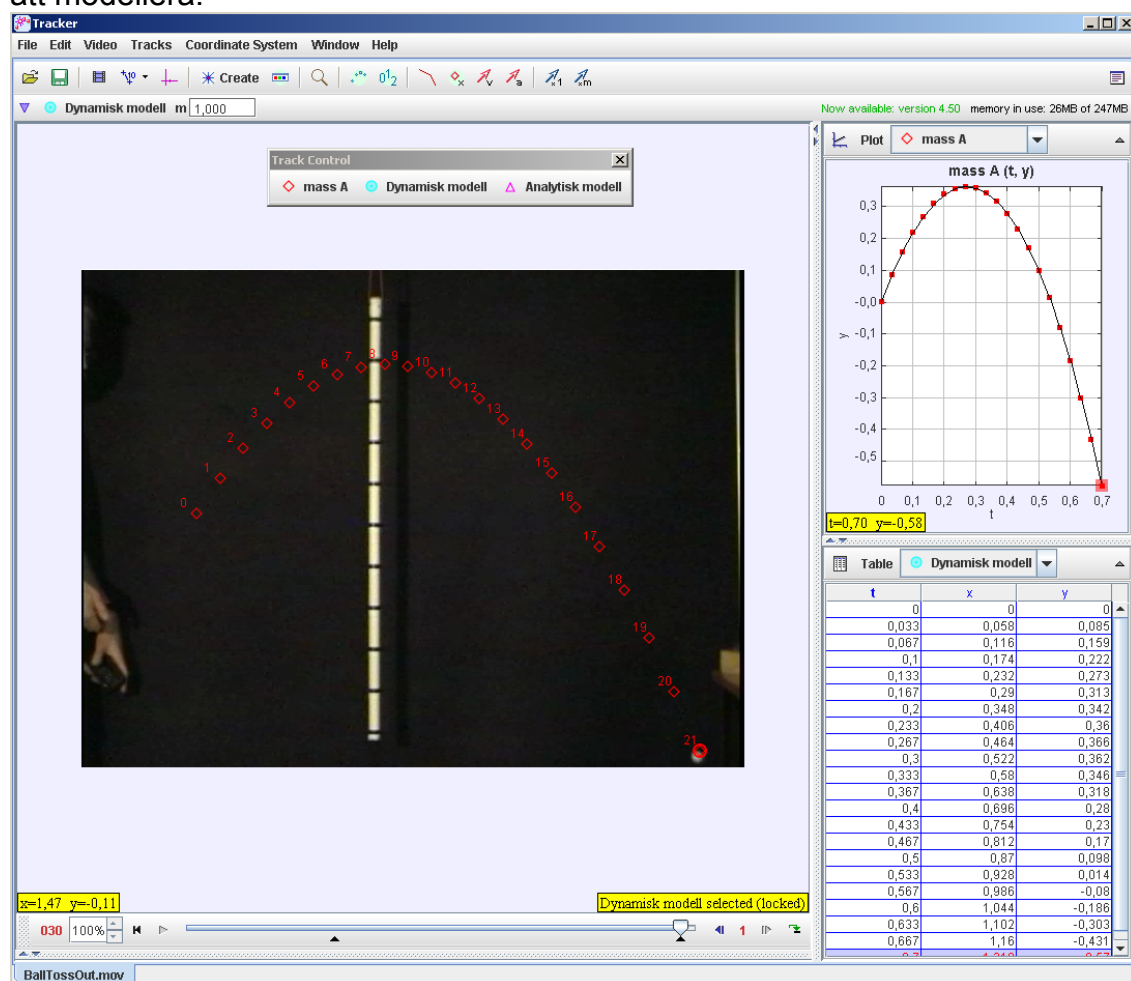


Videomodellering

I tillägg till videoanalys är det möjligt att skapa modeller i Tracker. Genom att använda en video av ett försök kan man utifrån denna skapa en modell som beskriver förloppet. Det finns två modeller som kan användas. En analytisk modell där funktionerna för positionerna används och en dynamisk där man skapar funktioner för de krafter som verkar på objekten. Den dynamiska modellen är speciellt ägnad åt försök med luftmotstånd.

