

Projekt Rapport

Bashar Jamal Pati, bjpati@kth.se

Mohamad Abou Helal, mohamaah@kth.se

Uppgift

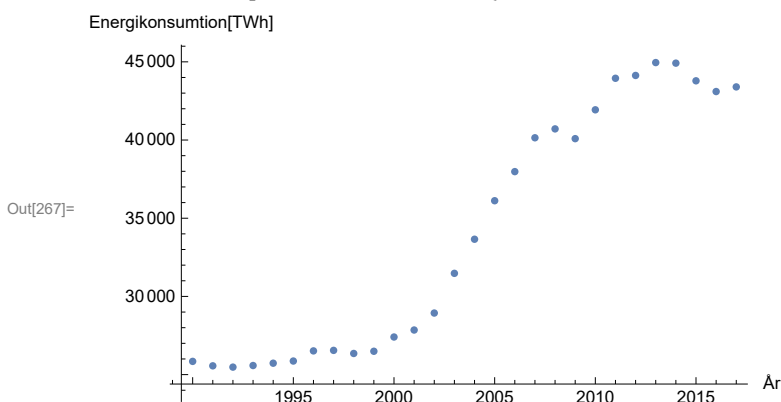
Svara på följande frågor:

1. Uppskatta världens energikonsumtion år 2050?
2. Uppskatta när olja som energikälla kan ersättas av förnybara energikällor?
3. Uppskatta om/när världens energikonsumtion är CO₂ fri?
4. Vilket förnybart energislag uppskattas vara viktigast år 2050?
5. Vad har val av modell för betydelse?
6. Är ovanstående förutsägelser rimliga? Är förutsägelserna rimliga till 2030?
7. Vilka felkällor finns?

Kol (TWh)

```
In[266]:= kol = {{1990., 25845.88485}, {1991., 25561.41954},  
  {1992., 25478.81089}, {1993., 25580.92144}, {1994., 25729.64169},  
  {1995., 25867.8533}, {1996., 26516.28457}, {1997., 26549.71899},  
  {1998., 26351.79429}, {1999., 26492.77461}, {2000., 27403.94562},  
  {2001., 27851.05371}, {2002., 28936.6423}, {2003., 31475.58334},  
  {2004., 33656.31109}, {2005., 36118.94545}, {2006., 37979.81684},  
  {2007., 40143.91171}, {2008., 40712.5427}, {2009., 40088.33994},  
  {2010., 41932.74507}, {2011., 43948.96889}, {2012., 44129.62497},  
  {2013., 44953.01385}, {2014., 44916.83781}, {2015., 43786.8458},  
  {2016., 43101.23216}, {2017., 43397.13549}};
```

```
In[267]:= p = ListPlot[kol, AxesLabel -> {"År", "Energikonsumtion[TWh]"}]
```

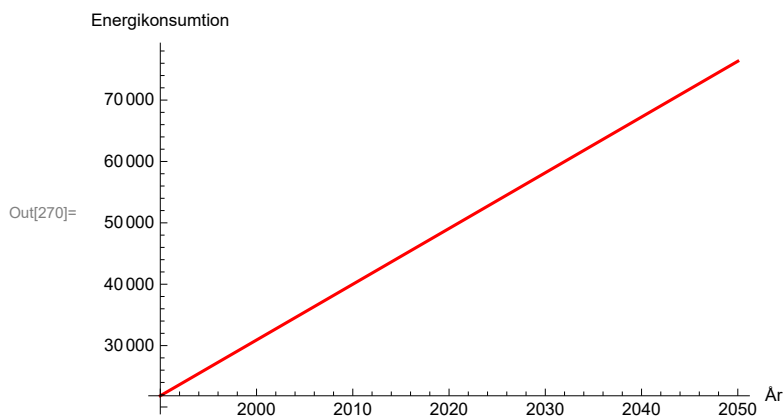


```
In[268]:= {x1, y1} = {x, y} /. FindFit[kol, {x (t - 1990) + y}, {x, y}, t]
```

```
Out[268]= {908.405, 21826.1}
```

```
In[269]:= kol1[t_] := x1 (t - 1990) + y1
```

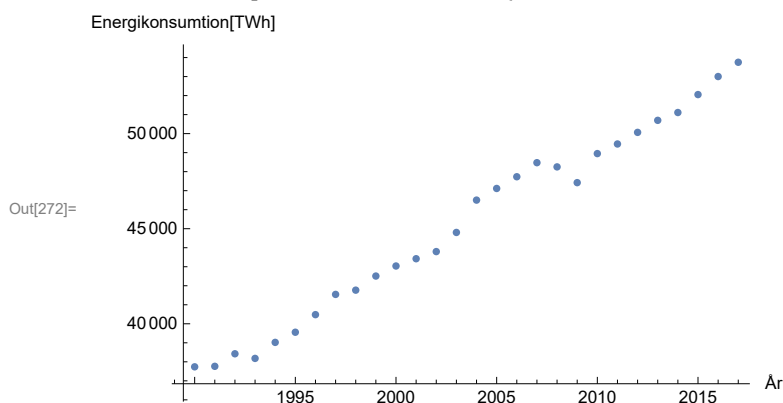
```
In[270]:= p1 = Plot[kol1[t], {t, 1990, 2050},
  PlotStyle → RGBColor[1, 0, 0], AxesLabel → {"År", "Energikonsumtion"}]
```



Olja (TWh)

```
In[271]:= olja = {{1990., 37736.94729}, {1991., 37763.14824},
  {1992., 38422.53103}, {1993., 38179.42324}, {1994., 39021.80173},
  {1995., 39555.43054}, {1996., 40480.1731}, {1997., 41544.67299},
  {1998., 41768.48384}, {1999., 42510.09274}, {2000., 43038.62001},
  {2001., 43421.10755}, {2002., 43796.55068}, {2003., 44803.21017},
  {2004., 46503.96733}, {2005., 47115.72728}, {2006., 47732.19992},
  {2007., 48471.73162}, {2008., 48250.64229}, {2009., 47422.36853},
  {2010., 48949.72046}, {2011., 49455.27172}, {2012., 50065.86499},
  {2013., 50698.38455}, {2014., 51109.97172}, {2015., 52053.27008},
  {2016., 53001.86598}, {2017., 53752.27638}};
```

```
In[272]:= q = ListPlot[olja, AxesLabel → {"År", "Energikonsumtion[TWh]"}]
```

