------------------------------------------------------|-----------|
| 1 | Osnovno o radu u Python programskom okruženju | 1 |
| 1.1 | Instalacija Anaconda Navigatora | 1 |
| 1.2 | Jupyter i IPython | 3 |
| 1.3 | Instalacija IDLE editora | 6 |
| 1.4 | Interaktivna izračunavanja | 8 |
| | Literatura | 11 |

Poglavlje 1

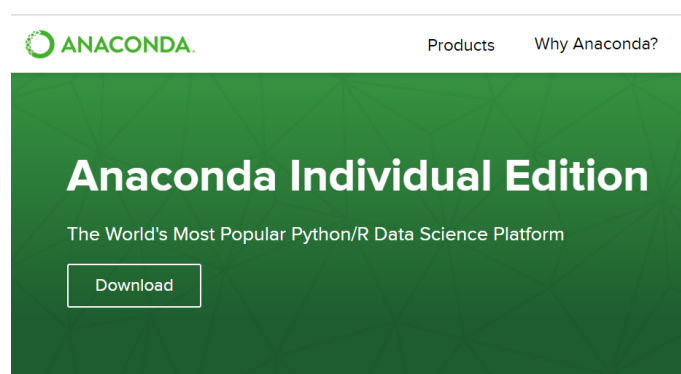
Osnovno o radu u Python programskom okruženju

Numerička matematika i njeni algoritmi razvijaju se sa ciljem implementacije teorijskih rezultata na nekoj računskoj mašini. Od matematičke teorije do implementacije je dug put koji uključuje duboko razumevanje osobina i načina rada računске mašine. I pored osnove u teoriji, primena numeričkih algoritama zahteva puno eksperimentisanja i izračunavanja sa promenama uslova i vrednosti parametara, i najbitnije - analizu dobijenih rezultata. Sa namerom da se studenti podstaknu na ovakav pristup proučavanju numeričkih algoritama, u ovom odeljku upoznaćemo osnove interaktivnog izračunavanja u programskom okruženju Python. Koristićemo programsko okruženje za izračunavanja preko ugrađenih funkcija programskog jezika Python. Programiranje u jeziku Python je tema drugih specijalizovanih kurseva.

Za izračunavanja u programskom jeziku Python je neophodan aktivan Python interpreter. Predstavićemo instalaciju dva radna okruženja Anaconda i IDLE. Anaconda navigator se uobičajeno koristi online i predstavlja sistemski zahtevnije okruženje, ali udobnije za rad. Za obrađene teme IDLE okruženje pruža svu funkcionalnost, takođe.

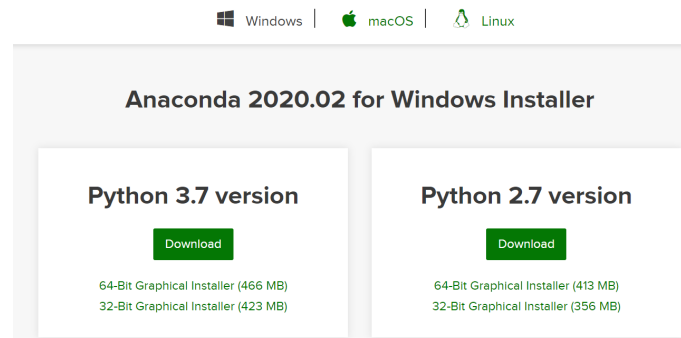
1.1 Instalacija Anaconda Navigatora

Anaconda se može besplatno preuzeti sa zvanične web [strane](#). Klikom na dugme Download otvara se opcija za izbor verzije.



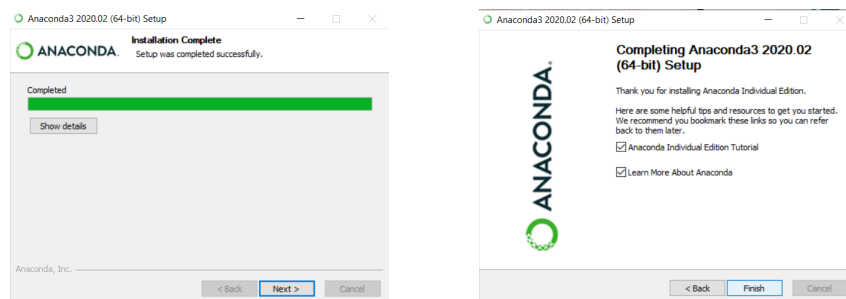
Slika 1.1: Početak instalacije

Odaberite instalaciju novije verzije koja odgovara vašoj konfiguraciji i operativnom sistemu.



