

Atmosfærens temperaturprofil

AV MAYHAI RATNU

Oppgave 1

1. Last inn datasettet vertikal temperaturdata i GeoGebra. Plott temperaturen som en funksjon av høyden (men med temperatur på x-aksen og høyde på y-aksen), slik at du får tre tydelige temperaturprofiler; en for Bjørnøya, en for Stavanger, og en for Milano. *Tips: aksene bør skaleres til $xakse : yakse = 1 : 200$.*

Du har nå tre vertikale temperaturprofiler for omtrentlig de nederste 30 km av atmosfæren. Dette omfatter troposfæren (hvorav de nederste 2 km kalles det planetære grenselaget), samt deler av stratosfæren. I troposfæren avtar temperaturen generelt sett med høyden. Likevel finnes det relativt tynne lag hvor temperaturen øker med høyden; dette kalles inversjonslag.

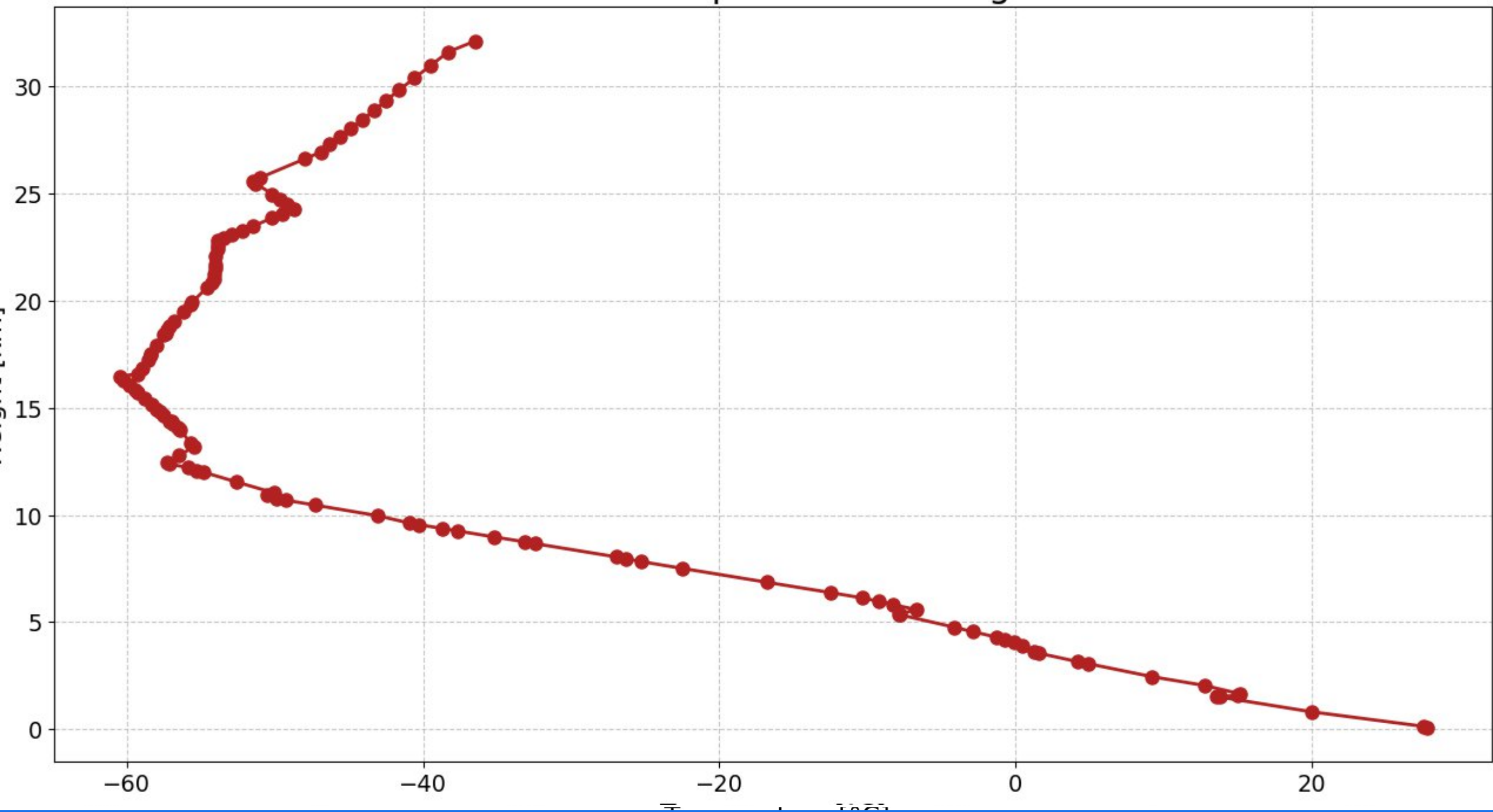
Bjørnøya		Stavanger		Milano	
Høyde [m]	Temp. [C]	Høyde [m]	Temp. [C]	Høyde [m]	Temp. [C]
20	5.6	37	12.8	103	27.8
67	4.6	71	12.5	141	27.6
90	4.6	243	11.2	823	20.0
98	4.7	615	8.2	1536	13.6
255	6.2	642	8.6	1546	13.8
289	7.0	804	7.8	1576	15.0
383	9.2	942	7.2	1656	15.2
592	9.4	1338	5.2	2048	12.8
628	9.8	1510	4.2	2464	9.2
735	11.2	2174	0.3	3069	4.9
799	11.2	2528	-1.7	3162	4.2
981	10.1	2898	-3.9	3553	1.6
1216	8.6	3078	-4.9	3638	1.3
1437	7.2	3461	-6.9	3885	0.5
1495	7.6	4305	-11.5	4050	-0.1
1782	4.4	5470	-21.3	4178	-0.7
2176	1.9	5543	-21.9	4309	-1.3
2857	-2.5	5782	-23.7	4559	-2.9
2948	-3.1	6566	-29.8	4763	-4.1
3004	-2.9	6651	-30.5	5347	-7.8
3129	-3.5	7080	-34.1	5362	-7.9
3222	-3.9	7133	-34.5	5585	-6.7
3339	-4.8	7255	-35.6	5830	-8.3
3351	-4.9	7525	-38.2	5970	-9.2
3517	-5.7	7750	-40.3	6128	-10.3
3589	-6.3	8016	-42.5	6382	-12.5
3846	-7.1	8474	-44.7	6864	-16.8
3883	-7.1	8619	-44.1	7510	-22.5
4148	-9.7	9030	-43.9	7828	-25.3
4264	-9.7	9180	-44.1	7961	-26.2