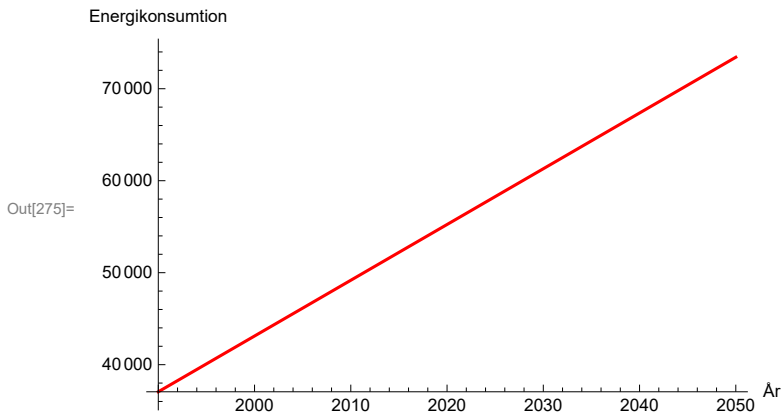


```
In[273]:= {x2, y2} = {x, y} /. FindFit[olja, {x (t - 1990) + y}, {x, y}, t]
```

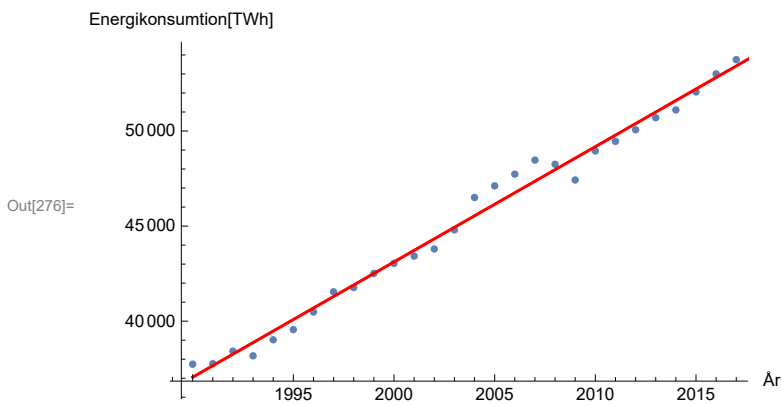
```
Out[273]= {606.174, 37053.3}
```

```
In[274]:= olja1[t_] := x2 (t - 1990) + y2
```

```
In[275]:= q1 = Plot[olja1[t], {t, 1990, 2050},
  PlotStyle -> RGBColor[1, 0, 0], AxesLabel -> {"År", "Energikonsumtion"}]
```



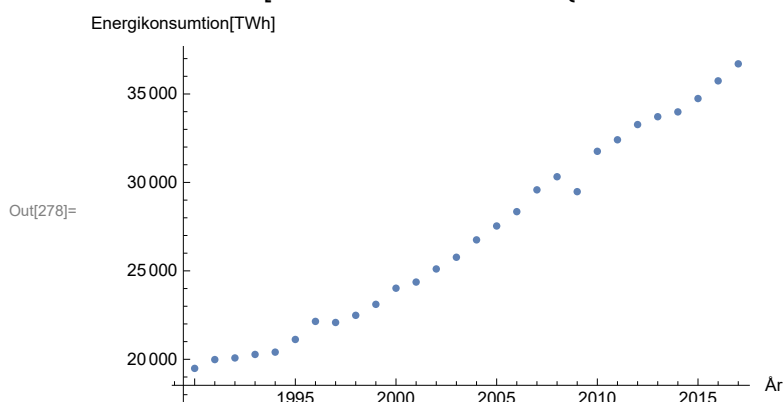
```
In[276]:= Show[q, q1]
```



Naturgas (TWh)

```
In[277]:= naturgas = {{1990., 19486.64542},
  {1991., 19984.58677}, {1992., 20076.92098}, {1993., 20275.09431},
  {1994., 20405.36342}, {1995., 21121.78818}, {1996., 22143.41796},
  {1997., 22082.05319}, {1998., 22485.93806}, {1999., 23107.57158},
  {2000., 24019.89227}, {2001., 24367.11133}, {2002., 25108.12839},
  {2003., 25769.17552}, {2004., 26752.16794}, {2005., 27537.09099},
  {2006., 28347.57835}, {2007., 29580.25097}, {2008., 30321.37836},
  {2009., 29477.9263}, {2010., 31759.12422}, {2011., 32410.44868},
  {2012., 33270.53388}, {2013., 33714.94785}, {2014., 33986.84723},
  {2015., 34741.88349}, {2016., 35741.82987}, {2017., 36703.96587}};
```

```
In[278]:= h1 = ListPlot[naturgas, AxesLabel → {"År", "Energikonsumtion[TWh]"}]
```

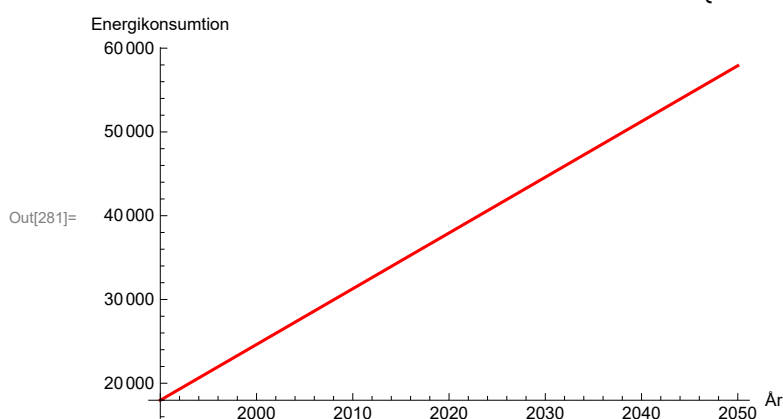


```
In[279]:= {x3, y3} = {x, y} /. FindFit[naturgas, x (t - 1990) + y, {x, y}, t]
```

Out[279]= {665.624, 17970.5}

```
In[280]:= naturgas1[t_] := x3 (t - 1990) + y3
```

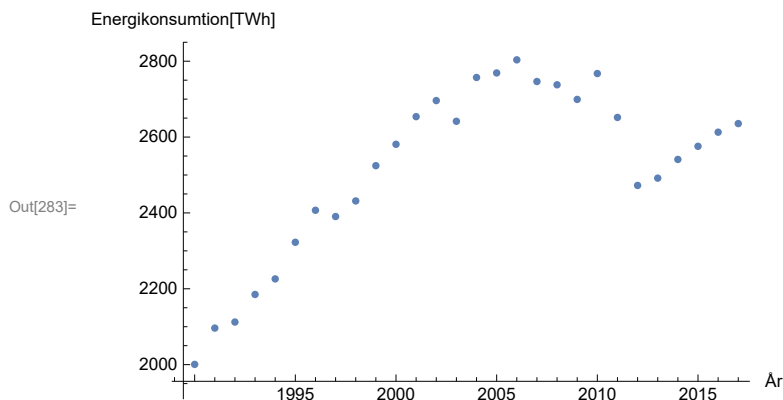
```
In[281]:= h2 = Plot[naturgas1[t], {t, 1990, 2050},  
PlotStyle → RGBColor[1, 0, 0], AxesLabel → {"År", "Energikonsumtion"}]
```