Slika 1.2: Opcije instalacije

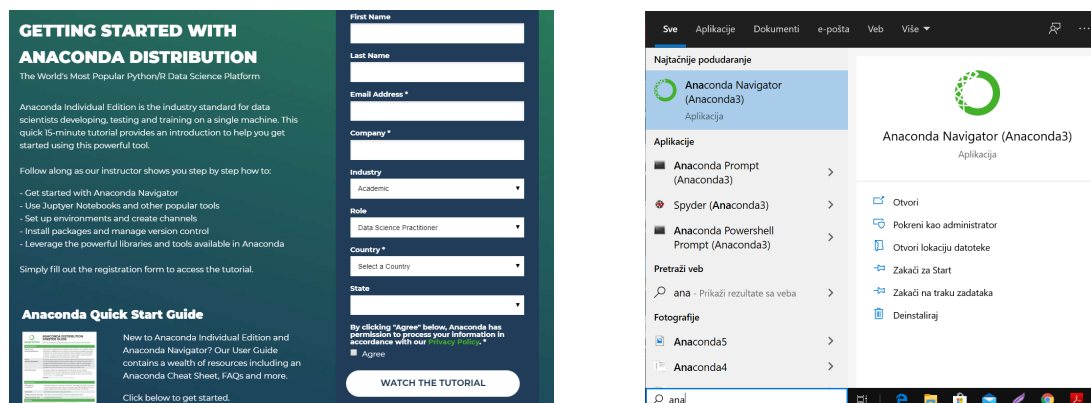
Po pokretanju instalacije pratite uputstva Setup-a, tj. samo prelazite na sledeći korak. Po završetku instalacije pojaviće se prozor o uspehu ukoliko ste izabrali verziju sa adekvatnim sistemskim zahtevima.



Slika 1.3: Uspešna instalacija i završni prozor

Pre završetka Setup-a, ukoliko želite linkove na uputstva i dokumentaciju, ostavite označene odgovarajuće opcije u završnom prozoru, slika 1.3 desno.

Prijavom (slika 1.4 levo) na alat Getting Started with Anaconda Distribution dobićete putem mejla link za 15-minutni uvod u Anaconda Navigator. Sama aplikacija Anaconda Navigator može se pokrenuti kroz polje Windows pretraživača, slika 1.4 desno.

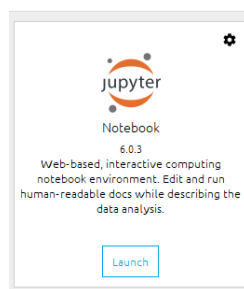


Slika 1.4: Prijavni formular i pokretanje aplikacije

1.2 Jupiter i IPython

U okviru Anaconda Navigatora od interesa za ovaj kurs su Jupiter i IPython (Interactive Python). Razlog leži u posebnom formatu koji je od 2011 dostupan u IPython-u – interactive Notebook. U okviru kursa zvaćemo ga radna sveska. Notebook se pokreće unutar Jupiter pretraživača i omogućava objedinjen web interfejs gde programski kod, tekst, matematičke jednačine, grafici i interaktivne kontrole mogu da se kombinuju unutar jedinstvenog dokumenta. IPython radne sveske pravljenе su po ugledu na popularna okruženja za izračunavanja poput MATLAB (live script, .mlx) i Wolfram Mathematica (Notebook, .nb).

Jupiter se pokreće klikom na odgovarajuću aplikaciju unutar Anaconda Navigatora, videti sliku 1.5.



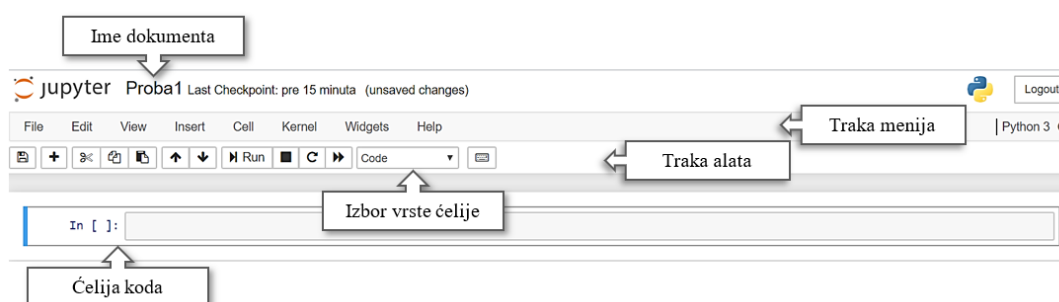
Slika 1.5: Jupiter pokretanje

Izborom nove sveske za rad (Notebook, slika 1.6) otvaramo široku paletu mogućnosti koje pruža ovo okruženje. Otpremanje dokumenata u Jupiter okruženje jednostavno je preko opcije Upload, slika 1.6. Uputstva za upotrebu Python-a biće kreirana upravo u ovom formatu.



