

363.73  
Flo

VEÐURSTOFA ÍSLANDS

**Greinargerð  
varðandi SO<sub>2</sub>-mengun  
frá álveri á Keilisnesi**

**Flosi Hrafn Sigurðsson  
og  
Hreinn Hjartarson  
tóku saman**

Reykjavík  
Desember 1990

363.73  
Flo

# Greinargerð varðandi SO<sub>2</sub>-mengun frá álveri á Keilisnesi

## Inngangur

Vegna vinnu að útgáfu starfsleyfis fyrir fyrirhugaða álbræðslu Atlantsáls hérlendis hefur Umhverfissráðuneytið með bréfi dags. 13. nóvember 1990 óskað eftir að Veðurstofa Íslands léti taka saman greinargerð um afdrif SO<sub>2</sub> í umhverfinu og áhrif sem ætla má að SO<sub>2</sub>-mengun frá álveri á Keilisnesi hefði hér á landi og í fjarlægum umhverfi. Fylgir bréf ráðuneytisins hér með sem fylgiskjal 1.

Veðurstofustjóri hefur vísað þessu erindi til athugunar í tækni- og veðurathuganadeild Veðurstofunnar, en sú deild hefur fengist við nokkrar mengunarmælingar á Íslandi í rúma þrjú áratugi og hefur auk þess á síðari árum nokkrum sinnum fengið það hlutverk að framkvæma sérstakar veðurathuganir á hugsanlegum stóriðjuverum til þess að unnt sé að reikna út líklega dreifingu mengunarefna frá stóriðjuverum sem þar yrði valinn staður. Vinnur deildin nú að slíkum mælingum á Keilisnesi og við Gilsbakka í Eyjafirði á vegum Markaðsskrifstofu Iðnaðarráðuneytisins og Landsvirkjunar. Niðurstöður þessara mælinga liggja þó aðeins fyrir að takmörkuðu leyti þegar þetta er ritað.

## Um afdrif SO<sub>2</sub> í umhverfinu

SO<sub>2</sub> er lofttegund sem einkum myndast við bruna á efnum sem innihalda brennistein, t.d. kolum og olíu. Í álverum á SO<sub>2</sub>-myndun rætur að rekja til kolaskautanna sem þar eru notuð.

Eins og önnur loftmengun dreifist SO<sub>2</sub> frá upprunastað með vindum og iðustreymi loftsins. Vindáttin ræður því til hverrar áttar mengunarefnin berast hverju sinni, en af vindhraðanum og stöðugleika loftsins ræðst hve mikil þynning mengunarefnanna verður. Þegar stöðugleiki lofts er mikill dreifast mengunarefnin einungis í þunnu loftlagi næst jörðu, en almennt má segja að SO<sub>2</sub> og önnur brennisteinsmengun dreifist aðallega í lágstu 1000 - 1500 metrum loftsins eða svo.

Í þurru andrúmslofti berst lítill hluti SO<sub>2</sub> til jarðar í næsta nágrenni upprunastaðar, en smám saman gengur það í samband við súrefni andrúmsloftsins og myndar aðra lofttegund, SO<sub>3</sub>. Báðar eru þessar lofttegundir tærandi, og komist þær í samband við vatnsgufu eða vatnsdropa í loftinu myndast brennisteinssýrlingur (H<sub>2</sub>SO<sub>3</sub>) úr SO<sub>2</sub>, og brennisteinssýra (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) úr SO<sub>3</sub>. Er hér komin önnur meginorsök súrrar úrkomu og margháttaðra mengunarvandamála, tæringar málma og byggingarefna, skemmda á skógum og trjágróðri og dauði fiska í ám og vötnum, sem eru þekkt vandamál þar sem brennisteinsmengun er mikil. Þá eru efni þessi og skaðleg heilsu viðkvæmra einstaklinga og þau hafa verið talin meginorsök verstu mengunarslysa sem orðið hafa, eins og t.d. í London 1952.

Lokastig þróunarferils SO<sub>2</sub> er myndun ýmissa salta af brennisteinssýru - sulfata. Sú þróun verður að nokkru í andrúmsloftinu en einnig á jörðu niðri, t.d. á yfirborði þeirra

hluta sem súrt regn snertir og tærir.

