



SO₂- OG NO_x-EMISSIONSOPGØRELSE
1960 - 2000.

Sv.M/60.83.097-3
1983.06.15/AF

Udført for Miljøstyrelsen
af
Dansk Kedelforening
v. Civilingeniør Søren Dalager

MILJØSTYRELSEN
BIBLIOTEKET
STRANDGADE 29
1401 KØBENHAVN K



1. INDLEDNING.

I forbindelse med Miljøstyrelsens forsuringsudvalgs arbejde er det ønsket, at arbejdsgruppe 2 udfører en kortlægning af emissionen i Danmark i perioden 1960 - 80 og en vurdering af denne emissions udvikling i perioden frem til år 2000.

Ved aftale af 1983.04.05 har Miljøstyrelsen overdraget det til Dansk Kedelforening at varetage denne opgave.

Kortlægningen omfatter den til det danske brændselsforbrug knyttede SO_2 - og NO_x -emission. Derimod er industriens SO_2 - og NO_x -emissioner fra for eksempel gødningsfabrikation, olieraffinering og lignende ikke omfattet. Ligeledes er der set bort fra emission fra forbrænding af tørv, halm, affald m.v. Opgørelsen omfatter med andre ord emissionen knyttet til forbruget af kul, olie og naturgas.

Opgørelsen er hos Dansk Kedelforening udført af civilingeniør Søren Dalager.



2. DANMARKS ENERGIFORBRUG 1960 - 2000.

2.1 Brutto- og nettoenergiforbrug.

Ved bruttoenergiforbruget forstås forbruget af primær energi (brændsel) før konverteringen af en del af brændslet til elektricitet, gas og fjernvarme. Strengt taget burde også olieraffinaderiernes forbrug af råolie indregnes i bruttoenergiforbruget. Dette er dog ikke gjort i de til rådighed værende energiforbrugsstatistikker og prognoser. Raffinaderiernes produktion af brændsel må altså her behandles på samme måde som importen af brændsel, selv om konverteringen (raffineringen) sker her i landet.

Ved nettoenergiforbruget forstås forbruget af energi, efter at en del af bruttoforbruget er konverteret til elektricitet, gas og fjernvarme. I nettoforbruget indgår således el-, gas- og fjernvarmeværkernes produktion af elektricitet, gas og gasværkskoks samt fjernvarme, mens deres forbrug af brændsel ikke indgår. Nettoforbruget vil være mindre end bruttoforbruget, idet de nævnte konverteringsprocesser er ledsaget af tab.

Mens bygas og fjernvarme ikke er eksportvarer sker der i visse år en ikke uvæsentlig el-import, mens der i andre år finder en eksport af elektricitet sted. Disse forhold kan naturligvis registreres år for år, men kan ikke prognosticeres, idet de er afhængige af, om der er billig overskudselektricitet til rådighed i vore nabolande eller ej. Som et resultat heraf defineres bruttoenergiforbruget normalt som det faktiske forbrug med tillæg/fradrag af den mængde primær energi der skulle være/er forbrugt i danske elektricitetsværker til produktion af den importerede/eksporterede elektricitet, det vil sige at konverteringstab er medregnet.



Bruttoenergiforbruget (fordelt på brændsler og anvendelsesområder) er derfor ikke særlig velegnet til beregning af emissioner, idet disse vil underestimeres i år med el-eksport og overestimeres i år med el-import. Især i sidstnævnte fald kan emissionerne anslås med fejl, idet den importerede elektricitet kan være fremstillet i vandkraft- eller kærnekraftværker, det vil sige uden SO_2 - eller NO_x -emission.

Dette forhold illustreres på fig. 2.1 og 2.2, hvor fig. 2.1 viser bruttoenergiforbruget 1960 - 65, 1970 - 79 og 1980 - 2000 baseret på ref. /1/ - /3/. Det ses, at forbruget har været kraftigt stigende gennem 1960'erne, og at stigningen er fortsat, omend i afsvækket takt, frem til 1978, hvorefter der indtræffer et stærkt fald frem til og med 1982, hvor tendensen igen vendes til en langsom stigning, som omkring 1995 bringer forbruget tilbage på 1978-niveauet.

2.2 Energiforbruget fordelt på brændselsarter.

Det faktiske brændselsforbrug i perioden 1960 - 82 og det prognosticerede for 1985 - 2000 fremgår af tabel 2.1 og fig. 2.2 (figuren indeholder to opgørelser for 1980 (ref. /2/ og /3/) som ikke stemmer ganske overens). Sammenholdes med fig. 2.1 ses en ikke ubetydelig forskel igennem 1970'erne, hvilket hænger sammen med, at der i 1970 - 73 skete en væsentlig eksport af el, mens der i 1975/76 og især i 1978 og 79 importeredes betydelige mængder. (Se også fig. 2.1, nederst) Udviklingen igennem 1970'erne får derfor et noget "fladere" forløb, og allerede i 1990 kommer forbruget igen op på 1978-niveauet.

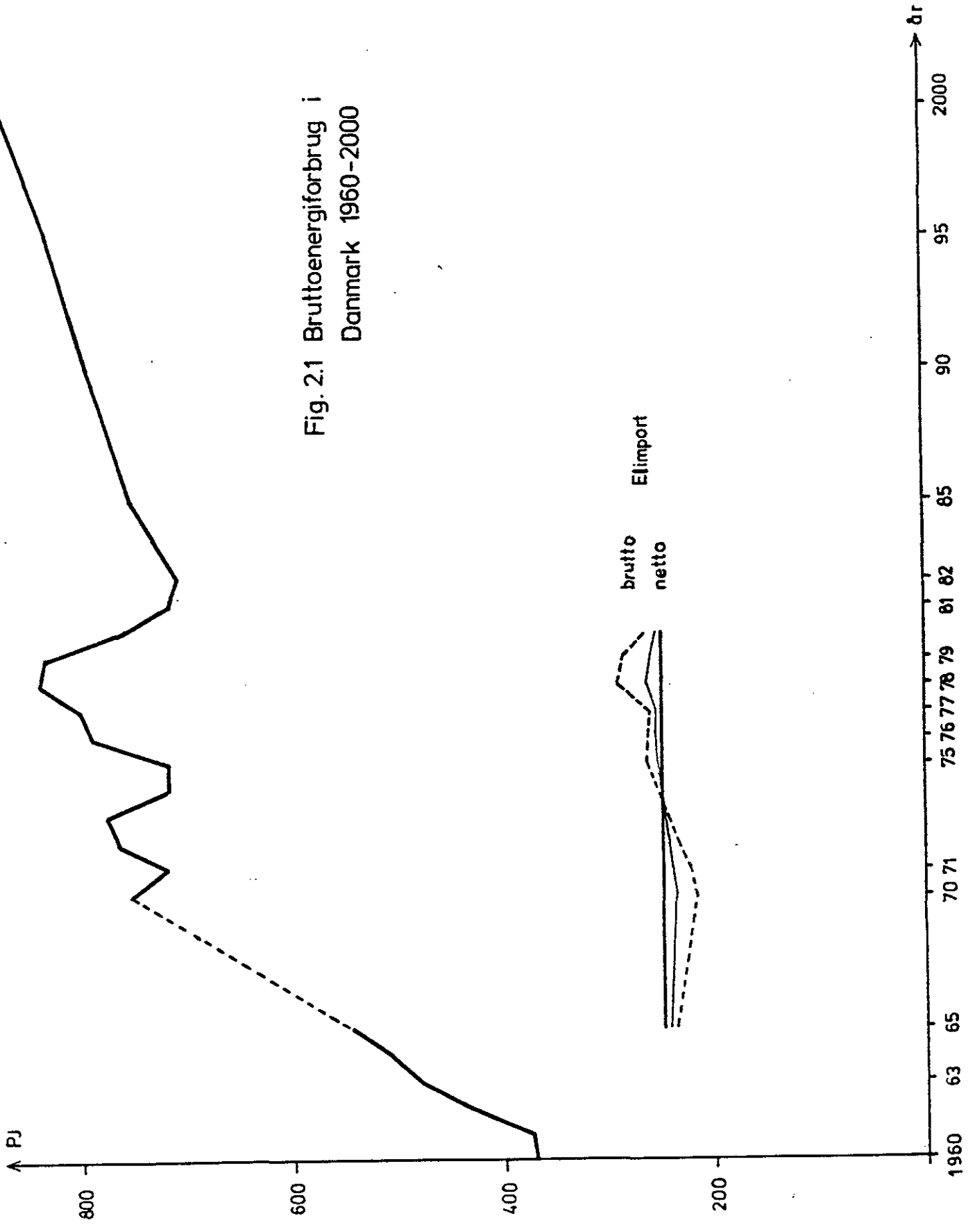
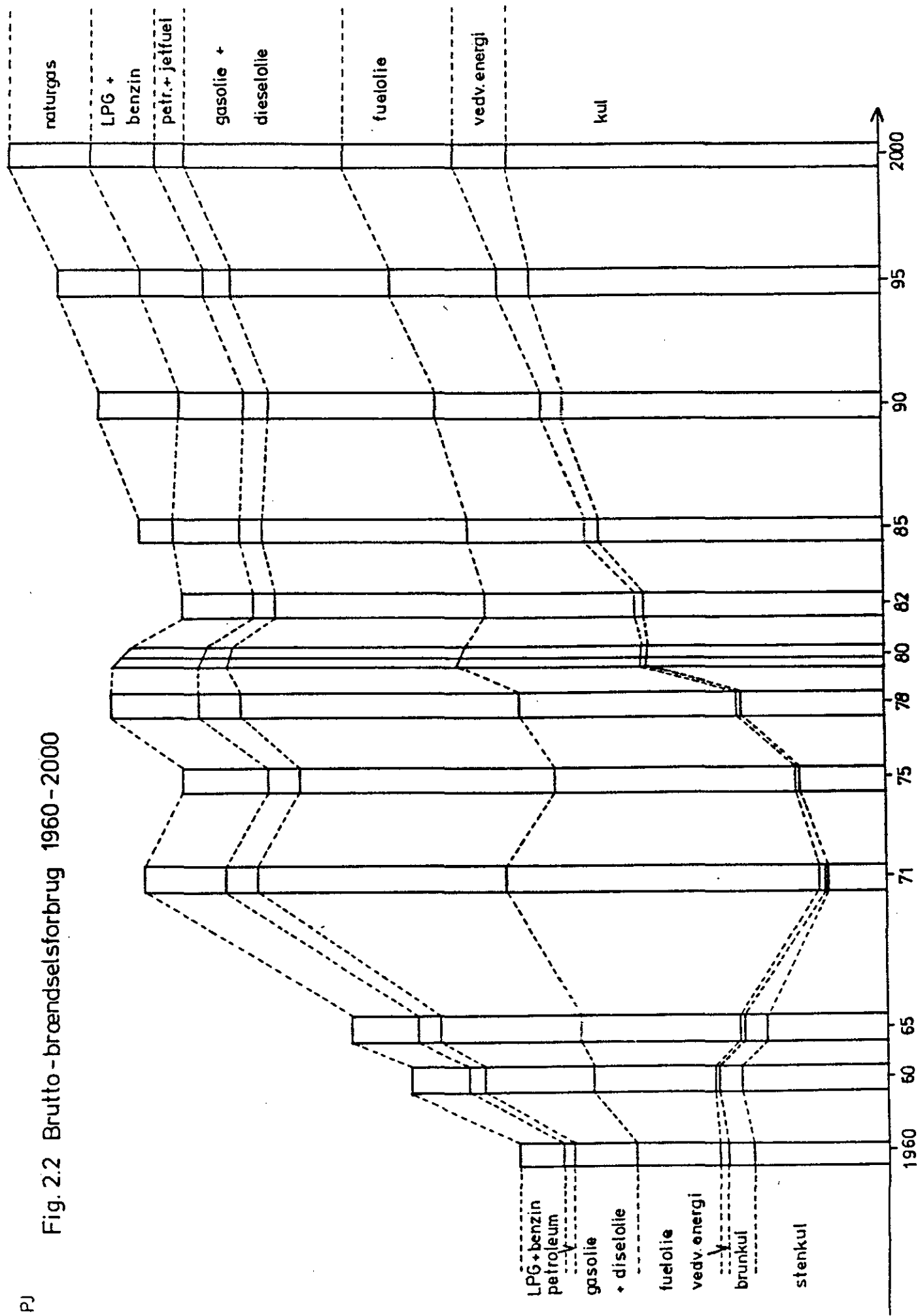


Fig. 2.1 Bruttoenergiforbrug i Danmark 1960-2000

Fig. 2.2 Brutto-brændselsforbrug 1960 - 2000





Tabel 2.1a. Bruttobrændselsforbrug i Danmark, 1960-80, PJ.