Slika 1.6: Nova radna sveska

U nastavku su predstavljene glavne komponente zaglavlja interfejsa radne sveske sa slike 1.7.



Slika 1.7: Zaglavlje

Komponente su predstavljene redom odozgo na dole:

- Ime Notebook dokumenta može se menjati klikom na njega. Ovi dokumenti imaju .ipynb ekstenziju.
- Kroz traku menija omogućen je pristup mnogim aktivnostima koje se tiču bilo radnih svezaka, bilo jezgra.
- Traka alata sadrži ikone uobičajenih aktivnosti. Posebno, padajući meni Code omogućava izmenu tipa ćelije unosa.
- Glavne komponente korisničkog interfejsa Notebook jesu ćelije. Radna sveska sastoji se od linearne liste ćelija.

Struktura jedne ćelije u radnoj svesci može biti Markdown ili Code. Ovi tipovi ćelija odgovaraju režimu beleški i programskog koda, redom. Primer jedne Markdown ćelije sa njenim izlazom dat je na slici 1.8, a kodne na slici 1.9.

```
# Oznaka glavnog naslova

Primer teksta sa "italic" i bold delovima.

Numerisane liste dobijaju se pisanjem nekog rednog broja na početku reda. Pod liste se registruju upotrebom Tab-a. Uređenje oznaka Python sam obavi. Primer numerisane liste dat je u nastavku.
1. Prvi nivo
  2. Drugi nivo
  3. Drugi nivo
    4. Treći nivo
2. Prvi nivo
  3. Drugi nivo

Liste sa znakovima za nabrojavanje počinju simbolim - ili *.

- kružić
- kružić
  * kvadrat
  * kvadrat

## Naslov poglavlja

Unos matematičkih jednačina koristi LaTeX oznake. Jednačine u istom redu sa tekstem počinju i završavaju se simbolom  $\$$ :  

 $x^3 - \cos(x)$ . Za centrirane jednačina u posebnom redu koriste se parovi ovih simbola,  


$$\frac{\sqrt{x}}{\log(x+1)}$$

Više informacija o matematičkom modu u LaTeXu može se naći na sledećem [linku](https://en.wikibooks.org/wiki/LaTeX/Mathematics)

### Naslov paragrafa
```

Oznaka glavnog naslova

Primer teksta sa "italic" i **bold** delovima.

Numerisane liste dobijaju se pisanjem nekog rednog broja na početku reda. Pod liste se registruju upotrebom Tab-a. Uređenje oznaka Python sam obavi. Primer numerisane liste dat je u nastavku.

1. Prvi nivo
 - B. Drugi nivo
 - C. Drugi nivo
 - d. Treći nivo
2. Prvi nivo
 - C. Drugi nivo

Liste sa znakovima za nabrojavanje počinju simbolim - ili *.

- kružić
- kružić
 - kvadrat
 - kvadrat

Naslov poglavlja

Unos matematičkih jednačina koristi LaTeX oznake. Jednačine u istom redu sa tekstem počinju i završavaju se simbolom $\$$: $x^3 - \cos(x)$. Za centrirane jednačina u posebnom redu koriste se parovi ovih simbola,

$$\frac{\sqrt{x}}{\log(x+1)}$$

Više informacija o matematičkom modu u LaTeXu može se naći na sledećem [linku](https://en.wikibooks.org/wiki/LaTeX/Mathematics)

