

## Arbeta med verkliga data.

Tabellen nedan visar koldioxidhalten i atmosfären i ppm (parts per million) från år 1959 och fram till 2015. Data är årsmedelvärden och de är uppmätta vid den meteorologiska stationen Maua Loa på Hawaii. Bilden nedan visar observatoriets egen bild på hur halten har förändrats sedan 1959. Den röda kurvan visar årstidsförändringarna.

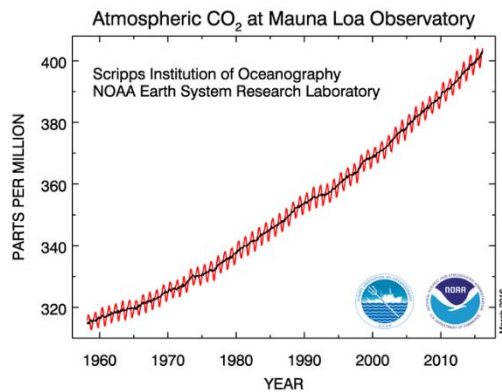


Fig 1

Data har överförs som en kommaseparerad Excelfil till räknaren via gratisprogrammet *TI Connect* och har sedan laddats ner till räknaren.

Listor för årtal och koldioxidhalt bifogas till denna aktivitet.

1959	315.97	1979	336.78	1999	368.33
1960	316.91	1980	338.68	2000	369.52
1961	317.64	1981	340.1	2001	371.13
1962	318.45	1982	341.44	2002	373.22
1963	318.99	1983	343.03	2003	375.77
1964	319.62	1984	344.58	2004	377.49
1965	320.04	1985	346.04	2005	379.8
1966	321.38	1986	347.39	2006	381.9
1967	322.16	1987	349.16	2007	383.76
1968	323.04	1988	351.56	2008	385.59
1969	324.62	1989	353.07	2009	387.37
1970	325.68	1990	354.35	2010	389.85
1971	326.32	1991	355.57	2011	391.63
1972	327.45	1992	356.38	2012	393.82
1973	329.68	1993	357.07	2013	396.48
1974	330.18	1994	358.82	2014	398.61
1975	331.08	1995	360.8	2015	400.83
1976	332.05	1996	362.59		
1977	333.78	1997	363.71		
1978	335.41	1998	366.65		

Nedan ser du det första fönstret som kommer upp i TI Connect när du ska ladda ner din Excelfil:

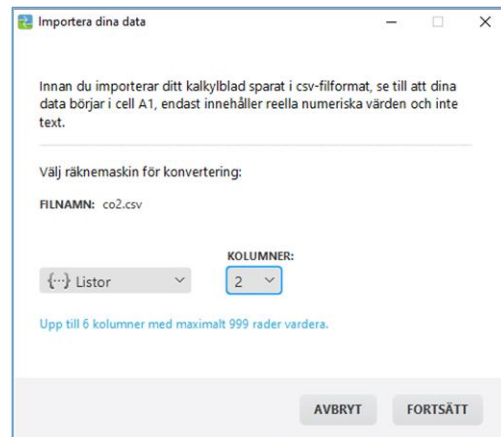


Fig. 2

Du skriver nu in vad dina listor ska heta och trycker på SKICKA.

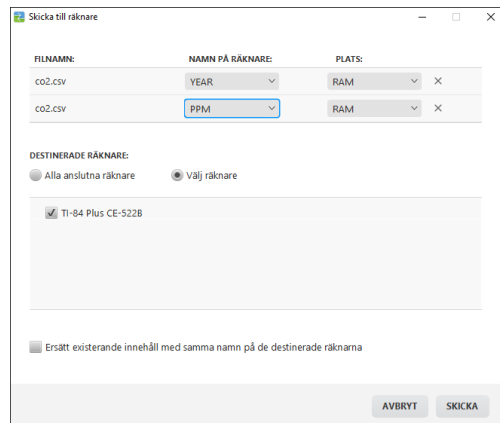


Fig. 3

Så här ser det ut i statistikeditorn när allting är klart. Tryck då på **STAT** och välj REDIGERA.