Ar	1960	1963	1965	1971	1975	1978	1980
Stenkul m.v.	135	146	121	57	86	142	242
Brunkul m.v.	25	23	20	0	0	0	0
Andet fast	9	5	4	2	2	5	7
LPG m.v.	5	7	9	13	12	10	12
Benzin	39	48	58	72	72	82	72
Petroleum				8	6	9	5
Jetbrændstof	11	18	21	24	27	27	24
Gasolie	37	68					
			142	249	258	283	232
Dieselolie	25	39					
Fuelolie	83	124	163	325	246	223	184
Naturgas	-	-	-	-	-	-	-

Tabel 2.1b. Bruttoenergiforbrug i Danmark, 1980 - 2000, PJ.

Ar	1980	1982	1985	1990	1995	2000
Kul	239	244	287	324	356	379
Vedr. energi	6	9	16	23	34	55
LPG						
Benzin	99	91	91	92	94	95
Jetbrændstof						
Gasolie						
	235	211	204	170	159	161
Dieselolie						
Fuelolie	178	150	121	105	110	110
Naturgas	4	5	33	81	83	82



Figur 2.2 viser tillige nogle velkendte tendenser i forbruget af de enkelte brændsler, som ikke kræver nærmere kommentar. Det skal dog bemærkes, at de tre benyttede kilder ikke er lige detaljerede med hensyn til de enkelte brændselsarter. Det har derfor været nødvendigt at slå visse brændselsarter sammen. Endvidere bemærkes, at visse oplysninger går på kalenderår andre på finansår og atter andre på fyringssæsoner eller andre forskudte perioder, hvilket indfører nogen usikkerhed.

2.3 Emissionsopgørelsens metode.

De i det følgende anslåede emissioner tager for perioden 1960 - 82 udgangspunkt i de faktiske brændselsforbrug, det vil sige at brændsel benyttet til fremstilling af eksporteret el er medregnet, mens el-import ikke er medregnet. For 1985 - 2000 er benyttet den foreliggende prognose, ref. /3/, som - nødvendigvis - må forudsætte, at der hverken ~~import~~ eller eksporteres elektricitet.

Brændselsforbrugene multipliceres med emissionsfaktorer. Disse bygger for SO_2 's vedkommende på foreliggende oplysninger om brændslernes svovlinchold, mens de for NO_x 's vedkommende er relateret til brændslernes anvendelse. Det er derfor nødvendigt at gennemgå de enkelte ~~anvendelses~~områder hver for sig, hvilket sker i de følgende afsnit.



3. ELVÆRKER OG KRAFTVÆRMEVÆRKER.

3.1 Brændselsforbrug.

Kraft- og Kraftvarmeværkernes brændselsforbrug er angivet i ref. /1/ - /3/. Kun stenkul, brunkul og fuelolie spiller/har spillet nogen væsentlig rolle. Tabel 3.1 angiver forbruget i PJ.

Tabel 3.1 Brændselsforbrug ved el-produktion, PJ.

Ar	Stenkul	Brunkul	Olie	I alt
1960	33,7	13,9	13,2	60,8
1965	47,9	11,4	28,2	87,5
1970/71	50,2	-	125,8	176,0
1971/72	35,0	-	139,4	174,4
1972/73	42,0	-	139,6	181,6
1973/74	71,5	-	99,0	170,5
1974/75	45,2	-	126,1	171,3
1975/76	69,1	-	106,7	175,8
1977	105,1	-	103,3	208,4
1978	113,0	-	83,9	196,9
1979	140,7	-	74,7	215,4
1980 a ¹⁾	215,1	-	44,9	260,0
1980 b ²⁾	215,6	-	48,9	264,5
1981	227,5	-	36,5	264,0
1982	224,4	-	36,3	260,7
1985	245,9	-	29,5	275,4
1990	270,6	-	29,0	299,6
1995	294,0	-	31,1	325,1
2000	310,7	-	30,7	341,4

1) ref. /2/, 2) ref. /3/.



Det ses af tabellen, at ref. /2/ og /3/ giver ganske godt overensstemmende oplysninger. Videre ses, at det samlede brændselsforbrug er næsten konstant i årene 1970 - 76, hvorefter der sker en stigning frem til 1980. Fra 1985 til 2000 forudser prognosen en moderat stigning.

3.2 Svovlindhold og SO₂-emissionsfaktorer.

Ref. /1/ giver for årene 1948 - 65 en oversigt over importen af stenkul fordelt på oprindelseslande. Det fremgår heraf, at de vigtigste leverandørlande i 1960 var Polen (45%), United Kingdom (38%) og Sovjetunionen (10%). I 1965 tegnede de tre lande sig for henholdsvis 71%, 13% og 16%.

Forholdene i 1968 og 69 er belyst i ref. /4/, hvor Polens andel er vokset til 83%, især på bekostning af UK's.

I løbet af 1970'erne er endnu et antal leverandørlande kommet til, især Sydafrika, U.S.A., Australien og Canada, og i 1994 - 95 forventer elværkerne (ref. /5/), at de vigtigste leverandører vil blive USA (34%), Sydafrika (20%), Colombia (15%), Australien (9%) og Canada (9%). Ref. /5/ indeholder tillige en tabel over svovlindholdet i kul fra forskellige lande. Dette varierer fra 0,5% (Australien og Canada) til 1,5% (EF-kul).

På grundlag af disse oplysninger og under hensyntagen til den usikkerhed, der knytter sig til prognosen for elforbruget, regnes der i det følgende med, at det gennemsnitlige svovlindhold i de i Danmark benyttede stenkul har været/vil være 1 vægtprocent i hele perioden 1960 - 2000.



Ved forbrænding af kul bindes en del af svovlet af flyveasken og slaggen. For hele perioden regnes med en gennemsnitlig indbinding på 10%. Den specifikke SO_2 -emission bliver da 18 g/kg kul. Under forudsætning af en brændværdi på 25,1 MJ/kg fås følgende

SO_2 -emissionsfaktor Kraftværkskul: 717 t/PJ.

Den indenlandske produktion af brunkul har ifølge ref. /1/ i årene 1960 - 65 oversteg elværkernes brunkulsforbrug. Der regnes derfor med, at elværkernes brunkulsforbrug i denne periode har været indenlandsk. Svovlindholdet anslås til 0,6%, brændværdien til 8500 MJ/kg.

Ved 10% svovlbinding bliver

SO_2 -emissionsfaktor brunkul: 1275 t/PJ.

Denne må anses for noget usikker.

Svær fuelolie antages i 1960 og 1965 typisk at have indeholdt 3% svovl. I følge ref. /4/ var indholdet i 1969 typisk 2,7%. I løbet af 1970'erne er der indført begrænsninger (med dispensationsadgang) med hensyn til fuelolie's svovlindhold, og dette må for tiden ikke overstige 2,5 vægtprocent, i hovedstadsområdet dog max. 1,0 vægtprocent.

I følge oplysninger fra Energistyrelsen androg 1%-olien henholdsvis 8,7, 8,8 og 9,1% af det samlede fuelolieforbrug i 1980, 1981 og 1982, det vil sige rundt regnet 10%, hvilken andel der regnes med for årene 1978 - 2000.

Ved en brændværdi på 40,4 MJ/kg beregnes følgende



SO₂-emissionsfaktorer svær fuelolie.

1960/65	(3%)	1485 t/PJ
1970/72	(2,7%)	1335 t/PJ
1972/77	(2,5%)	1240 t/PJ
1978-2000	(2,35%)	1165 t/PJ

3.3. NO_x-emissionsfaktorer.

Der foreligger ikke data, der kan belyse NO_x-emissionen fra danske kraftværker i perioden 1960 - 78. I det følgende regnes der efter aftale med Miljøstyrelsen og Miljøstyrelsens Luftforureningslaboratorium med følgende

NO_x-emissionsfaktorer kraftværker

kulfyring	480 t/PJ
oliefyring	240 t/PJ

3.4 SO₂-emission.

På grundlag af de i afsnit 3.1 angivne brændselsforbrug og de i afsnit 3.2 valgte emissionsfaktorer kan SO₂-emissionen fra kraft- og kraftvarmeværker anslås til de i tabel 3.2 anførte værdier:



Tabel 3.2 SO₂-emission 1960 - 2000, 10³ t
Kraft- og kraftvarmeværker.

Ar	Kul	Brunkul	Olie	I alt
1960	24,1	17,7	19,6	61
1965	34,3	14,5	41,9	91
1970/71	36,0	-	167,9	204
1971/72	25,1	-	186,1	211
1972/73	30,1	-	173,1	203
1973/74	51,3	-	122,8	174
1974/75	32,4	-	156,4	189
1975/76	49,5	-	132,3	182
1977	75,4	-	128,1	204
1978	81,0	-	97,7	179
1979	100,9	-	87,0	188
1980	154,4	-	54,6	209
1981	163,1	-	42,5	206
1982	160,9	-	42,3	203
1985	176,3	-	34,4	211
1990	194,0	-	33,8	228
1995	210,8	-	36,2	247
2000	222,8	-	35,8	259

Det ses, at SO₂-emissionen var kraftigt voksende i 1960'erne som følge af overgangen fra kul til olie som det vigtigste brændsel, og at emissionen stort set har været konstant i perioden 1970 - 1982. Den øgede elproduktion i denne periode har altså ikke medført en tilsvarende forøgelse af emissionen, hvilket hænger sammen med, at værkerne er vendt tilbage til kul. I årene frem til år 2000 forventes en moderat forøgelse af emissionen.

3.5 NO_x-emission.

Tilsvarende kan med de angivne brændselsforbrug og de i afsnit



3.3 valgte NO_x -emissionsfaktorer beregnes de i tabel 3.3 anførte NO_x -emissioner fra kraft- og kraftvarmeværker:

Tabel 3.3 NO_x -emission 1960 - 2000, 10^3 t
Kraft- og kraftvarmeværker.

Ar	Kul	Olie	I alt
1960	22,9	3,2	26
1965	28,5	6,8	35
1970/71	24,1	30,2	54
1971/72	16,8	33,5	50
1972/73	20,2	33,5	54
1973/74	34,3	23,8	58
1974/75	21,7	30,3	52
1975/76	33,2	25,6	59
1977	50,5	24,8	75
1978	54,2	20,1	74
1979	67,5	17,9	85
1980	103,4	11,3	115
1981	109,2	8,8	118
1982	107,7	8,7	116
1985	118,0	7,1	125
1990	129,9	7,0	137
1995	141,1	7,5	149
2000	149,1	7,4	157

Det ses af tabellen, at NO_x -emissionen er vokset moderat i perioden 1960 - 76 i takt med oliens stigende betydning, noget stærkere sidst i 1970'erne, hvor der vendes tilbage til kul som vigtigste brændsel.



4. GASVÆRKER.

4.1 Indledende bemærkninger.

Gasværkerne har tidligere haft en ret central rolle i Danmarks energiforsyning. I 1960 udgjorde værkernes kulforbrug knap 20% af det totale kulforbrug. Foruden gas producerede værkerne blandt andet koks, som fandt udstrakt anvendelse til boligopvarmning m.m.