	Bjørnøya			Stavanger			Milano			
	Høyde [m]	Temp. [C]	Høyde [km]	Høyde [m]	Temp. [C]	Høyde [km]	Høyde [m]	Temp. [C]	Høyde [km]	
	20	5.6	0.02	37	12.8	0.037	103	27.8	0.103	
	67	4.6	0.067	71	12.5	0.071	141	27.6	0.141	
	90	4.6	0.09	243	11.2	0.243	823	20	0.823	
	98	4.7	0.098	615	8.2	0.615	1536	13.6	1.536	
	255	6.2	0.255	642	8.6	0.642	1546	13.8	1.546	
	289	7	0.289	804	7.8	0.804	1576	15	1.576	
	383	9.2	0.383	942	7.2	0.942	1656	15.2	1.656	
	592	9.4	0.592	1338	5.2	1.338	2048	12.8	2.048	
	628	9.8	0.628	1510	4.2	1.51	2464	9.2	2.464	
	735	11.2	0.735	2174	0.3	2.174	3069	4.9	3.069	
	799	11.2	0.799	2528	-1.7	2.528	3162	4.2	3.162	
	981	10.1	0.981	2898	-3.9	2.898	3553	1.6	3.553	
	1216	8.6	1.216	3078	-4.9	3.078	3638	1.3	3.638	
	1437	7.2	1.437	3461	-6.9	3.461	3885	0.5	3.885	
	1495	7.6	1.495	4305	-11.5	4.305	4050	-0.1	4.05	
	1782	4.4	1.782	5470	-21.3	5.47	4178	-0.7	4.178	
	2176	1.9	2.176	5543	-21.9	5.543	4309	-1.3	4.309	
	2857	-2.5	2.857	5782	-23.7	5.782	4559	-2.9	4.559	
	2948	-3.1	2.948	6566	-29.8	6.566	4763	-4.1	4.763	
	3004	-2.9	3.004	6651	-30.5	6.651	5347	-7.8	5.347	
	3129	-3.5	3.129	7080	-34.1	7.08	5362	-7.9	5.362	
	3222	-3.9	3.222	7133	-34.5	7.133	5585	-6.7	5.585	
	3339	-4.8	3.339	7255	-35.6	7.255	5830	-8.3	5.83	
	3351	-4.9	3.351	7525	-38.2	7.525	5970	-9.2	5.97	
	3517	-5.7	3.517	7750	-40.3	7.75	6128	-10.3	6.128	
	3589	-6.3	3.589	8016	-42.5	8.016	6382	-12.5	6.382	
	3846	-7.1	3.846	8474	-44.7	8.474	6864	-16.8	6.864	
	3883	-7.1	3.883	8619	-44.1	8.619	7510	-22.5	7.51	
	4148	-9.7	4.148	9030	-43.9	9.03	7828	-25.3	7.828	
	4264	-9.7	4.264	9189	-44.1	9.189	7961	-26.3	7.961	
	4607	-11.7	4.607	9258	-44	9.258	8039	-26.9	8.039	
	4688	-12.2	4.688	10074	-42.9	10.074	8659	-32.4	8.659	

```
1 import numpy as np
2 import pandas as pd
3 import matplotlib.pyplot as plt
4
5 data = pd.read_excel('Vertikal_temperatur (2).xlsx')
6
7 data.drop(columns=['Bjørnøya Høyde [m]', 'Stavanger Høyde [m]', 'Milano Høyde [m]'], inplace=True)
8
9 Bjørnøya_Temp = data['Bjørnøya Temp. [C]']
10 Bjørnøya_Høyde = data['Bjørnøya Høyde [km]']
11
12 Stavanger_Temp = data['Stavanger Temp. [C]']
13 Stavanger_Høyde = data['Stavanger Høyde [km]']
14
15 Milano_Temp = data['Milano Temp. [C]']
16 Milano_Høyde = data['Milano Høyde [km]']
17
18 figsize = (20, 12)
19
20 plt.figure(figsize=figsize)
21 plt.scatter(Bjørnøya_Temp, Bjørnøya_Høyde, color='royalblue', s=100)
22 plt.xlabel('Temperature [°C]', fontsize=16)
23 plt.ylabel('Height [km]', fontsize=16)
24 plt.title('Bjørnøya: Temperature vs Height', fontsize=22)
25 plt.grid(True, linestyle='--', alpha=0.7)
26 plt.xticks(fontsize=14)
27 plt.yticks(fontsize=14)
28 plt.tight_layout()
29 plt.show()
30 plt.savefig('Bjørnøya_plot.png')
31 plt.close()
32
```

```
33 plt.figure(figsize=figsize)
34 plt.scatter(Stavanger_Temp, Stavanger_Høyde, color='seagreen', s=100)
35 plt.xlabel('Temperature [°C]', fontsize=16)
36 plt.ylabel('Height [km]', fontsize=16)
37 plt.title('Stavanger: Temperature vs Height', fontsize=22)
38 plt.grid(True, linestyle='--', alpha=0.7)
39 plt.xticks(fontsize=14)
40 plt.yticks(fontsize=14)
41 plt.tight_layout()
42 plt.show()
43 plt.savefig('Stavanger_plot.png')
44 plt.close()
45
46 plt.figure(figsize=figsize)
47 plt.scatter(Milano_Temp, Milano_Høyde, color='firebrick', s=100)
48 plt.xlabel('Temperature [°C]', fontsize=16)
49 plt.ylabel('Height [km]', fontsize=16)
50 plt.title('Milano: Temperature vs Height', fontsize=22)
51 plt.grid(True, linestyle='--', alpha=0.7)
52 plt.xticks(fontsize=14)
53 plt.yticks(fontsize=14)
54 plt.tight_layout()
55 plt.show()
56 plt.savefig('Milano_plot.png')
57 plt.close()
```