YEAR	PPM	L1	L2	L3	3
1959	315.97				
1960	316.91				
1961	317.64				
1962	318.45				
1963	318.99				
1964	319.62				
1965	320.04				
1966	321.38				
1967	322.16				
1968	323.04				
1969	324.62				

L1(1)=

Fig. 4

Man kan nu göra olika beräkningar på denna datauppsättning. Vi börjar med att rita ett linjediagram utifrån våra två listor.

Tryck först på  $\text{2nd}$  [STAT PLOT]. Då får du huvudmenyn för statistikplottning. Du ser här att man kan ha tre olika plottningar samtidigt. Välj t.ex. Diagram1. Nu kan du göra dina diagraminställningar enligt nedan. Du väljer listor för X och Y genom att trycka på  $\text{2nd}$  [LIST] och välja vilka listor du vill ha.



Fig. 5

Om du nu trycker på  $\text{GRAPH}$  så är det inte säkert att du ser något. Det har att göra med fönsterinställningen. Ett bra fönster för våra data ser här:

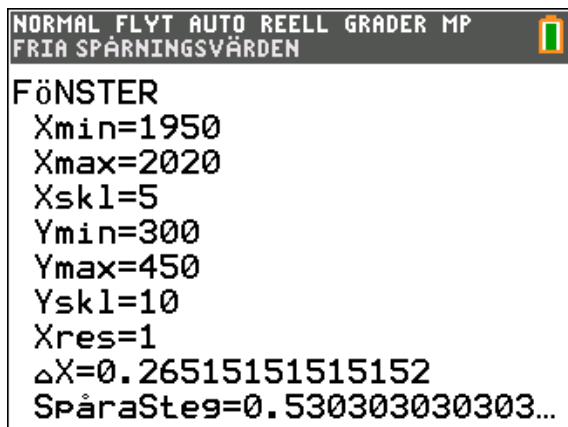


Fig. 6

Man kan också trycka på  $\text{ZOOM}$  och sedan ZoomStat. Fönstret anpassas då efter data i listorna.

Nu kan du rita ditt diagram. Vi har tryckt på  $\text{TRACE}$  och spåret i diagrammet. Vi ser värdet för år 2000 längst ner på skärmen.

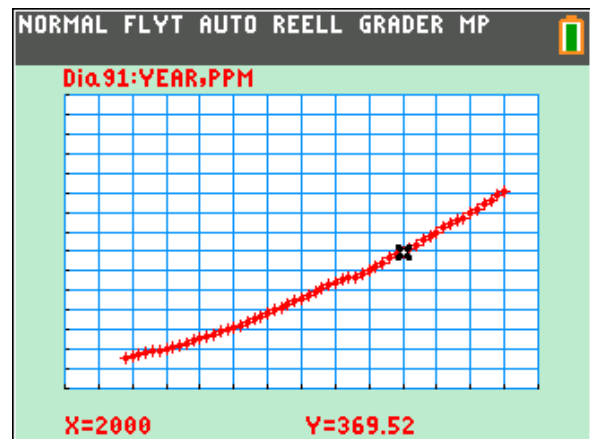


Fig. 7

Vi ser att halten av koldioxid har vuxit ungefär *linjärt* under tidsperioden. Att den årliga ökningen fluktuerar ganska mycket är omöjligt att se i diagrammet.