Úrkoma er mjög virk til hreinsunar á  $\text{SO}_2$  og annarri brennisteinsmengun úr andrúmsloftinu, en jafnframt berast mengunarefni þá til jarðar og mengunin færast yfir á annað svið. Tíðni úrkomu ræður því miklu um hve langlíf brennisteinsmengun er í andrúmsloftinu. Meðaldvalartími brennisteins í loftkenndu eða föstu formi í andrúmsloftinu er talinn vera 2-3 sólarhringar og innan sólarhrings hefur mikill hluti  $\text{SO}_2$  yfirleitt breyst yfir í önnur brennisteinssambönd.

## **Bakgrunnsmengun og viðmiðunarmörk á Íslandi**

Frá árinu 1958 hefur Veðurstofan fengist við nokkrar athuganir á bakgrunnsmengun á Íslandi. Í fyrstu var starfsemi þessi bundin við athuganir á mánaðarsýnum úrkomu en frá árinu 1972 hefur verið safnað daglegum loft- og úrkomusýnum til athugunar á loftborinni brennisteinsmengun og sýrustigi úrkomunnar. Til ársloka 1979 fór sýnataka fram á Rjúpnahæð við Reykjavík, en frá árinu 1980 að Írafossi við Sog.

Fjarri þéttbýli og iðjuverum á Íslandi er bakgrunnsmengun af manna völdum óvenju lítil, enda er landið mitt í Atlantshafi fjarri erlendum uppsprettum mengunar. Kemur þetta fram í því að meðalsýrustig (pH) úrkomu á Írafossi undanfarin þrjú ár (1987-1989) hefur verið um 5,4 og meðalgildi fyrir brennisteinstvíldi í lofti ( $\text{SO}_2$ ) hefur á sama tímabili verið um  $0.6 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Allt um þetta kemur stöku sinnum fyrir að hingað berst langt að komin brennisteinsmengun og hér fellur stundum súrt regn. Þannig var lægsta sýrustig sem mældist í úrkomu á Írafossi 3.7 árið 1987, 4.2 árið 1988 og 3.3 árið 1989. Þess ber að gæta að venjulega er úrkomumagn lítið þegar mjög súr úrkoma mælist á Íslandi.

Ljóst er að á höfuðborgarsvæðinu er bakgrunnsmengun af ýmsum ástæðum til muna meiri en á Írafossi. Þarf að sjálfsögðu að taka tillit til þessa og mengunar frá nálægum iðjuverum þegar gerður er samanburður við viðmiðunarmörk vegna fyrirhugaðra nýrra stóriðjuvera í næsta nágrenni höfuðborgarsvæðisins.

Íslensk viðmiðunarmörk fyrir loftmengun eru einungis til fyrir fá mengunarefni. Rétt þykir að geta þess að í umsögn um viðmiðunarmörk fyrir  $\text{SO}_2$  taldi Veðurstofan á sínum tíma að gildandi mörk væru óeðlilega há á Íslandi. Skulu rök fyrir því ekki endurtekin hér, en bent á að viðmiðunarmörkin eru ekki þröskuldsgildi þar sem ekkert tjón verður, ef mengun er haldið undir þeim. Tjón af völdum tæringar á járn, byggingarefnum og málningu fer þannig vaxandi með vaxandi  $\text{SO}_2$ -mengun, óháð viðmiðunarmörkum. En það er slíkt tjón og súrnandi úrkoma (sem einnig leiðir af vaxandi  $\text{SO}_2$ -mengun) sem reynst hefur meginvandamál víða um lönd.

Þá skal og lýst þeirri skoðun, að fráleitt sé á hinu lítt mengaða Íslandi að nota viðmiðunarmörk sem fara má ótakmarkað fram úr 5% af tímanum, eða sem samsvarar 18 dögum á ári. Er lítt skiljanlegt hvernig slíkt ákvæði hefur komist inn í íslenska mengunarvarnareglugerð.