Naslov paragrafa

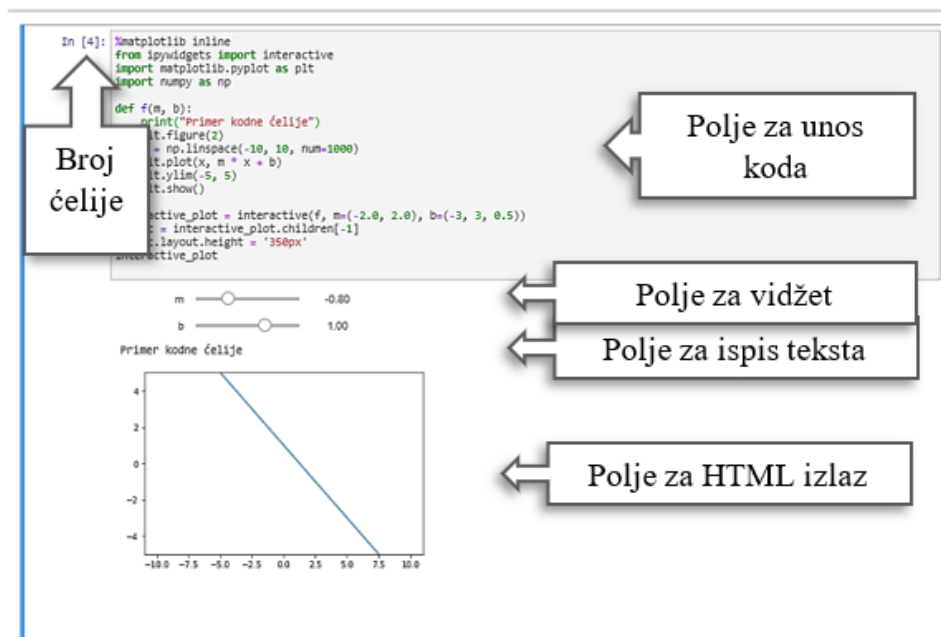
In []:

Slika 1.8: Ulaz i izlaz Markdown ćelije

- Markdown ćelija služi za tekstualne opise u dokumentu. Uz klasične opcije formatiranja omogućava dodavanje linkova, slika, HTML elemenata, \LaTeX matematičkih jednačina itd.
- Kodne ćelije sadrže programski kod koji izvršava jezgro - Kernel. Programski jezik koji odgovara jezgru može se menjati, ali ćemo u okviru ovog kursa koristiti isključivo Python.

Kodne ćelije sastoje se od nekoliko delova, videti sliku 1.9. Nabrajamo neke od njih:

- Pre prostora za unos koda nalazi se broj ćelije. To je njen identifikacioni broj. Ovaj broj se povećava sa svakim izvršenjem kodne ćelije.
- Polje za unos programskog koda je višelinjski editor teksta koji omogućava unos jedne ili više kodnih linija. Unos koda podržava sintaksno isticanje. Rezervisane reči programskog jezika naglašene su drugom bojom.
- Polje izlaza može sadržati više delova kao što su deo za vidžet, standardni tekstualni ispis, ispis greške, ili HTML izlaz (tabele i grafici).



Slika 1.9: Kodna ćelija

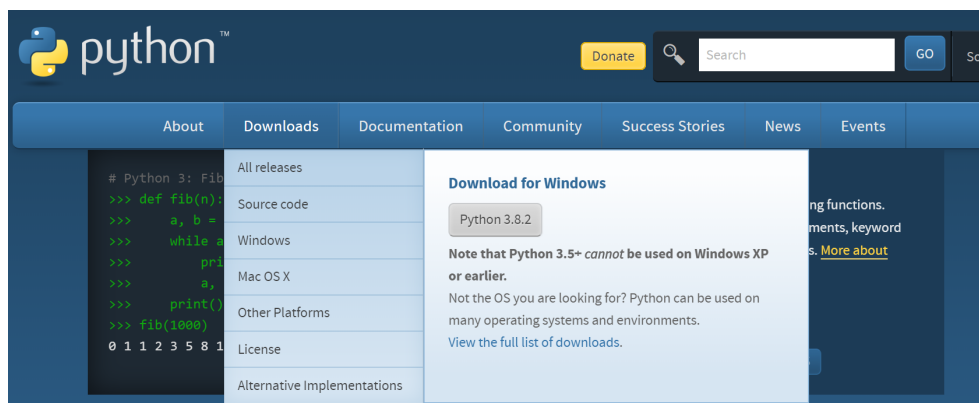
Sadržaj ćelija može se menjati kroz trake menija i alata, i direktnom promenom sadržaja. Na taj način ćelije se mogu dodavati, brisati, primenjivati copy-paste opcije, vršiti vertikalno pomeranje, itd. Radne sveske koriste dva režima unosa, režim uređivanja i komandni režim. Na gornjem delu slike 1.8 prikazan je režim unosa. Donji deo slike je u komandnom režimu i daje prikaz izlaza odgovarajuće Markup ćelije.