Milano: Temperature vs Height

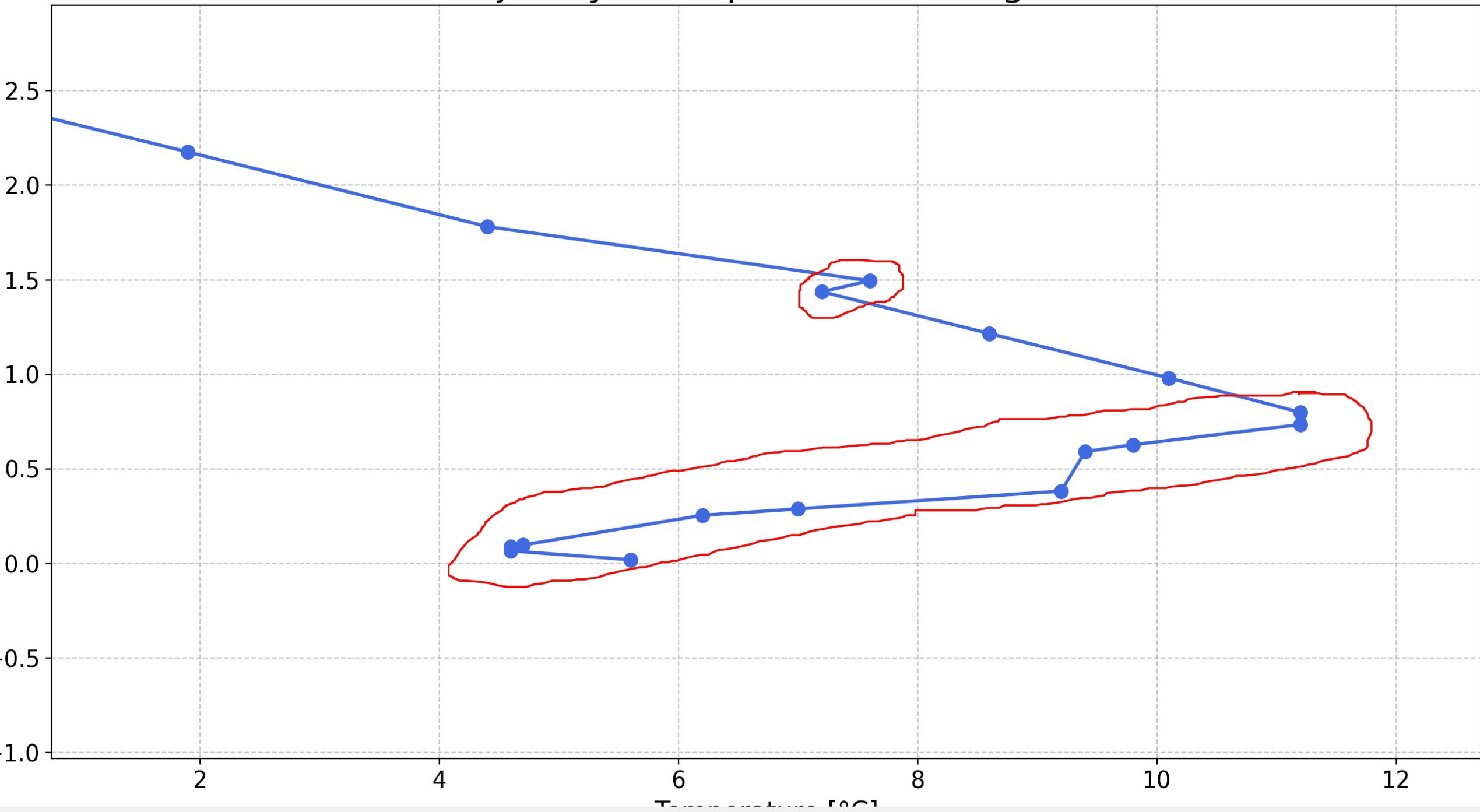


Oppgave 2

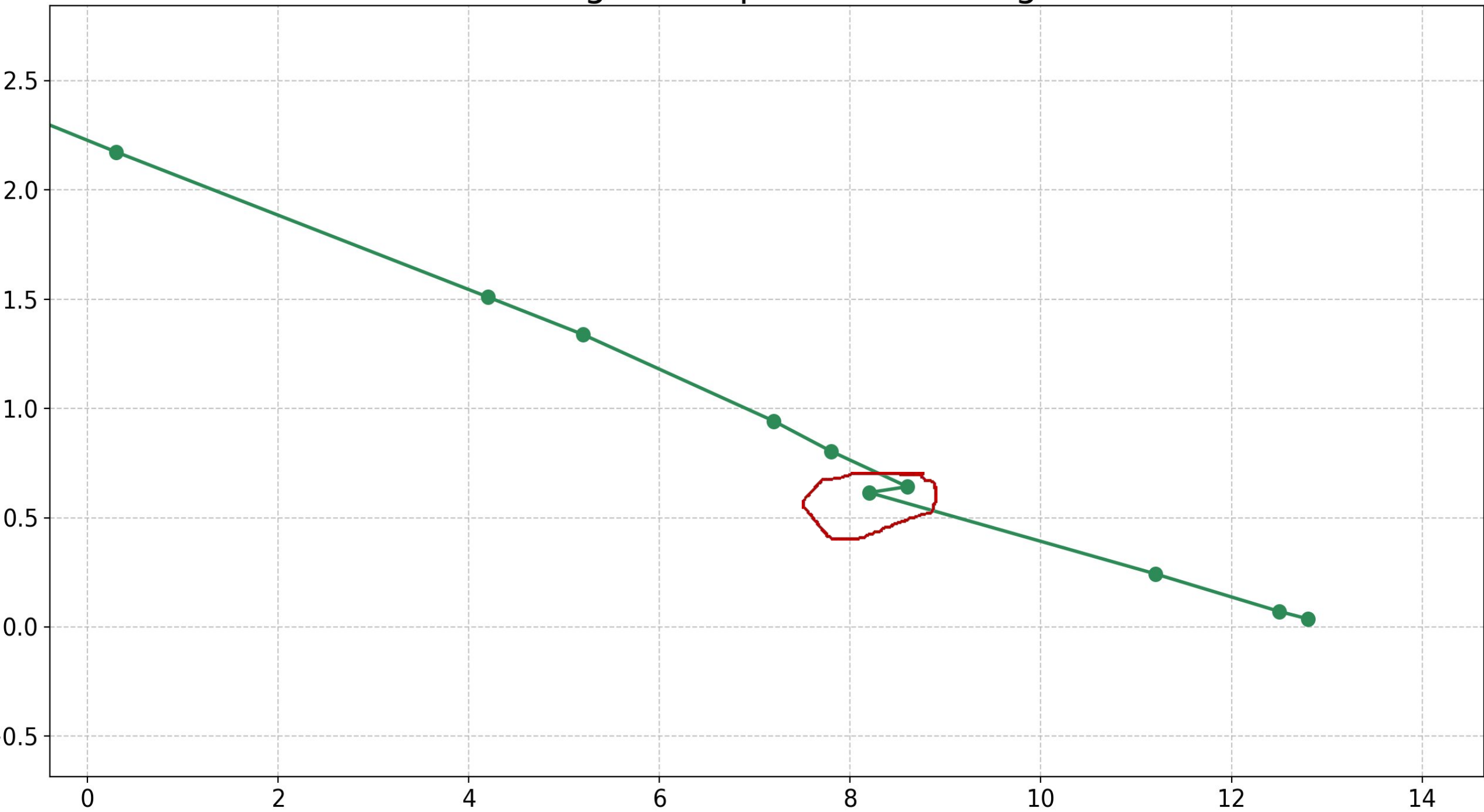
Du har nå tre vertikale temperaturprofiler for omtrentlig de nederste 30 km av atmosfæren. Dette omfatter troposfæren (hvorav de nederste 2 km kalles det planetære grenselaget), samt deler av stratosfæren. I troposfæren avtar temperaturen generelt sett med høyden. Likevel finnes det relativt tynne lag hvor temperaturen øker med høyden; dette kalles inversjonslag.

Tropopausen er skillelaget mellom troposfæren og stratosfæren, og befinner seg ved den høyden hvor temperaturen avtar med en rate på $2^{\circ}\text{C}/\text{km}$ eller mindre.

