

Det Landsdækkende Luftkvalitets Måleprogram

1990

Faglig rapport fra DMU, nr. 43

Finn Palmgren Jensen

Kåre Kemp

Ole H. Manscher

Afdeling for Forureningskilder og Luftforurening

Miljøministeriet

Danmarks Miljøundersøgelser

December 1991

OBS, siderne er indscannet i omvendt rækkefølge.

Danmarks Miljøundersøgelser

Danmarks Miljøundersøgelser - DMU - er en forskningsinstitution i Miljøministeriet. DMU's opgaver omfatter forskning, overvågning og faglig rådgivning indenfor natur og miljø.

Henvendelser kan rettes til:

| | |
|-----------------------------|---|
| Danmarks Miljøundersøgelser | <i>Direktion og Sekretariat</i> |
| Postboks 358 | <i>Forsknings- og Udviklingssekretariat</i> |
| Frederiksborgvej 399 | <i>Afd. for Forureningskilder og</i> |
| 4000 Roskilde | <i>Luftforurening</i> |
| | <i>Afd. for Havmiljø og Mikrobiologi</i> |
| Tlf. 46 30 12 00 | <i>Afd. for Miljøkemi</i> |
| Fax 46 30 11 14 | <i>Afd. for Systemanalyse</i> |

| | |
|-----------------------------|-------------------------------------|
| Danmarks Miljøundersøgelser | <i>Afd. for Ferskvandsøkologi</i> |
| Postboks 314 | <i>Afd. for Terrestrisk Økologi</i> |
| Vejlsøvej 25 | |
| 8600 Silkeborg | |

Tlf. 89 20 14 00
Fax 89 20 14 14

| | |
|-----------------------------|--|
| Danmarks Miljøundersøgelser | <i>Afd. for Flora- og Faunaøkologi</i> |
| Grenåvej 12, Kalø | |
| 8410 Rønne | |

Tlf. 89 20 14 00
Fax 89 20 15 14

Publikationer:

DMU udgiver faglige rapporter, tekniske anvisninger, særtryk af videnskabelige og faglige artikler, Danish Review of Game Biology samt årsberetninger.

I årsberetningen findes en oversigt over det pågældende års publikationer. Årsberetning samt en opdateret oversigt over årets publikationer fås ved henvendelse til telefon: 46 30 12 00.

Palmgren Jensen, F. and Kemp, K. (1988). Det Landsdækkende luftkvalitetsmåleprogram. Luftkvalitetsmålinger. Årsrapport 1986. MST LUFT-A123.

Palmgren Jensen, F. (1989). Status for Luftkvaliteten i Danmark. Miljø & Energi 89/90. Teknisk Forlag, København.

Palmgren Jensen, F., Kemp, K. and Manscher, Ole H. (1990). Det Landsdækkende Luftkvalitetsmåleprogram 1987-1989. Faglig rapport fra DMU, nr. 14.

Rørdam Olesen, H. (1988). User's Guide to OML-Point. MST LUFT-A76.

Westerberg, B. (1983). Kontinuert registrerende udstyr til måling af SO₂ og NO_x i det landsdækkende luftkvalitetsmåleprogram. MST LUFT-A76.

Westerberg, B. and Lund Thomsen, E. (1983). Calibration of chemiluminescent ambient air monitors by gas phase titration techniques. MST LUFT-A79.

WHO (1987). Air Quality guidelines for Europe, WHO regional Publications, European series No. 23, København 1987.

5. Referencer

Berkowicz, R., Rørdam Olesen, H. and Torp, U. (1986). The Danish Gaussian air pollution model (OML), in Proceedings of the 15'th International Technical Meeting on Air Pollution Modelling and its Application, St. Louis, USA 1985.

EF-Direktiv (1980) om grænseværdier og vejledende værdier for luftkvaliteten med hensyn til svovldioxid og svævestøv, (80/779/EØF) af 15. juli.

EF-Direktiv (1982) om grænseværdier for bly i luften, (82/884/EØF) af 3. december.

EF-Direktiv (1985) om luftkvalitetsnormer så vidt angår nitrogendioxid, (85/884/EØF) af 7. marts.

EF-Direktiv (1989) om ændring af direktiv 80/779/EØF om svovldioxid og svævestøv, (89/427/EØF) af 21. juni.

Johanson, S.A.E. and Campbell, J.L. (1989), PIXE a Novel Technique for Elemental Analysis. John Willey and Sons, Chichester.

Keiding, K. and Hansen A.M. (1983). Opsamling og analyse af SO₂ i det landsdækkende luftkvalitetsmåleprogram. MST LUFT-A66.

Kemp, Kåre (1985). Report on the joint measurement program, undertaken by Denmark in cooperation with the Commission during 1984-85. MST LUFT-A100.

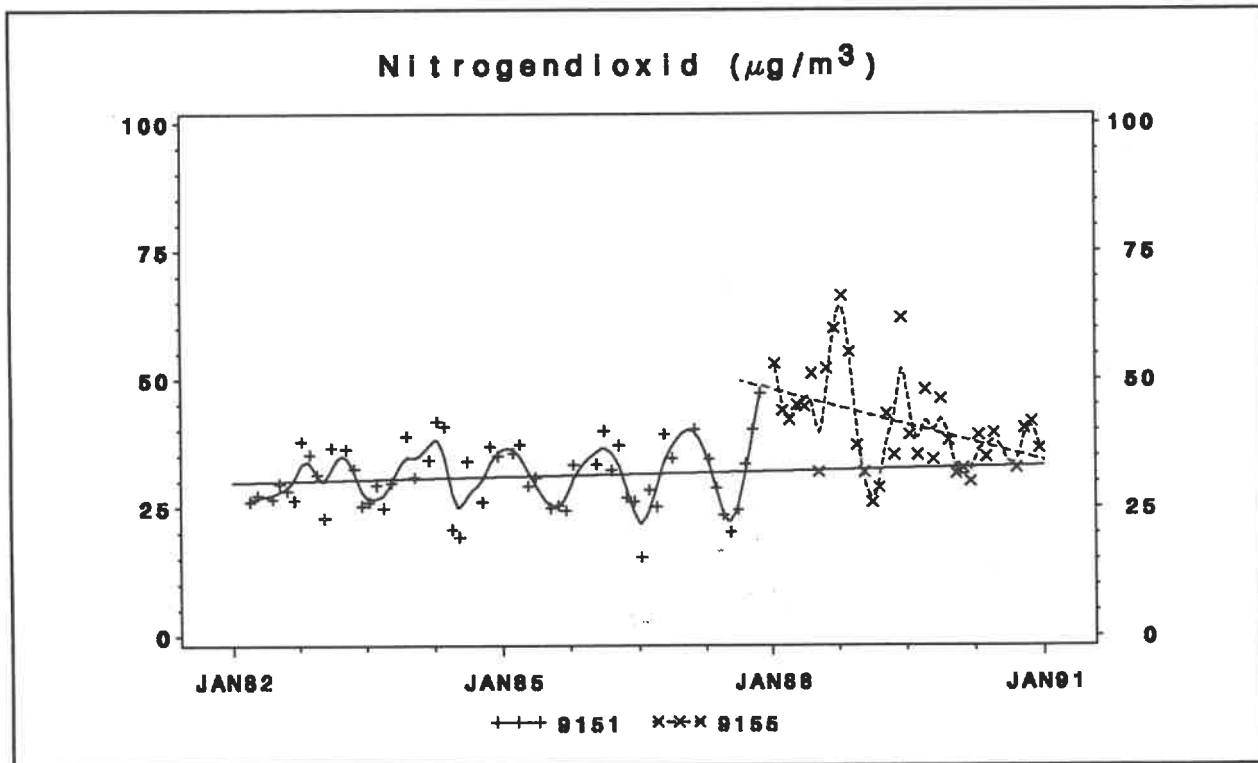
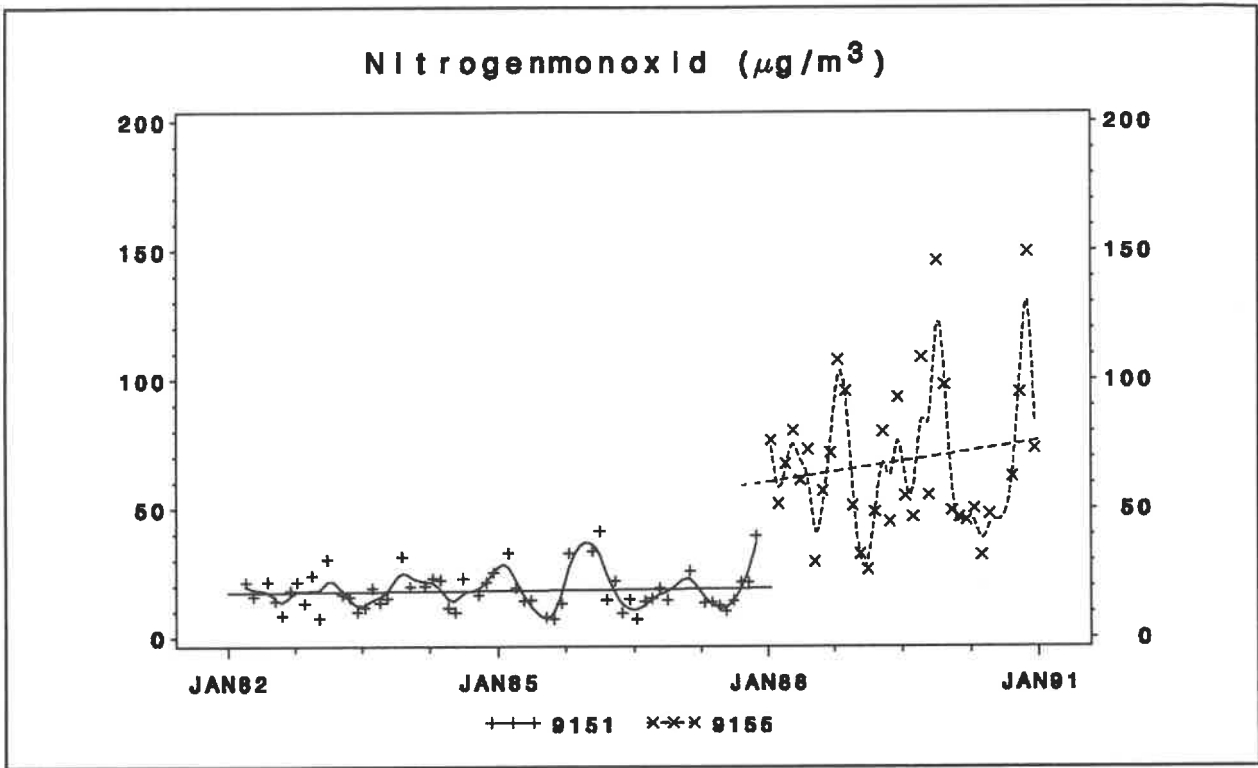
Løfstrøm, P. and Rørdam Olesen, H. (1988). User's Guide for OML-MULTI. MST LUFT-A126.

Miljøministeriet (1987). Bekendtgørelse om grænseværdier for luftens indhold af nitrogendioxid, bekendtgørelse nr. 119 af 12. marts.

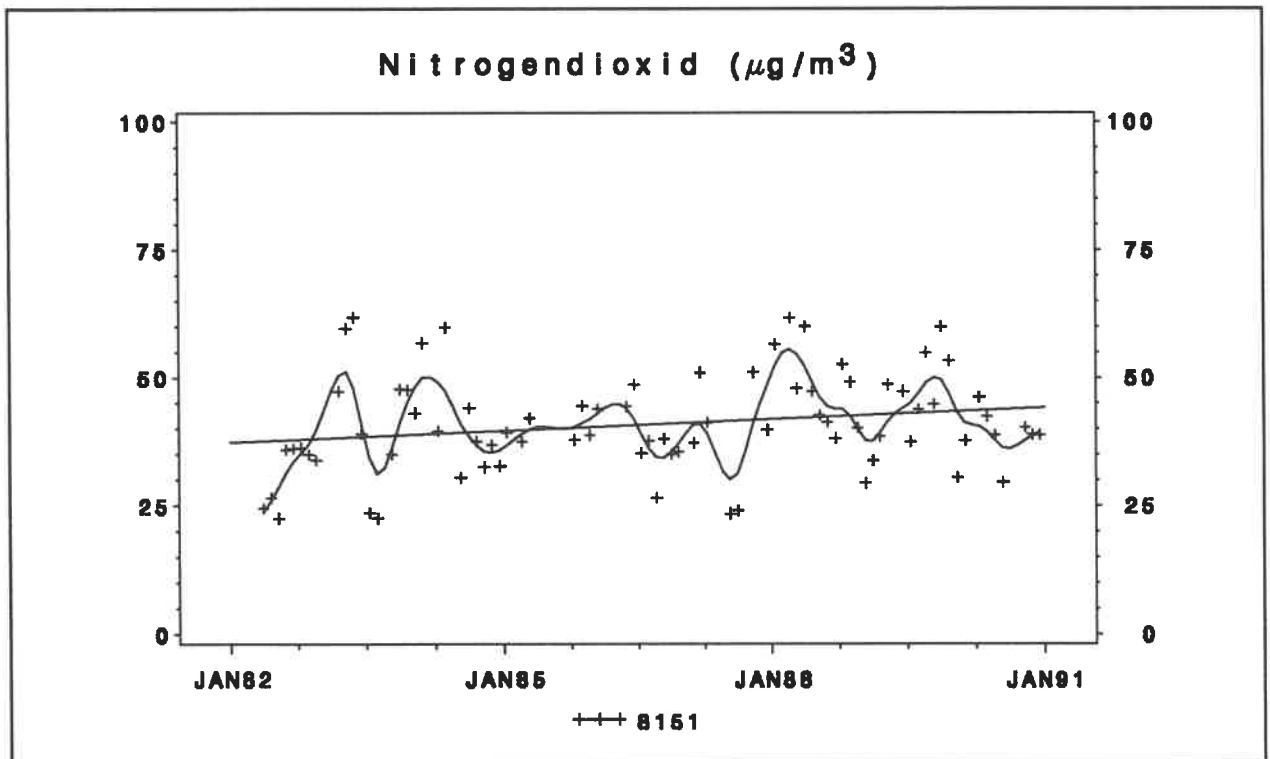
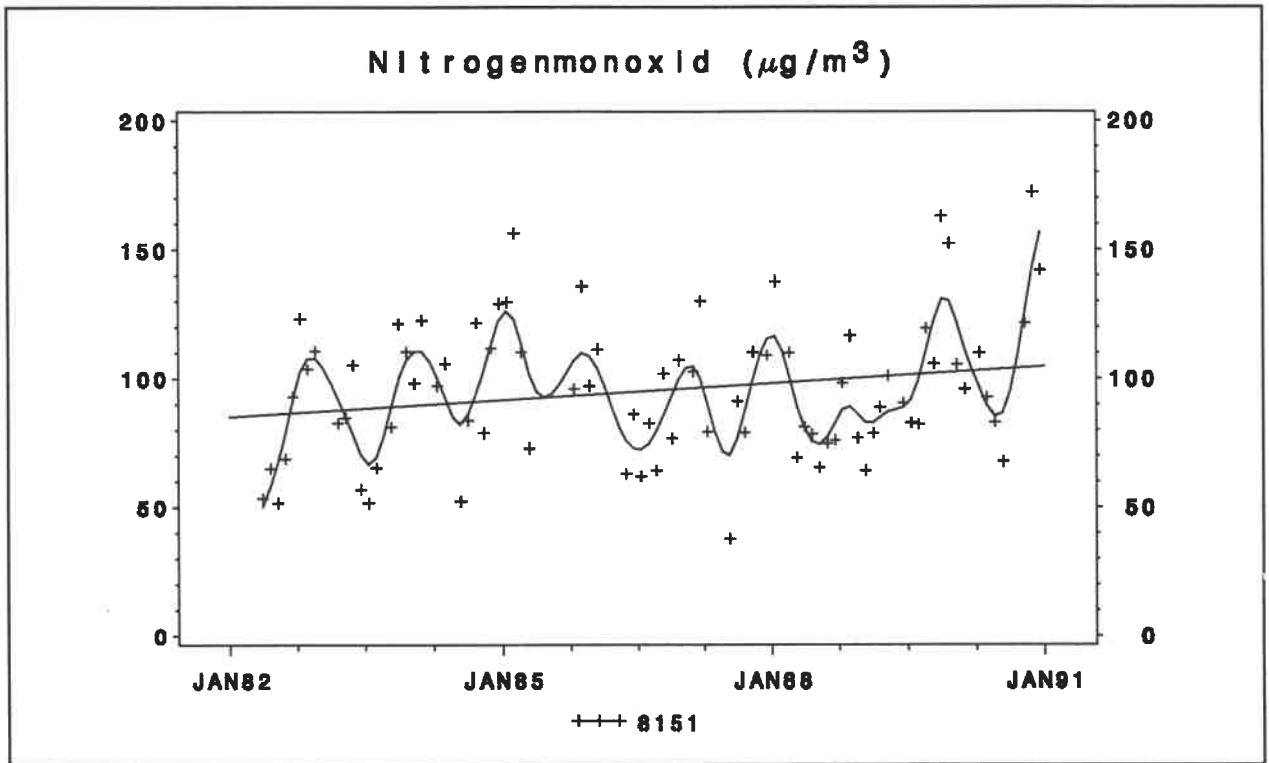
Palmgren Jensen, F. and Kemp, K. (1986). Det Landsdækkende Luftkvalitetsmåleprogram. Luftkvalitetsmålinger, Årsrapport 1984. MST LUFT-A101.

Palmgren Jensen, F. (1987). Sammenfatning af hovedresultaterne i det landsdækkende luftkvalitetsmåleprogram. MST LUFT-A120.

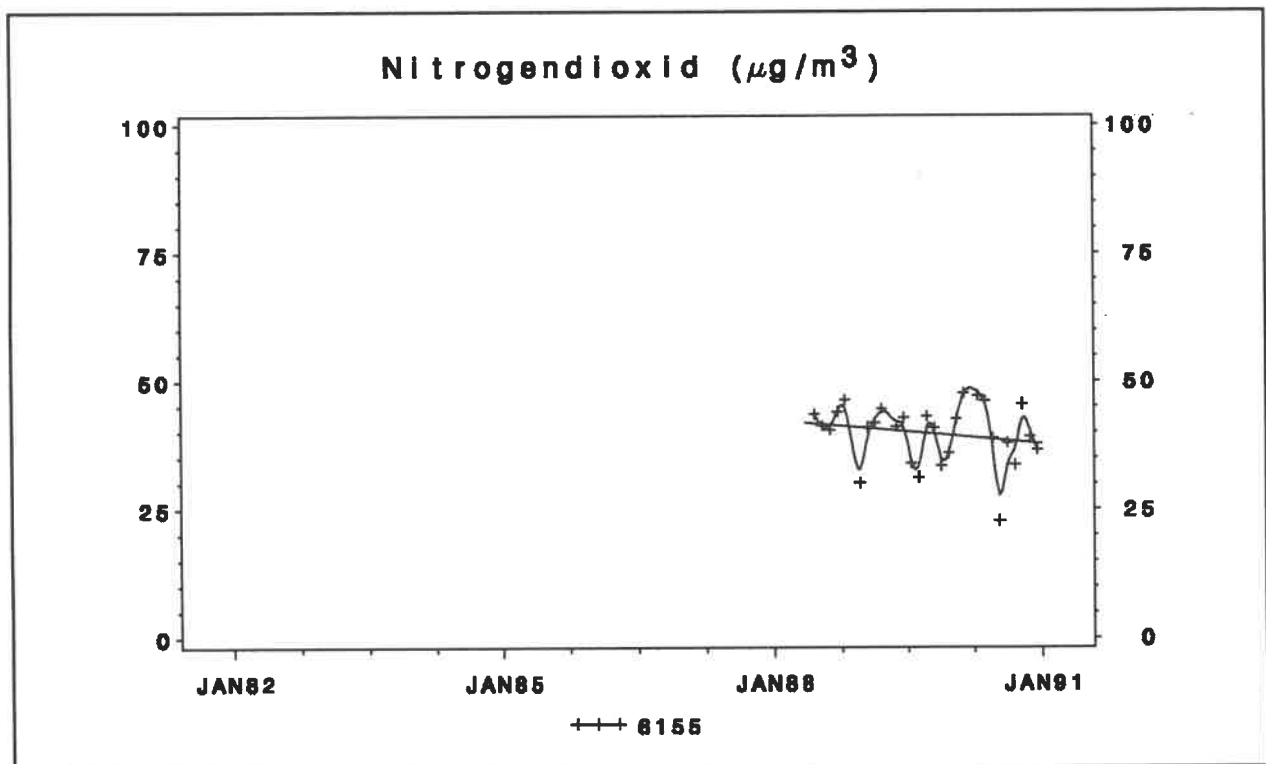
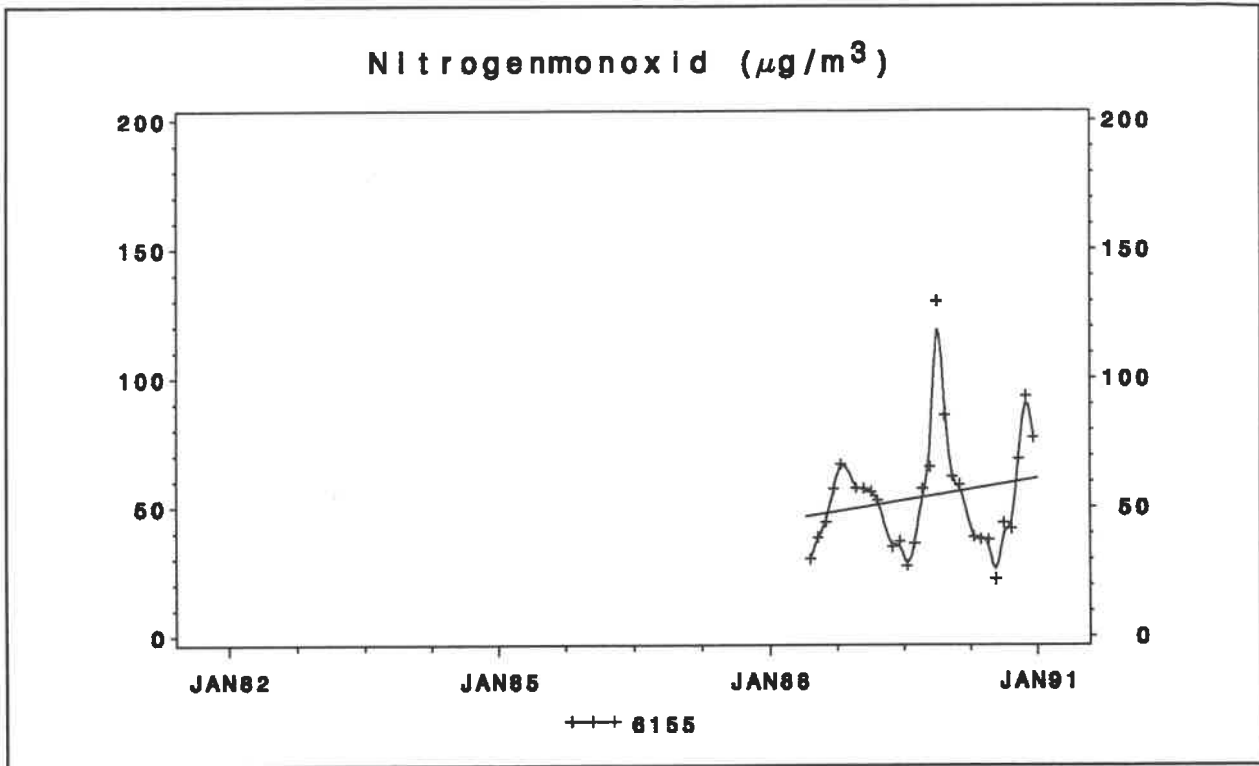
Palmgren Jensen, F. and Kemp, K. (1987). Det Landsdækkende luftkvalitetsmåleprogram. Luftkvalitetsmålinger. Årsrapport 1985. MST LUFT-A113.



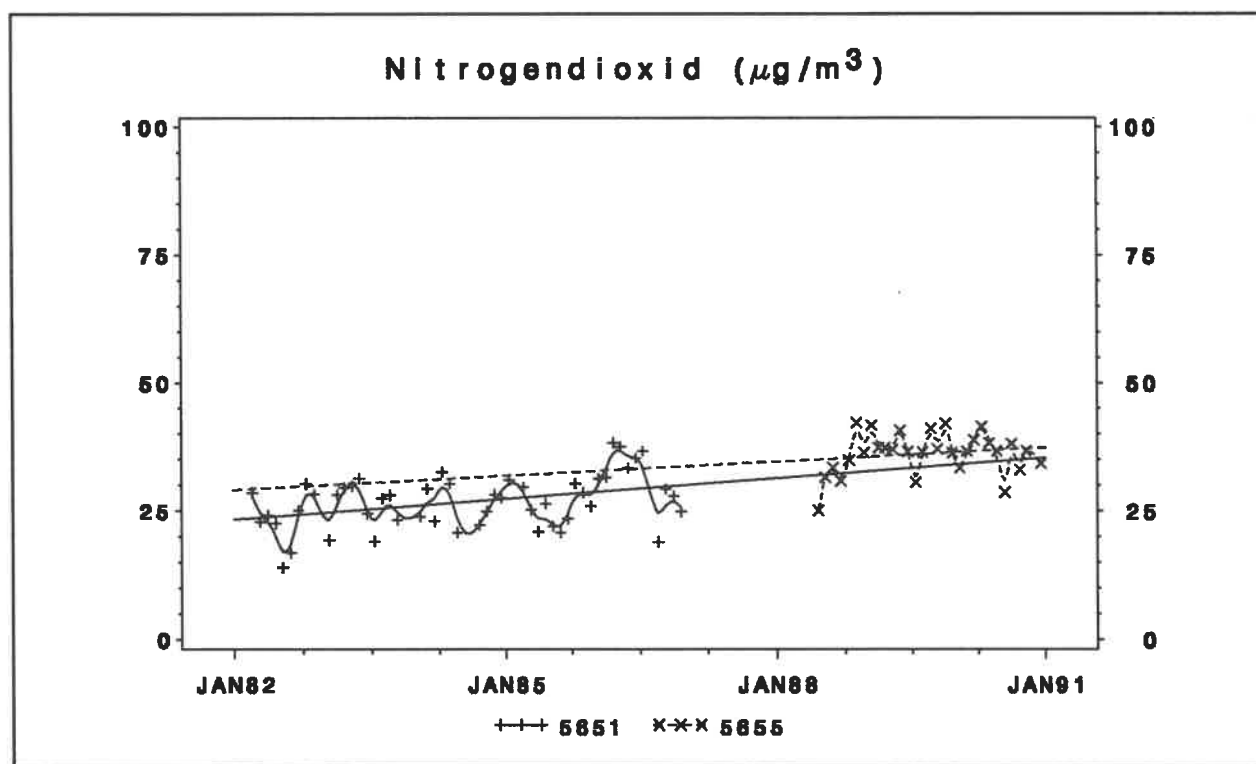
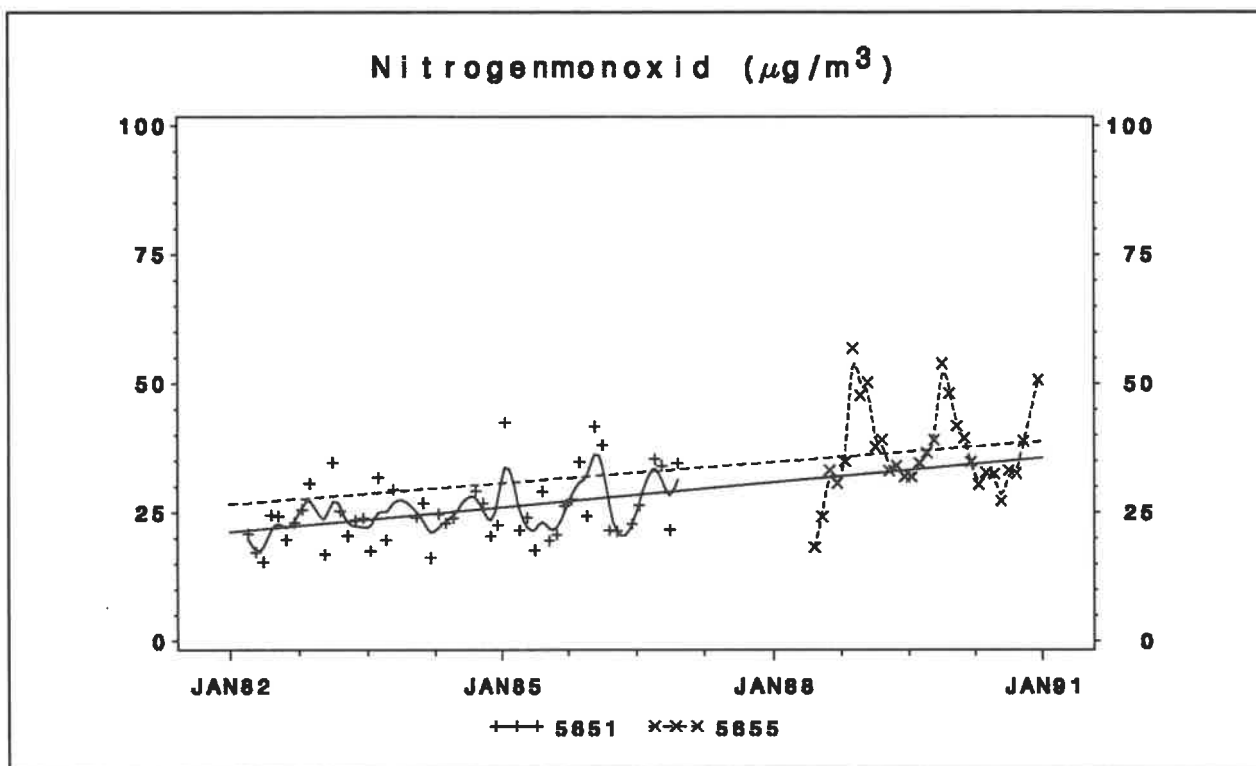
Figur 4.37. Tidsserie for nitrogenmonoxid ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) og nitrogendioxid ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) i Odense 9151 og 9155.



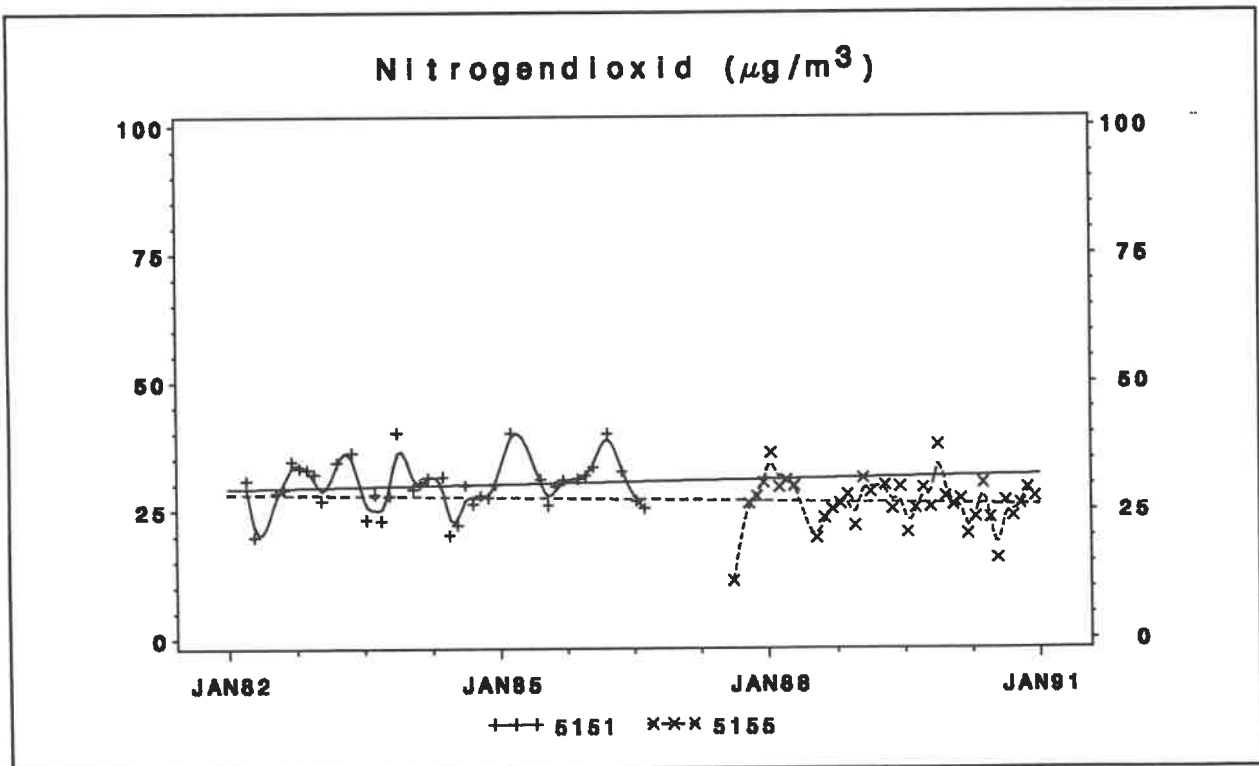
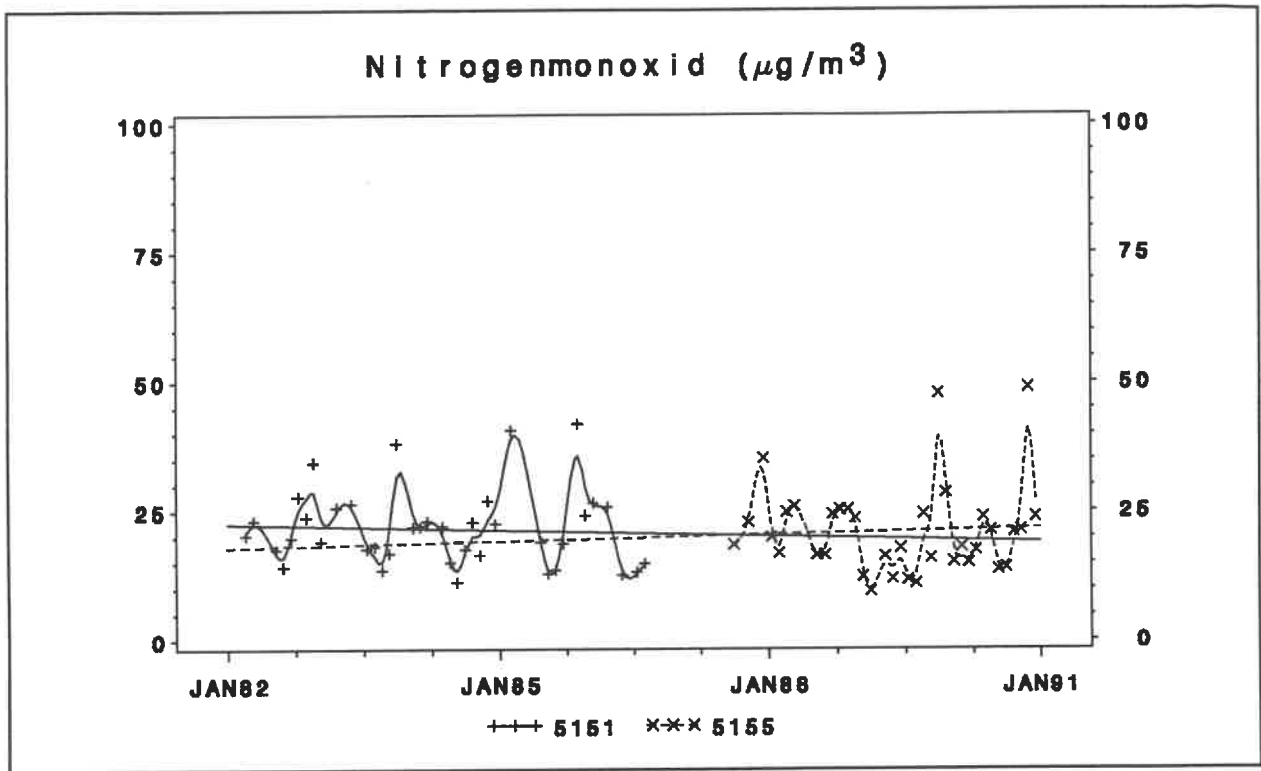
Figur 4.36. Tidsserie for nitrogenmonoxid ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) og nitrogendioxid ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) i Aalborg 8151.



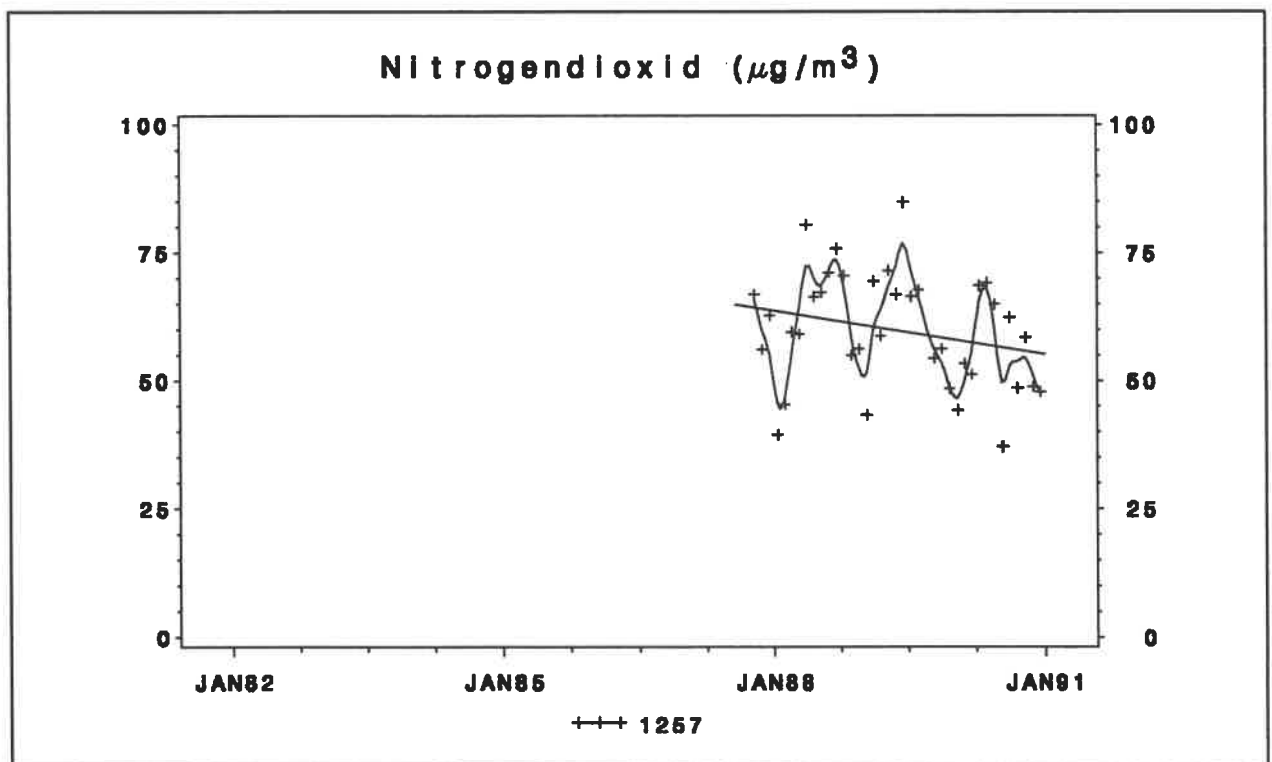
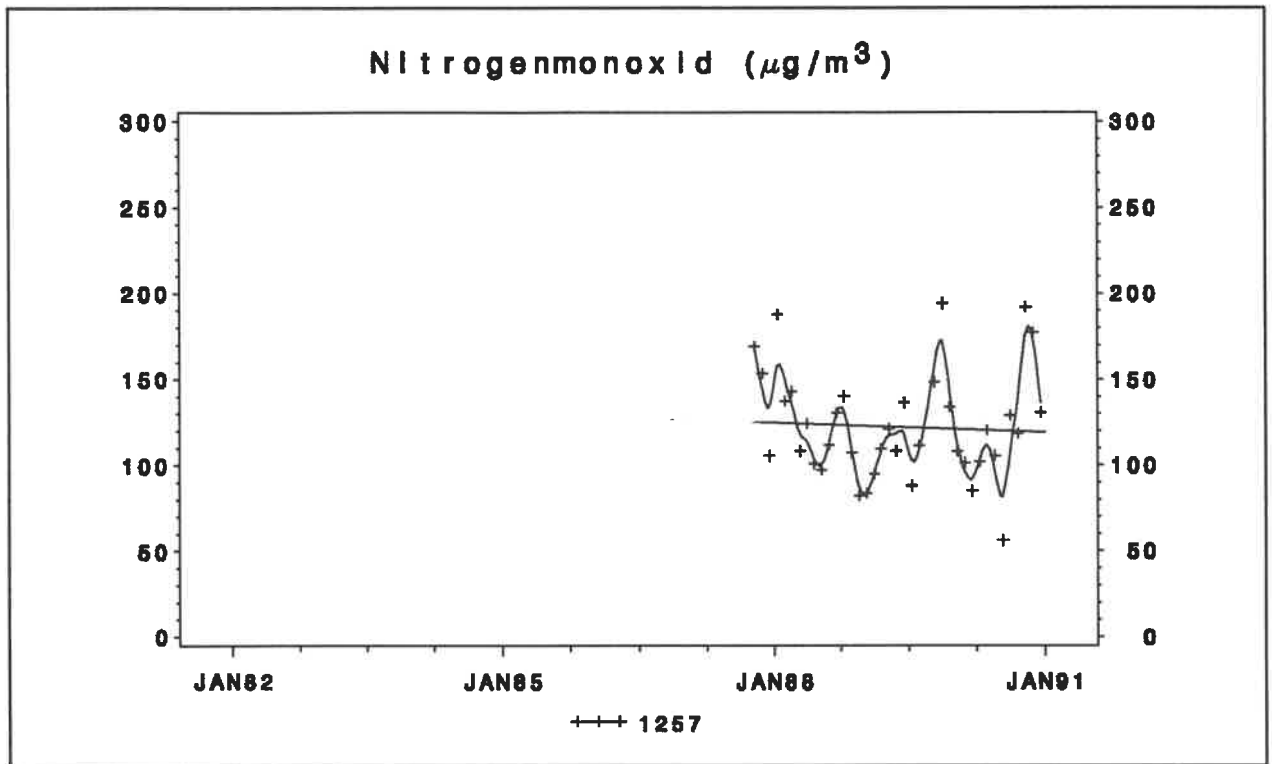
Figur 4.35. Tidsserie for nitrogenmonoxid ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) og nitrogendioxid ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) i Århus 6155.