Režim uređivanja pokreće se dvostrukim klikom na neku od ćelija ili pritiskom Enter dok je odgovarajuća ćelija u fokusu. U ovom režimu sadržaj bilo koje ćelije se može menjati. Izlazak iz režima uređivanja postiže se pritiskom polja Run u traci alata, ili pritiskom dirke ESC, ili korišćenjem neke kombinacije (Shift-Enter, Ctrl+Enter, Alt+Enter) za pokretanje izvršenja ćelije.

U komandnom režimu rada, dirkama strelica gore-dole premešta se fokus po ćelijama. Strelicama iz trake alata vršimo vertikalno pomeranje pozicije ćelija - zamena mesta susednih ćelija.

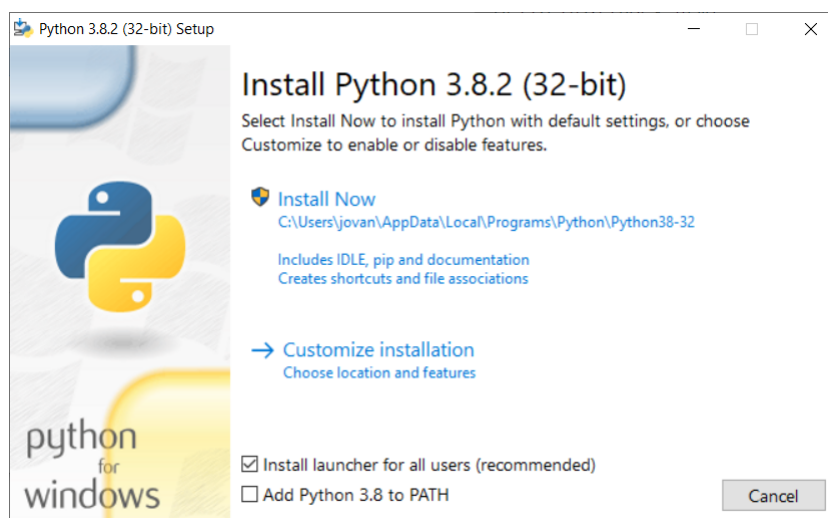
1.3 Instalacija IDLE editora

IDLE editor se može instalirati sa sajta [Python Language Website](#). Tom prilikom automatski se instaliraju i Python i editor IDLE (Integrated DeveLopment Environment) koji omogućava izvršenje kodova direktno iz editora. Za pokretanje instalacije na Windows operativnom sistemu postaviti kursor na karticu Downloads.



Slika 1.10: Početak instalacije

Prilikom pokretanja instalacije Python (ovde je dat primer verzije 3.8.2.) izabrati opciju Customize installation.



Slika 1.11: Upravljanje instalacijom

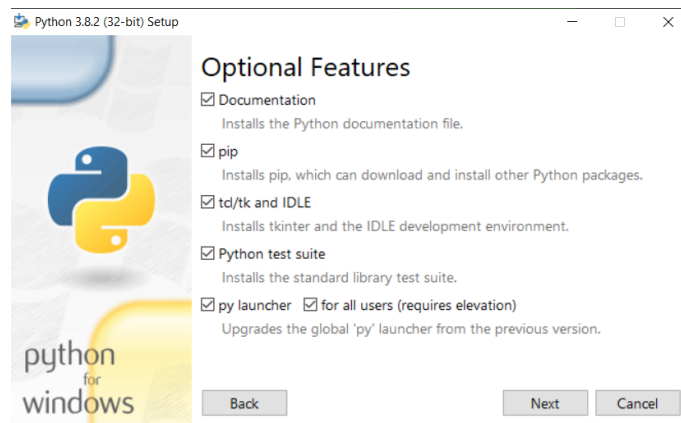
U narednom prozoru, Optional features, obeležiti sve opcije, slika 1.12.

Nakon prelaska na sledeći prozor, Advanced options, obeležiti dodatno prvu i četvrtu opciju, kao što je prikazano na slici 1.13.

