

Modelleringsprosjekt 2020

Programmering og modellering

Våren 2020

1 Introduksjon

I dette prosjektet skal dere modellere en naturvitenskapelig sammenheng eller utforske numerisk matematikk nærmere. Det går an å samarbeide i grupper på 2–3 personer. Prosjektet skal presenteres på en ryddig måte med teori, programkode og drøfting i Jupyter Notebook. Notebooken skal lastes opp på GitHub og lenke skal leveres på ITL. Dere vil bli vurdert etter følgende kriterier:

1. Koden virker og er lagt opp på en god måte.
2. Koden er strukturert og oversiktlig.
3. Det kommer fram at dere forstår det realfaglige innholdet.
4. Det kommer fram at dere kjenner godt til grunnleggende programmering.
5. Notebooken er ryddig og oversiktlig.
6. Alle figurer og grafer er oversiktlig med figurtekst, aksetitler o.l.
7. Alle resultater er drøfta og redegjort for.

2 Oppgaver

Velg én av oppgavene nedenfor.

Oppgave 1: Zombie-apokalypse

Denne oppgava tar utgangspunkt i å modellere og simulere en menneskepopulasjon under en zombie-apokalypse. Gjør rede for begrensninger for modellene dine, og drøft hva de forteller oss om populasjonen.

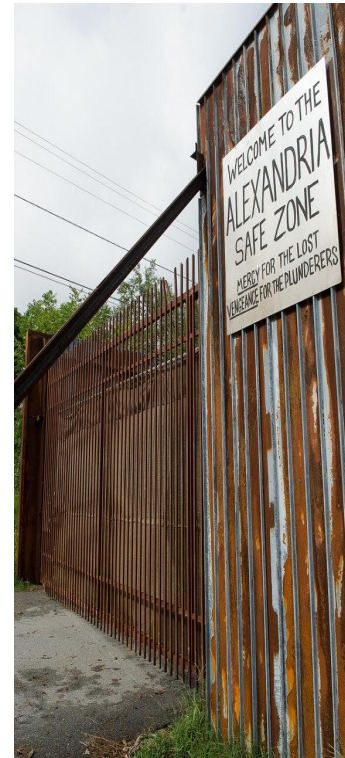
Utgangspunkt

Vi befinner oss i en postapokalyptisk situasjon der verden har blitt utsatt for et virus som gjør mennesker om til zombier. Viruset smitter kun via blod, f.eks. ved bitt eller kloring fra zombier. Vi skal studere en avsideliggende landsby, Alexandria, som ligger i nærheten av Washington D.C., og som etter et zombie-utbrudd har blitt et tilfluktssted for 500 mennesker. De har tilgang til en del mat og våpen, og de har en mur rundt hele landsbyen som holder zombiene unna. Men de må også ut for å finne nye ressurser og andre mennesker som trenger hjelp, så de er aldri helt trygge.

Oppgave

Modellen din kan inneholde mange ulike faktorer, og du står fritt til å legge til flere, dersom du begrunner det. Legg til én og én faktor, og test modellen etter hver gang. Kommenter populasjonsutviklinga etter hver nye faktor er lagt til.

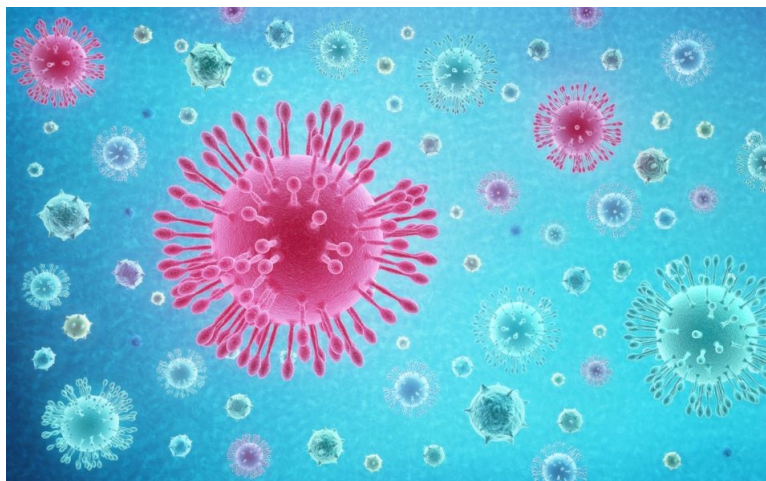
1. Lag først et program der menneskene er trygge mot zombier, og der nye mennesker kan komme til ved fødsel og (mer sannsynlig) innvandring. Lag gjerne ett ledd i likninga som inkluderer begge disse faktorene.
2. Legg inn en ressursbegrensning (bæreevne) for populasjonen. Hvilke faktorer påvirker denne?
3. Menneskene kan også dø av sykdom, skade og alderdom (naturlig død). Legg dette inn i modellen, og tenk på hvor sannsynlig dette er (hvor god er tilgangen på medisiner, lege o.l.?).
4. Nå skal du legge inn en zombiepopulasjon som lever i nærheten av Alexandria. Du kan selv bestemme hvor mange zombier som finnes og hvor sannsynlig det er at mennesker blir drept av en zombie. Zombiene fungerer som rovdyr, slik at menneskene ikke blir til zombier i denne modellen.
5. Nå kan du legge inn muligheten for at mennesker blir til zombier hvis de blir bitt, men ikke revet i fillebiter. Det vil si at noen mennesker vil bli smitta, mens andre vil bli drept av zombiene. De som blir smitta, blir til zombier, og dermed øker zombiepopulasjonen.
6. Alexandria kan slå tilbake mot zombiene. Legg inn en faktor som bidrar til at menneskene kan ta livet av zombier.
7. I nærheten av Alexandria finner vi landsbyene Hilltop og Kingdom. Fra disse kan det komme forsterkninger til Alexandria ved behov. Inkluder dette i modellen din.



