Det frie fald med GoMotion sensor

Formål

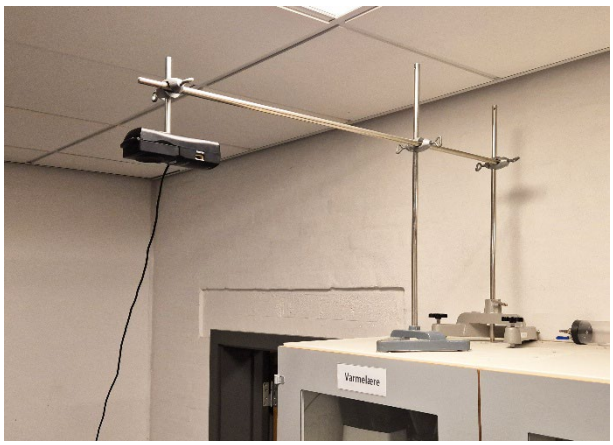
Formålet med øvelsen er at eftervise, at en bold, som slippes fra hvile i tyngdefeltet, har stedfunktionen $s(t) = \frac{1}{2} \cdot g \cdot t^2$ og hastighedsfunktionen $v = g \cdot t$. Faldet kan betragtes som rimeligt frit.

Apparatur

En GoMotion sensor fra firmaet Vernier, en computer med programmet Logger Pro, en bold og passende stativer.

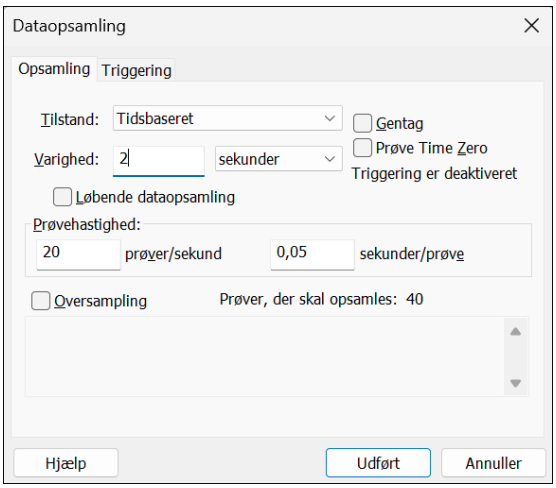
Udførelse

GoMotion-sensoren anbringes i et stativ højt oppe, som vist på billedet. Sensoren kan klappes op og indstilles til "bred måling".



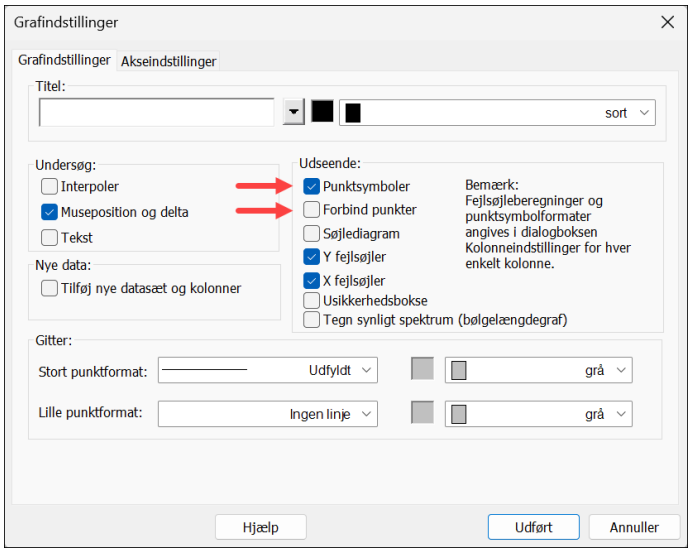
USB-kablet fra sensoren sættes i computeren og Logger Pro åbnes. Via menuen *Forsøg* > *Dataopsamling* (**Ctrl+D**) kan man indstille, hvor lang tid, der skal måles og hvor mange

målinger man ønsker pr. sekund. Det vil være passende at måle i 2 sekunder og vælge 20 målinger pr. sekund (man kan gå op til 25 målinger pr. sekund, om ønskeligt). Bemærk, at sensoren ikke kan måle tættere på end 0,15 m. For en sikkerheds skyld anbefales det, at holde bolden i ro en lille halv meter fra sensoren. En anden person starter målingerne, hvorefter personen med bolden slipper bolden uden at komme i vejen for de ultralydbølger, som sensoren udsender. Efter de 2 sekunder stopper målingerne automatisk.