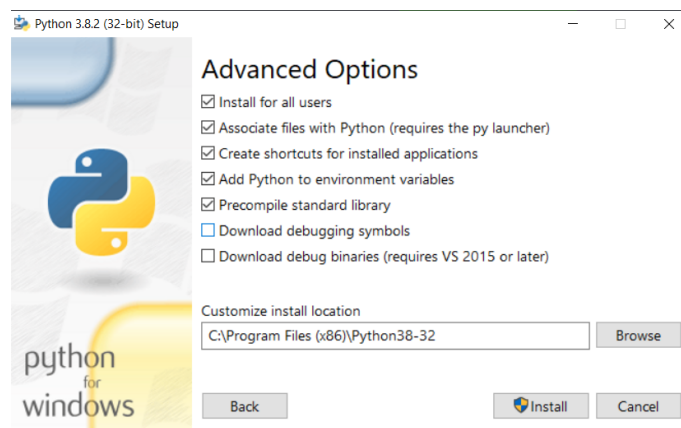
Po završetku instalacije pojaviće se poruka o uspešnoj instalaciji, slika 1.14. Iz ovog prozora možete odmah pristupiti online priručniku ili dokumentacionom centru.

IDLE editor može se pokrenuti na isti način kao Anaconda Navigator iz Windows polja za pretragu, ili iz polja nedavno dodatih aplikacija u Windows meniju, slika 1.15.

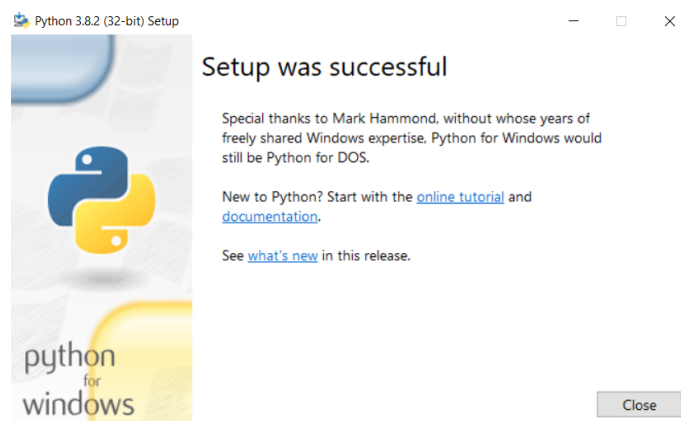
Za matematičke funkcije, simbolička i numerička izračunavanja, rad sa matricama i grafički prikaz koristićemo Python pakete (module i biblioteke) [Math](#), [Numpy](#), [Scipy](#), [Matplotlib](#) i



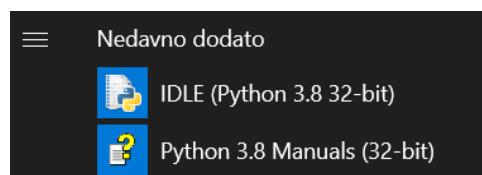
Slika 1.12: Prozor Optional features



Slika 1.13: Prozor Advanced Options

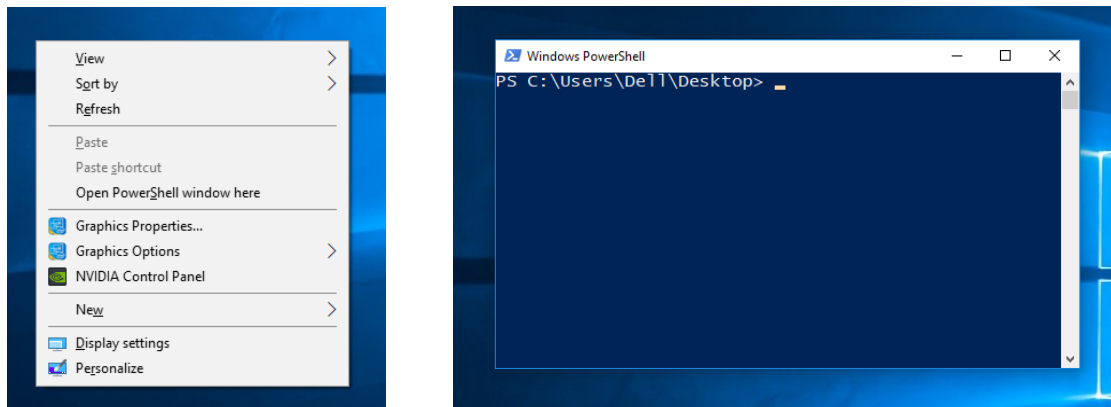


Slika 1.14: Završetak instalacije



Slika 1.15: Pokretanje IDLE editora

Sympy. Potrebne dodatne pakete instaliraćete otvaranjem prozora **PowerShell** ili Command prompt. PowerShell prozor otvara se pritiskom na SHIFT i desno dugme miša i izborom Open PowerShell window here opcije, slika 1.16.