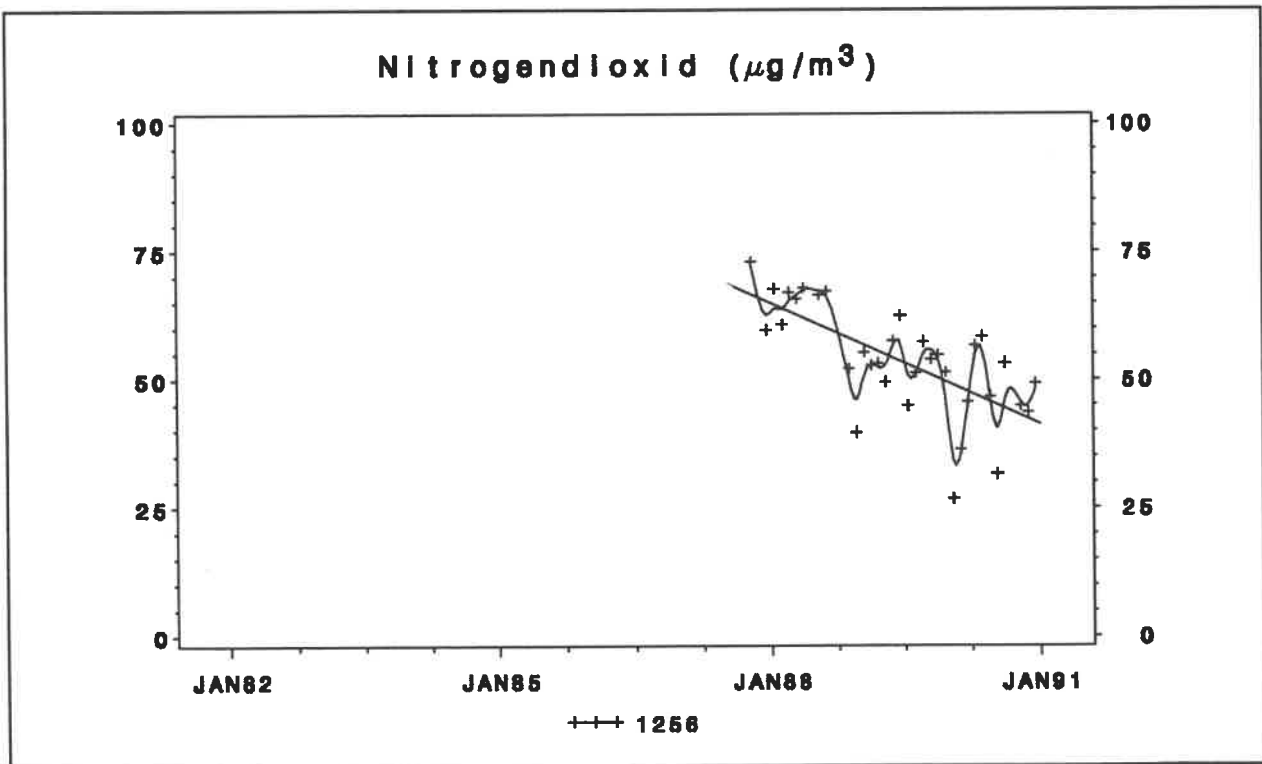
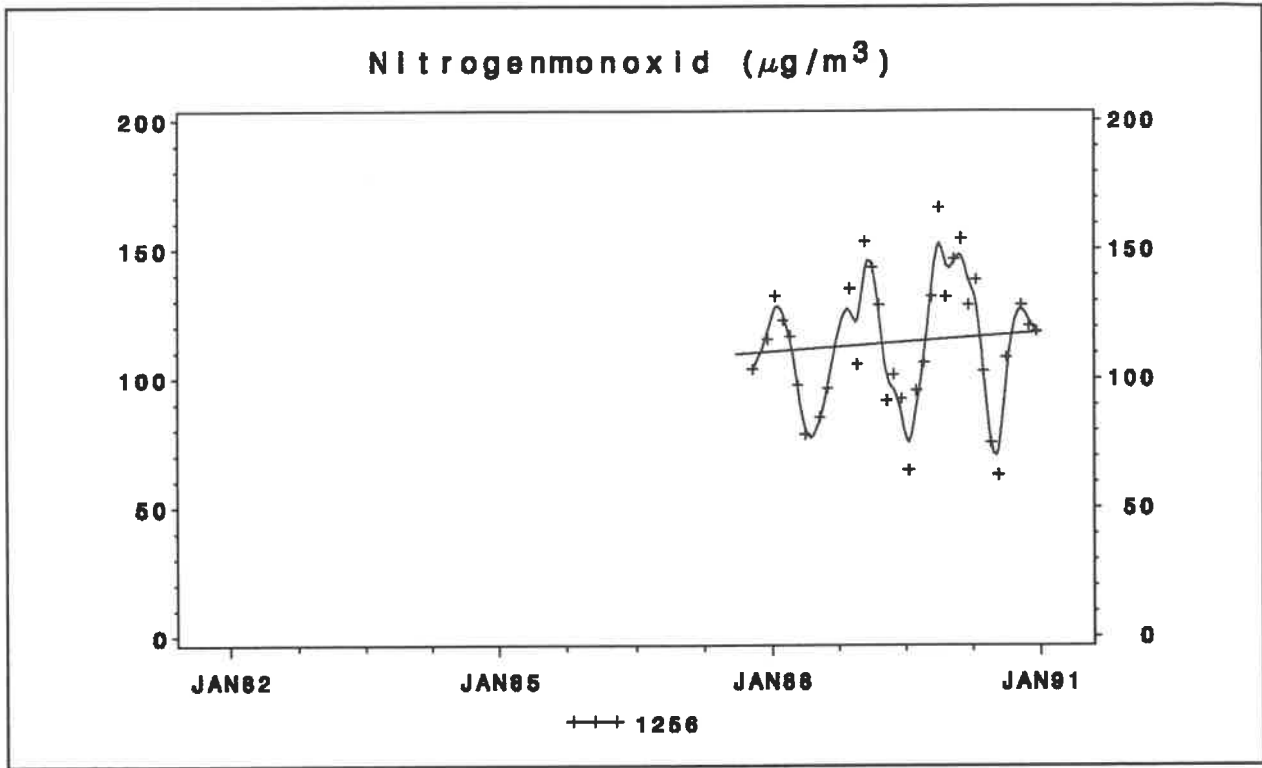
Figur 4.34. Tidsserie for nitrogenmonoxid ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) og nitrogendioxid ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) i Esbjerg 5651 og 5655.



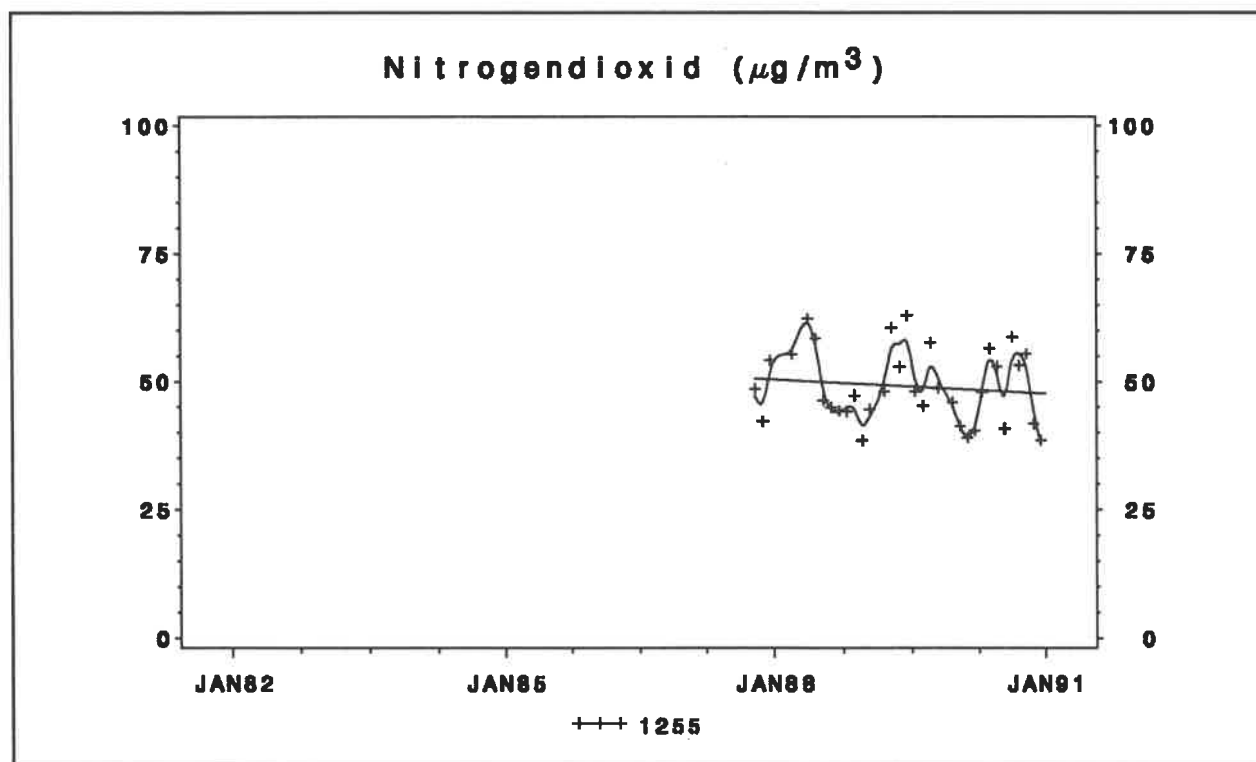
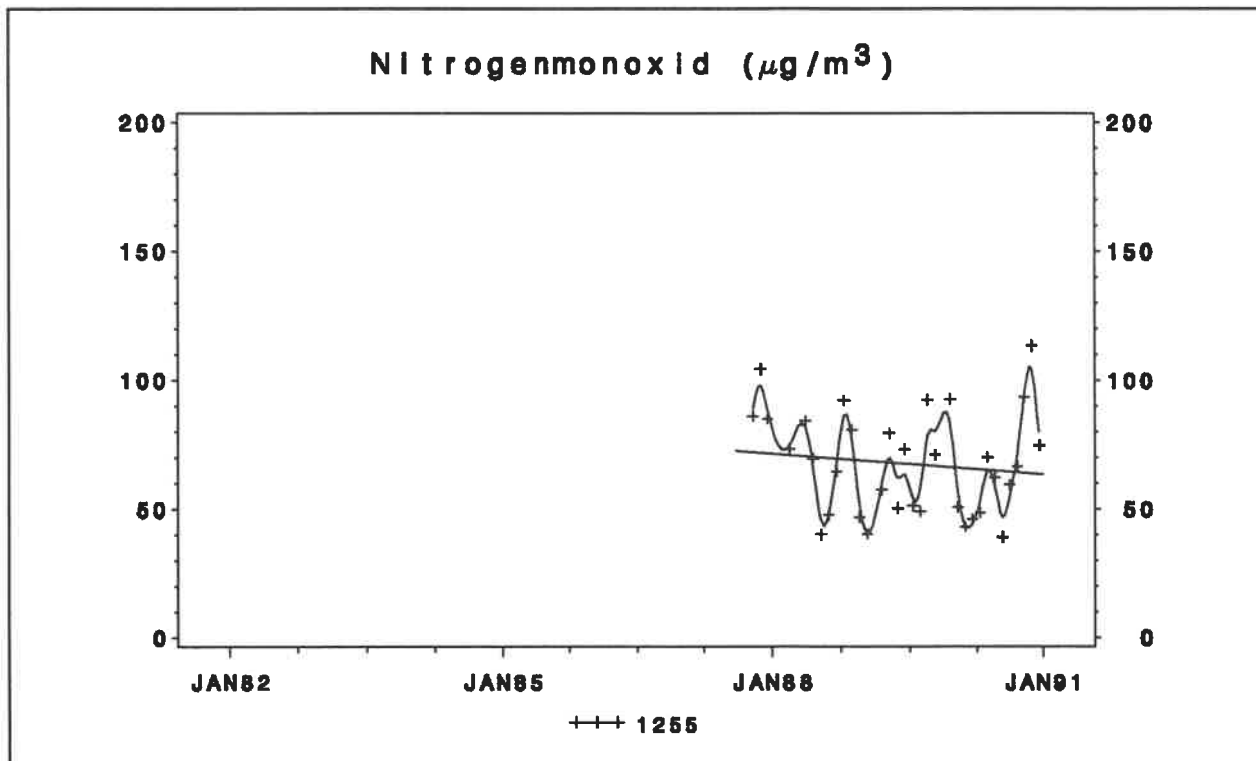
Figur 4.33. Tidsserie for nitrogenmonoxid ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) og nitrogendioxid ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) i Fredericia 5151 og 5155.



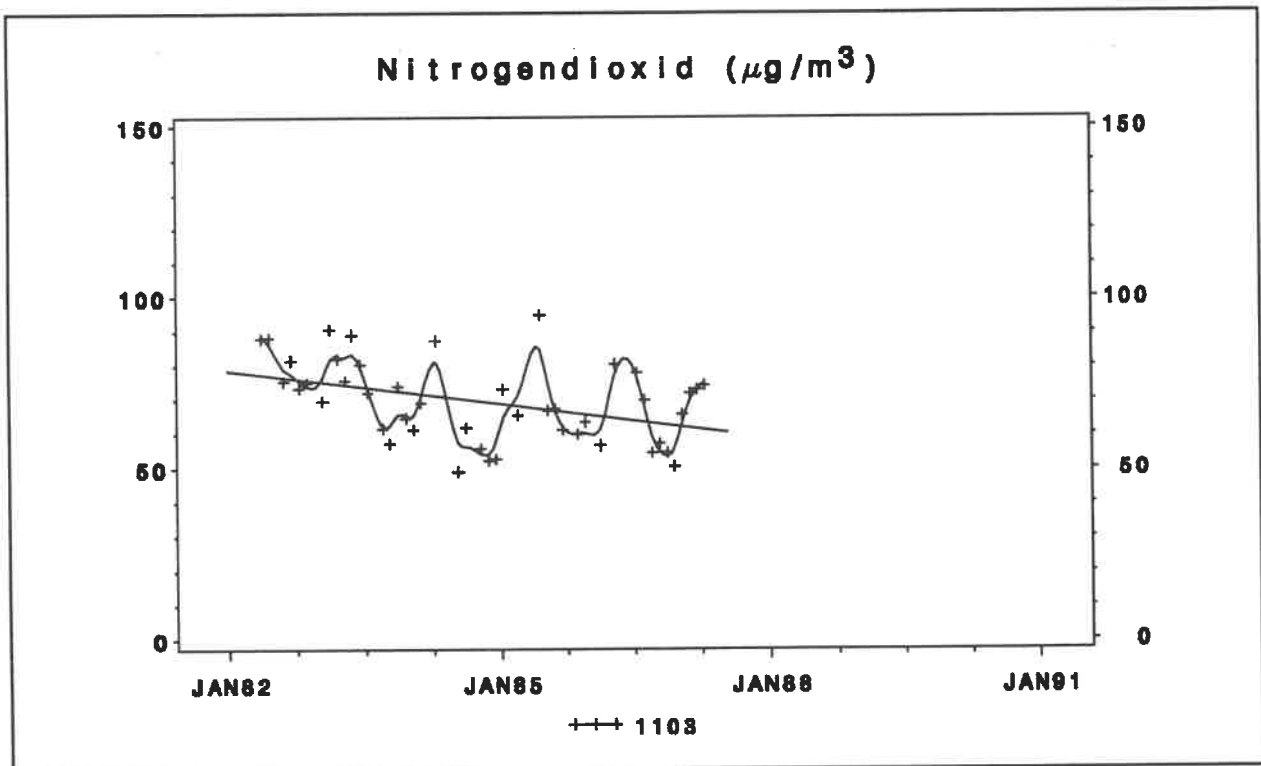
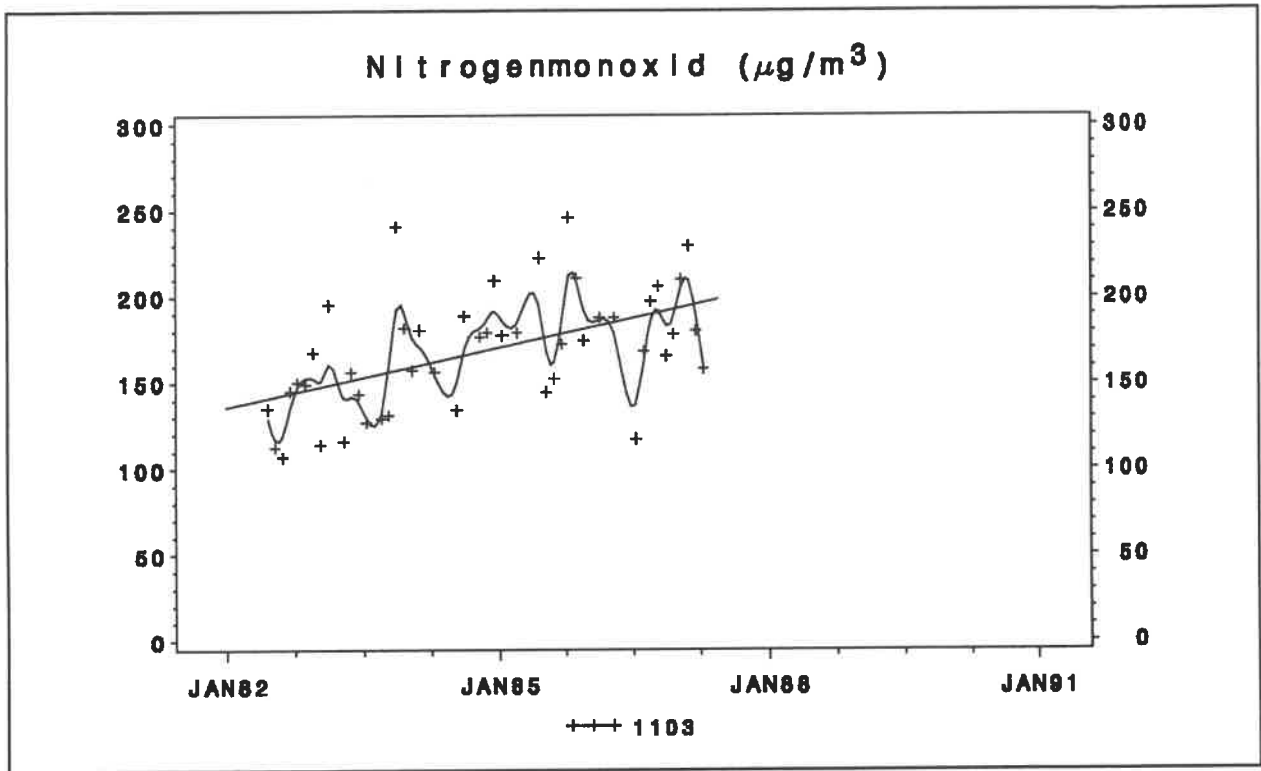
Figur 4.32. Tidsserie for nitrogenmonoxid ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) og nitrogendioxid ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) i København 1257.



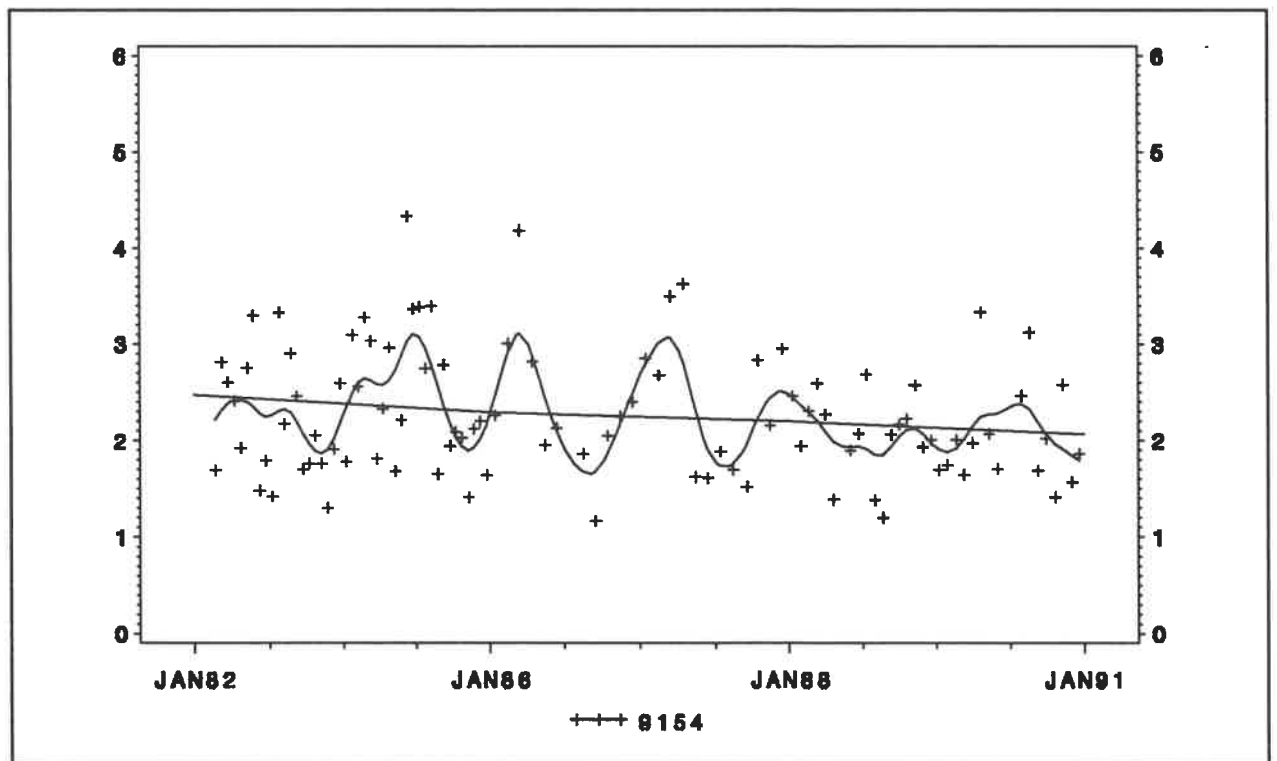
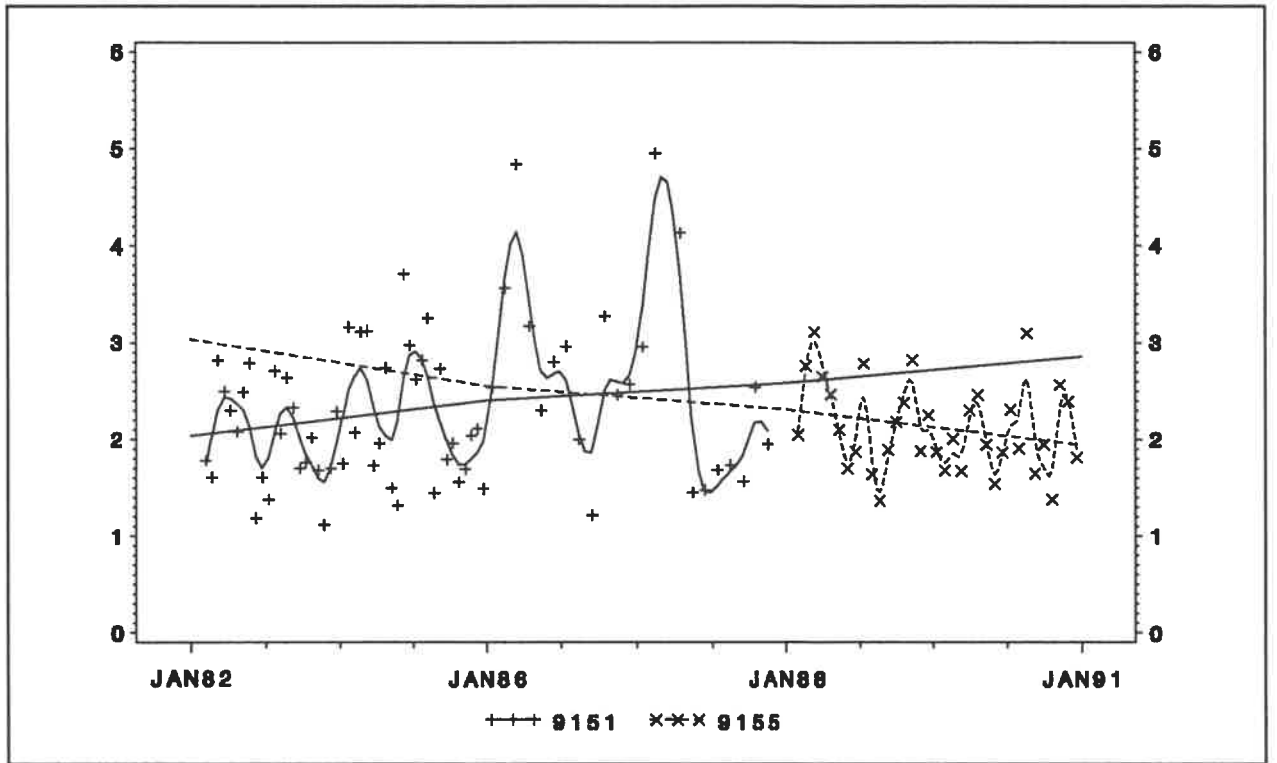
Figur 4.31. Tidsserie for nitrogenmonoxid ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) og nitrogendioxid ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) i København 1256.



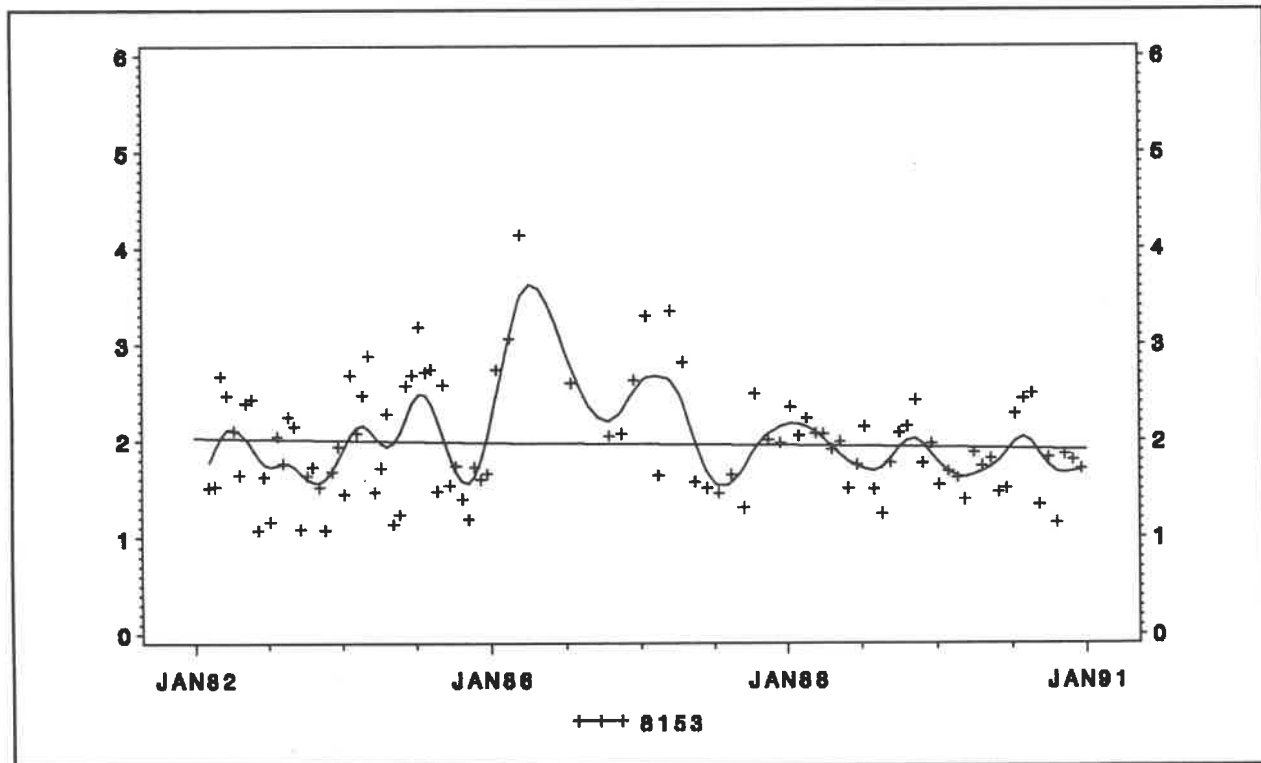
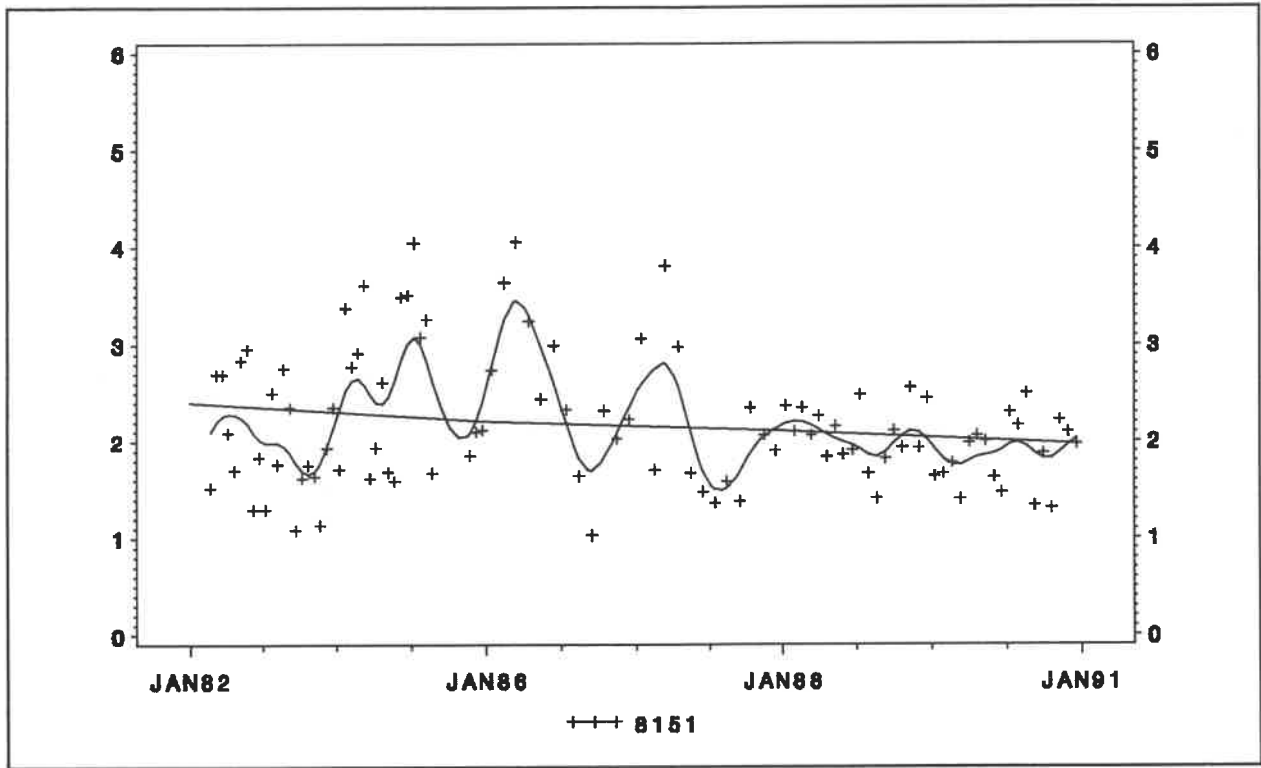
Figur 4.30. Tidsserie for nitrogenmonoxid ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) og nitrogendioxid ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) i København 1255.



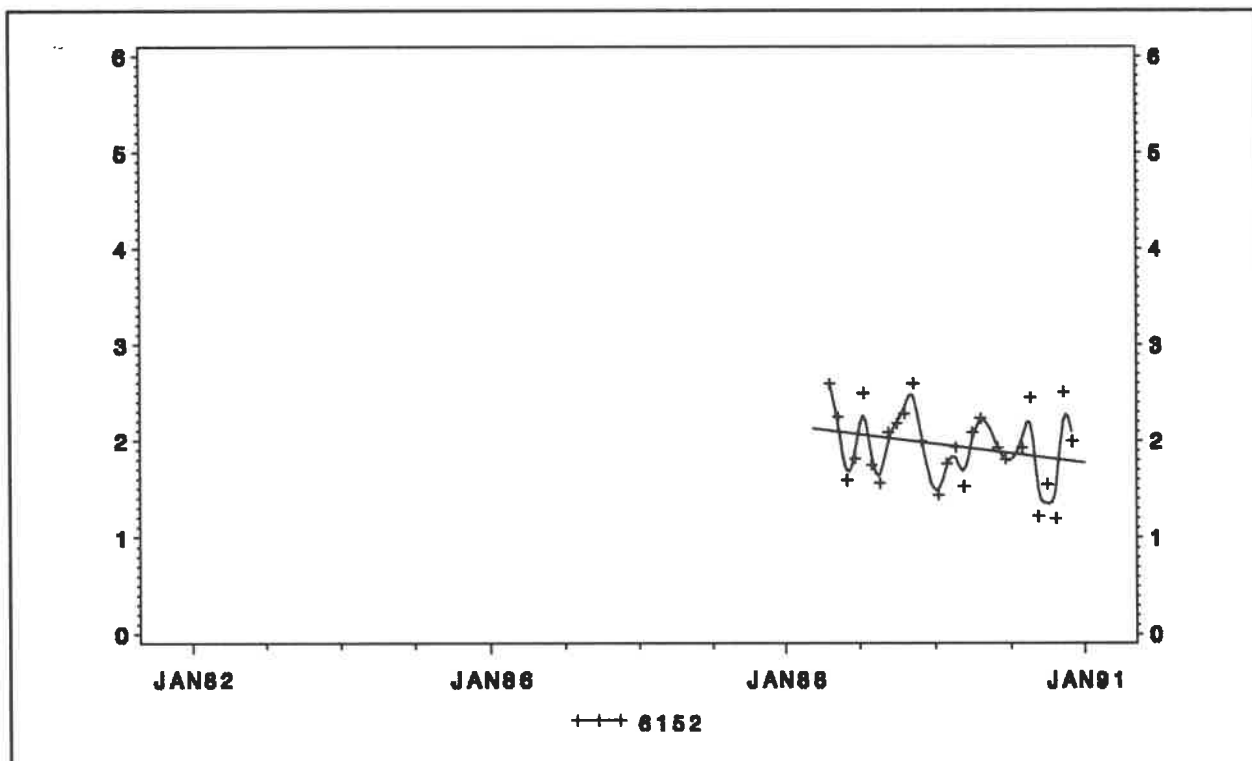
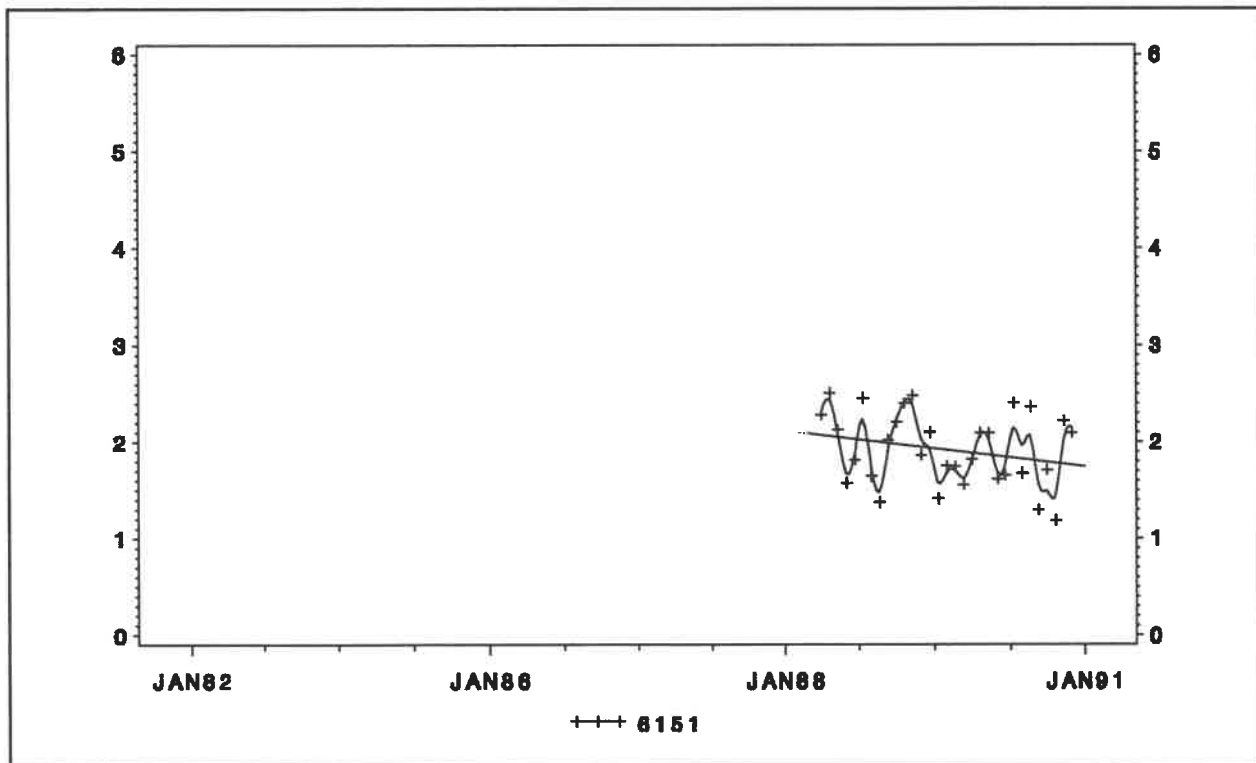
Figur 4.29. Tidsserie for nitrogenmonoxid ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) og nitrogendioxid ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) i København 1103.