En beräkning av den *genomsnittliga* förändringen/år görs så här i grundfönstret:

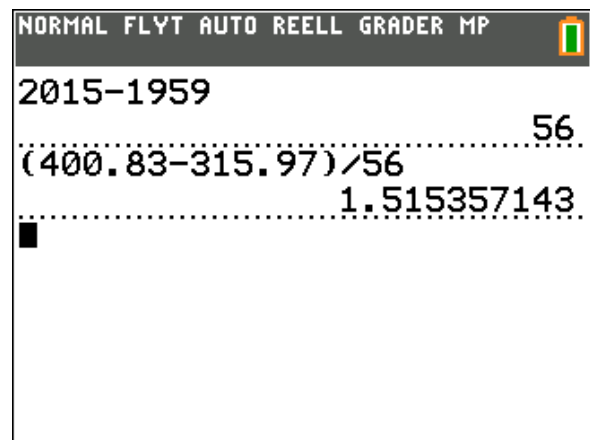


Fig. 8

Den genomsnittliga förändringen/år är ca 1,515 ppm.

Mest praktiskt när vi ska arbeta med våra data-listor är att ställa in 1959 som startår med värdet 0. Det kan vi enkelt göra i statistikeditorn så här:

Placera markören kolumnhuvudet i lista L1 och tryck på  $\text{2nd}$  [INS]. Du kan nu skapa en ny lista. Skriv in namnet på inmatningsraden. Vi kan döpa listan till YEAR0 t.ex. Denna lista ska nu bli vår nya X-lista i diagrammet.

YEAR	PPM	YEAR0	L1	L2	3
1959	315.97				
1960	316.91				
1961	317.64				
1962	318.45				
1963	318.99				
1964	319.62				
1965	320.04				
1966	321.38				
1967	322.16				
1968	323.04				
1969	324.62				

YEAR0=

Fig. 9

På inmatningsraden ska du nu skriva formeln YEAR0=YEAR-1959. Gör då så här:

Tryck på  $\text{2nd}$  [LIST]. Då kommer alla listor fram i en lång rad. Gå ner till YEAR och tryck på [ENTER]. Skriv sedan färdigt formeln och tryck på [ENTER].

YEAR	PPM	YEAR0	L1	L2	3
1959	315.97				
1960	316.91				
1961	317.64				
1962	318.45				
1963	318.99				
1964	319.62				
1965	320.04				
1966	321.38				
1967	322.16				
1968	323.04				
1969	324.62				

YEAR0= LYEAR-1959

Fig. 10

YEAR	PPM	YEAR0	L1	L2	4
1959	315.97	0			
1960	316.91	1			
1961	317.64	2			
1962	318.45	3			
1963	318.99	4			
1964	319.62	5			
1965	320.04	6			
1966	321.38	7			
1967	322.16	8			
1968	323.04	9			
1969	324.62	10			

L1(1)=

Fig. 11

Listan kommer fram. Nu ska vi istället rita diagrammet med den nya listan som X-lista. Gör precis som förut men ställ in diagrammet med YEAR0 som X-lista.

Nu får du också ändra ditt fönster så att det passar för det nya diagrammet. För att få ett bra fönster (tryck på [WINDOW]) kan du ställa in Xmin till -2 och Xmax till 60.





NORMAL FLYT AUTO REELL GRADER MP	
TRYCK [⟨JELLER[⟩] FÖR VAL AV ALTERNATIV	
Dia.91 Dia.92 Dia.93	
På Av	
Skriv:      	
Xlista	: YEAR0
Ylista	: PPM
Markör	:    
Färg	: <span style="background-color: red; color: black; padding: 2px;">Röd</span> 

Fig. 12

Har du nu gjort allting rätt får du detta diagram:

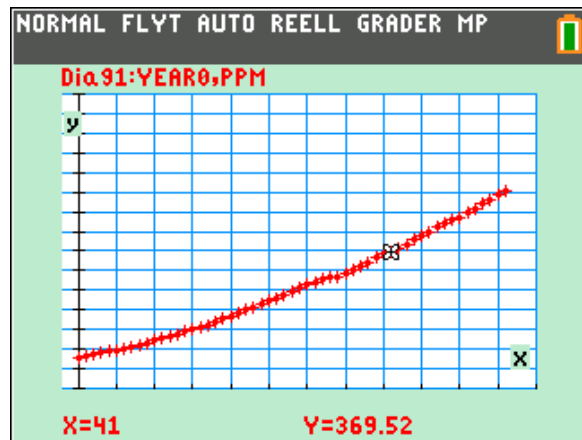


Fig. 13

Vi har spårat i diagrammet och ser att värdet för  $x=41$  (motsvarar år 2000) är 369,52.