I midten af 1960'erne begyndte benzingasværkerne at vinde indpas, mens kulgasværkerne gradvis forsvandt. I følge ref. /6/ havde Danmark i 1980 1 kulgasværk (nedlægges i 1983), 7 spalte- (benzin-)gasværker og 7 LPG eller LPG/luftanlæg. I perioden 1960 - 80 har gasproduktionen, målt i energienheder, været nogenlunde konstant, 5 - 7 PJ/år, jævnfør ref. /1/ og /2/.

4.2 Kulgasværker.

Ref. /7/ indeholder en udførlig beskrivelse af processerne i et kulgasværk. Det kan blandt andet heraf beregnes, at der pr. t gaskul produceres:

400	m ³	gas
550	kg	koks
48	kg	tjære
3	kg	ammoniumsulfat
2,25	kg	råbenzen

Pr. t kul forbruges 100 - 150 kg af de producerede koks til afgasningsprocessen, regnes der med 150 kg bliver der pr. t kul ca. 400 kg koks til salg.



Af kullenes svovlindhold, som i det følgende sættes til 1%, går ca. halvdelen i koksene, som derved får et svovlindhold på 0,9%, ca. 3% i tjæren og knap 50% i rågassen, hovedsagelig som svovlbrinte, H_2S . Rågassen rensedes i reglen for H_2S ved hjælp af myremalm, således at restsvovlindholdet var mindre end 0,1 - 0,3 g/m^3 , det vil sige forsvindende, set fra et luftforureningssynspunkt.

Myremalmen regenereredes ved luftning, hvorved svovlbrinten omdannedes til frit svovl, som forblev i massen. Efter gentagne regenereringer blev svovlindholdet efterhånden så stort, at massen måtte udskiftes. Massen blev normalt sendt til udlandet, hvor svovlet blev udvundet, i andre tilfælde er massen formentlig deponeret. (Af og til foretoges våd absorption, hvorved der kunne udvindes svovl til bekæmpelse af skadedyr). Der ses derfor bort fra en eventuel SO_2 -emission fra det fra gassen fjernede svovl i det følgende.

Af kullenes kvælstofindhold, typisk 1%, overgår 27 - 42% i koksene. Regnes der med 35% får koksene et kvælstofindhold på ca. 0,6%. 12 - 15% genfindes som ammoniak, hvilket betinger fremstillingen af ammoniumsulfat som biprodukt. 35 - 55% overgår som frit kvælstof i gassen.

4.3 Kulgasværkernes SO_2 -emission.

Det fremgår af ovenstående, at kulgasværkernes direkte SO_2 -emission kan anslås til $2 \times 0,9\% \times 150 \text{ kg koks pr. t kul forbrugt} = 2,7 \text{ kg } SO_2 \text{ pr. t kul}$.

Ud fra oplysninger i ref. /1/ og /2/ kan følgende SO_2 -emissioner beregnes:



Tabel 4.1 SO₂-emission 1960 - 1980.
Kulgasværker.

Ar	Kulforbrug		SO ₂
	1000 t	PJ	1000 t
1960	618	18,5	1,7
1965	461	13,8	1,2
1971	145	4,3	0,4
1972	115	3,4	0,3
1973	118	3,5	0,3
1974	98	2,9	0,3
1975	119	3,5	0,3
1976	102	3,3	0,3
1977	84	2,5	0,2
1978	92	2,7	0,2
1979	89	2,6	0,2
1980	91	2,7	0,2

4.4 Kulgasværkernes NO_x-emission.

Der har ikke været nærmere oplysninger om kulgasværkernes NO_x-emission til rådighed ved udarbejdelsen af nærværende rapport. Anslås det, at emissionen er af ~~samme størrelse~~, som den der regnes med ved kulfyring i fjernvarseværker og industri (afsnit 5.5) det vil sige 200 t NO_x/PJ koksforbrug = 0,2 t NO_x/36 t koks = 0,83 t NO_x/150 t koks = 0,83 t/1000 t gaskul, findes de i tabel 4.2 angivne emissioner.



Tabel 4.2 NO_x-emission 1960 - 1980
Kulgasværker.

Ar	NO _x , 10 ³ t
1960	0,51
1965	0,38
1971	0,12
1972	0,10
1973	0,10
1974	0,08
1975	0,10
1976	0,08
1977	0,07
1978	0,07
1979	0,07
1980	0,07

4.5 Kulgasværkernes koksproduktion.

Ref. /1/ indeholder oplysninger om kulgasværkernes koksproduktion i årene 1948 - 65 efter fradrag for egetforbruget. Værdierne for 1960 og 1965 er - tillige med anslåede tal for 1971 - 80 - angivet i tabel 4.3. Brændværdien sættes til 6700 kcal/kg = 28 MJ/kg.



Tabel 4.3 Danmarks koksproduktion 1960 - 1980.

Ar	10 ³ t	PJ
1960	313	8,8
1965	239	6,7
1971	58	1,6
1972	46	1,3
1973	47	1,3
1974	39	1,1
1975	48	1,3
1976	41	1,1
1977	34	1,0
1978	37	1,0
1979	36	1,0
1980	36	1,0

Disse koksmængder er anvendt i industrien og til boligopvarmning. Emissionerne i forbindelse hermed anslås i henholdsvis afsnit 6 og 8.

4.6 Benzinasværker.

I benzinasværker crackes letbenzin (light virgin naphta, LVN) under reaktion med vanddamp. Crackningen sker ved høj temperatur, hvorfor ca. 20% af råvaren benyttes til opvarmning. På grund af reaktionen med vanddamp fås dog et gasudbytte på ca. 90%. Gassen indeholder hovedsagelig brint og kuldioxid, men også lidt kulilte og metan.

Da råvaren stort set er svovlfri, er gassen det også, ligesom fremstillingsprocessen anses for værende fri for SO₂-emission.

Indtil fornylig fremstilledes også bygas ud fra raffinaderigas (Sundby Gasværk/Mærsk Raffinaderiet). Der ses bort fra emissionen



i forbindelse hermed (Mærsk Raffinaderiets antages at være indeholdt i emissionsopgørelsen for industrien).

Råvareforbrug og NO_x -emission i forbindelse med benzinasfremstilling er angivet i tabel 4.4. Som NO_x -emissionsfaktor er benyttet 100 t/PJ svarende til 20 t/PJ råvare. Råvarens brændværdi sættes til 44,8 GJ/t.

Tabel 4.4 NO_x -emission 1960 - 1980
Benzinasværker.

År	LVN-forbrug		NO_x 10^3 t
	10^3 t	PJ	
1960	2	0	0
1965	41	1,8	0,04
1971	72	3,2	0,07
1972	76	3,4	0,07
1973	74	3,3	0,07
1974	61	2,7	0,06
1975	56	2,5	0,05
1976	63	2,8	0,06
1977	55	2,5	0,05
1978	84	3,8	0,08
1979	81	3,6	0,07
1980	71	3,2	0,06

4.7 Gasproduktion.

Den danske gasproduktion har andraget de i tabel 4.5 angivne mængder:



Tabel 4.5 Danmarks gasproduktion 1960 - 80.

Ar	10^6 m^3	PJ
1960	369	6,3
1965	400	6,9
1971	397	6,7
1972	396	6,7
1973	386	6,5
1974	343	6,0
1975	332	5,7
1976	338	5,8
1977	319	5,4
1978	313	5,4
1979	327	5,6
1980	308	5,3

Det ses, at gasproduktionen har været svagt aftagende hen gennem 1970'erne, og den vil falde yderligere - men dog næppe ophøre fuldstændigt - i forbindelse med indførelsen af naturgassen i 1980'erne.

I overensstemmelse hermed er naturgas + bygasforbruget prognosticeret under et i ref. /3/.



5. FJERNVARMEVÆRKER.

5.1 Foreliggende statistikker.

Den danske fjernvarmeproduktion har ikke hidtil været specifikt belyst i Danmarks Statistiks generelle værker, såsom ref. /1/ og /2/ og Statistisk Arbog. Derimod har der siden slutningen af 1950'erne årligt foreligget en privat statistik, udarbejdet af Fjernvarme-Sammenslutningen, nu Danske Fjernvarmeværkers Forening (DFF). Ved udarbejdelsen af nærværende rapport er fremskaffet følgende af disse årsstatistikker: 1960/61, 1964/65, 1974/75, 1975/76, 1976/77, 1977/78, 1978/79, 1980 og 1981. Forholdene omkring 1970 er belyst ved interpolation.

5.2 Fjernvarmeforsyningsens struktur.

Fjernvarme-Sammenslutningen, nu DFF er en forening, som ikke nødvendigvis tæller alle fjernvarmeværker som medlemmer. Ovennævnte statistikker omfatter derfor kun en del af fjernvarmeværkerne. Da besvarelsesprocenten af de udsendte statistik-spørgeskemaer endvidere ikke har været 100, er statistikken yderligere ukomplet. Det må dog antages, at det fortrinsvis er mindre værker, der ikke er medlemmer/ikke har svaret, hvorfor statistikken anses for rimeligt repræsentativ for "større fjernvarmeværker".

Medlemstallet androg i 1960/61 51, i 1965 127, i 1974/75 godt 200 og i 1982 283. Det ses, at foreningen er vokset stærkt, hvilket må tages som et udtryk for fjernvarmeforsyningsens stærke vækst i perioden 1960 - 1982. Medlemsskabet er knyttet til forsyningselskaber, ikke til produktionsenheder endsige kedelanlæg.

I ref. /8/ findes en oversigt over forsyningsstrukturen. Det



fremgår heraf, at der i alt findes

12 kraftvarmeområder (1983)	41 PJ/år
21 områder > 500 TJ/år	16 PJ/år
90 områder 100-499 TJ/år	18 PJ/år
90 områder 50-99 TJ/år	7 PJ/år
120 områder 0-49 TJ/år	4 PJ/år
I alt (1981) 330 områder	86 PJ/år

Tallene til højre er årsproduktionen ab. central.

Kraftvarme tegner sig altså for en meget væsentlig del af fjernvarmeleverancen. Yderligere produceres en del fjernvarme ved affaldsforbrænding (der ses bort fra emissionen herved) og i industrien. Produktion ved olie, kul eller gas androg i 1981 48 PJ.

Ved en virkningsgrad på 0,77 kræver en produktion ab central på 500 TJ/år en brændselsmængde på 650 TJ/år svarende til ca. 16000 t olie pr. år. Fjernvarmeselskaberne har derfor som hovedregel relativt små brændselsforbrug, hvortil kommer at produktionskapaciteten ofte er fordelt på flere produktionsanlæg (grundlast- og spidslastcentraler), som hver kan have flere kedelanlæg af forskellige størrelse. Kedler med en indfyret effekt af størrelsesordenen 5 - 20 MW er meget almindeligt forekommende.

5.3 Brændselsforbrug.

Fjernvarmeværkerne har hidtil næsten udelukkende benyttet fuelolie som brændsel. Statistikkerne for 1960/61 og 1964/65 nævner dog et forbrug af fast brændsel på henholdsvis 62.000 t og 25.000 t. Da arten af det faste brændsel ikke er angivet, og da forbruget repræsenterer mindre end 1% af det samlede danske forbrug af fast brændsel, er der set bort fra det i det følgende (det kommer



der ved til at indgå i emissionsopgørelsen for øvrige kilder, afsnit 8).

Det registrerede og prognosticerede brændselsforbrug i fjernvarmesektoren er anført i tabel 5.1.

Tabel 5.1. Fjernvarmeværkernes brændselsforbrug, PJ.