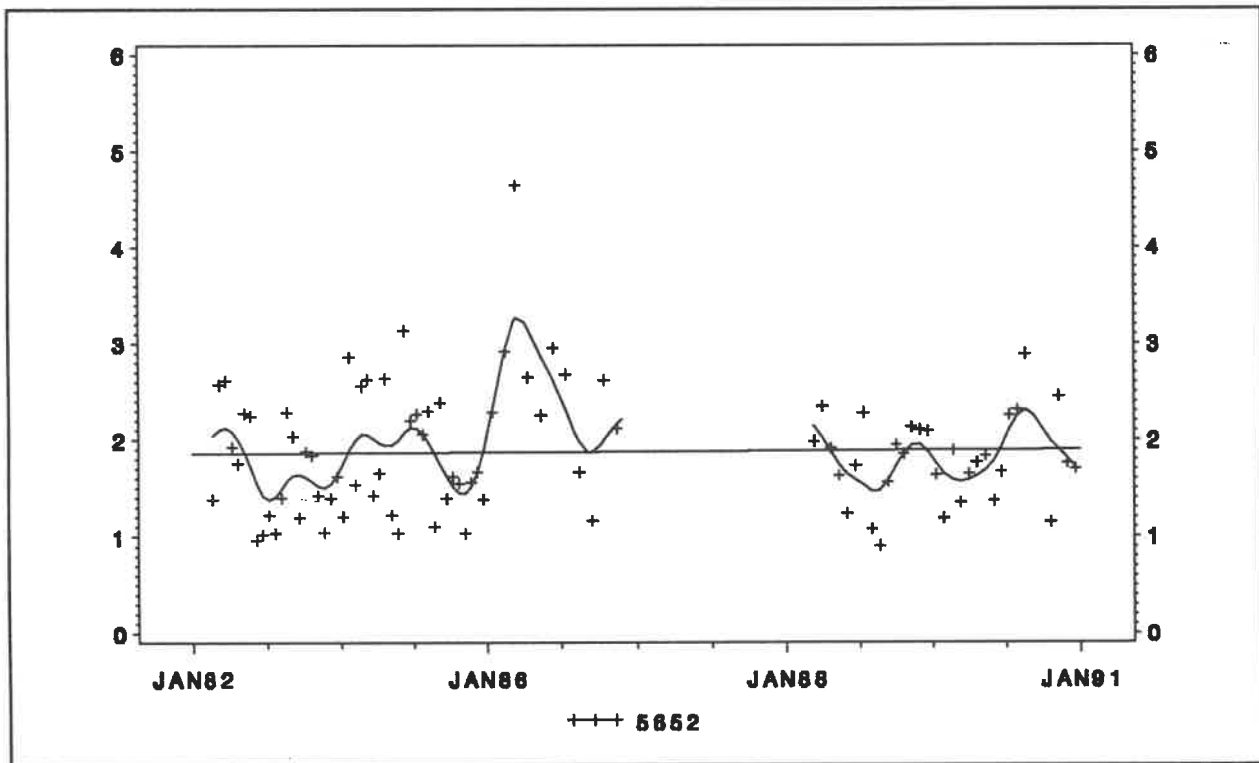
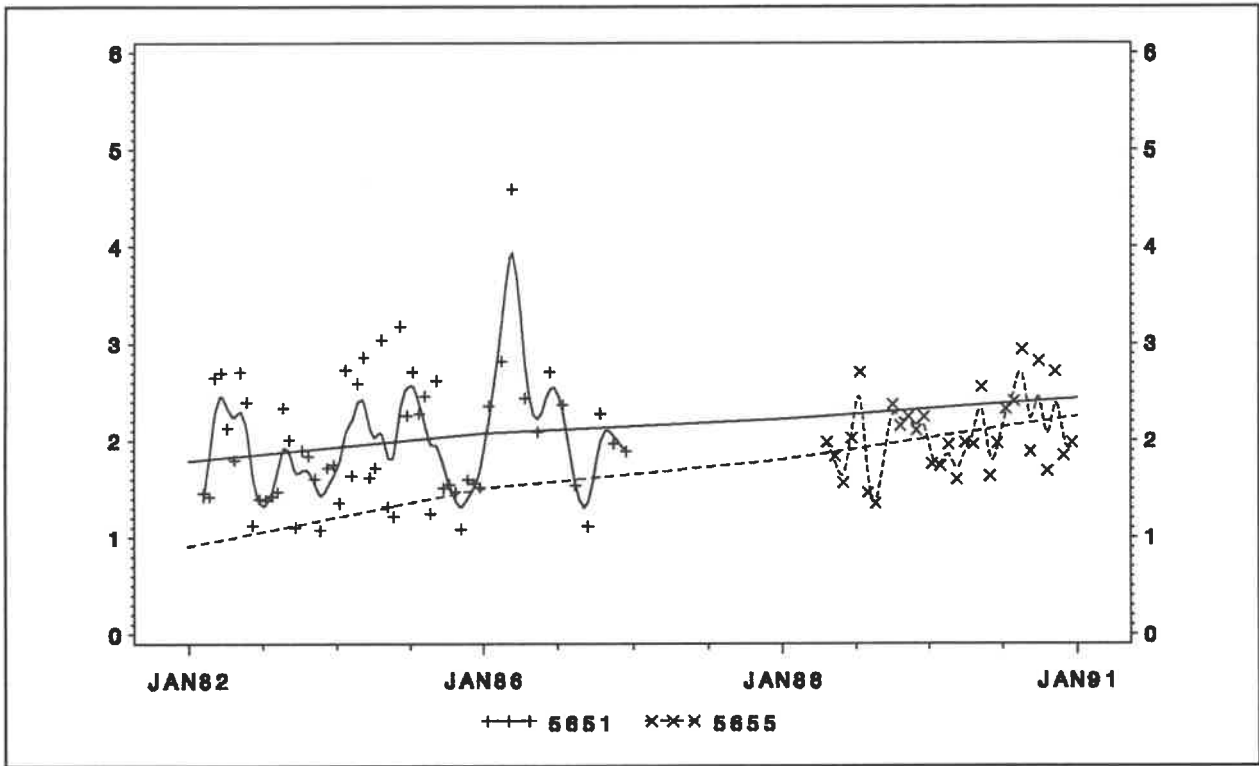
Figur 4.28. Tidsserie for Svovl ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) i Odense.



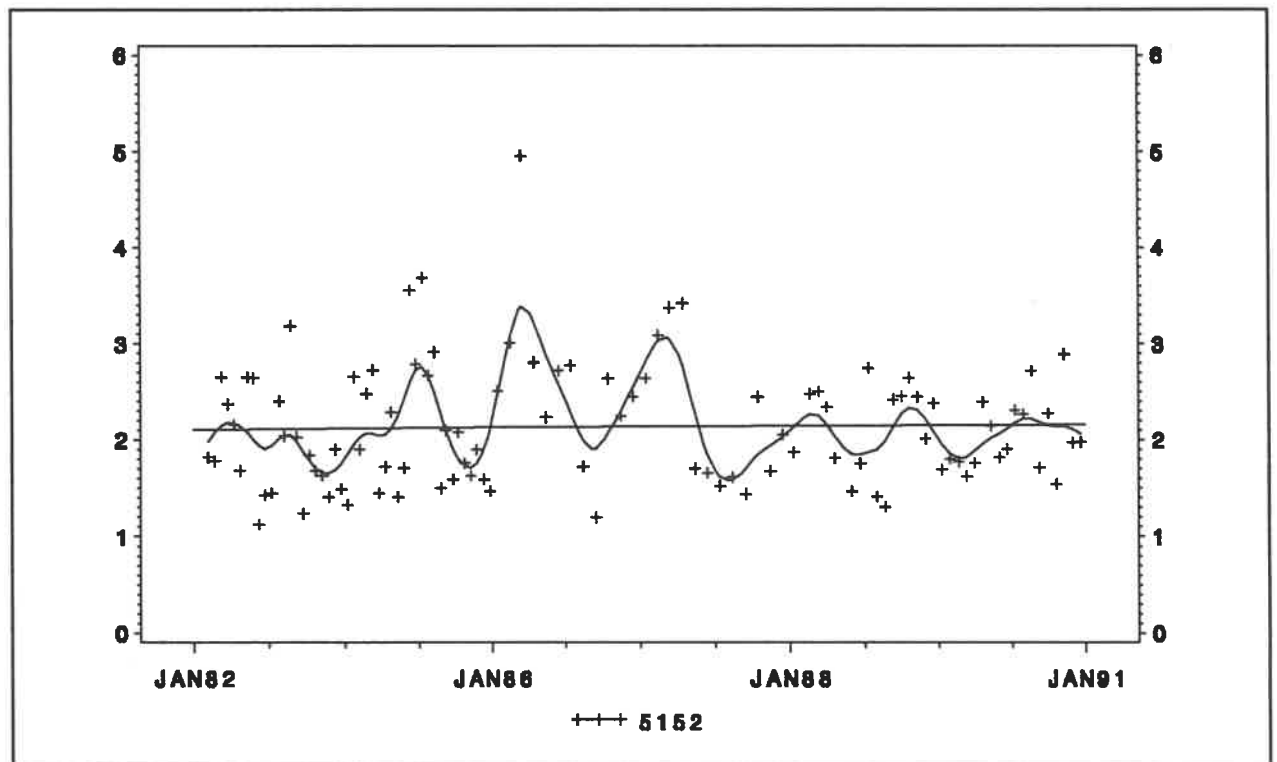
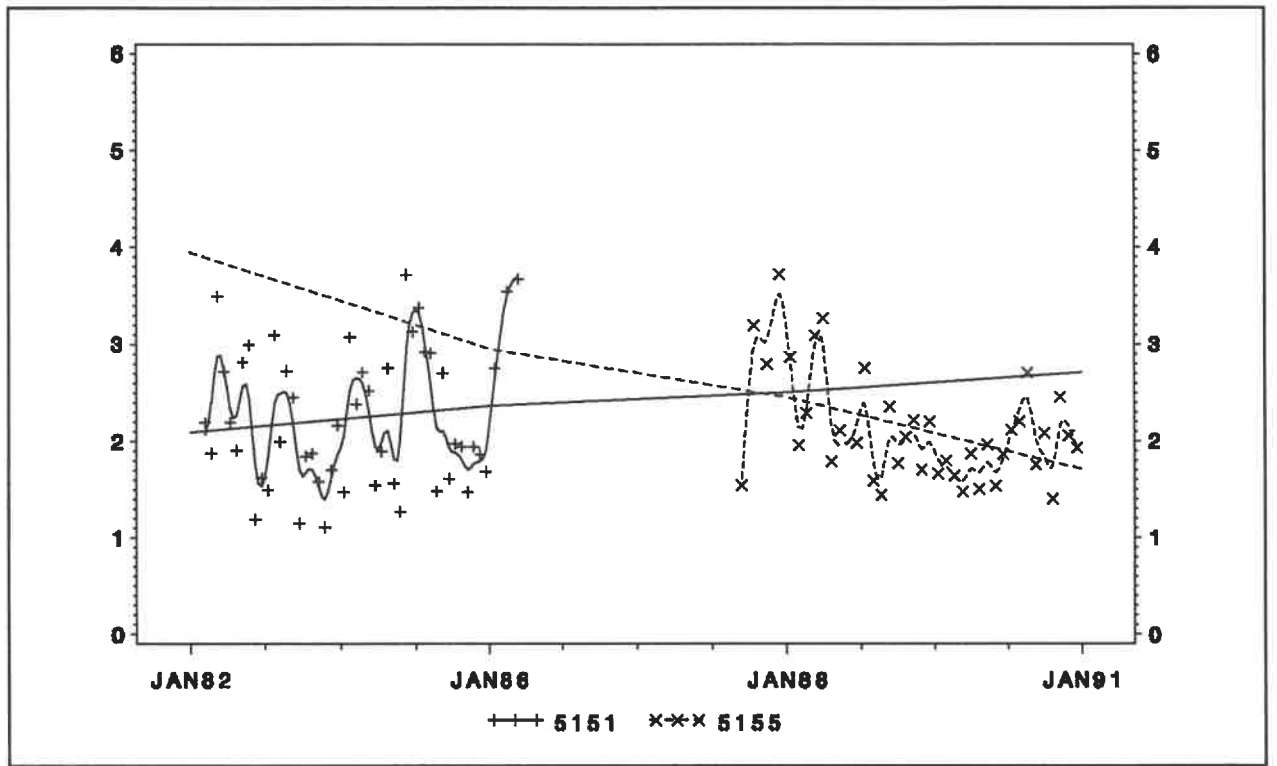
Figur 4.27. Tidsserie for Svovl ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) i Aalborg.



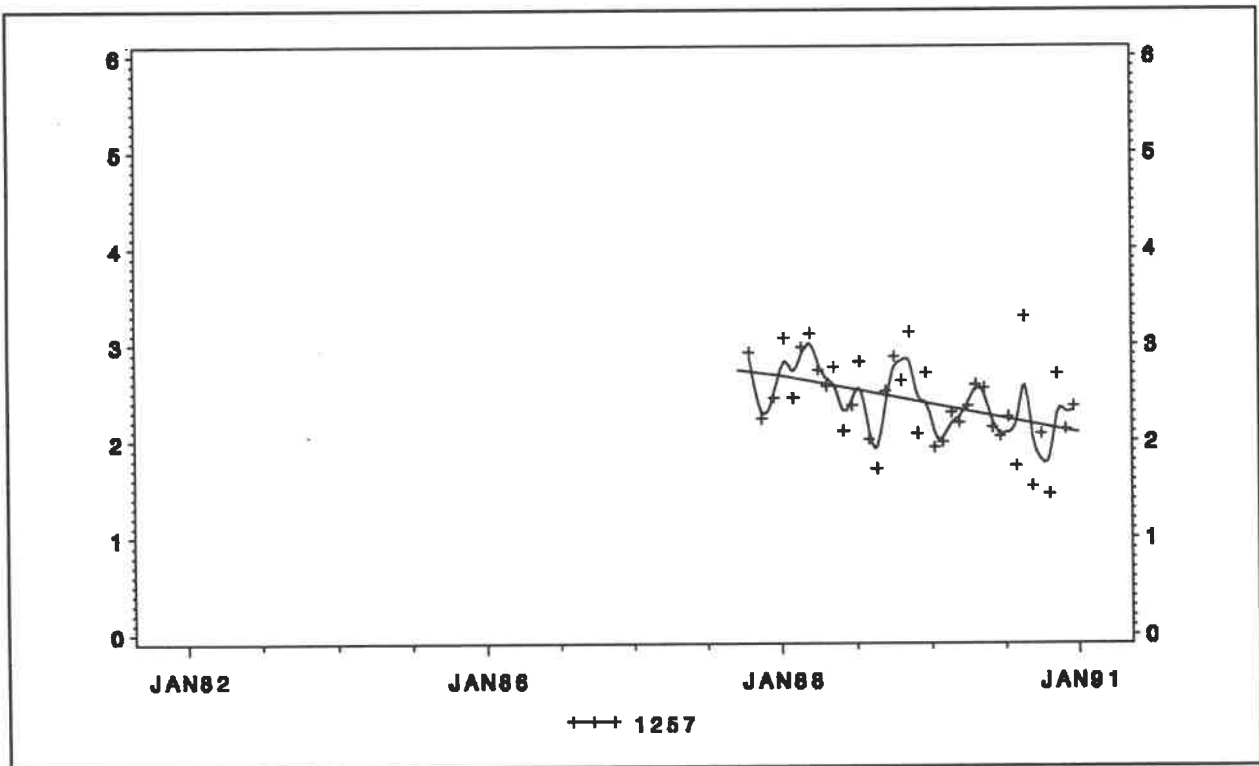
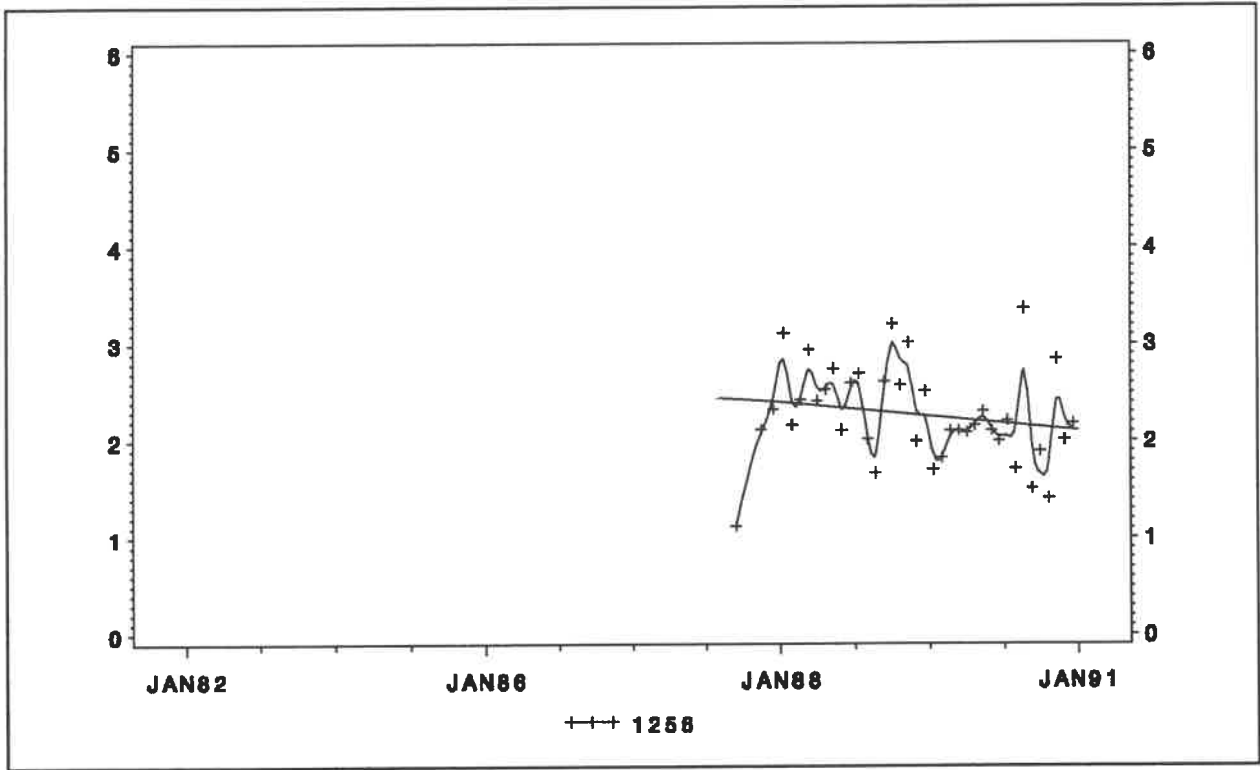
Figur 4.26. Tidsserie for Svovl ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) i Århus.



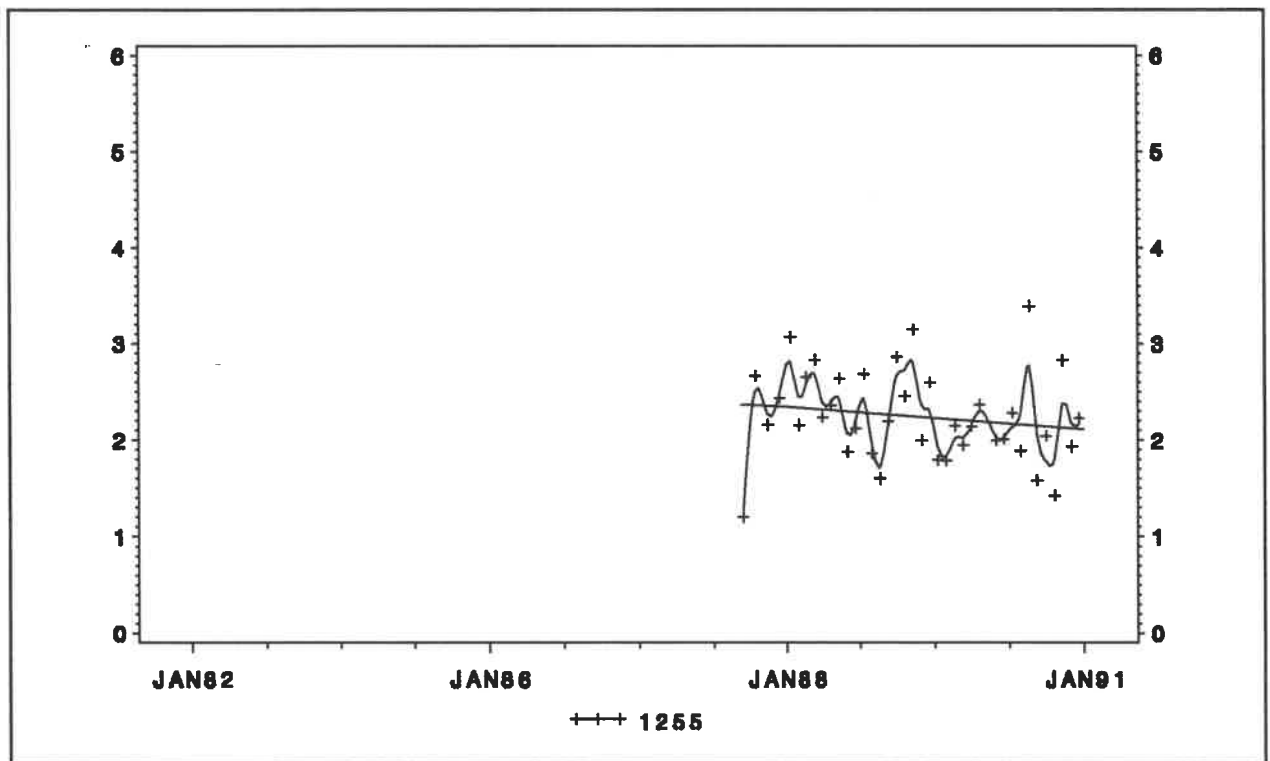
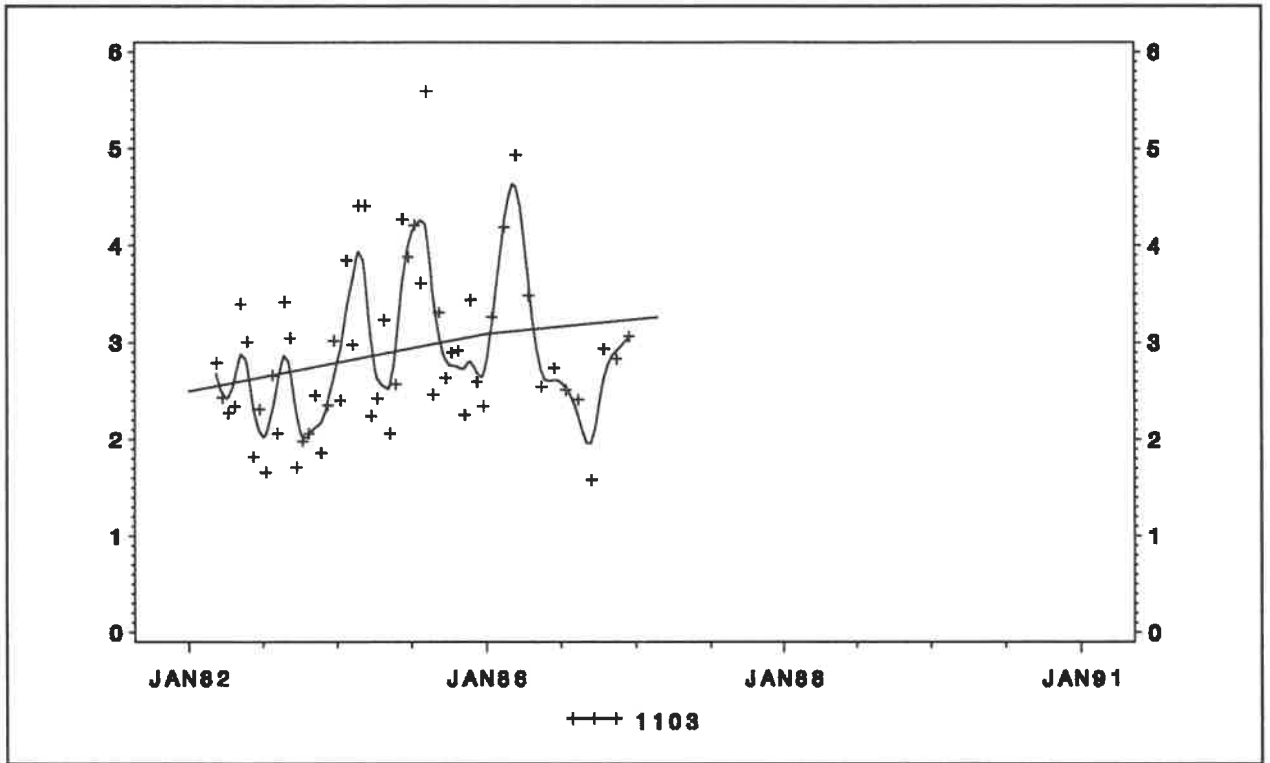
Figur 4.25. Tidsserie for Svovl ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) i Esbjerg.



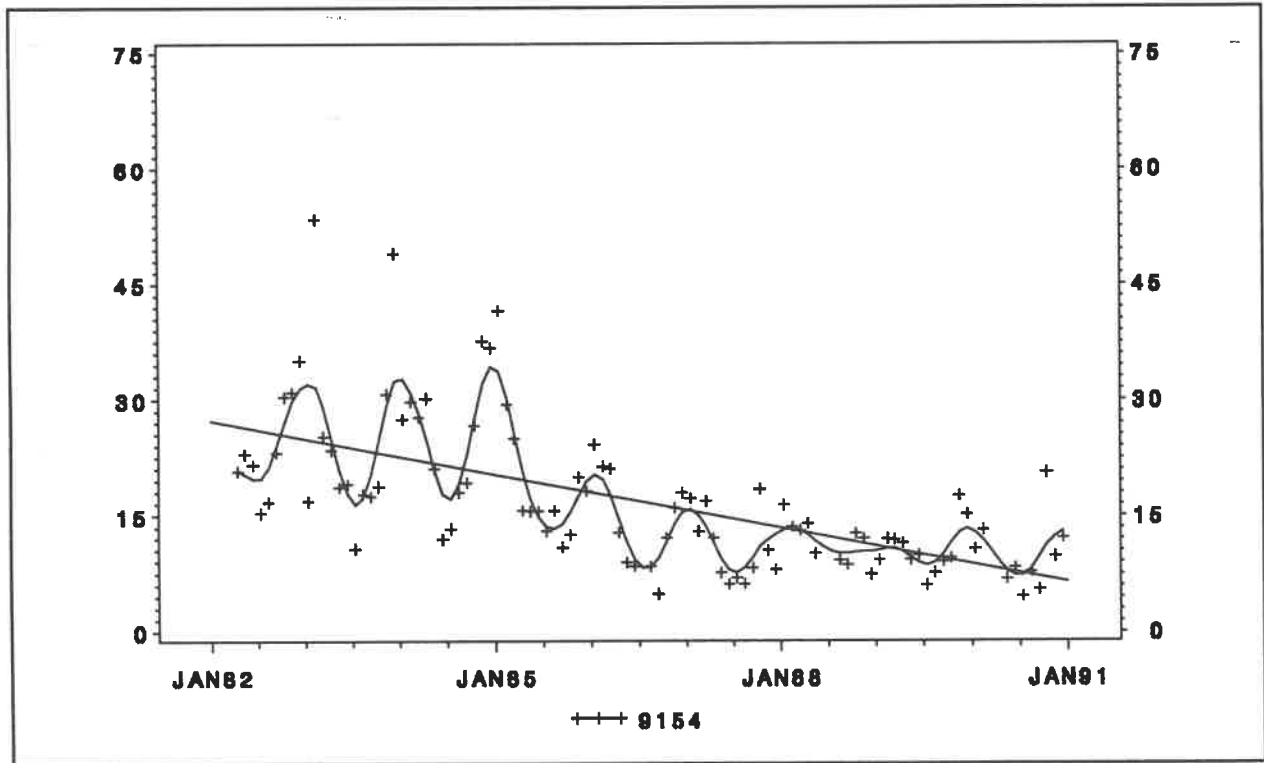
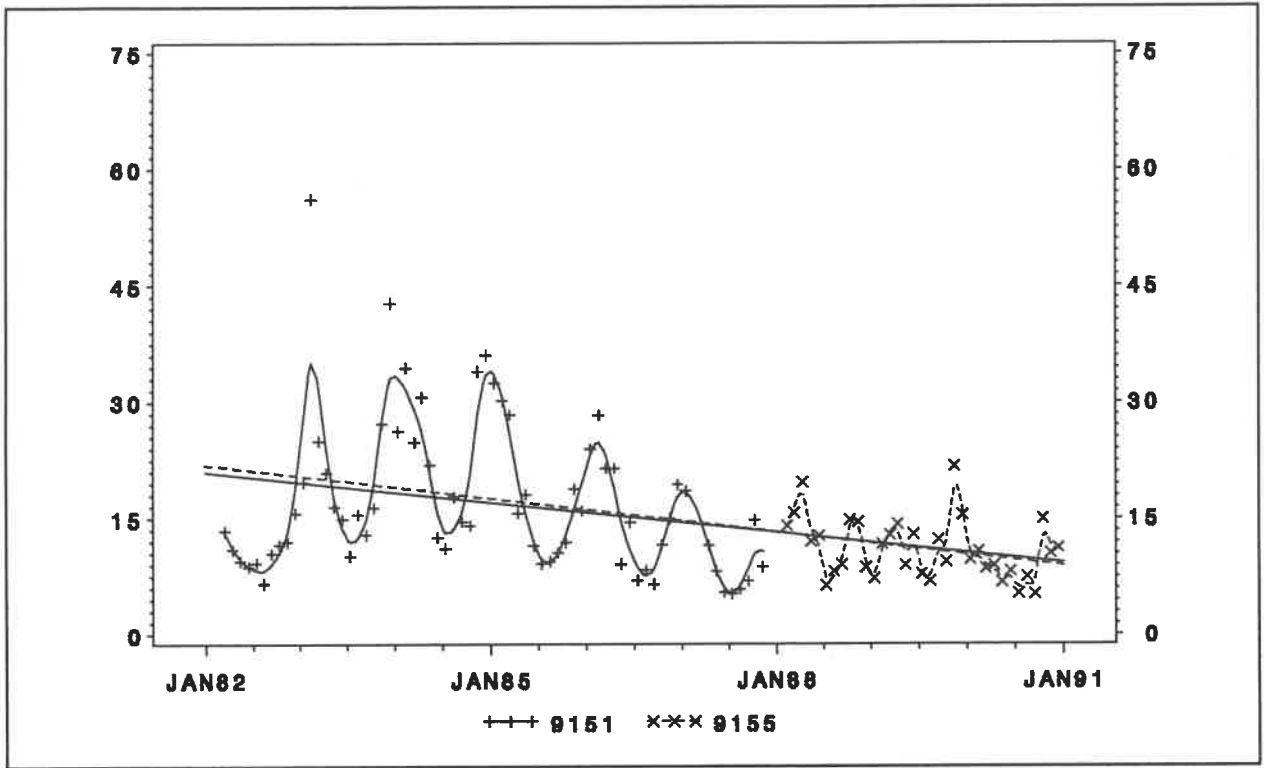
Figur 4.24. Tidsserie for Svovl ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) i Fredericia.



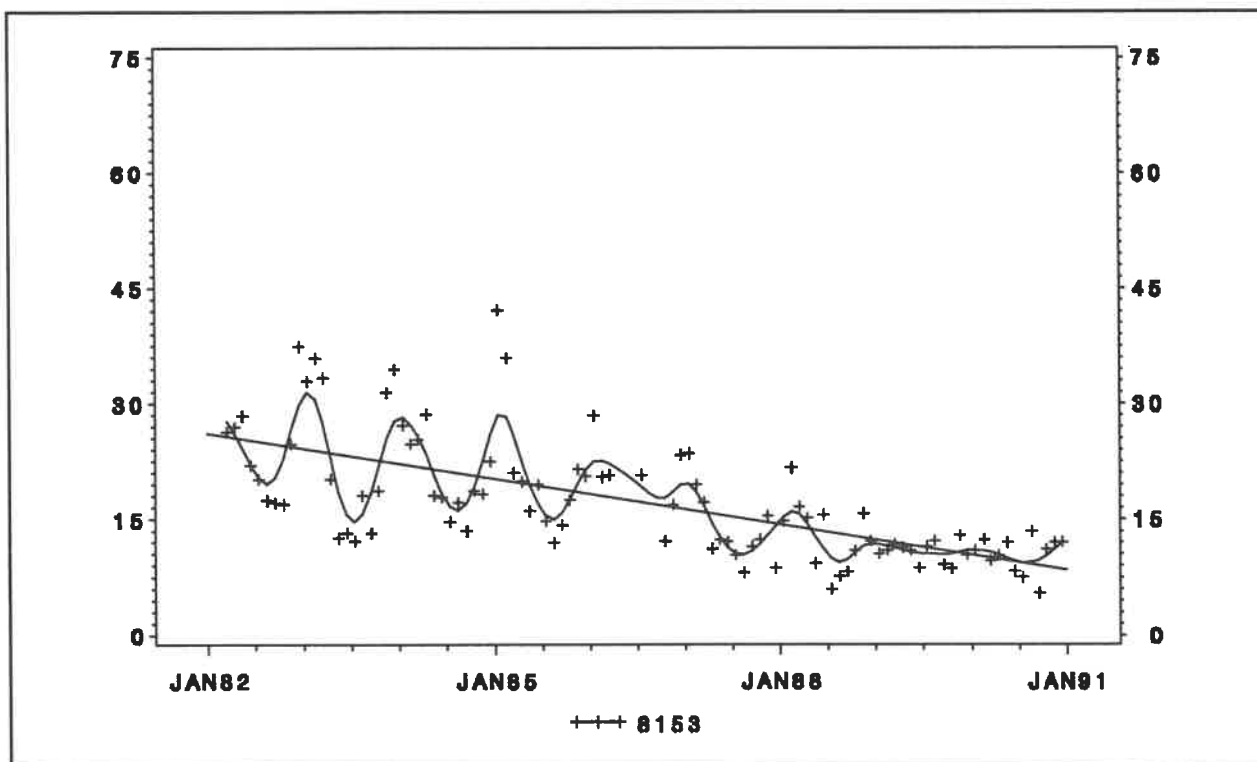
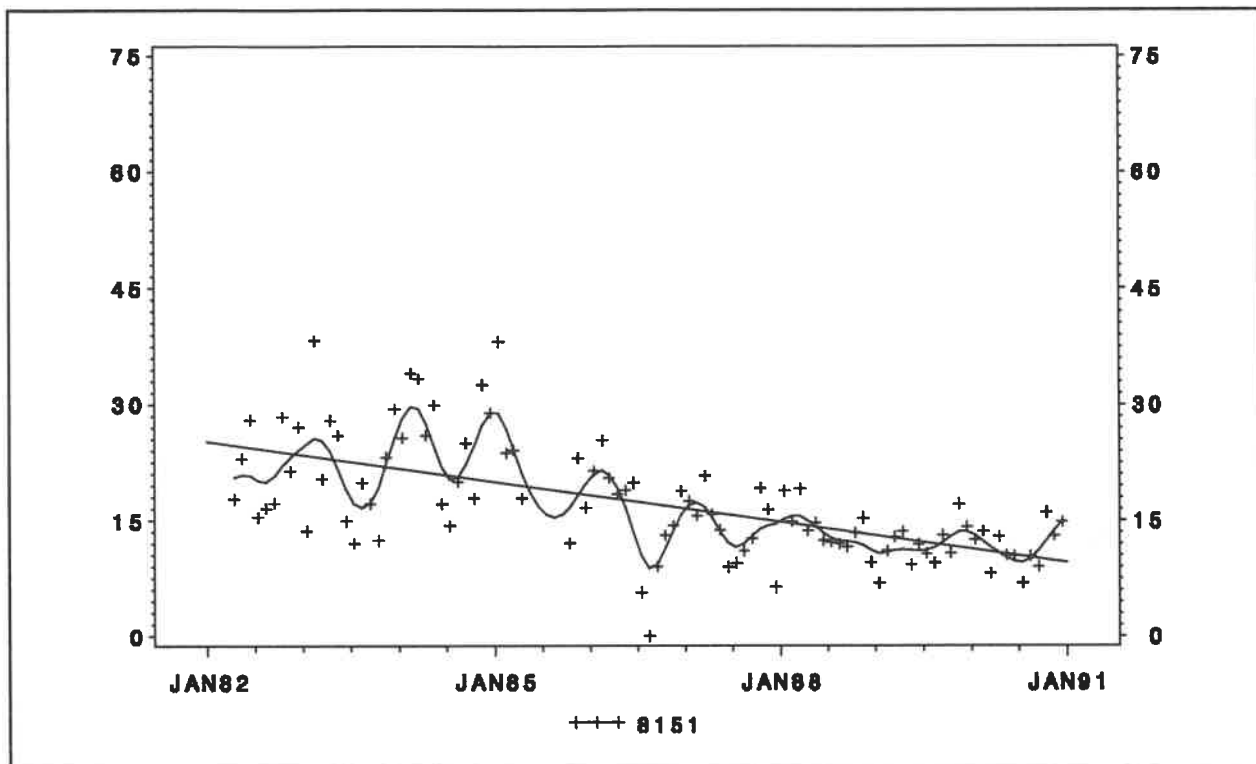
Figur 4.23. Tidsserie for Svovl ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) i København.



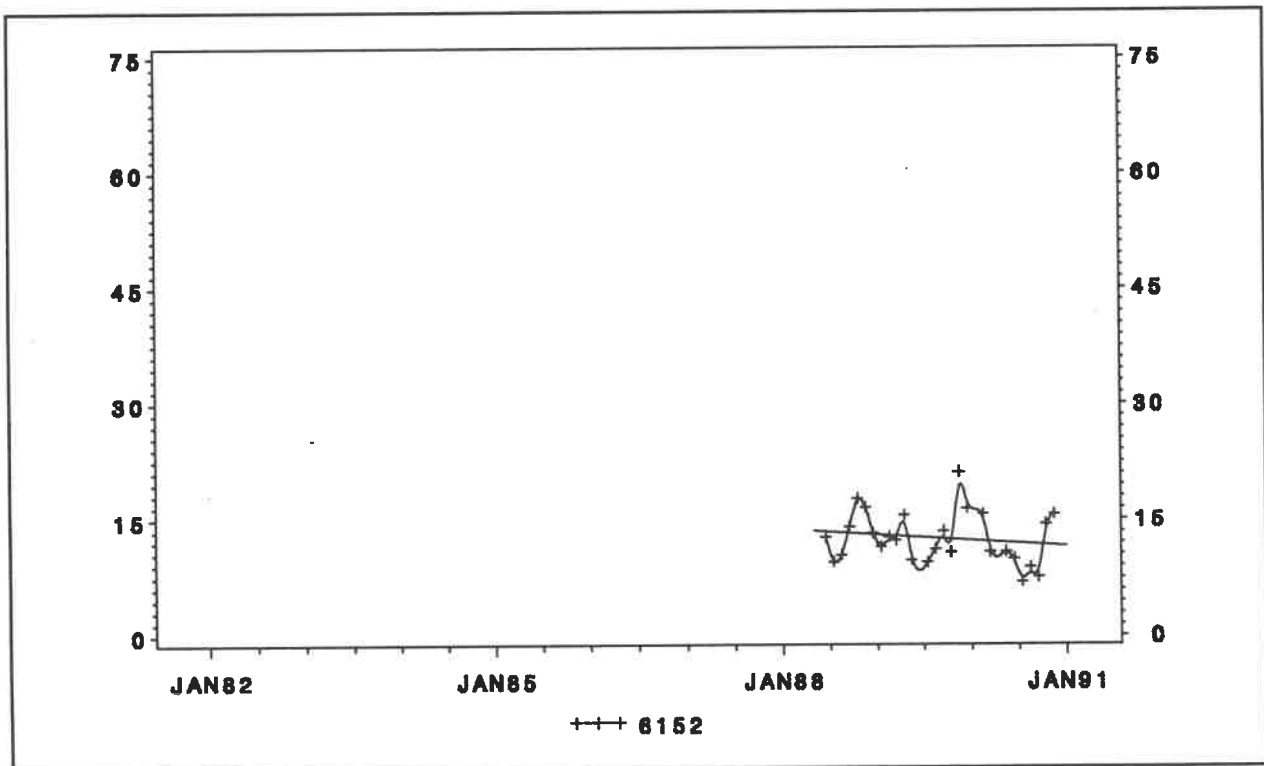
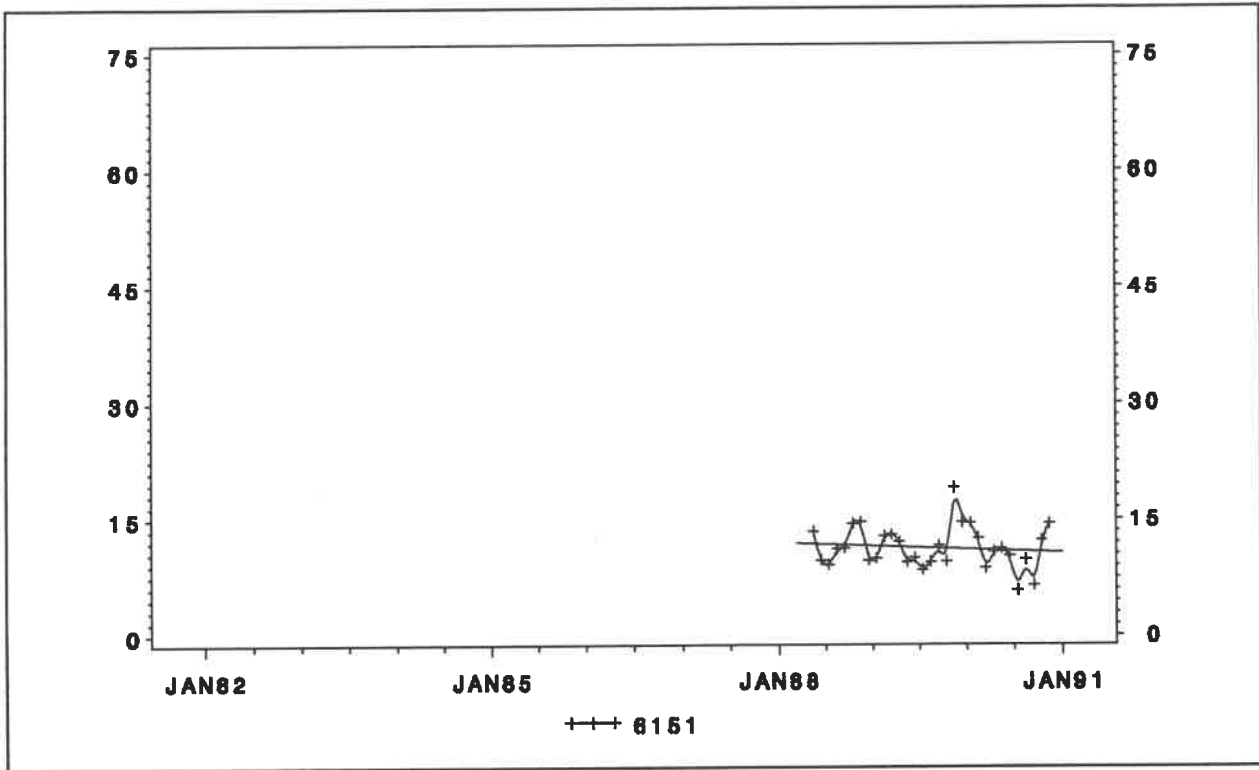
Figur 4.22. Tidsserie for Svovl ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) i København.