## Aðstæður á Keilisnesi

Aðstæður á Keilisnesi eru að ýmsu leyti mjög heppilegar með tilliti til dreifingar loftmengunarefna. Landið er opið og meginás vindrósar gengur á sjó út og upp í óbyggð hraunasvæði. Lítil byggð er í næsta nágrenni, og fjarlægð til Keflavíkur um 15 km, en rúm 12 km eru til Hvaleyrarholts, jaðars byggðar á Stór-Reykjavíkursvæðinu. Hámarkssvæði mengunar frá Keilisnesi mun því ekki ná til mikils þéttbýlis. Þá er og mikilvægt að ekki er annar mengandi stóriðnaður á Keilisnesi.

## Dreifing brennisteinsmengunar frá álveri á Keilisnesi

Þess hefur þegar verið getið að unnið er nú að sérstökum veðurathugunum á Keilisnesi á vegum Markaðsskrifstofu Iðnaðarráðuneytisins og Landsvirkjunar. Of snemmt er að segja mikið um niðurstöður þessara mælinga en rétt þykir sem fylgiskjal 2 með skýrslu þessari að sýna í formi vindrósar tíðleika vindátta í 2 m hæð yfir jörðu á Keilisnesi á tímabilinu maí - september 1990. Staðfestir þessi vindrós og dreifingarútreikningar sem "Norsk Institutt for Luftforskning" og "Vatnaskil" hafa áður gert (á grundvelli vindmælinga frá Straumsvík og Keflavíkurflugvelli og stöðugleikaathugana frá Grundartanga) að Keilisnes er tiltölulega heppilegur staður fyrir álverið. Mikill hluti mengunarefna mun berast á haf út eða yfir óbyggð og ónyttuð landsvæði.

Með þessum orðum er ekki ætlunin að gera lítið úr hugsanlega skaðlegum áhrifum álversins. Hafa verður í huga að hér er um mjög stórt álver að ræða með 200.000 tonna ársframleiðslu á áli og rætt er um stækkunarmöguleika í 400.000 tonn á ári. Líkur eru því á að ársframleiðsla af SO<sub>2</sub> á Íslandi gæti því sem næst tvöfaldast við tilkomu álversins, verði ekki komið fyrir hreinsibúnaði fyrir SO<sub>2</sub>, og síðar gæti aukningin orðið enn meiri. Með vothreinsibúnaði mætti hins vegar takmarka þessa aukningu við 10-20% eða svo.

En hvar mun svo brennisteinsmengun frá álverinu berast til jarðar? Því er ekki auðsvarað, þótt ljóst sé að það mun að mestum hluta verða á norðanverðu Norður-Atlantshafi og á Íslandi.

Að því er Ísland varðar mun nokkur hluti brennisteinsmengunarinnar berast til mesta þéttbýlissvæðis landsins og koma þar fram sem hrein viðbót og tæringarvaldur. Veðurskilyrði eru mjög breytileg og þótt þau séu almennt tiltölulega hagstæð á Keilisnesi koma fyrir tímabil þegar dreifingarskilyrði eru óhagstæð, vindar hægir og hitahvörf liggja eins og lok yfir landinu og hindra alla dreifingu uppávið. Segja má, til að setja málið á oddinn, að við höfum mestar áhyggjur af brennisteinsmengun á þeim 5% tímans, þegar skilyrði eru verst, þeim 5% sem eru undanskilin öllum hömlum í gildandi mengunarvarnareglugerð (viðmiðunarmörk í viðauka 3 við mengunarvarnareglugerð nr. 386 frá 25. júlí 1989).

Á sama hátt og hér verður stundum vart brennisteinsmengunar og súrrar úrkomu sem rekja má að uppruna til Bretlandseyja, er ljóst að brennisteinsmengun getur borist frá

Íslandi til næstu landa. Hér er að vísu um mjög lítið magn að ræða, en það mun þó koma fram sem hrein viðbót í löndum þar sem nú er mjög reynt að draga úr brennisteinsmengun. Gæti það verið túlkað sem óæskilegt samstöðuleysi að tvöfalda brennisteinsmengun frá Íslandi (þótt lítil sé) á sama tíma og flest ríki Vestur-Evrópu hafa á undanförunum áratug unnið hörðum höndum og árangursríkt að því að draga úr brennisteinsmenguninni. Sem fylgiskjal 3 fylgir hér með tafla sem sýnir þessa þróun í 28 Evrópuríkjum á árunum 1979 - 1988 (Úr skýrslunni EMEP/MS-C-W Report 1/90).