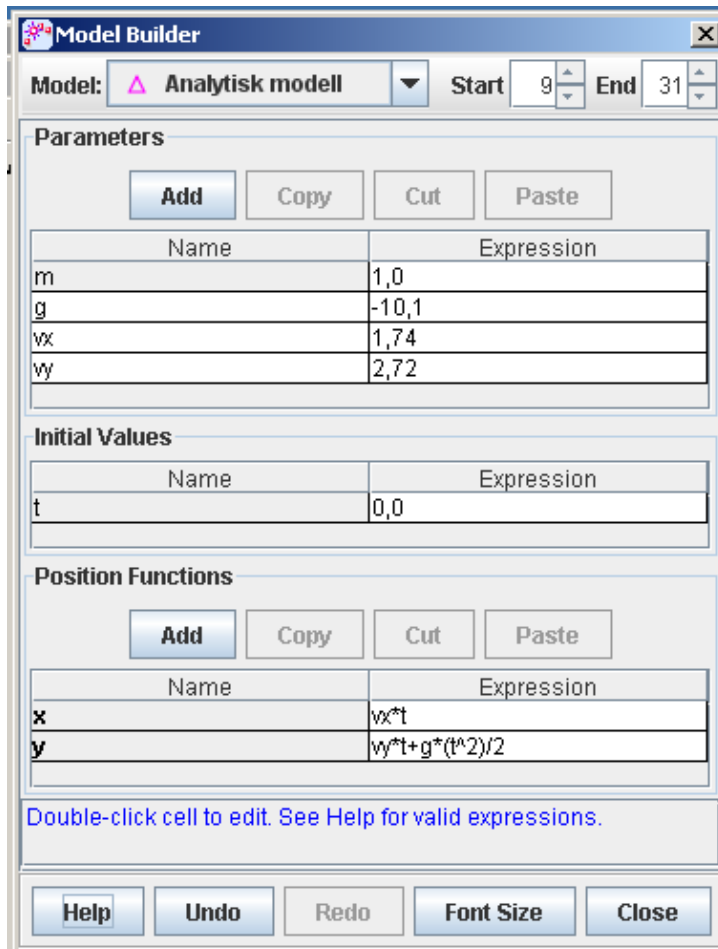
Kast med boll.

Ett vanligt försök är kast med en boll. Här känner vi till vilka funktioner som kan användas för att beskriva rörelsen och försöket fungerar som en bra introduktion till att modellera.



Figur 1. Skärmbild med markerade steg i videon. Diagram och tabell som visar positionerna som funktion av tiden.

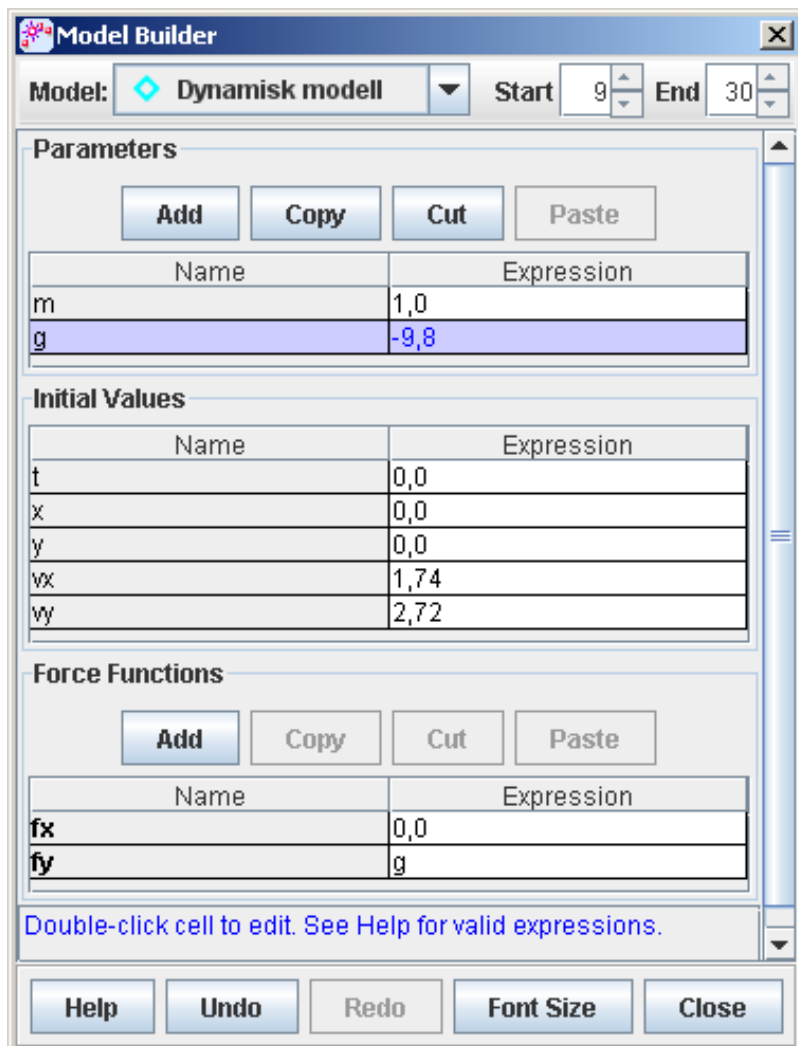
När man har en video kan man analysera den på vanligt sätt och få ett resultat, eller så sätter man upp utmaningen att skapa en modell. Det kan dock vara bra att analysera kastet först för att få startvärden till modellen. Modelleringen skapas på liknande sätt som markeringen i videon, men nu med att man skall skriva in funktioner och startvärden.



