

AST1100 - 1C.5

Andreas Helland

14. november 2016

# 1 Introduksjon

Vi regner ut stjernen oppgitt i seed sin bevegelse. Bevegelsen får den fra gravitasjonspåvirkning tre av planetene i systemet har på den. Med verdiene for hastighet over tid til denne stjernen skal vi produsere en hastighetskurve som sett fra et annet solsystem. Vi gjør det motsatte av hva som ble gjort i 1C.4 (hvor vi skaffet informasjon om planetene som påvirket stjernen ut ifra lys og hastighetskurver). Vi har informasjonen om planetene og stjernen og vil vite hvordan hastighetskurven vil se ut fra en slik fjern stjerne.

## 2 Metode & Fremgangsmåte

I denne oppgaven har store deler av arbeidet allerede blitt gjort i tidligere oppgaver. Vi bruker metodene fra oppgave 1B.7 for å finne posisjon over tid til de tre valgte planetene i tabell 1.

Planet	Masse $m_{jupiter}$
0	0.0096
3	5.122
6	0.0012

Tabell 1: Planetene brukt i utregningene for stjernens bevegelse og deres masse. Grunnen til at akkurat disse ble valgt var fordi det var de mest massive (med unntak av planet 6 som ble valgt fordi planet 5 sin påvirkning på stjernen hadde en kansellerende effekt på planet 0 sin påvirkning. altså, det gav en mer spennende hastighetskurve).

Vi bruker dermed den samme utregningen for å finne stjernens posisjon og bevegelse ut ifra planetenes posisjoner. Den eneste forskjellen mellom disse utregningene er at når vi skal finne akselerasjonen til stjernen fra gravitasjonskraften planetene har på den, summerer vi opp gravitasjonen fra tre objekt, istedenfor kun fra en stjerne.

Når vi har funnet hastighetene stjernen har over tid, bruker vi de samme metodene som ble brukt i oppgave 1C.4 for å produsere hastighetskurven. Vi trenger derimot ikke å bruke dopplerformelen for å finne hastigheten ut ifra informasjon om bølgelengdeforskyvning, fordi vi allerede har hastigheten. Istedenfor skal vi definere en pekuliærhastighet selv og legge til gaussisk støy i kurven slik vi kunne forventet fra ordentlig observasjonsdata.

Støyen skal ligge i rekkevidde  $(-\frac{1}{5}v_{*r_{max}}, \frac{1}{5}v_{*r_{max}})$ . Dette ble gjort ved å først finne  $v_{*r_{max}}$  for så å legge til en tilfeldig verdi i gitt intervall til alle hastighetsverdiene.

Vi vil lagre verdier i en periode lang nok til at en av de ytre planetene kan gjøre et helt omløp, samtidig som at vi vil ha posisjon og hastighetsverdier med relativt god presisjon. I dette tilfelle valgte vi en 'observasjonstid' på 50 år for å la planet 3 ta et helt omløp. For å få grei presisjon endte vi da opp med veldig mange verdier (500 000). Dersom så mange verdier skal inn i et og samme plot, vil støyen gjøre det vanskelig å lese (se figur 2). Vi plotter derfor kun  $\frac{1}{100}$  av verdiene for å gjøre det lettere å lese. Dette gir oss nærmere antall punkter som ble sett på i forrige oppgave.

For enkelthets skyld, velger vi å se på dette solsystemet fra en lang-vekke-observatør som er i plan med stjernen og planetene, og ved  $x = 0$  i det lagrede koordinatsystemet, slik at  $\vec{e}_{radiell} = \vec{e}_y$ .

### 3 Resultater

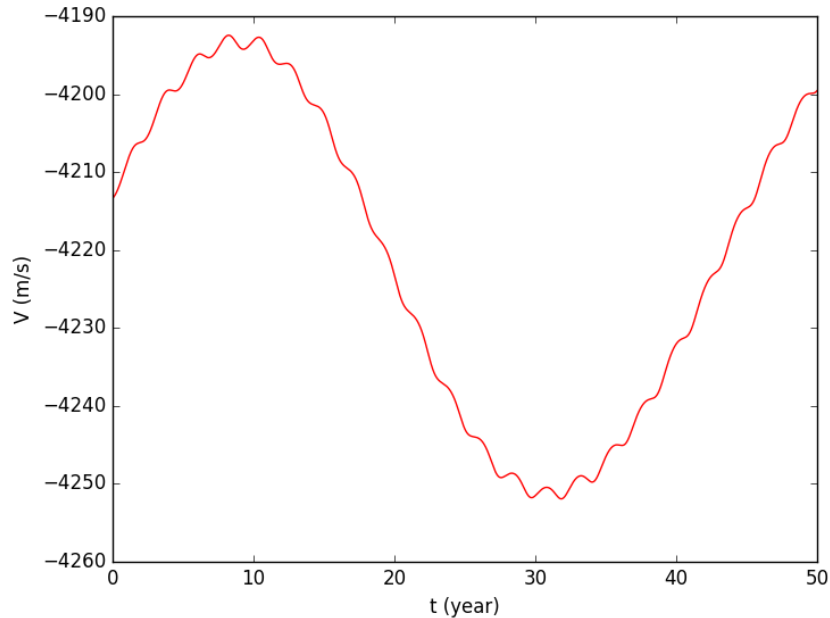
Plotter vi hastighetsverdiene og setter partikulærhastigheten i forhold til observatøren som  $-4213.37 \frac{m}{s}$  får vi hastighetskurven i figur 1. Her har vi også valgt en inklinasjonsvinkel på  $i = 90^\circ$ .

Dersom vi legger til støy i hastighetsverdiene får vi kurven i figur 2.