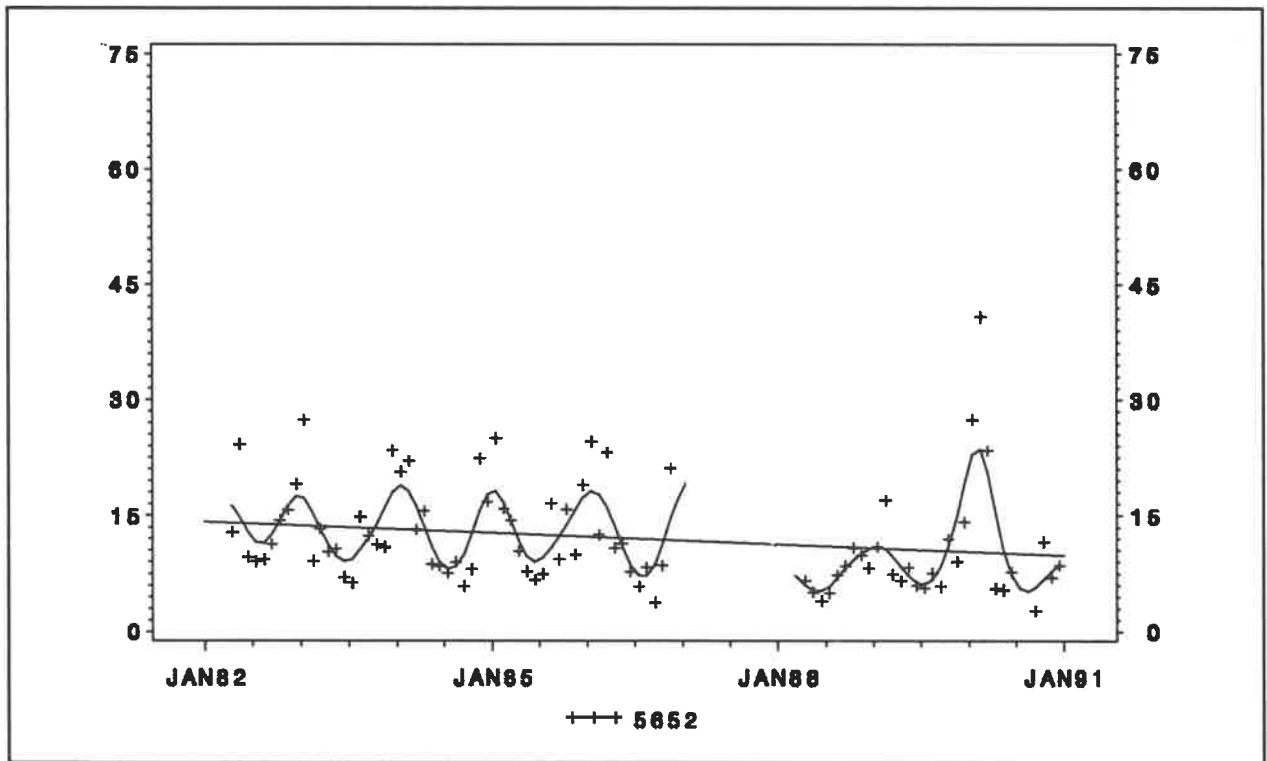
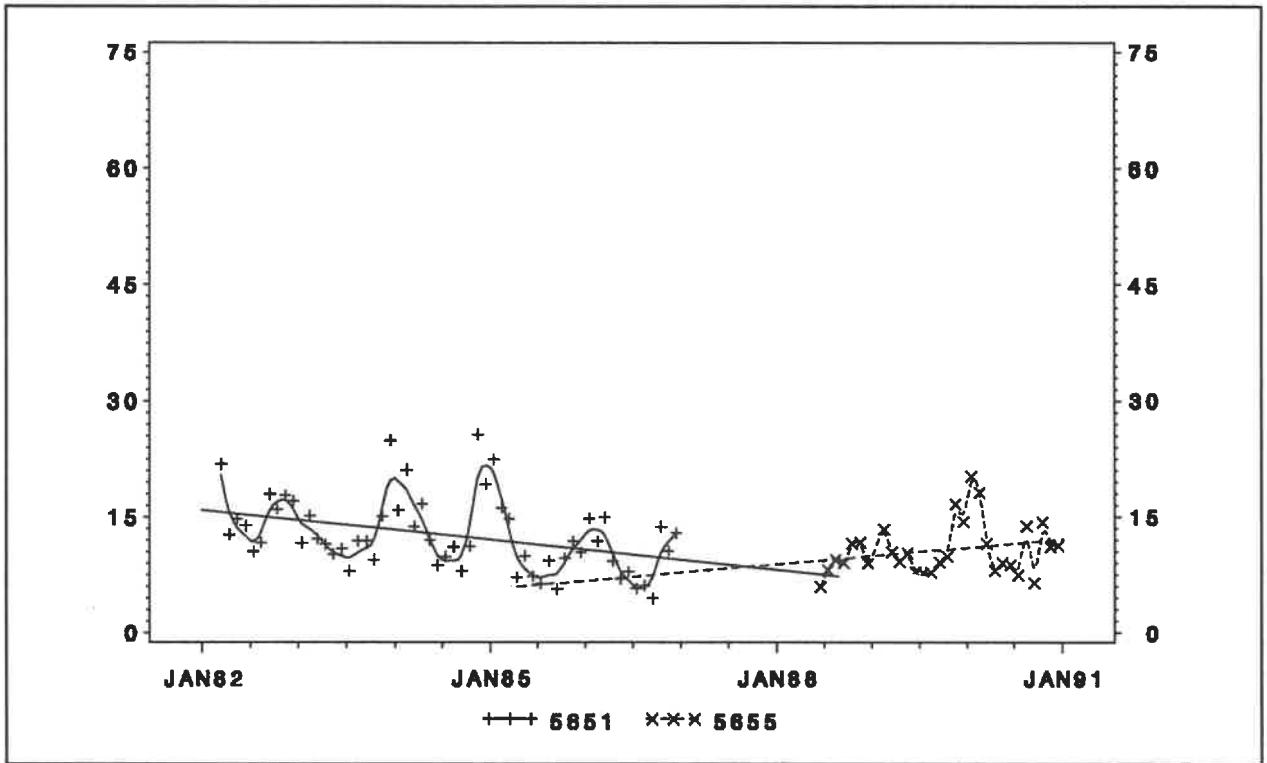
Figur 4.21. Tidsserie for Svovldioxid ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) i Odense.



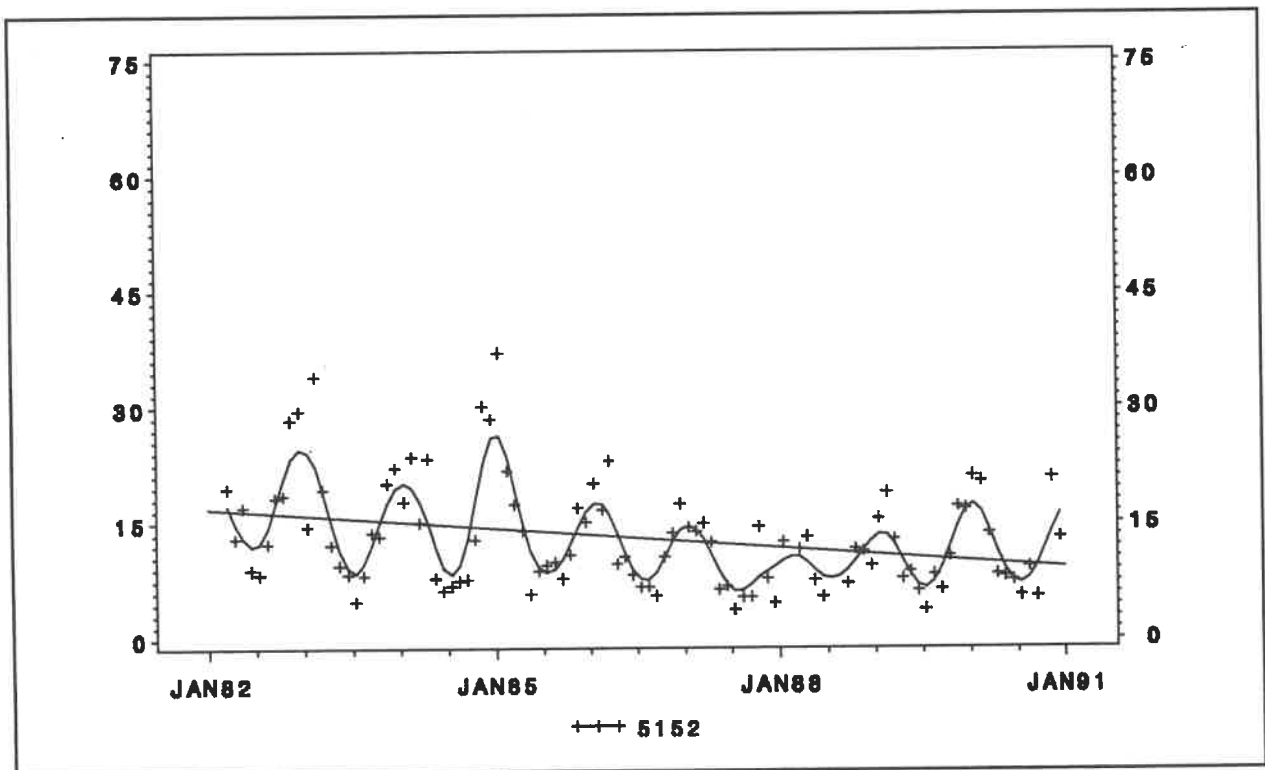
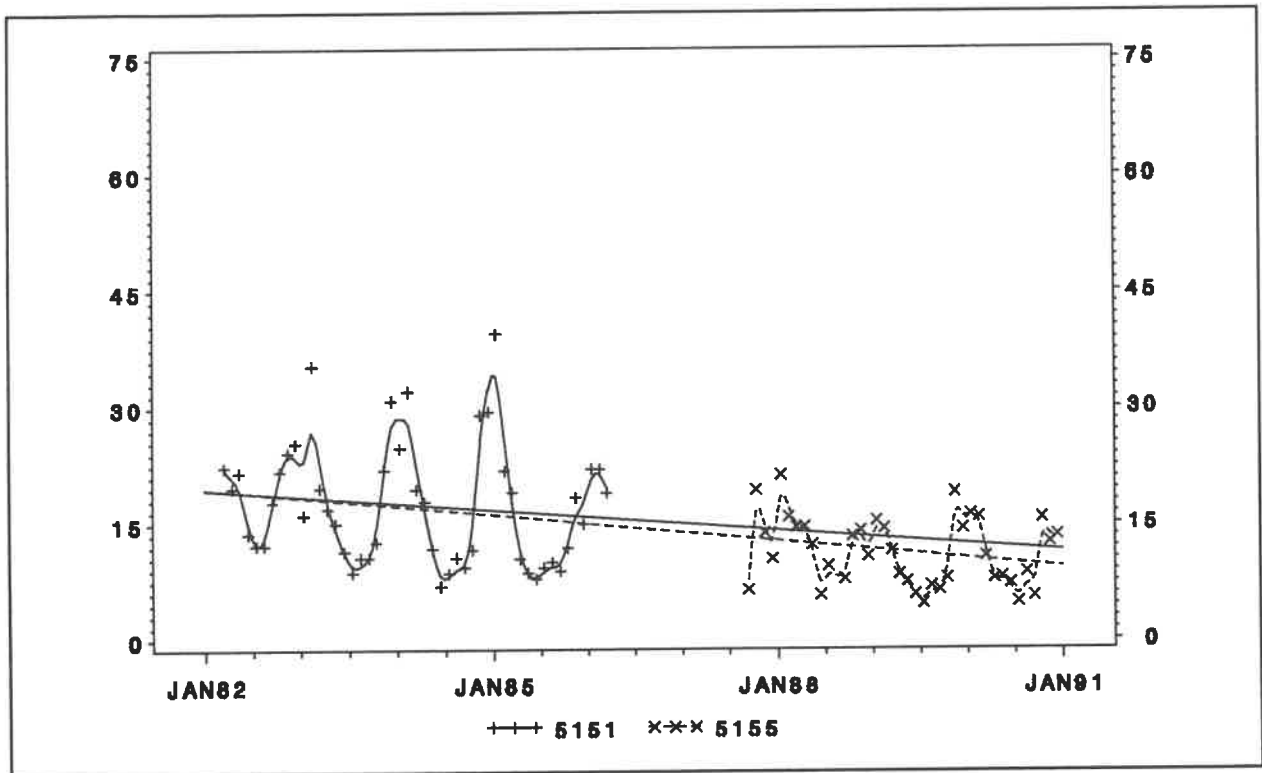
Figur 4.20. Tidsserie for Svovldioxid ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) i Aalborg.



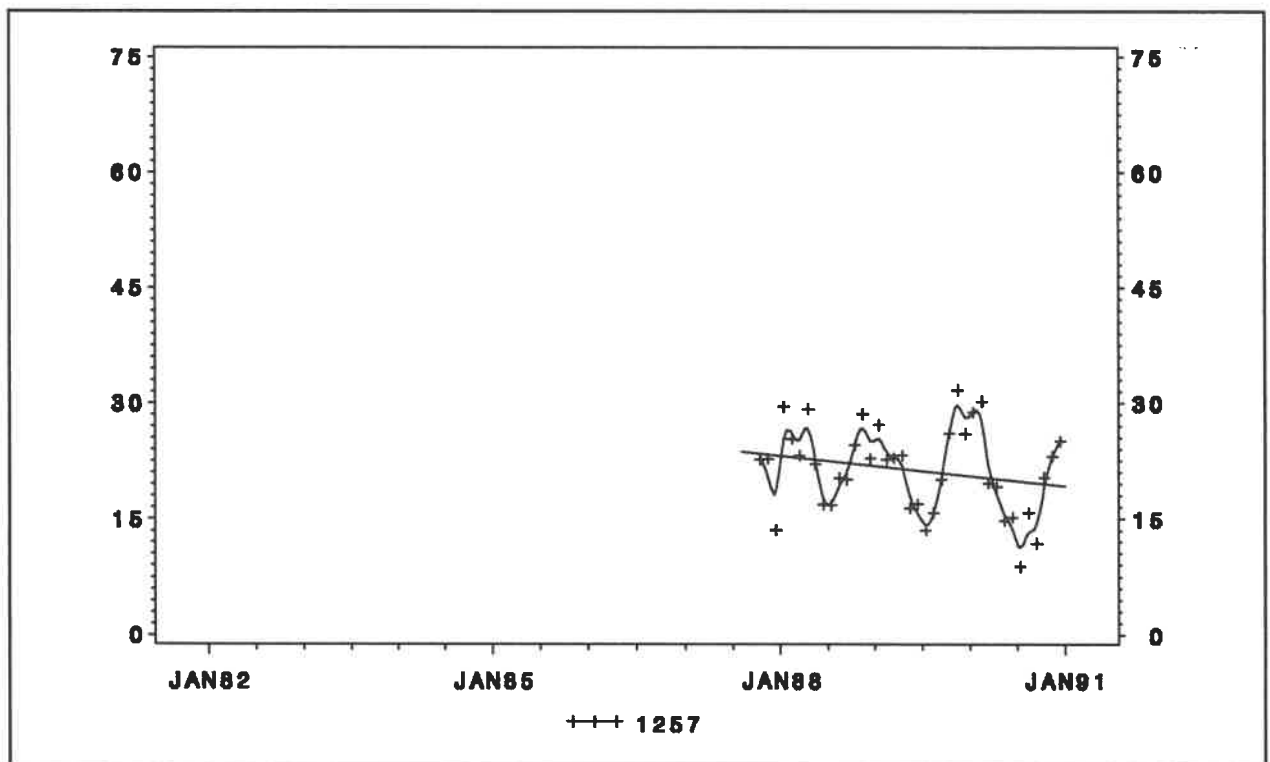
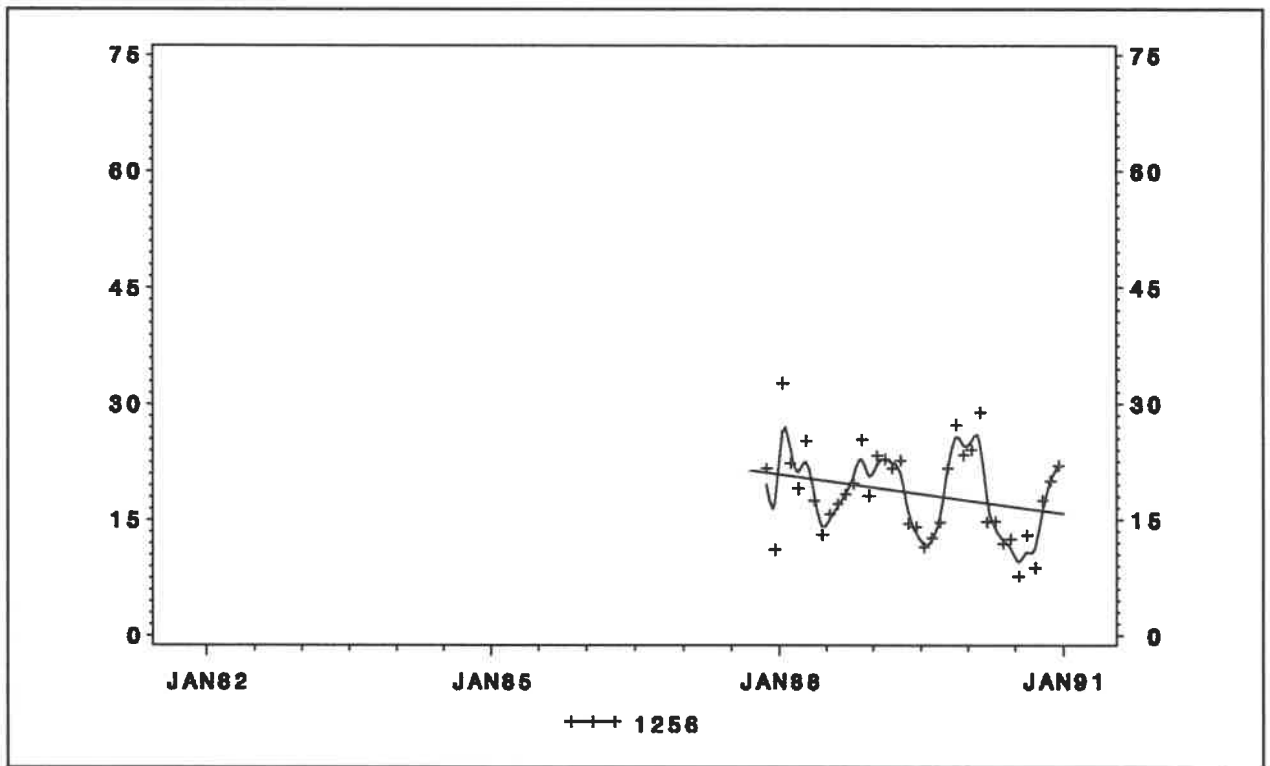
Figur 4.19. Tidsserie for Svovldioxid ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) i Århus.



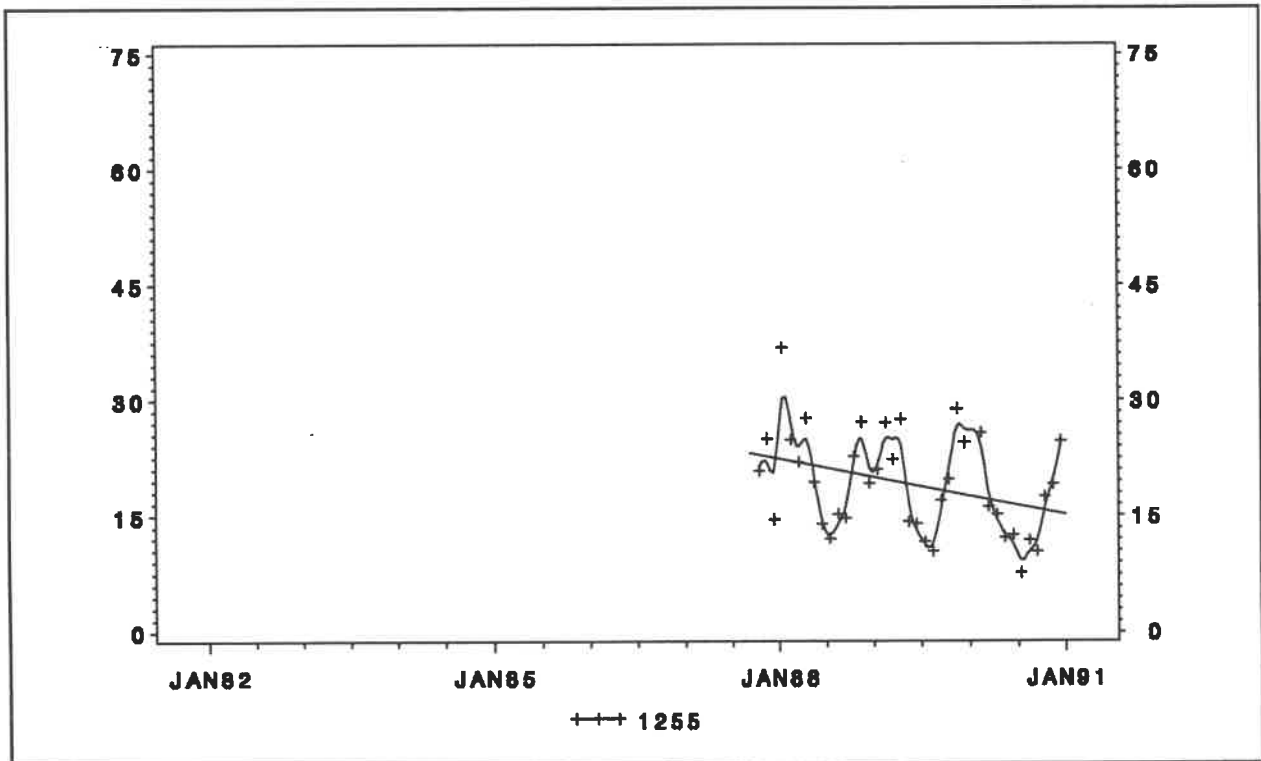
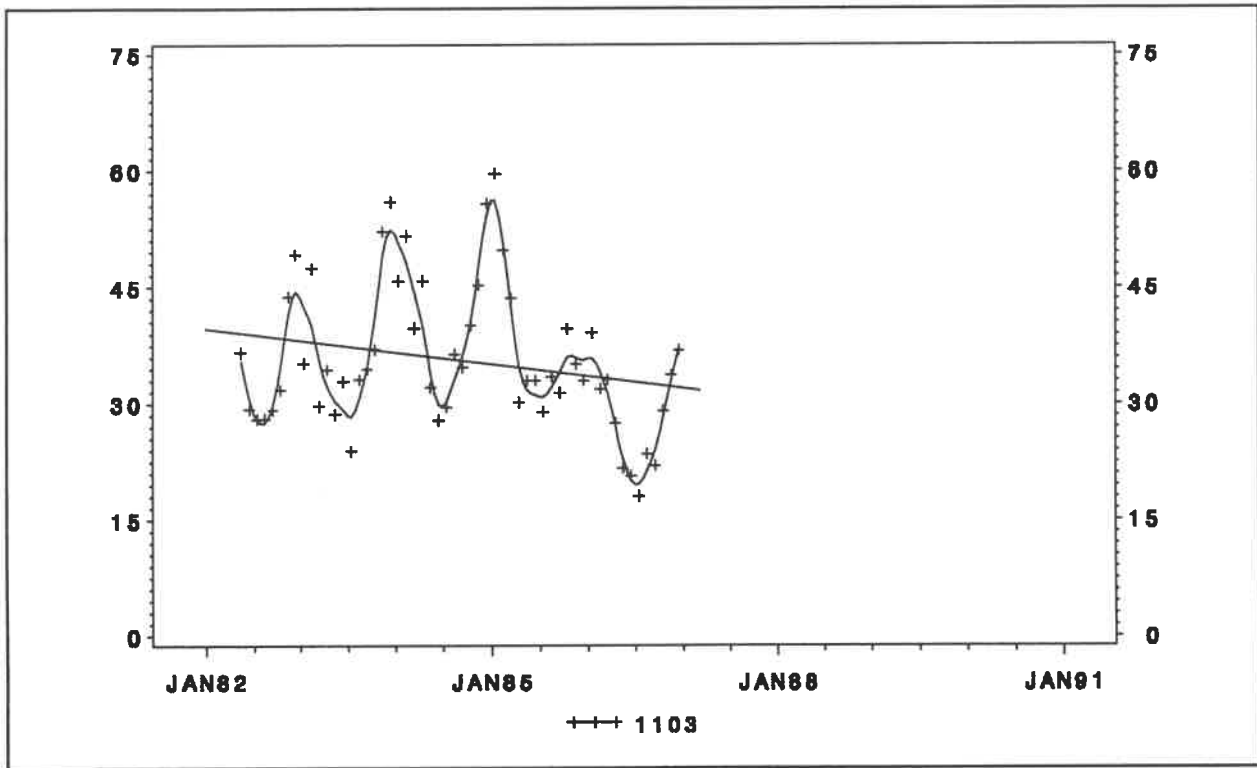
Figur 4.18. Tidsserie for Svovldioxid ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) i Esbjerg.



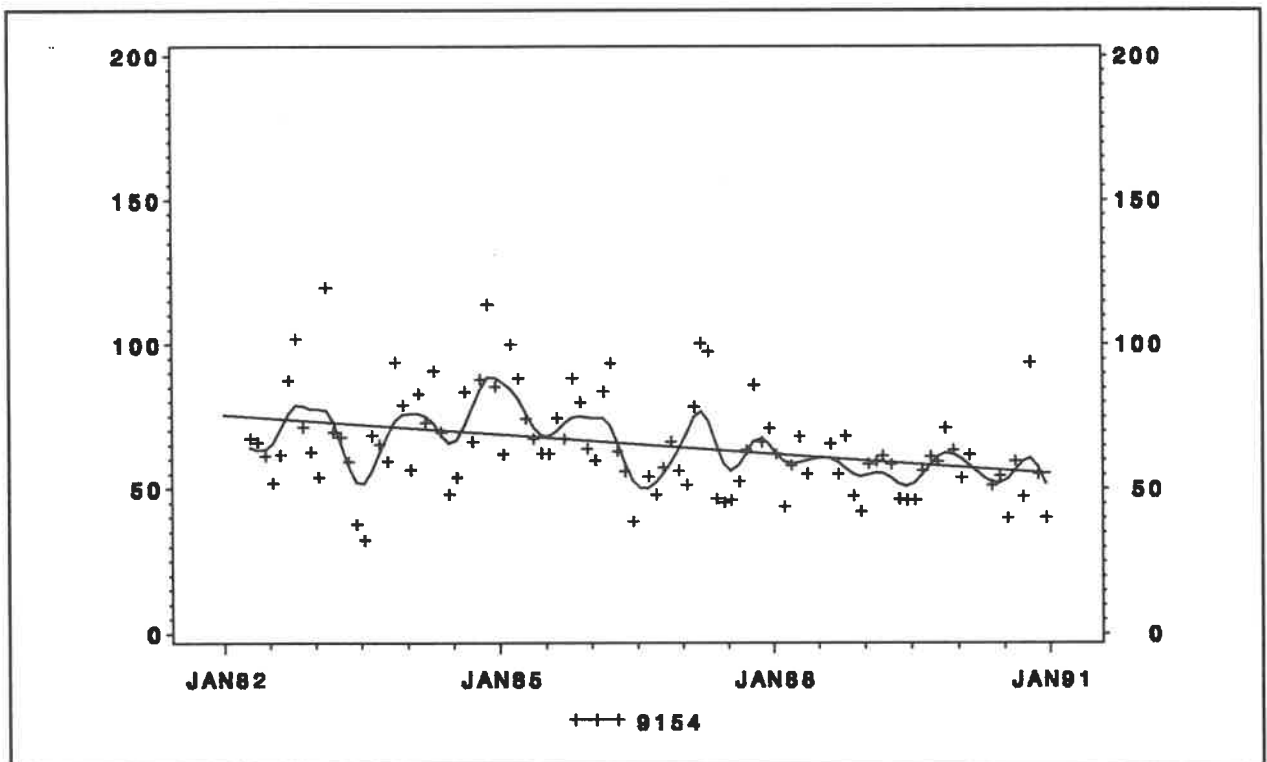
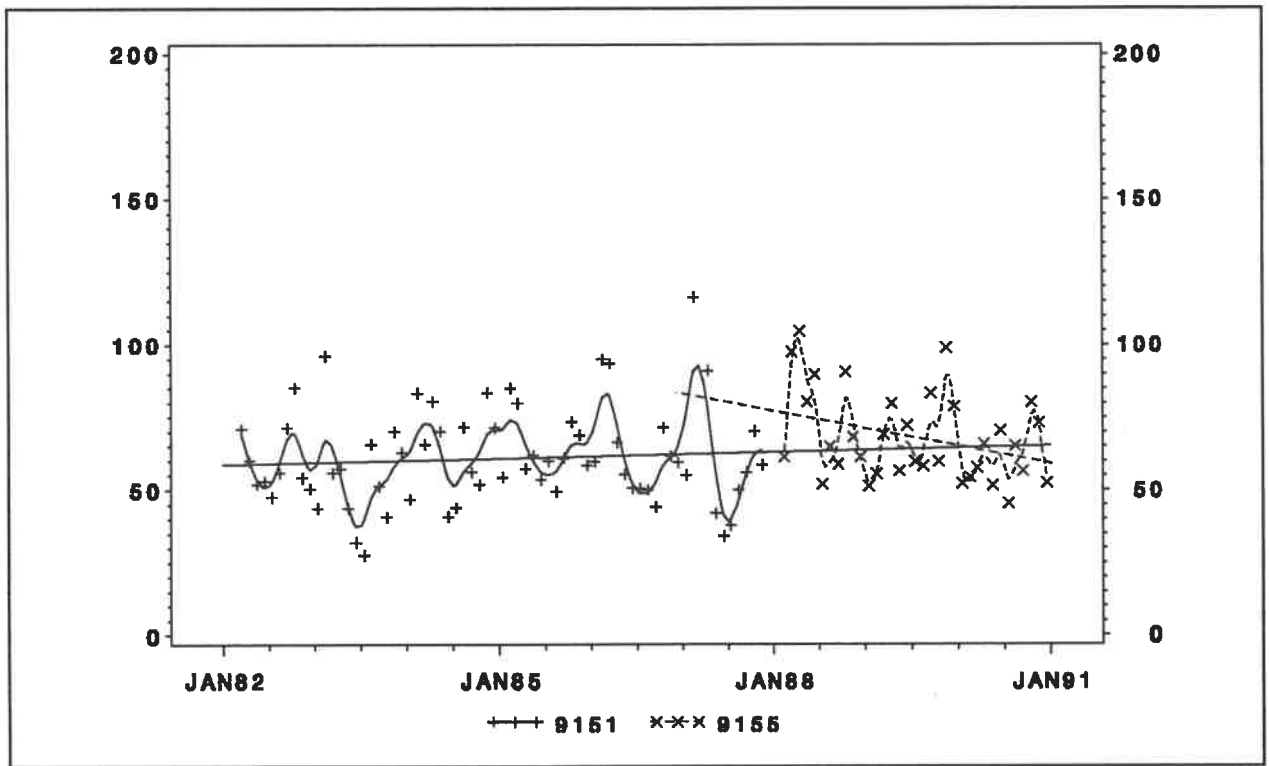
Figur 4.17. Tidsserie for Svovldioxid ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) i Fredericia.



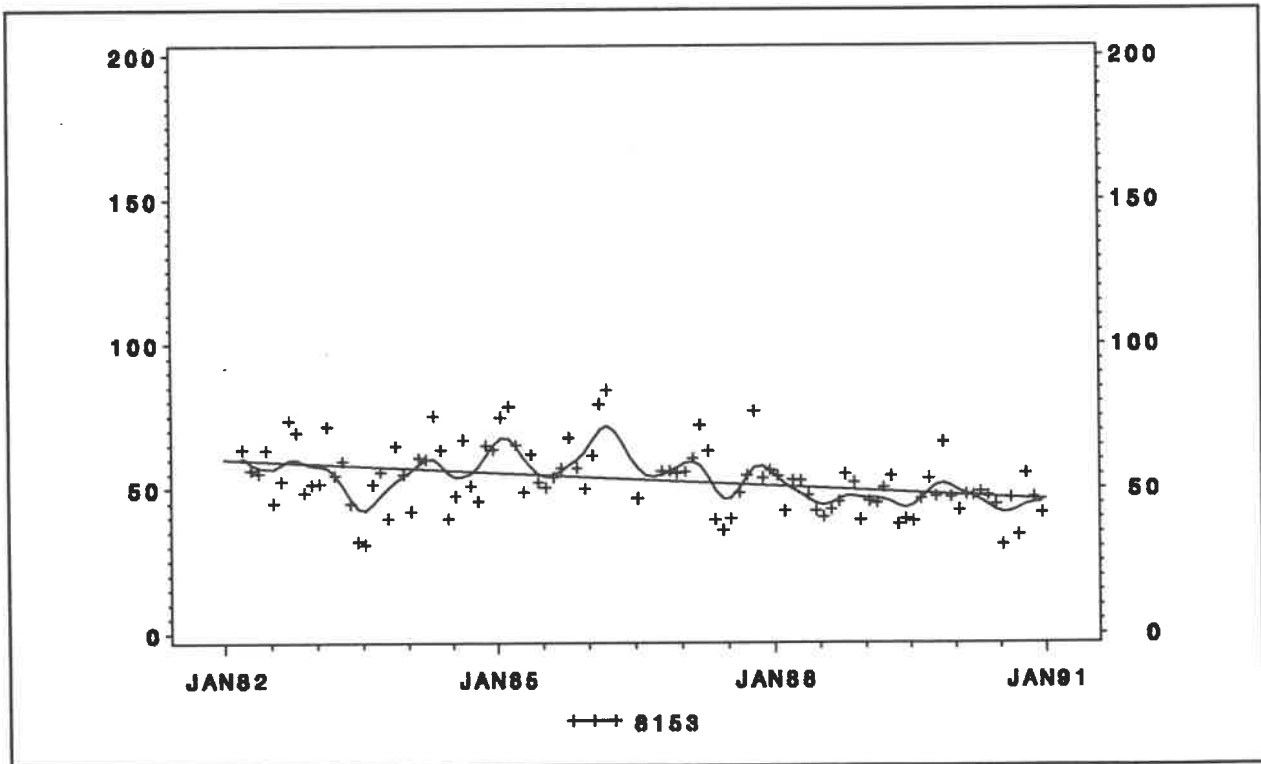
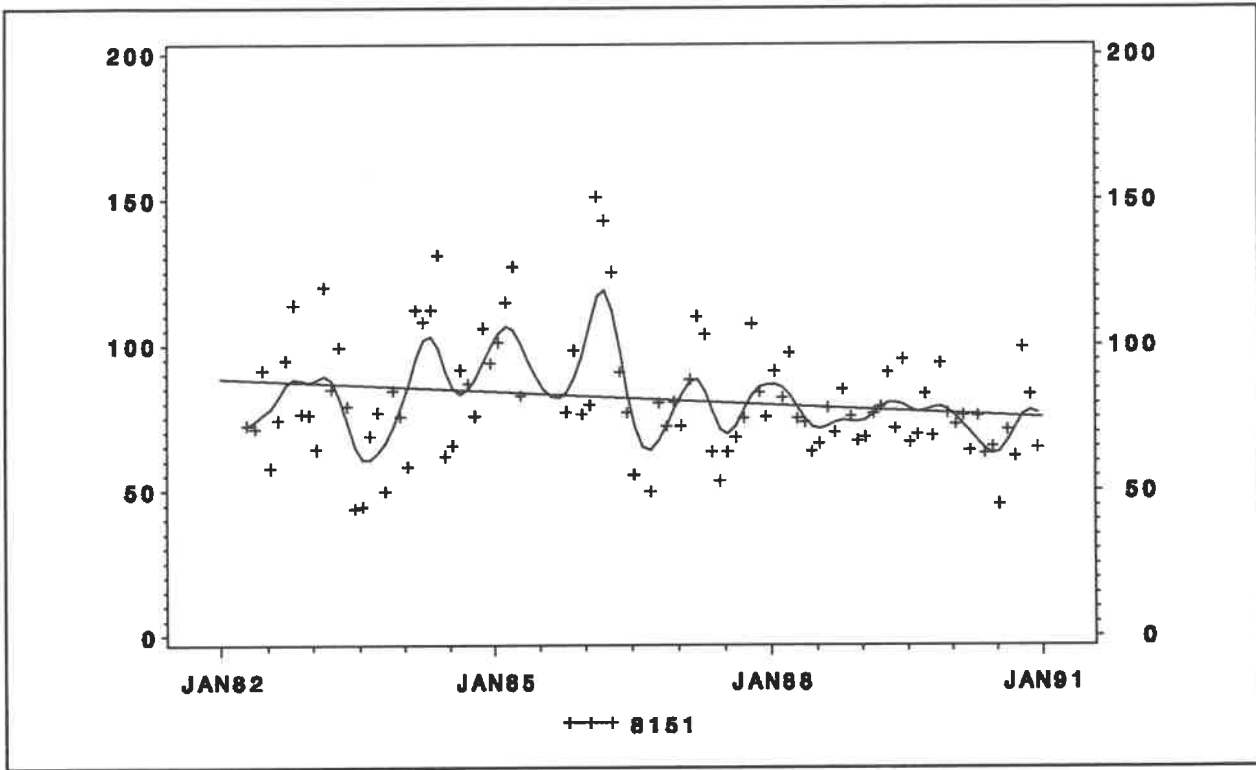
Figur 4.16. Tidsserie for Svovldioxid ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) i København.