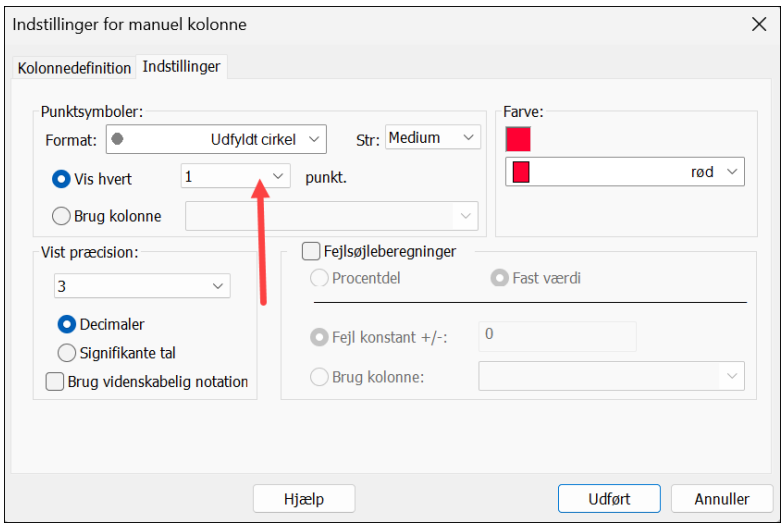


Databehandling

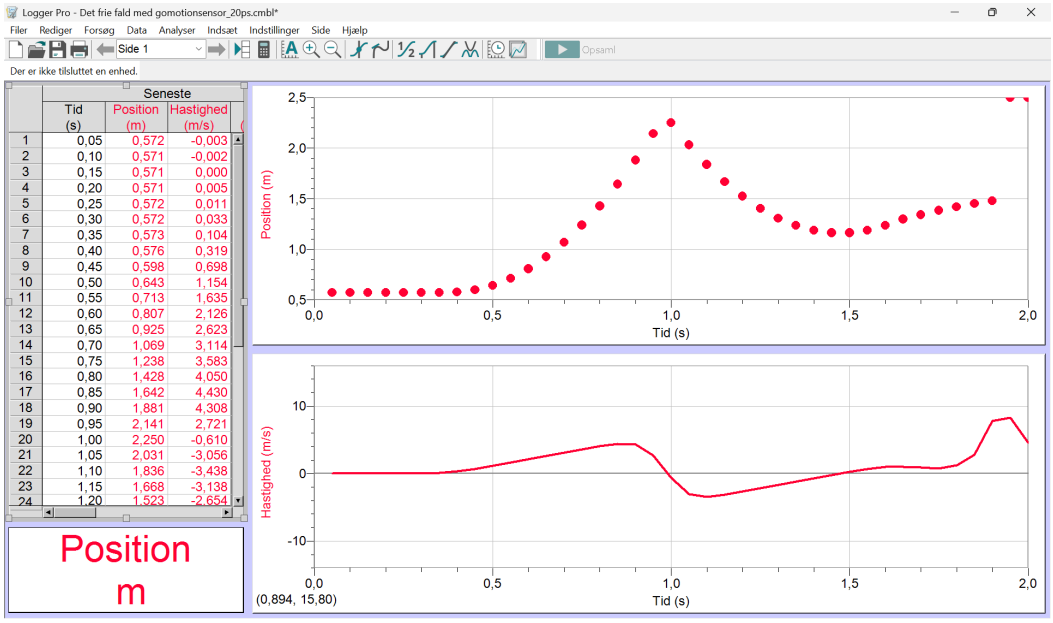
1. Husk at gemme filen et kendt sted.
2. Højreklik et sted på et tomt område på (t,s)-grafen øverst på skærmen og vælg punktet *Grafindstillinger*. Her skal feltet *Punktsymboler* markeres og markeringen i feltet *Forbind punkter* skal fjernes, som vist på figuren herunder. Dermed får vi kun vist målepunkterne.



