

FUP – Fjernstyret Undervisningsteleskop i Praksis

THOMAS MELLERGAARD AMBY, Viborg Katedralskole

En af de udfordringer, vi står med i undervisningen i forbindelse med temaet om astrofysik, er at lave øvelser til eleverne. Skal vi lave rigtige astronomiske undersøgelser, skal eleverne møde om aftenen eller om natten. Dette gælder både i fysikfaget men i særdeleshed i astronomifaget. Eller sådan plejede det i hvert fald at være.

Denne artikel giver en kort introduktion til, hvordan man kan anvende det fjernstyrede undervisningsteleskop i praksis.



Figur 1

Det fjernstyrede undervisningsteleskop nærmest kameraet uden kuppel under installationen på Mt. Kent. Kuplerne i baggrunden er SONG teleskoper.

Foto: Mads Fredslund Andersen, AU.

Med Aarhus Universitets opsættelse af det fjernstyrede undervisningsteleskop (herafter FUT) på Mount Kent i Australien, se figur 1, blev det med ét muligt for undervisere og elever på landets gymnasier at kigge på stjerner i realtid i undervisningen. Artiklen her beskriver de erfaringer, jeg har gjort mig med brugen af FUT som en del af undervisningen både i fysik og i astronomi i gymnasiet.

Et af de forløb jeg notorisk har haft svært ved at finde øvelser til i min fysikundervisning har altid været astrofysikken – her har mine øvelser ofte virket søgte uden mulighed for at give eleverne et reelt indblik i forskellen på eksperiment og observation som datagrundlag. Som skitseret før, så kræver gode observati-

oner både godt vejr og til dels kostbart udstyr, hvis observationerne skal blive af en fornuftig kvalitet. I Danmark halter det ofte med det gode vejr til at observerer stjerner, men også elevernes motivation for at møde ind i de sene aftentimer kan være en udfordring. Hertil kommer, at man ofte kommer til at bruge lang tid på at vente for kun at få lejlighed til at kigge i teleskopet i en kortere periode. Desuden er der de tekniske udfordringer ved at skulle optage billeder af himmelen til videre brug i undervisningen.

Af ovenstående grunde har jeg i de forgangene to skoleår arbejdet med at anvende FUT på alle mine hold, ikke bare fysikhold men også astronomihold og med stor succes. Billedmaterialet i den-

ne artikel er fra min seneste observationsrundt med FUT. Den blev afviklet i det sene forår 2023.

Forberedelsen

Forud for en observationsrunde med FUT bør gå en grundig omgang planlægning. I den forbindelse skal der lægges noget skemateknisk planlægning. Jeg havde sørget for, at klasserne havde dobbeltmodul enten lige før eller lige efter frokostpausen således, at vi havde to moduler af 70 minutter samt 30 minutters

pause – i alt ca. 3 timer til observationer. Observationstiden havde jeg booket via FUT-hjemmesiden

fut.phys.au.dk

Herefter havde eleverne forberedt sig på hvilke objekter, som man ville kunne se fra Mount Kent den pågældende dag. Dette kan være en besværlig proces, hvis man ikke er astronom, men hjemmesiden leverer et interaktivt himmelkort, som man kan tjekke et par dage i forvejen i det valgte tidsrum for at få en ide om hvilke objekter, der er interessante at kigge på.

Mine elever lavede en liste bestående af kuglehobe, galakser, planetariske tåger og stjernetaår, som de ønskede at observere. Med elevernes liste over objekter, de ønskede at observere, var vi klar til at påbegynde observationerne.