Kärnkraft (TWh)

```
In[282]:= karnkraft = {{1990., 2000.642591},  
  {1991., 2096.356868}, {1992., 2112.277946}, {1993., 2185.016841},  
  {1994., 2226.050783}, {1995., 2322.592422}, {1996., 2407.002623},  
  {1997., 2390.480054}, {1998., 2431.571247}, {1999., 2524.546817},  
  {2000., 2580.976669}, {2001., 2653.821898}, {2002., 2696.204132},  
  {2003., 2641.599256}, {2004., 2757.124087}, {2005., 2769.046942},  
  {2006., 2803.605088}, {2007., 2746.479825}, {2008., 2737.860822},  
  {2009., 2699.245242}, {2010., 2767.507814}, {2011., 2651.771616},  
  {2012., 2472.44864}, {2013., 2491.705601}, {2014., 2541.027341},  
  {2015., 2575.664304}, {2016., 2612.83283}, {2017., 2635.561104}};
```

```
In[283]:= f = ListPlot[karnkraft, AxesLabel → {"År", "Energikonsumtion[TWh]"}]
```



```
In[284]:= karnkraft0 = Take[karnkraft, -17]
```

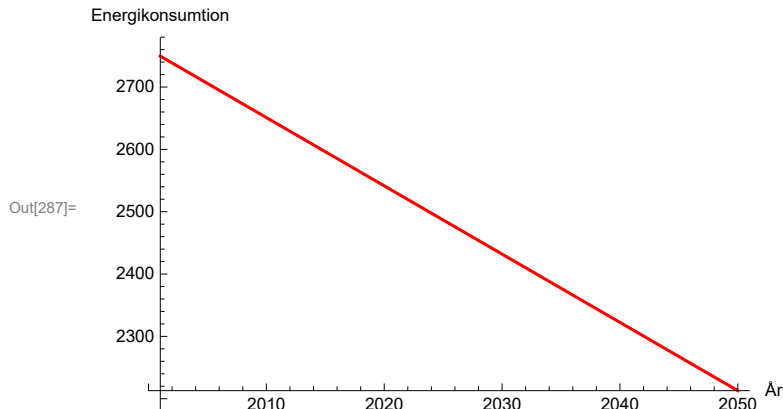
```
Out[284]= {{2001., 2653.82}, {2002., 2696.2}, {2003., 2641.6}, {2004., 2757.12}, {2005., 2769.05},
{2006., 2803.61}, {2007., 2746.48}, {2008., 2737.86}, {2009., 2699.25},
{2010., 2767.51}, {2011., 2651.77}, {2012., 2472.45}, {2013., 2491.71},
{2014., 2541.03}, {2015., 2575.66}, {2016., 2612.83}, {2017., 2635.56}}
```

```
In[285]:= {x4, y4} = {x, y} /. FindFit[karnkraft0, x (t - 1990) + y, {x, y}, t]
```

```
Out[285]= {-10.9519, 2870.06}
```

```
In[286]:= karnkraft1[t_] := x4 (t - 1990) + y4
```

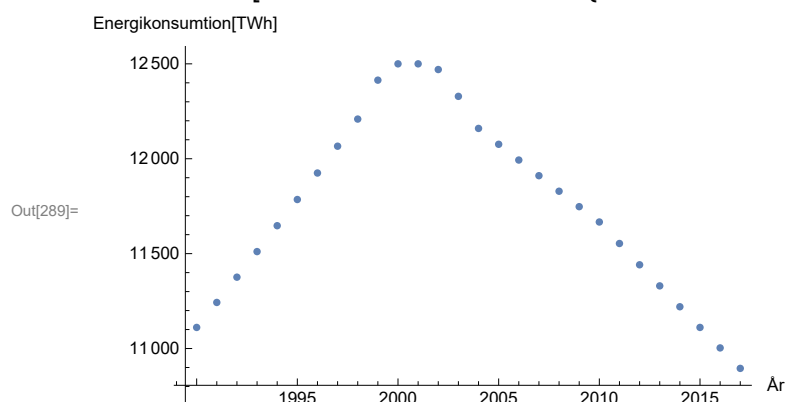
```
In[287]:= f1 = Plot[karnkraft1[t], {t, 2001, 2050},
PlotStyle → RGBColor[1, 0, 0], AxesLabel → {"År", "Energikonsumtion"}]
```



Bio-bränslen (TWh)

```
In[288]:= biobrandsle = {{1990., 1111.1111}, {1991., 1124.7549}, {1992., 11375.95839},
{1993., 11510.74008}, {1994., 11647.11865}, {1995., 11785.11302},
{1996., 11924.74234}, {1997., 12066.02598}, {1998., 12208.98355},
{1999., 12414.05573}, {2000., 12500.}, {2001., 12500.}, {2002., 12470.},
{2003., 12328.70237}, {2004., 12159.75217}, {2005., 12076.14729},
{2006., 11993.11724}, {2007., 11910.65806}, {2008., 11828.76583},
{2009., 11747.43666}, {2010., 11666.66667}, {2011., 11553.3766},
{2012., 11441.18663}, {2013., 11330.0861}, {2014., 11220.06442},
{2015., 11111.11111}, {2016., 11003.2158}, {2017., 10895.32049}};
```

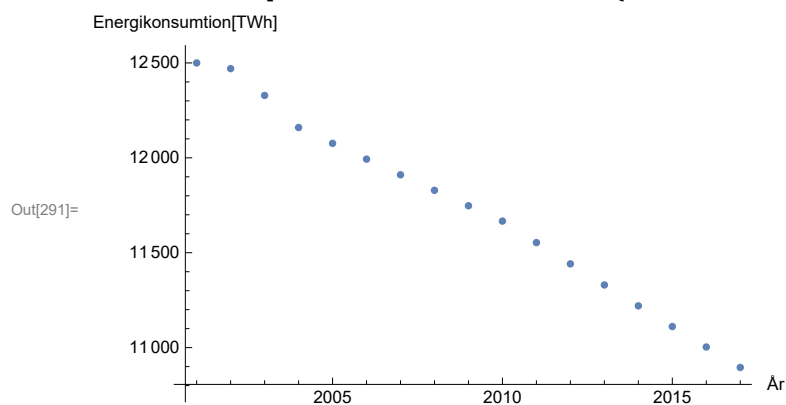
```
In[289]:= k = ListPlot[biobransle, AxesLabel → {"År", "Energikonsumtion[TWh]"}]
```



```
In[290]:= biobransle1 = Take[biobransle, -17]
```

```
Out[290]= {{2001., 12500.}, {2002., 12470.}, {2003., 12328.7},
{2004., 12159.8}, {2005., 12076.1}, {2006., 11993.1},
{2007., 11910.7}, {2008., 11828.8}, {2009., 11747.4},
{2010., 11666.7}, {2011., 11553.4}, {2012., 11441.2}, {2013., 11330.1},
{2014., 11220.1}, {2015., 11111.1}, {2016., 11003.2}, {2017., 10895.3}}
```

```
In[291]:= k1 = ListPlot[biobransle1, AxesLabel → {"År", "Energikonsumtion[TWh]"}]
```