Ar	Olie	Kul	I alt
1960/61	3,36	-	3,4
1964/65	12,89	-	12,9
1969/70	25,65 ¹⁾	-	25,7
1974/75	38,39	-	38,4
1975/76	43,06	-	43,1
1976/77	2)	-	2)
1977/78	42,09	-	42,1
1978/79	45,29	-	45,3
1980a ³⁾	42,86	1,68 ⁵⁾	44,5
1980b ⁴⁾	65,3	0	65,3
1981 ⁴⁾	61,8	0,7	62,5
1982	59,3	4,2	63,5
1985	31,2	15,1	46,3
1990	17,2	19,6	36,8
1995	18,8	19,6	38,4
2000	19,6	19,6	39,2

1) anslået, 2) kan ikke beregnes på grund af omlægning af regnskabsår, 3) DFF-statistik, 4) 1980b og fremefter: ref. /3/, 5) Hovedsagelig Randers Kommunale Værker, antagelig også indregnet under kraftvarmeværker (afsnit 3).

Det ses, at de to opgørelser for 1980 adskiller sig væsentligt, formentlig især fordi DFF's statistik ikke omfatter hele sektoren. Det er næppe muligt at korrigere meningsfuldt herfor, hvorfor "større fjernvarmeværker" fra og med 1980 betyder fjernvarme-



værker efter Energistyrelsens definition.

5.4 SO₂-emission.

For fuelolie regnes med de i afsnit 3.2 angivne emissionsfaktorer, mens der for kul regnes med

SO₂-emissionsfakt. kul, fjernv. og ind.: 655 t/EJ

Denne forudsætter kul med 1% svovl, 15% svovlbinding i aske og slagge samt at kullene har lidt større brændværdi, 26,0 MJ/kg end kraftværkskul.

Herefter kan SO₂-emissionen beregnes, se tabel 5.2.

Tabel 5.2 SO₂-emission 1960 - 2000, 10³ t
"Større fjernvarmeværker"

Ar	Olie	Kul	I alt
1960/61	5,0	-	5
1964/65	19,1	-	19
1969/70	34,2	-	34
1974/75	47,6	-	48
1975/76	53,4	-	53
1977/78	49,0	-	49
1978/79	52,8	-	53
1980a	49,9	1,1	51
1981	72,0	0,5	73
1982	69,1	2,7	72
1985	36,3	9,9	46
1990	20,0	12,8	33
1995	21,9	12,8	35
2000	22,8	12,8	36



Det ses, at SO₂-emissionen har været kraftigt stigende frem til 1975/76 i takt med denne opvarmningsforms fremmarch. Siden da har emissionen nærmest været konstant og ventes frem til år 1990 at falde dels på grund af mindre brændselsforbrug (tabel 5.1) dels på grund af en ikke ubetydelig omlægning til kulfyring.

5.5 NO_x-emission.

Der foreligger ikke data, der kan belyse NO_x-emissionen fra danske fjernvarmeværker. Efter drøftelser med Miljøstyrelsen og Miljøstyrelsens Luftforureningslaboratorium er det valgt at regne med følgende

NO_x-emissionsfakt. fjernvarme og industri:

Kulfyring	200 t/≡
Fueloliefyring	150 t/≡
Gasoliefyring	100 t/≡
Naturgasfyring	100 t/≡

Med disse faktorer kan beregnes de i tabel 5.3 anførte emissioner:



Tabel 5.3 NO_x-emission 1960 - 2000, 10³ t
"Større fjernvarmeverker"

Ar	Olie	Kul	I alt
1960/61	0,5	-	1
1964/65	1,9	-	2
1969/70	3,8	-	4
1974/75	5,8	-	6
1975/76	6,5	-	7
1977/78	6,3	-	6
1978/79	6,8	-	7
1980a	6,4	0,3	7
1981	9,3	0,1	9
1982	8,9	0,8	10
1985	4,7	3,0	8
1990	2,6	3,9	7
1995	2,8	3,9	7
2000	2,9	3,9	7

Det ses, at tendensen er omtrent den samme som for SO₂-emissionens vedkommende.



6. INDUSTRI.

6.1 Foreliggende statistikker.

Industriens brændselsforbrug er omtalt i en række statistiske tabelværker. Ref. /1/ giver data for 1948, 1956 og 1963 fordelt på visse kategorier af produktionsvirksomheder med mindst 6 arbejdere i 1948 og 1956 og mindst 10 arbejdere i 1963. Endvidere indeholder ref. /1/ blandt andet skønnede data for "mindre industri, håndværk m.v.". Opgørelserne lider under, at gasolie-, dieselolie og fuelolie er slået sammen, hvilket umuliggør en beregning af industriens emissioner i 1960 og 1963. Disse indgår derfor i emissionen fra "øvrige kilder" (afsnit 8).

Fra og med 1963 er industriens energiforbrug i egne transportmidler medtaget i "Industriell Produktionsstatistik", den senere "Industristatistik", uden dog at være angivet i Industristatistik 1970 (ref. /9/). Fra slutningen af 1960'erne omfatter statistikken virksomheder med mindst 20 beskæftigede (arbejdere og funktionærer), og erhvervsgrupperingen er ændret i forhold til den i ref. /1/ benyttede. Også dette taler for at udelade årene 1960 - 69 ved beregning af industriens emissioner. (Interesserede vil kunne finde visse oplysninger om og skøn over industriens brændselsforbrug i 1965, 67 og 69 i ref. /4/).

Ref. /9/ giver industriens brændselsforbrug i 1970, ref. /10/ forbruget i 1975 og ref. /11/ forbruget i 1980, samt i sammentrængt form også i 1973 og 1978.

Prognosen, ref. /3/ taler om "processektoren". Sammenholdes totalforbruget excl. elektricitet, (88,9 PJ) i 1980 i ref. /11/ med prognosens opgørelse for processektoren i 1980 (150,6 PJ), ses en betydelig forskel, som må skyldes definitions-mæssige forskelle.



En særlig publikation (ref. /12/) giver data for "den samlede industri" for 1980. Excl. el angives dennes energiforbrug til 99,3 PJ. Det ses at gabet til "processektoren" indsnævres, men at det fortsat er af betragtelig størrelse. Ligesom for fjernvarmesektoren (afsnit 5) fremkommer der altså et spring i brændselsmængder og emissioner i 1980.

6.2 Brændselsforbrug.

Industrien anvender næsten alle former for brændsel. Opgørelsen bliver derved noget mere kompliceret end for de øvrige områder.

6.2.1 Fast brændsel.

Det siden 1970 af industrien anvendte faste brændsel omfatter stenkul og stenkulsbriketter, stenkulsstøv, støbericinders, koks, halvkoks og koksaffærpning, samt brænde og savsmuld m.v. Idet der i det følgende ses bort fra brænde og savsmuld, kan forbruget inddeles i to hovedgrupper:

- stenkul, stenkuls~~briketter~~ og -støv
- cinders og koks m.v.



Tabel 6.1 Industriens forbrug af fast brændsel.

Ar	Stenkul m.v.		Cinders og koks		I alt PJ
	10 ³ t	PJ	10 ³ t	PJ	
1970	230	5,76	138	3,96	9,7
1975	545	13,64	80	2,24	15,9
1980a ¹⁾	699	17,49	66	1,85	19,3
1980b ²⁾		20,79		2,31	23,1
1981		17,01		1,89	18,9
1982		13,59		1,51	15,1
1985		23,31		2,59	25,9
1990		30,24		3,36	33,6
1995		37,98		4,22	42,2
2000		43,92		4,88	48,8

1) Ref. /11/, 2) Ref. /3/. Fordelingen på kul og cinders m.m. er anslået.

6.2.2 Flydende brændsel.

Industriens forbrug af flydende brændsel omfatter følgende produkter: gas- og dieselolie, let fuelolie (til og med 1975), svær fuelolie samt benzinprodukter (benzin, petroleum og LPG). Tabel 6.2 - 6.4 angiver forbruget af disse produkter.



Tabel 6.2 Industriens forbrug af fuelolie.

Ar	Let fuelolie		Svær fuelolie		I alt
	10^3 m^3	PJ	10^3 m^3	PJ	PJ
1970	227	8,48	1617	62,38	71,9
1975	141	5,27	1407	54,28	59,6
1980a ¹⁾	-	-	1274	49,15	49,2
1980b ²⁾	-	-	-	-	63,6
1981	-	-	-	-	55,4
1982	-	-	-	-	54,5
1985	-	-	-	-	59,9
1990	-	-	-	-	58,8
1995	-	-	-	-	59,7
2000	-	-	-	-	59,7

¹⁾ ref. /11/, ²⁾ ref. /3/.

Det antages, at hele forbruget er sket i fyringsanlæg.



Tabel 6.3a Industriens forbrug af benzinprodukter ¹⁾
excl. forbrug i registrerede køretøjer.

Ar	Benzin		LPG ²⁾		I alt	
	10 ³ m ³	PJ	10 ³ m ³	10 ³ t	PJ	PJ
1970	10,8	0,34	41,9		0,96	1,3
1975	7,0	0,22		57,9	2,66	2,9
1980	7,1	0,22		67,1	3,09	3,3

1) Forbruget af petroleum anses for negligibelt

2) antaget vægtfylde ved omregning af 1970-tal: 0,5 t/m³.

Tabel 6.3b Industriens forbrug af benzinprodukter i registre-
rende køretøjer.

Ar	Benzin		LPG		I alt	
	10 ³ m ³	PJ	10 ³ t	PJ	PJ	PJ
1970 ¹⁾	62,0	1,99	0,7	0,03		2,0
1975	40,2	1,29	1,9	0,09		1,4
1980	33,6	1,10	2,8	0,13		2,2

1) Tallene for 1970 er anslåede.

Det antages, at hele benzinformbruget og en trediedel af LPG-forbruget i tabel 6.3a er forbrugt i køretøjer.

Dette fører til de i tabel 6.3c øverst anførte forbrug i køretøjer. Ud fra 1980-tallene er tillige foretaget en fordeling af ref. /3/'s prognose for benzin + LPG-forbruget, hvor tabel 6.3c omfatter køretøjer, tabel 6.3d øvrig LPG-anvendelse:



Tabel 6.3c Industriens forbrug af benzinprodukter i køretøjer,
PJ/år (anslåede tal)

Ar	Benzin	LPG	I alt
1970	2,33	0,35	2,7
1975	1,51	0,92	2,4
1980a	1,32	1,16	2,5
1980b	2,03	1,79	3,8
1981	1,77	1,56	3,3
1982	1,77	1,56	3,3
1985	1,97	1,73	3,7
1990	1,97	1,73	3,7
1995	2,09	1,84	3,9
2000	2,15	1,89	4,0

Industriens forbrug af LPG i stationære anlæg (ovne m.v.) anslås derefter til de i tabel 6.3d anførte værdier:

Tabel 6.3d Industriens forbrug af LPG i stationære anlæg
(anslåede tal)

Ar	Forbrug, PJ
1970	0,6
1975	1,8
1980a	2,1
1980b	3,2
1981	2,8
1982	2,8
1985	3,1
1990	3,1
1995	3,2
2000	3,3



Tabel 6.4a Industriens forbrug af gas- og dieselolie.

År	Excl. reg. køretøjer		reg. køretøjer		I alt
	10 ³ m ³	PJ	10 ³ m ³	PJ	
1970	266	9,42	43 ¹⁾	1,52	10,9
1975	283	10,03	56	1,98	12,0
1980a-1 ²⁾	343	12,30	80	2,89	15,2
1980a-2 ³⁾	427	15,32	102	3,66	19,0
1980b ⁴⁾					56,9
1981					49,9
1982					49,5
1985					56,1
1990					57,9
1995					63,2
2000					68,2

1) anslået, 2) ref. /11/, 3) forbruget i "den samlede industri", ref. /12/, 4) ref. /3/.