Bruker vi bare en av hvert hundrede tid og hastighetsverdi får vi kurven i figur 3.

### 4 Diskusjon og konklusjon

Ser vi på kurven uten støy er det tydelig at minst to planeter påvirker stjernens bevegelse. Fra et raskt blikk kan vi se at den mest massive planeten gir stjernen en radiell hastighet  $v_r \approx 30 \frac{m}{s}$ . Det er også en mindre svingning med betydelig lavere omløpstid. Dette er altså en planet som må være mye nærmere stjernen, men til tross for å være nærmere har den mindre påvirkning, altså mindre masse. Det er klart at dette er stjerne 3 og 0 (se tabell 1). Planet



Figur 1: hastighetskurve med pekuliærhastighet inkludert og ingen støy.

6 er både mindre massiv og langt vekke, så påvirkningen den har er mindre synlig.

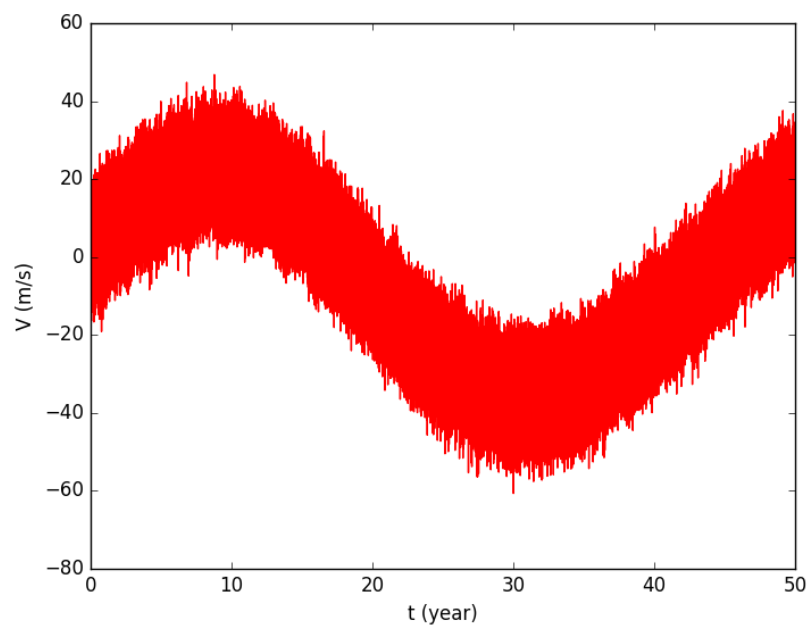
Dersom vi ser på kurven med alle hastighetsveridene forsvinner nesten planet 0 sin påvirkning og man kunne lett trodd at det kun var en planet i systemet (planet 3 har enda en tydelig påvirkning). Man kan se en liten svingning, men den kan lett mistolkes for å kun være støy.

Ser vi på den reduserte kurven er det enda nok støy til at det kan være vanskelig å se planet 0 sin påvirkning på stjernens radiale hastighet, men støyet ser ut til å følge et mønster som en observant observatør sansynligvis ikke ville gått glipp av.

Som nevnt i oppgaven kan vi også se at systemet har fått en pekuliærhastighet fra utgangspunktet ved  $t = 0$ . Man kan se driften med øye-observasjon ved å se at bunnpunktet i planet 3 sin påvirkning er lavere enn topppunktet som kom før det. Det vil si at stjernen har fått en liten pekuliærhastighet mot oss iløpet av den målte tidsperioden.<sup>1</sup>

---

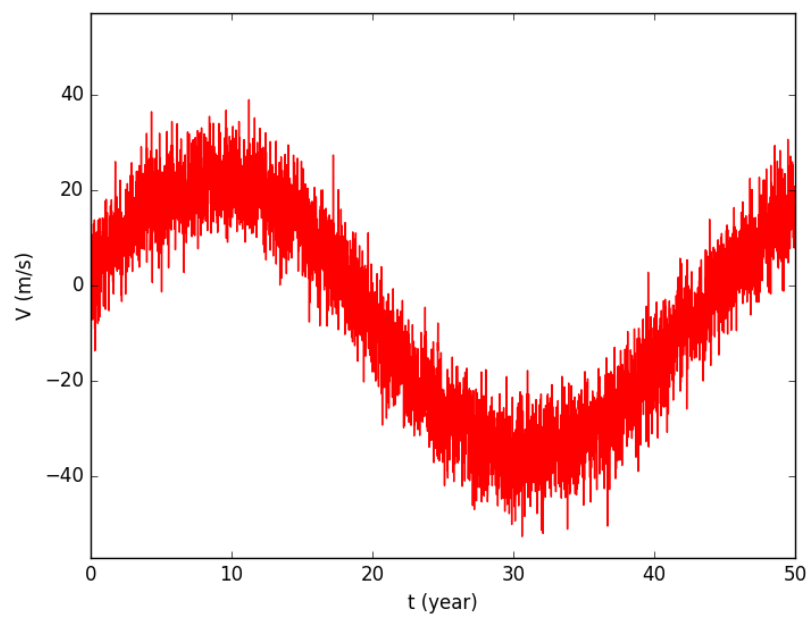
<sup>1</sup>Jeg tenkte ikke det ville være særlig nyttig å legge til koden som vedlegg, ettersom



Figur 2: Hastighetskurve med støy hvor alle 500 000 punkt er inkludert.

---

mesteparte har blitt brukt i tidligere oppgaver og bare omskrevet litt for å løse de veldig like problemstillingene i denne oppgaven.



Figur 3: Hastighetskurve med støy hvor vi kun ser på 5000 jevnt fordelte punkter fra datasettet.