Slika 1.16: PowerShell

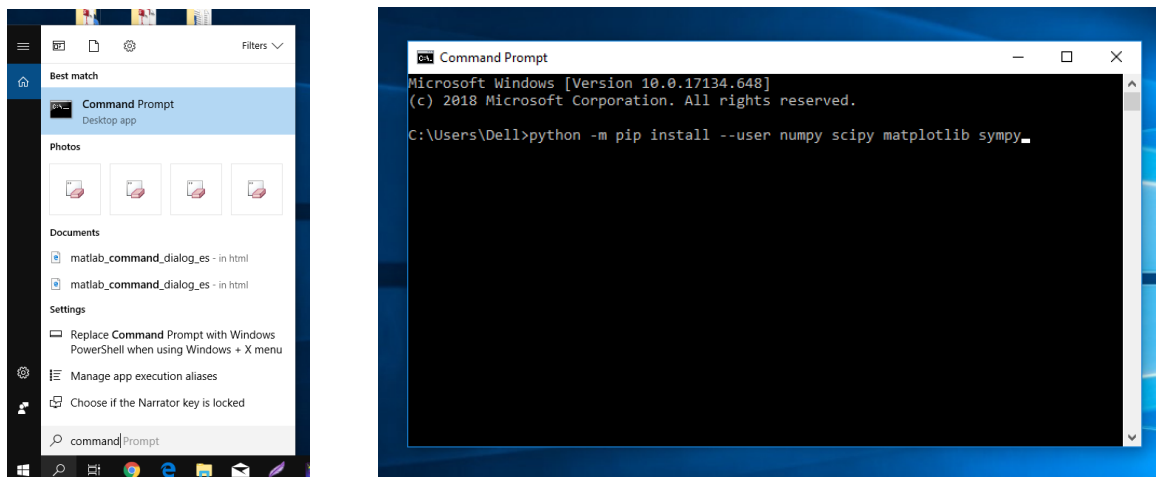
Kada se pojavi PowerShell komandni prompt kao na slici, unesite naredbu za instalaciju paketa:

```
python -m pip install --user numpy scipy matplotlib sympy
```

Po završetku instalacija dobićete poruku o uspešnosti. Ažuriranje pip verzije vrši se sledećom komandom.

```
python -m pip install --upgrade pip
```

Isti postupak odnosi se na instalaciju dodatnih modula kroz Command prompt za starije verzije Windows operativnog sistema.



Slika 1.17: Command Prompt

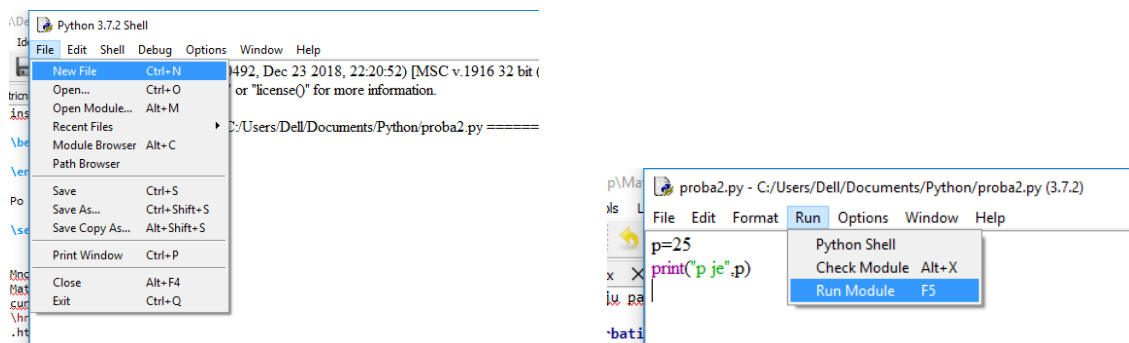
1.4 Interaktivna izračunavanja

Mnoga popularna okruženja za izračunavanja poput Maple, Matlab, Wolfram Mathematica i sl., pružaju mogućnost interaktivnog rada. Python to omogućava kroz PowerShell, IDLE shell i još

neke druge [opcije](#). Proces učenja Python funkcionalnosti za potrebe numeričkih izračunavanja kretaće se blago rastućom krivom znanja. U ovom prvom poglavlju studenti će upoznati osnovno o dva okruženja. Preporuka je da se koristi Jupiter. Funkcionalst ključnih paketa ista je u oba. Međutim, vidžeti su osobenost prvog, tj. Jupiter Anaconda. U poglavljljima koja slede postavice osnove interaktivnog rada u Pythonu. Svaki obrađen numerički algoritam biće prikazan i preko ugrađenih funkcija Python biblioteka.