Det ses, at der er betydelig uoverensstemmelse mellem opgørelserne i industristatistikkerne for 1980 og de historiske data for ref. /3/'s "processektor" i 1980, hvilket blandt andet skyldes, at "processektoren" omfatter al gas- og dieselolie, der ikke er solgt til opvarmning, via servicestationer eller til jernbaner og skibe. Processektoren omfatter altså blandt andet vognmands- og entreprenørvirksomhed, landbrug, m.m., det vil sige områder, hvor brændstoffet fortrinsvis anvendes i motorer. I det følgende regnes der med, at 67% af det i ref. /3/ for processektoren angivne forbrug sker i motorer, resten i stationære anlæg.

Industrien, som den er defineret i industristatistikken, råder udover registrerede køretøjer også over uregistrerede køretøjer og maskiner med dieselmotordrift. For årene 1970 - 80 regnes der



med, at forbruget i disse køretøjer og maskiner er af samme størrelse som forbruget i registrerende køretøjer.

Disse to antagelser fører til den i tabel 6.4b opstillede fordeling af gas- og dieselolieforbruget i industri og processektor.

Tabel 6.4b Industriens gas- og dieselolieforbrug fordelt på stationære og mobile anvendelser.

År	Stationær, PJ	Mobil, PJ	I alt, PJ
1970	7,9	3,0	10,9
1975	8,0	4,0	12,0
1980a-1	9,4	5,8	15,2
1980b	18,8	38,1	56,9
1981	16,5	33,4	49,9
1982	16,3	33,2	49,5
1985	18,5	37,6	56,1
1990	19,1	38,8	57,9
1995	20,9	42,3	63,2
2000	22,5	45,7	68,2

6.2.3 Gasformigt brændsel.

Industriens forbrug af gasværksgas i 1970 - 80 og af naturgas 1982 - 2000 fremgår af tabel 6.5:



Tabel 6.5 Industriens/Processektorens forbrug af gas (excl. LPG), 1970 - 2000.

Ar	Gasværksgas		Naturgas
	10 ⁶ m ³	PJ	PJ
1970	37,5	0,65	-
1975	33,0	0,57	-
1980	20,2	0,35	-
1981			-
1982			0,2
1985			7,1
1990			20,1
1995			20,8
2000			20,8

Det ses, at forbruget af gasværksgas har været beskedent, og der ses bort fra det i det følgende (det indgår i kategorien "øvrige stationære anlæg", afsnit 8). Naturgassen forventes derimod at komme til at spille en ikke uvæsentlig rolle i processektoren.

6.3 SO₂-emission.

For stenkul m.v. regnes med den i afsnit 5.4 angivne emissionsfaktor på 655 t/PJ. For cinders og koks regnes med et svovlindhold på 0,9% (afsnit 4.2) og en brændværdi på 28 MJ/kg (afsnit 4.5). Der regnes med 15% binding af svovlet i aske og slagge. Dette giver en

SO₂-emissionsfaktor koks og cinders: 545 t/PJ.

For svær fuelolie regnes med de i afsnit 3.2 angivne emissionsfaktorer. Let fuelolie indeholdt i 1969 typisk 2,3% svovl (ref. /4/). Der regnes med denne værdi i både 1970 og 1975:

SO₂-emissionsfaktor let fuelolie: 1120 t/PJ



For benzinprodukter regnes med

SO₂-emissionsfaktor benzinprodukter: 0

I følge ref. /4/ lå svovlindholdet i 1969 i fyrings- og autogasolie typisk på henholdsvis 0,54 og 0,33%. I dag må disse indhold ikke overstige 0,5%. Blandt andet fordi fordelingen (tabel 6.4b) mellem stationær og mobil anvendelse er usikker, regnes der for hele perioden med et svovlindhold på 0,5%. Dette giver en

SO₂-emissionsfaktor gasolie: 235 t/PJ

Gasværksgas og naturgas anses for svovlfri, det vil sige

SO₂-emissionsfaktor gas: 0

Industriens/Processektorens SO₂-emissioner i perioden 1970 - 2000 kan da opgøres til de i tabel 6.6a-d anførte mængder:

Tabel 6.6a Industriens SO₂-emission fra fast brændsel, 1970 - 2000, 10³ t

Ar	Kul	Cinders og koks	I alt
1970	3,77	2,16	5,93
1975	8,92	1,22	10,14
1980a	11,44	1,01	12,45
1980b	13,60	1,26	14,86
1981	11,12	1,03	12,15
1982	8,89	0,82	9,71
1985	15,24	1,41	16,65
1990	19,78	1,83	21,61
1995	24,84	2,30	27,14
2000	28,72	2,66	31,38



Tabel 6.6b Industriens SO₂-emission fra fuelolie, 1970 - 2000,
10³ t

Ar	Let fuelolie	Svær	I alt
1970	9,50	83,28	92,78
1975	5,90	67,31	73,21
1980a		57,26	57,26
1980b			74,09
1981			64,54
1982			63,49
1985			69,78
1990			68,50
1995			69,55
2000			69,55

Tabel 6.6c Industriens SO₂-emission fra gas- og dieselolie, 1970
-2000, 10³ t

Ar	Totalforbrug, FJ (tabel 6.4b)	Emission
1970	10,9	2,56
1975	12,0	2,82
1980a	15,2	3,57
1980b	56,9	13,37
1981	49,9	11,73
1982	49,5	11,63
1985	56,1	13,18
1990	57,9	13,61
1995	63,2	14,85
2000	68,2	16,03



Tabel 6.6d Industriens samlede SO₂-emission, 1970 - 2000, 10³ t

Ar	Emission
1970	101
1975	86
1980a	73
1980b	102
1981	88
1982	85
1985	100
1990	104
1995	112
2000	117

Det ses, at SO₂-emissionen er aftagende hen gennem 1970'erne, hvilket først og fremmest skyldes et faldende forbrug af fuelolie og dennes faldende svovlindhold. Prognosen venter et vist opsving i brændselsforbruget og dermed en voksende emission fra 1982 til år 2000.

Værdien for 1970: 101000 t stemmer godt overens med den i ref. /4/ for 1969 anslåede: 104000 t.

6.4 NO_x-emission.

For stenkul, koks og cinders regnes med den i afsnit 5.5 angivne emissionsfaktor, 200 t/PJ, mens der for fuelolie regnes med den i afsnit 5.5 angivne, 150 t/PJ. For benzin + LPG i motorer regnes med

NO_x-emissionsfakt.: benzin + LPG: køretøjer 900 t/PJ.

mens der ved forbrug af LPG i stationære anlæg regnes med



NO_x-emissionsfakt.: gas: stationære anlæg: 100 t/PJ.

For gas- og dieselolie regnes med

NO_x-emissionsfakt.: gasolie, incl. stat. anl. 100 t/PJ.

og

NO_x-emissionsfakt.: gasolie, køretøjer: 600 t/PJ

(vedrørende sidstnævnte se også afsnit 7.4).

For gasværksgas og naturgas regnes med

NO_x-emissionsfakt.: gas, industri: 100 t/PJ

Med disse emissionsfaktorer kan de i tabel 6.7 a-e anførte emissioner beregnes.

Tabel 6.7a Industriens NO_x-emission fra fast brændsel og fuelolie, 1970 - 2000, 10³ t.

Ar	Fast	Fuelolie	I alt
1970	1,54	10,79	12,7
1975	3,13	8,94	12,1
1980a	3,86	7,38	11,2
1980b	4,62	9,54	14,2
1981	3,73	8,31	12,1
1982	3,02	8,18	11,2
1985	5,18	8,99	14,2
1990	6,72	8,82	15,5
1995	8,44	8,96	17,4
2000	9,76	8,96	18,7



Tabel 6.7b Industriens NO_x-emission fra benzinprodukter, 1970 - 2000, 10³ t

Ar	Køretøjer	Stationære anlæg	I alt
1970	2,4	0,1	2,5
1975	2,2	0,2	2,4
1980a	2,3	0,2	2,5
1980b	3,4	0,3	3,7
1981	3,0	0,3	3,3
1982	3,0	0,3	3,3
1985	3,3	0,3	3,6
1990	3,3	0,3	3,6
1995	3,5	0,3	3,8
2000	3,6	0,3	3,9

Tabel 6.7c Industriens NO_x-emission fra gas- og dieselolie, 1970 - 2000, 10³ t

Ar	Stationær	Mobil	I alt
1970	0,8	1,8	2,6
1975	0,8	2,4	3,2
1980a	0,9	3,5	4,4
1980b	1,9	22,9	24,8
1981	1,7	20,0	21,7
1982	1,6	19,9	21,5
1985	1,9	22,6	24,5
1990	1,9	23,3	25,2
1995	2,1	25,4	27,5
2000	2,3	27,4	29,7



Tabel 6.7d Industriens NO_x-emission fra gasværksgas og naturgas, 1970 - 2000, 10³ t

Ar	Emission
1970	0,1
1975	0,1
1980	0
1981	0
1982	0
1985	0,7
1990	2,0
1995	2,1
2000	2,1

Tabel 6.7e Industriens samlede CO_x-emission, 1970 - 2000, 10³ t

Ar	Emission
1970	18
1975	18
1980a	18
1980b	43
1981	37
1982	36
1985	43
1990	46
1995	51
2000	54

6.5 Industriens kedelanlæg.

Det ses, at industriens SO₂-emission hovedsagelig skyldes forbruget af kul og fuelolie, og at disse produkter også tegner sig



for en ikke uvæsentlig del af NO_x -emissionen. Kullene og olien anvendes udelukkende i stationære anlæg, det vil sige procesanlæg (smelte-, tørrings-, kalcinerings- og brændingsanlæg) og kedelanlæg til fremstilling af damp eller varmt vand.

I følge Dansk Kedelforenings almindelige kendskab til industriens bestyknings med kedelanlæg, findes de største kedler på virksomheder, der har behov for højtryksdamp.

Dampydelsen er dog relativt beskedent, idet kun ca. 10 virksomheder producerer mere end 100 t/t damp. Hertil svarer en brændsels-effekt på 80 - 85 MW. I almindelighed råder virksomhederne over mere end 1 kedel, typisk 3 - 4. Selv i de største virksomheder er kedelanlæggene derfor små i forhold til kraftværkernes kedler.

For industrien som helhed skønnes hovedparten af kedlerne at være mindre end 10 MW indfyret effekt.



7. TRANSPORT.

7.1 Foreliggende data.

Ref. /1/ angiver landets samlede forbrug af LPG, benzin, petroleum (formentlig incl. jetbrændstof, jævnfør afsnit 2.2), dieselolie og fuelolie, samt DSB's brændselsforbrug i perioden 1948 - 65, men af disse forbrug kan kun benzinformbruget antages anvendt alene til transport (incl. i industrien, afsnit 6.2.2).

Ref. /13/ angiver forbruget af motorbenzin, flydende gas og dieselolie i perioden 1964 - 80. Der gives ingen nærmere forklaring af tabellen, men den synes alene at omfatte salget af de nævnte produkter fra servicestationer. Der findes således god overensstemmelse mellem salget af motorbenzin og LPG i 1980, henholdsvis $200400 \text{ m}^3 = 1503000 \text{ t} = 65,4 \text{ PJ}$ og $105500 \text{ m}^3 = 52750 \text{ t} = 2,47 \text{ PJ}$, og ref. /3/'s tal for 1980: benzin 64,6 PJ, LPG 2,7 PJ, som er oplyst at dække salg via servicestationer samt til DSB, fly og skibe. På grund af DSB's og skibsfartens forbrug er der derimod dårlig overensstemmelse mellem 1980 tallene for dieselolie: ref. /13/ $810000 \text{ m}^3 = 620000 \text{ t} = 29 \text{ PJ}$, ref. /3/: 41 PJ.

Ref. /2/ angiver (artagelig) det totale forbrug af blandt andet jetbrændstof, motorbenzin, "anden benzin og olie", gas- og dieselolie (som angives under et), fuelolie og LPG, men uden specifikation af anvendelsesområdet. Motorbenzin angives i 1980 til $1574000 \text{ t} = 68,5 \text{ PJ}$. Industriens forbrug, 1 - 2 PJ (tabel 6.3c) kan sagtens rummes i forskellen mellem ref. /2/ og ref. /13/'s angivelser, men ses i øvrigt at være forsvindende i denne sammenhang.