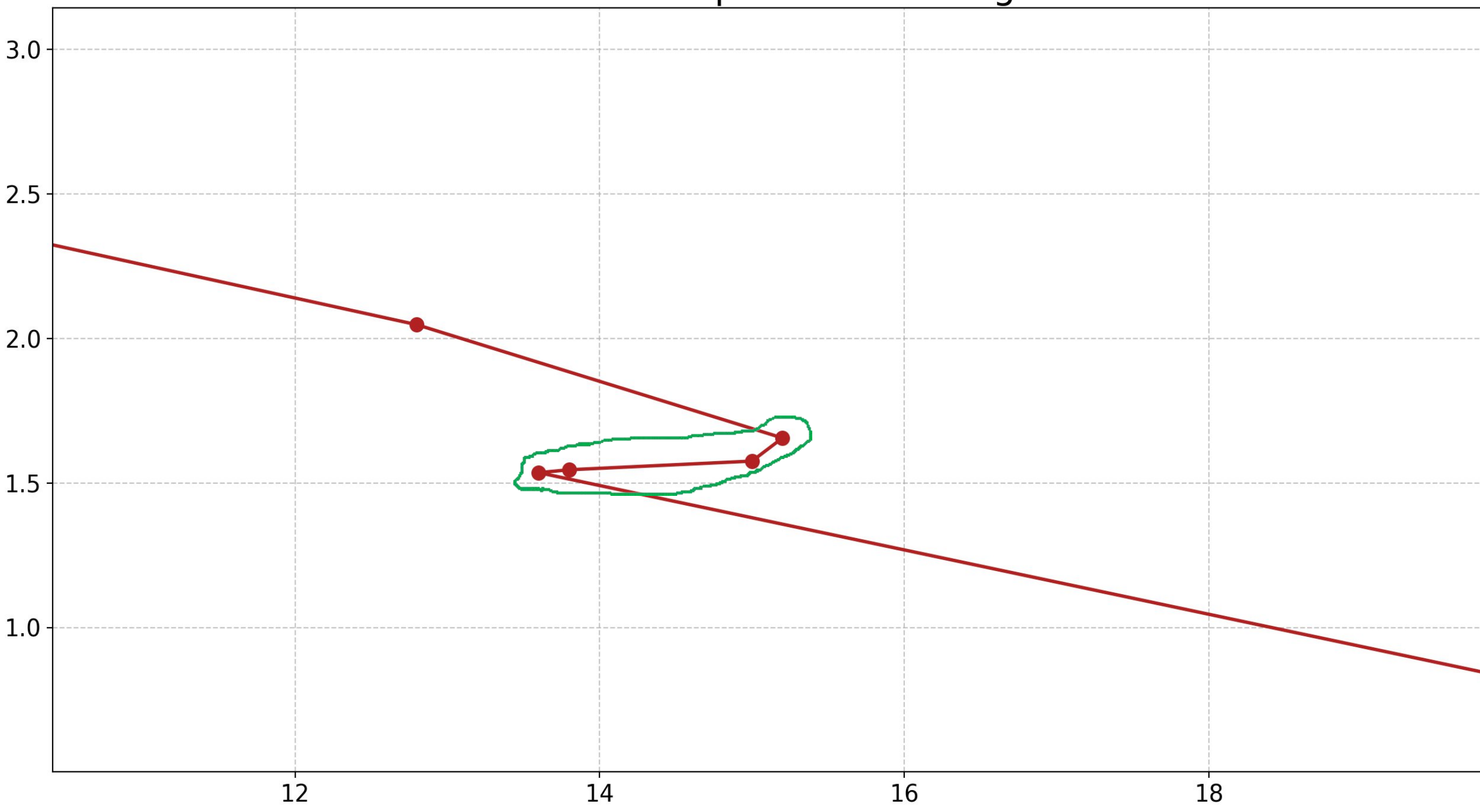
Bjørnøya: Temperature vs Height



Stavanger: temperature vs height



Milano: Temperature vs Height



Hvordan oppstår temperaturinversjon, og hva er konsekvensene?

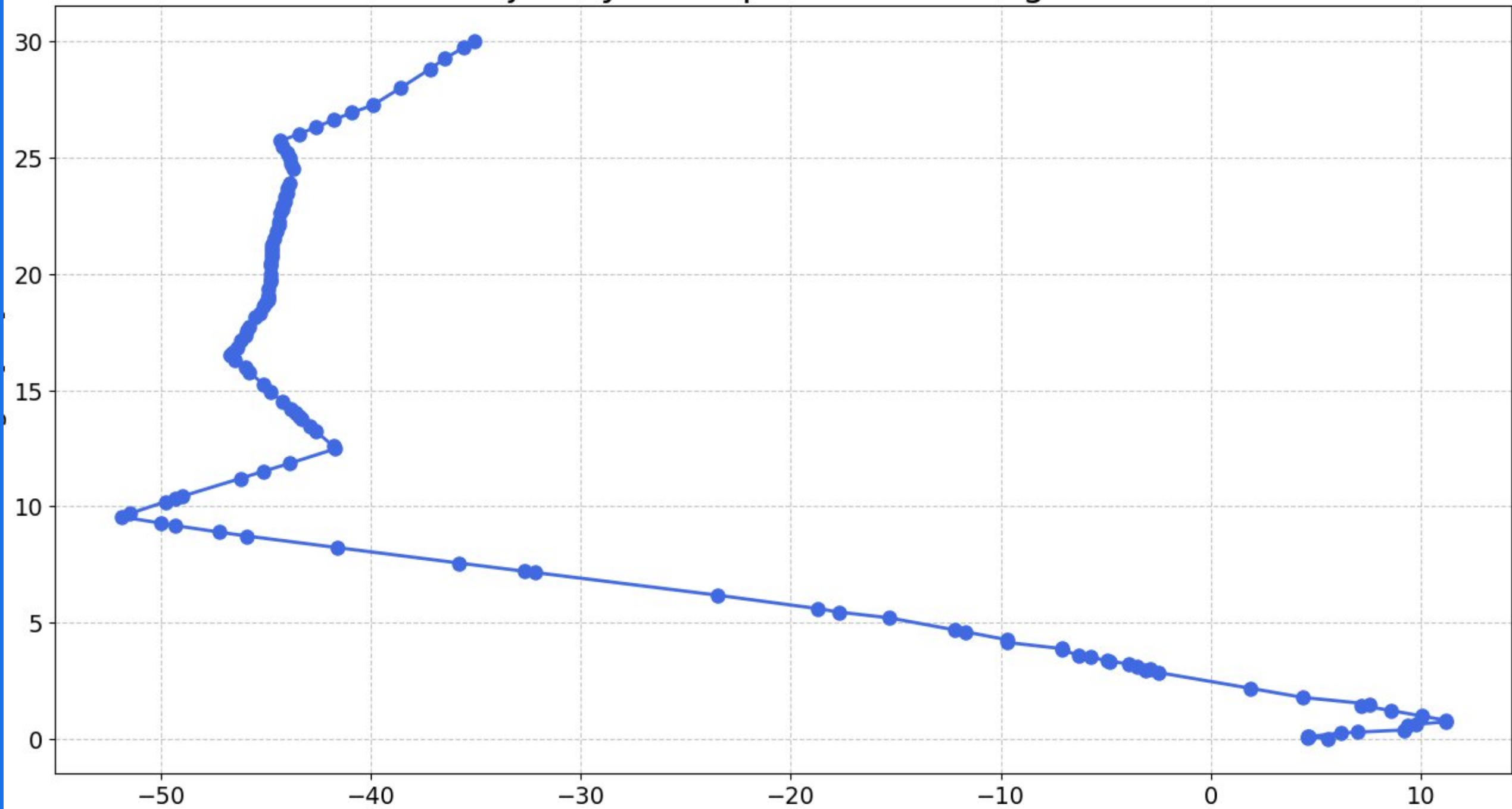
- Temperaturinversjon
- Kan skje på flere måter
- Kosekvensene
- Redusere nedbør