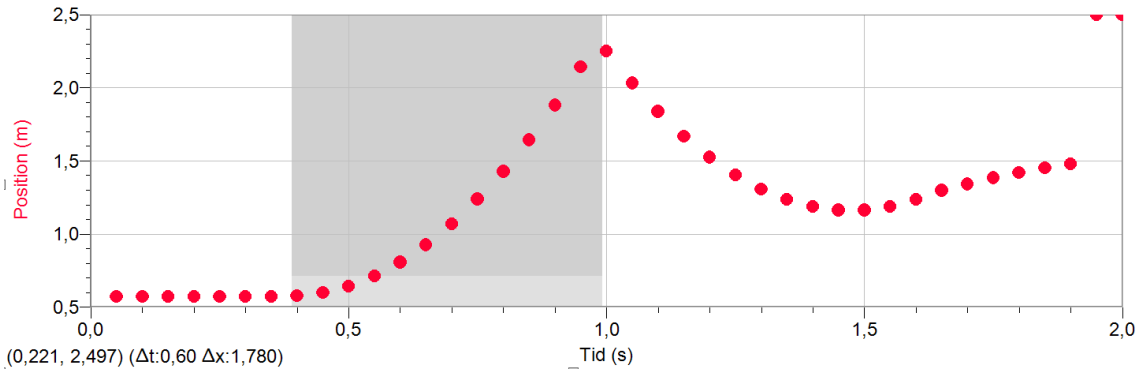
Måske er nogle af målepunkterne vist større end andre. Det kan du ændre hvis du ønsker på følgende måde: Dobbeltklik i hovedet af tabelkolonnen *Position*. Der kommer en boks frem, hvor man kan vælge fanen *Indstillinger*, hvorefter man kan ændre *Vis hvert* til 1 punkt som vist.



Nu skulle det gerne se ud nogenlunde ud som følgende:

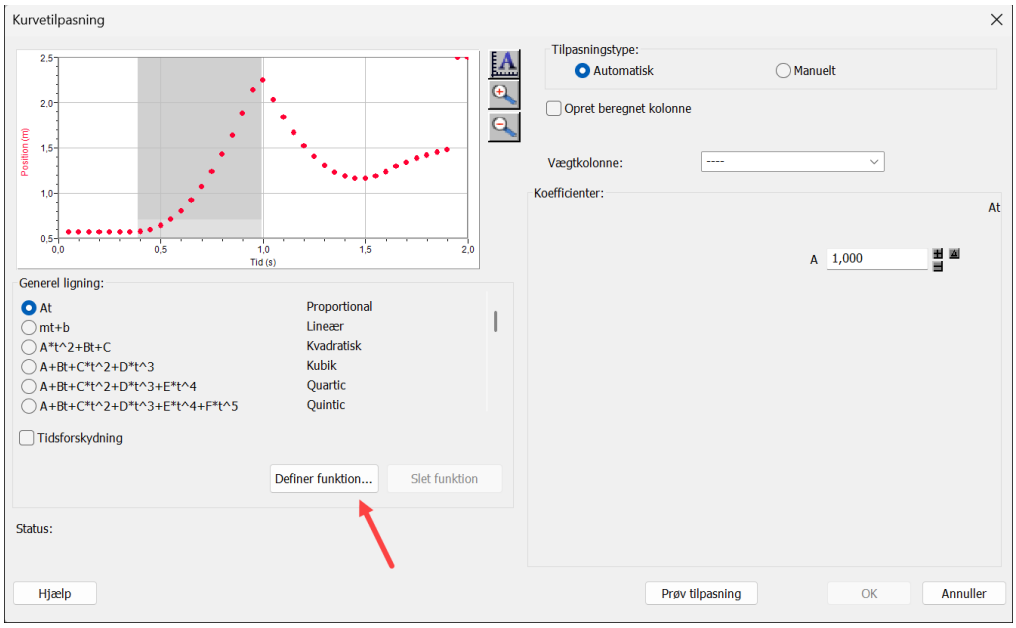


3. Vi skal foretage et fit på den relevante del af grafen, nemlig der hvor (t,s)-grafen ser ud til at vokse og indtil lige før den topper (hvilket svarer til at bolden er nede ved jorden). Træk området ud:

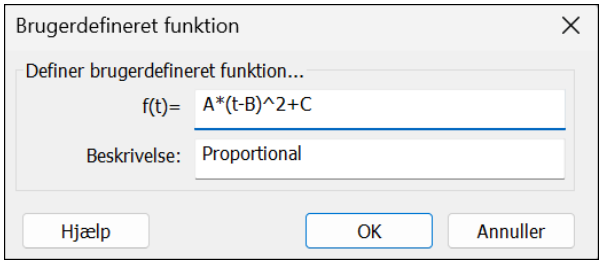


Klik derefter på ikonen *Kurvetilpasning* i værktøjslinjen.