Oppgave 2: Epidemiologi

I disse tider er vi nært berørt av pandemien som er forårsaka av Covid-19-viruset. Her skal vi studere en såkalt SIR-epidemimodell der den totale populasjonsstørrelsen N er delt inn i tre epidemiologiske klasser: utsatte (susceptible = S), infiserte (infected = I) og de som har blitt friske og dermed immune (recovered = R).

1. Gjør først oppgave 8.21 i boka.
2. Finn data på antall smittede i Norge på internett (f.eks. FHI). Legg dataene i en fil, les dataene og plott antall smittede som funksjon av tid.
3. Gjør en regresjonsanalyse med *polyfit* og tilpass en modell til tallene.



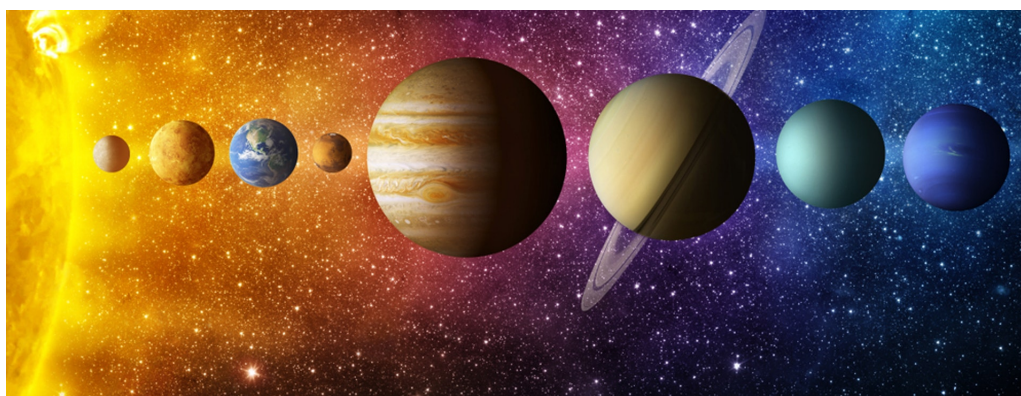
Figur 1: COVID-19 (koronaviruset)

4. FHI (Folkehelseinstituttet) regner med at 2,2 millioner nordmenn kan bli smittet. Når skjer dette ifølge modellen din?
5. Tilpass SIR-modellen din fra oppgave a) til koronasituasjonen i Norge eller Kina. Kommenter hvilke tilpasninger du har gjort og begrunn valgene dine.
6. Lag plott og drøft utfallene av simuleringene du gjør med SIR-modellen i forrige oppgave.

Finn så data på nettet (FHI er en god kilde) om koronaviruset i Norge. Tilpass modellen til disse dataene.

Oppgave 3: Solsystemet

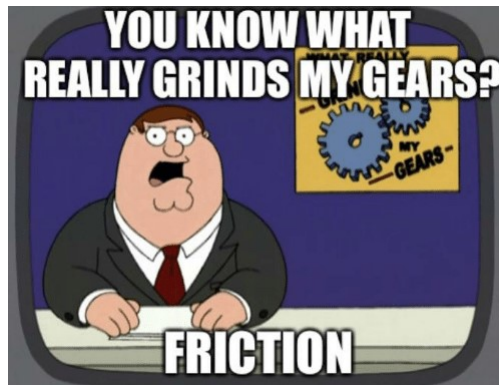
I denne oppgava skal du bruke Newtons gravitasjonslov til å simulere solsystemet. Oppgava er beskrevet i boka (oppgave 8.22).



Figur 2: Solsystemet slik det nesten er...

Oppgave 4: Newtons lover

Her skal du utforske friksjon og luftmotstand nærmere. Gjør oppgave 8.20 og 8.23 i boka. Ikke svar på hver deloppgave hver for seg, men lag en enhetlig rapport.



Figur 3: Friksjon kan være utfordrende.

Oppgave 5: Numerisk integrasjon

Denne oppgava er hovedsakelig for de med R2 som kjenner til integrasjon fra før, men hvis du vil legge inn en del ekstra innsats, er den åpen for alle. Her skal du utforske ulike metoder for numerisk integrasjon. Du kan godt gjøre oppgava objektorientert, hvis du kan!

1. Lag en funksjon **rektangelmetoden** som utfører bestemt integrasjon vha. rektangler (Riemann-summen).
2. Test funksjonen på ulike funksjoner med ulikt antall rektangler og sammenlikn svarene.
3. Lag andre funksjoner for integrasjon: **trapesmetoden**, **Simpsons metode** og en eller flere andre valgfrie metoder (f.eks. Monte Carlo-integrasjon eller Gauss-kvadratur). Det er viktig at du gjør rede for teorien i rapporten.
4. Test ut funksjonene på ulike integraler med ulikt antall geometriske figurer (f.eks. 10, 100, 1000 og 10 000 trapeser). Sammenlikn svarene. Kommenter og drøft.



Figur 4: Integrasjon er seriøse greier.