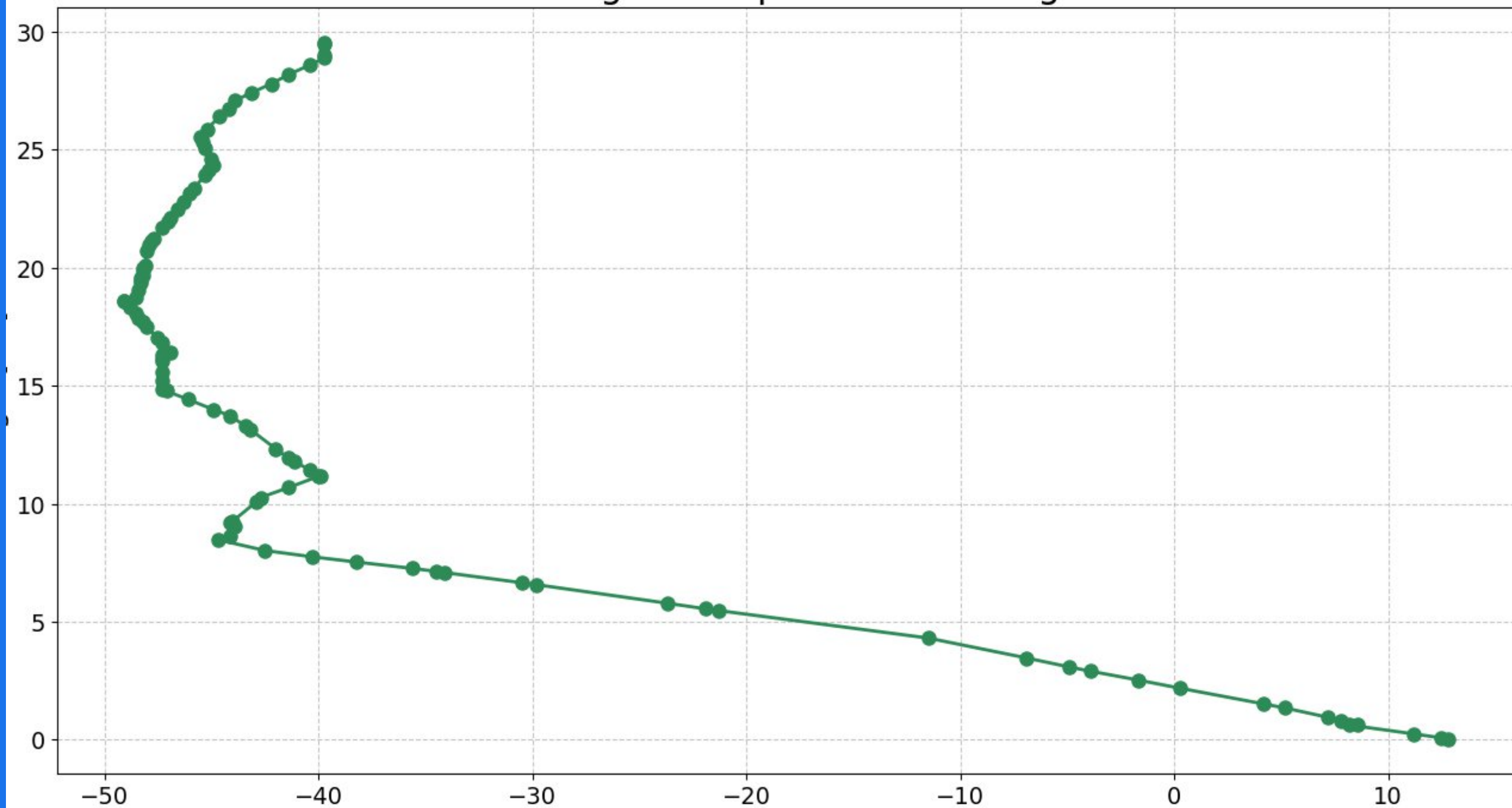
Oppgave 3

3. I følge denne definisjonen, ved hvilke høyde finner vi tropopausen? Bruk temperaturprofilene dine til å grafisk lese av omtrentlige stigningstall. Merk av de forskjellige tropopausehøydene for de tre målepunktene.

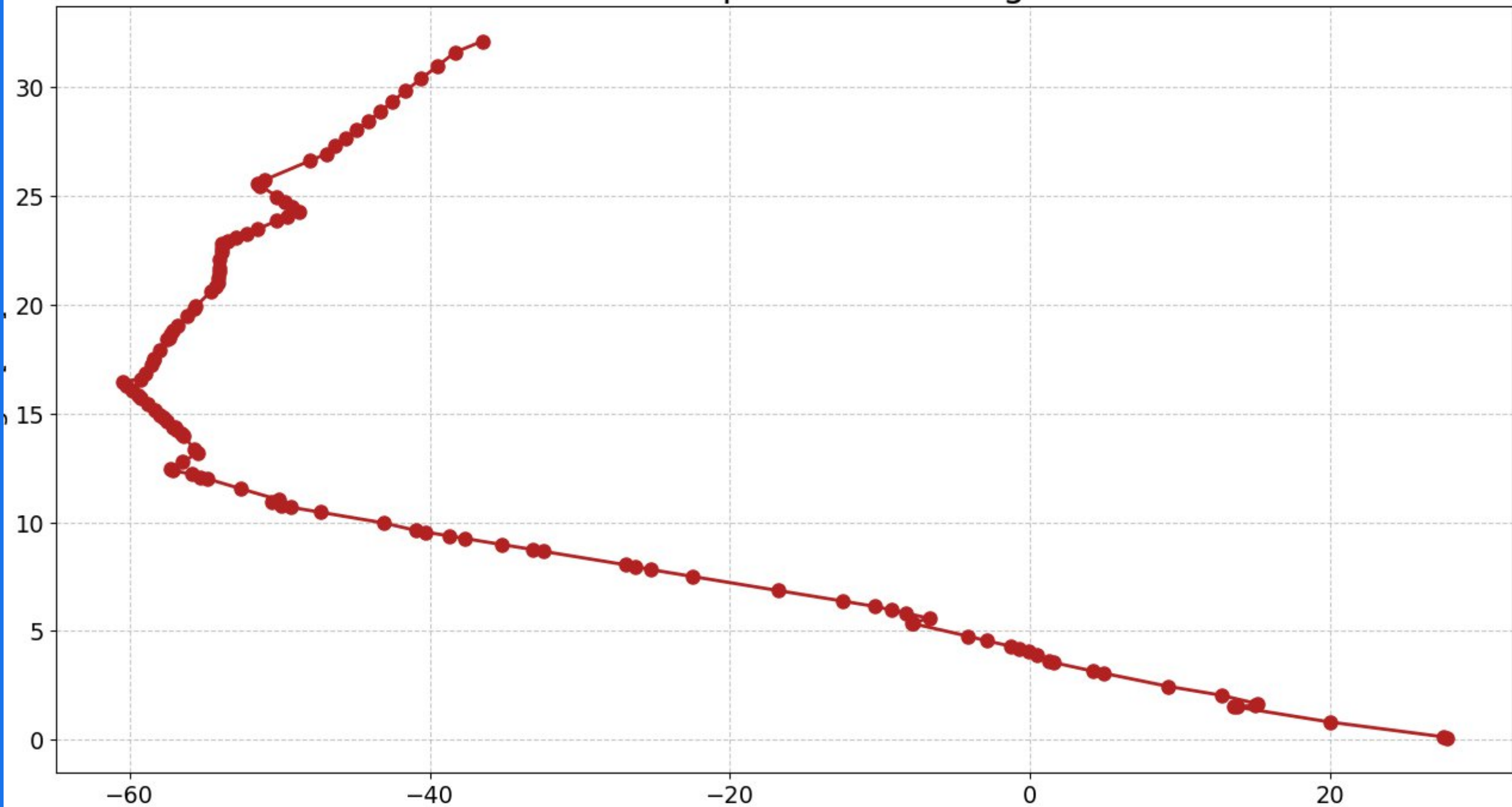
Bjørnøya: Temperature vs Height



Stavanger: Temperature vs Height



Milano: Temperature vs Height



```
def plot_with_regression(temp, height, color, title, filename):  
  
    plt.figure(figsize=figsize)  
  
    plt.plot(temp, height, color=color, marker='o', markersize=8,  
             linewidth=2, label='Data Points')  
  
    if len(temp) < 2:  
  
        plt.xlabel('Temperature [°C]', fontsize=16)  
        plt.ylabel('Height [km]', fontsize=16)|  
        plt.grid(True, linestyle='--', alpha=0.7)  
        plt.xticks(fontsize=14)  
        plt.yticks(fontsize=14)  
        plt.legend(fontsize=14)  
        plt.tight_layout()  
        plt.savefig(filename)  
        plt.close()  
        return None, None, None
```