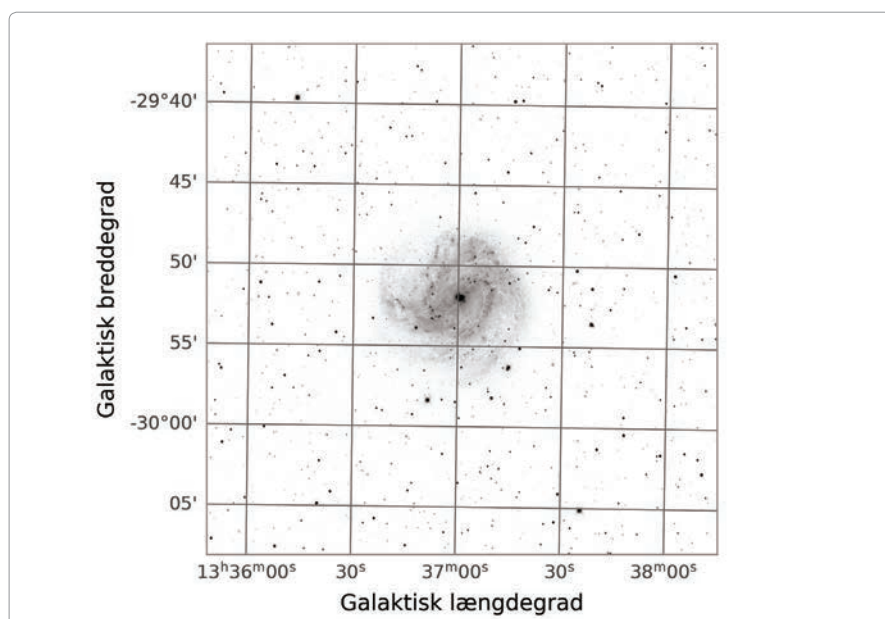
Observationerne med FUT

På dagen for observationerne logger man ind på FUT-hjemmesiden, hvorefter man vælger *observer*. Når observationstiden begynder, får man besked herom, og man får derefter kontrollen over teleskopet. Hjemmesiden er meget intuitiv og let at



Figur 2
I.g. elever fra en Mat A Fys A studieretning i gang med at observere galaksen M83 med FUT.
Foto: Thomas Møllergaard Amby.

Figur 3
Et af de optagne billeder af M83 – billedet er taget af elever fra skolens scienceklasse gennem FUTs B-filtre.
Illustration: Thomas Møllergaard Amby.



anvende. Jeg gjorde det i alle mine klasser, at jeg fandt webkameraet fra kuplen frem og tændte for lyset for at eleverne kunne se, at det virkelig var os som kunne betjene teleskopet.

Efterfølgende blev eleverne instrueret i anvendelsen af hjemmesiden til at observere med, hvorefter de i grupper blev sluppet løs på deres objekt.

På figur 2 ses en af grupperne fra en scienceklasse med matematik A og fysik A i færd med at observere galaksen M83 – Southern Pinwheel Galaxy. Gruppen fandt nemt galaksen via det interaktive himmelkort og kunne let navigere teleskopet i position til at foretage observationerne.

Det primære mål for observationerne i den viste klasse var at kunne lave flotte farvebilleder af de objekter vi foretog observationer af. FUT er udstyret med et sæt optiske filtre (BVRI). Eleverne skulle observere deres objekt gennem alle filtre mindst to gange. På den måde fik vi et godt materiale til at fremstille billeder efterfølgende.

Den største udfordring ved at observere med FUT er, at man får observationerne retur fra FUT i formatet FITS som er svært at arbejde med, hvis man ikke er astronom. Her er heldigvis en del hjælp at hente i dokumentationen på FUT-hjemmesiden.

Hvis man plotter de data, der findes i en af FITS-filerne fra M83, fx gennem det blå filter, kan man få en figur, som den der er vist på figur 3.

De galaktiske koordinater for objektet M83 på figur 3 er indlejret i filen når man får den fra FUT. Figurene 3 og 6 er lavet med *google.colab* og *astropy*-pakken. Koden til at lave denne figur kan findes sidst i artiklen. Som det fremgår af billedet, er der kun en begrænset mængde af information til rådighed i et billede som dette, det er derfor nødvendigt at objekterne observeres gennem flere forskellige farvefiltre. Disse observationer kan så efterfølgende kombineres, stackes til et farvebillede, i efterbehandlingen.



Figur 4
Det færdige farvebillede fremstillet med Siril og Photoshop på baggrund af observationer med FUT.
Foto: Thomas Møllergaard Amby.



Figur 5
Stjernetågen η Carinae observeret af science-elever ved Viborg Katedralskole med FUT.
Farvebillede: Thomas Møllergaard Amby.

Efterbehandling

Som beskrevet tidligere i denne artikel, var formålet denne gang at fremstille farvebilleder af objekter i rummet. Jeg har udført en simpel stacking af billederne, som har givet fine resultater – vi anvendte programmet *Siril* til dette. Efterfølgende har jeg i FUTs dataarkiv fundet alle de billeder, som havde med galaksen M83 at gøre og lavet et farvebillede, billedet kan ses som figur 4 herover.

At kombinere billederne er ikke helt enkelt, og der findes et hav af programmer, som kan gøre dette på forskellige måder – jeg har valgt at benytte programmet *Siril* til dette, da programmet er nemt at gå til, når man har billeder der er korrigeret for bias, flat fields og darkframes. Jeg har lavet en lille video tutorial der kan hjælpe dig godt i gang med at lave billederne.