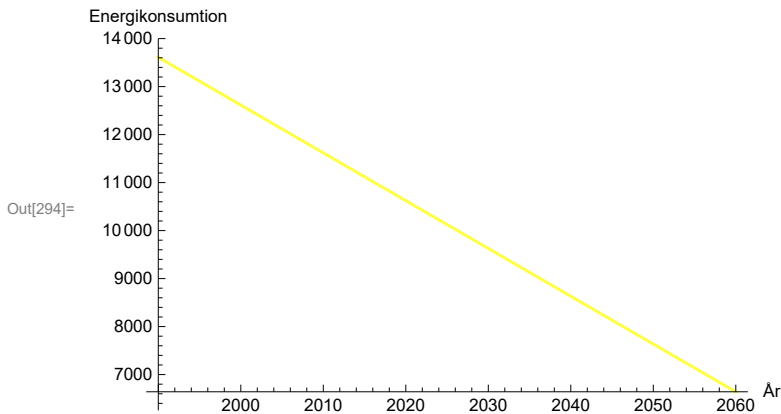


```
In[292]:= {x5, y5} = {x, y} /. FindFit[biobransle1, {x (t - 2001) + y}, {x, y}, t]
```

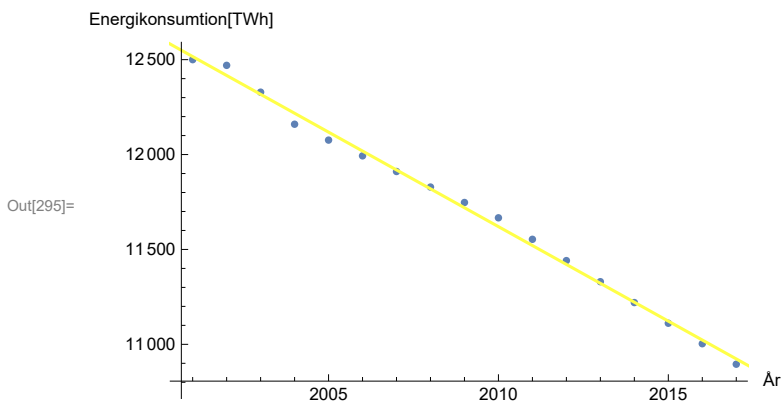
```
Out[292]= {-99.5726, 12516.3}
```

```
In[293]:= biobransle2[t_] := x5 (t - 2001) + y5
```

```
In[294]:= k2 = Plot[x5 (t - 2001) + y5, {t, 1990, 2060},
  PlotStyle -> RGBColor[1, 1, 0.282353], AxesLabel -> {"År", "Energikonsumtion"}]
```



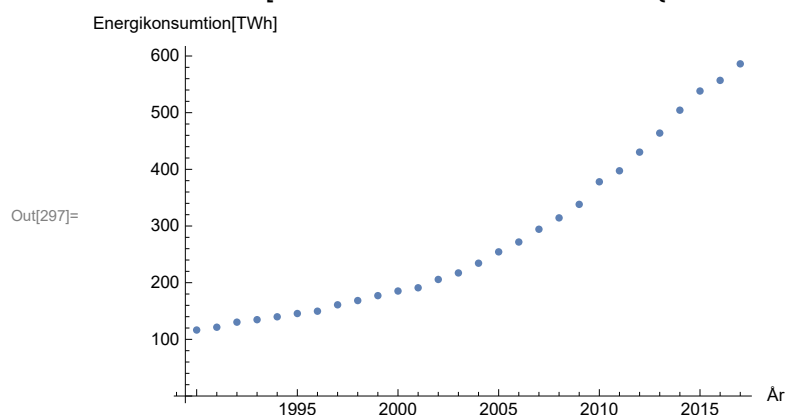
```
In[295]:= Show[k1, k2]
```



Andra Förnybara Energikällor (TWh)

```
In[296]:= andrafornybara = {{1990., 116.4628246},
  {1991., 121.4122701}, {1992., 130.3448548}, {1993., 134.7069628},
  {1994., 139.8004029}, {1995., 145.5958811}, {1996., 149.6884804},
  {1997., 160.9528063}, {1998., 168.4548712}, {1999., 177.1371664},
  {2000., 185.2722028}, {2001., 191.0179267}, {2002., 205.6996386},
  {2003., 217.2027959}, {2004., 234.3682046}, {2005., 254.3922875},
  {2006., 271.7633551}, {2007., 294.2977297}, {2008., 314.3656167},
  {2009., 338.2157334}, {2010., 378.0383427}, {2011., 397.4546676},
  {2012., 430.3624386}, {2013., 463.9825019}, {2014., 504.3899227},
  {2015., 538.2067786}, {2016., 556.9861292}, {2017., 586.1710901}};
```

```
In[297]:= m1 = ListPlot[andrafornybara, AxesLabel → {"År", "Energikonsumtion[TWh]"}]
```

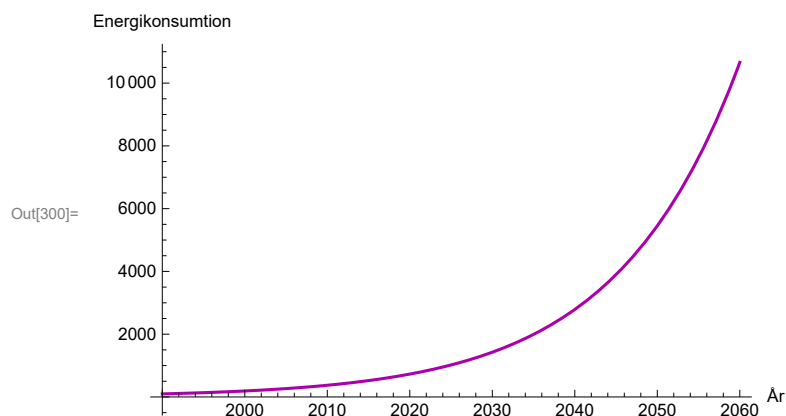


```
In[298]:= {a1, b1} = {a, b} /. FindFit[andrafornybara, {a Exp[b (t - 1990)]}, {a, b}, t]
```