Ref. /3/ giver forbruget af LPG, flybrændstof, benzin og dieselolie (incl. fuelolie) i perioden 1980 - 2000 via tankstationer, til DSB, til skibe og til fly.



Emissionen i forbindelse med forbrugene af flybrændstof og brændstof i skibe finder ikke nødvendigvis sted over dansk territorium. Der ses derfor bort fra flytrafikkens emission, idet brændstofforbruget hertil let kan udskilles. Derimod er det sværere at udskille skibsfarten. I det følgende anslås emissionerne fra de i ref. /13/ og /3/ angivne forbrug af LPG, benzin og dieselolie, mens emissionerne fra eventuelle yderligere forbrug anslås i afsnit 8. Opgørelsen dækker perioden 1965 - 2000.

7.2 LPG.

Transportsektorens forbrug af LPG fremgår af tabel 7.1. Der regnes med, at brændslet er svovlfrit; som NO_x -emissionsfaktor benyttes den i afsnit 6.4 angivne: 900 t/PJ.

Tabel 7.1 indeholder tillige den beregnede NO_x -emission.

Tabel 7.1 Transportsektorens forbrug af LPG og den hertil knyttede NO_x -emission, 1965 - 2000.

År	Forbrug		NO_x 10^3 t
	10^3 m^3	PJ	
1965	9,0	0,2	0,2
1970	60,0	1,4	1,3
1972	94,4	2,2	2,0
1975	61,0	1,4	1,3
1980a ¹⁾	105,5	2,5	2,2
1980b ²⁾		2,7	2,4
1981		3,2	2,9
1982		3,4	3,1
1985		4,3	3,9
1990		6,1	5,5
1995		7,1	6,4
2000		8,0	7,2

¹⁾ ref. /13/, ²⁾ ref. /3/.



Det ses, at forbruget og dermed NO_x -emissionen er kraftigt voksende i perioden 1965 - 72. Herefter aftager og stagnerer forbruget frem til 1978, hvorpå det påny begynder at vokse, en tendens der varer århundredet ud.

7.3 Motorbenzin.

Tilsvarende viser tabel 7.2 forbruget af motorbenzin og den hertil anslåede NO_x -emission, under forudsætning af en emissionsfaktor på 900 t/PJ. Benzinen antages at være svovlfri.

Tabel 7.2 Transportsektorens forbrug af benzin og den hertil kryttede NO_x -emission, 1965 - 2000.

Ar	Forbrug		NO_x 10^3 t
	10^3 m ³	PJ	
1965	1602	52,3	47
1970	2021	65,9	59
1972	2157	70,4	63
1975	2156	70,3	63
1980a	2004	65,4	59
1980b		64,6	58
1981		60,7	55
1982		59,3	53
1985		56,3	51
1990		52,9	48
1995		51,0	46
2000		49,2	44

Det ses, at forbruget og dermed emissionen vokser i løbet af 1960'erne, er relativt konstant i 1970'erne, hvorefter det forventes at aftage.



Laboratoriet for Energiteknik, Danmarks tekniske Højskole har parallelt med udarbejdelsen af nærværende rapport haft i opgave at beregne NO_x -emissionen i blandt andet 1980 fra trafikken. Der er fuldstændig overensstemmelse mellem Laboratoriet for Energitekniks opgørelse for benzindrevne biler: 58000 t og nærværende rapport: 58 - 59000 t.

7.4 Dieseloile m.m.

Forbruget af dieseloile i transportsektoren - defineret som nævnt sidst i afsnit 7.1 - er angivet i tabel 7.3. Endvidere er SO_2 - og NO_x -emissionen i forbindelse hermed beregnet under forudsætning af følgende emissionsfaktorer: SO_2 1964 - 80a: 235 t/PJ (afsnit 6.3), SO_2 1980b - 2000: 370 t/PJ. Sidstnævnte fremkommer ved at antage, at halvdelen af forskellen mellem de to opgørelser for 1980 (ref. /3/ og ref. /13/) udgøres af gasolie med svovlindhold 0,5% og halvdelen fuelolie med svovlindhold 2,5%. Andelen af fuelolie er da 14% og denne andel regnes der med frem til år 2000. Idet der ses bort fra forskellen i brændværdi (5%) bliver det resulterende svovlindhold 0,78%.

Som NO_x -emissionsfaktor er benyttet 600 t/PJ. Denne er valgt således at der bliver overensstemmelse i 1980a mellem Laboratoriet for Energiteknik's og nærværende opgørelse.



Tabel 7.3 Transportsektorens forbrug af gas- og dieselolie og den hertil knyttede SO₂- og NO_x-emission, 1965 - 2000.

Ar	Forbrug		SO ₂	NO _x
	10 ³ m ³	PJ	10 ³ t	10 ³ t
1965	382	13,7	3,2	8,2
1970	516	18,5	4,3	11,1
1972	493	17,7	4,2	17,3
1975	561	20,1	4,7	12,1
1980a	810	29,1	6,8	17,5
1980b		40,7	15,1	24,4
1981		41,3	15,3	24,8
1982		43,2	16,0	25,9
1985		45,9	17,0	27,5
1990		49,0	18,1	29,4
1995		52,1	19,3	31,3
2000		55,5	20,5	33,3

Det ses, at såvel forbrug som emissioner er voksende hen gennem perioden. For 1980 har Laboratoriet for Energiteknik beregnet en NO_x-emission på 17200 t.

7.5 Samlet emission.

Transportsektorens samlede SO₂-emission fremgår af tabel 7.3, idet LPG og benzin anses for svovlfri. Sektorens samlede NO_x-emission er beregnet i tabel 7.4.



Tabel 7.4 NO_x-emission 1960 - 2000, 10³ t Transportsektoren

Ar	LPG	Benzin	Diesel	I alt
1965	0,2	47	8,2	55
1970	1,3	59	11,1	71
1975	1,3	63	12,1	76
1980a	2,2	59	17,5	79
1980b	2,4	58	24,4	85
1981	2,9	55	24,8	83
1982	3,1	53	25,9	82
1985	3,9	51	27,5	82
1990	5,5	48	29,4	83
1995	6,4	46	31,3	84
2000	7,2	44	33,3	85

Det ses, at emissionen siden 1980 i det store og hele vil være konstant.



8. ØVRIGE KILDER.

8.1 Definition.

Ved øvrige kilder forstås de anvendelsesområder, der ikke er omfattet af de foregående opgørelser. Disse områder er først og fremmest boligopvarmning i form af individuelle fyringsanlæg og blokvarmecentraler, men desuden mindre virksomhed m.v.

Emissionerne opgøres på grundlag af den del af det samlede brændselsforbrug (tabel 2.1), som ikke er forbrugt i de i afsnit 3 - 7 gennemgåede kilder.

8.2 Brændselsforbrug.

I bilag 1.1 - 1.10 er brændselsforbruget for øvrige kilder beregnet.

Det fremgår heraf, at der for perioden 1980b - 2000 km er væsentlige "restforbrug" af fyringsgasolie og naturgas, som ikke er omtalt i afsnittene 3 - 7. Disse forbrug er knyttet til boligopvarmning (excl. fjernvarme).

I afsnit 8.3 søges emissionerne fra boligopvarmning i perioden 1960 - 2000 opgjort, hvorefter den resterende emission i perioden 1960 - 80 anslås i afsnit 8.4

8.3 Boligopvarmning, excl. fjernvarme.

8.3.1 Brændselsforbrug.

Af de i bilag 1.1 - 1.10 identificerede "restforbrug" antages forbruget af koks og cinders, petroleum, fyringsgasolie, fuelolie



og gas anvendt til boligopvarmning (samt madlavning og belysning). Disse forbrug er anført i tabel 8.1.

Tabel 8.1 Brændselsforbrug, boligopvarmning, excl. fjernvarme, 1960 - 2000, PJ.

Ar	Koks m.m.	Petroleum	Gasolie	Fuelolie	Gas	I alt
1960	45	11	37	67	6	166
1965	33	10	99	122	7	271
1970/71	0	8	181	101	6	296
1975	0	6	190	41	5	242
1980a	0	5	144	47	5	201
1980b	0	0	137	0	4	141
1981	0	0	124	0	4	128
1982	0	0	119	0	5	124
1985	0	0	101	0	26	127
1990	0	0	63	0	61	124
1995	0	0	44	0	62	106
2000	0	0	36	0	61	97

8.3.2 SO₂-emission.

For koks regnes med en emission på 545 t/PJ (afsnit 5.3), for gasolie 235 t/PJ (afsnit 6.3), for fuelolie med de i afsnit 3.2 angivne faktorer. Derimod anses petroleum og gas for svovlfrie.

Herved fås de i tabel 8.2 angivne SO₂-emissioner.



Tabel 8.2 SO₂-emission, 1960 - 2000, 10³ t Boligopvarmning m.v.,
excl. fjernvarme.

Ar	Koks m.m.	Gasolie	Fuelolie	I alt
1960	24,5	8,7	99,5	133
1965	18,0	23,3	181,2	223
1970/71	-	42,5	134,8	177
1975	-	44,7	50,8	96
1980a	-	33,8	54,8	89

1980b	-	32,2	-	32
1981	-	29,1	-	29
1982	-	28,0	-	28
1985	-	23,7	-	24
1990	-	14,8	-	15
1995	-	10,3	-	10
2000	-	8,5	-	9

Det er vanskeligt at udlæse tendenser af tabellen, da den i 1960 og 65 indeholder processektorens forbrug af de pågældende brændsler.

I løbet af 1970'erne ses et kraftigt fald i emissionen. Dette skal dog ses i sammenhæng med fjernvarmesektorens vækst i 1970'ernes første halvdel (afsnit 5.3). ~~Prognosen~~ (ref. /3/) regner ikke med fuelolieforbrug til boligopvarmning excl. fjernvarme og kraftvarme. Det ses, at emissionen i 1980 - 2000 forventes at falde, dels fordi brændselsforbruget aftager noget (tabel 8.1), dels fordi naturgassen fortrænger en væsentlig del af gasolieforbruget.

8.3.3 NO_x-emission.

For koks og cinders regnes med



NO_x-emissionsfakt.: Koks m.m. boligopvarmn.: 50 t/PJ

For petroleum og bygas antages emissionsfaktoren at være så lav, 10 - 20 t/PJ, at der kan ses bort fra emissionen. For naturgas regnes der derimod med emission, denne sættes til samme niveau som for fyringsgasolie: ca. 30 t/PJ i små fyr, ca. 100 t/PJ i større fyr, for eksempel blokvarmecentraler. For de to fyringsanlæg tilsammen vælges

NO_x-emissionsfakt. gasolie og naturgas, bolig: 50 t/PJ

Endelig vælges for fuelolie 150 t/PJ, jævnfør afsnit 5.5.

Herefter kan følgende NO_x-emissioner beregnes:

Tabel 8.3 NO_x-emission, 1960 - 2000, 10³ t Boligopvarmning m.v., excl. fjernvarme.

Ar	Koks	Gasolie	Fuelolie	Naturgas	I alt
1960	2,3	1,9	10,1	0	14
1965	1,7	5,0	18,3	0	25
1970/71	0	9,1	15,2	0	24
1975	0	9,5	6,2	0	16
1980a	0	7,2	7,1	0	14
1980b	0	6,9	0	0,2	7
1981	0	6,2	0	0,2	6
1982	0	6,0	0	0,3	6
1985	0	5,1	0	1,3	6
1990	0	3,2	0	3,1	6
1995	0	2,2	0	3,1	5
2000	0	1,8	0	3,1	5

8.4 Øvrigt brændselsforbrug.