### Linjär modell:

Vi beräknade tidigare att den genomsnittliga ökningen/år var ca 1,515 ppm. Ett uttryck för hur halten förändras kan då skrivas:

$$\text{Halt} = 315,97 + 1,515 \cdot \text{år}$$

Där är antalet år efter 1959. Ett sådant här uttryck kan vi skriva i editorn för funktioner.

Där kan vi nu skriva in funktionen:

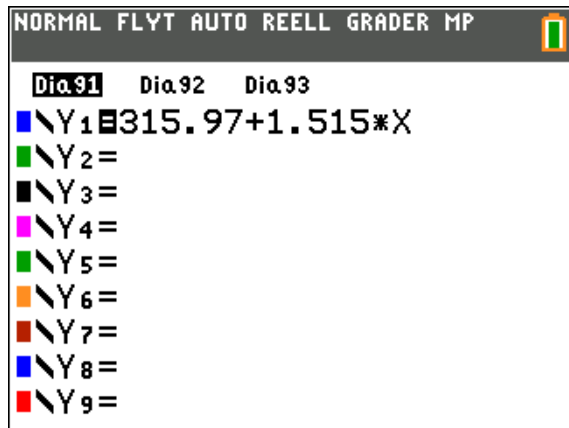


Fig. 14

Om vi ritar den så läggs den nu in i samma fönster som linjediagrammet med våra data:

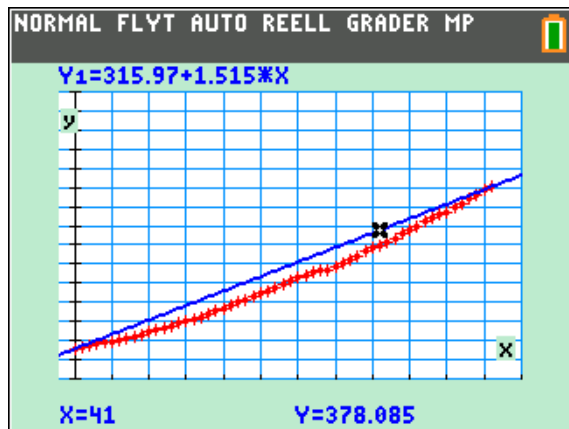


Fig. 15

Vi har spårat i den räta linjen och ser att värdet för x=41 (år 2000) är 378,084. Det verkliga värdet är 369,52. Ett fel på ca 9 ppm alltså.

**Vad kan du mer avläsa utifrån diagrammet ovan?**

**Titta på differenserna**

Vi ska nu titta på hur mycket koldioxidhalten har ändrats år från år. Det finns en funktion för detta på räknaren

Placera markören i kolumnhuvudet på Lista L1 och tryck på **[ENTER]**. På inmatningsraden trycker

du sedan på **[2nd]** **[LIST]** och väljer OPS (står för OPTION = val). Välj där alternativ 7:



Fig. 16

Tryck på **[ENTER]** och fyll ifrån vilken lista du ska beräkna differenserna. Du trycker även på **[2nd]** **[LIST]** när du ska välja lista.

YEAR	PPM	YEAR0	L1	L2	4
1959	315.97	0			
1960	316.91	1			
1961	317.64	2			
1962	318.45	3			
1963	318.99	4			
1964	319.62	5			
1965	320.04	6			
1966	321.38	7			
1967	322.16	8			
1968	323.04	9			
1969	324.62	10			

Fig. 17

Tryck nu på **[ENTER]**. Nu kommer differenslistan.