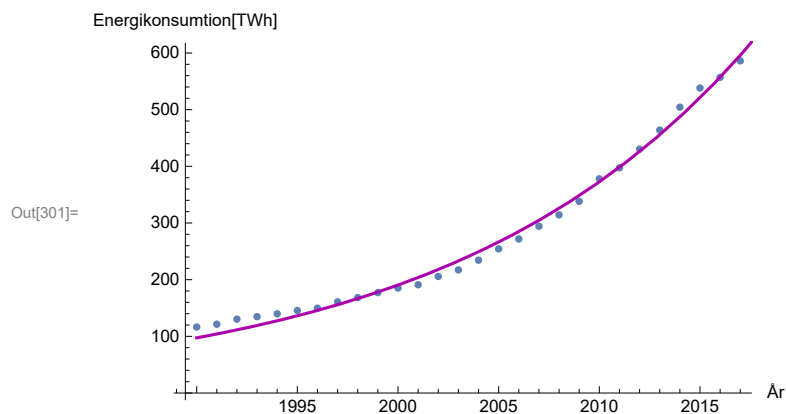
```
Out[298]= {97.3992, 0.0670767}
```

```
In[299]:= andrafornybara1[t_] := a1 Exp[b1 (t - 1990)]
```

```
In[300]:= m2 = Plot[andrafornybara1[t], {t, 1990, 2060},  
PlotStyle → RGBColor[0.67451, 0, 0.67451], AxesLabel → {"År", "Energikonsumtion"}]
```



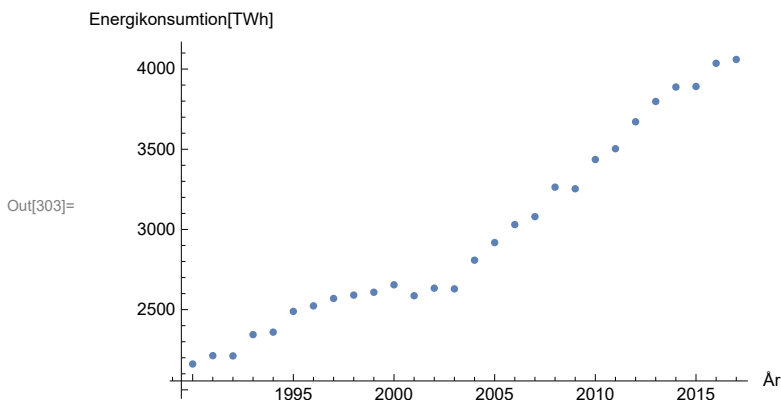
```
In[301]:= Show[m1, m2]
```



Vattenkraft (TWh)

```
In[302]:= vatten = {{1990., 2161.045291},
  {1991., 2213.110915}, {1992., 2211.503167}, {1993., 2344.266136},
  {1994., 2359.685227}, {1995., 2488.983207}, {1996., 2523.481143},
  {1997., 2569.633113}, {1998., 2590.551798}, {1999., 2608.338262},
  {2000., 2654.953445}, {2001., 2586.668594}, {2002., 2633.835653},
  {2003., 2629.430399}, {2004., 2808.226932}, {2005., 2918.064831},
  {2006., 3030.307944}, {2007., 3079.79887}, {2008., 3263.589026},
  {2009., 3253.601171}, {2010., 3435.905581}, {2011., 3503.227091},
  {2012., 3671.297583}, {2013., 3797.954118}, {2014., 3887.930335},
  {2015., 3891.408797}, {2016., 4036.073668}, {2017., 4059.868393}};
```

```
In[303]:= n1 = ListPlot[vatten, AxesLabel → {"År", "Energikonsumtion[TWh]"}]
```

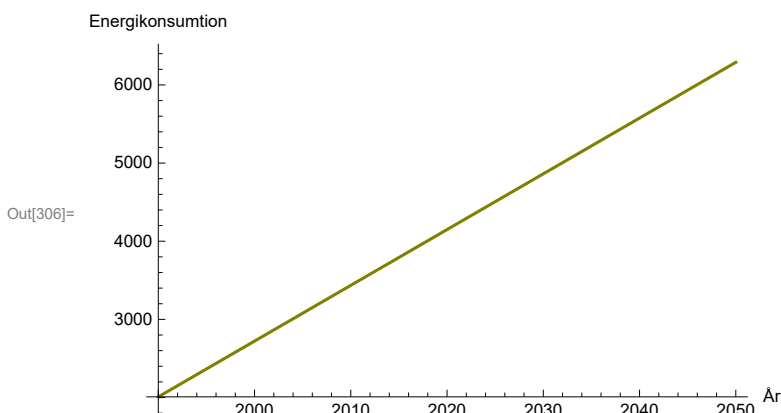


```
In[304]:= {x6, y6} = {x, y} /. FindFit[vatten, {x (t - 1990) + y}, {x, y}, t]
```

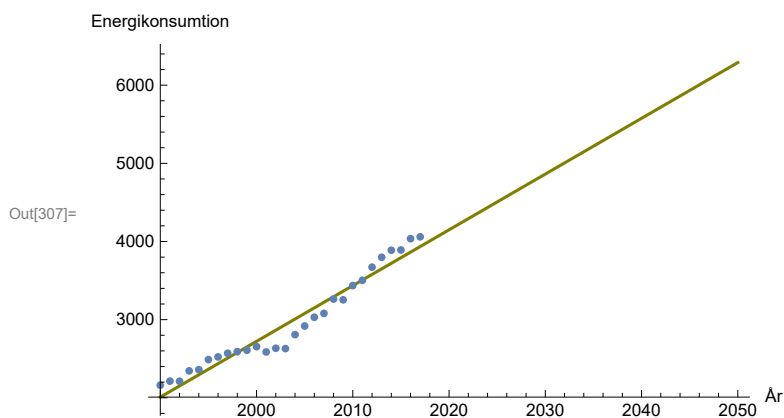
```
Out[304]= {71.3453, 2008.72}
```

```
In[305]:= vatten1[t_] := x6 (t - 1990) + y6
```

```
In[306]:= n2 = Plot[vatten1[t], {t, 1990, 2050}, PlotStyle → {RGBColor[0.501961, 0.501961, 0]},
  AxesLabel → {"År", "Energikonsumtion"}]
```



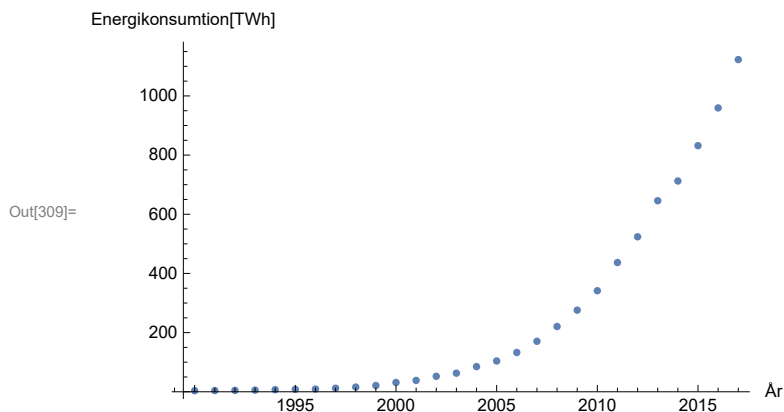
In[307]:= Show[n2, n1]



Vindkraft (TWh)