Figur 2. Skärmbild av "Model builder" som skapar modellen. I detta fall en analytisk modell där positionen räknas fram.

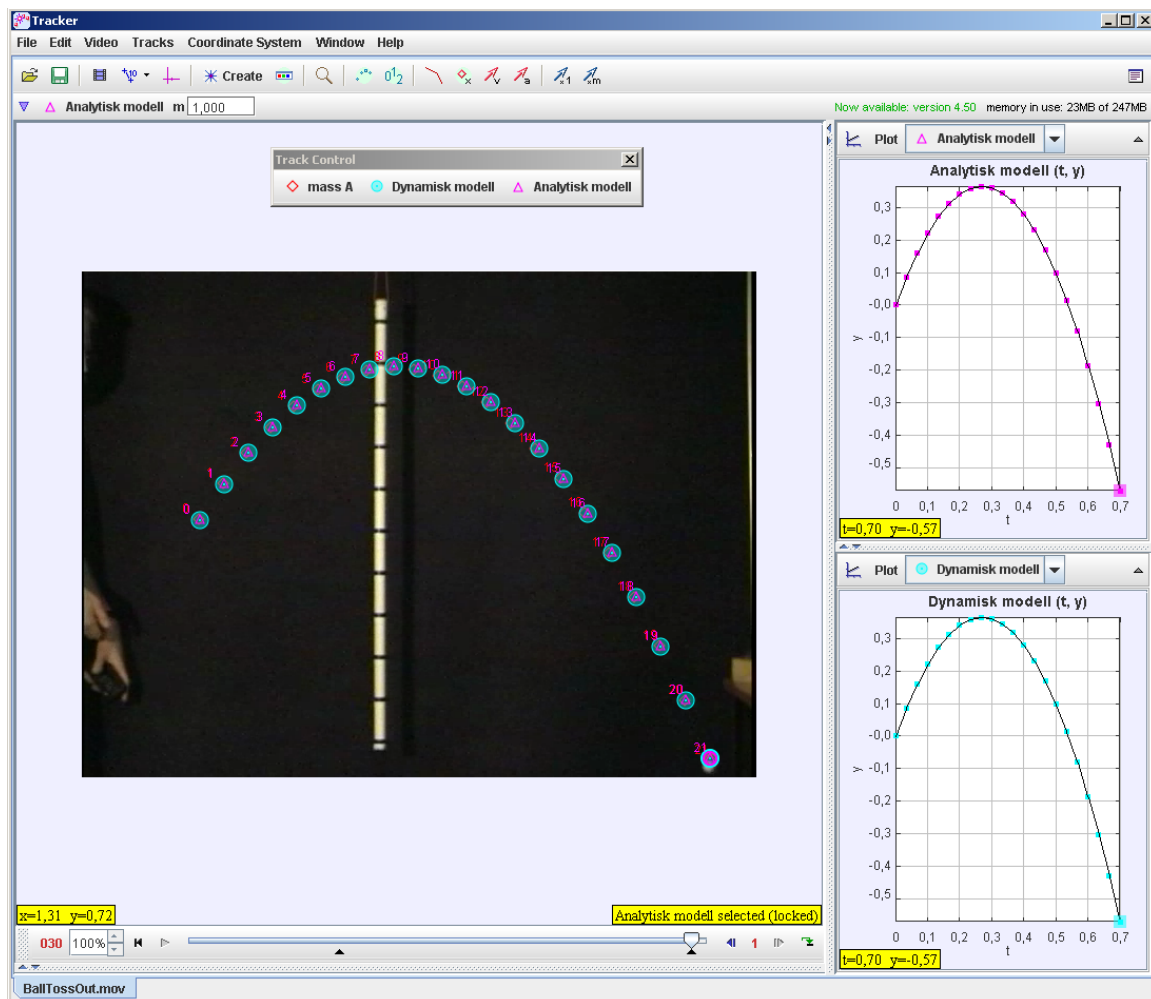
I den analytiska modellen skapar man positionsfunktioner utgående från ett antal parametrar. Här är massan default i programmet och finns alltid i parameterlistan. Övriga parametrar lägger man själv till och anger värden på. Dessa värden kan sedan ändras och förändringen blir direkt synlig i video-fönstret. Positionsfunktionerna skapas sedan med hjälp av de definierade parametrarna och tids-variabeln. Modellen som man skapat blir direkt synlig i videofönstret och man får en direkt jämförelse med experimentet.