### Hættan af áli í súru umhverfi

Okkur þykir eftir atvikum rétt að vekja athygli á nýlegum rannsóknum sem virðast benda til hættu af áli í súru umhverfi (pH 4.5 eða svo). Vísun við í þessu sambandi til erindis sem erlendur sérfræðingur dr. Niel Ward flutti á vegum Hollustuverndar ríkisins sumarið 1990.


Jafnframt þykir okkur ástæða til að vekja athygli á því að á áratugnum 1970-1979 virtist meðalsýrustig úrkomu fara lækkandi á Rjúpnahæð við Reykjavík. Hlaupandi 5-ára gildi fyrir pH virtust þannig lækka úr pH = 5.4 niður í pH = 5.1. Mælingar féllu því miður niður á Rjúpnahæð í ársbyrjun 1980 og voru fluttar að Írafossi við Sog, en mælingar sem allra síðustu ár hafa verið gerðar við hús Veðurstofunnar í Reykjavík hafa hins vegar ekki bent til þessarar súrnunar úrkomu nú.

Þykir okkur líklegt að ástand hér hafi batnað á áratugnum 1980 - 1990 m.a. vegna hitaveituframkvæmda í Kópavogi, Hafnarfirði og víðar á Stór-Reykjavíkursvæðinu og vegna minnkandi brennisteinsmengunar frá nálægum löndum. Þetta hvetur hins vegar til varkárni varðandi brennisteinsmengun og undirstrikar mikilvægi þess að spornað sé við henni eftir föngum.

### Lokaorð

Að lokum viljum við ítreka þá skoðun okkar að Keilisnes sé heppilega valinn staður fyrir álver á Íslandi að því er dreifingarskilyrði loftmengunarefna varðar. Frá sjónarmiði mengunarvarna væri vothreinsun þó æskileg, enda myndi hún ekki einungis draga mjög úr brennisteinsmengun heldur einnig verka sem mikilvægt varakerfi fyrir þurrhreinisbúnað álversins.

Reykjavík, 27. desember 1990

  
Flosi Hrafn Sigurðsson

  
Hreinn Hjartarson

## **Greinargerð varðandi SO<sub>2</sub>-mengun frá álveri á Keilisnesi**

Fylgiskjöl 1 - 3

UMHVERFISRÁÐUNEYTIÐ

Veðurstofa Íslands  
Páll Bergþórsson  
Bústaðavegi 9  
108 Reykjavík

Reykjavík 13.11. 1990  
Tilv. 92. SS/ss

Á vegum Umhverfissráðuneytisins er verið að vinna að útgáfu starfsleyfis fyrir fyrirhugaða álbræðslu Atlantsáls héraendis.

Ráðuneytið vill fara þess á leit við Veðurstofu Íslands að hún vinni greinagerð um afdrif SO<sub>2</sub> í umhverfinu. Hvaða áhrif það hefði á Íslandi og hvert það muni berast frá álveri sem staðsett yrði á Keilisnesi. Einnig er óskað eftir álitni á því, hvort SO<sub>2</sub> útblástur héraendis hafi neikvæð áhrif í fjarlægum umhverfi.

Sigurbjörg Sæmundsdóttir, deildarsérfræðingur hjá ráðuneytinu, annast öll samskipti vegna þessarar vinnu fyrir ráðuneytið. Ráðuneytið er reiðubúið að veita allar frekari upplýsingar sem eru nauðsynlegar í þessu sambandi ef þess er óskað.

f.h.r.  
e.u.