Okruženje IDLE dolazi uz standardnu instalaciju Python sistema. Korisnik može da unese naredbu i odmah vidi njene efekte. Ovakav način rada omogućava da se greške lako uočavaju i ispravljaju. Interaktivno okruženje je veoma pogodno za analizu pojedinačnih koraka u procesu rešavanja problema izračunavanja kao i u procesu kreiranja i izvođenja eksperimenata. Okruženje IDLE sadrži interaktivnu platformu, editor, debugger, kao i pregledač klasa i modula programskog jezika Python. Jedna od zgodnih opcija IDLE okruženja je pomoć koju pruža za standardne funkcije Python jezika. Prilikom unosa poziva funkcije iskoči mali prozor sa nizom argumenata te funkcije i linijom za kratak opis dejstva funkcije.

Osim interaktivnog rada IDLE pruža mogućnost i 'batch mode' unosa. Otvaranjem novog fajla u IDLE ulazi se u batch mode, slika 1.4.



Nakon unosa niza naredbi potrebno je zapamtiti dokument sa ekstenzijom .py i pokrenuti Python interpretator pozivom Run module iz Run menija na vrhu prozora. Ovakav način rada odgovara programskoj strukturi unosa i pogoduje situacijama kada je isti niz kodnih sekvenci potrebno upotrebiti na različite skupove ulaznih podataka. Naredbe je potrebno rasporediti u logičke linije prelaskom u novi red.

Interaktivni rad u IDLE Python Shell počinje unosom naredbe posle command prompt simbola: >>>. Bez učitavanja biblioteka dostupne su aritmetičke operacije:

| | |
|-------|--------------------------|
| + | sabiranje |
| - | oduzimanje |
| * | množenje |
| ** | stepenovanje |
| / | deljenje |
| abs() | apsolutna vrednost/moduo |

Mogu se primenjivati kako nad realnim tako i nad kompleksnim brojevima. Za imaginarnu jedinicu rezervisan je simbol j. Napomenimo da imaginarnu jedinicu moramo pisati u formi vj, gde je v vrednost imaginarnog dela kompleksnog broja.

Upotreba numeričkih vrednosti u kombinaciji sa aritmetičkim operacijama i funkcijama čini Python okruženje moćnim kalkulatorom.

Interaktivnost i dinamičnost u radu sa Pythonom ogleda se i u radu sa promenljivim. Tip promenljivih ne mora unapred biti definisan i tokom rada jedna promenljiva može da menja svoj tip. Dodela vrednosti vrši se uz pomoć znaka jednakosti.

Liste predstavljaju fleksibilan tip podataka koji sadrži više vrednosti. Svakom elementu liste može se pristupiti na osnovu njegovog indeksa. Početni indeks liste je 0. Indeksi se mogu brojati i unazad. Tada poslednji element ima indeks -1. Operator opsega : može se koristiti za pristup većem broju elemenata liste istovremeno.

Sadržaj listi se može menjati direktnom izmenom vrednosti pojedinačnih elemenata ili davanjem i brisanjem elementa u listi. Ugrađene funkcije mogu se pogledati na [Liste](#).

Literatura

- [1] R. Johansson. *Numerical Python*. Apress, Springer Science+Business Media New York, 2019.
- [2] P. Farrell. *Math Adventures with Python*. No Starch Press, San Francisco, 2019.
- [3] C. Rosant. *IPython Interactive Computing and Visualization Cookbook*. PACKT Publishing, Birmingham-Mumbai, 2014.
- [4] C. Rosant. *Learning IPython for Interactive Computing and Data Visualization*. PACKT Publishing, Birmingham-Mumbai, 2015.
- [5] I. Idris. *Learning NumPy Array*. PACKT Publishing, Birmingham-Mumbai, 2014.
- [6] H.P. Langtangen. *A Primer on Scientific Programming with Python*. Springer Open, Springer Heidelberg Dordrecht London New York, 2011.
- [7] S. Linge and H.P. Langtangen. *Programming for Computations - Python*. Springer Open, Springer Heidelberg Dordrecht London New York, 2020.