Den dynamiska modellen arbetar med krafter som verkar på objektet, det vill säga accelerationen som gör att nästa position beräknas. Det är i denna modellen som exempelvis luftmotstånd kan inkluderas, som en extern kraft.



Figur 3. Skärmbild av "Model builder" som skapar modellen. I detta fall en dynamisk modell där kraft-funktionen används för att räkna fram positionen.

Man kan visa flera olika modeller i videofönstret vilket gör att man direkt kan jämföra hur väl olika modeller stämmer med experimentet. För ett enkelt fall som kaströrelse är det inga större problem att få till en bra modell.



Figur 4. Skärmbild där experimentet jämförs med en analytisk och en dynamisk modell, som definierade i figur 2 & 3.

Luftmotstånd.

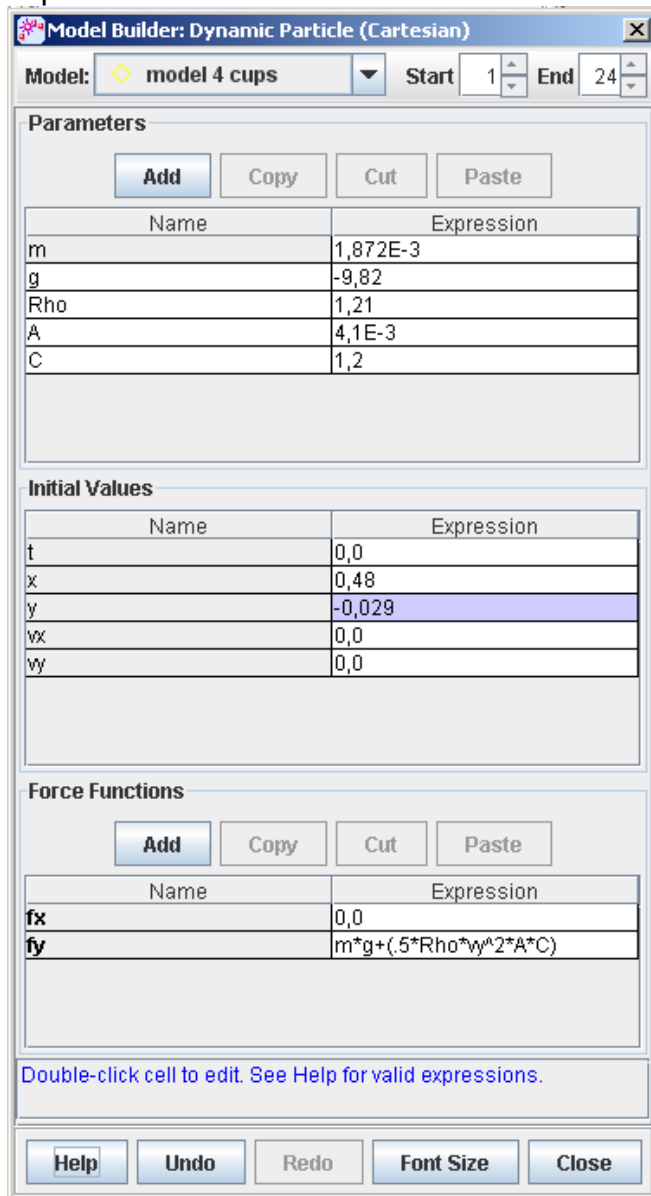
I vardagen måste vi ta hänsyn till luftmotståndet när vi gör beräkningar. Genom att bestämma sluthastigheten för exempelvis en muffinsform, kan man ta hänsyn till luftmotståndet. I detta exempel gör jag lite annorlunda, istället för att titta på sluthastigheten, tittar jag på hela rörelsen. Man släpper en muffinsform och spelar in detta på video. Det är möjligt att använda Tracker på vanligt sätt och markera positionen i varje bildruta, och på det sättet bestämma sluthastigheten. Men här skapar jag istället en dynamisk modell och modellerar rörelsen.