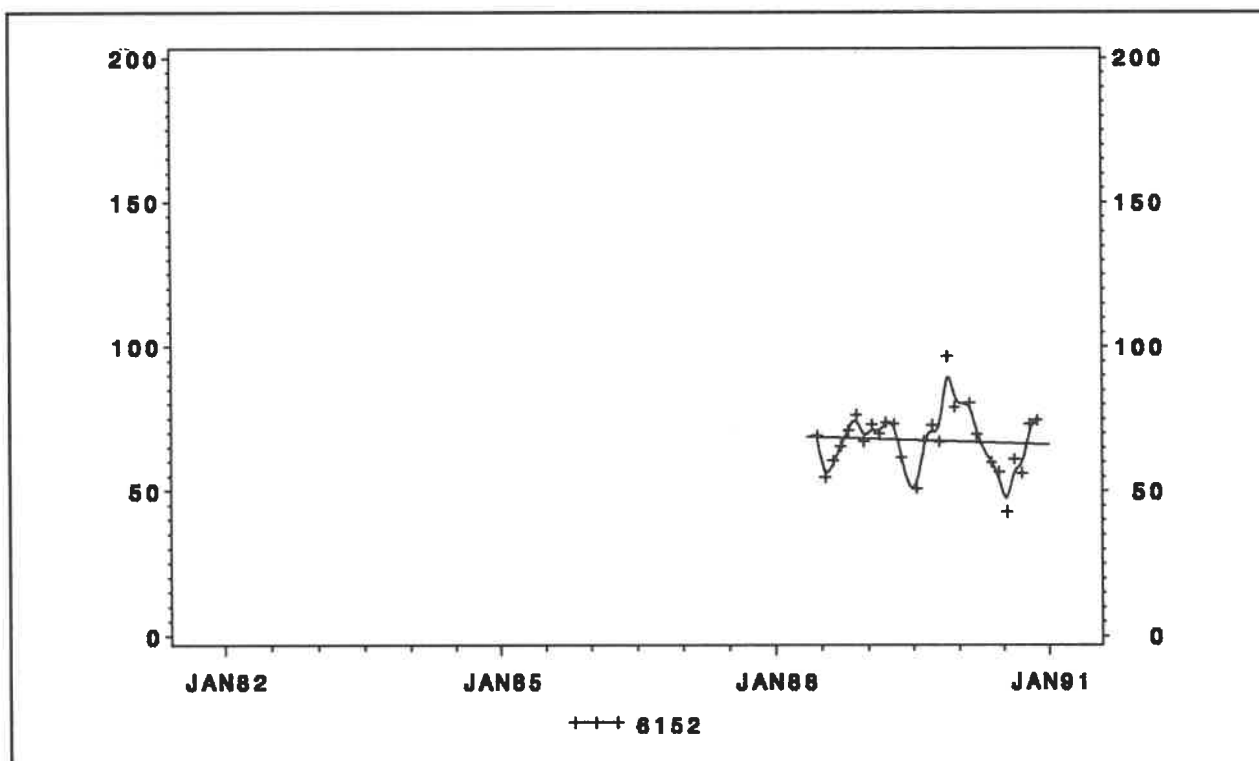
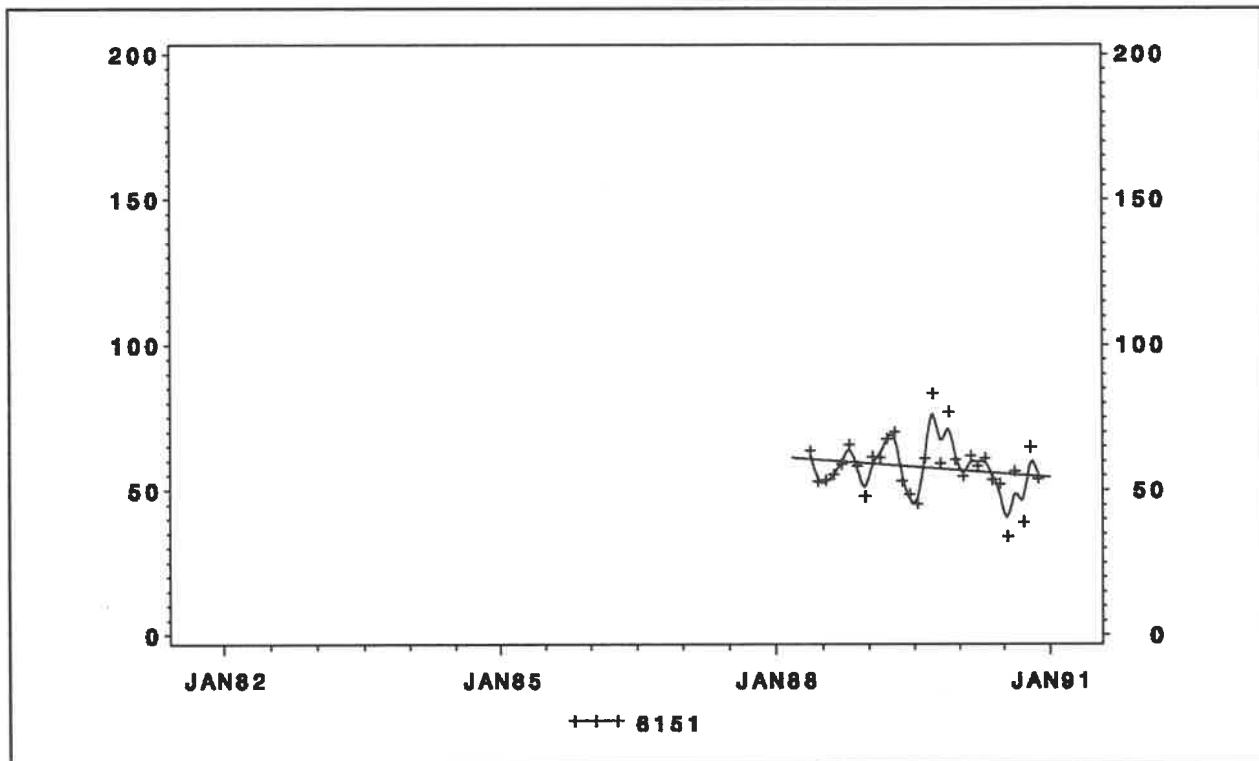
Figur 4.15. Tidsserie for Svovldioxid ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) i København.



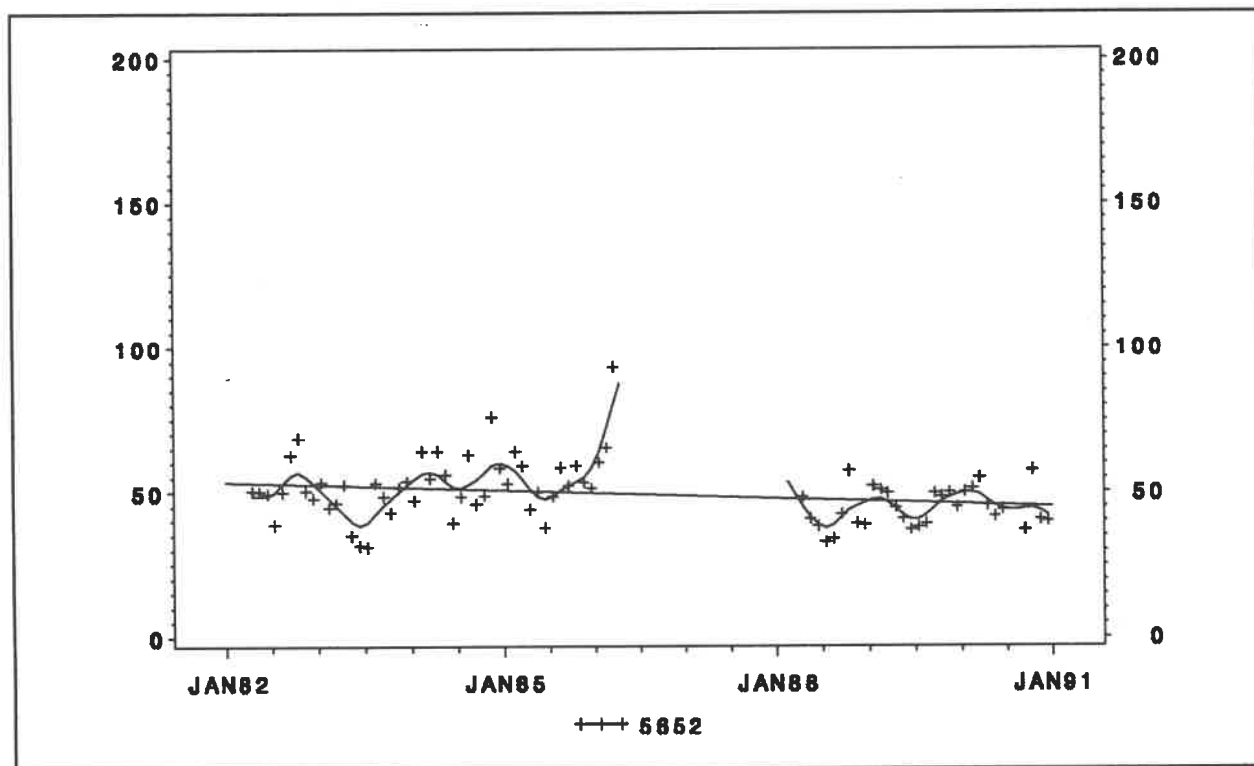
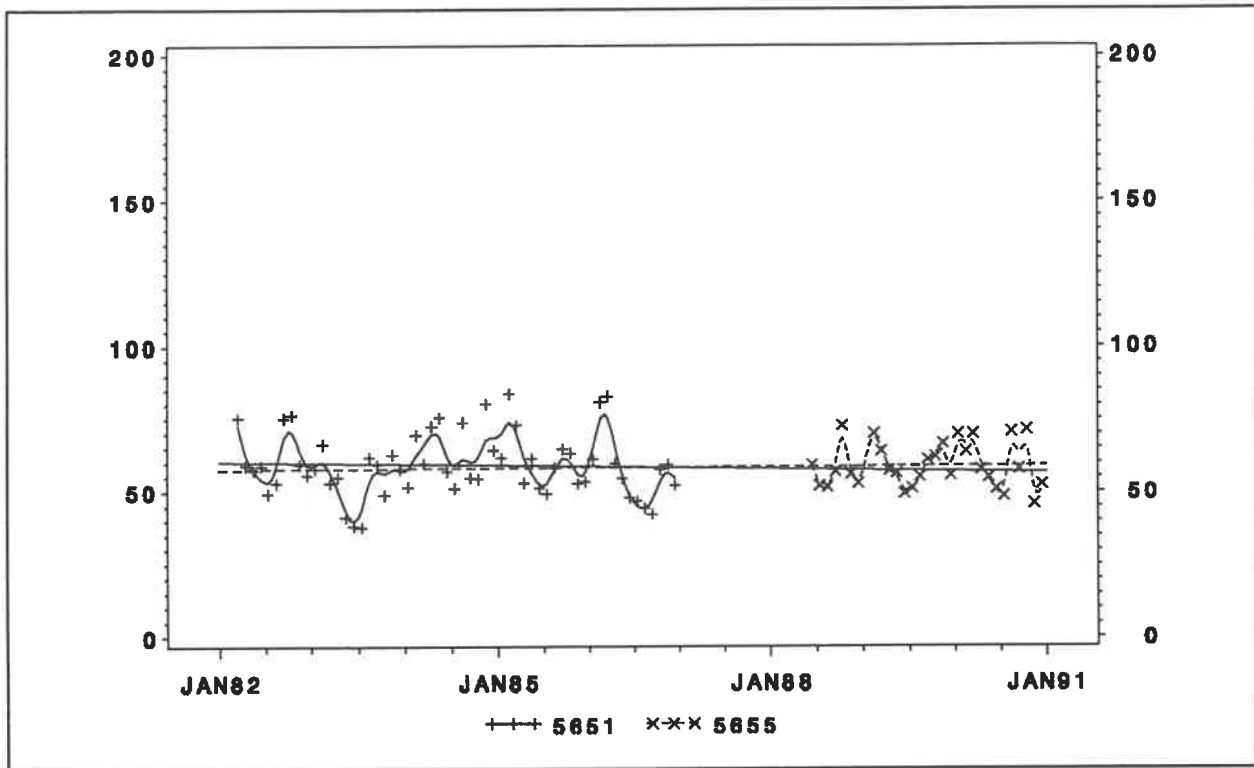
Figur 4.14. Tidsserie for Svævestøv ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) i Odense.



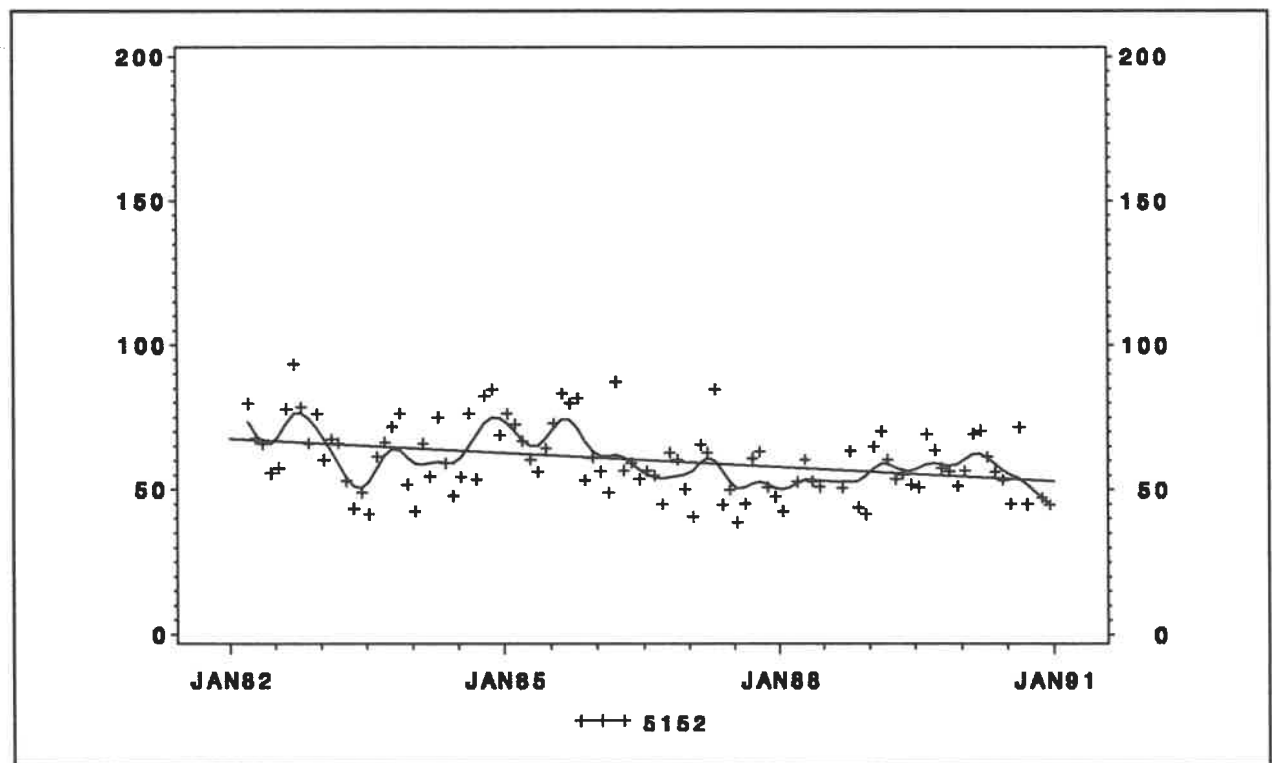
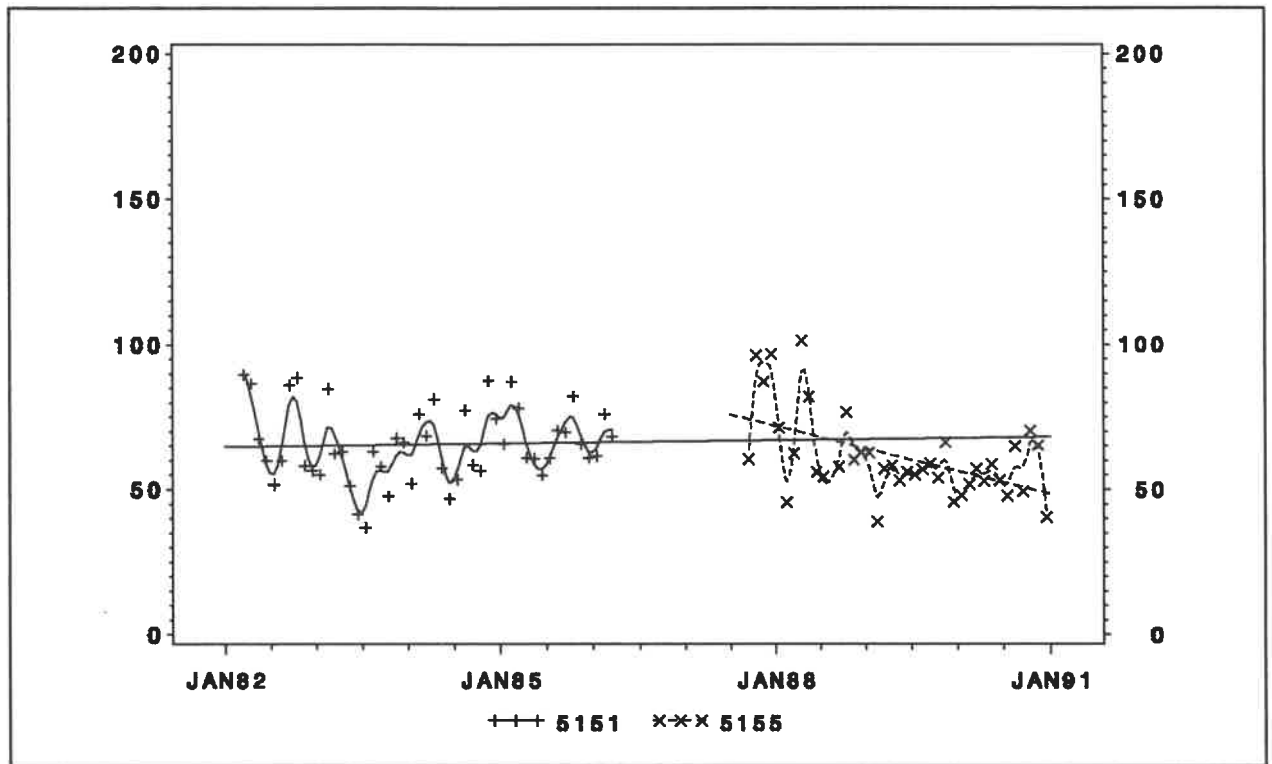
Figur 4.13. Tidsserie for Svævestøv ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) i Aalborg.



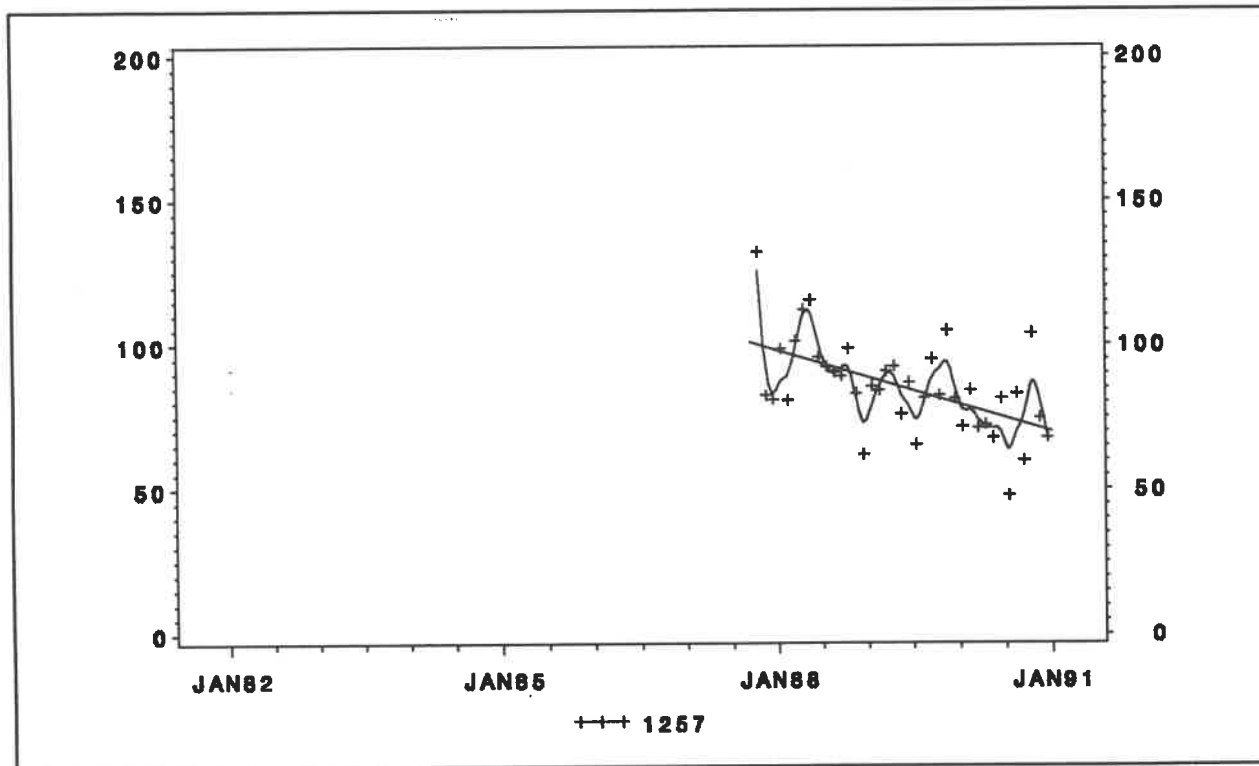
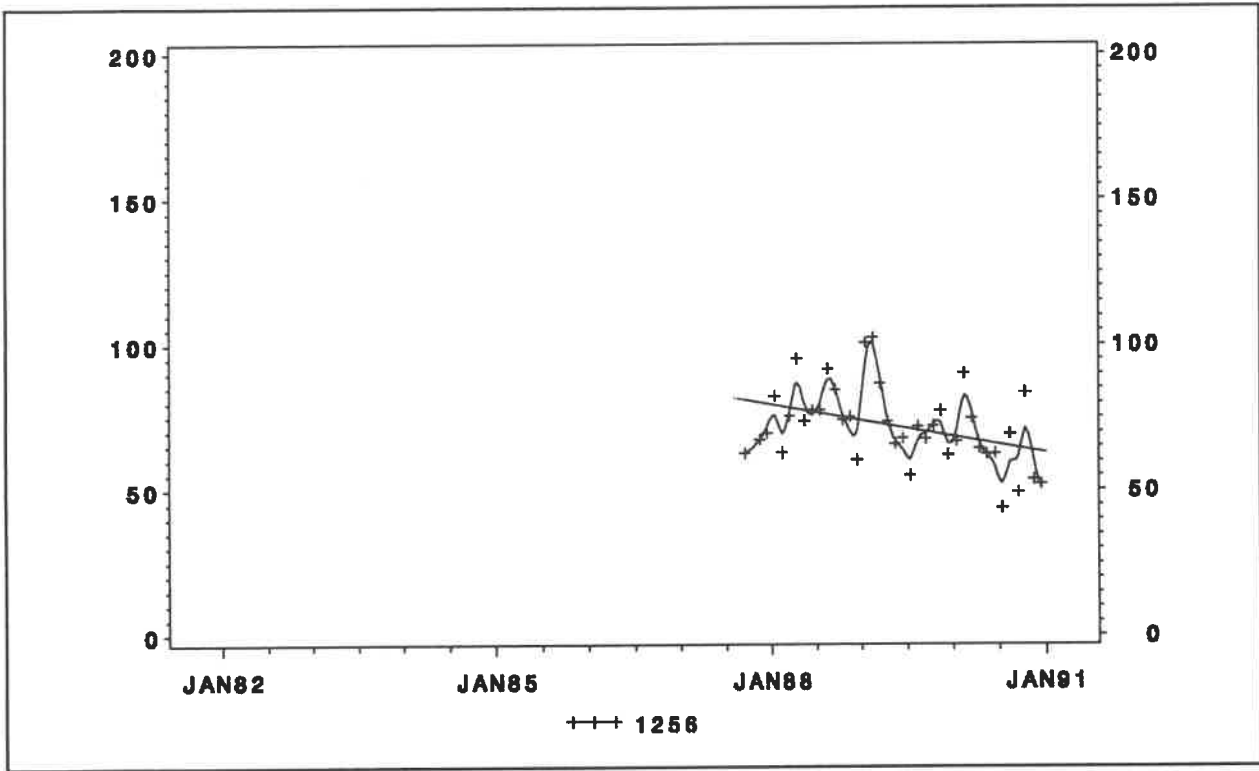
Figur 4.12. Tidsserie for Svævestøv ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) i Århus.



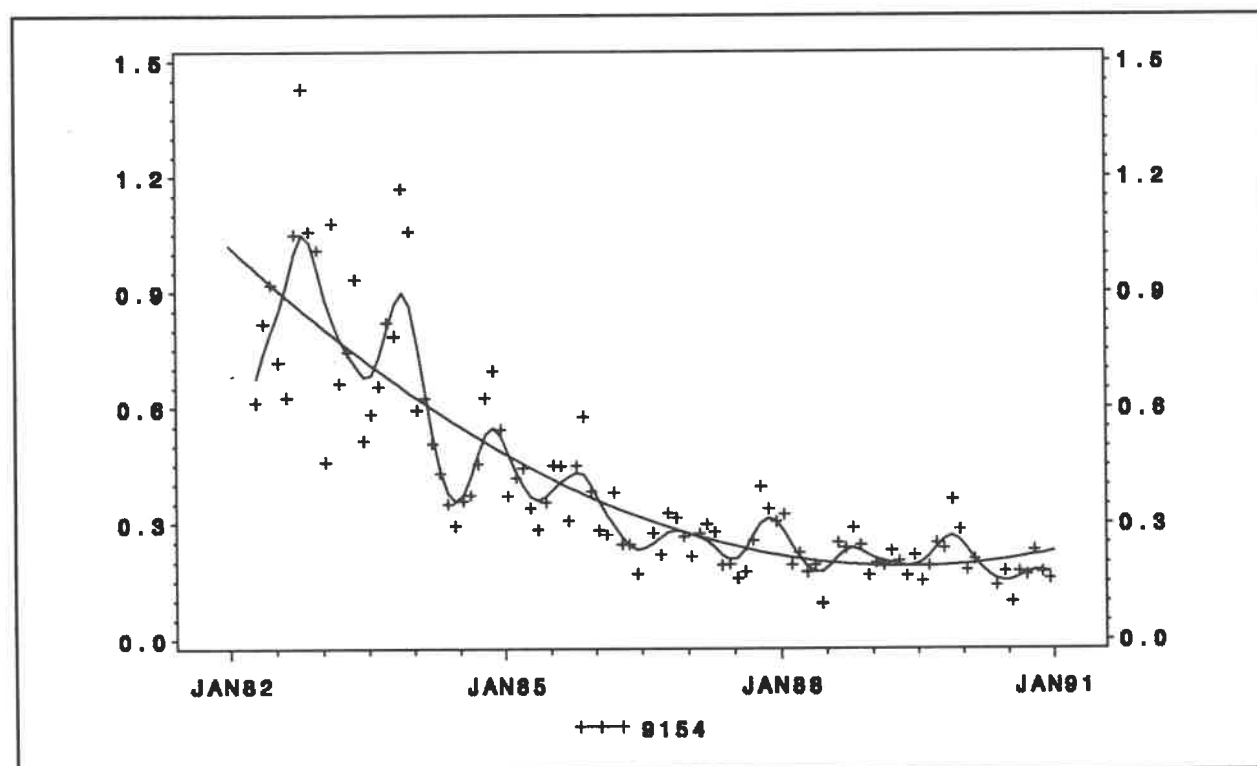
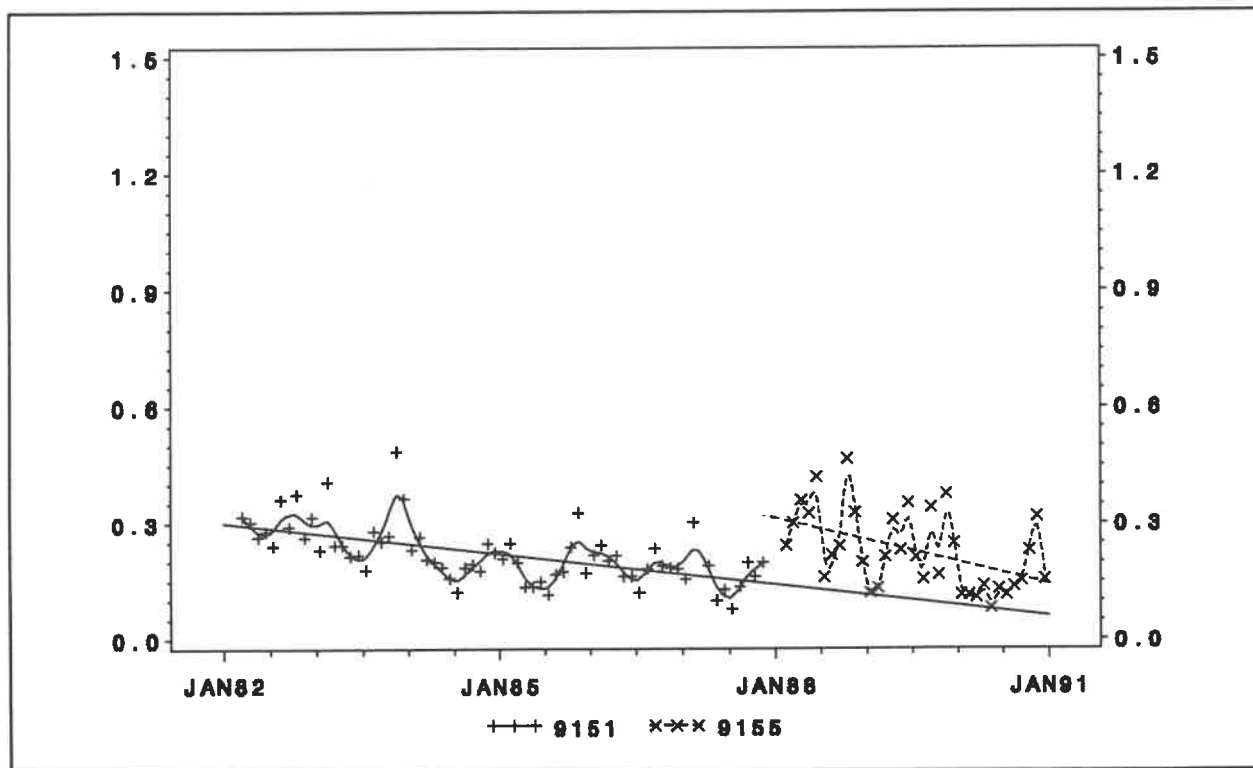
Figur 4.11. Tidsserie for Svævestøv ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) i Esbjerg.



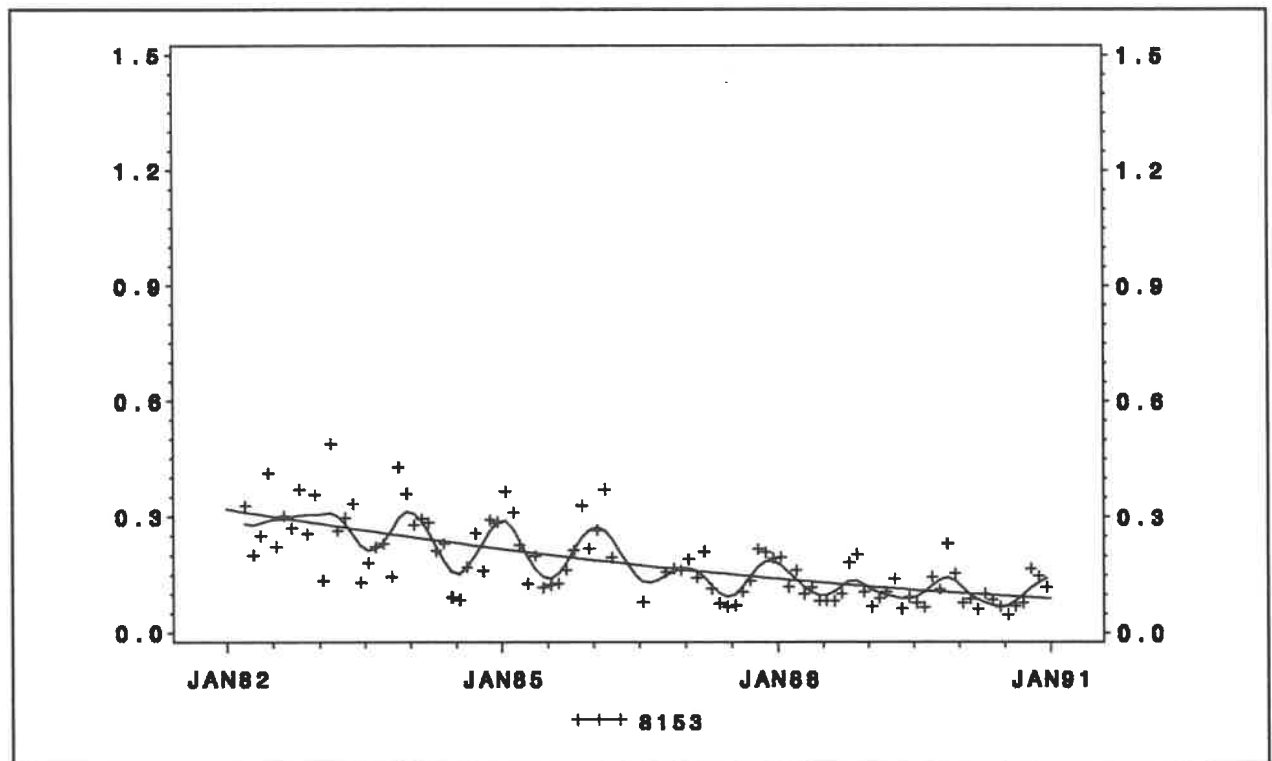
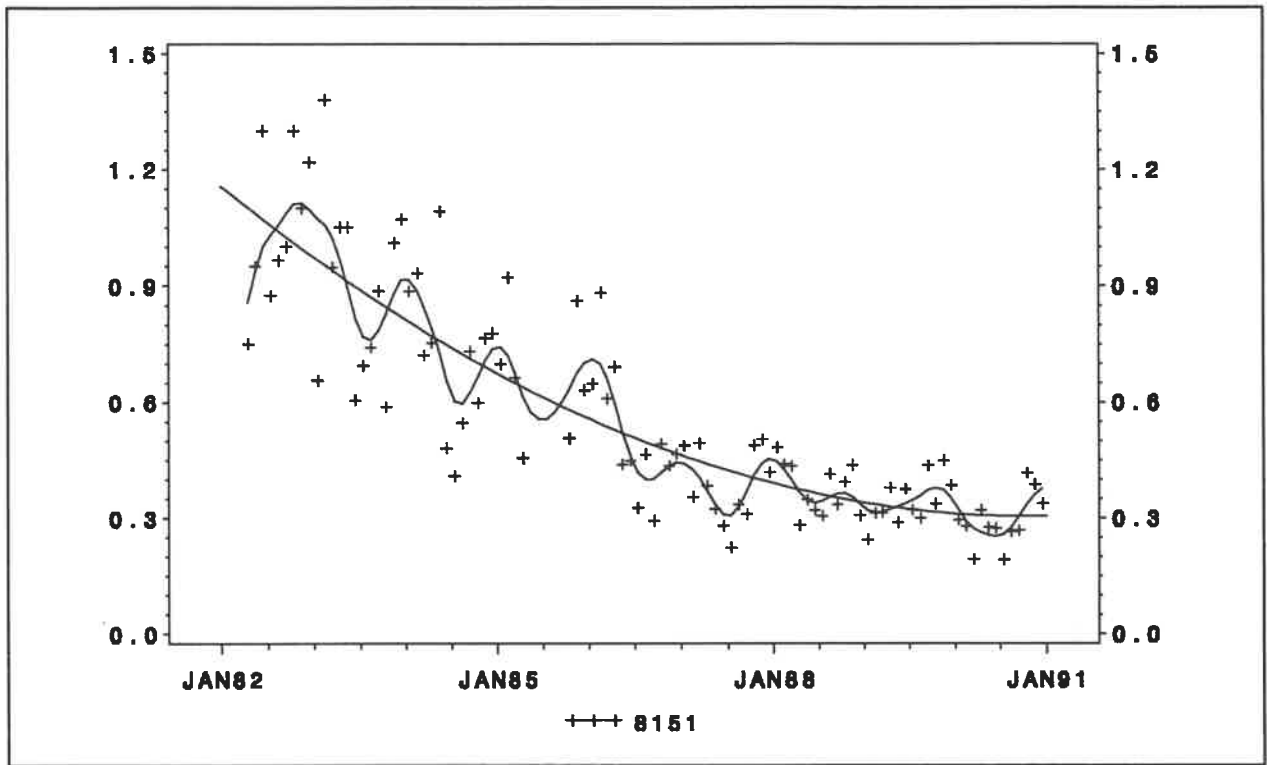
Figur 4.10. Tidsserie for Svævestøv ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) i Fredericia.