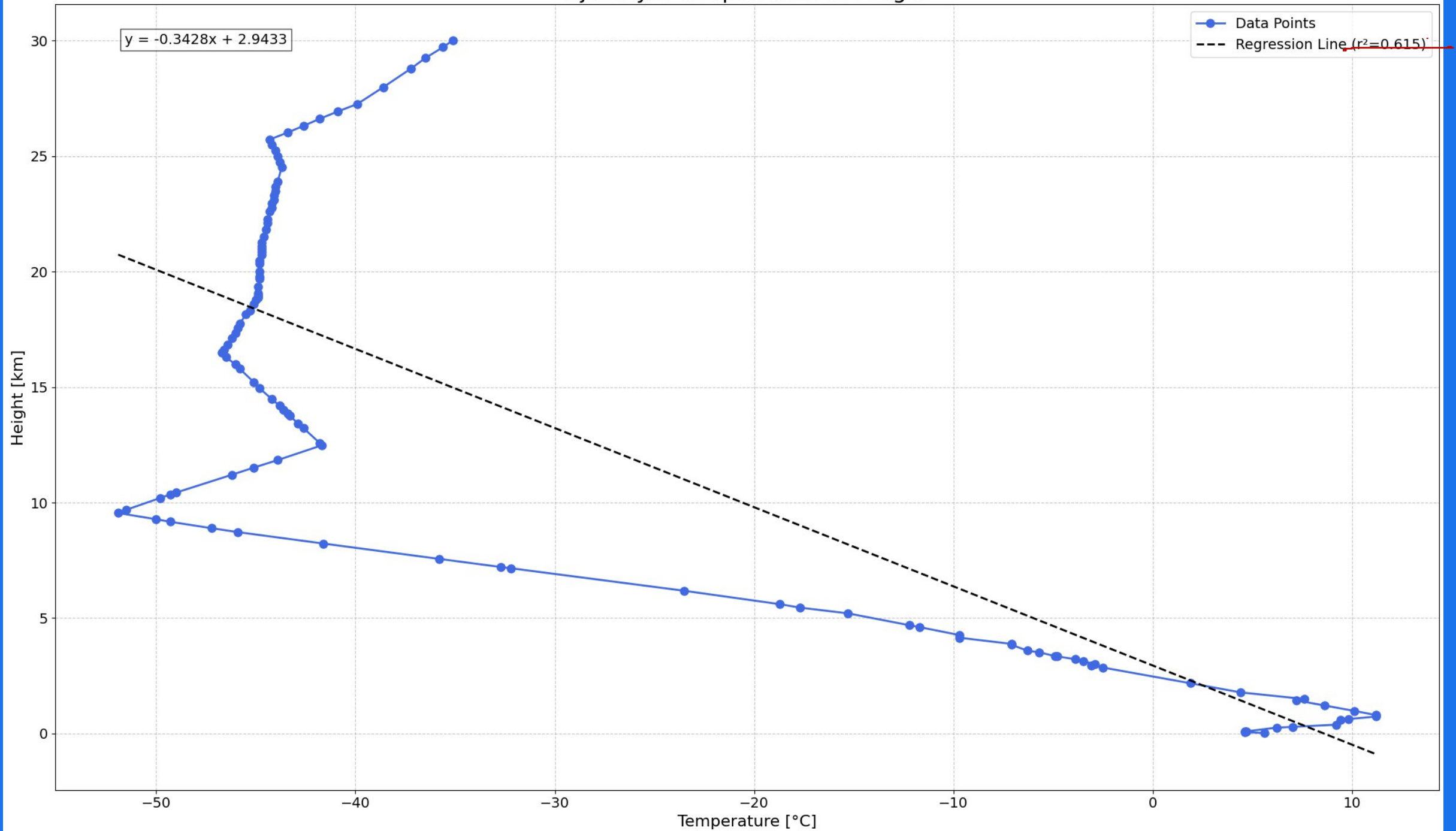
```
slope, intercept, r_value, p_value, std_err = stats.linregress(temp, height)
```

```
if np.isnan(slope) or np.isnan(intercept):  
    plt.xlabel('Temperature [°C]', fontsize=16)  
    plt.ylabel('Height [km]', fontsize=16)  
    plt.title(f'{title}: Temperature vs Height', fontsize=22)  
    plt.grid(True, linestyle='--', alpha=0.7)  
    plt.xticks(fontsize=14)  
    plt.yticks(fontsize=14)  
    plt.legend(fontsize=14)  
    plt.tight_layout()  
    plt.savefig(filename)  
    plt.close()  
    return None, None, None
```

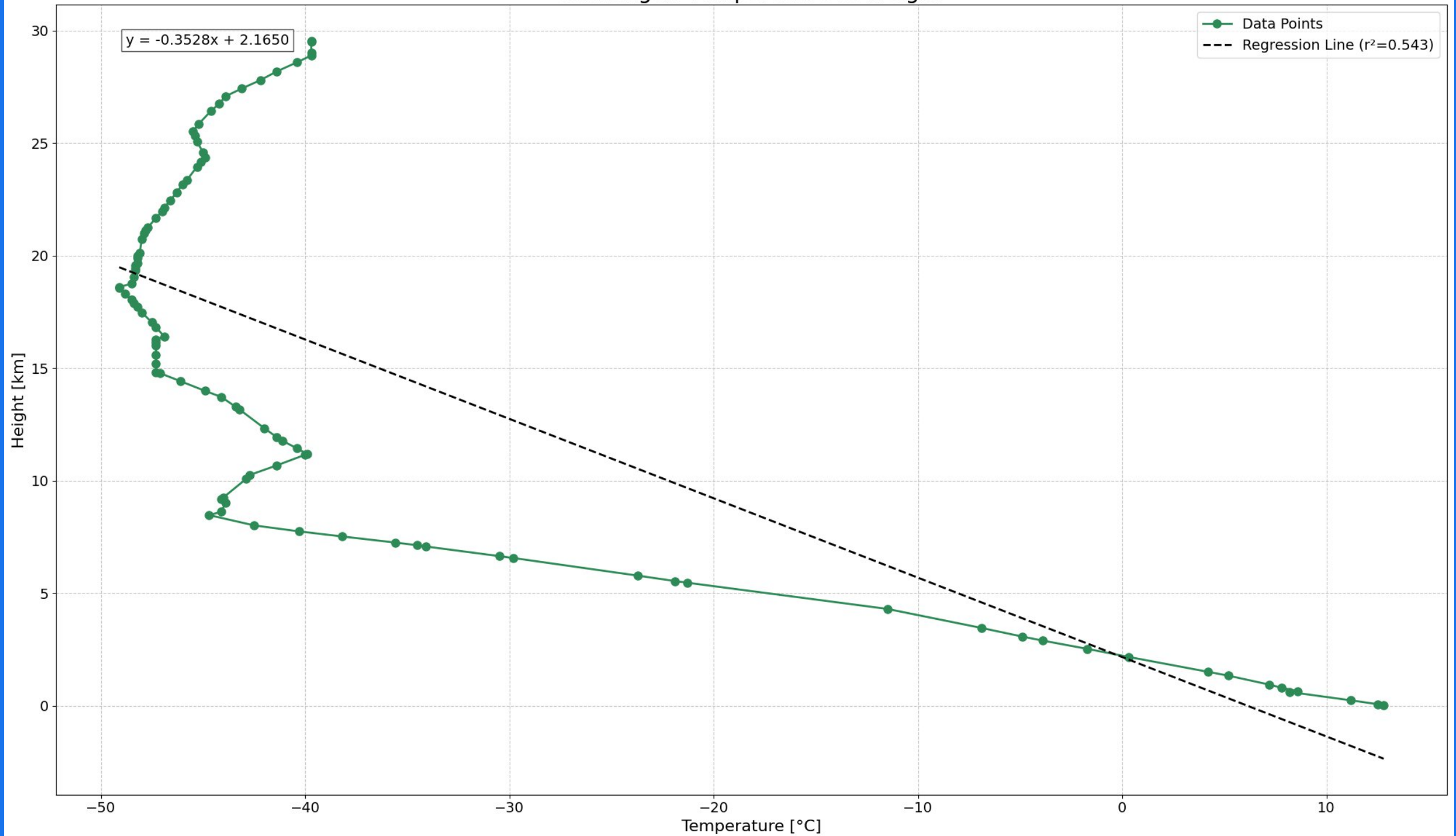
```
slope, intercept, r_value, p_value, std_err = stats.linregress(temp, height)
```

```
if np.isnan(slope) or np.isnan(intercept):  
    plt.xlabel('Temperature [°C]', fontsize=16)  
    plt.ylabel('Height [km]', fontsize=16)  
    plt.title(f'{title}: Temperature vs Height', fontsize=22)  
    plt.grid(True, linestyle='--', alpha=0.7)  
    plt.xticks(fontsize=14)  
    plt.yticks(fontsize=14)  
    plt.legend(fontsize=14)  
    plt.tight_layout()  
    plt.savefig(filename)  
    plt.close()  
    return None, None, None
```