Astronomi farvebilleder med *Siril*:

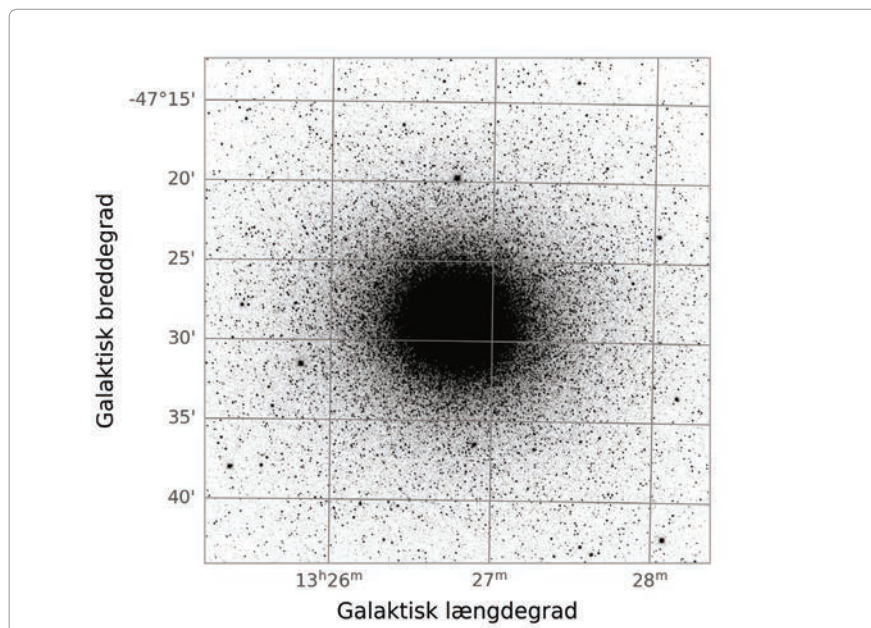
youtube.com/watch?v=swVD3so8PFg

Når man har kombineret billederne i *Siril*, kan man eksportere det færdige farvebillede til en tiff-fil som er et mere almindeligt format til billeder. Her løber man ind i det problem, at billedet vil virke helt SORT. Derfor kan man med fordel foretage den sidste del af efterbehandlingen i Photoshop. Dette har jeg også lavet en lille video tutorial til.

Astronomibilleder i photoshop:

youtube.com/watch?v=jMk9D34a1kI

Eleverne oplevede processen som enormt spændende og motiverende, og det, at de fik deres egne billeder, som de kunne arbejde videre med, gjorde det enormt givende for eleverne. Eleverne var meget engagerede i processen med at observere og med at lave farvebilleder – et andet eksempel på elevernes observationer kan ses på figur 5. Her har eleverne fra scienceklassen taget billeder af stjernetågen η Carinae med FUT.



Figur 6

Kuglehoben omega Centauri observeret gennem B-fileret med FUT.

Figur: Thomas Møllergaard Amby.

Konklusion

Konklusionen på dette er at FUT er et virkelig godt teleskop, som giver eleverne en uvurderlig indsigt i hvad det vil sige at foretage astronomiske observationer. Arbejdet med databehandlingen er tidskrævende men glæden når det lykkedes for eleverne at nå i mål med farvebillederne er stor. Med andre ord herfra kan jeg kun anbefale brugen af FUT i undervisningen. Det giver eleverne virkelig meget at få lov til at arbejde med professionelt udstyr.

Perspektiver til fremtidige arbejde med FUT observationer

Det store spørgsmål er nu, hvordan man kommer videre end blot at lave flotte farvebilleder? Her gøres der kort rede for, hvad man kunne kaste sig over med udgangspunkt i noget af det data, som eleverne har observeret med FUT.