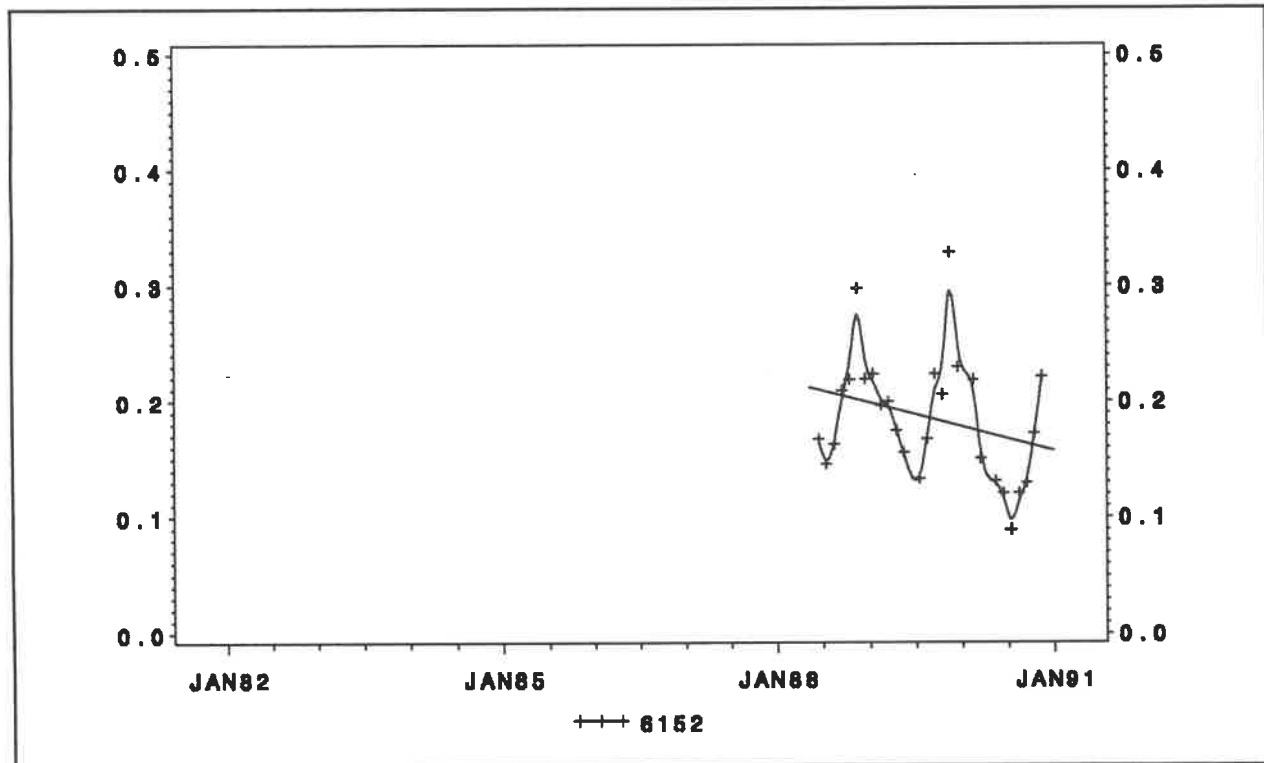
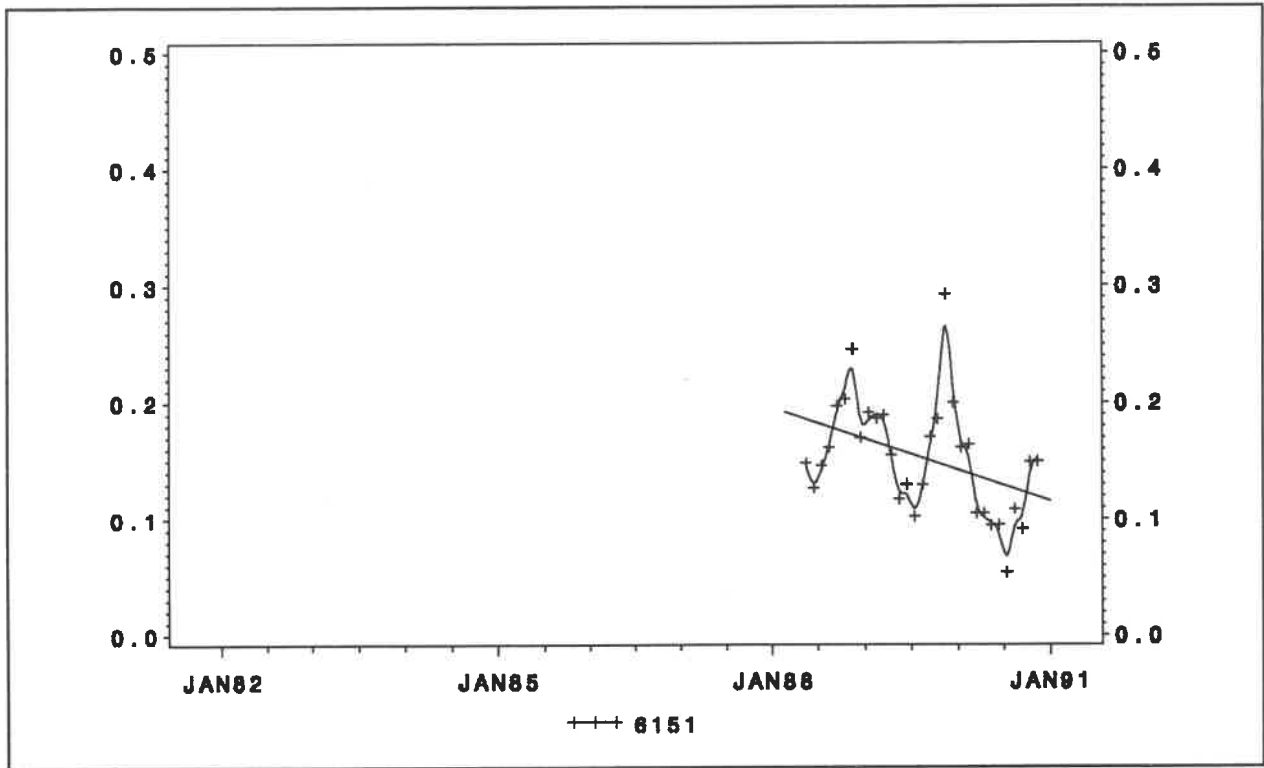
Figur 4.9. Tidsserie for Svævestøv ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) i København.



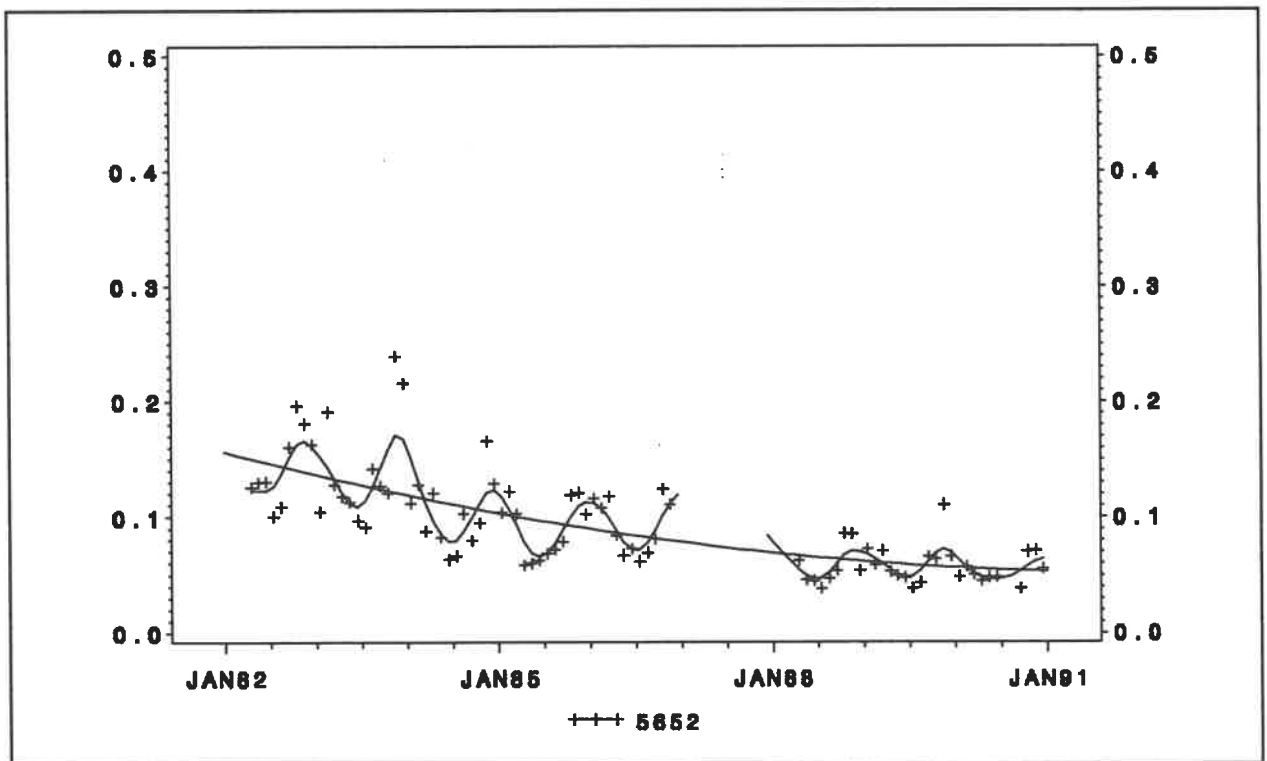
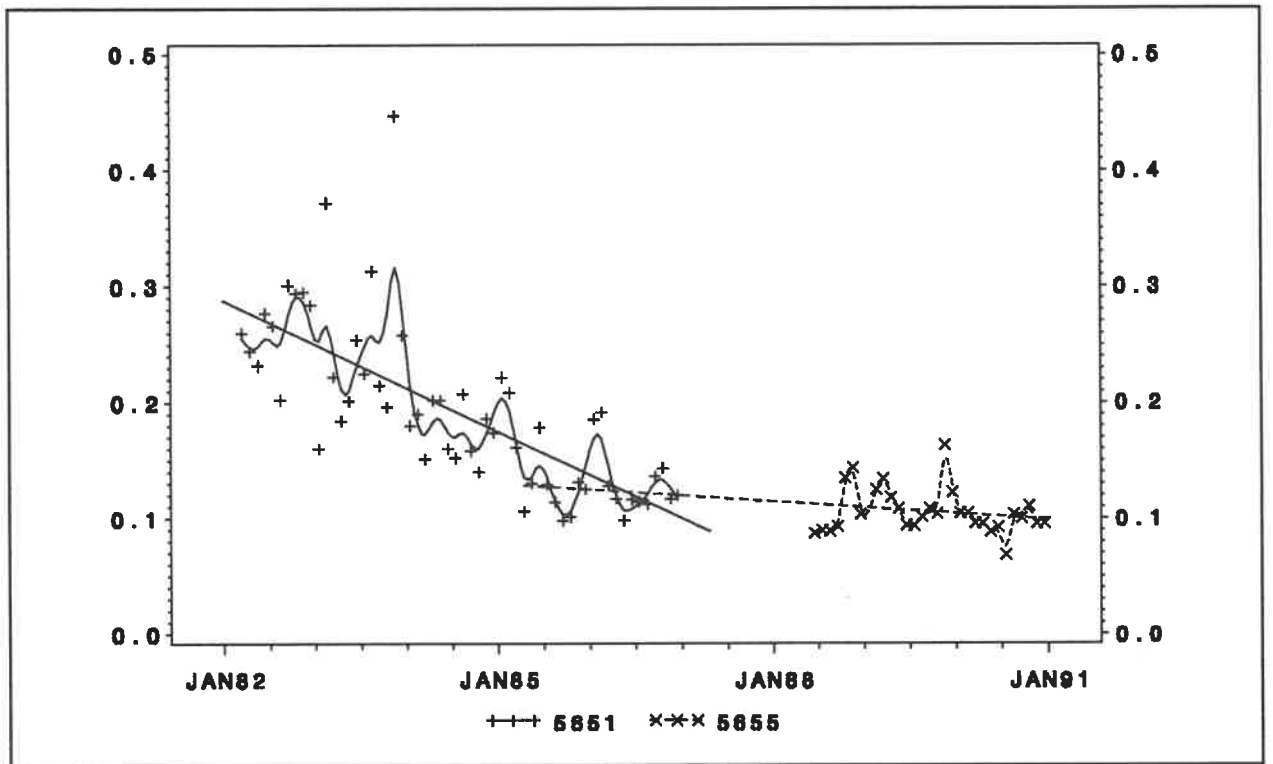
Figur 4.7. Tidsserie for bly ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) i Odense.



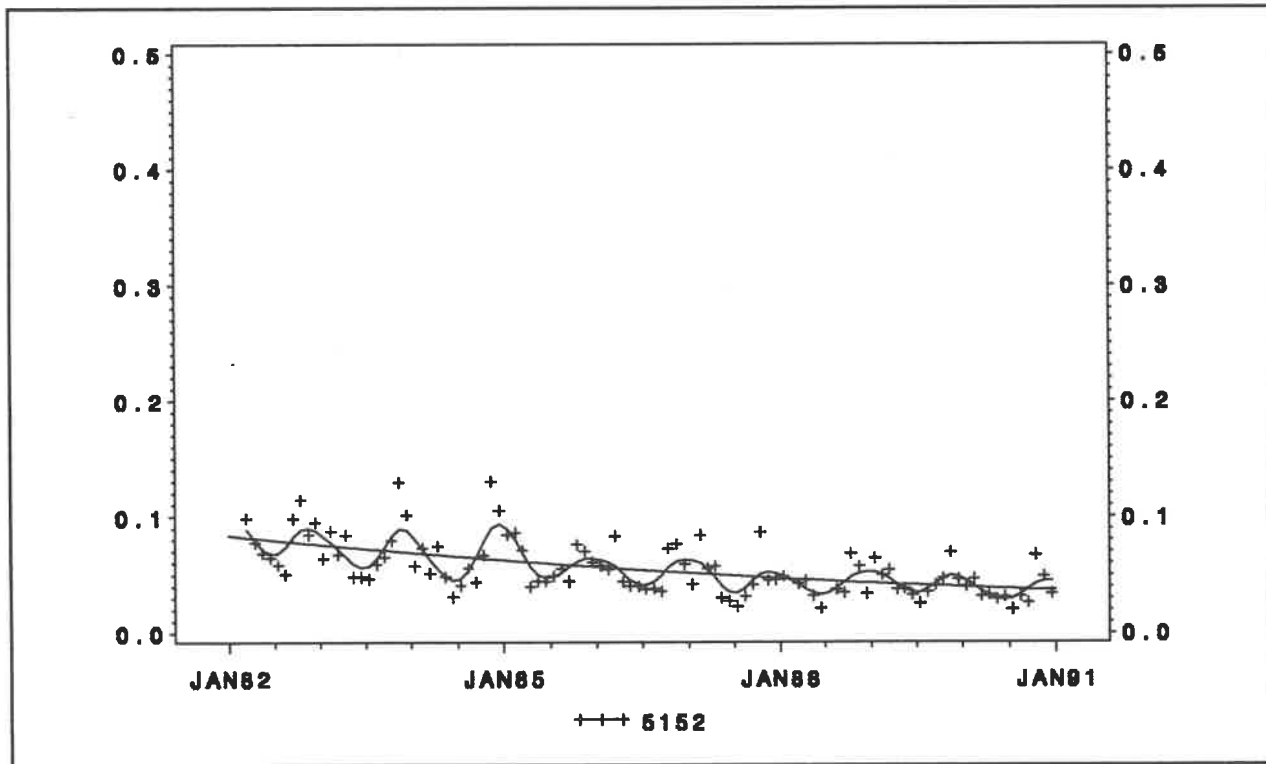
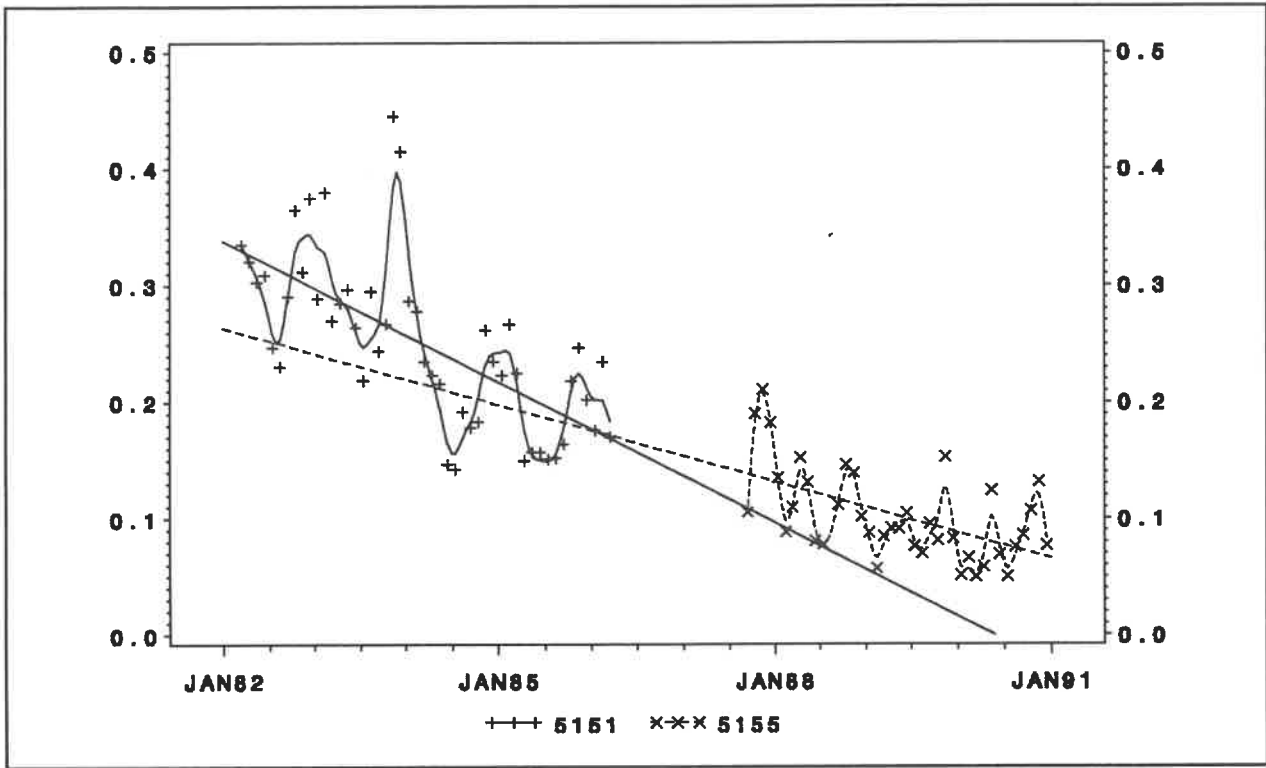
Figur 4.6. Tidsserie for bly ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) i Aalborg.



Figur 4.5. Tidsserie for bly ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) i Århus.



Figur 4.4. Tidsserie for bly ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) i Esbjerg.



Figur 4.3. Tidsserie for bly ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) i Fredericia.

4. UDVIKLINGEN

De efterfølgende tidsserier er baseret dels på data fra perioden 1987 - 1990, og dels på målinger tilbage til 1982. De målte døgnværdier er samlet til månedsmiddelværdierne, der derefter er plottet. På figurerne er indlagt to linier, dels en buftet kurve, der repræsenterer en glidende middelværdi af observationerne og som udtrykker den eventuelle årstidsvariation i målingerne, og dels en glat kurve, der repræsenterer udviklingstendenserne for de pågældende stoffer og stationer. Denne sidste kurve er kun indtegnet, hvor der er mere end tre års data til at fastlægge den.

- Bly* På alle stationer med flere års bly-målinger ses en tydelig nedadgående tendens (figur 4.1-7), der følger nedsættelsen af bly-indholdet i benzin. Den tilsyneladende stigning i Odense (Station 9151 og 9155) skyldes en anden og mere trafikudsat placering af station 9155.
- Svævestøv* For svævestøv ses både svage stigninger og svage fald i støvkonzentrationerne (figur 4.8-14). Det samlede billede er et næsten uændret niveau.
- SO₂* På alle stationer se et brat fald i SO₂-niveauet omkring årsskiftet 1985-86 i forbindelse med den lovbestemte reduktion af svovlindholdet i olieprodukter (figur 4.15-21). SO₂ udviser en meget kraftig årstidsvariation i perioden 1982 til midt i 1987, mens de milde vintre 1987/88, 1988/89 og 1989/90 bevirkede, at niveauet i vinterperioderne ikke var meget højere end tilsvarende sommerperioder.
- Svovl (Partikulært)* Som for svævestøv er der både fald og stigninger uden nogen klar tendens (Figur 4.22-28). Svovl stammer især fra fjerntransporteret luftforurening fra vore nabolande i syd.
- Det er interessant, at man ikke ser en udvikling, der minder om den for SO₂. Det må skyldes, at man i vore nabolande ikke har foretaget en tilsvarende reduktion af SO₂ emissionen. Da den sure nedbør især skyldes svovlsyre, viser det altså, at det ikke forbedrer forholdene i Danmark ret meget, at vi reducerer SO₂ emissionen, hvis ikke man i udlandet gør det samme. Til gengæld kommer det nok Sverige og Norge til gode.
- NO og NO₂* Disse to stoffer viser overvejende en stigende tendens, svarende til en forøget trafikintensitet (figur 4.29-37). NO₂ koncentrationerne har dog tilsyneladende været svagt faldende i perioden fra 1987-1990.

Tabel 3.14 Årsmiddelværdier for SO₂, svævestøv og grundstoffer i svævestøv (SO₂ og svævestøv (TSP) µg/m³, de øvrige ng/m³) i Aalborg. Ntot er det totale antal bestemmelser, NO er antal bestemmelser over detektionsgrænsen. *) Beregnet på grundlag af fit til log-normal fordeling.

| | 8151/Limfjordsbro | | | 8153/Nyhavnsgade | | |
|-----------------|-------------------|--------|--------|------------------|--------|--------|
| | NO | Middel | Spred. | NO | Middel | Spred. |
| SO ₂ | 344 | 11.6 | 9.2 | 355 | 10.6 | 8.6 |
| TSP | 348 | 70.7 | 36.7 | 355 | 44.5 | 22.5 |
| Al | 348 | 511. | 516. | 355 | 262. | 275. |
| Si | 348 | 1528. | 1783. | 351 | 610. | 724. |
| S | 348 | 1937. | 1300. | 355 | 1830. | 1303. |
| Cl | 346 | 3412. | 3200. | 345 | 2365. | 2536. |
| K | 348 | 350. | 300. | 355 | 254. | 180. |
| Ca | 348 | 1099. | 1392. | 355 | 538. | 572. |
| Ti | 348 | 69.5 | 62.5 | 355 | 34.5 | 30.6 |
| V | 281 | 7.4 | 5.8* | 329 | 7.7 | 4.3 |
| Cr | 298 | 4.1 | 2.6 | 204 | 2.2 | 2.3* |
| Mn | 348 | 18.1 | 14.4 | 355 | 12.6 | 13.0 |
| Fe | 348 | 1077. | 819. | 355 | 448. | 417. |
| Ni | 344 | 4.5 | 3.7 | 355 | 4.2 | 3.8 |
| Cu | 348 | 37.5 | 23.2 | 355 | 12.6 | 11.6 |
| Zn | 348 | 97.5 | 83.6 | 355 | 51.5 | 50.8 |
| Se | 75 | .5 | 1.3* | 244 | 1.0 | 1.0* |
| Br | 348 | 52.5 | 34.3 | 355 | 18.0 | 14.5 |
| Sr | 331 | 7.8 | 7.7 | 334 | 4.5 | 3.4 |
| Zr | 198 | 3.3 | 3.2* | 108 | 1.4 | 1.5* |
| Mo | 95 | 1.5 | 1.4* | 79 | .9 | .7* |
| Cd | 8 | 1.2 | .9* | 13 | .8 | .9* |
| Sn | 47 | 2.6 | 2.5* | 35 | 1.8 | 1.6* |
| Sb | 105 | 6.4 | 4.3* | 41 | 2.7 | 2.6* |
| Ba | 271 | 34.1 | 27.2* | 166 | 15.0 | 15.1* |
| Pb | 348 | 295. | 170. | 355 | 92.9 | 83.8 |
| Ntot | 348 | | | 355 | | |

Tabel 3.15 Årsmiddelværdier for SO₂, svævestøv og grundstoffer i svævestøv (SO₂ og svævestøv (TSP) µg/m³, de øvrige ng/m³) i Odense. Ntot er det totale antal bestemmelser, NO er antal bestemmelser over detektionsgrænsen. *) Beregnet på grundlag af fit til log-normal fordeling.

| | 9155/Albanigade | | | 9154/Ringvejen | | |
|-----------------|-----------------|--------|--------|----------------|--------|--------|
| | NO | Middel | Spred. | NO | Middel | Spred. |
| SO ₂ | 347 | 9.1 | 7.9 | 254 | 9.7 | 9.3 |
| TSP | 348 | 61.2 | 36.6 | 255 | 54.4 | 28.9 |
| Al | 348 | 533. | 599. | 255 | 365. | 359. |
| Si | 347 | 1531. | 1940. | 254 | 870. | 838. |
| S | 348 | 2016. | 1448. | 255 | 2126. | 1663. |
| Cl | 329 | 2258. | 2964. | 245 | 1829. | 2263. |
| K | 348 | 355. | 312. | 255 | 294. | 241. |
| Ca | 348 | 992. | 1137. | 255 | 552. | 433. |
| Ti | 348 | 79.3 | 85.5 | 255 | 50.0 | 40.3 |
| V | 240 | 6.4 | 6.5* | 210 | 6.9 | 6.4* |
| Cr | 285 | 4.1 | 4.6* | 208 | 3.1 | 2.8* |
| Mn | 348 | 26.4 | 27.4 | 255 | 18.2 | 15.2 |
| Fe | 348 | 978. | 964. | 255 | 619. | 468. |
| Ni | 337 | 3.7 | 2.4 | 250 | 3.7 | 4.5 |
| Cu | 348 | 27.5 | 25.8 | 254 | 19.1 | 12.9 |
| Zn | 348 | 100. | 112. | 255 | 71.9 | 57.3 |
| Se | 187 | 1.1 | 1.8* | 141 | 1.0 | 1.1* |
| Br | 348 | 27.9 | 26.9 | 255 | 28.4 | 19.2 |
| Sr | 332 | 5.9 | 5.4 | 236 | 4.4 | 3.4 |
| Zr | 183 | 3.4 | 4.9* | 120 | 2.1 | 2.4* |
| Mo | 99 | 1.4 | 1.7* | 47 | .9 | 1.0* |
| Cd | 10 | .5 | 1.5* | 7 | .9 | .6* |
| Sn | 56 | 2.6 | 2.8* | 49 | 2.9 | 2.5* |
| Sb | 92 | 5.8 | 6.7* | 65 | 4.4 | 5.0* |
| Ba | 226 | 30.5 | 40.5* | 154 | 18.8 | 17.5* |
| Pb | 348 | 148. | 136. | 255 | 169. | 114. |
| Ntot | 348 | | | 255 | | |

Tabel 3.12 Årsmiddelværdier for SO₂, svævestøv og grundstoffer i svævestøv (SO₂ og svævestøv (TSP) µg/m³, de øvrige ng/m³) i Esbjerg. Ntot er det totale antal bestemmelser, NO er antal bestemmelser over detektionsgrænsen. *) Beregnet på grundlag af fit til log-normal fordeling.

| | 5655/Skolegade | | | 5652/Jagtvej | | |
|-----------------|----------------|--------|--------|--------------|--------|--------|
| | NO | Middel | Spred. | NO | Middel | Spred. |
| SO ₂ | 340 | 11.5 | 11.6 | 286 | 14.1 | 27.0 |
| TSP | 340 | 59.5 | 25.2 | 287 | 46.0 | 21.7 |
| Al | 340 | 368. | 371. | 286 | 237. | 246. |
| Si | 336 | 901. | 1004. | 266 | 534. | 629. |
| S | 340 | 2266. | 1610. | 287 | 1941. | 1496. |
| Cl | 329 | 4919. | 4997. | 275 | 3873. | 4152. |
| K | 340 | 300. | 238. | 287 | 216. | 138. |
| Ca | 340 | 507. | 342. | 287 | 293. | 233. |
| Ti | 339 | 48.5 | 36.7 | 284 | 26.9 | 24.7 |
| V | 293 | 11.5 | 8.2 | 229 | 7.0 | 7.0* |
| Cr | 261 | 2.7 | 1.9* | 160 | 1.7 | 1.8* |
| Mn | 340 | 13.2 | 11.0 | 287 | 9.2 | 8.1 |
| Fe | 340 | 584. | 394. | 287 | 324. | 253. |
| Ni | 330 | 4.4 | 2.8 | 277 | 2.9 | 2.1 |
| Cu | 340 | 16.2 | 7.4 | 287 | 7.0 | 4.7 |
| Zn | 340 | 56.5 | 40.3 | 287 | 41.8 | 46.7 |
| Se | 191 | .9 | 1.0* | 210 | 1.2 | 1.4* |
| Br | 340 | 21.9 | 9.1 | 287 | 14.6 | 7.9 |
| Sr | 320 | 5.4 | 5.9 | 252 | 4.1 | 4.2 |
| Zr | 150 | 1.9 | 1.7* | 69 | 1.1 | .9* |
| Mo | 97 | 1.3 | .9* | 64 | 1.0 | .7* |
| Cd | 11 | 1.0 | .9* | 5 | .0 | .0* |
| Sn | 30 | 1.7 | 1.7* | 42 | 2.4 | 1.5* |
| Sb | 38 | 3.1 | 2.8* | 15 | 2.6 | 1.5* |
| Ba | 212 | 20.0 | 23.3* | 78 | 8.7 | 8.8* |
| Pb | 340 | 96.1 | 43.0 | 287 | 53.0 | 33.7 |
| Ntot | 340 | | | 287 | | |

Tabel 3.13 Årsmiddelværdier for SO₂, svævestøv og grundstoffer i svævestøv (SO₂ og svævestøv (TSP) µg/m³, de øvrige ng/m³) i Århus. Ntot er det totale antal bestemmelser, NO er antal bestemmelser over detektionsgrænsen. *) Beregnet på grundlag af fit til log-normal fordeling.

| | 6151/Åboulevard | | | 6152/Frederiks Allé | | |
|-----------------|-----------------|--------|--------|---------------------|--------|--------|
| | NO | Middel | Spred. | NO | Middel | Spred. |
| SO ₂ | 325 | 10.7 | 9.6 | 267 | 11.8 | 9.6 |
| TSP | 329 | 53.1 | 30.3 | 270 | 63.3 | 29.7 |
| Al | 329 | 375. | 406. | 270 | 521. | 399. |
| Si | 329 | 971. | 1043. | 270 | 1462. | 1191. |
| S | 329 | 1826. | 1399. | 270 | 1923. | 1433. |
| Cl | 318 | 2158. | 2261. | 256 | 2058. | 2247. |
| K | 329 | 295. | 273. | 270 | 331. | 344. |
| Ca | 329 | 620. | 571. | 270 | 796. | 571. |
| Ti | 328 | 56.9 | 50.4 | 270 | 92.8 | 64.8 |
| V | 285 | 10.4 | 7.9 | 182 | 7.2 | 6.5* |
| Cr | 245 | 2.9 | 2.8* | 241 | 4.4 | 3.4 |
| Mn | 327 | 16.9 | 17.0 | 270 | 23.7 | 18.8 |
| Fe | 329 | 761. | 606. | 270 | 1265. | 1405. |
| Ni | 327 | 5.6 | 3.7 | 268 | 5.7 | 12.1 |
| Cu | 329 | 24.0 | 16.3 | 270 | 34.4 | 17.2 |
| Zn | 329 | 62.8 | 51.1 | 270 | 85.8 | 51.4 |
| Se | 143 | .7 | .8* | 91 | .7 | .8* |
| Br | 329 | 21.5 | 14.5 | 270 | 26.8 | 15.5 |
| Sr | 301 | 4.9 | 5.0 | 255 | 5.5 | 3.7 |
| Zr | 187 | 2.7 | 2.9* | 183 | 3.7 | 3.5* |
| Mo | 84 | 1.3 | 1.1* | 91 | 1.9 | 1.4* |
| Cd | 4 | .0 | 2.3* | 7 | .4 | 1.5* |
| Sn | 36 | 2.3 | 2.1* | 34 | 2.4 | 2.7* |
| Sb | 86 | 5.0 | 4.7* | 106 | 6.7 | 5.1* |
| Ba | 212 | 22.2 | 20.5* | 216 | 29.8 | 20.5* |
| Pb | 329 | 117. | 83. | 270 | 148. | 86. |
| Ntot | 329 | | | 270 | | |

Tabel 3.10 Årsmiddelværdier for SO₂, svævestøv og grundstoffer i svævestøv (SO₂ og svævestøv (TSP) µg/m³, de øvrige ng/m³) i København. Ntot er det totale antal bestemmelser, NO er antal bestemmelser over detektionsgrænsen. *) Beregnet på grundlag af fit til log-normal fordeling.

| | 1255/Åboulevard | | | 1256/Østerbrogade | | | 1257/Jagtvej | | |
|-----------------|-----------------|--------|--------|-------------------|--------|--------|--------------|--------|--------|
| | NO | Middel | Spred. | NO | Middel | Spred. | NO | Middel | Spred. |
| SO ₂ | 344 | 16.3 | 12.1 | 348 | 16.0 | 12.2 | 359 | 19.4 | 12.9 |
| TSP | 344 | 59.8 | 31.4 | 348 | 64.4 | 30.8 | 360 | 73.8 | 38.0 |
| Al | 344 | 490. | 458. | 348 | 511. | 396. | 360 | 640. | 561. |
| Si | 343 | 1373. | 1541. | 347 | 1323. | 1064. | 359 | 1747. | 1569. |
| S | 344 | 2179. | 1571. | 348 | 2120. | 1504. | 360 | 2193. | 1475. |
| Cl | 319 | 1518. | 1917. | 319 | 1989. | 2438. | 342 | 1948. | 2051. |
| K | 344 | 327. | 260. | 348 | 327. | 253. | 360 | 404. | 523. |
| Ca | 344 | 1221. | 1166. | 348 | 1234. | 889. | 360 | 1582. | 1276. |
| Ti | 344 | 71.6 | 58.8 | 348 | 73.1 | 47.4 | 360 | 99.2 | 75.7 |
| V | 309 | 9.7 | 5.5 | 296 | 10.4 | 6.2 | 317 | 11.5 | 6.1 |
| Cr | 309 | 5.1 | 3.6 | 335 | 4.9 | 2.9 | 337 | 6.0 | 4.0 |
| Mn | 344 | 19.5 | 15.8 | 347 | 19.8 | 13.6 | 360 | 23.7 | 17.7 |
| Fe | 344 | 1071. | 834. | 348 | 1125. | 678. | 360 | 1419. | 1026. |
| Ni | 344 | 5.3 | 2.9 | 348 | 5.4 | 2.9 | 355 | 6.5 | 3.4 |
| Cu | 344 | 37.6 | 29.2 | 348 | 38.9 | 19.7 | 360 | 53.0 | 35.6 |
| Zn | 344 | 99.7 | 72.8 | 348 | 102. | 71. | 360 | 127. | 83. |
| Se | 163 | .8 | 1.1* | 102 | .7 | 1.0* | 98 | .6 | 1.0* |
| Br | 344 | 24.1 | 14.9 | 348 | 37.7 | 19.2 | 360 | 48.2 | 31.9 |
| Sr | 334 | 6.6 | 5.2 | 335 | 7.2 | 5.4 | 349 | 8.8 | 7.9 |
| Zr | 189 | 3.3 | 3.6* | 207 | 3.1 | 2.5* | 235 | 4.5 | 4.7* |
| Mo | 116 | 1.7 | 1.8* | 111 | 1.8 | 1.5* | 127 | 2.1 | 2.2* |
| Cd | 14 | 1.0 | .9* | 3 | 0. | 0. | 13 | .6 | 1.6* |
| Sn | 90 | 3.5 | 3.1* | 75 | 3.5 | 3.3* | 91 | 4.1 | 3.7* |
| Sb | 149 | 7.7 | 7.5* | 143 | 7.8 | 5.5* | 185 | 11.0 | 8.8* |
| Ba | 261 | 34.4 | 34.4* | 288 | 32.1 | 23.6* | 316 | 52.7 | 54.4 |
| Pb | 344 | 133. | 83. | 348 | 215. | 101. | 360 | 250. | 151. |
| Ntot | 344 | | | 348 | | | 360 | | |

Tabel 3.11 Årsmiddelværdier for SO₂, svævestøv og grundstoffer i svævestøv (SO₂ og svævestøv (TSP) µg/m³, de øvrige ng/m³) i Fredericia. Ntot er det totale antal bestemmelser, NO er antal bestemmelser over detektionsgrænsen. *) Beregnet på grundlag af fit til log-normal fordeling.

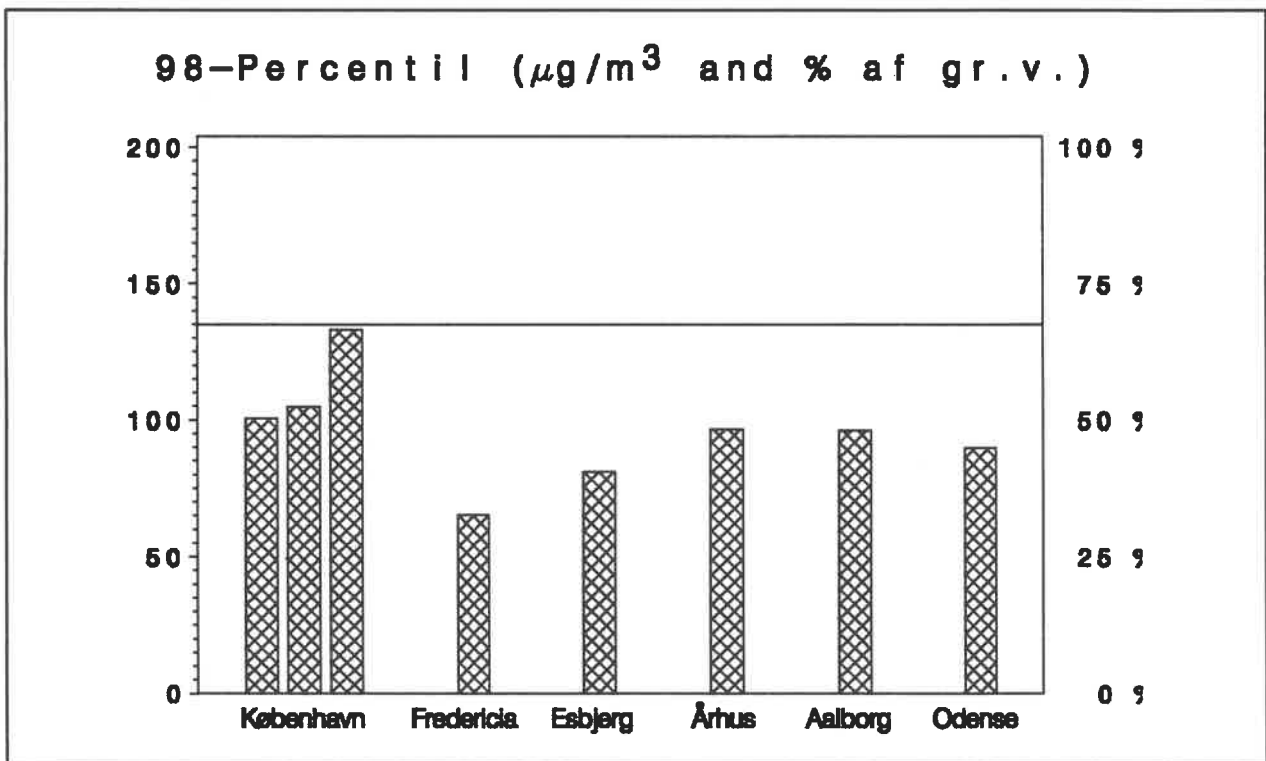
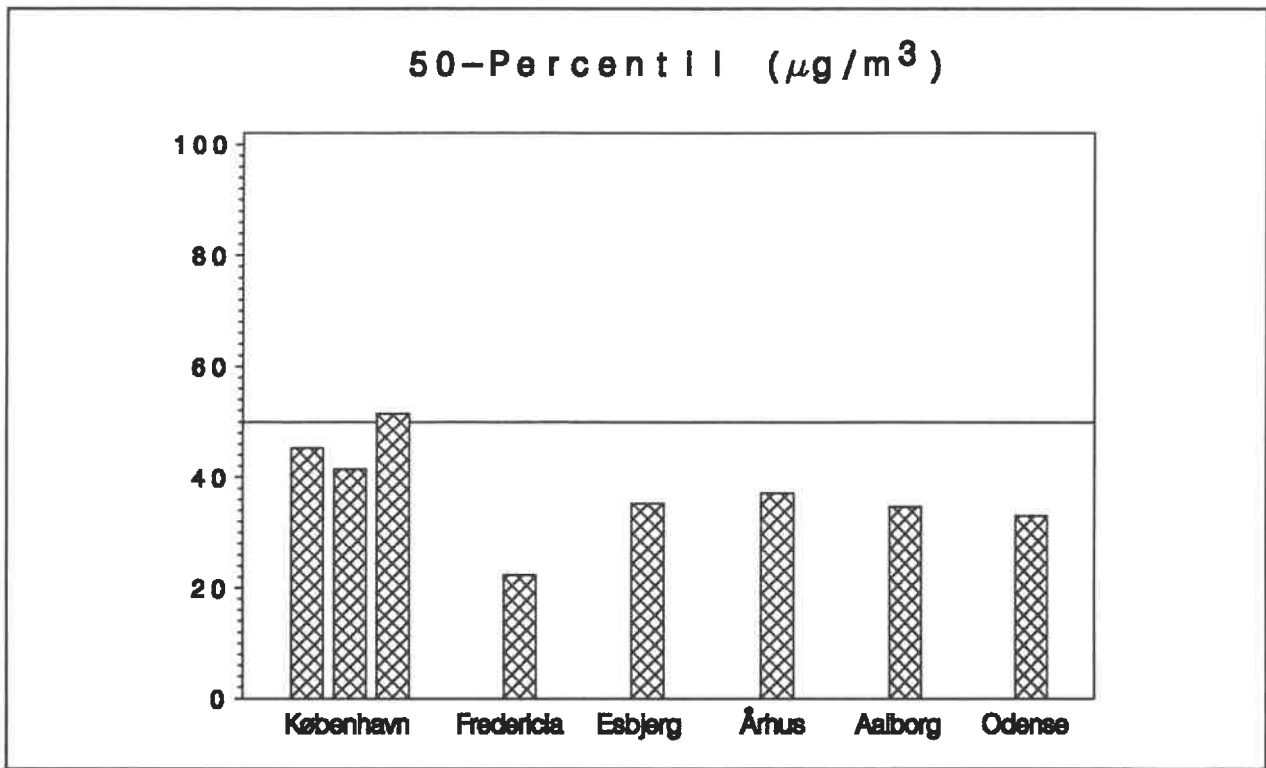
| | 5155/Danmarksport | | | 5152/Sygehuset | | |
|-----------------|-------------------|--------|--------|----------------|--------|--------|
| | NO | Middel | Spred. | NO | Middel | Spred. |
| SO ₂ | 336 | 10.3 | 10.5 | 339 | 12.2 | 13.5 |
| TSP | 347 | 55.2 | 27.4 | 340 | 56.3 | 29.7 |
| Al | 347 | 410. | 413. | 340 | 280. | 286. |
| Si | 344 | 1173. | 1240. | 337 | 829. | 953. |
| S | 347 | 2003. | 1435. | 340 | 2048. | 1381. |
| Cl | 344 | 2252. | 2468. | 336 | 3058. | 3002. |
| K | 347 | 330. | 214. | 340 | 809. | 1283. |
| Ca | 347 | 536. | 457. | 340 | 972. | 1047. |
| Ti | 347 | 76.1 | 86.8 | 337 | 28.5 | 26.3 |
| V | 242 | 8.3 | 10.3* | 295 | 12.9 | 13.9 |
| Cr | 211 | 2.7 | 3.3* | 245 | 3.3 | 4.5* |
| Mn | 347 | 19.7 | 16.2 | 340 | 12.7 | 10.9 |
| Fe | 347 | 773. | 617. | 340 | 405. | 319. |
| Ni | 330 | 4.4 | 2.9 | 335 | 7.3 | 8.0 |
| Cu | 347 | 18.3 | 15.0 | 337 | 7.6 | 10.9 |
| Zn | 347 | 67.2 | 57.6 | 340 | 46.3 | 40.7 |
| Se | 236 | 1.3 | 1.5* | 275 | 1.2 | 1.1* |
| Br | 347 | 15.4 | 8.9 | 340 | 16.8 | 15.5 |
| Sr | 323 | 5.1 | 3.1 | 325 | 13.1 | 16.5 |
| Zr | 170 | 2.3 | 2.6* | 47 | .8 | 1.3* |
| Mo | 74 | 1.1 | 1.1* | 47 | .7 | .9* |
| Cd | 9 | .6 | 2.3* | 5 | .0 | .0* |
| Sn | 67 | 2.8 | 5.0* | 51 | 2.3 | 2.8* |
| Sb | 52 | 3.8 | 3.7* | 7 | .5 | 5.6* |
| Ba | 192 | 37.0 | 98.8* | 58 | 8.0 | 9.3* |
| Pb | 347 | 78.7 | 98.6 | 340 | 34.0 | 25.1 |
| Ntot | 347 | | | 340 | | |