Herefter resterer det blot at anslå emissionen i forbindelse med følgende brændselsforbrug:

Tabel 8.4 Øvrigt brændselsforbrug, PJ

Ar	Kul	Brunkul	FLG	Benzin	Diesel	I alt
1960	82	11	5	39	25	162
1965	59	9	7	6	29	110
1970/71	-	-	11	4	28	43
1975	-	-	8	0	36	44
1980a	-	-	6	6	44	56

Som SO₂-emissionsfaktorer anvends for kul 655 t/PJ (afsnit 5.4), for brunkul 1200 t/Pj (0,6% svovl, 15% svovlbinding), for dieselolie 235 t/PJ (afsnit 6.3), mens LPG og benzin anses for svovlfrie.

Der fås da følgende SO₂-emissioner.

Tabel 8.5 Øvrig SO₂-emission, 10³ t

Ar	Kul	Brunkul	Dieselolie	I alt
1960	33,7	13,2	5,9	73
1965	32,6	10,8	6,8	56
1970/71	-	-	6,6	7
1975	-	-	8,5	9
1980a	-	-	10,3	10

NO_x-emissionen beregnes ved følgende emissionsfaktorer: Kul og brunkul 200 t/PJ, benzin 900 t/PJ, dieselolie 600 t/PJ, LPG 300 t/PJ, idet det antages at hovedparten af LPG-forbruget er sket i stationære anlæg.

Der beregnes da følgende NO_x-emissioner



Tabel 8.6 Øvrige NO_x-emission, 10³ t

Ar	Kul	Brunkul	LPG	Benzin	Diesel	I alt
1960	16,4	2,2	1,5	35,1	15,0	70
1965	11,8	1,8	2,1	5,4	17,4	39
1970/71	-	-	3,3	3,6	16,8	24
1975	-	-	2,4	0	21,6	24
1980a	-	-	1,8	5,4	26,4	34

8.5 Sammenfatning øvrige kilder.

De i dette afsnit beregnede emissicner er sammenstillet i tabel 8.7.

Tabel 8.7 SO₂- og NO_x-emission, 1960 - 2000 excl. kilder omtalt i afsnit 3 - 7.

Ar	SO ₂ , 10 ³ t	NO _x , 10 ³ t
1960	206	84
1965	279	64
1970/71	184	48
1975	105	40
1980a	99	48
1980b	32	7
1981	29	6
1982	28	6
1985	24	6
1990	15	6
1995	10	5
2000	9	5



9. SAMLET EMISSION.

9.1. Sammenfatning.

De i afsnittene 3 - 8 beregnede emissioner er samfattet i tabellerne 9.1 og 9.2.

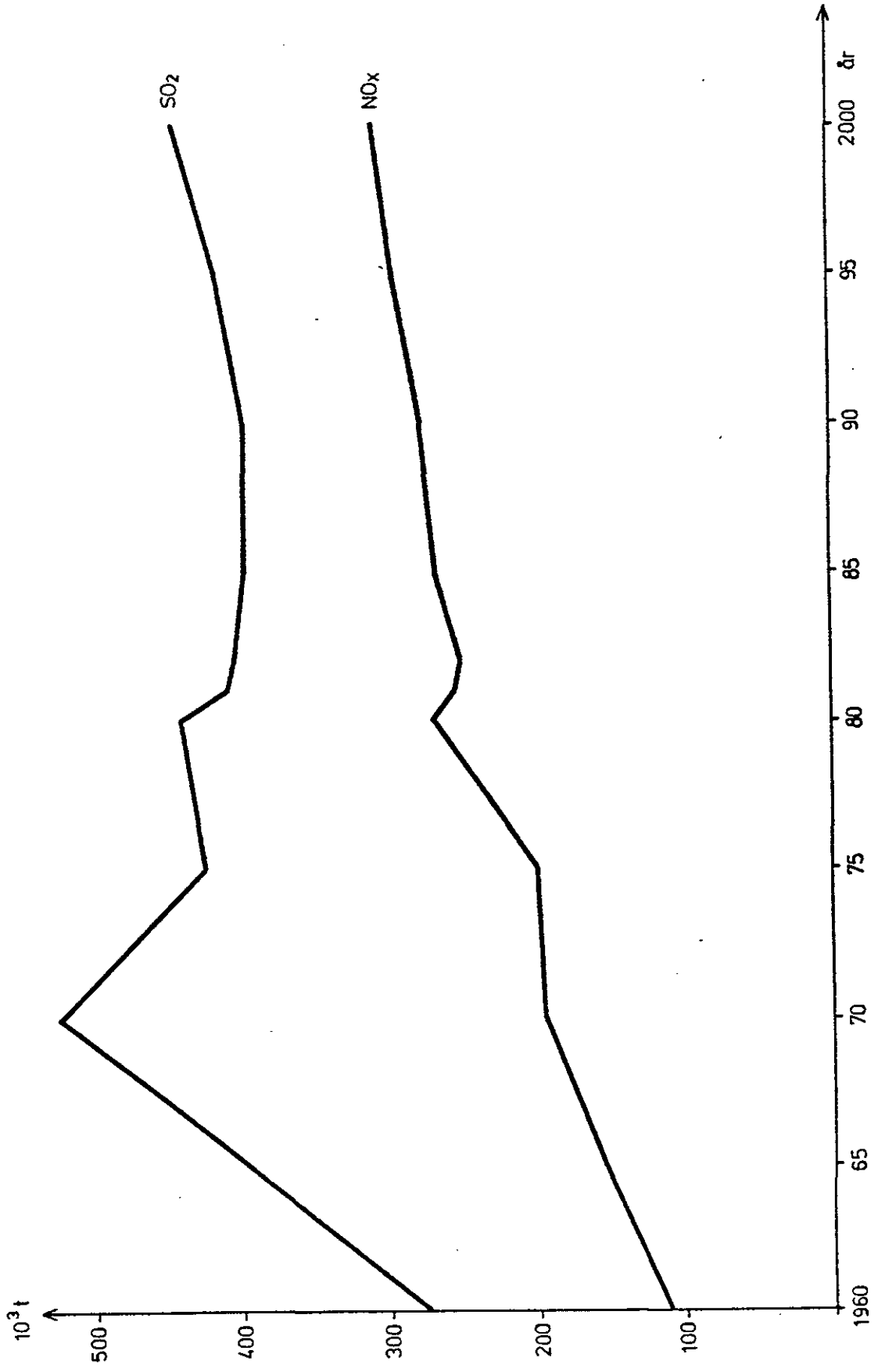
Tablel 9.1 Samlet SO₂-emission, 10³ t, 1960 - 2000.

Ar	El	Gas	Fjernv.	Ind.	Transp.	Øvrigt	I alt
1960	61	2	5	-	-	206	274
1965	91	1	19	-	3	279	393
1970	204	0	34	101	4	184	527
1975	182	0	48	86	5	105	426
1980a	209	0	51	73	7	99	439
1981	206	-	73	88	15	29	411
1982	203	-	72	85	16	28	404
1985	211	-	46	100	17	24	398
1990	228	-	33	104	18	15	398
1995	247	-	35	112	19	10	423
2000	259	-	36	117	21	9	442

Udviklingen i den totale SO₂-emission er afbildet på fig. 9.1. Det ses, at emissionen nåede sin absolutte maksimalværdi i 1970, og at der indtræffer et kraftigt fald i 1970'ernes første del, hvilket især skyldes, at fuelolieforbruget aftager kraftigt, jævnfør fig. 2.1, samt at fueloliens svovlindhold aftager med knap 10% (afsnit 3.2).

Den aftagende tendens ventes at vare ved til firsernes sidste del, hvorefter der regnes med en moderat stigning. Først hen mod år 2000 når emissionen tilbage på niveauet fra 1970'ernes sidste del. Den rolige tendens i perioden 1982 - 2000 skyldes i høj grad at naturgassen indføres til erstatning for især gasolie, og at kul fortsat fortrænger fuelolie.

Fig. 9.1 Emission 1960 - 2000





Tabel 9.2 Samlet NO_x-emission, 10³ t, 1960 - 2000.

Ar	El	Gas	Fjernv.	Ind.	Transp.	Øvrigt	I alt
1960	26	1	1	-	-	84	112
1965	35	1	2	-	55	64	157
1970	54	1	4	18	71	48	196
1975	59	1	6	18	76	40	200
1980a	115	1	7	18	79	48	268
1981	118	-	9	37	83	6	253
1982	116	-	10	36	82	6	250
1985	125	-	8	43	82	6	264
1990	137	-	7	46	83	6	279
1995	149	-	7	51	84	5	296
2000	157	-	7	54	85	5	308

Fig. 9.1 gengiver også den samlede NO_x-emission. Det ses, at den vokser hen gennem 1960'erne, men ikke så stærkt som SO₂-emissionen. I 1970'ernes sidste halvdel slår elværkernes tilbagevenden til kul klart igennem. Fra 1980 - 82 sker et mindre fald svarende til, at brændselsforbruget aftager. Fra 1982 og århundredet ud forventes en stigning på ca. 20%. Denne skyldes forventninger om, at kul fortsat vil fortrænge fuelolie, jævnfør fig. 2.2, men er uafhængig af, i hvilket omfang naturgassen fortrænger fyringsgasolien.

9.2 SO₂-emissionens variation hen gennem 1970'erne.

I aftalen mellem Miljøstyrelsen og Dansk Kedelforening er det ønsket, at den samlede danske SO₂-emission så vidt muligt opgøres for hvert enkelt år i perioden 1971 - 80. En sådan opgørelse er mulig ud fra de i ref. /2/ angivne årlige brændselsforbrug. Derimod er det ikke muligt at fordele emissionen på brændslets anvendelse - og dermed ej heller muligt at beregne NO_x-emissionen



for hvert enkelt år i 1970'erne.

De i relation til SO_2 -udsendelse interessante brændsler er

Brændsel	S-indhold	S-binding
(1) stenkul m.v.	1 %	10 %
(2) koks m.v.	0,9 %	15 %
(3) brunkul m.v.	0,6 %	10 %
(4) gas- og dieselolie	0,5 %	0 %
(5) fuelolie 1971	2,7 %	0 %
1972/77	2,5 %	0 %
1978/80	2,35 %	0 %

Forbruget af disse brændsler er angivet i tabel 9.3.

Tabel 9.3 Forbrug af visse brændsler 1970 - 80, 10^3 t.

År	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
1971	2103	138	46	5821	8053
1972	1985	98	35	6362	8585
1973	3522	86	31	6606	7083
1974	3144	88	21	5480	6937
1975	3365	49	18	6038	6076
1976	4659	67	19	6647	6541
1977	5358	58	17	6278	6271
1978	5587	48	14	6618	5514
1979	7288	67	21	6284	5168
1980	9533	57	13	5421	4541

Herefter kan beregnes de i tabel 9.4 anførte SO_2 -emissioner.



Tabel 9.4 SO₂-emission, 1971 - 80, 10³ t.

Ar	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	Sum
1971	37,9	2,1	0,5	58,2	434,9	534
1972	35,7	1,5	0,4	63,6	429,3	531
1973	63,4	1,3	0,3	66,1	354,2	485
1974	56,6	1,3	0,2	54,8	346,9	460
1975	60,6	0,7	0,2	60,4	303,8	426
1976	83,7	1,0	0,2	66,5	327,1	479
1977	96,4	0,9	0,2	62,8	313,6	474
1978	100,6	0,7	0,2	66,2	259,2	427
1979	131,2	1,0	0,2	62,8	242,9	438
1980	171,6	0,9	0,1	54,2	213,4	440

Det ses af tabellen, at fuelolieforbruget er helt afgørende for emissionens størrelsesorden. Da dette forbrug er faldende hen gennem perioden, bliver emissionen også aftagende hen gennem perioden. Tallene er dog også noget påvirket af den betydelig el-eksport i 1970'ernes begyndelse og af el-importen i 1978 - 79.

Fig. 9.2 viser emissionen år for år i samme målestok som i fig. 9.1.