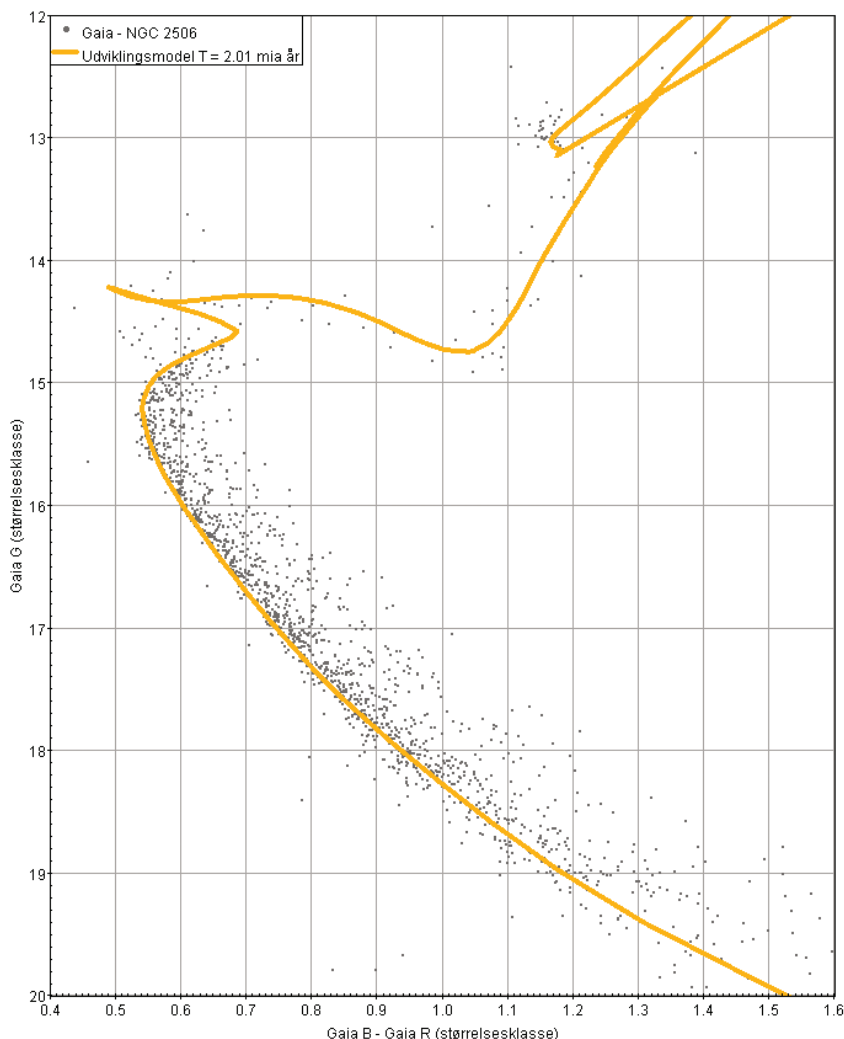
Det næste skridt i processen bliver at omsætte FUT billeder til fotometri, som vil være meningsgivende i forhold til at lave HR-diagrammer, særligt med astronomielever. Hertil kunne man med fordel observere kuglehobe som fx *47 Tuc*, *NGC 188* eller ω Centauri eller stjernehober som *NGC 2506*. Observeres ω Centauri med FUT vil den se ud som på figur 6.

Med så flotte observationer som på figur 6 i BVR-filtre burde man kunne fremstille fine HR-diagrammer fx til et emne om stjerneudvikling. Her vil eleverne få en fornemmelse af, hvordan man omsætter astronomiske observationer til data, der kan arbejdes videre med. Med observationer af denne kvalitet løber vi ind i problemer med, at mange af stjernerne på figur 6 ikke kan adskilles. Derfor vil disse flotte observationer ikke nødvendigvis give flotte HR-diagrammer med mange punkter.

Kommer vi i mål med at omsætte vores observationer til fotometriske data uden at det bliver for svært for eleverne, vil det være muligt at lære dem om udviklingsmodeller for stjerner, isochroner, som den vist på figur 7 hvor stjernehopet NGC2506 er observeret med Gaia satellitten og en INAF isochron er tilpasset, hvorved alderen for hopet er bestemt til 2,01 mia. år.

Er du blevet nysgerrig på det fjernstyrede undervisningsteleskop – hvordan det virker? og hvad det kan bruges til? – så udbyder Aarhus Universitet et oplæg om FUT i forbindelse med deres Fysik og Astronomidag den 26. januar 2024, på Aarhus Universitet.

Figur 7
HR-diagram for hopet NGC 2506 baseret på Gaia data og med indlagt udviklingsmodel.
Thomas Møllergaard Amby.



Google.Colab-kode

```
!pip install -q photutils // Skal kun køres første gang! Herefter udkommatere linjen med #
import numpy as np
import matplotlib.pyplot as plt
from astropy.visualization import astropy_mpl_style
%matplotlib inline
plt.style.use(astropy_mpl_style)

from astropy.io import fits
from astropy.utils.data import get_pkg_data_filename
from astropy.wcs import WCS
filename = get_pkg_data_filename('/content/drive/MyDrive/Fotometri/FUT_M83_B.fits')

hdu = fits.open(filename)
hdu_data = hdu[0].header
galaxy = fits.getdata(filename, ext=0)
wcs1 = WCS(hdu_data)

plt.subplot(projection=wcs1)
plt.imshow(galaxy, cmap='gray_r', vmin=10, vmax=100, origin='lower')
plt.grid(color='gray', ls='solid')
plt.xlabel('Galaktisk længdegrad')
plt.ylabel('Galaktisk breddegrad')
```