In[308]:= vind = {{1990., 3.632470516}, {1991., 4.086706675},
 {1992., 4.733212019}, {1993., 5.697568819},
 {1994., 7.122929844}, {1995., 8.261923444}, {1996., 9.204610762},
 {1997., 12.01757667}, {1998., 15.91490057}, {1999., 21.21534431},
 {2000., 31.41996387}, {2001., 38.39098735}, {2002., 52.33180737},
 {2003., 62.91691456}, {2004., 85.11605376}, {2005., 104.0868359},
 {2006., 132.8592792}, {2007., 170.6860872}, {2008., 220.5696719},
 {2009., 275.9292658}, {2010., 341.5652412}, {2011., 436.8034429},
 {2012., 523.8148612}, {2013., 645.7219776}, {2014., 712.4070431},
 {2015., 831.8262454}, {2016., 959.4687163}, {2017., 1122.74585}};

In[309]:= c1 = ListPlot[vind, AxesLabel -> {"År", "Energikonsumtion[TWh]"}]

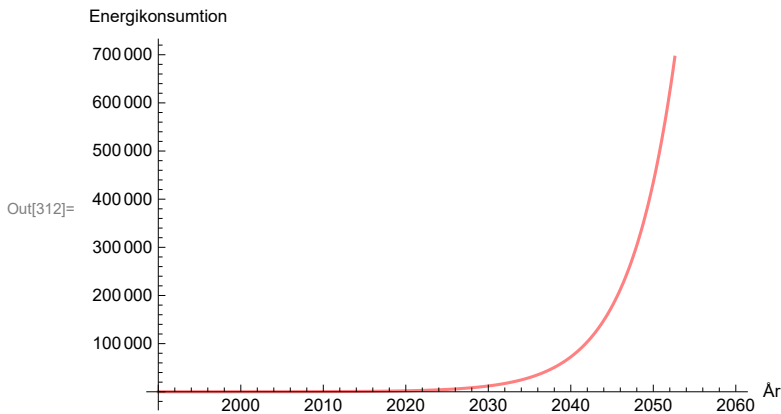


In[310]:= {a2, b2} = {a, b} /. FindFit[vind, {a Exp[b (t - 1990)]}, {a, b}, t]

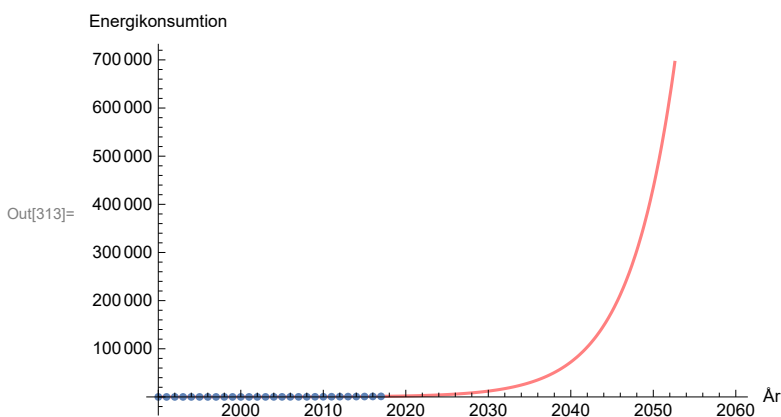
Out[310]= {9.25548, 0.179304}

In[311]:= vind1[t_] := a2 Exp[b2 (t - 1990)]

```
In[312]:= c2 = Plot[vind1[t], {t, 1990, 2060}, PlotStyle -> { RGBColor[1, 0.501961, 0.501961]},
  AxesLabel -> {"År", "Energikonsumtion"}]
```



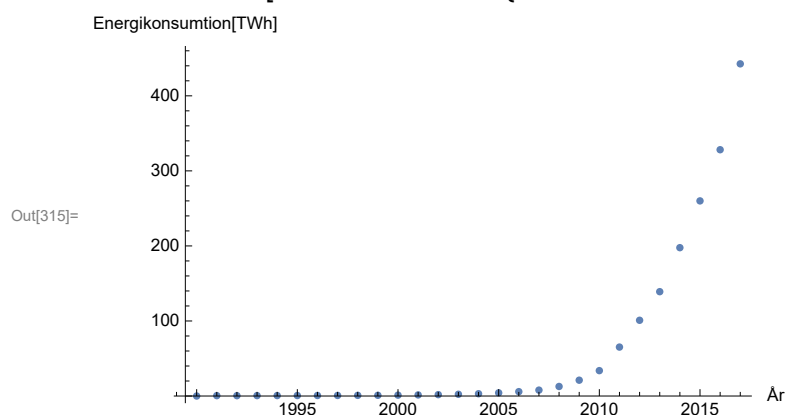
```
In[313]:= Show[c2, c1]
```



Solenergi (TWh)

```
In[314]:= sol = {{1990., 0.}, {1991., 0.505223075},
  {1992., 0.468615413}, {1993., 0.556737928}, {1994., 0.60006443},
  {1995., 0.640874386}, {1996., 0.705278679}, {1997., 0.756655499},
  {1998., 0.880289501}, {1999., 0.965823997}, {2000., 1.177935576},
  {2001., 1.463956125}, {2002., 1.831247734}, {2003., 2.3293707},
  {2004., 3.054656084}, {2005., 4.249617769}, {2006., 5.818328387},
  {2007., 7.864870878}, {2008., 12.72162081}, {2009., 21.09259048},
  {2010., 33.82948514}, {2011., 65.21188479}, {2012., 100.9252749},
  {2013., 139.0442186}, {2014., 197.6716635}, {2015., 260.0058008},
  {2016., 328.1826964}, {2017., 442.6183606}};
```

```
In[315]:= o1 = ListPlot[sol, AxesLabel → {"År", "Energikonsumtion[TWh]"}]
```

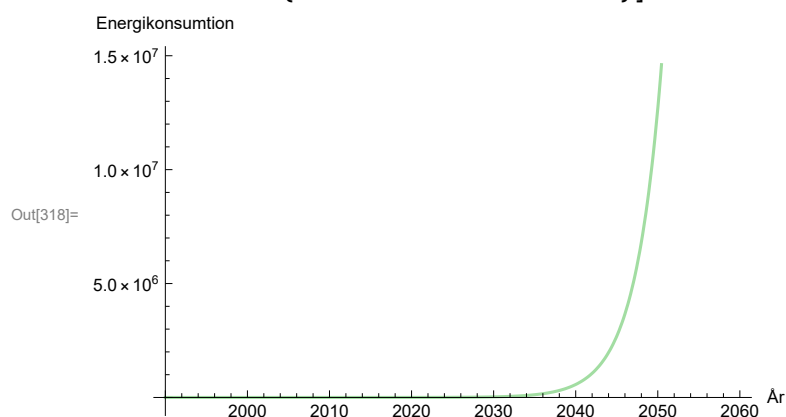


```
In[316]:= {a3, b3} = {a, b} /. FindFit[sol, {a Exp[b (t - 1990)]}, {a, b}, t]
```