*Sigurbjörg Sæmundsdóttir*

## KEILISNES

Tíðleiki vindátta, %

Tímabil: Maí-September 1990

— Allar athuganir  
----- Vindhráði > 6.0 m/s

Vindhráði &gt; 6 m/s 44.9% athugana

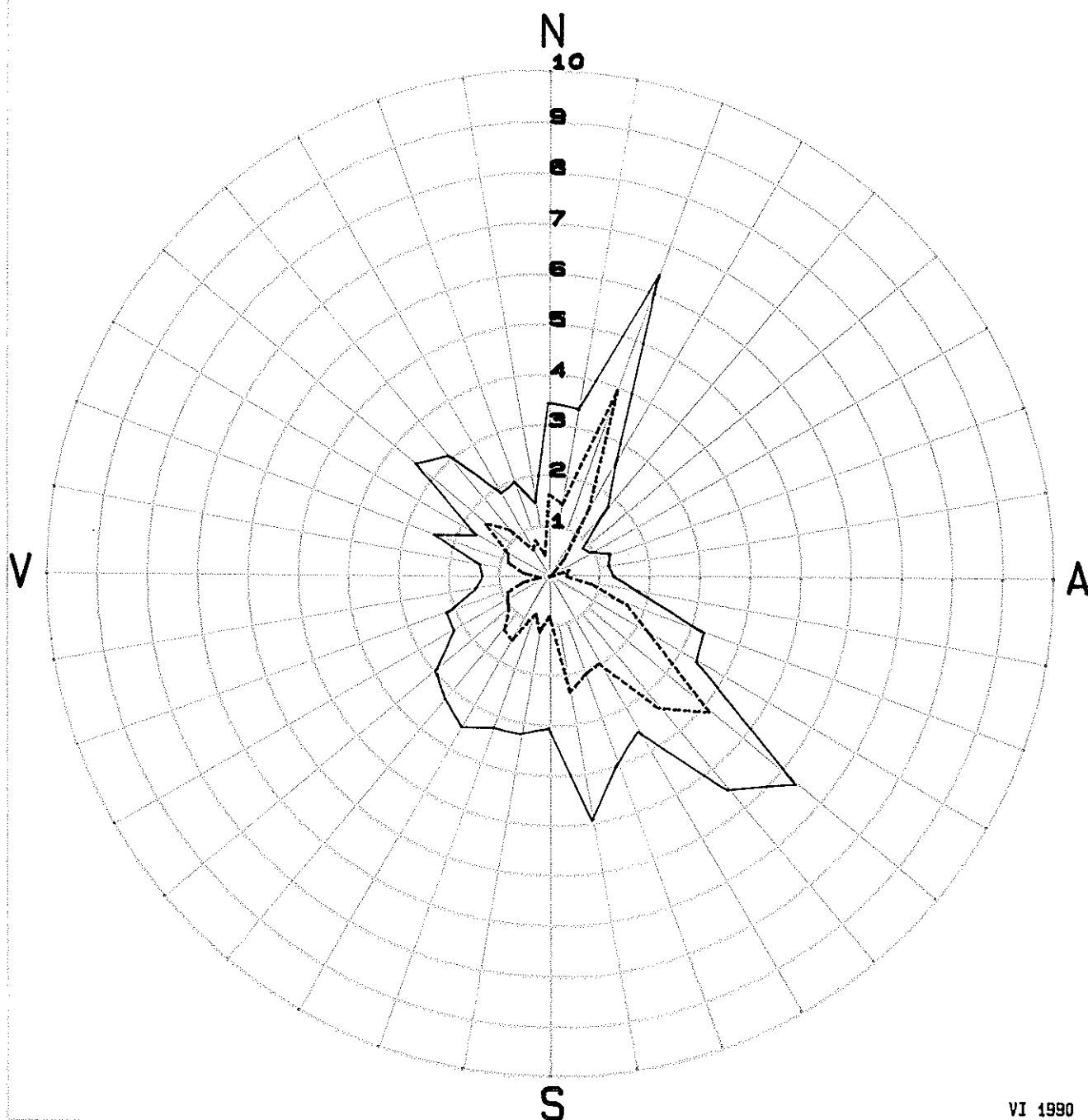




Table 1. Emissions employed in the calculations of sulphur transport  
Unit: Thousand tonnes of sulphur per annum