YEAR	PPM	YEAR0	L1	L2	4
1959	315.97	0	0.94		
1960	316.91	1	0.73		
1961	317.64	2	0.81		
1962	318.45	3	0.54		
1963	318.99	4	0.63		
1964	319.62	5	0.42		
1965	320.04	6	1.34		
1966	321.38	7	0.78		
1967	322.16	8	0.88		
1968	323.04	9	1.58		
1969	324.62	10	1.06		

Fig. 18

Om du tittar på listan så ser du att värdet 0,94 står på samma rad som år 0. Det är inte riktigt sant eftersom 0,94 är förändringen mellan år 0 och år 1 (316,91-315.97).

Gör nu så här:

Placera markören på första raden i kolumn L1 och tryck på  $\boxed{2nd}$   $\boxed{[INS]}$ . Då infogas en rad med värdet 0 i listan.

YEAR	PPM	YEAR0	L1	L2	4
1959	315.97	0	0	-----	
1960	316.91	1	0.94		
1961	317.64	2	0.73		
1962	318.45	3	0.81		
1963	318.99	4	0.54		
1964	319.62	5	0.63		
1965	320.04	6	0.42		
1966	321.38	7	1.34		
1967	322.16	8	0.78		
1968	323.04	9	0.88		
1969	324.62	10	1.58		

L1(1)=0

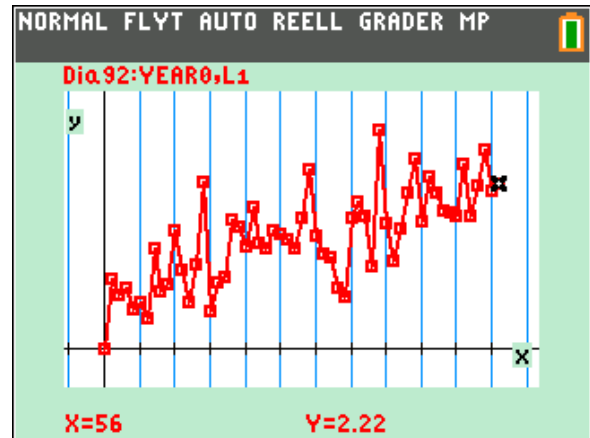
Fig. 19

Nu kan vi rita ett nytt diagram med följande inställningar:

NORMAL FLYT AUTO REELL GRADER MP	
Di0.91	Di0.92
Av	
Skriv:	    
Xlista	: YEAR0
Ylista	: L1
Markör	:  + .
Färg	: <span style="background-color: red; color: white; padding: 2px;">RÖD</span>

Fig. 20

Med bra fönsterinställningar får vi nu följande diagram.



Detta är ett intressant diagram. Vilka slutsatser kan man dra? Finns det någon trend man kan utläsa? Lägg t.ex. in en vågrät linje som visar medelvärdet på de årliga förändringarna. Det var ju den vi räknade med när vi ritade en linjär modell. Se fig. 14 och 15. Finns det någon bättre modell?

### Räkna med relativa förändringar

Vi ska nu göra beräkningar med den *relativa* förändringen. Hur stor är den relativa förändringen år för år? Ett sätt är att räkna med *förändringsfaktorn*.

Vi gör nu så att vi kopierar de data vi har i lista PPM till lista L2. Vi ställer markören i kolumnhuvudet i lista L2 och trycker på  $\boxed{2nd}$   $\boxed{[LIST]}$ . Sedan väljer vi listan PPM och trycker på  $\boxed{ENTER}$ .

PPM	YEAR0	L1	L2	L3	5
315.97	0	0	-----	-----	
316.91	1	0.94			
317.64	2	0.73			
318.45	3	0.81			
318.99	4	0.54			
319.62	5	0.63			
320.04	6	0.42			
321.38	7	1.34			
322.16	8	0.78			
323.04	9	0.88			
324.62	10	1.58			

L2= LPPM

Nu har vi två identiska listor.