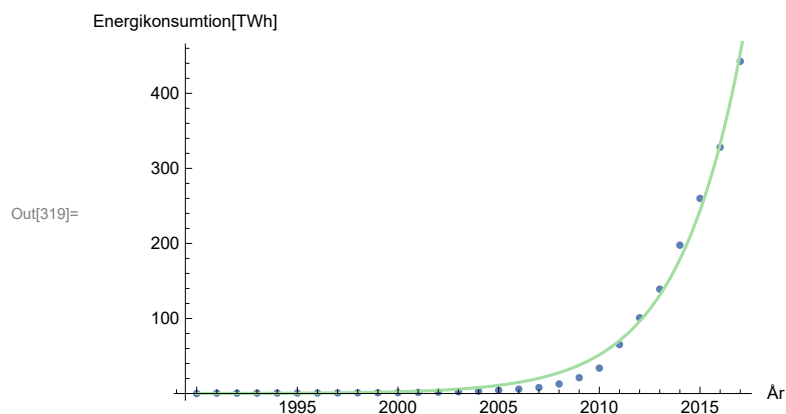
```
Out[316]= {0.104136, 0.310299}
```

```
In[317]:= sol1[t_] := a3 Exp[b3 (t - 1990)]
```

```
In[318]:= o2 = Plot[sol1[t], {t, 1990, 2060},
  PlotStyle → {RGBColor[0.635294, 0.866667, 0.635294]},
  AxesLabel → {"År", "Energikonsumtion"}]
```



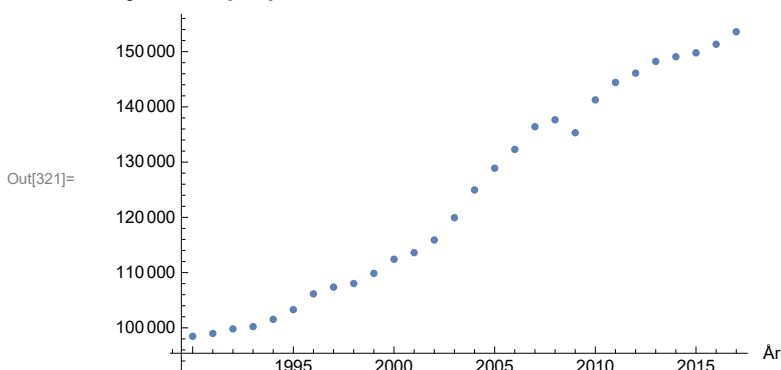
```
In[319]:= Show[o1, o2]
```



Världens total energikonsumtion (TWh)

```
In[320]:= totalt = {{1990., 98462.371847116}, {1991., 98987.38143285},
  {1992., 99813.54908523199}, {1993., 100216.423316547},
  {1994., 101537.18489717401}, {1995., 103296.25934793001},
  {1996., 106154.70010584098}, {1997., 107376.31135546902},
  {1998., 108022.57284627101}, {1999., 109856.69807370701},
  {2000., 112416.258116246}, {2001., 113610.635952175},
  {2002., 115901.223848704}, {2003., 119930.15013616001},
  {2004., 124960.08846344402}, {2005., 128897.75152416898},
  {2006., 132297.06634468702}, {2007., 136405.679742778},
  {2008., 137662.43593741}, {2009., 135324.15543267998},
  {2010., 141265.10288404}, {2011., 144422.53459229},
  {2012., 146106.05926769998}, {2013., 148234.8407671},
  {2014., 149077.14748530003}, {2015., 149790.2224058},
  {2016., 151341.68784990002}, {2017., 153595.6630277}};
```

```
In[321]:= z = ListPlot[totalt, AxesLabel → {"År", "Energikonsumtion[TWh]"}]
```

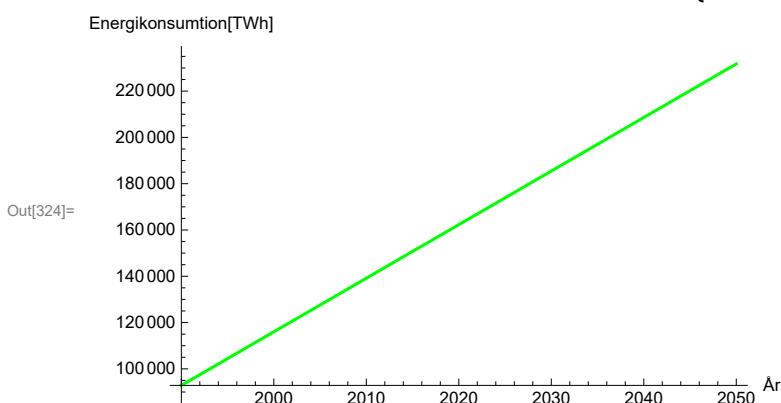


```
In[322]:= {x7, y7} = {x, y} /. FindFit[totalt, x (t - 1990) + y, {x, y}, t]
```

```
Out[322]= {2314.87, 92855.}
```

```
In[323]:= etotal[t_] := x7 (t - 1990) + y7
```

```
In[324]:= z1 = Plot[etotal[t], {t, 1990, 2050},
  PlotStyle → RGBColor[0, 1, 0], AxesLabel → {"År", "Energikonsumtion[TWh]"}]
```

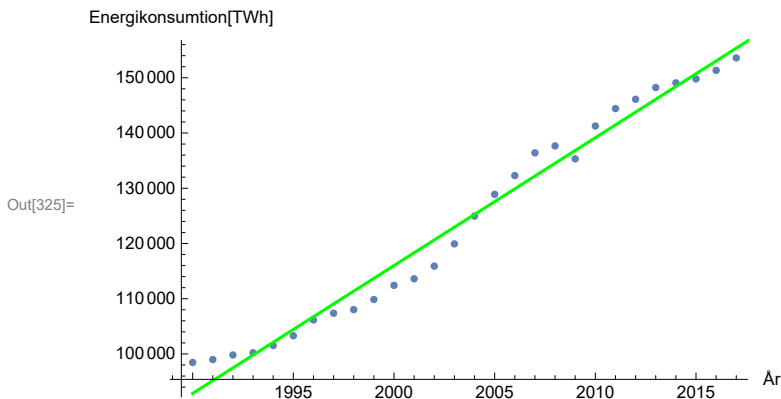


Uppgifter

Världens energikonsumtion

In[325]:= 1. Uppskatta världens energikonsumtion år 2050?

In[325]:= Show[z, z1]



In[326]:= etotal[2050]

Out[326]= 231 747.