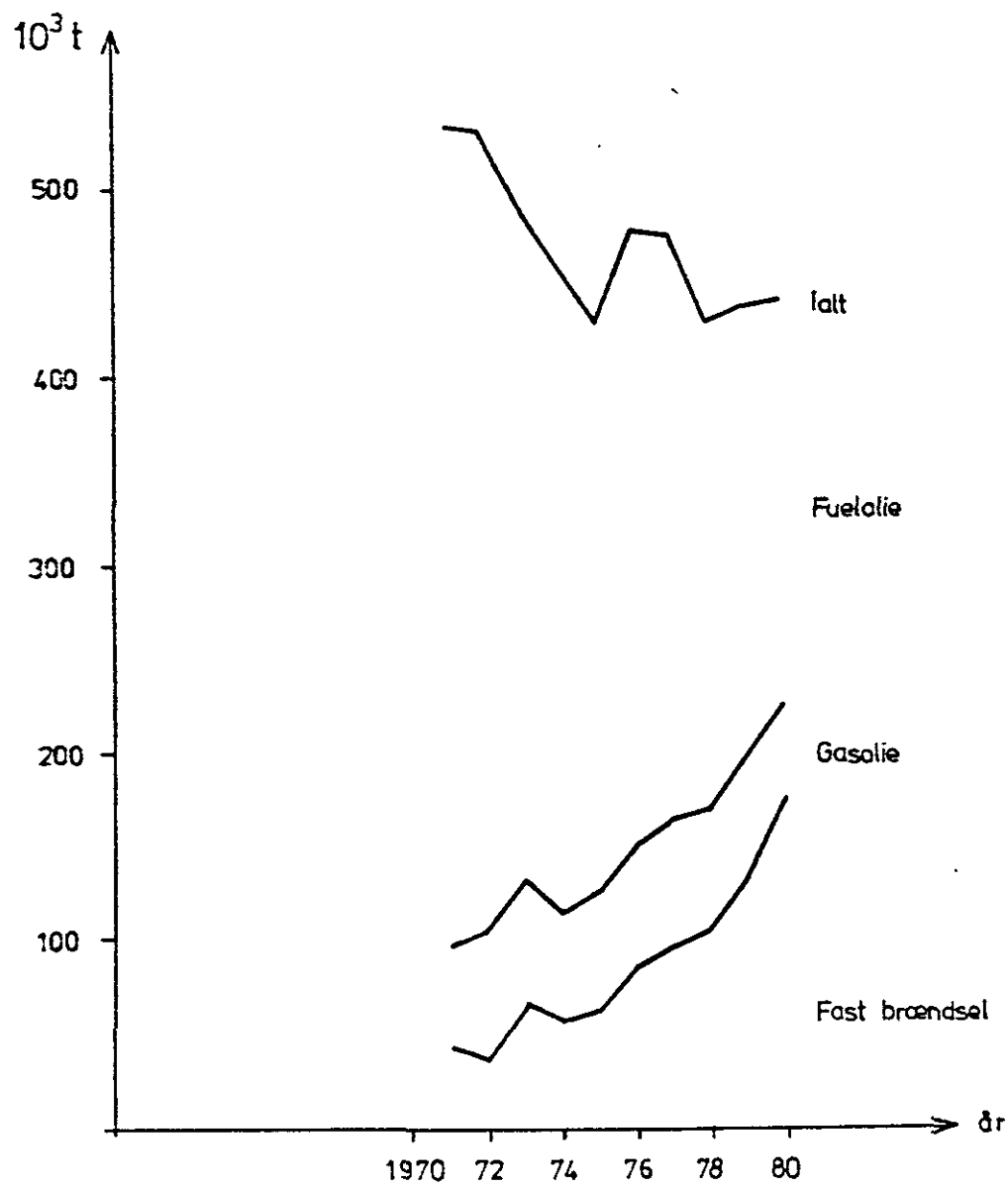


Fig. 9.2 SO₂-emission 1971-80



11. REFERENCER.

- /1/ Danmarks energiforsyning 1948-65. Statistiske undersøgelser nr. 20, Danmarks Statistik, København, 1967.
- /2/ Statistisk tiårsoversigt 1982, Danmarks Statistik, København, 1982.
- /3/ Seneste prognoser for energiforbruget 1985-2000, samt konstaterede forbrug 1980, 81 og 82, stillet til rådighed for nærværende opgave af Energistyrelsen, marts 1983.
- /4/ Forureningsrådets publikation nr. 3 pp. 79-91 (Brændselsgruppens rapport), København, 1971.
- /5/ Opgørelse af emissioner fra El- og Kraftvarmeproduktion. ELSAM Kraftværksafdelingen, ref. CH/IL, 1983.03.02.
- /6/ Statistisk Arbog 1982, Danmarks Statistik, København, 1982.
- /7/ P.E. Raaschou: Forelæsninger over Almen Teknisk Kemi, pp. 271-295, Jul. Gjellerups Forlag, København, 1949.
- /8/ Indpasning af små og mellemstore kulanlæg i det danske energisystem. Energiministeriets Energiforskningsprogram EFP-81. Kulorientering 17 i Kommission hos Dansk Kedelforening, februar 1983.
- /9/ Industristatistik 1970. Statistiske meddelelser nr. 1973:2. Danmarks Statistik, København, 1973.



- /10/ Industristatistik 1975. Statistiske meddelelser 1977:3. Danmarks Statistik, København, 1977.
- /11/ Industristatistik 1980. Statistiske meddelelser 1982:4. Danmarks Statistik, København, 1982.
- /12/ Industri og energi, Statistiske Efterretninger 1983:4, Danmarks Statistik, 1983.
- /13/ Køretøjsbestanden 31. december 1980. Statistiske Efterretninger A 1981: 24, tabel 31. Danmarks Statistik, august 1981.

Bilag 1.1 Fordeling af forbrug af stenkul m.v., PJ

År	Total	El	Gas	Fjernvarme	Industri	Transport	Rest
1960	135	34	19	-	-	-	82 ¹⁾
1965	121	48	14	-	-	-	59 ¹⁾
1970/71	57	50	4	-	6	-	- 3 ²⁾
1975	86	69	4	-	14	-	- 1 ²⁾
1980a	141	216	3	4	17	-	6 ²⁾
1980b	239	216	-	-	21	-	2 ²⁾
1981	247	228	-	1	17	-	1 ²⁾
1982	244	224	-	4	14	-	2 ²⁾
1985	287	246	-	15	23	-	3 ²⁾
1990	324	271	-	20	30	-	3 ²⁾
1995	356	294	-	20	38	-	4 ²⁾
2000	379	311	-	20	44	-	4 ²⁾

1) Antagelig især forbrugt i processektoren.

2) Anses for 0 (afrundingsfejl).

Bilag 1.2 Fordeling af forbrug af brunkul m.v., PJ

År	Total	El	Gas	Fjernvarme	Industri	Transport	Rest
1960	25	14	-	-	-	-	11 ¹⁾
1965	20	11	-	-	-	-	9 ¹⁾
1971	0	-	-	-	-	-	0

1) Antallet af indbydere i rindesvejenområdet.

Bilag 1.3 Fordeling af forbrug af koks og cinders, PJ

År	Brutto ¹⁾	Produktion ²⁾	Total	El	Gas	Fjernvarme	Industri	Transp.	Rest
1960	36	9	45	-	-	-	-	-	45 ³⁾
1965	20	7	33	-	-	-	-	-	33 ³⁾
1970/71	4	2	6	-	-	-	4	-	2 ⁴⁾
1975	1	1	2	-	-	-	2	-	0
1980a	2	1	3	-	-	-	2	-	1 ⁴⁾

1) Før gasværkernes konvertering.

2) Dansk koksproduktion (tabel 4.3)

3) Antages hovedsagelig benyttet til boligopvarmning

4) Anses for 0 (afrundingsfejl).

Bilag 1.4 Populating af forbyrd af 139 kv. km.

År	Total	El	Gas	Fjernvarme	Industri	Transport	Rest
1960	5	-	-	-	-	-	5
1965	7	-	-	-	-	0	7
1970/71	13	-	-	-	1	1	11
1975	12	-	-	-	3	1	8
1980a	12	-	-	-	3	3	6
1980b	8	-	-	-	5	3	0
1981	9	-	-	-	4	3	0
1982	7	-	-	-	4	3	0
1985	9	-	-	-	6	4	0
1990	11	-	-	-	5	6	0
1995	12	-	-	-	5	7	0
2000	13	-	-	-	5	8	0

Bilag 1.5 Fordeling af forbrug af benzol, MJ.

År	Total	El	Gas	Fjernvarme	Industri	Transport	Rest
1960	39	-	-	-	-	-	39
1965	58	-	-	-	-	52	6
1970/71	72	-	-	-	2	66	4
1975	72	-	-	-	2	70	0
1980a	72	-	-	-	1	65	6
1980b	66	-	-	-	2	66	- 1
1981	61	-	-	-	2	61	- 2
1982	62	-	-	-	2	59	1
1985	58	-	-	-	2	56	0
1990	55	-	-	-	2	53	0
1995	53	-	-	-	2	51	0
2000	52	-	-	-	2	49	1

Bilag 1.6 Fordeling af forbrug af petroleum og jetbrændstof, PJ

År	Petroleum	Jet	Total	Anslået forbrug af petroleum øvrige kilder.
1960			11	11
1965			21	10
1970/71	8	24	32	8
1975	6	27	33	6
1980a	5	24	29	5
1981-				0

Bilag 1.7 Fordeling af forbrug af dieselolie, PJ

År	Total	El	Gas	Fjernvarme	Industri	Transport	Rest
1960	25						25
1965	43 ¹⁾					14	29
1970/71	60				3	19	28 ¹⁾
1975	60				4	20	36 ¹⁾
1980a	79				6	29	44
1980b	79				38	41	0
1981	74				33	41	0
1982	76				33	43	0
1985	84				38	46	0
1990	88				39	49	0
1995	94				42	52	0
2000	102				46	56	0

1) Anslået.

Bilag 1.B Fordeling af forbrug af fyringsolie, PJ

År	Total	El	Gas	Fjernvarme	Industri	Transport	Rest
1960	37	-	-	-	-	-	37
1965	99	-	-	-	-	-	99
1970/71	189	-	-	-	8	-	181
1975	198	-	-	-	8	-	190
1980a	153	-	-	-	9	-	144
1980b	156	-	-	-	19	-	137
1981	141	-	-	-	17	-	124
1982	135	-	-	-	16	-	119
1985	120	-	-	-	19	-	101
1990	82	-	-	-	19	-	63
1995	65	-	-	-	21	-	44
2000	59	-	-	-	23	-	36

Bilag 1.9 Fordeling af forbrug af fælorlie, PJ

År	Total	El	Gas	Fjernvarme	Industri	Transport	Rest
1960	83	13	-	3	-	-	67
1965	163	28	-	13	-	-	122
1970/71	325	126	-	26	72	-	101
1975	246	107	-	38	60	-	41
1980a	184	45	-	43	49	-	47
1980b	178	49	-	65	64	-	0
1981	154	37	-	62	55	-	0
1982	150	36	-	59	55	-	0
1985	121	30	-	31	60	-	0
1990	105	29	-	17	59	-	0
1995	110	31	-	19	60	-	0
2000	110	31	-	40	40	-	- 1

Bilag 1.10 Fordeling af forbrug af by- og naturgas, PJ

År	Total	El	Gas	Fjernvarme	Industri	Transport	Rest
1960	6	-	-	-	-	-	6
1965	7	-	-	-	-	-	7
1970/71	7	-	-	-	1	-	6
1975	6	-	-	-	1	-	5
1980a	5	-	-	-	0	-	5
1980b	4	-	-	-	0	-	4
1981	4	-	-	-	0	-	4
1982	5	-	-	-	0	-	5
1985	33	-	-	-	7	-	26
1990	81	-	-	-	20	-	61
1995	83	-	-	-	21	-	62
2000	82	-	-	-	21	-	61