Årsmiddelværdier for døgnmålinger

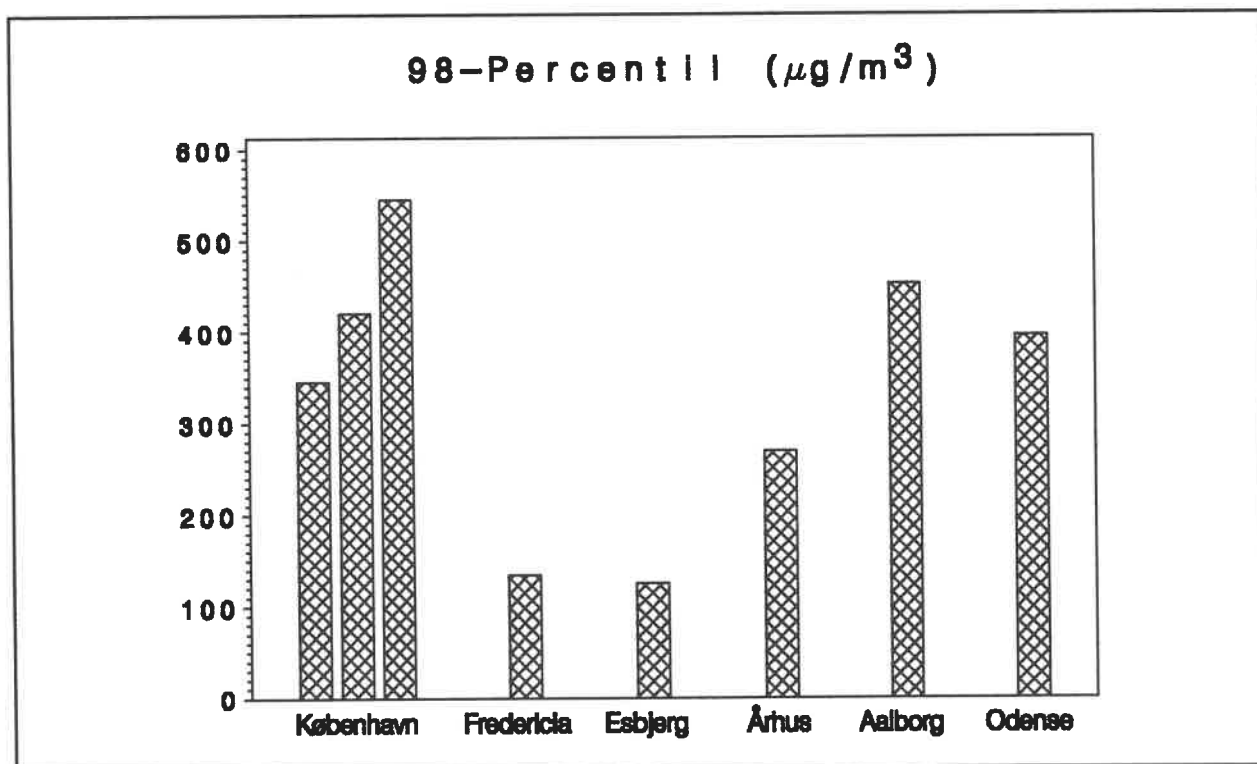
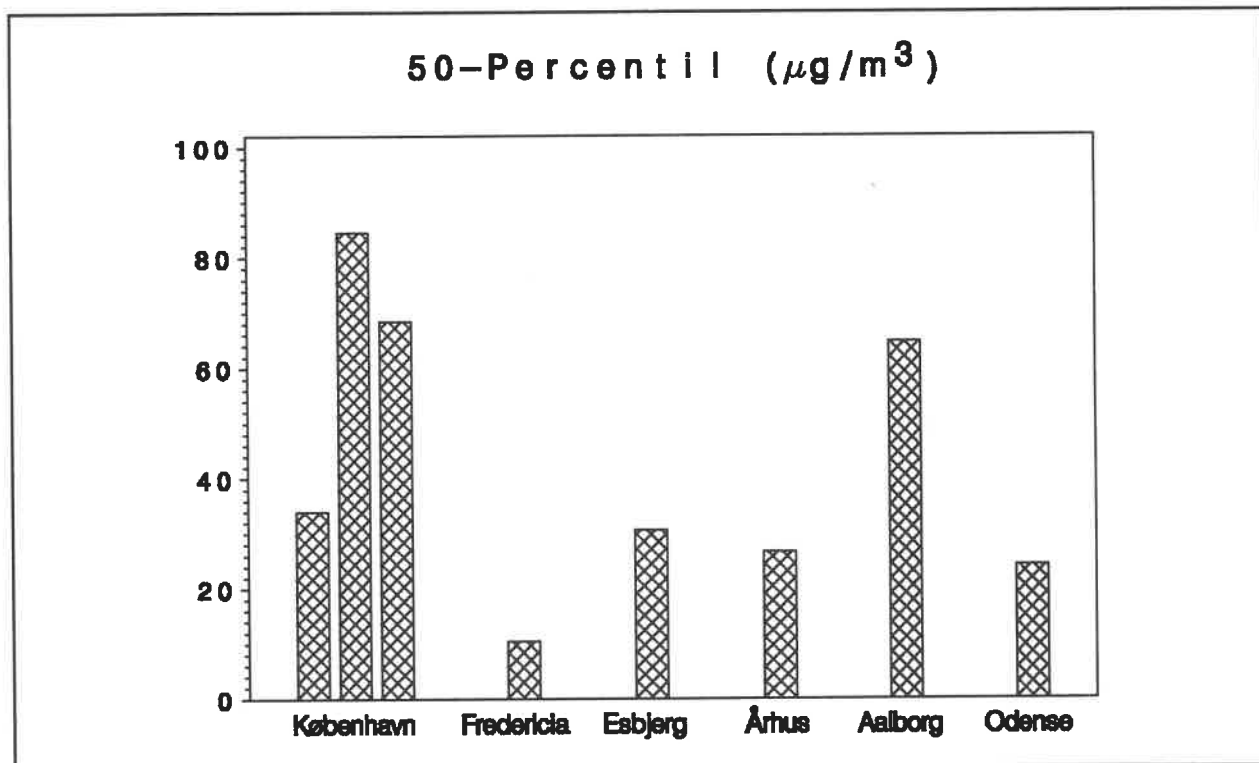
Tabellerne 3.10 -15 giver en samlet oversigt over årsmiddelværdierne for alle de stoffer, der er bestemt ved døgnmålinger. For grundstofferne er værdierne angivet i nanogram (10^{-9} g) pr. kubikmeter luft. Koncentrationerne for flere af de angivne stoffer er ofte under detektionsgrænsen for PIXE metoden. For at give et realistisk indtryk af middelværdien er den i de tilfælde, hvor mere end 10% af målingerne har været under detektionsgrænsen, beregnet ud fra en logaritmisk normalfordeling, som er bestemt på grundlag af en tilpasning til værdierne over detektionsgrænsen.

Flere af stofferne kan bruges som indikatorer for de kildetyper, der bidrager til forureningen. Således kommer partikulært svovl især i forbindelse med langtransport. Vanadium og nikkel findes i tungere olietyper. Silicium, calcium, titan og jern stammer fra ophvirvlet jordstøv. Det meste af det målte klor findes i salt, størstedelen er havsalt fra Kattegat og Vesterhavet; men en ikke uvæsentlig del kommer i forbindelse med saltning af veje. Både brom og bly har trafikken som hovedkilde.

Ud over de stoffer, som der findes danske grænseværdier for har WHO "guideline values" for vanadium, mangan og cadmium på henholdsvis $0,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$, $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ og $10\text{-}20 \text{ ng}/\text{m}^3$, med henvisning til "public health" (WHO, 1987). Det ses, at de målte koncentrationer i alle tilfælde er mere end en størrelsesorden under disse værdier.



Figur 3.5 Nitrogendioxid årsmiddelværdier og 98 percentiler for 1990 beregnet ud fra 1-times-målinger. De vandrette linier er de vejledende grænseværdier. Søjlele repræsenterer fra venstre mod højre stationerne 1255, 1256, 1257, 5152, 5155, 5652, 5655, 6151, 6152, 8151, 8153, 9154 og 9155.



Figur 3.4 Nitrogenmonoxid årsmiddelværdier for 1990 beregnet ud fra 1-times-målinger. Søjlerne repræsenterer fra venstre mod højre stationerne 1255, 1256, 1257, 5152, 5155, 5652, 5655, 6151, 6152, 8151, 8153, 9154 og 9155.

Tabel 3.8. 50-percentil for NO₂ målt i årene 1987-90 (µg/m³).

| By/stationsnummer | 87 | 88 | 89 | 90 |
|---------------------|------|------|------|------|
| København/1255 | - | 48,1 | 49,3 | 45,3 |
| København/1256 | - | 56,7 | 53,1 | 41,4 |
| København/1257 | - | 56,0 | 57,4 | 51,5 |
| Fredericia/5155 | - | 24,2 | 25,4 | 22,4 |
| Esbjerg/5655 | - | 32,1 | 37,6 | 35,3 |
| Århus/6155 | - | 40,1 | 37,0 | 37,2 |
| Aalborg/8151 | 35,2 | 45,9 | 40,3 | 34,7 |
| Odense/9151 | 28,0 | - | - | - |
| Odense/9155 | - | 42,4 | 36,2 | 33,1 |
| Grænseværdi (vejl.) | | (50) | | |

Tabel 3.9. 98-percentil for NO₂ målt i årene 1987-90 (µg/m³).

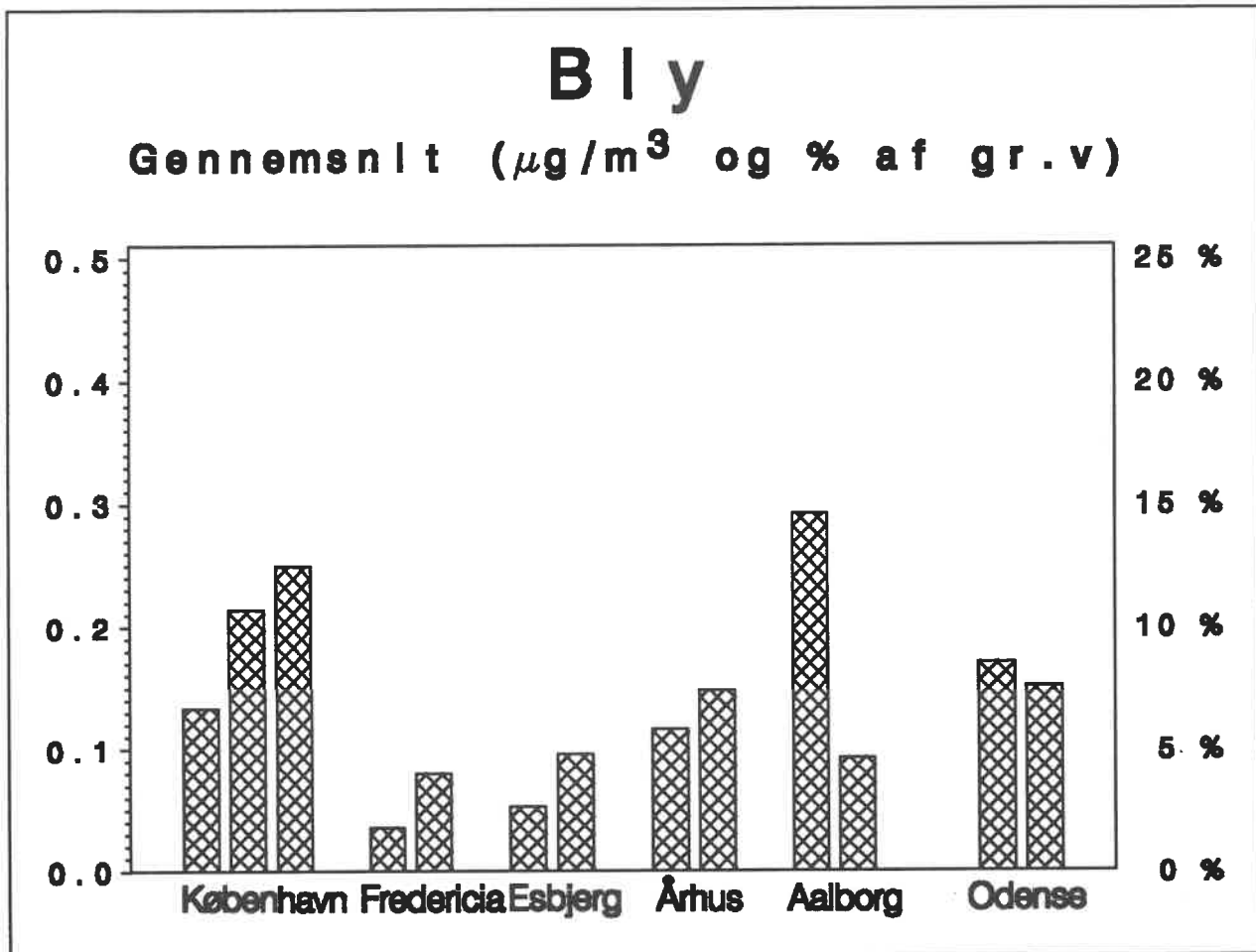
| By/stationsnummer | 87 | 88 | 89 | 90 |
|---------------------|------|-----------|-------|-------|
| København/1255 | - | 99,6 | 108,3 | 100,7 |
| København/1256 | - | 151,4 | 113,0 | 104,9 |
| København/1257 | - | 157,8 | 149,3 | 133,1 |
| Fredericia/5155 | - | 66,3 | 73,2 | 65,4 |
| Esbjerg/5655 | - | 74,3 | 82,0 | 81,0 |
| Århus/6155 | - | 98,2 | 93,7 | 96,8 |
| Aalborg/8151 | 97,5 | 124,4 | 118,3 | 96,2 |
| Odense/9151 | 87,5 | - | - | - |
| Odense/9155 | - | 130,3 | 104,7 | 89,8 |
| Grænseværdi (vejl.) | | 200 (135) | | |

Tabel 3.6. 50-percentil for NO målt i årene 1987-90 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$).

| By/stationsnummer | 87 | 88 | 89 | 90 |
|-------------------|------|------|------|------|
| København/1255 | - | 37,4 | 38,0 | 34,0 |
| København/1256 | - | 73,4 | 82,8 | 84,6 |
| København/1257 | - | 75,8 | 76,9 | 68,5 |
| Fredericia/5155 | - | 9,9 | 7,6 | 10,3 |
| Esbjerg/5655 | - | 27,4 | 33,1 | 30,6 |
| Århus/6155 | - | 28,4 | 26,8 | 26,6 |
| Aalborg/8151 | 55,7 | 63,2 | 66,8 | 64,7 |
| Odense/9151 | 7,8 | - | - | - |
| Odense/9155 | - | 33,8 | 31,1 | 24,2 |

Tabel 3.7. 98-percentil for NO målt i årene 1987-90 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$).

| By/stationsnummer | 87 | 88 | 89 | 90 |
|-------------------|-------|-------|-------|-------|
| København/1255 | - | 338,9 | 330,7 | 345,7 |
| København/1256 | - | 434,7 | 442,5 | 420,6 |
| København/1257 | - | 503,2 | 519,9 | 545,3 |
| Fredericia/5155 | - | 128,4 | 128,7 | 133,9 |
| Esbjerg/5655 | - | 119,0 | 133,9 | 125,4 |
| Århus/6155 | - | 306,0 | 287,5 | 269,7 |
| Aalborg/8151 | 400,0 | 367,9 | 434,6 | 452,1 |
| Odense/9151 | 118,7 | - | - | - |
| Odense/9155 | - | 360,1 | 397,0 | 395,5 |



Figur 3.3 Bly årsmiddelværdier for 1990 beregnet ud fra døgnmålinger. Søjlele repræsenterer fra venstre mod højre stationerne 1255, 1256, 1257, 5152, 5155, 5652, 5655, 6151, 6152, 8151, 8153, 9154 og 9155.

Nitrogenoxider

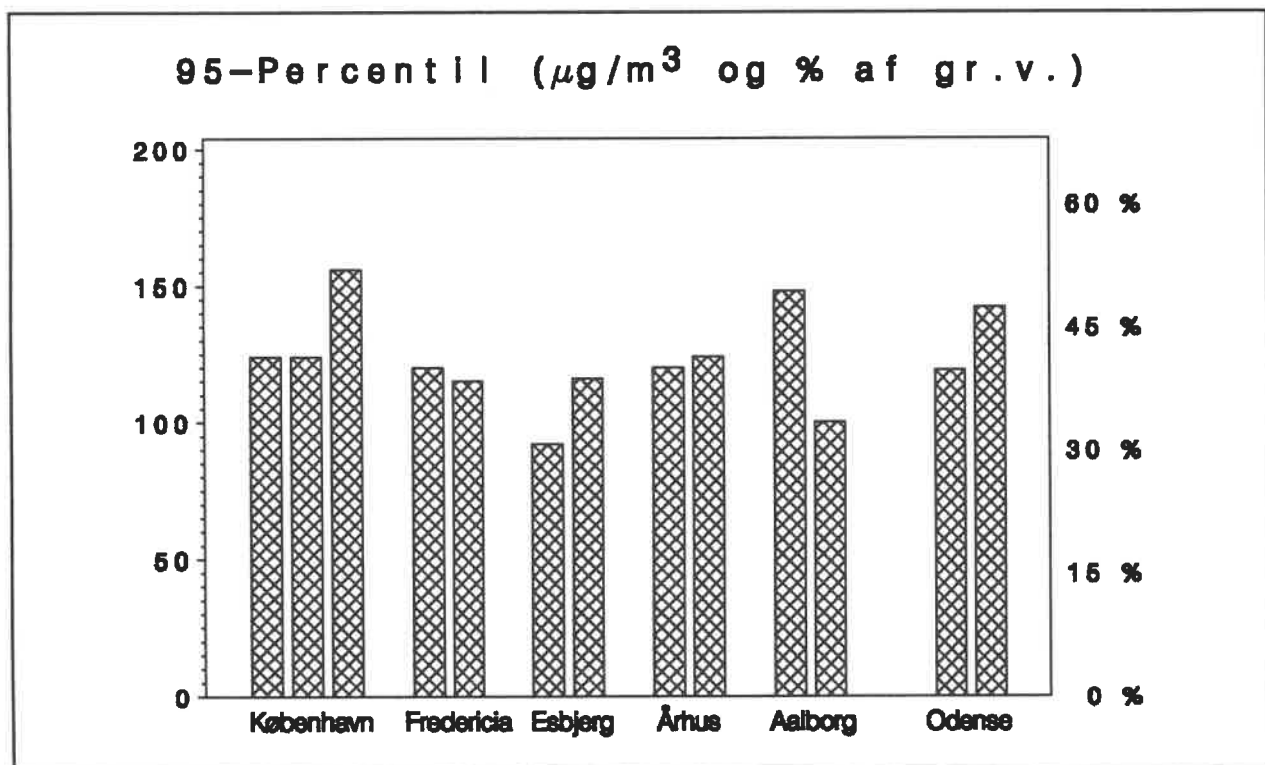
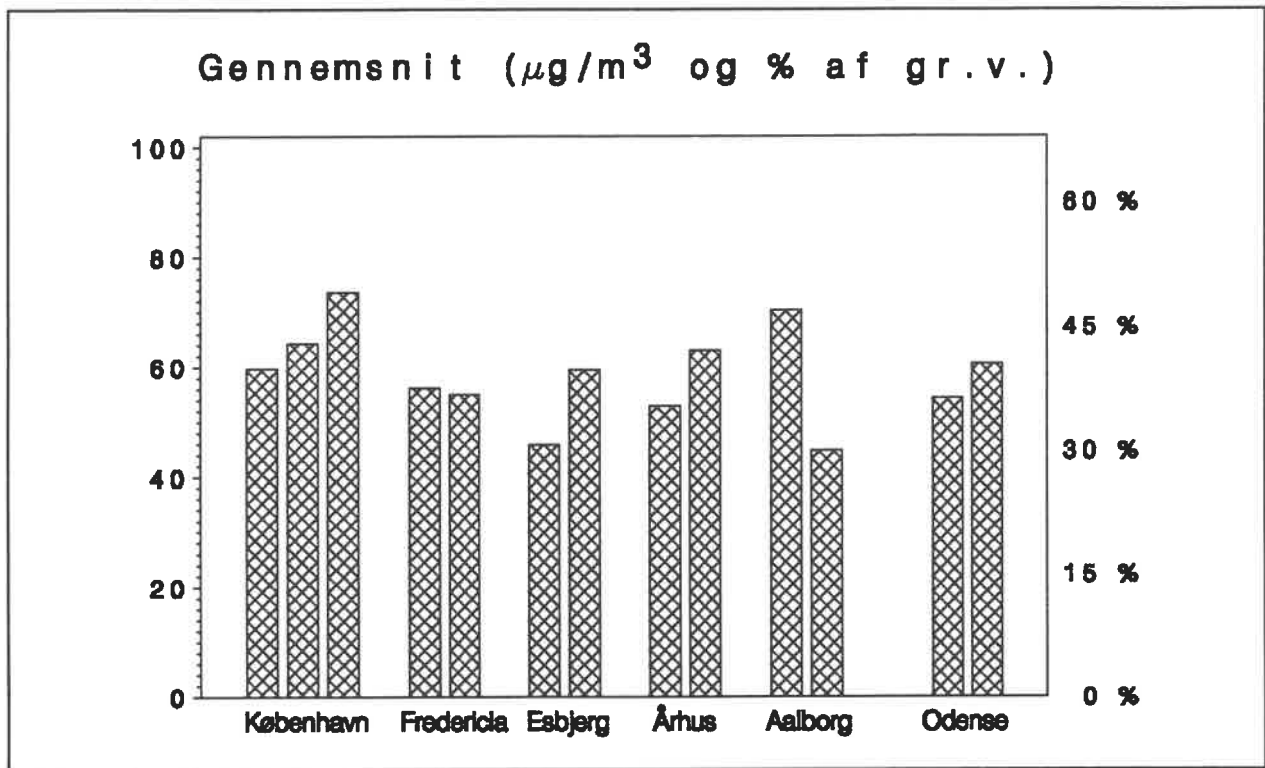
For NO og NO₂ er der beregnet 1-times værdier ud fra ½-times målinger. I tabellerne 3.6-9 er for årene 1987-90 og i søjlediagrammerne figur 3.4-5 for 1990 afsat 50- og 98-percentilerne for NO og NO₂. For NO er der ingen grænseværdier at sammenligne med, for NO₂ er afsat den bindende grænseværdi som højreakse og de vejledende grænseværdier er afsat som vandrette linier i diagrammet. Det ses, at alle stationer ligger under den bindende grænseværdi for 98-percentilen af NO₂ på 200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, medens kun stationerne i København tangerer eller overskrider de vejledende grænseværdier.

Bly

I tabel 3.5 er for 1987-90 og i figur 3.3 for 1990 vist det gennemsnitlige blyindhold i svævestøv baseret på PIXE-analyse. Niveaue er klart under EF's grænseværdi på $2 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Variationen mellem stationerne afspejler deres placering i forhold til veje og vejenes trafikintensitet.

Tabel 3.5 Gennemsnit for bly i partikler målt i årene 1987-90 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$).

| By/stationsnummer | 87 | 88 | 89 | 90 |
|-------------------|------|------|------|------|
| København/1255 | - | 0,19 | 0,17 | 0,13 |
| København/1256 | - | 0,34 | 0,31 | 0,21 |
| København/1257 | - | 0,40 | 0,35 | 0,25 |
| Fredericia/5152 | 0,05 | 0,04 | 0,04 | 0,04 |
| Fredericia/5155 | - | 0,12 | 0,09 | 0,08 |
| Esbjerg/5652 | - | 0,06 | 0,06 | 0,05 |
| Esbjerg/5655 | - | 0,11 | 0,12 | 0,10 |
| Århus/6151 | - | 0,18 | 0,17 | 0,12 |
| Århus/6152 | - | 0,20 | 0,21 | 0,15 |
| Aalborg/8151 | 0,38 | 0,37 | 0,34 | 0,29 |
| Aalborg/8153 | 0,15 | 0,13 | 0,11 | 0,09 |
| Odense/9151 | 0,16 | - | - | - |
| Odense/9154 | 0,26 | 0,22 | 0,22 | 0,17 |
| Odense/9155 | - | 0,30 | 0,24 | 0,15 |
| Grænseværdi (EF) | | 2,0 | | |



Figur 3.2 Svævestøv årsmiddelværdier og 95 percentiler for 1990 beregnet ud fra døgnmålinger. Søjlerne repræsenterer fra venstre mod højre stationerne 1255, 1256, 1257, 5152, 5155, 5652, 5655, 6151, 6152, 8151, 8153, 9154 og 9155.

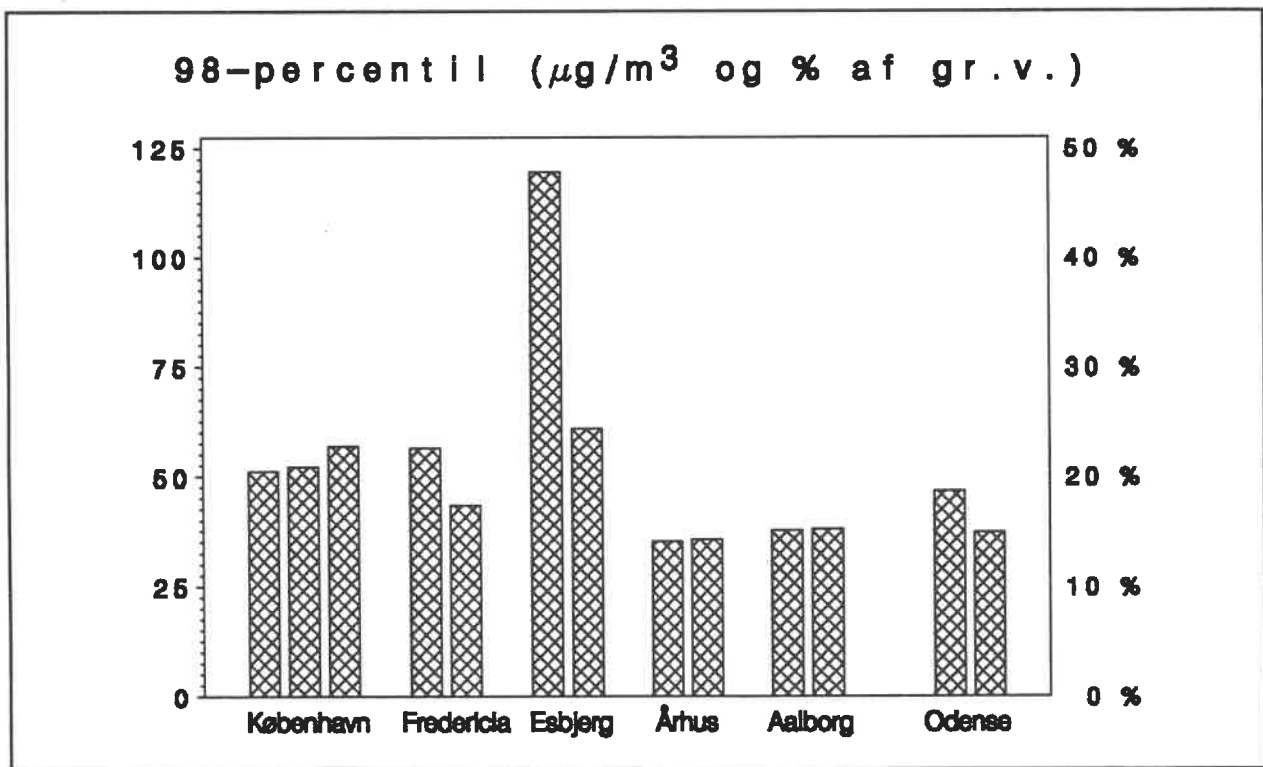
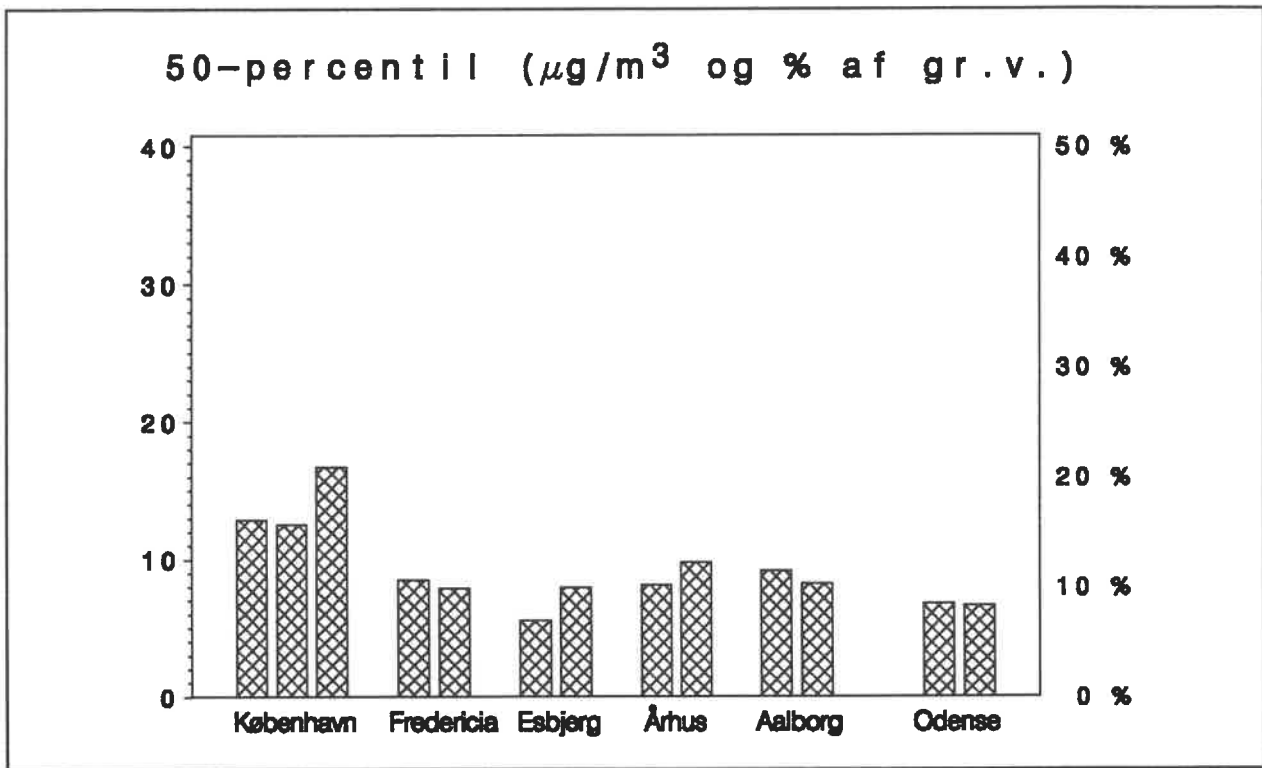
I tabellerne 3.3-4 er for årene 1987-90 og søjlediagrammet figur 3.2 for 1990 vist gennemsnittet og 95-percentilen for døgnmiddel-værdierne af svævestøv baseret på vejningerne af filtre. Det ses, at niveauerne ligger på ca. 50 % af grænseværdierne (150 og 300 $\mu\text{g}/\text{m}^3$).

Tablet 3.3. Gennemsnit for svævestøv målt i årene 1987-90 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$).

| By/stationsnummer | 87 | 88 | 89 | 90 |
|-------------------|------|------|------|------|
| København/1255 | - | 66,7 | 63,9 | 59,8 |
| København/1256 | - | 77,6 | 74,7 | 64,4 |
| København/1257 | - | 93,0 | 85,3 | 73,6 |
| Fredericia/5152 | 54,2 | 51,1 | 58,9 | 56,3 |
| Fredericia/5155 | - | 66,8 | 56,2 | 55,1 |
| Esbjerg/5652 | - | 41,2 | 45,4 | 46,0 |
| Esbjerg/5655 | - | 60,2 | 59,0 | 59,5 |
| Århus/6151 | - | 57,1 | 62,1 | 53,0 |
| Århus/6152 | - | 66,0 | 71,2 | 63,0 |
| Aalborg/8151 | 79,6 | 77,0 | 78,0 | 70,4 |
| Aalborg/8153 | 54,9 | 47,4 | 47,7 | 44,9 |
| Odense/9151 | 58,4 | - | - | - |
| Odense/9154 | 66,3 | 56,6 | 57,6 | 54,4 |
| Odense/9155 | - | 75,6 | 68,3 | 60,6 |
| Grænseværdi | | 150 | | |

Tablet 3.4. 95-percentil af svævestøv målt i årene 1987-90 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$).

| By/stationsnummer | 87 | 88 | 89 | 90 |
|-------------------|-----|-----|-----|-----|
| København/1255 | - | 124 | 125 | 124 |
| København/1256 | - | 141 | 150 | 124 |
| København/1257 | - | 185 | 171 | 156 |
| Fredericia/5152 | 110 | 108 | 116 | 120 |
| Fredericia/5155 | - | 154 | 109 | 115 |
| Esbjerg/5652 | - | 78 | 86 | 92 |
| Esbjerg/5655 | - | 110 | 106 | 116 |
| Århus/6151 | - | 114 | 130 | 120 |
| Århus/6152 | - | 132 | 144 | 124 |
| Aalborg/8151 | 165 | 155 | 155 | 148 |
| Aalborg/8153 | 116 | 92 | 95 | 100 |
| Odense/9151 | 138 | - | - | - |
| Odense/9154 | 140 | 125 | 117 | 119 |
| Odense/9155 | - | 153 | 145 | 142 |
| Grænseværdi | | 300 | | |



Figur 3.1 SO₂ årsmiddelværdier for 1990 beregnet ud fra døgnmålinger. Søjlerne repræsenterer fra venstre mod højre stationerne 1255, 1256, 1257, 5152, 5155, 5652, 5655, 6151, 6152, 8151, 8153, 9154 og 9155.

Tabel 3.2. 98-percentil af SO₂ målt i årene 1987-90 (µg/m³).

| By/stationsnummer | 87 | 88 | 89 | 90 |
|-------------------|------|------|------|-------|
| København/1255 | - | 57,5 | 66,5 | 51,3 |
| København/1256 | - | 58,0 | 64,2 | 52,2 |
| København/1257 | - | 62,1 | 63,2 | 56,9 |
| Fredericia/5152 | 31,7 | 33,4 | 42,3 | 56,5 |
| Fredericia/5155 | - | 51,1 | 48,1 | 43,4 |
| Esbjerg/5652 | - | 40,3 | 48,0 | 119,6 |
| Esbjerg/5655 | - | 29,7 | 40,4 | 60,9 |
| Århus/6151 | - | 39,0 | 38,9 | 35,2 |
| Århus/6152 | - | 40,7 | 34,5 | 35,6 |
| Aalborg/8151 | 38,0 | 39,0 | 35,2 | 37,7 |
| Aalborg/8153 | 35,1 | 34,9 | 28,6 | 38,0 |
| Odense/9151 | 37,3 | - | - | - |
| Odense/9154 | 37,1 | 48,1 | 41,8 | 46,7 |
| Odense/9155 | - | 42,6 | 41,4 | 37,3 |

3. Årsmiddelværdier og fraktiler

Grænseværdier

Bindende og vejledende grænseværdier er nærmere omtalt i tidligere rapporter (*Palmgren Jensen et al., 1990*).

Datamaterialet

I de følgende tabeller er opgivet værdier for kalenderåret 1990. Når der i en tabel står - betyder det, at der enten slet ikke er målt i det pågældende år, eller at der kun er målt i under halvdelen af perioden. På grundlag af datamaterialet er der også beregnet de tilsvarende værdier for det tropiske år (1. april til 31. marts), som formelt skal bruges i forbindelse med grænseværdier for SO₂ og svævestøv. De fundne værdier afviger kun uvæsentligt fra de anførte. En del af værdierne er desuden vist på søjlediagrammer. Rækkefølgen af søjlerne følger stationsnumrene.

SO₂

I tabellerne 3.1-2 er for årene 1987-90 og i søjlediagrammet figur 3.1 for 1990 vist 50- og 98-percentiler for døgnmiddelværdierne af SO₂ baseret på døgnmålinger. Det ses, at niveauerne er lave med værdier på 10 til 20 % af grænseværdierne (80 og 250 µg/m³).

Der ses kun små forskelle mellem de forskellige stationer, dog ligger stationerne i København noget højere end de øvrige.

Tabel 3.1. 50-percentil af SO₂ målt i årene 1987-90 (µg/m³). Vinter er månederne oktober til marts.

| By/stationsnummer | År | | | | | Vinter | |
|-------------------|------|------|------|------|-------|--------|-------|
| | 87 | 88 | 89 | 90 | 87/88 | 88/89 | 89/90 |
| København/1255 | - | 17,4 | 16,5 | 12,9 | 19,5 | 19,6 | 18,7 |
| København/1256 | - | 17,2 | 15,8 | 12,6 | 17,7 | 17,9 | 19,0 |
| København/1257 | - | 20,6 | 19,7 | 16,8 | 20,6 | 22,2 | 23,0 |
| Fredericia/5152 | 7,0 | 7,1 | 7,8 | 8,5 | 7,6 | 10,1 | 11,8 |
| Fredericia/5155 | - | 9,5 | 7,5 | 7,9 | 12,7 | 9,9 | 9,8 |
| Esbjerg/5652 | - | 4,1 | 4,9 | 5,6 | - | 5,8 | 8,8 |
| Esbjerg/5655 | - | 7,8 | 8,3 | 7,9 | - | 9,0 | 10,1 |
| Århus/6151 | - | 9,4 | 9,2 | 8,1 | - | 9,4 | 10,0 |
| Århus/6152 | - | 11,5 | 10,8 | 9,8 | - | 11,7 | 12,2 |
| Aalborg/8151 | 11,5 | 12,9 | 9,7 | 9,1 | 14,1 | 10,0 | 10,3 |
| Aalborg/8153 | 11,6 | 10,8 | 9,3 | 8,2 | 12,5 | 10,7 | 9,3 |
| Odense/9151 | 6,4 | - | - | - | - | - | - |
| Odense/9154 | 7,9 | 9,0 | 8,3 | 6,8 | 10,7 | 7,3 | 10,5 |
| Odense/9155 | - | 9,3 | 8,4 | 6,7 | - | 9,0 | 9,1 |
| Grænseværdier | | | 80 | | | 130 | |

Analyserne kontrolleres løbende i overensstemmelse med normal god laboratorie praksis. Det er desuden muligt gennem sammenligning af resultaterne efter gennemførelse af analyserne at opnå en meget stor grad af sikkerhed for at resultater er korrekte. Et par af disse metoder skal omtales her.