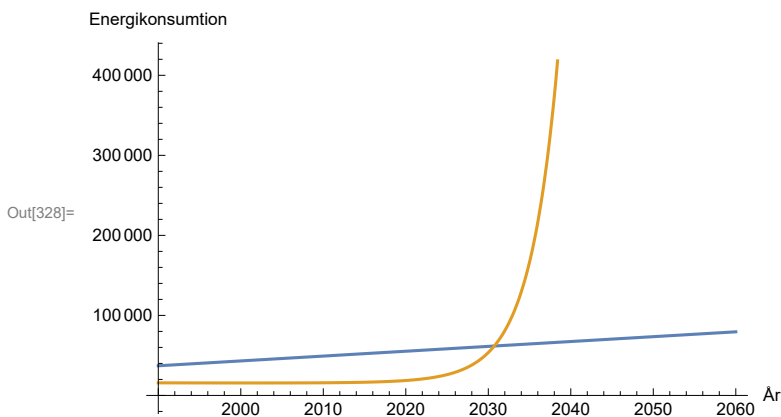
In[327]:= - År 2050 kommer att världens energikonsumtion vara ungefär 232 kTWh.

Olja som förnybara energikällor.

In[327]:= 2. Uppskatta när olja som energikälla kan ersättas av förnybara energikällor?

In[327]:= Allförnybara1[t_] := biobransle2[t] + andraförnybara1[t] + vatten1[t] + vind1[t] + sol1[t]

In[328]:= Plot[{olja1[t], Allförnybara1[t]},
{t, 1990, 2060}, AxesLabel -> {"År", "Energikonsumtion"}]



In[329]:= t /. FindRoot[Allförnybara1[t] == olja1[t], {t, 2040}]

Out[329]= 2030.72

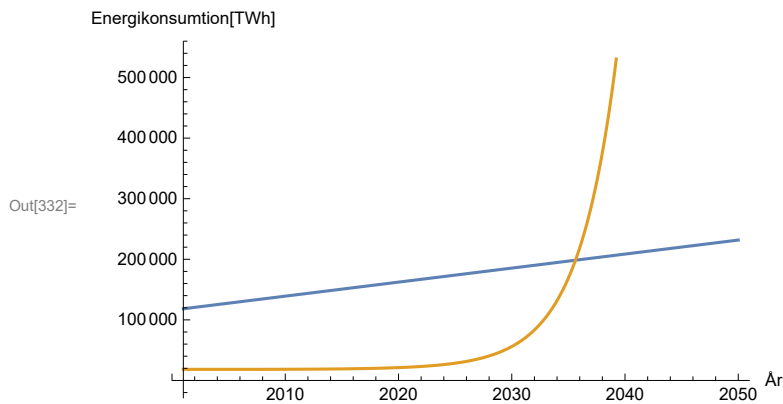
In[330]:= - Som energikälla kommer oljan ersättas av förnybara ungefär år 2031

Fri av CO₂

In[331]:= 3. Uppskatta om / när världens energikonsumtion är CO₂ fri?

In[331]:= `co2fri1[t_] := Allfornybara1[t] + karnkraft1[t]`

In[332]:= `Plot[{etotal[t], co2fri1[t]}, {t, 2001, 2050},
AxesLabel → {"År", "Energikonsumtion[TWh]}]`



In[333]:= `t /. FindRoot[co2fri1[t] == etotal[t], {t, 2025}]`

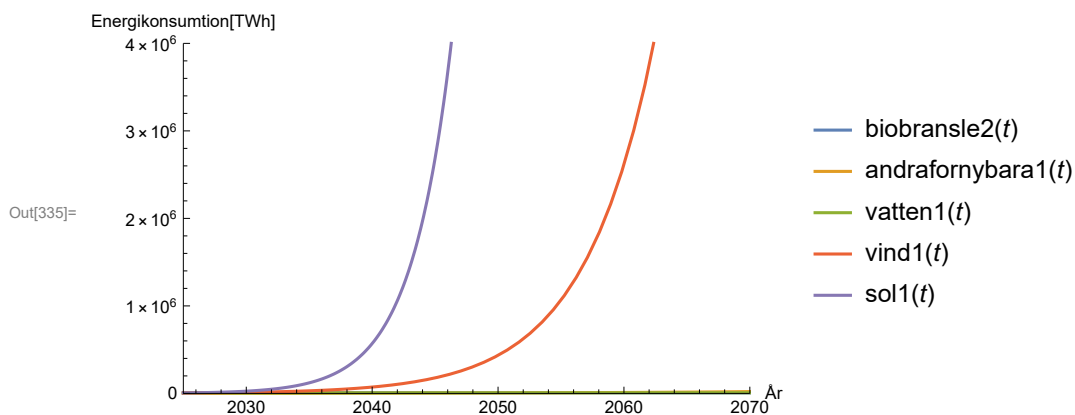
Out[333]= 2035.63

In[334]:= - Världens energikonsumtion kommer att vara fri av CO₂ år 2036.

Viktigast energislag

In[335]:= Vilket förnybart energislag uppskattas vara viktigast år 2050?

In[335]:= `Plot[{biobransle2[t], andrafornybara1[t], vatten1[t], vind1[t], sol1[t]},
{t, 2025, 2070}, PlotRange → {{2025, 2070}, {0, 4 × 106}},
AxesLabel → {"År", "Energikonsumtion[TWh]}", PlotLegends → "Expressions"]`



In[336]:= `biobransle2[2050]`

Out[336]= 7637.27

In[337]:= `andrafornybara1[2050]`

Out[337]= 5450.26

In[338]:= **vatten1[2050]**

Out[338]= 6289.44

In[339]:= **vind1[2050]**

Out[339]= 435 144.

In[340]:= **sol1[2050]**

Out[340]= 1.26844×10^7

In[341]:= - År 2050 kommer solen vara den viktigaste energikälla i världen. Detta ser vi med värdet på solens konsumtion som är 12.7MTWh.

Modellens betydelse.

In[341]:= Vad har val av modell för betydelse?

In[341]:= - För att kunna skissera en funktion i ett koordinatsystem behöver funktionen en speciell modell som till exempel linjärfunktion. För att anpassa dessutom dessa punkter med den funktionen så spelar stor roll vad har funktionen för typ(modell). Det kan således vara svårt om man ska skissera en exponentialfunktion med en linjärfunktion eftersom punkterna kommer inte stämma överens med själva linje.

Rimlighet av förutsägelser.

In[341]:= Är ovanstående förutsägelser rimliga? Är förutsägelserna rimliga till 2030?

In[341]:= Från det vi lever idag kan dessa förutsägelser vara rimliga eftersom världen håller på att förbättra när det gäller hållbarhet. Exempelvis har solceller varit mer populära under de senaste åren och det används mer, detta gör att sol energi har ökat och kan räknas som viktigast energislåg.

Felkällor

In[341]:= Vilka felkällor finns?

In[341]:= Avrundning av decimaler kan möjligtvis vara en av de felkällor som vi kan möta. Eftersom siffror som vi räknat har avrundat till ett antal decimaler så svaret kan ha mindre säkerhet och tydlighet. Dessutom vet vi inte om hur mycket av våra källor kan man lita på för det finns inga referenser som gör att källor bli äkta.