PPM	YEAR0	L1	L2	L3	5
315.97	0	0	315.97	-----	
316.91	1	0.94	316.91		
317.64	2	0.73	317.64		
318.45	3	0.81	318.45		
318.99	4	0.54	318.99		
319.62	5	0.63	319.62		
320.04	6	0.42	320.04		
321.38	7	1.34	321.38		
322.16	8	0.78	322.16		
323.04	9	0.88	323.04		
324.62	10	1.58	324.62		

$L_2(1) = 315.97$

Ta sedan bort den första raden i lista L2 (använd **DEL**). Tag också bort den sista raden i lista PPM. Då har vi lika många rader i båda listorna men med en rads förskjutning mellan lika data.

PPM	YEAR0	L1	L2	L3	3
315.97	0	0	316.91	-----	
316.91	1	0.94	317.64		
317.64	2	0.73	318.45		
318.45	3	0.81	318.99		
318.99	4	0.54	319.62		
319.62	5	0.63	320.04		
320.04	6	0.42	321.38		
321.38	7	1.34	322.16		
322.16	8	0.78	323.04		
323.04	9	0.88	324.62		
324.62	10	1.58	325.68		

$YEAR0(1) = 0$

Nu dividerar vi lista L2 med lista PPM:

PPM	YEAR0	L1	L2	L3	6
315.97	0	0	316.91	-----	
316.91	1	0.94	317.64		
317.64	2	0.73	318.45		
318.45	3	0.81	318.99		
318.99	4	0.54	319.62		
319.62	5	0.63	320.04		
320.04	6	0.42	321.38		
321.38	7	1.34	322.16		
322.16	8	0.78	323.04		
323.04	9	0.88	324.62		
324.62	10	1.58	325.68		

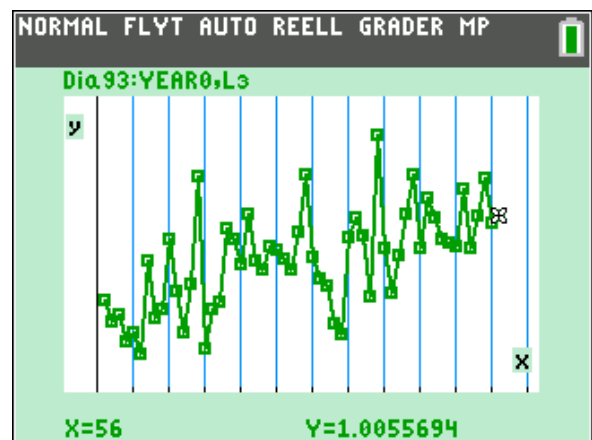
$L_3 = L_2 / L_{PPM}$

Tryck nu på **ENTER**.

PPM	YEAR0	L1	L2	L3	6
315.97	0	0	316.91	1.003	
316.91	1	0.94	317.64	1.0023	
317.64	2	0.73	318.45	1.0026	
318.45	3	0.81	318.99	1.0017	
318.99	4	0.54	319.62	1.002	
319.62	5	0.63	320.04	1.0013	
320.04	6	0.42	321.38	1.0042	
321.38	7	1.34	322.16	1.0024	
322.16	8	0.78	323.04	1.0027	
323.04	9	0.88	324.62	1.0049	
324.62	10	1.58	325.68	1.0033	

$L_3(1) = 1.0029749659778$

Nu får vi *förändringsfaktorn* beräknad. Vi ritar ett diagram hur förändringsfaktorn har förändrats:



Det är stora fluktuationer. Som vi ser så finns en klar trend. Förändringsfaktorn ligger på en klart högre nivå om vi tittar på 10-årsperioder.

Exponentiell och linjär förändring med 2015 års värden.