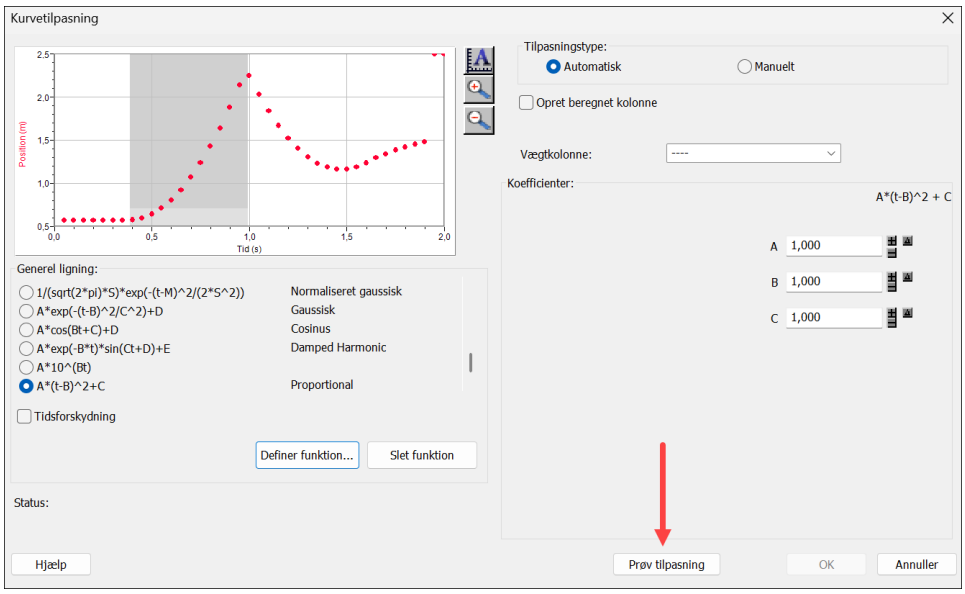
En boks dukker op, hvor man vælger *Definer funktion*:



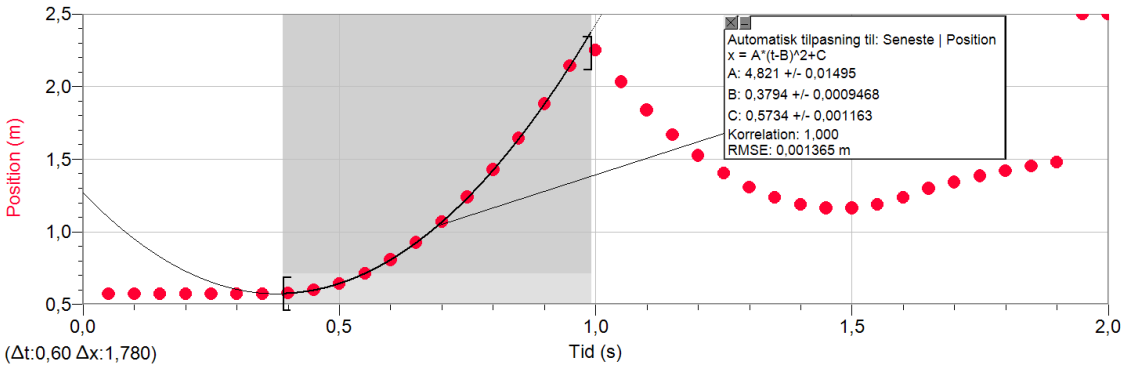
I den nye boks defineres en ny funktion $f(t) = A \cdot (t - B)^2 + C$, som er en tidsforskydning af det simplere andengradspolynomium $g(t) = A \cdot t^2 + C$, Grunden er, at vi ikke ved præcist til hvilket tidspunkt, vi slap bolden. Parameteren B tager højde for det. Navnet under "Beskrivelse" er ligegyldig.



Når man trykker OK, kommer man tilbage i den tidligere boks:



Tryk på *Prøv tilpasning* og afslut med OK. Hermed skal du gerne have opnået et fint fit, som ligner dette:



4. Argumenter for, hvorfor vi forventer en stedfunktion $s(t) = \frac{1}{2} g \cdot (t - t_0)^2 + s_0$, hvor t_0 er tidsforskydningen. Sammenlign parametrene fra fittet med de teoretiske. Stemmer det med det forventede op til usikkerheder? Hvilken rolle spiller s_0 her? NB! Det bemærkes, at *s*-aksen vender nedad!

5. Nu skal du gøre noget lignende med (*t*,*v*)-grafen. Lav et fit med $f(t) = a \cdot (t - b)$, idet du igen først markerer det relevante område.

6. Argumenter for, hvorfor vi forventer en hastighedsfunktion $v(t) = g \cdot (t - t_0)$, hvor t_0 er tidsforskydningen. Sammenlign parametrene i fittet. Stemmer det med det forventede op til usikkerheder? Får du nogenlunde den samme tidsforskydning som i tilfældet med (*t*,*s*)-grafen?