Partikulært svovl, som bestemmes med PIXE, dannes ved oxidation af SO₂ i atmosfæren. Da omdannelsestiden er lang i sammenligning med transporttiden i Danmark, vil der være en nær sammenhæng mellem koncentrationerne på alle stationer. Hvis resultaterne fra en målestation gennem en periode afviger væsentlig fra dem fra de øvrige stationer, vil årsagen i de fleste tilfælde være en fejl i den pågældende prøvetager. Ud fra sammenligning er man altså i stand til at påvise fejlen og, hvad der ikke mindst er vigtigt, at tidsfæste dens opståen.

Sammenligning af NO og bly på samme station giver en anden mulighed til sikring af sammenligneligheden mellem to fundamentalt forskellige analyse metoder. Med målestationernes placering ved trafikerede veje vil både NO og bly komme fra vejtrafikken. Man kan altså vente en nær korrelation mellem de to stoffer (*Palmgren Jensen et al., 1990*). Findes den ikke, kan det være tegn på at en af prøvetagerne ikke fungerer korrekt eller, hvad vi også har set i enkelte tilfælde, at der er en anden kilde til bly, som er af nogenlunde samme styrke som trafikken.

En oplagt mulighed er naturligvis, at sammenligne SO₂ målinger med imprægnerede filtre og monitorer (efter omregning af resultaterne til døgnmiddelværdier).

2. Analysemetoder

I laboratoriet foretages vejning af partikelfiltrene, analyse for SO₂ på KOH-imprægnerede filtre og PIXE-analyse for grundstofindholdet i svævestøv.

Vejning

Den totale støvmængde på hvert filter kan variere fra ca. 0,5 mg til ca. 5 mg. I sjældne tilfælde kommer man også udenfor disse grænser. Der anvendes membran planfiltre fremstillet af en blanding af cellulosenitrat og celluloseacetat. Porestørrelsen er ca. 1,2 µm og de tilbageholder partikler ned til 1/100 µm med en effektivitet tæt på 100%. Et filter vejer ca. 100 mg, hvilket altså er væsentlig mere end det støv, der bliver opsamlet på det. Det er derfor nødvendigt at foretage vejningerne efter en særlig procedure, for at kunne kompensere for bidraget fra de rene filtre.

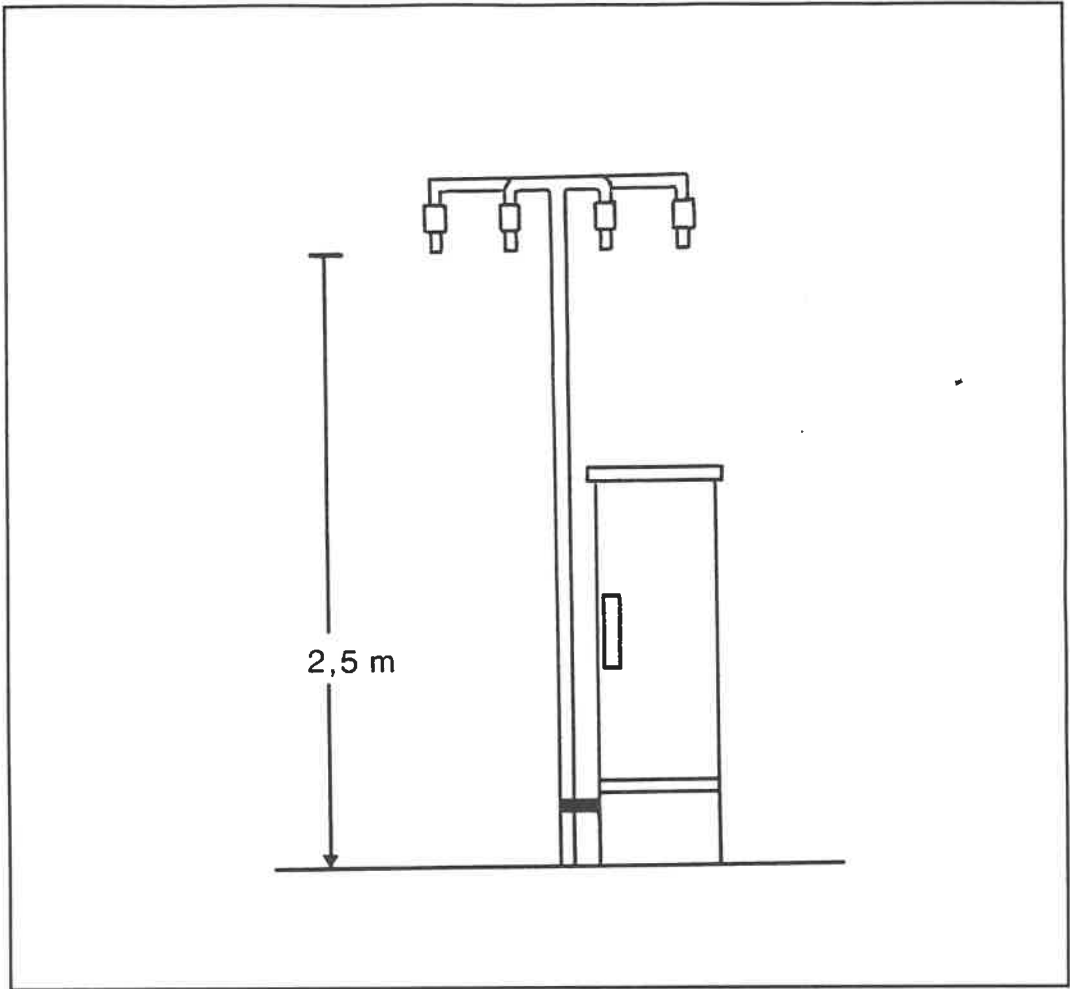
Før montering i filterholderne opbevares de rene filtre i et klimarum ved en temperatur på 23,0±0,5 °C og en relativ fugtighed på 52±2% i mindst to døgn. Herefter vejes de og monteres. Efter eksponering udtages filtrene af holderne og opbevares i mindst syv døgn i klimarummet før genvejning. Vejningerne foregår i klimarummet. Som kontrol foretages parallelt genvejninger af filtre, som hele tiden opbevares i klimarummet (*Kemp, 1985*). Det er herved muligt at foretage en bestemmelse af støvvægten med en usikkerhed der er mindre end ±50 µg eller ca. ±1 µg pr. m³ luft.

SO₂ (imprægnerede filtre)

Til opsamling af SO₂ benyttes cellulose fiberfiltre, der er imprægnerede med KOH. Filtrene imprægneres med i en 2N opløsning af KOH med 5% glycerol. Under danske forhold vil effektiviteten af filtrene være meget tæt på 100%. Efter eksponeringen ekstraheres filtrene i demineraliseret vand og analyseres ved hjælp af ionchromatografi. Det er med denne metode muligt at bestemme koncentrationer ned til 0,01 µg pr. m³. Nøjagtigheden af metoden er bedre end 10%.

Grundstoffer (PIXE)

Til bestemmelse af grundstofindholdet bruges Proton Induceret Röntgen Emissions Spektroskopi (PIXE) (*Johansen and Campbell, 1988*). Ved PIXE analysen beskydes partikelfiltrene med protoner med stor energi (2,5 MeV). Protonerne løsriver bl.a. nogle af de inderste elektroner i atomerne og de dannede huller fyldes med løsere bundne elektroner under udsendelse af röntgenkvanter. Energien af röntgenkvanterne er karakteristisk for de grundstoffer de kommer fra. Ved bestemmelse af energispektret for röntgenstrålingen er det altså muligt at bestemme i princippet alle stoffer, der forekommer i prøven i koncentrationer over detektionsgrænsen. I praksis er det dog kun muligt at bestemme stoffer med atomnummer større end 13 (aluminium). Med en analysetid på 2 minutter pr. filter kan man nå detektionsgrænser ned til ca. 0,002 µg pr m³. Der opnås i de fleste tilfælde en positiv bestemmelse for ca. 15 grundstoffer (sml. tabel 3.10-15).



Figur 1.7 Filterautomat.

på stedet til ½-times middelværdier, som mindst en gang i døgnet transmitteres til DMU via telefon. Det er også til enhver tid muligt at kalde de seneste resultater hjem. Måleprincippet i monitorerne er baseret på kemiluminiscence ved reaktionen mellem ozon og NO.

De målestationer, hvorpå der måles NO_x, er endvidere udstyret med SO₂-monitorer. I København er dog kun stationen på Jagtvej (1257) udstyret med en SO₂-monitor. Måling og registrering foretages efter samme procedure som for NO_x. SO₂-monitorerne registrerer den fluorescence, der opstår, når SO₂ belyses med ultraviolet lys.

Drift og vedligeholdelse

De lokale kommunale miljø- og levnedsmiddelkontroleheder eller tekniske forvaltninger foretager de ugentlige tilsyn med stationerne, mens DMU med 1-3 måneders mellemrum foretager en mere gennemgribende kontrol og kalibrering efter et fast program (*Westerberg and Lund Thomsen, 1983, Westerberg, 1983*). Egentlige reparationer foretages også af DMU.

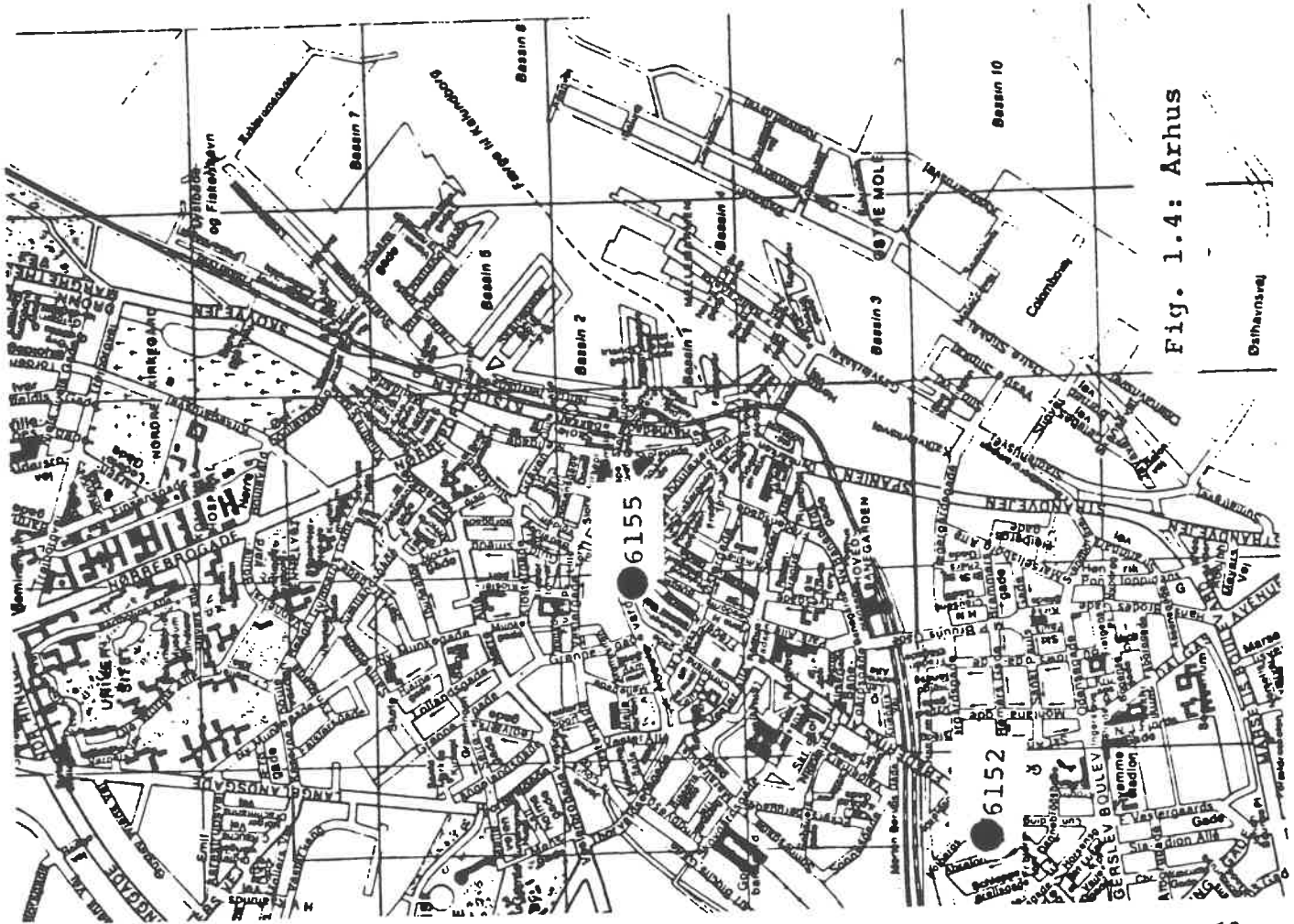


Fig. 1.4: Arhus

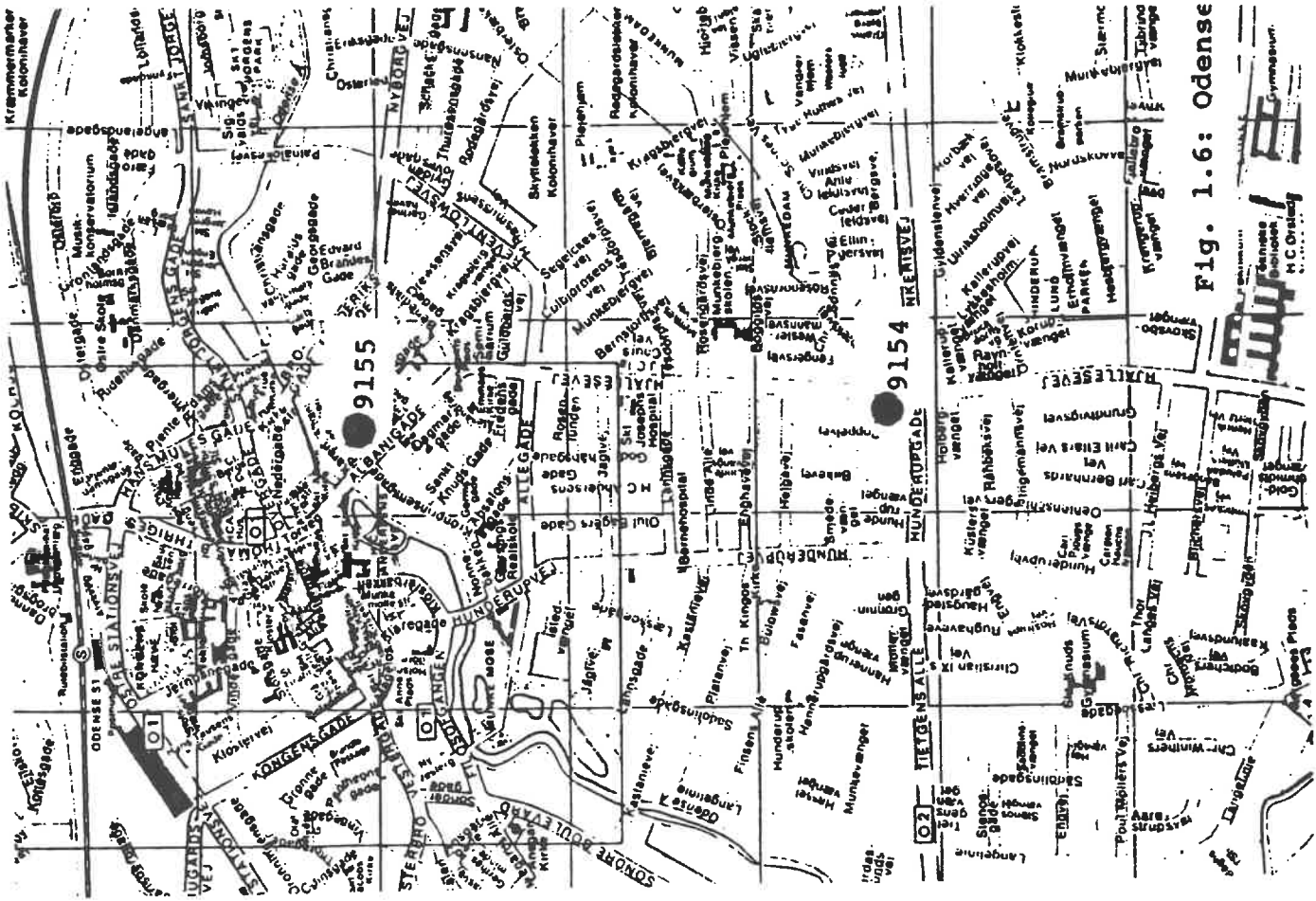


Fig. 1.6: Odense

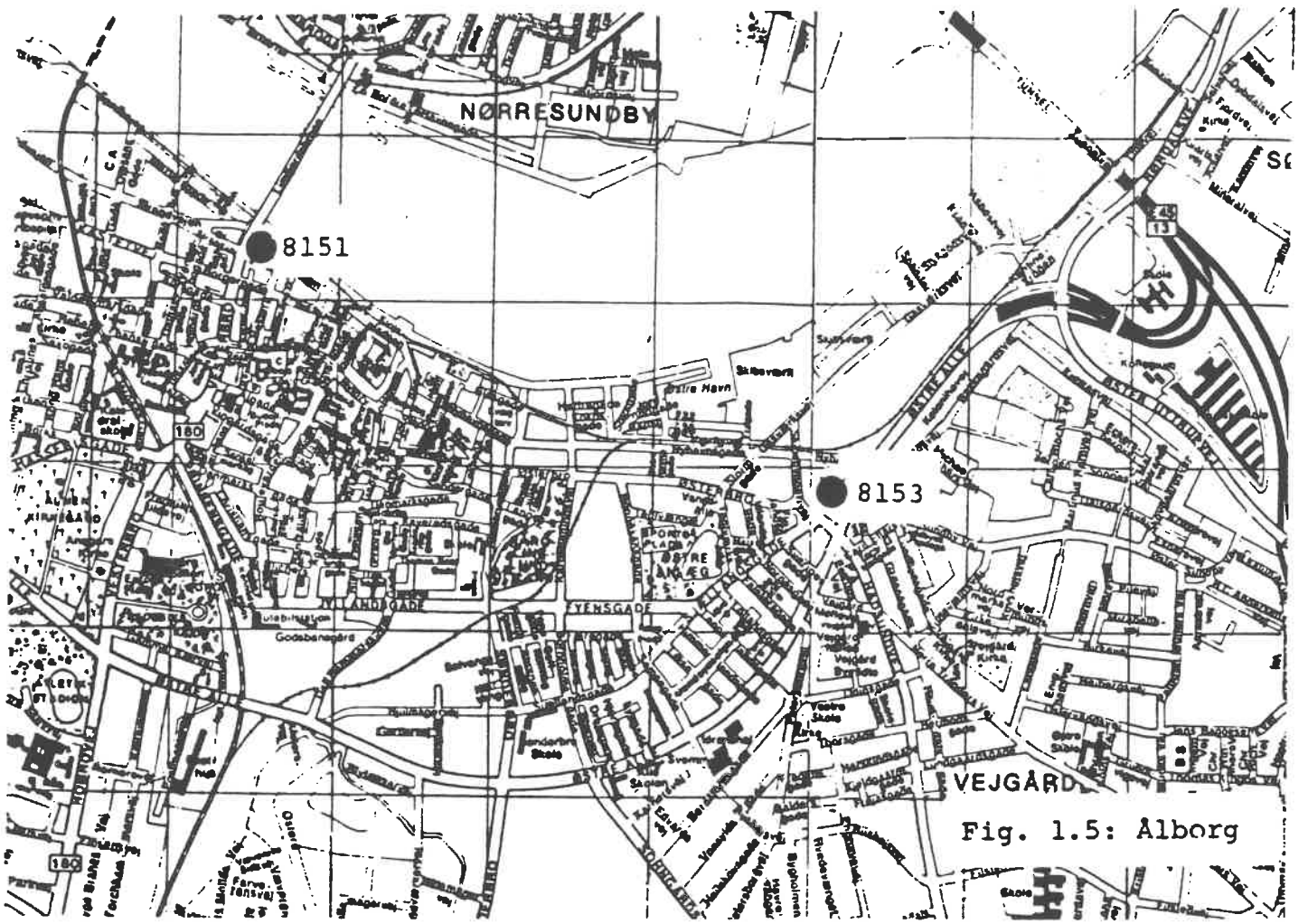


Fig. 1.5: Alborg

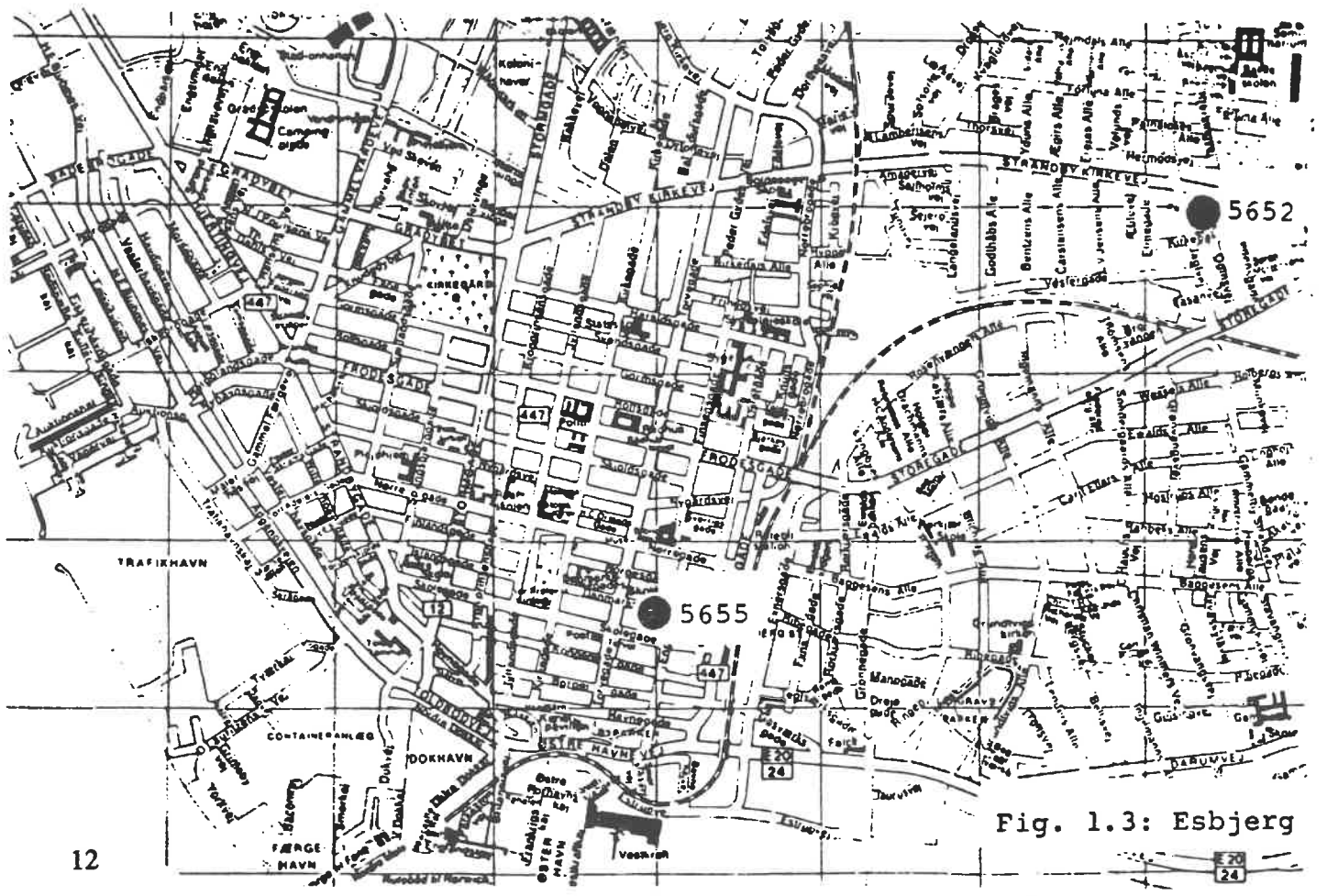
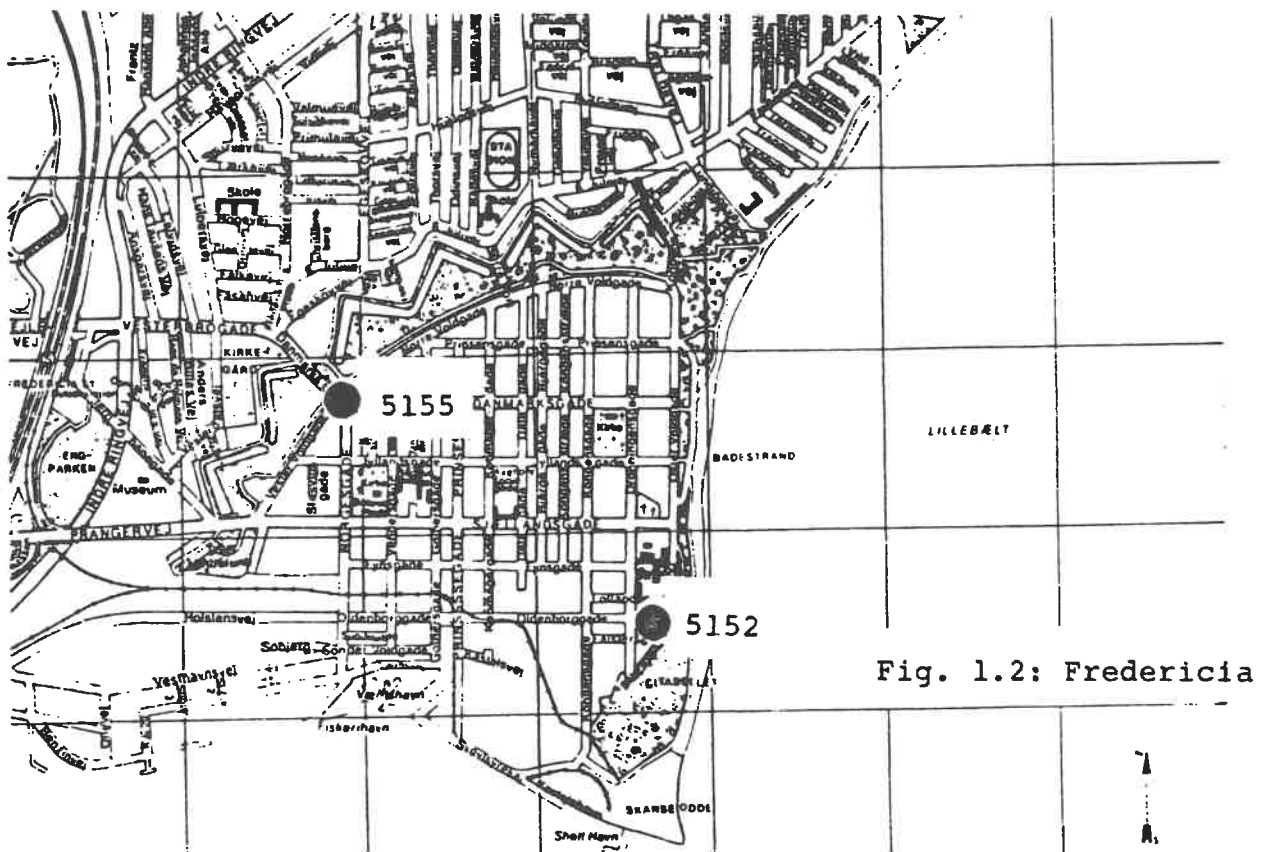


Fig. 1.3: Esbjerg



1 Stationsbeskrivelser

Målestationer

LMP II programmet omfatter måling på ialt 13 stationer. Tre er placeret i København og der er to i hver af byerne: Ålborg, Århus, Esbjerg, Fredericia og Odense. Alle tre stationer er placeret i den indre del af København. De har været suppleret med Hovedstadsregionens Luftovervågningsenhed (HLU) fem tilsvarende stationer. I provinsbyerne er en station opstillet tæt ved centrum, mens den anden står i den nærmere periferi, hvor bebyggelsen endnu er tæt. De nøjagtige placeringer og måleprogram fremgår af tabel 1.1 og figur 1.1-6.

Filterautomater

Alle stationer er udstyret med en "filterautomat" der er udviklet på DMU specielt med henblik på LMP undersøgelserne (Kemp, 1985). Automaten opsamler partikler på planfiltre (Millipore type RA) og SO₂ på KOH imprægnerede cellulose fiber filtre (Whatmann 1). De to filtre er monteret i serie i en filterholder, der giver en eksponeret diameter på 40 mm på filterne. Der suges ca. 60 m³ luft gennem hvert filtersæt i løbet af eksponeringstiden, som er et døgn. Der er monteret 8 filterholdere på automaten, så den kan køre med tilsyn en gang ugentlig (figur 1.7).

Monitorer

På alle stationer i København og centrum stationerne i provinsbyerne er desuden opstillet monitorer til måling af NO og NO_x (WESTERBERG, 1983). Målingerne foretages med en tidskonstant på 1 minut og integreres

Tabel 1.1. Igangværende målestationer i LMP II programmet. Trafiktallene er baseret på oplysninger fra de kommunale forvaltninger. De er opgivet som antal køretøjer pr. årsdøgn i 1989 eller 1990. For 8151 er tallet summen af tallene fra Nyhavnsgade og Østre Allé.

| Stationsnummer | By | Gade | Startdato | Trafikintens. (kt/døgn) | Måleprogram *) |
|----------------|------------|--------------|-----------|-------------------------|----------------|
| 1255 | København | Åboulevarden | 870912 | 50000 | II |
| 1256 | | Trianglen | 870915 | 37000 | II |
| 1257 | | Jagtvej | 870919 | 22000 | III |
| 5155 | Fredericia | Danmarksport | 870901 | 6000 | III |
| 5152 | | Sygehuset | 820224 | - | I |
| 5655 | Esbjerg | Skolegade | 880525 | 6500 | III |
| 5652 | | Jagtvej | 820224 | 6000 | I |
| 6151 | Århus | Åboulevard | 880423 | 13000 | III |
| 6152 | | Frederiks A. | 880520 | 24000 | I |
| 8151 | Ålborg | Limfjordsbro | 820311 | 28500 | III |
| 8153 | | Nyhavnsgade | 820311 | 22000 | I |
| 9155 | Odense | Albanigade | 880209 | 19500 | III |
| 9154 | | Ringvejen | 820225 | 19500 | I |

*) I : Døgnmålinger af SO₂, svævestøv og grundstoffer.

II : I + halvtimes måling af NO og NO₂.

III: II + halvtimes måling af SO₂

The contributions from different sources were demonstrated by analyses of the measured concentration in relation to meteorological data.

In the programme only the traditional components were measured. From January 1992 the monitoring programme will include more components. The greatest emphasis will be laid on components describing the atmospheric processes to be included in air quality models and the toxic/carcinogenic substances, e.g. O₃ and organics.

Engelsk resumé

In 1980 a Danish Air Quality Monitoring Programme was established as a cooperative effort between the authorities of the government, counties, municipalities and Greater Copenhagen Council. The programme was carried out in 7 Danish cities including Greater Copenhagen (*Palmgren Jensen and Kemp, 1986, 1987, 1988*). In addition to the monitoring, the programme included emission inventories and meteorological model calculations of sulphur dioxide (*Berkowicz et al., 1986*).

In 1987 the network has been revised. Greater importance is now attached to monitoring of air pollutants from the traffic. The network includes monitoring of gasses and particulates, generally at kerb side. Data from the monitoring stations are transmitted directly to NERI by public telephone lines (*Palmgren Jensen et al., 1990*).

The present report is summary of data from 1990. The report includes all collected data from all urban areas reduced and presented in graphs and tables.

The measurements showed that no Danish (EEC) air quality limits values were exceeded at the monitoring sites. However, Danish (EEC and WHO) guidelines for NO₂ were exceeded in the centre of Copenhagen. In 1990 the level of NO₂ was lower than the previous years. During the monitoring programme from 1982 the measurements showed slightly increasing concentrations of NO and NO₂ in most of the urban areas in Denmark. This was due to increasing traffic. The increase is apparently more pronounced for NO than for NO₂.

In the long term the emission of NO_x will be reduced due to limits on the emission from power plants and especially due to introduction of catalysts on all new cars from October 1990.

A very clear reduction in the concentration of lead in urban air was observed since the late seventies, i.e. a factor of 5 corresponding to the reduction of lead content in petrol from approx. 0.56 g lead/liter to approx. 0.1 g lead/liter.

In the same period the concentration of SO₂ was reduced a factor of 2 due energy saving, more district heating (with tall stacks instead of small chimneys), generally higher stacks, limits on sulphur content in fuel, increasing use of natural gas and more efficient combustion.

The local traffic was generally the most important air pollution source in Danish urban areas in the period 1982-89. However, other sources gave considerable contributions to the air pollution from e.g. power plants, industries, house heating and distant sources in our neighbour countries.

Resumé

Rapporten indeholder en oversigt over måleresultater fra det landsdækkende luftkvalitetsmåleprogram ajourført med data fra 1990.

Måleresultaterne for 1990 viser, at niveauerne for de forureningskomponenter, som der findes bindende grænseværdier for, i alle tilfælde ligger under grænseværdierne. Ud over de bindende grænseværdier har EF og WHO angivet vejledende grænseværdier for en række stoffer. Hvis disse vejledende grænseværdier overskrides anbefales det, at der tages forholdsregler så forholdene på længere sigt forbedres. Af de stoffer, som er omfattet af LMP målingerne er kun NO₂ koncentrationerne så store, at der er overskridelse af de vejledende værdier. Der var dog færre overskridelser i 1990 end i de foregående år, hvilket formentlig skyldes de meteorologiske forhold. Bl.a. for at nedsætte NO₂ koncentrationerne har man vedtaget, at alle nye benzindrevne biler skal udstyres med katalysatorer fra oktober 1990 og at der senest fra 2005 skal ske en reduktion af NO_x emissionen fra kraftværkerne. Selv om disse foranstaltninger på længere sigt vil virke i positiv retning, er der ikke udsigt til en øjeblikkelig forbedring.

Man kan konstatere en yderst gunstig udvikling af koncentrationen af bly i luften, idet den er faldet med ca. en faktor 5 i den tid LMP målingerne har været foretaget. Det er sket i takt med fjernelsen af bly i benzin fra ca. 0,56 g/l til ca. 0.1 g/l. Faldet er fortsat i 1990. I løbet af de næste 10 år vil bly forsvinde fuldstændig fra benzin.

SO₂ koncentrationerne er i samme periode faldet med en faktor to, Det skyldes ikke mindst nedsættelsen af svovlindholdet i olieprodukter i 1986. Men også indførelsen af naturgas og bedre røgrænsning har bidraget og kan ventes i de kommende år at bidrage til en fortsat gradvis mindskelse af SO₂ niveauerne.

De stoffer, der er blevet målt i LMP programmerne, udgør kun en lille del af det spektrum af toksiske stoffer der findes i atmosfæren. De stoffer, der har været valgt, har imidlertid sat os i stand til at give en vurdering af forureningskilderne. Den vil sammen med de meteorologisk baserede modeller og receptormodeller, der er udviklet, gøre det muligt at beskrive udbredelsen af andre stoffer. Det er især organiske stoffer og ozon, man bør måle bl.a. fordi kendskabet til oprindelse, forekomst og omdannelse er mangelfuldt. Dette vil i et vist omfang blive tilgodeset i forbindelse med LMP III, som starter 1. januar 1992 i hovedstadsområdet, Aalborg og Odense. De øvrige byer har ikke ønsket at deltage i LMP III.

Forord

Det Landsdækkende Luftkvalitetsmåleprogram (LMP) havde til formål at skaffe viden om luftkvaliteten i danske byer (*Palmgren Jensen, F., 1987*). Det omfattede dels målinger af den aktuelle luftkvalitet ved hjælp af i alt 30 målestationer i 7 danske byer, dels etablering af metoder til beregninger af den fremtidige luftkvalitet ved hjælp af meteorologiske luftkvalitetsmodeller (*Berkowicz et al., 1986, Løfstrøm, P. and Rørdam Olesen, H., 1988*). Måleprogrammet blev iværksat i 1982 og blev afsluttet med udgangen af 1986. På grundlag af resultater og erfaringer fra dette måleprogram iværksattes i begyndelsen af 1987 LMP II, der udelukkende omfatter målinger i 6 danske byområder.

LMP II gennemføres ved hjælp af midler fra de deltagende kommuner, Hovedstadsrådet (efter 1. januar 1990 Hovedstadsregionens Luftovervågningsenhed (HLU), der er et samarbejde mellem Københavns og Frederiksbergs kommuner samt Københavns, Frederiksberg og Roskilde amtskommuner), Miljøstyrelsen og Danmarks Miljøundersøgelser.

Programmet har en styringsgruppe med repræsentanter for de deltagende parter. Formandsposten besættes af Miljøstyrelsen. Endvidere er nedsat et forretningsudvalg med ialt 6 medlemmer udpeget af kommunerne, amtskommunerne, HLU, Miljøstyrelsen og Danmarks Miljøundersøgelser, der besætter formandsposten og varetager sekretærfunktionen. Den daglige ledelse af projektet varetages af Danmarks Miljøundersøgelser, der endvidere, i samarbejde med deltagerne varetager den daglige drift af målestationerne.

Årsrapporten for 1990 er udarbejdet i en forkortet udgave i forhold til rapporten for 1987-89, idet den i det væsentlige svarer til bilagsrapporten for 1987-89. Efter afslutningen af LMP II pr. 31. december 1991 udarbejdes en sammenfattende rapport for hele LMP II med en bilagsrapport for 1991.

Nærværende rapport indeholder en beskrivelse af målestationer og -metoder samt et fyldigt udtræk af de indsamlede data. Den er delt op efter emner, som hver for sig belyser nogle bestemte aspekter:

1. Stationsbeskrivelser
2. Analysemetoder
3. Årsmiddelværdier og fraktiler, som plot og tabeller
4. Udvikling

Hvert afsnit er ledsaget af tabeller og figurer fra alle byerne. De er ordnet efter stationsnumre i rækkefølgen København, Fredericia, Esbjerg, Århus, Ålborg og Odense.

Indholdsfortegnelse

Forord 5

Resumé 7

Engelsk resumé 8

1. Stationsbeskrivelse 10

2. Analysemetoder 16

3. Årsmiddelværdier og fraktiler 18

4. Udviklingen 33

5. Referencer 71

Danmarks Miljøundersøgelser 73

Datablad

Titel: Det Landsdækkende Luftkvalitetsmåleprogram 1990

Forfatter(e): Finn Palmgren Jensen, Kåre Kemp og Ole H. Manscher
Afdelingsnavn(e): Afdeling for Forureningskilder og Luftforurening

Serietitel og nummer: Faglig rapport fra DMU, nr. 43

Udgiver: Miljøministeriet
Danmarks Miljøundersøgelser

Udgivelsesår: December 1991

Feltundersøgelser : T. Rasmussen, Kommunale medarbejdere
Laboratoriemålinger: A. Egeløv, L. Grundahl, B. Thomsen, T. Frederiksen, B. Jensen, K. Vinther,
J. Tscherning Møller m.fl.

ETB: Lene Thorsted
EDB-grafik: Ole H. Manscher

Bedes citeret: Palmgren Jensen, F., Kemp, K., Manscher O.H. (1991): Det Landsdækkende Luftkvalitetsmåleprogram 1990. Danmarks Miljøundersøgelser. 73 s. - Faglig rapport fra DMU, nr. 43.

Gengivelse tilladt
med tydelig kildeangivelse.

Frie emneord: Luftkvalitet, danske byer, SO₂, NO, NO₂, svævestøv, tungmetaller

ISBN: 87-7772-050-4
ISSN: 0905-815x
Tryk: Grønager's Bogtryk & Offset
Oplag: 300 eks
Sideantal: 73 s
Pris
(incl. 22% moms, excl. forsendelse): 95 kr.

Købes hos: Danmarks Miljøundersøgelser
Afdeling for Forureningskilder og Luftforurening
Frederiksborgvej 399
Postboks 358
4000 Roskilde
Tlf. 46 30 12 00