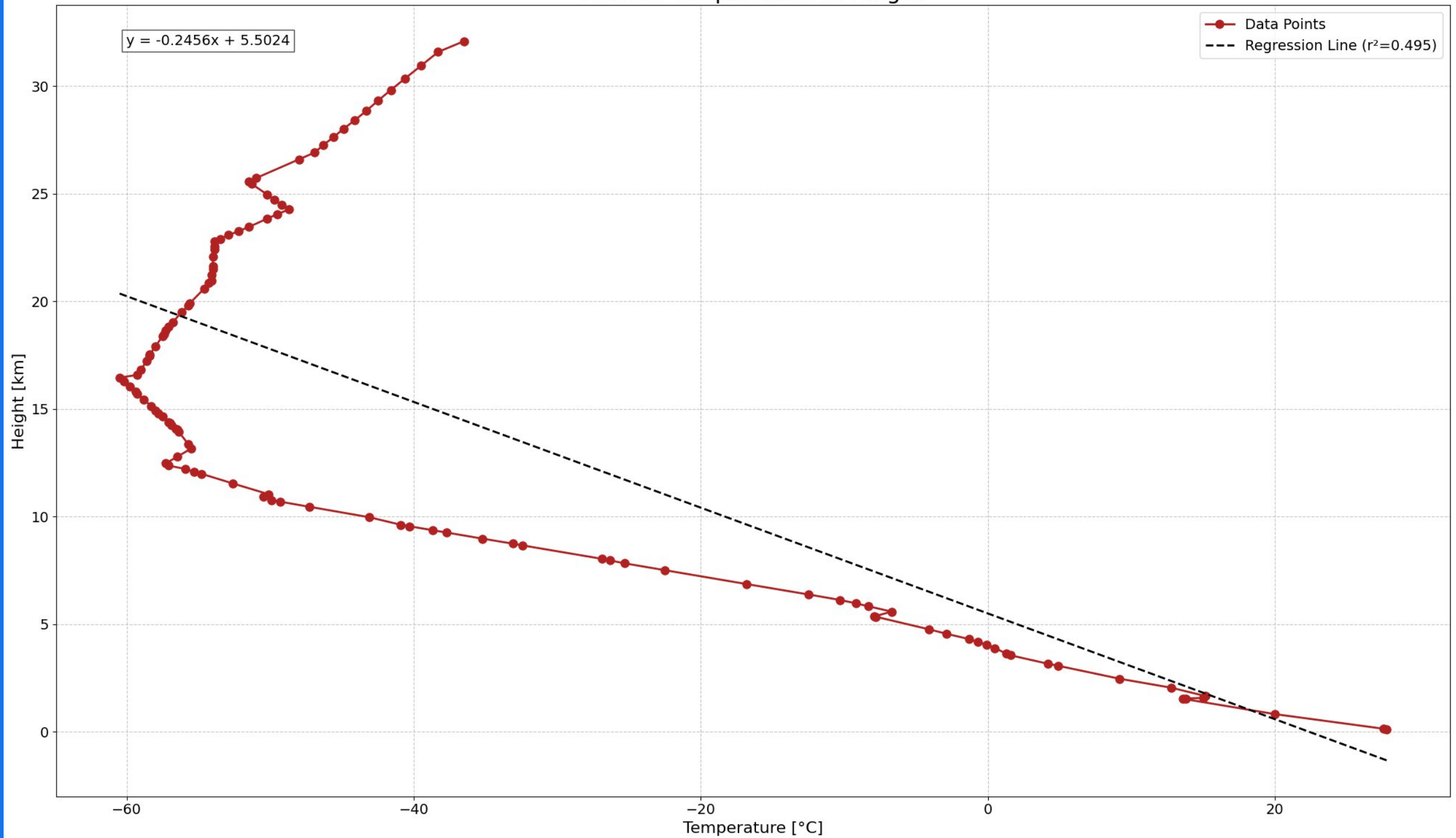
Bjørnøya: Temperature vs Height



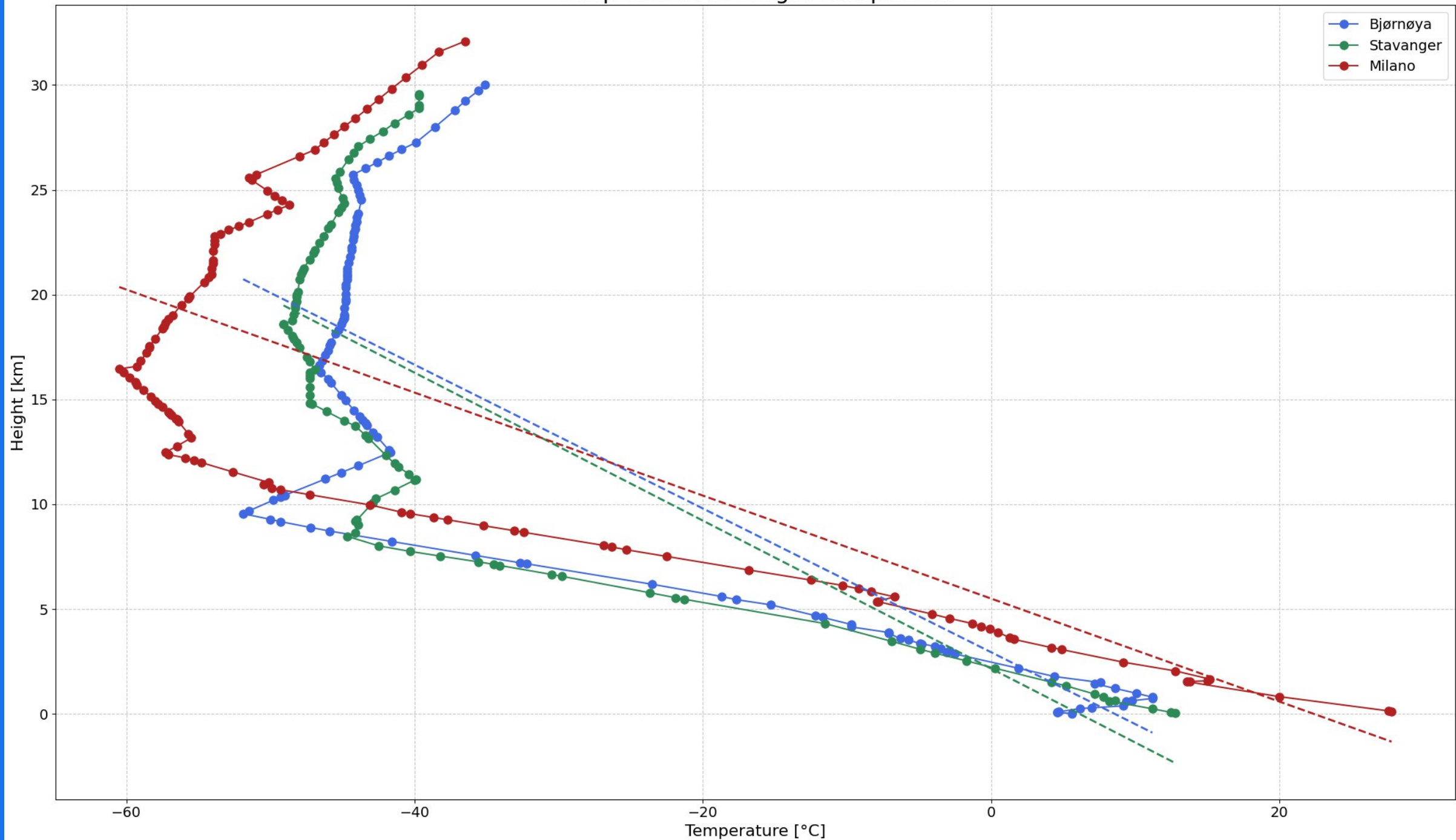
Stavanger: Temperature vs Height



Milano: Temperature vs Height

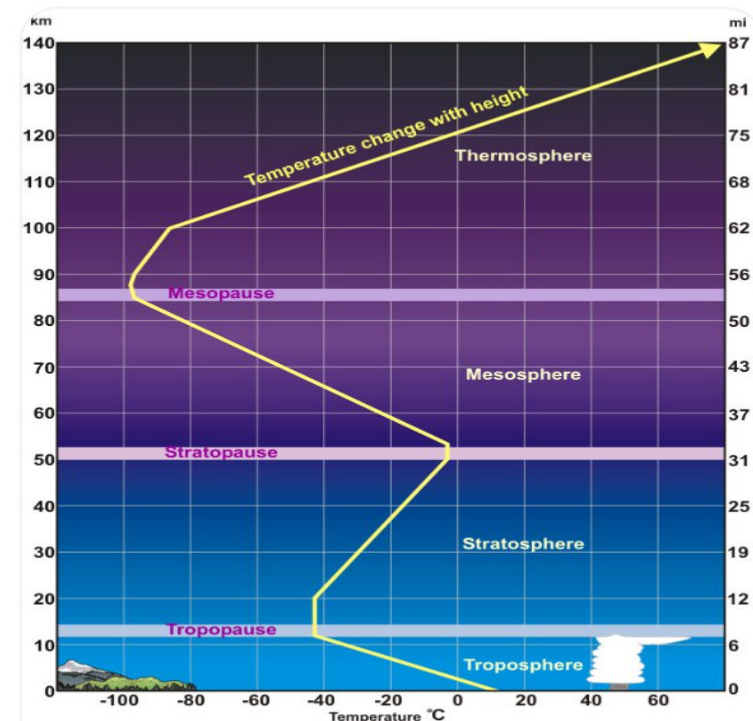


Temperature vs Height Comparison

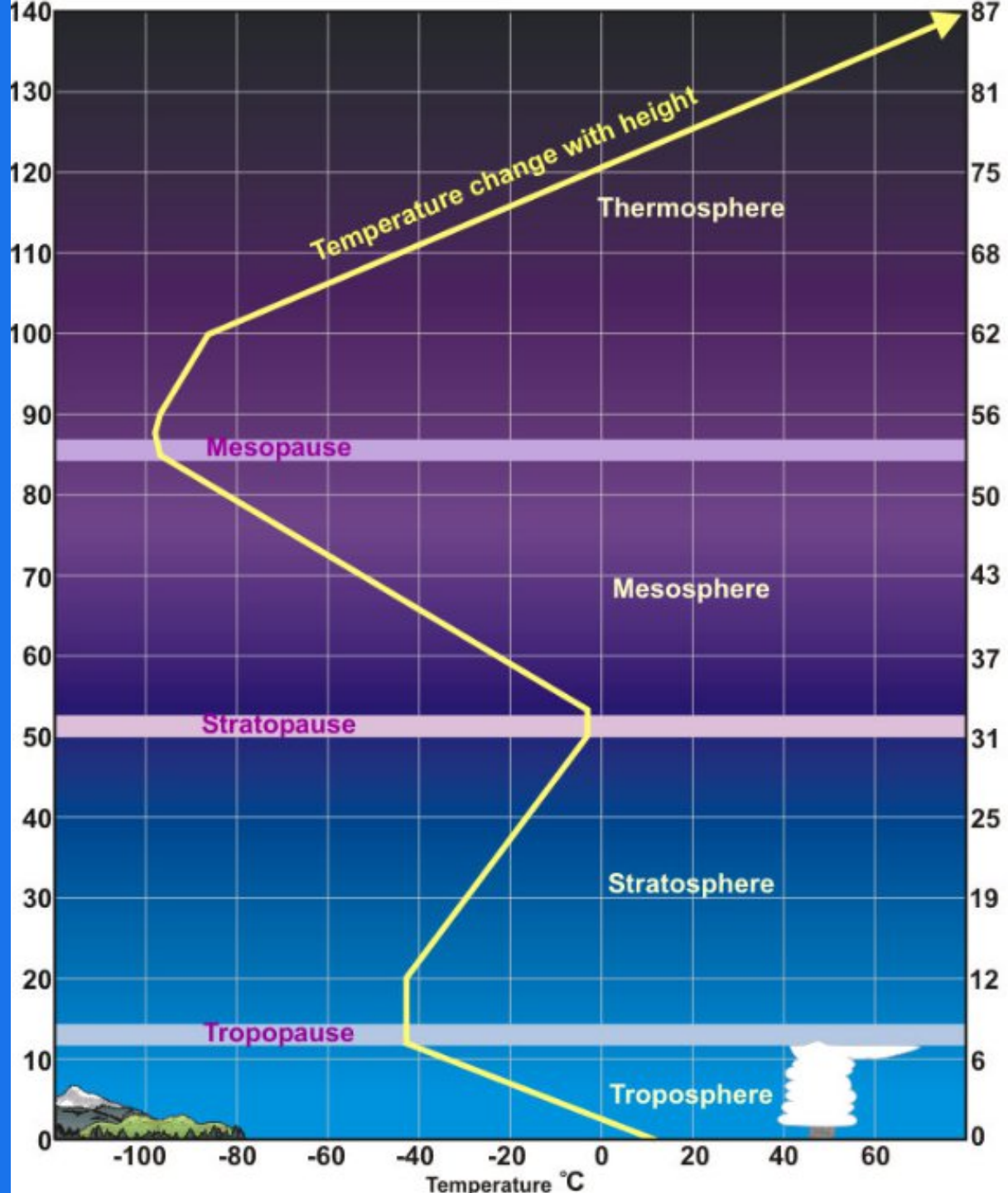


Oppgave 4 og 5

4. Figuren under viser atmosfærens lagdeling for en gjennomsnittlig vertikal temperaturprofil. Hvor godt passer dette med observasjonsdataen du har jobbet med fra den nedre delen av atmosfæren? Hva kan forklare potensielle forskjeller?



5. Som du ser i figuren over, avtar temperaturen med høyden i troposfæren, stiger med høyden i stratosfæren, avtar med høyden i mesosfæren, og stiger med høyden i termosfæren. Ta for deg lag for lag, og forklar årsaken til at temperaturen stiger/synker i dette laget. Bruk gjerne tilgjengelige hjelpemidler.





Forskjeller mellom standardmodellen og observasjonsdataene min

- Tropopausenhøyde
- Høydedekning
- Lokale vs globale



Takk for meg