I detta fall modifierar jag den kraft som verkar på muffinsformen genom att lägga till luftmotståndet till tyngdkraften. Vi har här två modeller, en linjär ($F = -B \cdot v$) eller en

kvadratisk ($F = -\frac{1}{2} C \rho A \cdot v^2$), C är en formfaktor, A tvärsnittsarean och ρ luftens

densitet, B är en konstant som innehåller dessa parametrar. Det är främst parametrarna B och C som kan varieras. Observera att parametrarna inte ändras för olika massor utan är konstanta. Den variabel som är enklast att ändra i experimentet är massan för muffinsformen, vilket görs genom att använda binders eller genom att släppa flera formar som sitter ihop samtidigt.

I "Model builder" skapar jag de modeller som jag vill använda. Här skapar jag då två modeller en linjär och en kvadratisk som då kan visas i video-fönstret samtidigt med experimentet.

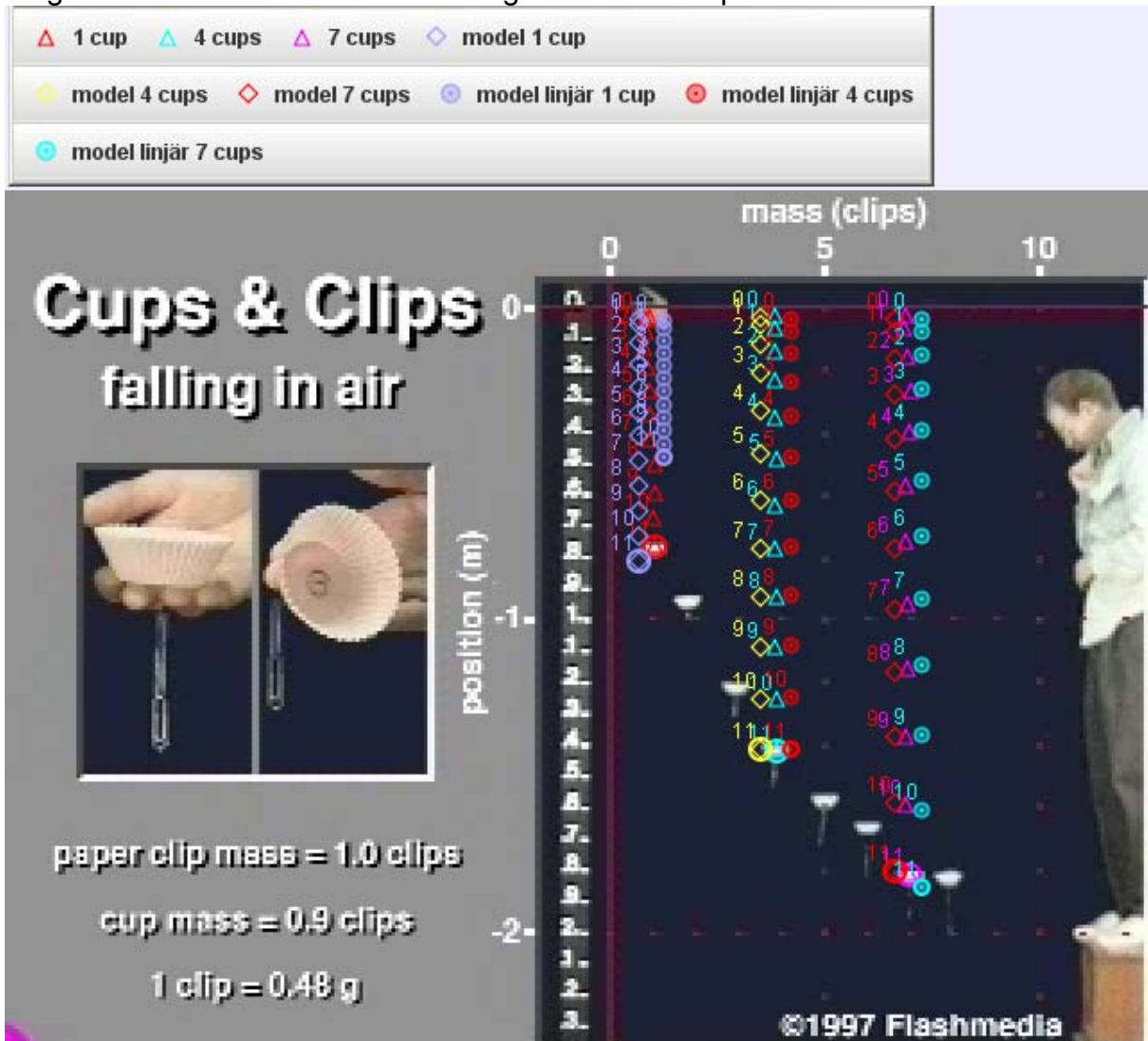


Figur 5. Skärmbild av "Model builder" där parametrarna och funktionen för den kvadratiske modellen skapas med värden på parametrarna och startvärden för position och hastighet.

Vi kan nu visa modellerna samtidigt med formen som faller och får då en direkt jämförelse hur bra modellerna fungerar. Här använder jag mig av en förinspelad video som följer med Tracker. Här släpps 8 muffinsformar samtidigt och man kan se tydligt att de lättaste påverkas mest. Jag har här valt att titta på tre formar ($m = 1, 4$ och 7) samtidigt och skapa två modeller var för dessa. En med den linjära modellen och en med den kvadratiske. Man kan då se direkt hur väl modellerna fungerar. Den linjära modellen