	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1990
Albania	<u>187</u>	[25] (182)	[25] (155)	[25] (155)	[25] (134)	[25] (112)	[25] (91)	[25] (85)	[25] (80)	[25] (75)	[25] (70)	
Austria		(414)	<u>414</u>	<u>356</u>	347	280	250	225	237	224	(234)	<u>60</u>
Belgium		(517)	<u>517</u>	(517)	(570)	(570)	(570)	(570)	<u>535</u>	<u>535</u>	(535)	<u>253</u>
Bulgaria		(1550)	<u>1550</u>	(1550)	(1575)	(1575)	(1575)	(1575)	<u>1511</u>	<u>1450</u>	(1425)	<u>1375</u>
Czechoslovakia		(273)	<u>224</u>	(182)	(184)	(156)	(148)	<u>170</u>	(139)	(124)	<u>127</u>	<u>133</u> <sup>90</sup>
Denmark		(292)	<u>292</u>	(255)	(217)	179	180	<u>185</u>	<u>162</u>	<u>162</u>	(159)	<u>155</u> <sup>90</sup>
Finland		(1756)	<u>1756</u>	<u>1368</u>	<u>1320</u>	1119	998	<u>870</u>	<u>798</u>	759	(759)	
France		(2500)	<u>2500</u>	(2500)	(2500)	(2500)	(2500)	(2500)	<u>2500</u>	(2495)	(2495)	
German Dem. Rep.		(1600)	<u>1600</u>	(1525)	<u>1450</u>	1375	1400	<u>1200</u>	<u>1100</u>	<u>1000</u>	(945)	<u>550</u> <sup>95</sup>
Germany Fed. Rep. of		(200)	<u>200</u>	(200)	(180)	180	(180)	(180)	(180)	(180)	(180)	
Greece	<u>350</u>	(817)	<u>817</u>	(795)	(774)	(752)	<u>730</u>	<u>710</u>	(710)	(710)	(707)	<u>700</u>
Hungary		(3)	<u>3</u>	(3)	(3)	(3)	<u>3</u>	<u>3</u>	(3)	(3)	(3)	
Iceland		(110)	<u>110</u>	(100)	(90)	(80)	70	<u>69</u>	(77)	(84)	(92)	<u>107</u>
Ireland		(1900)	<u>1900</u>	(1792)	(1683)	1575	1328	<u>1252</u>	(1185)	(1185)	(1185)	
Italy		(11)	<u>11</u>	(10)	(8)	<u>6</u>	(6)	<u>7</u>	(7)	(6)	(6)	<u>5</u>
Luxembourg		(232)	<u>232</u>	(210)	(180)	167	(153)	<u>138</u>	138	141	(136)	<u>125</u>
Netherlands		(71)	<u>71</u>	63	56	<u>52</u>	48	<u>49</u>	45	<u>36</u>	<u>36</u>	
Norway		(2050)	<u>2050</u>	(2050)	(2150)	2150	(2150)	2150	2150	2100	2100	<u>2250</u>
Poland		(133)	<u>133</u>	(140)	(146)	153	(144)	(134)	(125)	(116)	(106)	<u>87</u>
Portugal		(100)	<u>100</u>	(100)	(100)	(100)	(100)	(100)	(100)	(100)	(100)	
Romania		(1625)	<u>1625</u>	1625	1625	1625	(1614)	(1603)	(1592)	(1581)	(1570)	<u>1527</u> <sup>92</sup>
Spain		(242)	<u>232</u>	(209)	(176)	143	<u>132</u>	<u>135</u>	<u>122</u>	(116)	(110)	<u>97</u> <sup>92</sup>
Sweden		(63)	<u>63</u>	(59)	(56)	(52)	48	<u>48</u>	32	(31)	(31)	<u>29</u> <sup>93</sup>
Switzerland		(138)	<u>138</u>	(138)	(138)	(138)	138	161	177	(177)	(177)	
Turkey		(6400)	<u>6400</u>	6300	6100	5900	5700	<u>5550</u>	<u>5450</u>	<u>5100</u>	<u>5000</u>	<u>4800</u>
Soviet-Union *)		2600	<u>2335</u>	2150	2000	1850	1770	<u>1780</u>	<u>1870</u>	<u>1935</u>	<u>1890</u>	<u>1900</u>
United Kingdom		(588)	<u>588</u>	(622)	(657)	(691)	<u>725</u>	(725)	(725)	(725)	(725)	
Yugoslavia		26392	26063	24999	24444	23508	22776	22199	21175	21095	20928	
Sum												

Data that have been officially submitted are underlined. Interpolated data are shown by a paranthesis. Data estimated by MSC-W/CCC are given in square brackets. The table includes corrections received at the ECE Secretariat up to 1 May 1989. Submitted emission predictions for future years are also shown.

\*)European part of USSR, within EMEP area of calculation.