fungerar relativt väl för de tyngre muffinsformarna, men ger helt fel resultat för den lättaste. Parameter B har samma värde i alla fallen, vilket den skall ha. Den kvadratiske modellen fungerar för samtliga massor vilket syns direkt på skärmen.

Det är viktigt att poängtera att man inte behöver titta i tabeller eller diagram utan ser hur bra modellerna direkt "i videon", något som kan underlätta för många elever då det blir mer vardagsnära.

Det är möjligt att få den linjära modellen att stämma för alla observationer, men till priset av att man måste ändra på en "konstant" parameter. Detta kan då fungera som ett sätt att diskutera den vetenskapliga metoden och där en modell måste fungera i alla fall utan att man måste gå in och ändra parametrar som är konstanta.



Figur 3. Skärmbild av med formens experimentellt bestämda position och positionen som erhålls från modellerna. Den linjära modellen markeras med en cirkel, den kvadratiske med en diamant och formens position med en triangel.

Tracker ger förutom möjligheten att analysera rörelser även möjlighet till att på ett enkelt sätt skapa modeller som direkt kan jämföras med en "verklig" situation. Fördelen med detta är att vi kommer närmare vardagen och kan till stor del undvika byten av representationsformer som kan ställa till problem för många elever. Genom att programmet är Open Source är det ingen kostnad i att använda programmet. Det finns dessutom många videos tillgängliga för analys både i USA och i Norge (NTNU)

Jonas Persson

Inst. for Fysikk NTNU, 7491 Trondheim (email: jonas.persson@ntnu.no)